

## II

(Rechtsakte ohne Gesetzescharakter)

## RECHTSAKTE VON GREMIEN, DIE IM RAHMEN INTERNATIONALER ÜBEREINKÜNFTE EINGESETZT WURDEN

Nur die von der UN/ECE verabschiedeten Originalfassungen sind international rechtsverbindlich. Der Status dieser Regelung und das Datum ihres Inkrafttretens ist der neuesten Fassung des UN/ECE-Statusdokuments TRANS/WP.29/343 zu entnehmen, das von folgender Website abgerufen werden kann:

<http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29fdocstts.html>

**Regelung Nr. 49 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN/ECE) — Einheitliche Bestimmungen hinsichtlich der Maßnahmen, die gegen die Emission von gas- und partikelförmigen Schadstoffen aus Selbstzündungs- und aus Fremdzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen zu treffen sind**

Einschließlich aller gültigen Texte bis:

Änderungsserie 06 - Tag des Inkrafttretens: 27. Januar 2013

Ergänzung 1 zur Änderungsserie 06 - Tag des Inkrafttretens: 15. Juli 2013

Berichtigung zur Ergänzung 1 zur Änderungsserie 06 - Tag des Inkrafttretens: 15. Juli 2013

### Inhaltsverzeichnis

1. Anwendungsbereich
2. Begriffsbestimmungen
3. Antrag auf Genehmigung
4. Genehmigung
5. Vorschriften und Prüfungen
6. Einbau des Motors in das Fahrzeug
7. Motorenfamilie
8. Übereinstimmung der Produktion
9. Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge/Motoren
10. Maßnahmen bei Abweichungen in der Produktion
11. Änderungen des Fahrzeugtyps und Erweiterung der Genehmigung
12. Endgültige Einstellung der Produktion
13. Übergangsbestimmungen
14. Namen und Anschriften der Technischen Dienste, die die Prüfungen für die Genehmigung durchführen, und der Typgenehmigungsbehörden

## ANLAGEN

- 1 Verfahren zur Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion, wenn die Standardabweichung zufriedenstellend ausfällt
- 2 Verfahren zur Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion, wenn die Standardabweichung unzureichend ist oder keine Angabe vorliegt
- 3 Verfahren zur Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion auf Antrag des Herstellers
- 4 Zusammenfassung des Genehmigungsverfahrens für mit Erdgas (NG) und Flüssiggas (LPG) betriebene Motoren sowie für Zweistoffmotoren, die mit Erdgas/Biomethan oder LPG betrieben werden

## ANHÄNGE

- 1 Muster eines Beschreibungsbogens
- 2A Mitteilung betreffend die Genehmigung eines Motortyps oder einer Motorenfamilie als selbständige technische Einheit hinsichtlich der Emission von Schadstoffen nach der Regelung Nr. 49, Änderungsserie 06
- 2B Mitteilung betreffend die Genehmigung eines Fahrzeugtyps mit einem genehmigten Motor hinsichtlich der Emission von Schadstoffen nach der Regelung Nr. 49, Änderungsserie 06
- 2C Mitteilung betreffend die Genehmigung eines Fahrzeugtyps hinsichtlich der Emission von Schadstoffen nach der Regelung Nr. 49, Änderungsserie 06
- 3 Anordnungen der Genehmigungszeichen
- 4 Prüfverfahren
- 5 Technische Daten der Bezugskraftstoffe
- 6 Emissionsdaten, die bei der Typgenehmigung für die Verkehrssicherheitsprüfung erforderlich sind - Messung der Emission von Kohlenmonoxid im Leerlauf
- 7 Prüfung der Dauerhaltbarkeit von Motorsystemen
- 8 Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge oder Motoren
- 9A On-Board-Diagnosesysteme (OBD-Systeme)
- 9B Technische Anforderungen an On-Board-Diagnosesysteme (OBD)
- 9C Technische Anforderungen zur Bewertung der Betriebsleistung von On-Board-Diagnosesystemen (OBD)
- 10 Anforderungen zur Begrenzung der Off-Cycle-Emissionen (OCE) und der im Betrieb abgegebenen Emissionen
- 11 Vorschriften zur Gewährleistung der Funktionstüchtigkeit der Maßnahmen zur Kontrolle von NO<sub>x</sub>-Emissionen
- 12 CO<sub>2</sub>-Emissionen und Kraftstoffverbrauch
- 13 Typgenehmigung von emissionsmindernden Einrichtungen für den Austausch als selbständige technische Einheit
- 14 Zugang zu OBD-Informationen von Fahrzeugen
- 15 Technische Vorschriften für mit Diesel/Gas betriebene Zweistoffmotoren und -fahrzeuge

1. ANWENDUNGSBEREICH

- 1.1. Diese Regelung gilt für Kraftfahrzeuge der Klassen M1, M2, N1 und N2 mit einer Bezugsmasse von mehr als 2 610 kg und für alle Kraftfahrzeuge der Klassen M3 und N3 <sup>(1)</sup>.

Auf Antrag des Herstellers wird die nach dieser Regelung für ein fertiggestelltes Fahrzeug erteilte Typgenehmigung auf das unvollständige Fahrzeug mit einer Bezugsmasse von weniger als 2 610 kg erweitert. Typgenehmigungen werden erweitert, wenn der Hersteller nachweisen kann, dass alle Aufbaukombinationen, die voraussichtlich an dem unvollständigen Fahrzeug angebaut werden, die Bezugsmasse des Fahrzeugs auf mehr als 2 610 kg erhöhen.

Auf Antrag des Herstellers wird die nach dieser Regelung für ein Fahrzeug erteilte Typgenehmigung auf dessen Modelle und Versionen mit einer Bezugsmasse von mehr als 2 380 kg erweitert, sofern dieses auch die Anforderungen in Bezug auf die Messung von Treibhausgasemissionen und Treibstoffverbrauch gemäß Absatz 4.2 dieser Regelung erfüllt.

1.2. Gleichwertige Genehmigungen

Eine Genehmigung nach dieser Regelung ist nicht erforderlich für: Motoren, die in Fahrzeuge mit einer Bezugsmasse von bis zu 2 840 kg eingebaut werden, für die eine Genehmigung nach der Regelung Nr. 83 als Erweiterung erteilt worden ist.

2. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

Für die Zwecke dieser Regelung bezeichnet der Begriff:

- 2.1. „Alterungszyklus“ den Fahrzeug- oder Motorbetrieb (Drehzahl, Last, Leistung), der während des Betriebsakkumulationszeitraums realisiert werden soll;
- 2.2. „Genehmigung eines Motors (einer Motorenfamilie)“ die Genehmigung eines Motortyps (einer Motorenfamilie) hinsichtlich des Niveaus der Emissionen gas- und partikelförmiger Schadstoffe sowie von Rauch und des On-Board-Diagnosesystems (OBD-System);
- 2.3. „Genehmigung eines Fahrzeugs“ die Genehmigung eines Fahrzeugtyps hinsichtlich der Emissionen von gas- und partikelförmigen Schadstoffen sowie von Rauch aus dem Motor und hinsichtlich seines On-Board-Diagnosesystems (OBD-System) und des Einbaus des Motors in das Fahrzeug;
- 2.4. „zusätzliche Emissionsstrategie“ (AES — Auxiliary Emission Strategy) eine Emissionsstrategie, die in Abhängigkeit von spezifischen Umwelt- und/oder Betriebsbedingungen für einen bestimmten Zweck aktiv wird und eine Standard-Emissionsstrategie ersetzt oder ändert und nur so lange wirksam bleibt, wie diese Bedingungen anhalten;
- 2.5. „Standard-Emissionsstrategie“ (BES — Base Emission Strategy) eine Emissionsstrategie, die über den gesamten Drehzahl- und Lastbereich des Motors aktiv ist, solange keine zusätzliche Emissionsstrategie aktiviert wird;
- 2.6. „laufende Regenerierung“ die Regenerierung eines Abgasnachbehandlungssystems, die kontinuierlich oder mindestens einmal je weltweit harmonisiertem instationärem Prüfzyklus (WHTC-Prüfzyklus) mit Warmstart stattfindet;
- 2.7. „Kurbelgehäuse“ die Räume, die sowohl im Motor als auch außerhalb des Motors vorhanden und durch innere oder äußere Verbindungen, durch die Gase und Dämpfe entweichen können, an den Ölsumpf angeschlossen sind;
- 2.8. „kritische emissionsrelevante Bauteile“ die folgenden Bauteile, die hauptsächlich auf die Emissionsminderung ausgelegt sind: alle Abgasnachbehandlungssysteme, das elektronische Motorsteuergerät mit zugehörigen Sensoren und Aktuatoren und das Abgasrückführungssystem (EGR — Exhaust Gas Recirculation) einschließlich aller zugehörigen Filter, Kühler, Regelventile und Röhren;

<sup>(1)</sup> Angabe gemäß den Begriffsbestimmungen in der Gesamtresolution über Fahrzeugtechnik (R.E.3) - Dokument ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.2., Abs. 2. - [www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html](http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html).

- 2.9. „*kritische emissionsrelevante Wartung*“ die Wartung, die bei kritischen emissionsrelevanten Bauteilen durchzuführen ist;
- 2.10. „*Abschaltstrategie*“ eine Emissionsstrategie, die den Anforderungen einer in diesem Anhang spezifizierten Standard-Emissionsstrategie und/oder einer zusätzlichen Emissionsstrategie nicht gerecht wird;
- 2.11. „*DeNO<sub>x</sub>-System*“ ein Abgasnachbehandlungssystem, das dazu bestimmt ist, Emissionen von Stickstoffoxiden (NO<sub>x</sub>) zu vermindern (z. B. passive und aktive Mager-NO<sub>x</sub>-Katalysatoren, NO<sub>x</sub>-Adsorber und Systeme zur selektiven katalytischen Reduktion (SCR));
- 2.12. „*Diagnose-Fehlercode*“ (DTC — Diagnostic trouble code) eine numerische oder alphanumerische Zeichenfolge zur Kennzeichnung einer Funktionsstörung;
- 2.13. „*Dieselmotor*“ den Normalbetrieb eines Zweistoffmotors, wenn für sämtliche Motor-Betriebsbedingungen keine gasförmigen Kraftstoffe eingesetzt werden;
- 2.14. „*Fahrzyklus*“ eine aus dem Motorstart, dem (Fahrzeug-)Betrieb, dem Abstellen des Motors und der Zeit bis zum nächsten Motorstart bestehende Abfolge;
- 2.15. „*Zweistoffmotor*“ ein Motorsystem, das für den gleichzeitigen Betrieb mit Dieseldieselkraftstoff und einem gasförmigen Kraftstoff ausgelegt ist, wobei beide Kraftstoffarten getrennt gemessen werden und die verbrauchte Menge der einen Kraftstoffart im Vergleich zur anderen sich je nach Betriebsart unterscheiden kann;
- 2.16. „*Zweistoffbetrieb*“ den Normalbetrieb eines Zweistoffmotors, wenn der Motor bei bestimmten Motor-Betriebsbedingungen gleichzeitig mit Dieseldieselkraftstoff und einem gasförmigen Kraftstoff betrieben wird;
- 2.17. „*Zweistofffahrzeug*“ ein Fahrzeug, das mit einem Zweistoffmotor betrieben wird und in dem der Motor aus getrennten bordeigenen Speichersystemen mit den von ihm verbrauchten Kraftstoffarten versorgt wird;
- 2.18. „*Konstruktionsmerkmal*“ eines Fahrzeugs oder Motors:
- jedes Merkmal des Motorsystems
  - jedes Steuersystem, darunter: Computersoftware, elektronische Steuergeräte, Rechnerlogik
  - jede Einrichtung zur Kalibrierung eines Steuersystems oder
  - das Ergebnis jeder Interaktion von Systemen.
- 2.19. „*Überwachungssystem der emissionsmindernden Einrichtung*“ ein System, das die volle Wirkung der Vorkehrungen zur Begrenzung der NO<sub>x</sub>-Emissionen gewährleistet, die nach den Bestimmungen von Absatz 5.5 im Motorsystem getroffen wurden;
- „*Emissionskontrollsystem*“ die Konstruktionsmerkmale und die Emissionsstrategien, die für die Emissionskontrolle entwickelt und kalibriert worden sind;
- 2.20. „*emissionsrelevante Wartung*“ die Wartung, die sich wesentlich auf Emissionen auswirkt oder sich wahrscheinlich auf die Emissionsverschlechterung des Fahrzeugs oder des Motors im normalen Fahrbetrieb auswirken wird;
- 2.21. „*Emissionsstrategie*“ ein Konstruktionsmerkmal oder einen Satz von Konstruktionsmerkmalen, das/der in das Gesamtkonstruktionskonzept eines Motorsystems oder Fahrzeugs eingebracht und zur Emissionskontrolle eingesetzt wird;
- 2.22. „*Abgasnachbehandlungssystem-Motorenfamilie*“ eine vom Hersteller gebildete Untermenge von Motoren einer Motorenfamilie, die mit ähnlichen Abgasnachbehandlungssystemen ausgestattet sind;

- 2.23. „Motorenfamilie“ die von einem Hersteller festgelegte Gruppe von Motoren mit konstruktionsbedingt ähnlichen Abgas-Emissionseigenschaften gemäß Absatz 7 dieser Regelung;
- 2.24. „Motorsystem“ den Motor, das Emissionsminderungssystem und die Kommunikationsschnittstellen (Hardware und Meldungen) zwischen dem/den elektronischen Motorsteuergerät/-en (ECU — Electronic Control Unit) und anderen Antriebs- oder Fahrzeugsteuergeräten;
- 2.25. „Motorstart“ den Vorgang, der aus dem Einschalten der Zündung, dem Anlassen und dem Beginn der Verbrennung besteht und abgeschlossen ist, wenn die Motordrehzahl den Wert von  $150 \text{ min}^{-1}$  unterhalb der normalen, warmgelaufenen Leerlaufdrehzahl erreicht hat;
- 2.26. „Motortyp“ eine Gesamtheit von Motoren, die sich in den in Anhang 1 aufgeführten wesentlichen Motormerkmalen nicht unterscheiden;
- 2.27. „Abgasnachbehandlungssystem“ einen Katalysator (Oxidations-, Dreiwegekatalysator oder einen anderen), einen Partikelfilter, ein  $\text{DeNO}_x$ -System, eine  $\text{DeNO}_x$ -Partikelfilter-Kombination oder eine andere auf der Abgasseite des Motors installierte emissionsmindernde Einrichtung;
- 2.28. „gasförmige Schadstoffe“ die Abgasemissionen von Kohlenmonoxid,  $\text{NO}_x$  (ausgedrückt als  $\text{NO}_2$ -Äquivalente), Kohlenwasserstoffen (d. h. Gesamtkohlenwasserstoffe, Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe und Methan);
- 2.29. „Allgemeiner Nenner“ den Zähler, der die Anzahl der Male angibt, die ein Fahrzeug unter Berücksichtigung allgemeiner Bedingungen betrieben worden ist;
- 2.30. „Gruppe von Überwachungsfunktionen“ zum Zweck der Bewertung der Betriebsleistung einer OBD-Motorenfamilie eine Reihe von OBD-Überwachungsfunktionen zur Feststellung des ordnungsgemäßen Arbeitens des Emissionsminderungssystems;
- 2.31. „Zündzykluszähler“ den Zähler, der die Anzahl der Male angibt, die ein Motor gestartet worden ist;
- 2.32. „Betriebsleistungskoeffizient“ (IUPR — In-use performance ratio) das Verhältnis der Häufigkeit, mit der die Bedingungen eintraten, unter denen eine Überwachungsfunktion oder eine Gruppe von Überwachungsfunktionen eine Fehlfunktion hätte anzeigen sollen, zur Zahl der Fahrzyklen, die für diese Überwachungsfunktion oder Gruppe von Überwachungsfunktionen relevant sind;
- 2.33. „niedrige Drehzahl ( $n_{lo}$ )“ die niedrigste Motordrehzahl, bei der sich 50 % der angegebenen Höchstleistung einstellen;
- 2.34. „Fehlfunktion“ den Ausfall oder die Verschlechterung eines Motorsystems, einschließlich des OBD-Systems, der/die nach vernünftigem Ermessen eine Erhöhung der Emissionen geregelter Schadstoffe durch das Motorsystem oder eine Minderung der Leistung des OBD-Systems erwarten lässt;
- 2.35. „Fehlfunktionsanzeige“ (MI — Malfunction Indicator) eine Anzeigeeinrichtung, die Teil des Warnsystems ist und dem Fahrer des Fahrzeugs deutlich erkennbar anzeigt, dass eine Fehlfunktion vorliegt;
- 2.36. „Hersteller“ die Person oder Stelle, die gegenüber der Typgenehmigungsbehörde für alle Belange des Typgenehmigungs- oder Autorisierungsverfahrens sowie für die Sicherstellung der Übereinstimmung der Produktion verantwortlich ist. Die Person oder Stelle muss nicht notwendigerweise an allen Stufen der Herstellung des Fahrzeugs, des Systems, des Bauteils oder der selbständigen technischen Einheit, das bzw. die Gegenstand des Genehmigungsverfahrens ist, unmittelbar beteiligt sein;
- 2.37. „höchste Nennleistung“ den Höchstwert der bei voller Motorlast gemessenen Nennleistung;
- 2.38. „Nennleistung“ die Leistung, die bei entsprechender Motordrehzahl auf einem Prüfstand an der Kurbelwelle oder einem entsprechenden Bauteil mit den in UN/ECE-Regelung Nr. 85 aufgeführten Hilfseinrichtungen abgenommen und unter atmosphärischen Bezugsbedingungen bestimmt wird;

- 2.39. „nicht emissionsrelevante Wartung“ die Wartung, die sich nicht wesentlich auf Emissionen auswirkt und nach Durchführung keine nachhaltigen Auswirkungen auf die Emissionsverschlechterung des Fahrzeugs oder des Motors im normalen Fahrbetrieb hat;
- 2.40. „On-Board-Diagnosesystem“ (OBD-System) ein in ein Fahrzeug oder an einen Motor ein- bzw. angebautes System, das in der Lage ist:
- a) Fehlfunktionen festzustellen, die das Emissionsverhalten des Motorsystems beeinflussen,
  - b) diese gegebenenfalls durch ein Warnsystem anzuzeigen und
  - c) mithilfe rechnergespeicherter Informationen den wahrscheinlichen Ort von Fehlfunktionen anzuzeigen sowie diese Informationen nach außen zu übermitteln;
- 2.41. „OBD-Motorenfamilie“ eine vom Hersteller vorgenommene Gruppierung von Motorsystemen, bei denen emissionsrelevante Fehlfunktionen nach den gleichen Methoden erkannt und diagnostiziert werden;
- 2.42. „Betriebszyklus“ ein aus dem Motorstart, dem (Motor-)Betrieb, dem Abstellen des Motors und der Zeit bis zum nächsten Motorstart bestehender Zyklus, bei der eine spezielle OBD-Überwachungsfunktion vollständig aktiviert ist und eine vorhandene Fehlfunktion erkannt würde;
- 2.43. „emissionsmindernde Einrichtung für die Erstausrüstung“ eine emissionsmindernde Einrichtung oder eine Kombination von solchen Einrichtungen, die in die Typgenehmigung des betreffenden Fahrzeugs einbezogen ist;
- 2.44. „Stamm-Motor“ ein innerhalb einer Motorenfamilie ausgewählter Motor, dessen Emissionseigenschaften für die Motorenfamilie repräsentativ sind;
- 2.45. „Partikelfilter“ ein Abgasnachbehandlungssystem zur mechanischen, aerodynamischen, Diffusions- oder Trägheitsabscheidung luftverunreinigender Partikel (PT) aus dem Abgas;
- 2.46. „Feinstaub (PM)“ ist jeglicher Stoff, der in einem speziellen Filter hängen bleibt, nachdem das Abgas mit einem sauber gefilterten Lösungsmittel verdünnt und auf eine Temperatur zwischen 315 K (42 °C) und 325 K (52 °C) gekühlt worden ist; es handelt sich vorwiegend um Kohlenstoff, kondensierte Kohlenwasserstoffe und um Sulfate mit damit verbundenem Wasser;
- 2.47. „Teillastverhältnis“ der prozentuale Anteil des höchsten zur Verfügung stehenden Drehmoments bei einer bestimmten Motordrehzahl;
- 2.48. „Leistungsüberwachung“ die Überwachung der Leistung durch Funktionsprüfungen und anhand von Parametern, die keine Emissionsschwellenwerte oder davon abgeleitete Größen sind; dies erfolgt üblicherweise dadurch, dass geprüft wird, ob Betriebsgrößen von Bauteilen oder Systemen innerhalb des spezifizierten Bereichs liegen;
- 2.49. „periodische Regenerierung“ die innerhalb von weniger als 100 Stunden normalen Motorbetriebs wiederholt stattfindende Regenerierung einer emissionsmindernden Einrichtung;
- 2.50. „transportable Emissionsmesseinrichtung“ (PEMS — Portable Emissions Measurement System) eine transportable Emissionsmesseinrichtung, welche die in Anhang 8 Anlage 2 dieser Regelung aufgeführten Anforderungen erfüllt;
- 2.51. „Nebenantrieb“ eine vom Motor angetriebene Einrichtung zum Antrieb von auf dem Fahrzeug montierten Hilfs- und Zusatzgeräten;
- 2.52. „qualifiziertes verschlechternes Bauteil oder System“ (QDC — Qualified Deteriorated Component) ein Bauteil oder System, das, etwa durch künstliches Altern, absichtlich verschlechtert oder kontrolliert verändert wurde und das von der Typgenehmigungsbehörde nach den Bestimmungen von Anhang 9B Absatz 6.3.2 und Anhang 9B Anlage 8 Absatz A.8.2.2 dieser Regelung genehmigt wurde, um beim Nachweis der OBD-Leistung des Motorsystems eingesetzt zu werden;

- 2.53. „Reagens“ einen Stoff, der im Fahrzeug in einem Behälter mitgeführt und auf Veranlassung der emissionsmindernden Einrichtung in das Abgasnachbehandlungssystem eingeleitet wird;
- 2.54. „Nachkalibrierung“ die Feinabstimmung eines erdgasbetriebenen Motors zur Erzielung der gleichen Betriebseigenschaften (Leistung, Kraftstoffverbrauch) in einer anderen Erdgasgruppe;
- 2.55. „Bezugsmasse“ die Masse des fahrbereiten Fahrzeugs abzüglich der Pauschalmasse des Fahrers von 75 kg und zuzüglich einer Pauschalmasse von 100 kg;
- 2.56. „emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch“ eine emissionsmindernde Einrichtung oder eine Kombination von solchen Einrichtungen, die dazu bestimmt ist, eine emissionsmindernde Einrichtung für die Erstausrüstung zu ersetzen, und die als selbständige technische Einheit typgenehmigt werden kann;
- 2.57. „Lesegerät“ ein externes Prüfgerät, das nach den Anforderungen dieser Regelung mit dem OBD-System kommunizieren kann;
- 2.58. „Betriebsakkumulationsprogramm“ den Alterungszyklus und den Betriebsakkumulationszeitraum zur Festlegung von Verschlechterungsfaktoren für die Abgasnachbehandlungssystem-Motorenfamilie;
- 2.59. „Wartungsbetrieb“ eine besondere Betriebsart von Zweistoffmotoren, die aktiviert wird, um das Fahrzeug instand zu setzen oder um es aus dem Verkehr zu bewegen, wenn der Zweistoffbetrieb nicht möglich ist <sup>(1)</sup>;
- 2.60. „Auspuffemissionen“ die Emissionen gas- und partikelförmiger Schadstoffe;
- 2.61. „Manipulation“ die Deaktivierung, Anpassung oder Änderung der emissionsmindernden Einrichtungen oder des Antriebssystems des Fahrzeugs, einschließlich Software oder anderer Steuerungselemente dieser Systeme, so dass sich die Emissionsleistung des Fahrzeugs beabsichtigt oder unbeabsichtigt verschlechtert;
- 2.62. „Leermasse“ die Masse des betriebsbereiten Fahrzeugs ohne die einheitliche Masse des Fahrzeugführers von 75 kg, Mitfahrer oder Ladung, aber mit dem zu 90 % gefüllten Kraftstoffbehälter, dem üblichen Bordwerkzeug und gegebenenfalls einem Ersatzrad;
- 2.63. „Dauerhaltbarkeit“ die Laufleistung oder Betriebsdauer, über die die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte für gasförmige Schadstoffe und luftverunreinigende Partikel gewährleistet sein muss;
- 2.64. „Fahrzeugtyp hinsichtlich der Emissionen“ eine Gruppe von Fahrzeugen, die sich in den in Anhang 1 aufgeführten wesentlichen Merkmalen nicht unterscheiden;
- 2.65. „Wandstrom-Dieselpartikelfilter“ einen Dieselpartikelfilter (DPF), in dem alle Abgase eine Wand durchströmen müssen, welche die festen Stoffe herausfiltert;
- 2.66. „Wobbe-Index (unterer Index  $W_1$  oder oberer Index  $W_u$ )“ den Quotient aus dem Heizwert eines Gases pro Volumeneinheit und der Quadratwurzel der relativen Dichte des Gases unter denselben Bezugsbedingungen:
- $$W = H_{\text{gas}} \times \sqrt{\rho_{\text{air}} / \rho_{\text{gas}}}$$
- 2.67. „ $\lambda$ -Verschiebungsfaktor ( $S_\lambda$ )“ einen Ausdruck, der die erforderliche Flexibilität eines Motorsteuerungssystems gegenüber einer Änderung des Luftüberschussfaktors  $\lambda$  beschreibt, wenn der Motor mit einem Gas betrieben wird, das nicht aus reinem Methan besteht (zur Berechnung von  $S_\lambda$  siehe Anhang 4 Anlage 5);

<sup>(1)</sup> Zum Beispiel bei einem leeren Gastank.

3. ANTRAG AUF GENEHMIGUNG
- 3.1. Antrag auf Typgenehmigung eines Motorsystems oder einer Motorenfamilie als selbständige technische Einheit
  - 3.1.1. Der Hersteller oder sein Bevollmächtigter legt der Typgenehmigungsbehörde einen Antrag auf Typgenehmigung eines Motorsystems oder einer Motorenfamilie als selbständige technische Einheit vor.
  - 3.1.2. Der in Absatz 3.1.1 genannte Antrag wird gemäß dem Muster des Beschreibungsbogens in Anhang 1 erstellt. Zu diesem Zweck gilt Teil 1 von Anhang 1.
  - 3.1.3. Mit dem Antrag legt der Hersteller eine Dokumentation vor, die eine ausführliche Beschreibung jedes Konstruktionsmerkmals mit Auswirkungen auf die Emissionen, auf die Emissionsminderungsstrategie des Motorsystems und auf die Verfahren, mit denen das Motorsystem — direkt oder indirekt — seine emissionsrelevanten Ausgangsgrößen steuert, sowie eine ausführliche Beschreibung des nach Anhang 11 Absätze 4 und 5 erforderlichen Warn- und Aufforderungssystems enthält. Die Dokumentation enthält die folgenden Unterlagen, einschließlich der in Absatz 5.1.4 angegebenen Informationen:
    - a) eine förmliche Dokumentation, die von der Typgenehmigungsbehörde aufzubewahren ist. Die förmliche Dokumentation kann interessierten Stellen auf Antrag zugänglich gemacht werden;
    - b) eine erweiterte Dokumentation, die vertraulich ist. Die erweiterte Dokumentation kann von der Typgenehmigungsbehörde oder mit deren Einverständnis auch vom Hersteller aufbewahrt werden, ist dann aber der Typgenehmigungsbehörde zum Zeitpunkt der Genehmigung und jederzeit während der Gültigkeit der Genehmigung zur Kontrolle zugänglich zu machen. Wird die Dokumentation vom Hersteller aufbewahrt, ergreift die Typgenehmigungsbehörde die nötigen Maßnahmen, um sicherzustellen, dass die Dokumentation nach der Genehmigung nicht verändert wird.
  - 3.1.4. Neben den in Absatz 3.1.3 genannten Informationen legt der Hersteller Folgendes vor:
    - a) bei Fremdzündungsmotoren eine Erklärung des Herstellers über den auf eine Gesamtzahl von Zündungsvorgängen bezogenen Mindestprozentsatz der Verbrennungsaussetzer, der entweder ein Überschreiten der in Anhang 9A genannten Emissionsgrenzwerte zur Folge hätte, wenn diese Aussetzungsrate von Beginn der Emissionsprüfung gemäß Anhang 4 an vorgelegen hätte, oder zur Überhitzung und damit gegebenenfalls zu einer irreversiblen Schädigung des bzw. der Abgaskatalysatoren führen könnte;
    - b) eine Beschreibung der getroffenen Maßnahmen zur Verhinderung eines unbefugten Eingriffs oder einer Veränderung am Emissionsüberwachungsrechner, einschließlich der Möglichkeit einer Aktualisierung unter Verwendung eines/einer vom Hersteller zugelassenen Programms oder Kalibrierung;
    - c) eine Dokumentation des OBD-Systems gemäß den in Anhang 9B Absatz 8 aufgeführten Anforderungen;
    - d) OBD-bezogene Informationen für den Zugang zu OBD-Informationen gemäß den in Anhang 14 dieser Regelung aufgeführten Anforderungen;
    - e) eine Erklärung über die Übereinstimmung der Off-Cycle-Emissionen mit den in Absatz 5.1.3 und Absatz 10 von Anhang 10 aufgeführten Anforderungen;
    - f) eine Erklärung über die Übereinstimmung der Leistung des OBD-Systems im Betrieb mit den in Anhang 9A Anlage 2 aufgeführten Anforderungen;
    - g) den ursprünglichen Plan für die Prüfung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge gemäß Anhang 8 Absatz 2.4;
    - h) gegebenenfalls Kopien anderer Typgenehmigungen mit den erforderlichen Daten für die Erweiterung von Genehmigungen und die Festlegung von Verschlechterungsfaktoren.

- 3.1.5. Der Hersteller stellt dem für die Typgenehmigungsprüfungen zuständigen Technischen Dienst einen Motor oder gegebenenfalls einen Stamm-Motor zur Verfügung, der für den zu genehmigenden Typ repräsentativ ist.
- 3.1.6. Durch Änderungen an der Bauart von Systemen, Bauteilen oder selbständigen technischen Einheiten, die nach der Typgenehmigung vorgenommen werden, verliert eine Typgenehmigung nur dann automatisch ihre Gültigkeit, wenn die ursprünglichen Eigenschaften oder technischen Merkmale so verändert werden, dass sie die Funktionsfähigkeit des Motors oder des Emissionsminderungssystems beeinträchtigen.
- 3.2. Antrag auf Typgenehmigung eines Fahrzeugs mit einem genehmigten Motorsystem hinsichtlich der Emissionen
- 3.2.1. Der Hersteller oder sein Bevollmächtigter legt der Typgenehmigungsbehörde einen Antrag auf Typgenehmigung eines Fahrzeugs mit einem genehmigten Motorsystem hinsichtlich der Emissionen vor.
- 3.2.2. Der in Absatz 3.2.1 genannte Antrag wird gemäß dem Muster des Beschreibungsbogens in Teil 2 von Anhang 1 erstellt. Dem Antrag wird eine Kopie des Typgenehmigungsbogens für das Motorsystem oder die Motorenfamilie als selbständige technische Einheit beigelegt.
- 3.2.3. Der Hersteller legt eine Dokumentation vor, die eine ausführliche Beschreibung der Elemente des Warn- und Aufforderungssystems enthält, das sich an Bord des Fahrzeugs befindet und nach Anhang 11 erforderlich ist. Diese Dokumentation wird gemäß Absatz 3.1.3 bereitgestellt.
- 3.2.4. Neben den in Absatz 3.2.3 genannten Informationen legt der Hersteller Folgendes vor:
- a) eine Beschreibung der getroffenen Maßnahmen zur Verhinderung eines unbefugten Eingriffs oder einer Veränderung an den Fahrzeugsteuergeräten, die von dieser Regelung abgedeckt werden, einschließlich der Möglichkeit einer Aktualisierung unter Verwendung eines/einer vom Hersteller zugelassenen Programms oder Kalibrierung;
  - b) eine Beschreibung der OBD-Bauteile im Fahrzeug gemäß den Anforderungen von Anhang 9B Absatz 8;
  - c) Informationen zu den OBD-Bauteilen im Fahrzeug für den Zugang zu OBD-Informationen;
  - d) gegebenenfalls Kopien anderer Typgenehmigungen mit den erforderlichen Daten für die Erweiterung.
- 3.2.5. Durch Änderungen an der Bauart von Systemen, Bauteilen oder selbständigen technischen Einheiten, die nach der Typgenehmigung vorgenommen werden, verliert eine Typgenehmigung nur dann automatisch ihre Gültigkeit, wenn die ursprünglichen Eigenschaften oder technischen Merkmale so verändert werden, dass sie die Funktionsfähigkeit des Motors oder des Emissionsminderungssystems beeinträchtigen.
- 3.3. Antrag auf Typgenehmigung eines Fahrzeugs hinsichtlich der Emissionen
- 3.3.1. Der Hersteller oder sein Bevollmächtigter legt der Typgenehmigungsbehörde einen Antrag auf Typgenehmigung eines Fahrzeugs hinsichtlich der Emissionen vor.
- 3.3.2. Der in Absatz 3.3.1 genannte Antrag wird gemäß dem Muster des Beschreibungsbogens in Anhang 1 erstellt. Zu diesem Zweck gelten Teil 1 und Teil 2 dieses Anhangs.
- 3.3.3. Der Hersteller legt eine Dokumentation vor, die eine ausführliche Beschreibung jedes Konstruktionsmerkmals mit Auswirkungen auf die Emissionen, auf die Emissionsminderungsstrategie des Motorsystems und auf die Verfahren, mit denen das Motorsystem — direkt oder indirekt — seine emissionsrelevanten Ausgangsgrößen steuert, sowie eine ausführliche Beschreibung des nach Anhang 11 erforderlichen Warn- und Aufforderungssystems enthält. Diese Dokumentation wird gemäß Absatz 3.1.3 bereitgestellt.
- 3.3.4. Zusätzlich zu den in Absatz 3.3.3 genannten Informationen legt der Hersteller die nach Absatz 3.1.4 Buchstaben a bis h und Absatz 3.2.4 Buchstaben a bis d erforderlichen Informationen vor.

- 3.3.5. Der Hersteller stellt dem für die Typgenehmigungsprüfungen zuständigen Technischen Dienst einen Motor zur Verfügung, der für den zu genehmigenden Typ repräsentativ ist.
- 3.3.6. Durch Änderungen an der Bauart von Systemen, Bauteilen oder selbständigen technischen Einheiten, die nach der Typgenehmigung vorgenommen werden, verliert eine Typgenehmigung nur dann automatisch ihre Gültigkeit, wenn die ursprünglichen Eigenschaften oder technischen Merkmale so verändert werden, dass sie die Funktionsfähigkeit des Motors oder des Emissionsminderungssystems beeinträchtigen.
- 3.4. Antrag auf Typgenehmigung eines Typs einer emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch als selbständige technische Einheit
- 3.4.1. Der Hersteller legt der Typgenehmigungsbehörde einen Antrag auf Typgenehmigung eines Typs einer emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch als selbständige technische Einheit vor.
- 3.4.2. Der Antrag wird gemäß dem Muster des Beschreibungsbogens in Anhang 13 Anlage 1 erstellt.
- 3.4.3. Der Hersteller legt eine Erklärung über die Übereinstimmung mit den Anforderungen für den Zugang zu OBD-Informationen vor.
- 3.4.4. Der Hersteller legt dem für die Durchführung der Typgenehmigungsprüfung zuständigen Technischen Dienst Folgendes vor:
- a) ein Motorsystem oder mehrere Motorsysteme eines Typs, das/die gemäß dieser Regelung typgenehmigt wurde(n) und mit einer neuen emissionsmindernden Einrichtung für die Erstausrüstung ausgerüstet ist/sind;
  - b) ein Muster des Typs der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch;
  - c) ein zusätzliches Muster des Typs der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch, falls eine emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch für den Einbau in ein Fahrzeug mit OBD-System vorgesehen ist.
- 3.4.5. Für die Zwecke von Absatz 3.4.4 Buchstabe a werden die Prüfmotoren vom Antragsteller im Einvernehmen mit der Typgenehmigungsbehörde ausgewählt.
- Die Prüfbedingungen entsprechen den Anforderungen, die in Anhang 4 Absatz 6 angegeben sind
- Die Prüfmotoren müssen folgende Anforderungen erfüllen:
- a) sie dürfen keine Schäden am Emissionsminderungssystem aufweisen;
  - b) jedes fehlerhaft arbeitende oder übermäßig abgenutzte emissionsrelevante Originalteil muss repariert oder ersetzt werden;
  - c) sie müssen richtig abgestimmt und vor der Emissionsprüfung nach den Angaben des Herstellers eingestellt sein.
- 3.4.6. Für die Zwecke von Absatz 3.4.4 Buchstaben b und c müssen an dem Muster deutlich lesbar und dauerhaft die Fabrik- oder Handelsmarke des Antragstellers und die handelsübliche Bezeichnung angegeben sein.
- 3.4.7. Für die Zwecke von Absatz 3.4.4 Buchstabe c muss das Muster ein qualifiziert verschlechtertes Bauteil sein.
4. GENEHMIGUNG
- 4.1. Für die Typgenehmigung eines Motorsystems oder einer Motorenfamilie als selbständige technische Einheit, die Typgenehmigung eines Fahrzeugs mit einem genehmigten Motorsystem hinsichtlich der Emissionen oder die Typgenehmigung eines Fahrzeugs hinsichtlich der Emissionen weist der Hersteller gemäß den Vorschriften dieser Regelung nach, dass die Fahrzeuge oder Motorsysteme den Prüfungen in Absatz 5 und in den Anhängen 4, 6, 7, 9A, 9B, 9C, 10, 11 und 12 unterzogen werden und diese Anforderungen erfüllen. Außerdem gewährleistet der Hersteller die Übereinstimmung mit den technischen Daten der Bezugskraftstoffe gemäß Anhang 5.

Für die Typgenehmigung eines Fahrzeugs mit einem genehmigten Motorsystem hinsichtlich der Emissionen oder die Typgenehmigung eines Fahrzeugs hinsichtlich der Emissionen gewährleistet der Hersteller die Übereinstimmung mit den in Absatz 6 aufgeführten Einbauvorschriften.

- 4.2. Für die Erweiterung der Typgenehmigung eines Fahrzeugs hinsichtlich der Emissionen, das nach dieser Regelung typgenehmigt wurde und eine Bezugsmasse zwischen 2 380 kg und höchstens 2 610 kg aufweist, erfüllt der Hersteller die in Anhang 12 Anlage 1 aufgeführten Anforderungen.
- 4.3. Für die Typgenehmigung eines Zweistoffmotors oder einer Zweistoff-Motorenfamilie als selbständige technische Einheit, eines Zweistofffahrzeugs mit einem genehmigten Zweistoffmotor hinsichtlich der Emissionen oder eines Zweistofffahrzeugs hinsichtlich der Emissionen muss der Hersteller zusätzlich zu den Vorschriften nach Absatz 4.1 nachweisen, dass die Zweistofffahrzeuge oder der Zweistoff-Motor den Prüfungen und Vorschriften nach Anhang 15 genügt.
- 4.4. Frei gelassen. <sup>(1)</sup>
- 4.5. Für die Typgenehmigung eines Motorsystems oder einer Motorenfamilie als selbständige technische Einheit oder die Typgenehmigung eines Fahrzeugs hinsichtlich der Emissionen gewährleistet der Hersteller die Übereinstimmung mit den Anforderungen an Gasgruppen für eine Genehmigung aufgrund von Vielstofffähigkeit oder im Fall eines Fremdzündungsmotors, der mit Erdgas und Flüssiggas betrieben wird, für eine Genehmigung mit Gasgruppeneinschränkung gemäß Absatz 4.6.
  - 4.5.1. In Anlage 4 sind die Anforderungen für die Genehmigung von mit Erdgas (NG) oder Flüssiggas (LPG) betriebenen Motoren und von Zweistoff-Motoren tabellarisch zusammengefasst.
- 4.6. Anforderungen für eine Typgenehmigung aufgrund von Vielstofffähigkeit

Eine Genehmigung aufgrund von Vielstofffähigkeit wird erteilt, wenn die in den Absätzen 4.6.1 bis 4.6.6.1 angegebenen Anforderungen erfüllt sind.

  - 4.6.1. Der Stamm-Motor muss die Anforderungen dieser Regelung für die entsprechenden in Anhang 5 aufgeführten Bezugskraftstoffe erfüllen. Für Motoren, die mit Erdgas/Biomethan betrieben werden (einschließlich Zweistoffmotoren), gelten besondere Anforderungen, wie in Absatz 4.6.3 festgelegt.
  - 4.6.2. Gestattet der Hersteller, die Motorenfamilie mit handelsüblichen Kraftstoffen zu betreiben, die nicht in Anhang 5 oder in den einschlägigen Normen für handelsübliche Kraftstoffe (z. B. in den EN-228-CEN-Normen im Fall von unverbleitem Benzin und in der Norm EN 590 CEN im Fall von Diesel) aufgeführt sind, wie beispielsweise B 100, so muss der Hersteller neben der Erfüllung der Anforderungen in Absatz 4.6.1:
    - a) in Anhang 1 Teil 1 Absatz 3.2.2.1 angeben, mit welchen Kraftstoffen die Motorenfamilie betrieben werden kann;
    - b) nachweisen, dass der Stamm-Motor in der Lage ist, die Anforderungen dieser Regelung zu den angegebenen Kraftstoffen zu erfüllen;
    - c) die Anforderungen für die Übereinstimmung im Betrieb erfüllen, die in Absatz 9 über die angegebenen Kraftstoffe spezifiziert sind, einschließlich jedes Gemisches von den angegebenen Kraftstoffen und den handelsüblichen Kraftstoffen, die in den entsprechenden Normen aufgeführt werden.
  - 4.6.3. Bei einem mit Erdgas/Biomethan betriebenen Motor muss der Hersteller nachweisen, dass die Stamm-Motoren in der Lage sind, sich an jede Kraftstoffzusammensetzung anzupassen, die am Markt angeboten wird.
    - 4.6.3.1. Bei komprimiertem Erdgas/Biomethan (CNG) gibt es in der Regel zwei Arten von Kraftstoff: Kraftstoff mit hohem Heizwert („Gasgruppe H“) und Kraftstoff mit niedrigem Heizwert („Gasgruppe L“); erhebliche Unterschiede treten in Bezug auf den mit dem Wobbe-Index ausgedrückten Energiegehalt und den  $\lambda$ -Verschiebungsfaktor ( $S_\lambda$ ) auf. Erdgas mit einem  $\lambda$ -Verschiebungsfaktor zwischen 0,89 und 1,08 ( $0,89 \leq S_\lambda \leq 1,08$ ) wird der Gasgruppe H zugerechnet, während

<sup>(1)</sup> Dieser Absatz ist für alternative Vorschriften in Bezug auf alternative Anforderungen an OBD-Systeme und Einrichtungen zur Begrenzung der NOx-Emissionen im Fall von leichten Nutzfahrzeugen freigelassen.

Erdgas mit einem  $\lambda$ -Verschiebungsfaktor zwischen 1,08 und 1,19 ( $1,08 \leq S_\lambda \leq 1,19$ ) der Gasgruppe L zugerechnet wird. Die Zusammensetzung der Bezugskraftstoffe trägt der extremen Veränderlichkeit von  $S_\lambda$  Rechnung.

Der Stamm-Motor muss mit den in Anhang 5 spezifizierten Bezugskraftstoffen GR (Kraftstoff 1) und G25 (Kraftstoff 2) die Anforderungen dieser Regelung erfüllen, ohne dass zwischen den beiden Prüfungen eine manuelle Neueinstellung des Kraftstoffzufuhrsystems des Motors erforderlich ist (Selbstanpassung vorgeschrieben). Nach dem Kraftstoffwechsel ist ein Anpassungslauf über einen WHTC-Zyklus mit Warmstart ohne Messung zulässig. Nach dem Anpassungslauf muss der Motor gemäß Anhang 4 Absatz 7.6.1 abgekühlt werden.

- 4.6.3.1.1. Auf Antrag des Herstellers kann der Motor mit einem dritten Kraftstoff (Kraftstoff 3) geprüft werden, wenn der  $\lambda$ -Verschiebungsfaktor ( $S_\lambda$ ) zwischen 0,89 (d. h. im unteren Bereich von GR) und 1,19 (d. h. im oberen Bereich von G25) liegt, z. B. wenn Kraftstoff 3 ein handelsüblicher Kraftstoff ist. Die Ergebnisse dieser Prüfung können als Grundlage für die Bewertung der Übereinstimmung der Produktion herangezogen werden.
- 4.6.3.2. Bei Flüssigerdgas/Flüssigbiomethan (LNG) muss der Stamm-Motor mit den in Anhang 5 spezifizierten Bezugskraftstoffen GR (Kraftstoff 1) und G20 (Kraftstoff 2) die Anforderungen dieser Regelung erfüllen, ohne dass zwischen den beiden Prüfungen eine manuelle Neueinstellung des Kraftstoffzufuhrsystems des Motors erforderlich ist (Selbstanpassung vorgeschrieben). Nach dem Kraftstoffwechsel ist ein Anpassungslauf über einen WHTC-Zyklus mit Warmstart ohne Messung zulässig. Nach dem Anpassungslauf muss der Motor gemäß Anhang 4 Absatz 7.6.1 abgekühlt werden.
- 4.6.4. Im Fall eines mit komprimiertem Erdgas/Biomethan (CNG) betriebenen Motors, der sich an die Gasgruppe H einerseits und die Gasgruppe L andererseits selbst anpassen kann und bei dem die Umschaltung zwischen der Gasgruppe H und der Gasgruppe L mittels eines Schalters erfolgt, ist der Stamm-Motor bei jeder Schalterstellung mit dem jeweiligen in Anhang 5 für jede Gasgruppe spezifizierten Bezugskraftstoff zu prüfen. Die Kraftstoffe sind GR (Kraftstoff 1) und G23 (Kraftstoff 3) für die Gasgruppe H und G25 (Kraftstoff 2) und G23 (Kraftstoff 3) für die Gasgruppe L. Der Stamm-Motor muss die Anforderungen dieser Regelung in beiden Schalterstellungen erfüllen, ohne dass zwischen den beiden Prüfungen bei der jeweiligen Schalterstellung eine Neueinstellung der Kraftstoffzufuhr erfolgt. Nach dem Kraftstoffwechsel ist ein Anpassungslauf über einen WHTC-Zyklus mit Warmstart ohne Messung zulässig. Nach dem Anpassungslauf muss der Motor gemäß Anhang 4 Absatz 7.6.1 abgekühlt werden.
- 4.6.4.1. Auf Antrag des Herstellers kann der Motor statt mit G23 (Kraftstoff 3) mit einem dritten Kraftstoff geprüft werden, wenn der  $\lambda$ -Verschiebungsfaktor ( $S_\lambda$ ) zwischen 0,89 (d. h. dem unteren Bereich von GR) und 1,19 (d. h. dem oberen Bereich von G25) liegt, z. B. wenn Kraftstoff 3 ein handelsüblicher Kraftstoff ist. Die Ergebnisse dieser Prüfung können als Grundlage für die Bewertung der Übereinstimmung der Produktion herangezogen werden.
- 4.6.5. Bei Erdgasmotoren ist das Verhältnis der Emissionsmessergebnisse „r“ für jeden Schadstoff wie folgt zu ermitteln:

$$r = \frac{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 2}}{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 1}} \text{ oder,}$$

$$r_b = \frac{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 2}}{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 3}} \text{ und,}$$

$$r_b = \frac{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 1}}{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 3}}$$

- 4.6.6. Bei Flüssiggasbetrieb muss der Hersteller nachweisen, dass die Stamm-Motoren in der Lage sind, sich an jede am Markt möglicherweise angebotene Kraftstoffzusammensetzung anzupassen.

Bei Flüssiggas schwankt die C3/C4-Zusammensetzung. Die Bezugskraftstoffe tragen diesen Schwankungen Rechnung. Der Stamm-Motor muss die Emissionsanforderungen hinsichtlich der Bezugskraftstoffe A und B gemäß der Beschreibung in Anhang 5 erfüllen, ohne dass zwischen den beiden Prüfungen eine Neueinstellung der Kraftstoffzufuhr erfolgt. Nach dem Kraftstoffwechsel ist ein Anpassungslauf über einen WHTC-Zyklus mit Warmstart ohne Messung zulässig. Nach dem Anpassungslauf muss der Motor gemäß Anhang 4 Absatz 7.6.1 abgekühlt werden.

- 4.6.6.1. Das Verhältnis der Emissionsmessergebnisse „r“ für jeden Schadstoff ist wie folgt zu ermitteln:

$$r = \frac{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff B}}{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff A}}$$

- 4.7. Anforderungen für eine Genehmigung mit Gasgruppeneinschränkung im Fall von Fremdzündungsmotoren, die mit komprimiertem Erdgas/Biomethan (CNG) oder Flüssiggas betrieben werden

- 4.7.1. Typgenehmigung hinsichtlich der Abgasemissionen eines Motors, der mit Erdgas betrieben wird und für den Betrieb entweder mit der Gasgruppe H oder mit der Gasgruppe L ausgelegt ist

- 4.7.1.1. Der Stamm-Motor ist mit dem entsprechenden Bezugskraftstoff gemäß Anhang 5 für die jeweilige Gasgruppe zu prüfen. Die Kraftstoffe sind GR (Kraftstoff 1) und G23 (Kraftstoff 3) für die Gasgruppe H und G25 (Kraftstoff 2) und G23 (Kraftstoff 3) für die Gasgruppe L. Der Stamm-Motor muss die Anforderungen dieser Regelung erfüllen, ohne dass zwischen den beiden Prüfungen eine Neueinstellung der Kraftstoffzufuhr erforderlich ist. Nach dem Kraftstoffwechsel ist ein Anpassungslauf über einen WHTC-Zyklus mit Warmstart ohne Messung zulässig. Nach dem Anpassungslauf muss der Motor gemäß Anhang 4 Absatz 7.6.1 abgekühlt werden.

- 4.7.1.2. Auf Antrag des Herstellers kann der Motor statt mit G23 (Kraftstoff 3) mit einem dritten Kraftstoff geprüft werden, wenn der  $\lambda$ -Verschiebungsfaktor ( $S_\lambda$ ) zwischen 0,89 (d. h. dem unteren Bereich von GR) und 1,19 (d. h. dem oberen Bereich von G25) liegt, z. B. wenn Kraftstoff 3 ein handelsüblicher Kraftstoff ist. Die Ergebnisse dieser Prüfung können als Grundlage für die Bewertung der Übereinstimmung der Produktion herangezogen werden.

- 4.7.1.3. Das Verhältnis der Emissionsmessergebnisse „r“ für jeden Schadstoff ist wie folgt zu ermitteln:

$$r = \frac{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 2}}{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 1}} \text{ oder,}$$

$$r_a = \frac{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 2}}{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 3}} \text{ und,}$$

$$r_b = \frac{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 1}}{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 3}}$$

- 4.7.1.4. Bei Auslieferung an den Kunden muss der Motor mit einem Schild gemäß Absatz 4.12.8 versehen sein, auf dem angegeben ist, für welche Gasgruppe der Motor zugelassen ist.

- 4.7.2. Typgenehmigung hinsichtlich der Abgasemissionen eines Motors, der mit Erdgas oder Flüssiggas betrieben wird und für den Betrieb mit Kraftstoff einer bestimmten Zusammensetzung ausgelegt ist

- 4.7.2.1. Der Stamm-Motor muss bei Betrieb mit Erdgas die Emissionsanforderungen für die Bezugskraftstoffe GR und G25 und bei Betrieb mit Flüssiggas die Emissionsanforderungen für die Bezugskraftstoffe A und B gemäß Anhang 5 erfüllen. Zwischen den Prüfungen ist eine Feinabstimmung des Kraftstoffsystems zulässig. Diese Feinabstimmung besteht in einer Nachkalibrierung der Datenbasis des Kraftstoffsystems, ohne dass es zu einer Änderung der grundlegenden Steuerstrategie oder der grundlegenden Struktur der Datenbasis kommt. Der Austausch von Teilen, die unmittelbaren Einfluss auf den Kraftstoffdurchsatz haben (z. B. Einspritzdüsen), ist zulässig.

- 4.7.2.2. Auf Antrag des Herstellers kann der Motor mit den Bezugskraftstoffen GR und G23 oder G25 und G23 geprüft werden. In diesem Fall gilt die Typgenehmigung nur für die Gasgruppe H bzw. L.

- 4.7.2.3. Bei Auslieferung an den Kunden muss der Motor mit einem Schild gemäß Absatz 4.12.8 versehen sein, auf dem angegeben ist, für welche Kraftstoffzusammensetzung der Motor kalibriert wurde.

- 4.8. Anforderungen für die kraftstoffspezifische Typgenehmigung bei mit Flüssigerdgas/Flüssigbiomethan (LNG) betriebenen Motoren

Bei mit Flüssigerdgas/Flüssigbiomethan betriebenen Motoren kann eine kraftstoffspezifische Typgenehmigung gemäß den Anforderungen der Absätze 4.8.1 bis 4.8.2 erteilt werden.

- 4.8.1. Bedingungen für den Antrag auf Erteilung einer kraftstoffspezifischen Typgenehmigung bei mit Flüssigerdgas/Flüssigbiomethan (LNG) betriebenen Motoren
- 4.8.1.1. Der Hersteller kann nur dann einen Antrag auf Erteilung einer kraftstoffspezifischen Typgenehmigung stellen, wenn der Motor für eine spezielle LNG-Gaszusammensetzung <sup>(1)</sup> kalibriert ist, woraus ein  $\lambda$ -Verschiebungsfaktor resultiert, der um höchstens 3 % von dem  $\lambda$ -Verschiebungsfaktor des in Anhang 5 genannten G20-Kraftstoffs abweicht, und dessen Ethan-Gehalt 1,5 % nicht übersteigt.
- 4.8.1.2. In allen anderen Fällen stellt der Hersteller einen Antrag auf Erteilung einer Typgenehmigung aufgrund von Vielstofffähigkeit gemäß den Bestimmungen von Absatz 4.6.3.2.
- 4.8.2. Spezifische Prüfanforderungen bei einer kraftstoffspezifischen Typgenehmigung (LNG)
- 4.8.2.1. Bei einer Zweistoff-Motorenfamilie, deren Motoren für eine spezielle LNG-Gaszusammensetzung<sup>2</sup> kalibriert sind, woraus ein  $\lambda$ -Verschiebungsfaktor resultiert, der um höchstens 3 % von dem  $\lambda$ -Verschiebungsfaktor des in Anhang 5 genannten G20-Kraftstoffs abweicht, und dessen Ethan-Gehalt 1,5 % nicht übersteigt, ist der Stamm-Motor gemäß den Bestimmungen von Anhang 5 nur mit dem G20-Bezugsgaskraftstoff zu prüfen.
- 4.9. Typgenehmigung der Abgasemissionen von Motoren einer Motorenfamilie
- 4.9.1. Außer in dem in Absatz 4.8.2 genannten Fall wird die Typgenehmigung eines Stamm-Motors für jede Kraftstoffzusammensetzung innerhalb derselben Gasgruppe, für die die Genehmigung des Stamm-Motors gilt (im Fall von Motoren nach Absatz 4.7.2), oder für dieselben Kraftstoffe, für die die Typgenehmigung des Stamm-Motors gilt (im Fall von Motoren nach Absatz 4.6 oder 4.7), ohne erneute Prüfung auf alle Motoren einer Motorenfamilie erweitert.
- 4.9.2. Stellt der Technische Dienst fest, dass der eingereichte Antrag hinsichtlich des ausgewählten Stamm-Motors für die in Anhang 1 Teil 1 beschriebene Motorenfamilie nicht vollständig repräsentativ ist, so kann er einen anderen und gegebenenfalls einen zusätzlichen Bezugsprüfmotor auswählen und prüfen.
- 4.10. Anforderungen für die Genehmigung von On-Board-Diagnosesystemen
- 4.10.1. Die Hersteller gewährleisten, dass alle Motorsysteme und Fahrzeuge mit einem On-Board-Diagnosesystem ausgestattet sind.
- 4.10.2. Das OBD-System muss gemäß Anhang 9A so ausgelegt, gebaut und im Fahrzeug eingebaut sein, dass es in der Lage ist, während der gesamten Lebensdauer des Fahrzeugs die Arten von Verschlechterungen oder Fehlfunktionen zu erkennen, aufzuzeichnen und zu übermitteln, die in diesem Anhang aufgeführt sind.
- 4.10.3. Der Hersteller gewährleistet, dass das OBD-System die in Anhang 9A aufgeführten Anforderungen erfüllt, einschließlich der Anforderungen an die Leistung des OBD-Systems im Betrieb, und zwar unter allen normalen und nach vernünftigem Ermessen vorhersehbaren Betriebsbedingungen, einschließlich der normalen Betriebsbedingungen gemäß Anhang 9B.
- 4.10.4. Bei der Prüfung mit einem qualifizierten verschlechterten Bauteil muss die Fehlfunktionsanzeige des OBD-Systems gemäß Anhang 9B aktiviert werden. Die Fehlfunktionsanzeige des OBD-Systems kann auch dann aktiviert werden, wenn die Emissionen unterhalb der OBD-Schwellenwerte gemäß Anhang 9A liegen.
- 4.10.5. Der Hersteller gewährleistet dass die in Anhang 9A festgelegten Vorschriften für die Leistung einer OBD-Motorenfamilie im Betrieb befolgt werden.
- 4.10.6. Die Daten zur Leistung des OBD-Systems im Betrieb sind ohne Verschlüsselung durch das Standard-Datenübertragungsprotokoll des OBD-Systems gemäß den Bestimmungen in Anhang 9A zu speichern und zugänglich zu machen.
- 4.10.7. Der Hersteller kann sich dafür entscheiden, dass OBD-Systeme – bei neuen Typgenehmigungen bis zu dem in Absatz 13.2.3 festgelegten Datum – Alternativvorschriften nach Anhang 9A, die auf diesen Absatz Bezug nehmen, erfüllen.

<sup>(1)</sup> Das trifft in der Regel auf Flüssig-Biomethan zu.

- 4.10.8. Der Hersteller kann sich dafür entscheiden, für die DPF-Überwachung nach Anhang 9A Absatz 2.3.2.2 – bei neuen Typgenehmigungen bis zu dem in Absatz 13.2.2 festgelegten Datum – Alternativvorschriften zu verwenden.
- 4.11. Anforderungen für die Genehmigung hinsichtlich emissionsmindernder Einrichtungen für den Austausch
- 4.11.1. Der Hersteller gewährleistet, dass emissionsmindernde Einrichtungen für den Austausch, die für den Einbau in typgenehmigte Motorsysteme oder Fahrzeuge ausgelegt sind, für die diese Regelung gilt, als selbständige technische Einheiten gemäß den Anforderungen der Absätze 4.11.2 bis 4.11.5 typgenehmigt werden.
- Katalysatoren, DeNO<sub>x</sub>-Einrichtungen und Partikelfilter gelten für die Zwecke dieser Regelung als emissionsmindernde Einrichtungen.
- 4.11.2. Emissionsmindernde Original-Einrichtungen für den Austausch, die zu dem in Anhang I Teil 1 Absatz 3.2.12 angegebenen Typ gehören und die zum Einbau in ein Fahrzeug bestimmt sind, auf das sich die entsprechenden Typgenehmigungsunterlagen beziehen, müssen nicht alle Anforderungen von Anhang 13 erfüllen, sofern sie die Anforderungen nach den Absätzen 2.1, 2.2 und 2.3 dieses Anhangs erfüllen.
- 4.11.3. Der Hersteller gewährleistet, dass die emissionsmindernde Einrichtung für die Erstausrüstung mit Kennzeichnungen versehen ist.
- 4.11.4. Die in Absatz 4.11.3 genannten Identifizierungskennzeichnungen umfassen Folgendes:
- a) Name oder Handelsmarke des Fahrzeug- oder Motorherstellers;
  - b) Fabrikmarke und Teilenummer der emissionsmindernden Einrichtung für die Erstausrüstung, wie in den Informationen in Anhang 1 Teil 1 Absatz 3.2.12.2 angegeben.
- 4.11.5. Emissionsmindernde Einrichtungen für den Austausch dürfen erst gemäß dieser Regelung typgenehmigt werden, wenn die speziellen Prüfanforderungen in Anhang 13 dieser Regelung eingeführt worden sind <sup>(1)</sup>.
- 4.12. Typgenehmigungszeichen und Kennzeichnungen für Motorsysteme und Fahrzeuge
- 4.12.1. Jede Genehmigung umfasst die Zuteilung einer Genehmigungsnummer. Ihre ersten beiden Ziffern (derzeit 06, entsprechend der Änderungsserie 06) bezeichnen die Änderungsserie mit den neuesten, wichtigsten technischen Änderungen, die zum Zeitpunkt der Erteilung der Genehmigung in die Regelung aufgenommen sind. Dieselbe Vertragspartei darf diese Nummer keinem anderen Motoren- oder Fahrzeugtyp mehr zuteilen.
- 4.12.2. Über die Erteilung, Erweiterung, oder Versagung einer Genehmigung oder die endgültige Einstellung der Produktion für einen Motor- oder Fahrzeugtyp nach dieser Regelung sind die Vertragsparteien des Übereinkommens von 1958, die diese Regelung anwenden, mit einem Mitteilungsblatt zu unterrichten, das dem Muster in Anhang 2A, 2B oder 2C dieser Regelung entspricht. In der Typprüfung gemessene Werte sind ebenfalls anzugeben.
- 4.12.3. An jedem Motor, der einem nach dieser Regelung genehmigten Typ entspricht und an jedem Fahrzeug, das einem nach dieser Regelung genehmigten Fahrzeugtyp entspricht, ist sichtbar und an gut zugänglicher Stelle ein internationales Genehmigungszeichen anzubringen, bestehend aus:
- 4.12.3.1. einem Kreis, in dem sich der Buchstabe „E“ und die Kennzahl des Landes befinden, das die Genehmigung erteilt hat <sup>(2)</sup>;
  - 4.12.3.2. der Nummer dieser Regelung mit dem nachgestellten Buchstaben „R“, einem Bindestrich und der Genehmigungsnummer rechts neben dem Kreis nach Absatz 4.12.3.1.

<sup>(1)</sup> Das Alterungsverfahren in Anhang 13 muss abgeschlossen sein, bevor Entwürfe von Typgenehmigungen erstellt werden können.

<sup>(2)</sup> Die Kennzahlen der Vertragsparteien des Übereinkommens von 1958 finden sich in Anhang 3 der Gesamtresolution über Fahrzeugtechnik (R.E.3), Dokument ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.2/Amend.1.

- 4.12.3.3. Im Genehmigungszeichen muss nach der Genehmigungsnummer ein Bindestrich und ein zusätzliches Zeichen enthalten sein, um die Stufe, für die die Genehmigung erteilt wurde, gemäß Absatz 13.2 und der Angabe in Anhang 3 Tabelle 1 kenntlich zu machen.
- 4.12.3.3.1. Bei mit Diesel betriebenen Selbstzündungsmotoren muss im Genehmigungszeichen nach der Kennzahl des Landes der Buchstabe „D“ folgen, durch den der Motortyp kenntlich gemacht wird, für den die Genehmigung erteilt wurde.
- 4.12.3.3.2. Bei mit Ethanol (ED95) betriebenen Selbstzündungsmotoren müssen im Genehmigungszeichen nach der Kennzahl des Landes die Buchstaben „ED“ folgen, durch die der Motortyp kenntlich gemacht wird, für den die Genehmigung erteilt wurde.
- 4.12.3.3.3. Bei mit Ethanol (E85) betriebenen Fremdzündungsmotoren muss im Genehmigungszeichen nach der Kennzahl des Landes „E85“ folgen, durch das der Motortyp kenntlich gemacht wird, für den die Genehmigung erteilt wurde.
- 4.12.3.3.4. Bei mit Benzin betriebenen Fremdzündungsmotoren muss im Genehmigungszeichen nach der Kennzahl des Landes der Buchstabe „P“ folgen, durch den der Motortyp kenntlich gemacht wird, für den die Genehmigung erteilt wurde.
- 4.12.3.3.5. Bei mit Flüssiggas betriebenen Fremdzündungsmotoren muss im Genehmigungszeichen nach der Kennzahl des Landes der Buchstabe „Q“ folgen, durch den der Motortyp kenntlich gemacht wird, für den die Genehmigung erteilt wurde.
- 4.12.3.3.6. Bei mit Erdgas betriebenen Motoren muss/müssen im Genehmigungszeichen nach der Kennzahl des Landes ein Buchstabe/n folgen, durch den/die die Gasgruppe kenntlich gemacht wird, für die die Genehmigung erteilt wurde. Diese Buchstaben sind:
- a) H für den Fall, dass der Motor für die Gasgruppe H genehmigt und kalibriert ist;
  - b) L für den Fall, dass der Motor für die Gasgruppe L genehmigt und kalibriert ist;
  - c) HL für den Fall, dass der Motor sowohl für die Gasgruppe H als auch für die Gasgruppe L genehmigt und kalibriert ist;
  - d) Ht für den Fall, dass der Motor für eine spezielle Gaszusammensetzung der Gasgruppe H genehmigt und kalibriert ist und durch eine Feinabstimmung des Motor-Kraftstoffsystems auf ein anderes spezielles Gas der Gasgruppe H eingestellt werden kann;
  - e) Lt für den Fall, dass der Motor für eine spezielle Gaszusammensetzung der Gasgruppe L genehmigt und kalibriert ist und durch eine Feinabstimmung des Motor-Kraftstoffsystems auf ein anderes bestimmtes Gas der Gasgruppe L eingestellt werden kann;
  - f) HLt für den Fall, dass der Motor für eine spezielle Gaszusammensetzung entweder der Gasgruppe H oder der Gasgruppe L genehmigt und kalibriert ist und durch eine Feinabstimmung des Motor-Kraftstoffsystems auf ein anderes bestimmtes Gas entweder der Gasgruppe H oder der Gasgruppe L eingestellt werden kann;
  - g) LNG20 für den Fall, dass der Motor für eine spezielle Flüssigerdgas/Flüssigbiomethan-Gaszusammensetzung genehmigt und kalibriert ist, woraus ein  $\lambda$ -Verschiebungsfaktor resultiert, der um höchstens 3 % von dem  $\lambda$ -Verschiebungsfaktor des in Anhang 5 genannten G20-Kraftstoffs abweicht, und dessen Ethan-Gehalt 1,5 % nicht übersteigt;
  - h) LNG für den Fall, dass der Motor für sonstige Flüssigerdgas/Flüssigbiomethan-Gaszusammensetzungen genehmigt und kalibriert ist.
- 4.12.3.3.7. Bei Zweistoff-Motoren muss in der Genehmigungsnummer nach der Kennzahl des Landes eine Ziffernreihe folgen, durch die der Zweistoff-Motortyp und die Gasgruppe kenntlich gemacht werden, für die die Genehmigung erteilt wurde.

Diese Ziffernreihe besteht aus zwei Ziffern, mit denen der Zweistofftyp kenntlich gemacht wird, gegebenenfalls gefolgt von den in den Absätzen 4.12.3.3.1 bis 4.12.3.3.6 genannten Buchstaben.

- a) 1A für Zweistoff-Motoren des Typs 1A;
- b) 1B für Zweistoff-Motoren des Typs 1B;
- c) 2A für Zweistoff-Motoren des Typs 2A;
- d) 2B für Zweistoff-Motoren des Typs 2B;
- e) 3B für Zweistoff-Motoren des Typs 3B;

4.12.4. Entspricht das Fahrzeug oder der Motor einem Typ, der auch nach einer oder mehreren anderen Regelungen zum Übereinkommen in dem Land genehmigt wurde, das die Genehmigung nach dieser Regelung erteilt hat, so braucht das Zeichen nach Absatz 4.12.3.1 nicht wiederholt zu werden. In diesem Fall sind die Regelungs- und Genehmigungsnummern und die zusätzlichen Zeichen aller Regelungen, aufgrund deren die Genehmigung erteilt wurde, untereinander rechts neben dem Zeichen nach Absatz 4.12.3.1 anzuordnen.

4.12.5. Das Genehmigungszeichen ist in der Nähe des vom Hersteller angebrachten Schilds oder auf diesem selbst anzubringen.

4.12.6. Beispiele für die Anordnung der Genehmigungszeichen sind in Anhang 3 dieser Regelung wiedergegeben.

4.12.7. Der als selbständige technische Einheit zugelassene Motor muss außer dem Genehmigungszeichen folgende Angaben tragen:

4.12.7.1. Handelsmarke oder Handelsname des Herstellers des Motors;

4.12.7.2. Handelsbezeichnung des Herstellers.

4.12.8. Schilder

Für mit Erdgas (NG) und Flüssiggas (LPG) betriebene Motoren, die mit Gasgruppeneinschränkung typgenehmigt sind, sind nachstehende Schilder zu verwenden:

4.12.8.1. Inhalt

Folgende Angaben sind zu machen:

Im Falle von Absatz 4.7.1.4 ist auf dem Schild anzugeben: „VERWENDUNG NUR MIT ERDGAS DER GASGRUPPE H“. Gegebenenfalls ist „H“ durch „L“ zu ersetzen.

Im Falle von Absatz 4.7.2.3 ist auf dem Schild anzugeben: „VERWENDUNG NUR MIT ERDGAS DER SPEZIFIKATION...“ oder „VERWENDUNG NUR MIT FLÜSSIGGAS DER SPEZIFIKATION...“. Es sind sämtliche Angaben aus den entsprechenden Tabellen in Anhang 5 sowie die einzelnen vom Motorenhersteller spezifizierten Bestandteile und Grenzwerte aufzuführen.

Die Buchstaben und Zahlen müssen eine Mindesthöhe von 4 mm aufweisen.

*Hinweis:* Ist eine solche Kennzeichnung wegen Platzmangels nicht möglich, kann ein vereinfachter Code verwendet werden. In diesem Fall müssen Erläuterungen mit allen oben genannten Angaben sowohl für Personen, die den Kraftstofftank füllen oder Wartungs- und Reparaturarbeiten am Motor und seinen Hilfseinrichtungen ausführen, als auch für die zuständigen Behörden leicht zugänglich sein. Anbringungsstelle und Inhalt dieser Erläuterungen werden einvernehmlich zwischen dem Hersteller und der Typgenehmigungsbehörde festgelegt.

4.12.8.2. Eigenschaften

Die Schilder müssen eine Haltbarkeit entsprechend der Nutzlebensdauer des Motors haben. Sie müssen deutlich lesbar sein und die Buchstaben und Zahlen darauf müssen unauslöschbar sein. Darüber hinaus ist die Befestigung der Schilder für die Nutzlebensdauer des Motors auszulegen, und es darf nicht möglich sein, die Schilder ohne Zerstörung oder Unkenntlichmachung zu entfernen.

#### 4.12.8.3. Anbringung

Die Schilder müssen an einem Motorteil befestigt sein, das für den normalen Betrieb des Motors notwendig ist und in der Regel während der Nutzlebensdauer des Motors keiner Auswechslung bedarf. Zudem müssen sie so angebracht sein, dass sie nach Anbringung aller für den Motorbetrieb erforderlichen Hilfseinrichtungen des Motors gut sichtbar sind.

4.13. Im Fall eines Antrags auf Genehmigung eines Fahrzeugtyps hinsichtlich des Motors ist das Schild nach Absatz 4.12.8 auch in der Nähe der Kraftstoffzufüllöffnung anzubringen.

4.14. Im Fall eines Antrags auf Genehmigung eines Fahrzeugtyps mit einem genehmigten Motor ist das Schild nach Absatz 4.12.8 ebenfalls in der Nähe der Kraftstoffzufüllöffnung anzubringen.

### 5. VORSCHRIFTEN UND PRÜFUNGEN

#### 5.1. Allgemeines

5.1.1. Die Hersteller rüsten ihre Motoren und Fahrzeuge so aus, dass die Bauteile, die das Emissionsverhalten voraussichtlich beeinflussen, so konstruiert, gefertigt und montiert sind, dass die Motoren oder Fahrzeuge unter normalen Betriebsbedingungen dieser Regelung und ihren Durchführungsmaßnahmen entsprechen.

5.1.2. Der Hersteller ergreift technische Maßnahmen, um zu gewährleisten, dass die Abgasemissionen während der gesamten normalen Lebensdauer eines Fahrzeugs und bei normalen Nutzungsbedingungen entsprechend dieser Regelung wirkungsvoll begrenzt werden.

5.1.2.1. Die in Absatz 5.1.2 genannten Maßnahmen gelten auch für die Sicherheit der Schläuche, Dichtungen und Anschlüsse, die bei den Emissionsminderungssystemen verwendet werden und so beschaffen sein müssen, dass sie der ursprünglichen Konstruktionsabsicht entsprechen.

5.1.2.2. Der Hersteller gewährleistet, dass die bei der Emissionsprüfung ermittelten Werte unter den in dieser Regelung angegebenen Prüfbedingungen den geltenden Grenzwert nicht überschreiten.

5.1.2.3. Jedes Motorsystem und jedes Gestaltungselement, das die Emission gasförmiger Schadstoffe und Partikel beeinflussen kann, muss derart entworfen, konstruiert, zusammengebaut und montiert werden, dass der Motor bei normalen Nutzungsbedingungen die Bestimmungen dieser Regelung erfüllen kann. Außerdem gewährleistet der Hersteller die Übereinstimmung mit den Off-Cycle-Anforderungen gemäß Absatz 5.1.3 und Anhang 10.

5.1.2.4. Die Verwendung von Abschaltstrategien, die die Wirksamkeit von emissionsmindernden Einrichtungen herabsetzen, ist unzulässig.

5.1.2.5. Für die Typgenehmigung eines mit Benzin oder E85 betriebenen Motors gewährleistet der Hersteller die Erfüllung der in Absatz 6.3 festgelegten besonderen Anforderungen für Kraftstoffzufüllstutzen für mit Benzin und E85 betriebene Fahrzeuge.

#### 5.1.3. Anforderungen zur Begrenzung der Off-Cycle-Emissionen

5.1.3.1. Sind die Anforderungen von Absatz 5.1.2 erfüllt, so wird bei den technischen Maßnahmen Folgendes berücksichtigt:

- a) die allgemeinen Anforderungen einschließlich der Leistungsanforderungen und das Verbot von Abschaltstrategien gemäß Anhang 10;
- b) die Anforderungen, um die Abgasemissionen in dem Spektrum an Umweltbedingungen, in dem das Fahrzeug erwartungsgemäß eingesetzt wird, und in dem Spektrum an Betriebsbedingungen, welche auftreten können, wirkungsvoll zu begrenzen;
- c) die Anforderungen in Bezug auf Off-Cycle-Laborprüfungen bei der Typgenehmigung;
- d) die Anforderungen hinsichtlich der Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmessaufbauten (PEMS) bei der Typgenehmigung sowie zusätzliche Anforderungen hinsichtlich der Prüfungen der Off-Cycle-Emissionen von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen nach Maßgabe dieser Regelung;

- e) die Anforderung, dass der Hersteller eine Erklärung über die Übereinstimmung mit den Anforderungen zur Begrenzung der Off-Cycle-Emissionen zur Verfügung zu stellen hat.
- 5.1.3.2. Der Hersteller erfüllt alle spezifischen Anforderungen zusammen mit den entsprechenden Prüfverfahren, die in Anhang 10 aufgeführt sind.
- 5.1.4. Erforderliche Dokumentation
- 5.1.4.1. Die nach Absatz 3 erforderliche Dokumentation, die der Typgenehmigungsbehörde ermöglicht, die Emissionsminderungsstrategien sowie die Fahrzeug- und Motorsysteme zu bewerten, die sicherstellen, dass die Einrichtungen zur Begrenzung der NO<sub>x</sub>-Emissionen ordnungsgemäß arbeiten, ist in zwei Teile zu gliedern:
- a) die „förmliche Dokumentation“, die interessierten Stellen auf Antrag zugänglich gemacht werden kann;
- b) die „erweiterte Dokumentation“, die streng vertraulich behandelt wird.
- 5.1.4.2. Die förmliche Dokumentation kann knapp gehalten werden, sofern sie erkennen lässt, dass in ihr alle Ausgangsgrößen berücksichtigt sind, die sich aus jeder möglichen Konstellation der verschiedenen Eingangsgrößen ergeben können. Die Dokumentation muss die Funktionen und Arbeitsweise des nach Anhang 11 erforderlichen Aufforderungssystems einschließlich der Parameter beschreiben, die für das Abrufen der Daten dieses Systems erforderlich sind. Diese Unterlagen sind von der Typgenehmigungsbehörde aufzubewahren.
- 5.1.4.3. Die erweiterte Dokumentation enthält Informationen über den Betrieb aller zusätzlichen Emissionsstrategien (AES) und Standard-Emissionsstrategien (BES), einschließlich einer Beschreibung der von jeder AES veränderten Parameter und der Grenzen, innerhalb derer die AES arbeiten, sowie Angaben darüber, welche AES und BES unter den Bedingungen des Prüfverfahrens gemäß Anhang 10 voraussichtlich aktiv sind. Die erweiterte Dokumentation umfasst Angaben zur Logik des Kraftstoffregelsystems, zu den Steuerstrategien und zu den Schaltpunkten bei allen Betriebszuständen. Des Weiteren beinhaltet sie eine vollständige Beschreibung des nach Anhang 11 erforderlichen Aufforderungssystems, einschließlich der entsprechenden Überwachungsstrategien.
- 5.1.4.4. Die erweiterte Dokumentation ist streng vertraulich zu behandeln. Sie kann von der Typgenehmigungsbehörde oder mit deren Einverständnis auch vom Hersteller aufbewahrt werden. Bewahrt der Hersteller die Dokumentation auf, ist diese von der Typgenehmigungsbehörde zu kennzeichnen und zu datieren, sobald sie überprüft und genehmigt wurde. Sie ist der Typgenehmigungsbehörde zum Zeitpunkt der Genehmigung und jederzeit während der Gültigkeit der Genehmigung zugänglich zu machen.
- 5.1.5. Eingriffsicherheit elektronischer Systeme
- 5.1.5.1. Die allgemeinen Anforderungen, einschließlich der besonderen Anforderungen für die Eingriffsicherheit elektronischer Systeme, entsprechen denen, die in Anhang 9B Absatz 4 dieser Regelung angegeben sind, und denen, die in Anhang 9A Absatz 2 beschrieben werden.
- 5.2. Vorschriften für die Emissionen von gas- und partikelförmigen Schadstoffen
- 5.2.1. Bei den in Anhang 4 genannten Prüfungen dürfen die Emissionen gas- und partikelförmiger Schadstoffe nicht die in Tabelle 1 aufgeführten Werte überschreiten.
- 5.2.2. Für Fremdzündungsmotoren, die der in Anhang 6 festgelegten Prüfung unterliegen, entspricht der höchstzulässige Kohlenmonoxidgehalt der bei normaler Leerlaufdrehzahl emittierten Auspuffgase den Angaben des Herstellers. Der maximale Gehalt an Kohlenmonoxid darf jedoch 0,3 Vol.-% nicht überschreiten.
- Bei hoher Leerlaufdrehzahl darf der volumenbezogene Kohlenmonoxidgehalt der Abgase 0,2 Vol.-% (Motordrehzahl mindestens 2 000 min<sup>-1</sup> und Lambdawert  $1 \pm 0,03$  oder entsprechend den Angaben des Herstellers) nicht überschreiten.
- 5.2.3. Im Falle eines geschlossenen Kurbelgehäuses gewährleisten die Hersteller hinsichtlich der Prüfungen gemäß Anhang 4 Absätze 6.10 und 6.11, dass das Motorenlüftungssystem keine Gasemissionen aus dem Kurbelgehäuse in die Atmosphäre zulässt. Handelt es sich um ein offenes Kurbelgehäuse, sind die Emissionen zu messen und den Abgasemissionen gemäß den Vorschriften in Anhang 4 Absatz 6.10 hinzuzufügen.

## 5.3. Emissionsgrenzwerte

Tabelle 1 enthält die nach dieser Regelung geltenden Emissionsgrenzwerte.

Tabelle 1

**Emissionsgrenzwerte**

	Grenzwerte							
	CO (mg/kWh)	THC (mg/kWh)	NMHC (mg/kWh)	CH <sub>4</sub> (mg/kWh)	NO <sub>x</sub> (mg/kWh)	NH <sub>3</sub> (ppm)	Partikel- masse (mg/kWh)	Partikelzahl (#/kWh)
WHSC (CI)	1 500	130			400	10	10	8,0 × 10 <sup>11</sup>
WHTC (CI)	4 000	160			460	10	10	6,0 × 10 <sup>11</sup>
WHTC (PI)	4 000		160	500	460	10	10	

Anmerkungen:

PI = Fremdzündung

CI = Selbstzündung

## 5.4. Dauerhaltbarkeit und Verschlechterungsfaktoren

Der Hersteller ermittelt die Verschlechterungsfaktoren, anhand derer nachgewiesen wird, dass die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus einer Motorenfamilie oder einer Abgasnachbehandlungssystem-Motorenfamilie während der jeweiligen, unten angegebenen normalen Lebensdauer innerhalb der in Absatz 5.3 genannten jeweils geltenden Emissionsgrenzwerte bleiben.

Die Verfahren, mit denen die Übereinstimmung eines Motorsystems oder einer Abgasnachbehandlungssystem-Motorenfamilie während der jeweils geltenden normalen Lebensdauer nachgewiesen wird, sind in Anhang 7 beschrieben.

Für die im Rahmen der Typgenehmigung durchzuführenden Prüfungen der Dauerhaltbarkeit von emissionsmindernden Einrichtungen und für die Prüfung der Übereinstimmung von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen oder Motoren werden folgende Laufleistungen und Zeitintervalle festgelegt:

- 160 000 km oder 5 Jahre, je nachdem, was zuerst eintritt, bei Motoren zum Einbau in Fahrzeuge der Klassen M1, N1 und M2;
- 300 000 km oder 6 Jahre, je nachdem, was zuerst eintritt, bei Motoren zum Einbau in Fahrzeuge der Klassen N2 und N3 mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse bis 16 t und M3 Gruppen I, II, A und B mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse bis 7,5 t;
- 700 000 km oder 7 Jahre, je nachdem, was zuerst eintritt, bei Motoren zum Einbau in Fahrzeuge der Klassen N3 mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse über 16 t und M3 Gruppen III und B mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse über 7,5 t.

5.5. Vorschriften zur Gewährleistung der vollen Wirkung der Vorkehrungen für die Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen

- Bei der Beantragung einer Typgenehmigung weisen die Hersteller der Typgenehmigungsbehörde nach, dass das NO<sub>x</sub>-System seine emissionsmindernde Funktion unter allen auf dem Gebiet (z. B. der Europäischen Union) regelmäßig anzutreffenden Bedingungen und insbesondere bei niedrigen Umgebungstemperaturen, behält.

Darüber hinaus legen die Hersteller der Typgenehmigungsbehörde Angaben zur Arbeitsweise eines jeglichen Abgasrückführungssystems, einschließlich seines Funktionierens bei niedrigen Umgebungstemperaturen, vor.

Diese Angaben enthalten auch eine Beschreibung jeglicher Auswirkungen auf die Emissionen durch den Betrieb des Systems bei niedrigen Umgebungstemperaturen.

Anhang 11 enthält Informationen über die zur Erfüllung dieser Vorschriften erforderlichen Prüfungen und Verfahren.

6. EINBAU DES MOTORS IN DAS FAHRZEUG

6.1. Der Einbau des Motors in das Fahrzeug muss so ausgeführt werden, dass die Typgenehmigungsanforderungen erfüllt werden. Die folgenden Merkmale hinsichtlich der Typgenehmigung des Motors sind zu berücksichtigen:

6.1.1. der Ansaugunterdruck darf den in Anhang 1 Teil 1 für die Typgenehmigung des Motors angegebenen Wert nicht überschreiten;

6.1.2. der Abgasgegendruck darf den in Anhang 1 Teil 1 für die Typgenehmigung des Motors angegebenen Wert nicht überschreiten;

6.1.3. die Leistungsaufnahme durch die für den Betrieb des Motors notwendigen Hilfseinrichtungen darf den in Anhang 1 Teil 1 für die Typgenehmigung des Motors erklärten Wert nicht überschreiten;

6.1.4. die Merkmale des Abgasnachbehandlungssystems müssen den in Anhang 1 Teil 1 für die Typgenehmigung des Motors erklärten Merkmalen entsprechen.

6.2. Einbau eines typgenehmigten Motors in ein Fahrzeug

Der Einbau eines als selbständige technische Einheit typgenehmigten Motors in ein Fahrzeug muss zusätzlich den folgenden Anforderungen entsprechen:

a) Hinsichtlich der Übereinstimmung des OBD-Systems muss der Einbau gemäß Anhang 9B Anlage 1 den in Anhang 1 Teil 1 genannten Einbauvorschriften des Herstellers entsprechen;

b) hinsichtlich der Übereinstimmung des Systems, das sicherstellt, dass die Einrichtungen zur Begrenzung der NO<sub>x</sub>-Emissionen ordnungsgemäß arbeiten, muss der Einbau gemäß Anhang 11 Anlage 4 den in Anhang 1 Teil 1 genannten Einbauvorschriften des Herstellers entsprechen.

6.2.1. Der Einbau eines als selbständige technische Einheit typgenehmigten Zweistoffmotors in ein Fahrzeug muss zusätzlich den Anforderungen von Anhang 15 Absatz 6.3 sowie - gemäß Anhang 15 Absatz 8.2 - den Einbauvorschriften des Herstellers gemäß Anhang 1 Teil 1 entsprechen.

6.3. Kraftstoffeinfüllstutzen für mit Benzin oder E85 betriebene Motoren

6.3.1. Der Einfüllstutzen des Benzin- oder E85-Kraftstofftanks muss so ausgelegt sein, dass er nicht mit einem Zapfventil befüllt werden kann, das einen äußeren Durchmesser von 23,6 mm oder mehr hat.

6.3.2. Absatz 6.3.1 gilt nicht für ein Fahrzeug, das die beiden folgenden Voraussetzungen erfüllt:

a) Das Fahrzeug ist so konstruiert und gebaut, dass keine Einrichtung zur Begrenzung der Emission gasförmiger Schadstoffe durch verbleites Benzin beeinträchtigt wird;

b) an dem Fahrzeug befindet sich an einer Stelle, die für eine Person, die den Kraftstofftank füllt, gut sichtbar ist, das Symbol für unverbleites Benzin nach ISO 2575:2004, das deutlich lesbar und dauerhaft sein muss. Zusätzliche Kennzeichnungen sind zulässig.

6.3.3. Es muss sichergestellt sein, dass es wegen eines fehlenden Einfüllverschlusses nicht zu einer übermäßigen Kraftstoffverdunstung und einem Kraftstoffüberlauf kommen kann. Dies kann wie folgt erreicht werden:

a) durch einen Einfüllverschluss, der sich automatisch öffnet und schließt und nicht abgenommen werden kann;

- b) durch Konstruktionsmerkmale, die eine übermäßige Kraftstoffverdunstung bei fehlendem Einfüllverschluss verhindern;
- c) oder, im Fall von Fahrzeugen der Klassen M1 oder N1, durch jede andere Maßnahme, die dieselbe Wirkung hat. So kann beispielsweise ein Einfüllverschluss mit Bügel oder Kette oder ein Verschluss verwendet werden, der mit dem Zündschlüssel des Fahrzeugs abgeschlossen wird. In diesem Fall darf der Schlüssel aus dem Einfüllverschluss nur in abgeschlossener Stellung abgezogen werden können.

## 7. MOTORENFAMILIE

### 7.1. Parameter für die Festlegung der Motorenfamilie

Die vom Hersteller festgelegte Motorenfamilie muss den Bestimmungen von Anhang 4 Absatz 5.2 entsprechen.

Bei einem Zweistoff-Motor muss die Motorenfamilie auch den zusätzlichen Anforderungen von Anhang 15 Absatz 3.1.1 entsprechen.

### 7.2. Wahl des Stamm-Motors

Der Stamm-Motor der Motorenfamilie ist gemäß den Anforderungen von Anhang 4 Absatz 5.2.4 auszuwählen.

Bei einem Zweistoff-Motor muss die Stamm-Motorenfamilie auch den zusätzlichen Anforderungen von Anhang 15 Absatz 3.1.2 entsprechen.

### 7.3. Erweiterung zwecks Einbeziehung eines neuen Motorsystems in eine Motorenfamilie

#### 7.3.1. Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde kann ein neues Motorsystem in eine bereits genehmigte Motorenfamilie aufgenommen werden, wenn die Kriterien von Absatz 7.1 erfüllt sind.

#### 7.3.2. Sind die Konstruktionsmerkmale des Stamm-Motor-Systems gemäß Anhang 15 Absatz 7.2 oder, bei Zweistoff-Motoren, gemäß Anhang 15 Absatz 3.1.2 auch für das neue Motorsystem repräsentativ, so kann das Stamm-Motor-System beibehalten werden, und der Hersteller ändert den in Anhang 1 enthaltenen Beschreibungsbogen entsprechend.

#### 7.3.3. Weist das neue Motorsystem Konstruktionsmerkmale auf, die nicht für das Stamm-Motor-System gemäß Anhang 15 Absatz 7.2 oder, bei Zweistoff-Motoren, gemäß Anhang 15 Absatz 3.1.2 repräsentativ sind, das neue Motorsystem selbst jedoch gemäß den genannten Absätzen für die ganze Motorenfamilie repräsentativ wäre, dann gilt das neue Motorsystem als das neue Stamm-Motor-System. In diesem Fall ist nachzuweisen, dass die neuen Konstruktionsmerkmale den Vorschriften dieser Regelung entsprechen und der in Anhang 1 enthaltene Beschreibungsbogen ist zu ändern.

### 7.4. Kenndaten für die Festlegung einer Motorenfamilie hinsichtlich des OBD-Systems

Eine Motorenfamilie hinsichtlich des OBD-Systems ist anhand grundlegender Konstruktionsmerkmale zu definieren, in denen die zu einer solchen Familie gehörenden Motorsysteme gemäß Anhang 9B Absatz 6.1 übereinstimmen müssen.

## 8. ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION

### 8.1. Jeder Motor und jedes Fahrzeug, der/das mit einem Genehmigungszeichen nach dieser Regelung versehen ist, müssen so gebaut sein, dass sie dem genehmigten Typ insofern entsprechen, als die Beschreibung im Mitteilungsblatt für die Genehmigung und in den Anhängen eingehalten wird. Die Verfahren zur Kontrolle der Übereinstimmung der Produktion müssen den in Anlage 2 des Übereinkommens von 1958 (E/ECE/324/E/ECE/TRANS/505/Rev.2) beschriebenen Verfahren entsprechen, wobei folgende, in den Absätzen 8.2 bis 8.5 enthaltenen Vorschriften erfüllt sein müssen:

#### 8.1.1. Die Übereinstimmung der Produktion wird anhand der Beschreibung in den Typgenehmigungsbogen gemäß den Anhängen 2A, 2B und 2C geprüft.

8.1.2. Die Übereinstimmung der Produktion wird gemäß den in diesem Absatz festgelegten besonderen Bedingungen und den entsprechenden, in den Anlagen 1, 2 und 3 festgelegten statistischen Verfahren geprüft.

## 8.2. Allgemeine Anforderungen

8.2.1. Bei der Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion nach Anlage 1, 2 oder 3 sind die gemessenen Emissionen gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel von zu prüfenden Motoren um den Verschlechterungsfaktor zu korrigieren, der für den jeweiligen Motor im Beiblatt des Typgenehmigungsbogens, der gemäß dieser Regelung ausgestellt wurde, angegeben ist.

8.2.2. Wird das Prüfverfahren des Herstellers von den Genehmigungsbehörden nicht akzeptiert, so ist nach Anlage 2 des Übereinkommens von 1958 (E/ECE/324//E/ECE/TRANS/505/Rev.2) zu verfahren.

8.2.3. Alle zu prüfenden Motoren werden willkürlich aus der Serienproduktion entnommen.

## 8.3. Schadstoffemissionen

8.3.1. Sind Schadstoffemissionen an einem Motortyp zu messen, dessen Typgenehmigung eine oder mehrere Erweiterungen erfahren hat, so werden die Prüfungen an den Motoren durchgeführt, die in den Beschreibungsunterlagen der betreffenden Erweiterung beschrieben sind.

### 8.3.2. Übereinstimmung des Motors bei der Schadstoffprüfung

Der Hersteller darf an den von der Behörde ausgewählten Motoren keinerlei Einstellung vornehmen.

8.3.2.1. Der Serienproduktion sind drei der in Betracht kommenden Motoren zu entnehmen. Die Motoren werden zur Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion einem WHTC-Prüfzyklus und gegebenenfalls einem WHSC-Prüfzyklus unterzogen. Die Grenzwerte entsprechen den in Absatz 5.3 genannten.

8.3.2.2. Ist die Typgenehmigungsbehörde mit der vom Hersteller angegebenen Standardabweichung der Produktion gemäß Anlage 2 des Übereinkommens von 1958 (E/ECE/324//E/ECE/TRANS/505/Rev.2) einverstanden, so werden die Prüfungen gemäß Anlage 1 durchgeführt.

Ist die Typgenehmigungsbehörde mit der vom Hersteller angegebenen Standardabweichung der Produktion gemäß Anlage 2 des Übereinkommens von 1958 (E/ECE/324//E/ECE/TRANS/505/Rev.2) nicht einverstanden, so werden die Prüfungen gemäß Anlage 2 durchgeführt.

Auf Antrag des Herstellers können die Prüfungen entsprechend der Anlage 3 durchgeführt werden.

8.3.2.3. Die Serienproduktion der in Betracht kommenden Motoren gilt auf der Grundlage von Stichprobenprüfungen der Motoren gemäß Absatz 8.3.2.2 als übereinstimmend bzw. nicht übereinstimmend, wenn nach den Prüfkriterien der entsprechenden Anlage eine positive Entscheidung in Bezug auf alle Schadstoffe oder eine negative Entscheidung in Bezug auf einen Schadstoff gefällt wurde.

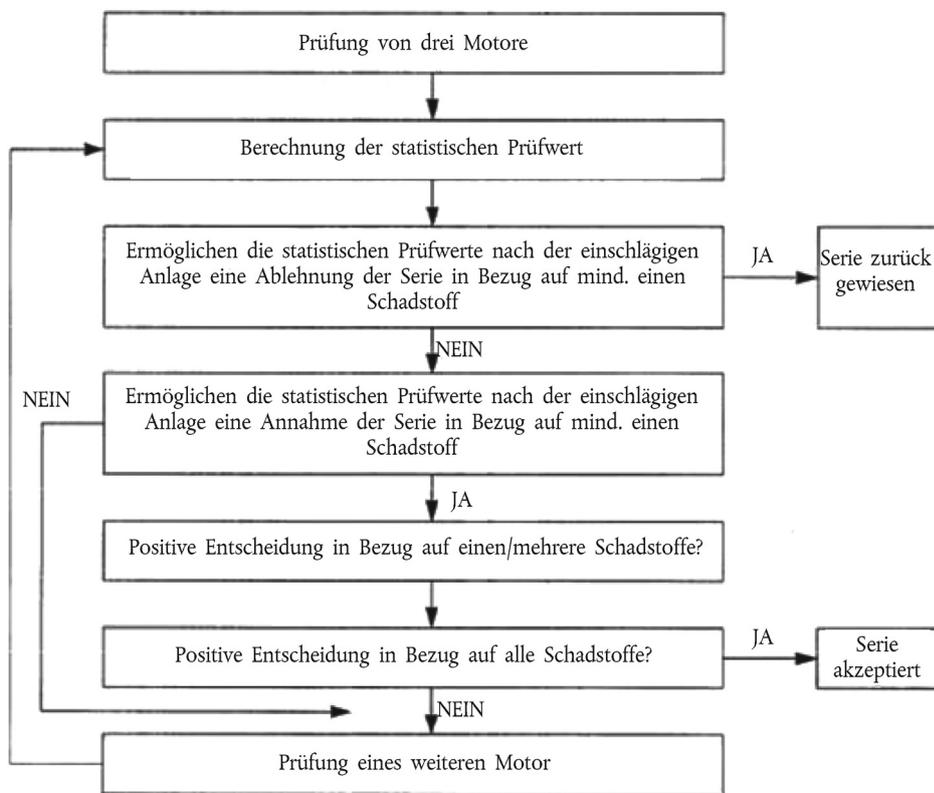
Wurde eine positive Entscheidung in Bezug auf einen Schadstoff getroffen, so wird diese nicht durch zusätzliche Prüfungen beeinflusst, die zu einer Entscheidung in Bezug auf die übrigen Schadstoffe führen sollen.

Wird keine positive Entscheidung in Bezug auf sämtliche Schadstoffe und keine negative Entscheidung in Bezug auf einen Schadstoff erreicht, so ist die Prüfung an einem anderen Motor durchzuführen (siehe Abbildung 1).

Der Hersteller kann die Prüfung jederzeit unterbrechen, wenn keine Entscheidung erzielt wird. In diesem Fall wird eine negative Entscheidung in das Protokoll aufgenommen.

Abbildung 1

## Schema für die Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion



8.3.3. Die Prüfungen werden an neu gefertigten Motoren durchgeführt.

8.3.3.1. Auf Antrag des Herstellers können die Prüfungen an Motoren durchgeführt werden, die bis zu 125 Stunden eingefahren wurden. In diesem Fall wird das Einfahrverfahren vom Hersteller durchgeführt; dieser verpflichtet sich, an den Motoren keinerlei Einstellung vorzunehmen.

8.3.3.2. Beantragt der Hersteller das Einfahrverfahren nach Absatz 8.3.3.1, so kann sich dieses auf folgende Motoren erstrecken:

- a) auf alle zu prüfenden Motoren;
- b) auf den ersten zu prüfenden Motor, wobei auf diesen Motor der wie folgt bestimmte Evolutionskoeffizient angewandt wird:
  - i) Die Schadstoffemissionen werden sowohl an dem neu gefertigten Motor gemessen als auch am ersten zu prüfenden Motor, bevor er gemäß Absatz 8.3.3.1 maximal 125 Stunden eingefahren wird;
  - ii) der Evolutionskoeffizient der Emissionen zwischen den beiden Prüfungen wird für jeden Schadstoff berechnet:

Emissionen der zweiten Prüfung/Emissionen der ersten Prüfung;

der Evolutionskoeffizient kann weniger als 1 betragen.

Die übrigen Prüfmotoren sind nicht einzufahren, auf die Emissionswerte der neu gefertigten Motoren ist jedoch der Evolutionskoeffizient anzuwenden.

In diesem Fall sind folgende Werte zu messen:

- a) für den ersten Motor die Werte der zweiten Prüfung;
- b) für die folgenden Motoren die Werte der neu gefertigten Motoren, multipliziert mit dem Evolutionskoeffizienten.

8.3.3.3. Für mit Diesel, Ethanol (ED95), Benzin, E85 und Flüssiggas betriebene Motoren dürfen alle Prüfungen mit den entsprechenden handelsüblichen Kraftstoffen durchgeführt werden. Auf Antrag des Herstellers können jedoch die in Anhang 5 beschriebenen Bezugskraftstoffe verwendet werden. Das bedeutet, dass, wie in Absatz 4 beschrieben, Prüfungen mit mindestens zwei Bezugskraftstoffen für jeden Gasmotor durchzuführen sind.

8.3.3.4. Bei mit Erdgas betriebenen Gasmotoren ist für alle diese Prüfungen folgender handelsüblicher Kraftstoff zulässig:

- a) bei mit H gekennzeichneten Motoren ein handelsüblicher Kraftstoff der Gasgruppe H ( $0,89 \leq S_{\lambda} \leq 1,00$ );
- b) bei mit L gekennzeichneten Motoren ein handelsüblicher Kraftstoff der Gasgruppe L ( $1,00 \leq S_{\lambda} \leq 1,19$ );
- c) bei mit HL gekennzeichneten Motoren ein handelsüblicher Kraftstoff im Extrembereich des  $\lambda$ -Verschiebungsfaktors ( $0,89 \leq S_{\lambda} \leq 1,19$ ).

Auf Antrag des Herstellers können jedoch die in Anhang 5 beschriebenen Bezugskraftstoffe verwendet werden. Das bedeutet, dass, wie in Absatz 4 beschrieben, Prüfungen durchzuführen sind.

8.3.3.5. Bei Meinungsverschiedenheiten aufgrund der Nichteinhaltung der Grenzwerte durch Gasmotoren bei Betrieb mit handelsüblichem Kraftstoff sind die Prüfungen mit einem Bezugskraftstoff durchzuführen, mit dem der Stamm-Motor geprüft wurde, oder gegebenenfalls mit dem zusätzlichen Kraftstoff 3, auf den in den Absätzen 4.6.4.1 und 4.7.1.2 Bezug genommen wird und der gegebenenfalls zur Prüfung des Stamm-Motors verwendet wurde. Das Ergebnis ist anschließend durch Anwendung der entsprechenden Faktoren „r“, „r<sub>a</sub>“ oder „r<sub>b</sub>“ gemäß den Absätzen 4.6.5, 4.6.6.1 und 4.7.1.3 umzurechnen. Falls r, r<sub>a</sub> oder r<sub>b</sub> kleiner als 1 sind, ist keine Umrechnung vorzunehmen. Aus den Messergebnissen und den berechneten Ergebnissen muss hervorgehen, dass der Motor die Grenzwerte beim Betrieb mit allen entsprechenden Kraftstoffen (Kraftstoffe 1, 2 und gegebenenfalls 3 bei Erdgasmotoren und Kraftstoffe A und B bei Flüssiggasmotoren) einhält.

8.3.3.6. Überprüfungen der Übereinstimmung der Produktion bei Gasmotoren, die für den Betrieb mit einem Kraftstoff einer bestimmten Zusammensetzung ausgelegt sind, sind mit dem Kraftstoff durchzuführen, für den der Motor kalibriert wurde.

8.4. On-Board-Diagnosesystem (OBD-System)

8.4.1. Stellt die Typgenehmigungsbehörde eine unzulässige Abweichung der Produktion fest, kann sie eine Prüfung der Übereinstimmung der Produktion des OBD-Systems beantragen. Bei einer solchen Prüfung ist wie folgt vorzugehen:

Ein Motor wird willkürlich aus der Serienproduktion entnommen und den in Anhang 9B beschriebenen Prüfungen unterzogen. Die Prüfungen können an einem Motor durchgeführt werden, der bis zu 125 Stunden eingefahren wurde.

8.4.2. Die Produktion gilt als übereinstimmend, wenn dieser Motor die Anforderungen der in Anhang 9B beschriebenen Prüfungen erfüllt.

8.4.3. Erfüllt der der Serie entnommene Motor nicht die Anforderungen von Absatz 8.4.1, wird der Serie eine weitere Zufallsstichprobe von vier Motoren entnommen und den in Anhang 9B beschriebenen Prüfungen unterzogen. Die Prüfungen können an Motoren durchgeführt werden, die bis zu 125 Stunden eingefahren wurden.

- 8.4.4. Die Produktion gilt als übereinstimmend, wenn mindestens drei der vier Motoren der zweiten Stichprobe die Anforderungen der in Anhang 9B beschriebenen Prüfungen erfüllen.
- 8.5. Für die Prüfung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge erforderliche Daten des elektronischen Motorsteuergeräts (ECU-Daten)
- 8.5.1. Die Verfügbarkeit der nach Absatz 9.4.2.1 erforderlichen Streaming-Daten gemäß den in Absatz 9.4.2.2 angegebenen Anforderungen ist unter Verwendung eines externen OBD-Lesegeräts, wie in Anhang 9B beschrieben, nachzuweisen.
- 8.5.2. Können diese Daten nicht mittels eines Lesegeräts, das gemäß Anhang 9B einwandfrei funktioniert, ordnungsgemäß abgerufen werden, gilt der Motor als nicht übereinstimmend.
- 8.5.3. Die Übereinstimmung des ECU-Drehmomentsignals mit den Anforderungen nach den Absätzen 9.4.2.2 und 9.4.2.3 ist bei der Durchführung der WHSC-Prüfung gemäß Anhang 4 nachzuweisen.
- 8.5.4. Entsprechen die Prüfgeräte nicht den Anforderungen, die in der Regelung Nr. 85 in Bezug auf Hilfseinrichtungen angegeben sind, so ist das gemessene Drehmoment gemäß der Korrekturmethode in Anhang 4 zu korrigieren.
- 8.5.5. Die Übereinstimmung des ECU-Drehmomentsignals gilt als zufriedenstellend, wenn das berechnete Drehmoment innerhalb der in Absatz 9.4.2.5 angegebenen Toleranzgrenzen bleibt.
- 8.5.6. Die Verfügbarkeit und die Übereinstimmungsprüfung der für die Prüfung im Betrieb erforderlichen ECU-Daten müssen vom Hersteller regelmäßig bei jedem hergestellten Motortyp einer jeden hergestellten Motorenfamilie geprüft werden.
- 8.5.7. Auf Verlangen der Typgenehmigungsbehörde muss der Hersteller ihr die Ergebnisse seiner Untersuchung zugänglich machen.
- 8.5.8. Auf Verlangen der Typgenehmigungsbehörde weist der Hersteller die Verfügbarkeit oder die Übereinstimmung der ECU-Daten in Serienproduktion nach, indem er die entsprechenden Prüfungen, auf die in den Absätzen 8.5.1 bis 8.5.4 Bezug genommen wird, bei einer Stichprobe von Motoren des gleichen Motortyps durchführt. Die Vorschriften zur Stichprobennahme, welche die Größe der Stichprobe und statistische Kriterien, die für den Ausgang der Prüfung ausschlaggebend sind, beinhalten, müssen denen entsprechen, die in den Absätzen 8.1 bis 8.3 zur Prüfung der Übereinstimmung der Emissionen angegeben sind.
9. ÜBEREINSTIMMUNG IN BETRIEB BEFINDLICHER FAHRZEUGE/MOTOREN
- 9.1. Vorbemerkung
- Dieser Abschnitt enthält die Anforderungen für die Übereinstimmung im Betrieb für nach dieser Regelung typgenehmigte Fahrzeuge.
- 9.2. Übereinstimmung im Betrieb
- 9.2.1. Maßnahmen zur Gewährleistung der Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge oder Motorsysteme, die nach dieser Regelung typgenehmigt wurden, werden nach Anlage 2 des Übereinkommens von 1958 (E/ECE/324//E/ECE/TRANS/505/Rev.2) und — bei Typgenehmigungen für Fahrzeuge oder Motorsysteme gemäß dieser Regelung — nach den Anforderungen von Anhang 8 dieser Regelung getroffen.
- 9.2.2. Durch die technischen Maßnahmen der Hersteller wird außerdem sichergestellt, dass die Abgasemissionen während der gesamten normalen Lebensdauer eines Fahrzeugs bei normalen Nutzungsbedingungen wirkungsvoll begrenzt werden. Die Übereinstimmung mit den Bestimmungen dieser Regelung muss während der normalen Lebensdauer eines in ein Fahrzeug eingebauten Motorsystems bei normalen Nutzungsbedingungen gemäß Anhang 8 dieser Regelung geprüft werden.
- 9.2.3. Der Hersteller meldet der Typgenehmigungsbehörde, die die ursprüngliche Typgenehmigung erteilt hat, die Ergebnisse der Prüfung im Betrieb gemäß dem ursprünglichen Plan, der bei der Typgenehmigung vorgelegt wurde. Jegliche Abweichung von dem ursprünglichen Plan ist gegenüber der Typgenehmigungsbehörde hinreichend zu begründen.

- 9.2.4. Befindet die Typgenehmigungsbehörde, die die ursprüngliche Typgenehmigung erteilt hat, dass die Berichterstattung des Herstellers nach Anhang 8 Absatz 10 nicht zufriedenstellend ist, oder wurde ihr mitgeteilt, dass das Ergebnis einer Prüfung der Übereinstimmung im Betrieb nicht zufriedenstellend ist, kann sie den Hersteller verpflichten, eine Bestätigungsprüfung durchzuführen. Die Typgenehmigungsbehörde prüft den Bericht des Herstellers über die Bestätigungsprüfung.
- 9.2.5. Befindet die Typgenehmigungsbehörde, die die ursprüngliche Typgenehmigung erteilt hat, dass die Ergebnisse der Prüfungen im Betrieb oder der Bestätigungsprüfungen gemäß den in Anhang 8 aufgeführten Kriterien oder die Ergebnisse der von einer Vertragspartei durchgeführten Prüfungen im Betrieb nicht zufriedenstellend sind, verpflichtet sie den Hersteller, einen Plan mit Maßnahmen zur Beseitigung der Mängel gemäß Absatz 9.3 dieser Regelung und Anhang 8 Absatz 9 vorzulegen.
- 9.2.6. Jede Vertragspartei kann eigene Überwachungsprüfungen nach dem in Anhang 8 beschriebenen Verfahren zur Prüfung der Übereinstimmung im Betrieb durchführen und dokumentieren. Aufgezeichnet werden Informationen über die Beschaffung, die Wartung und über die Beteiligung des Herstellers an den Maßnahmen. Auf Anfrage einer Typgenehmigungsbehörde stellt die Typgenehmigungsbehörde, die die ursprüngliche Typgenehmigung erteilt hat, die nötigen Informationen über die Typgenehmigung zur Verfügung, um Prüfungen gemäß dem in Anhang 8 erläuterten Verfahren zu ermöglichen.
- 9.2.7. Hat eine Vertragspartei gezeigt, dass ein Motor- oder Fahrzeugtyp den einschlägigen Anforderungen dieses Absatzes (d. h. Absatz 9.2) und von Anhang 8 nicht entspricht, benachrichtigt sie unverzüglich über ihre eigene Typgenehmigungsbehörde die Typgenehmigungsbehörde, die die ursprüngliche Typgenehmigung erteilt hat. Bei Erhalt einer derartigen Aufforderung ergreift die betreffende Typgenehmigungsbehörde möglichst bald, spätestens aber innerhalb von sechs Monaten ab dem Datum der Aufforderung, die hierzu notwendigen Maßnahmen.

Im Anschluss an diese Benachrichtigung teilt die Typgenehmigungsbehörde der Vertragspartei, die die ursprüngliche Typgenehmigung erteilt hat, dem Hersteller umgehend mit, dass ein Motor- oder Fahrzeugtyp den Anforderungen dieser Bestimmungen nicht entspricht.

- 9.2.8. Im Anschluss an die Benachrichtigung nach Absatz 9.2.7 und in Fällen, in denen frühere Prüfungen der Übereinstimmung im Betrieb eine Übereinstimmung nachgewiesen haben, kann die Typgenehmigungsbehörde, die die ursprüngliche Typgenehmigung erteilt hat, den Hersteller verpflichten, zusätzliche Bestätigungsprüfungen durchzuführen, nachdem er die Sachverständigen der Vertragspartei konsultiert hat, welche gemeldet hatten, dass das Fahrzeug nicht den Anforderungen entspricht.

Wenn solche Prüfdaten nicht zur Verfügung stehen, ist der Hersteller gehalten, innerhalb von 60 Arbeitstagen nach Eingang der Benachrichtigung nach Absatz 9.2.7 der Typgenehmigungsbehörde, die die ursprüngliche Typgenehmigung erteilt hat, entweder einen Mängelbeseitigungsplan gemäß Absatz 9.3 vorzulegen oder zusätzliche Prüfungen der Übereinstimmung im Betrieb mit einem gleichwertigen Fahrzeug durchzuführen, um zu überprüfen, ob der Motor- oder der Fahrzeugtyp den Anforderungen tatsächlich nicht entspricht. Kann der Hersteller gegenüber der Typgenehmigungsbehörde zufriedenstellend nachweisen, dass mehr Zeit erforderlich ist, um zusätzliche Prüfungen durchzuführen, so kann die Frist verlängert werden.

- 9.2.9. Die Sachverständigen der Vertragspartei, die gemäß Absatz 9.2.7 gemeldet haben, dass der Motor- oder Fahrzeugtyp nicht den Anforderungen entspricht, werden aufgefordert, den zusätzlichen Prüfungen der Übereinstimmung im Betrieb beizuwohnen, die in Absatz 9.2.8 genannt werden. Ferner sind die Ergebnisse der Prüfungen dieser Vertragspartei und den Genehmigungsbehörden zu melden.

Bestätigen diese Prüfungen der Übereinstimmung im Betrieb oder diese Bestätigungsprüfungen, dass der Motor- oder Fahrzeugtyp nicht mit den Anforderungen übereinstimmt, verpflichtet die Typgenehmigungsbehörde den Hersteller, einen Plan mit Maßnahmen zur Beseitigung der Mängel vorzulegen. Der Mängelbeseitigungsplan muss den Bestimmungen von Absatz 9.3 dieser Regelung und von Anhang 8 Absatz 9 entsprechen.

Weisen die Prüfungen der Übereinstimmung im Betrieb oder die Bestätigungsprüfungen die Übereinstimmung nach, legt der Hersteller der Typgenehmigungsbehörde, die die ursprüngliche Typgenehmigung erteilt hat, einen Bericht vor. Der Bericht wird von der Typgenehmigungsbehörde, die die ursprüngliche Typgenehmigung erteilt hat, an die Vertragspartei, die gemeldet hatte, dass der Fahrzeugtyp nicht den Bestimmungen entspricht, und an die Typgenehmigungsbehörden übermittelt. Der Bericht enthält die Prüfergebnisse gemäß Anhang 8 Absatz 10.

- 9.2.10. Die Typgenehmigungsbehörde, die die ursprüngliche Typgenehmigung erteilt hat, informiert die Vertragspartei, die festgestellt hatte, dass der Motor- oder Fahrzeugtyp nicht den einschlägigen Anforderungen entsprach, über den Fortschritt und die Ergebnisse der Gespräche mit dem Hersteller, über die Bestätigungsprüfungen und die Mängelbeseitigung.
- 9.3. Maßnahmen zur Mängelbeseitigung
- 9.3.1. Auf Verlangen der Typgenehmigungsbehörde und im Anschluss an die Prüfungen im Betrieb gemäß Absatz 9.2 legt der Hersteller der Typgenehmigungsbehörde spätestens 60 Arbeitstage nach Eingang der Benachrichtigung durch die Typgenehmigungsbehörde den Mängelbeseitigungsplan vor. Kann der Hersteller gegenüber der Typgenehmigungsbehörde zufriedenstellend nachweisen, dass mehr Zeit erforderlich ist, um die Ursache der Mängel festzustellen, damit ein Mängelbeseitigungsplan ausgearbeitet werden kann, so kann eine Fristverlängerung gewährt werden.
- 9.3.2. Die Maßnahmen zur Mängelbeseitigung gelten für alle in Betrieb befindlichen Motoren, die zur gleichen Motorenfamilie oder OBD-Motorenfamilie gehören und wird auch auf Motorenfamilien oder OBD-Motorenfamilien ausgeweitet, die wahrscheinlich von denselben Schäden betroffen sind. Die Notwendigkeit einer Änderung der Typgenehmigungsunterlagen wird vom Hersteller bewertet und das Ergebnis der Typgenehmigungsbehörde mitgeteilt.
- 9.3.3. Die Typgenehmigungsbehörde konsultiert den Hersteller, um Einvernehmen über einen Mängelbeseitigungsplan und seine Durchführung zu erzielen. Stellt die Typgenehmigungsbehörde, die die ursprüngliche Typgenehmigung erteilt hat, fest, dass kein Einvernehmen zu erzielen ist, so ergreift sie die notwendigen Maßnahmen, einschließlich erforderlichenfalls des Entzugs der Typgenehmigung, um sicherzustellen, dass die hergestellten Fahrzeuge, Systeme, Bauteile oder selbständigen technischen Einheiten mit dem jeweils genehmigten Typ in Übereinstimmung gebracht werden. Die Typgenehmigungsbehörde unterrichtet die Typgenehmigungsbehörden der anderen Vertragsparteien über die ergriffenen Maßnahmen. Die Typgenehmigungsbehörde unterrichtet die Genehmigungsbehörden der anderen Vertragsparteien binnen 20 Arbeitstagen über jeden Entzug einer Fahrzeug-Typgenehmigung sowie über die Gründe hierfür.
- 9.3.4. Die Typgenehmigungsbehörde entscheidet binnen 30 Arbeitstagen ab dem Tag, an dem sie den Mängelbeseitigungsplan vom Hersteller erhalten hat, ob sie den Mängelbeseitigungsplan genehmigt oder ablehnt. Die Typgenehmigungsbehörde informiert binnen dieses Zeitraums auch den Hersteller und alle Vertragsparteien über ihre Entscheidung, den Mängelbeseitigungsplan zu genehmigen oder abzulehnen.
- 9.3.5. Für die Ausführung des Mängelbeseitigungsplans in der gebilligten Form ist der Hersteller verantwortlich.
- 9.3.6. Der Hersteller hat über jedes zurückgerufene und reparierte oder veränderte Motorsystem oder Fahrzeug sowie über die Werkstatt, die die Reparatur durchgeführt hat, Buch zu führen. Der Typgenehmigungsbehörde ist während der Durchführung des Mängelbeseitigungsplans und eines Zeitraums von 5 Jahren ab dem Abschluss der Durchführung des Mängelbeseitigungsplans auf Verlangen Einsicht in diese Aufzeichnungen zu gewähren.
- 9.3.7. Die in Absatz 9.3.6 genannten Reparaturen oder Veränderungen sind in einer Bescheinigung zu vermerken, die der Hersteller dem Besitzer des Motors oder des Fahrzeugs aushändigt.
- 9.4. Anforderungen und Prüfungen für die Prüfung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge
- 9.4.1. Vorbemerkung
- Dieser Absatz (Absatz 9.4) enthält die Spezifikationen und Prüfungen für die ECU-Daten bei der Typgenehmigung zum Zweck der Prüfung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge.
- 9.4.2. Allgemeine Anforderungen
- 9.4.2.1. Für die Prüfung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge sind die berechnete Last (Motordrehmoment in Prozent des Höchstdrehmoments und bei der jeweiligen Drehzahl verfügbares Höchstdrehmoment), die Motordrehzahl, die Motorkühlmitteltemperatur, der momentane Kraftstoffverbrauch und das Höchstdrehmoment des Bezugsmotors in Abhängigkeit von der Motordrehzahl durch das OBD-System in Echtzeit und mit einer Frequenz von mindestens 1 Hz als obligatorische Streaming-Daten zur Verfügung zu stellen.
- 9.4.2.2. Das Ausgangsdrehmoment kann von dem ECU unter Verwendung eingebauter Algorithmen geschätzt werden, um das erzeugte innere Drehmoment und das Reibungsdrehmoment zu berechnen.

- 9.4.2.3. Das Motordrehmoment in Nm, das aus den oben stehenden Streaming-Daten resultiert, soll einen direkten Vergleich mit den bei der Ermittlung der Motorleistung nach Regelung Nr. 85 gemessenen Werten ermöglichen. Insbesondere sind jegliche eventuelle Korrekturen hinsichtlich der Hilfseinrichtungen in die oben stehenden Streaming-Daten aufzunehmen.
- 9.4.2.4. Die nach Absatz 9.4.2.1 erforderlichen Daten sind gemäß den in Anhang 9A aufgeführten Anforderungen und den in Anhang 9B Anlage 6 genannten Normen zugänglich zu machen.
- 9.4.2.5. Die durchschnittliche Last in Nm unter jeder Betriebsbedingung, die aus den nach Absatz 9.4.2.1 erforderlichen Daten berechnet wurde, darf sich von der im Durchschnitt gemessenen Last unter der Betriebsbedingung nicht unterscheiden, und zwar nicht um mehr als
- a) 7 % bei Ermittlung der Motorleistung nach Regelung Nr. 85;
  - b) 10 Prozent bei der Durchführung der weltweit harmonisierten stationären Prüfung (WHSC-Prüfung) gemäß Anhang 4 Absatz 7.7.
- Die Regelung Nr. 85 lässt eine Abweichung der tatsächlichen Höchstlast des Motors von der Bezugshöchstlast um 5 Prozent zu, um der Variabilität des Herstellungsprozesses zu begegnen. Diese Toleranz wird in den oben genannten Werten berücksichtigt.
- 9.4.2.6. Externer Zugang zu den nach Absatz 9.4.2.1 erforderlichen Daten darf nicht die Emissionen oder die Leistung eines Fahrzeugs beeinflussen.
- 9.4.3. Prüfung der Verfügbarkeit und der Übereinstimmung der für die Prüfung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge erforderlichen ECU-Daten
- 9.4.3.1. Die Verfügbarkeit der nach Absatz 9.4.2.1 erforderlichen Streaming-Daten gemäß den in Absatz 9.4.2.2 angegebenen Anforderungen ist unter Verwendung eines externen OBD-Lesegeräts, wie in Anhang 9B beschrieben, nachzuweisen.
- 9.4.3.2. Können diese Daten nicht mittels eines Lesegeräts, das einwandfrei funktioniert, ordnungsgemäß abgerufen werden, gilt der Motor als nicht übereinstimmend.
- 9.4.3.3. Die Übereinstimmung des ECU-Drehmomentsignals mit den Anforderungen nach den Absätzen 9.4.2.2 und 9.4.2.3 ist mit dem Stamm-Motor einer Motorenfamilie bei der Ermittlung der Motorleistung gemäß Regelung Nr. 85 und bei der Durchführung der WHSC-Prüfung gemäß Anhang 4 Absatz 7.7 und bei Off-Cycle-Laborprüfungen bei der Typgenehmigung gemäß Anhang 10 Absatz 7 nachzuweisen.
- 9.4.3.3.1 Die Übereinstimmung des ECU-Drehmomentsignals mit den Anforderungen nach den Absätzen 9.4.2.2 und 9.4.2.3 ist für jeden Motor einer Motorenfamilie bei der Ermittlung der Motorleistung nach Regelung 85 nachzuweisen. Zu diesem Zweck sind zusätzliche Messungen bei unterschiedlichen Teillast- und Drehzahl-Betriebspunkten (z. B. in den Betriebsarten des WHSC und bei einigen zusätzlichen, auf Zufallsbasis bestimmten Prüfpunkten) durchzuführen.
- 9.4.3.4. Entspricht der zu prüfende Motor nicht den Anforderungen von Regelung Nr. 85 in Bezug auf Hilfseinrichtungen, so ist das gemessene Drehmoment gemäß der Korrekturmethode in Anhang 4 Absatz 6.3.5 zu korrigieren.
- 9.4.3.5. Die Übereinstimmung des ECU-Drehmomentsignals gilt als nachgewiesen, wenn das Drehmomentsignal innerhalb der in Absatz 9.4.2.5 angegebenen Toleranzgrenzen bleibt.
10. MASSNAHMEN BEI ABWEICHUNGEN IN DER PRODUKTION
- 10.1. Die für einen Motor- oder Fahrzeugtyp nach dieser Regelung erteilte Genehmigung kann zurückgenommen werden, wenn die Anforderungen des Absatzes 8.1 nicht erfüllt werden oder die der Serie entnommenen Motoren oder Fahrzeuge die Prüfungen nach Absatz 8.3 nicht bestanden haben.

- 10.2. Nimmt eine Vertragspartei des Übereinkommens von 1958, die diese Regelung anwendet, eine von ihr erteilte Genehmigung zurück, so unterrichtet sie hiervon unverzüglich die anderen Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, mit dem in Anhang 2A, 2B oder 2C dieser Regelung wiedergegebenen Mitteilungsblatt.
11. ÄNDERUNGEN DES FAHRZEUGTYPUS UND ERWEITERUNG DER GENEHMIGUNG
- 11.1. Jede Änderung des genehmigten Typs ist der Typgenehmigungsbehörde mitzuteilen, die die Genehmigung für den Typ erteilt hat. Die Typgenehmigungsbehörde kann dann
- 11.1.1. entweder die Auffassung vertreten, dass von den Änderungen keine nennenswerten nachteiligen Wirkungen ausgehen und der geänderte Typ in jedem Fall noch den Vorschriften entspricht, oder
- 11.1.2. ein weiteres Gutachten von dem Technischen Dienst anfordern, der die Prüfungen durchführt.
- 11.2. Die Bestätigung oder die Versagung der Genehmigung ist den Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese Regelung anwenden, unter Angabe der Änderungen nach dem Verfahren gemäß Absatz 4.12.2 mitzuteilen.
- 11.3. Die Typgenehmigungsbehörde, die die Genehmigung erweitert hat, teilt dieser Erweiterung eine laufende Nummer zu und unterrichtet hiervon die anderen Vertragsparteien des Übereinkommens von 1958, die diese Regelung anwenden, mit dem in Anhang 2A, 2B oder 2C dieser Regelung wiedergegebenen Mitteilungsblatt.
12. ENDGÜLTIGE EINSTELLUNG DER PRODUKTION
- Stellt der Inhaber einer Genehmigung die Produktion eines nach dieser Regelung genehmigten Typs endgültig ein, so hat er die Typgenehmigungsbehörde, die die Genehmigung erteilt hat, hiervon zu verständigen. Nach Erhalt der entsprechenden Mitteilung unterrichtet diese Typgenehmigungsbehörde die anderen Vertragsparteien des Übereinkommens von 1958, die diese Regelung anwenden, hiervon mit dem in Anhang 2A, 2B oder 2C dieser Regelung wiedergegebenen Mitteilungsblatt.
13. ÜBERGANGSBESTIMMUNGEN
- 13.1. Allgemeine Bestimmungen
- 13.1.1. Ab dem Tag des Inkrafttretens der Änderungsserie 06 darf keine Vertragspartei, die diese Regelung anwendet, die Erteilung einer Genehmigung nach dieser Regelung in ihrer durch die Änderungsserie 06 geänderten Fassung versagen.
- 13.1.2. Ab dem Tag des Inkrafttretens der Änderungsserie 06 dürfen die Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, eine ECE-Genehmigung nur erteilen, wenn der Motor den Bestimmungen dieser Regelung in ihrer durch die Änderungsserie 06 geänderten Fassung entspricht.
- 13.2. Neue Typgenehmigungen
- 13.2.1. Die Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, erteilen ab dem Tag des Inkrafttretens der Änderungsserie 06 die ECE-Genehmigung für ein Motorsystem oder ein Fahrzeug nur, wenn es die folgenden Bestimmungen erfüllt:
- a) die Bestimmungen von Absatz 4.1 dieser Regelung;
- b) die Bestimmungen hinsichtlich der Leistungsüberwachung gemäß Anhang 9A Absatz 2.3.2.2;
- c) die Überwachungsanforderungen für OBD-Schwellenwerte für NO<sub>x</sub> gemäß Anhang 9A Tabellen 1 und 2 Zeile „Übergangszeit“;
- d) die Bestimmungen für die Übergangszeit hinsichtlich Reagensqualität und -verbrauch gemäß Anhang 11 Absätze 7.1.1.1 und 8.4.1.1.
- 13.2.1.1. Gemäß Anhang 9A Absatz 6.4.4 muss der Hersteller keine Erklärung über die Übereinstimmung der Leistung des OBD-Systems im Betrieb vorlegen.

- 13.2.2. Die Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, erteilen ab dem 1. September 2014 die ECE-Genehmigung für ein Motorsystem oder ein Fahrzeug nur, wenn es die folgenden Bestimmungen erfüllt:
- a) die Bestimmungen von Absatz 4.1 dieser Regelung;
  - b) die Überwachungsanforderungen für OBD-Schwellenwerte für die Partikelmasse gemäß Anhang 9A Tabelle 1 Zeile „Übergangszeit“.
  - c) die Überwachungsanforderungen für OBD-Schwellenwerte für NO<sub>x</sub> gemäß Anhang 9A Tabellen 1 und 2 Zeile „Übergangszeit“;
  - d) die Bestimmungen für die Übergangszeit hinsichtlich Reagensqualität und –verbrauch gemäß Anhang 11 Absätze 7.1.1.1 und 8.4.1.1.
- 13.2.2.1. Gemäß Anhang 9A Absatz 6.4.4 muss der Hersteller keine Erklärung über die Übereinstimmung der Leistung des OBD-Systems im Betrieb vorlegen.
- 13.2.3. Die Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, erteilen ab dem 31. Dezember 2015 die ECE-Genehmigung für ein Motorsystem oder ein Fahrzeug nur, wenn es die folgenden Bestimmungen erfüllt:
- a) die Bestimmungen von Absatz 4.1 dieser Regelung;
  - b) die Überwachungsanforderungen für OBD-Schwellenwerte für die Partikelmasse gemäß Anhang 9A Tabelle 1 Zeile „Allgemeine Anforderungen“;
  - c) die Überwachungsanforderungen für OBD-Schwellenwerte für NO<sub>x</sub> gemäß Anhang 9A Tabellen 1 und 2 Zeile „Allgemeine Anforderungen“;
  - d) die „allgemeinen“ Bestimmungen hinsichtlich Reagensqualität und –verbrauch gemäß Anhang 11 Absätze 7.1.1 und 8.4.1;
  - e) die Bestimmungen hinsichtlich des Plans und der Umsetzung der Überwachungsmethoden gemäß Anhang 9A Absätze 2.3.1.2 und 2.3.1.2.1;
  - f) die Bestimmungen von Anhang 9A Absatz 6.4.1 hinsichtlich der Erklärung über die Übereinstimmung der Leistung des OBD-Systems im Betrieb.
- 13.3. Ungültigwerden von Typgenehmigungen
- 13.3.1. Am 1. Januar 2014 verlieren Typgenehmigungen, die nach dieser Regelung in der Fassung der Änderungsserie 05 erteilt wurden, ihre Gültigkeit.
- 13.3.2. Am 1. September 2015 verlieren Typgenehmigungen, die nach dieser Regelung in der Fassung der Änderungsserie 06, jedoch ohne Erfüllung der Anforderungen des Absatzes 13.2.1 erteilt wurden, ihre Gültigkeit.
- 13.3.3. Am 31. Dezember 2016 verlieren Typgenehmigungen, die nach dieser Regelung in der Fassung der Änderungsserie 06, jedoch ohne Erfüllung der Anforderungen des Absatzes 13.2.2 erteilt wurden, ihre Gültigkeit.
- 13.4. Besondere Bestimmungen
- 13.4.1. Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, können weiterhin Genehmigungen für Motorsysteme oder Fahrzeuge, erteilen, die die Anforderungen dieser Regelung in der Fassung einer der früheren Änderungsserien erfüllen, oder die Anforderungen einer beliebigen Stufe der Regelung erfüllen, sofern die Fahrzeuge für den Verkauf oder die Ausfuhr in Länder bestimmt sind, die die einschlägigen Bestimmungen in ihren nationalen Rechtsvorschriften anwenden.

- 13.4.2. Ersatzmotoren für zugelassene Fahrzeuge
- Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, können weiterhin Genehmigungen für Motoren erteilen, die die Anforderungen dieser Regelung in der Fassung einer der früheren Änderungsreihen erfüllen, oder die Anforderungen einer beliebigen Stufe dieser Regelung erfüllen, sofern der Motor für den Einbau als Ersatzteil in ein zugelassenes Fahrzeug bestimmt ist, für das zum Zeitpunkt seiner Inbetriebnahme die jeweilige ältere Fassung dieser Regelung galt.
- 13.4.3. Werden die in Absatz 13.4.1 oder 13.4.2 enthaltenen besonderen Bestimmungen angewendet, so müssen diesbezügliche Informationen in die Angaben zur Typgenehmigung in Absatz 1.6 des Beiblatts von Anhang 2A und 2C aufgenommen werden.
- 13.4.3.1. Werden Genehmigungen nach Maßgabe der in Absatz 13.4.1 enthaltenen besonderen Bestimmungen erteilt, so müssen die Angaben zur Typgenehmigung am unteren Ende von Seite 1 des Mitteilungsblatts den nachfolgenden Text enthalten, wobei die im folgenden Beispiel enthaltenen Buchstaben „xx“ durch die Nummer der jeweiligen Änderungsserie zu ersetzen sind:
- „Der Motor erfüllt die Anforderungen der Änderungsserie xx von Regelung Nr. 49.“
- 13.4.3.2. Werden Genehmigungen nach Maßgabe der in Absatz 13.4.2 enthaltenen besonderen Bestimmungen erteilt, so müssen die Angaben zur Typgenehmigung am unteren Ende von Seite 1 des Mitteilungsblatts den nachfolgenden Text enthalten, wobei die im folgenden Beispiel enthaltenen Buchstaben „xx“ durch die Nummer der jeweiligen Änderungsserie zu ersetzen sind:
- „Der Austauschmotor erfüllt die Anforderungen der Änderungsserie xx von Regelung Nr. 49.“
14. NAMEN UND ANSCHRIFTEN DER TECHNISCHEN DIENSTE, DIE DIE PRÜFUNGEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DURCHFÜHREN, UND DER TYPGENEHMIGUNGSBEHÖRDEN
- Die Vertragsparteien des Übereinkommens von 1958, die diese Regelung anwenden, teilen dem Sekretariat der Vereinten Nationen die Namen und Anschriften der Technischen Dienste mit, die die Prüfungen für die Genehmigung durchführen, und der Typgenehmigungsbehörden, die Genehmigungen erteilen, mit, denen die Mitteilungsblätter über in anderen Ländern erteilte, erweiterte, versagte oder zurückgenommene Genehmigungen zu übersenden sind.
-

## Anlage 1

**Verfahren zur Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion, wenn die Standardabweichung zufriedenstellend ausfällt**

- A.1.1. Nachfolgend ist das Verfahren beschrieben, mit dem die Übereinstimmung der Produktion hinsichtlich der Schadstoffemissionen überprüft wird, wenn die vom Hersteller angegebene Standardabweichung der Produktion zufriedenstellend ausfällt.
- A.1.2. Bei einer Stichprobengröße von mindestens drei Motoren beträgt die Wahrscheinlichkeit, dass ein zu 40 % fehlerhaftes Los eine Prüfung besteht, 0,95 (Herstellerrisiko = 5 %). Hingegen liegt die Wahrscheinlichkeit, dass ein zu 65 % fehlerhaftes Los angenommen wird, bei 0,10 (Verbraucherrisiko = 10 %).
- A.1.3. Für jeden der in Absatz 5.3 dieser Regelung aufgeführten Schadstoffe gilt folgendes Verfahren (siehe Abbildung 1 in Absatz 8.3 dieser Regelung):

Es seien:

$L$  = natürlicher Logarithmus des Schadstoff-Grenzwertes;

$x_i$  = natürlicher Logarithmus der Messung (nach Anwendung der jeweiligen Verschlechterungsfaktoren) am  $i$ -ten Motor der Stichprobe;

$s$  = geschätzte Standardabweichung der Produktion (unter Verwendung des natürlichen Logarithmus der Messwerte);

$n$  = Stichprobengröße.

- A.1.4. Der statistische Wert der Stichprobe ist zu ermitteln, indem die Summe der Standardabweichungen vom Grenzwert nach folgender Formel berechnet wird:

$$\frac{1}{s} \sum_{i=1}^n (L - x_i)$$

- A.1.5. Dann gilt:

- Liegt der statistische Prüfwert über dem der Stichprobengröße entsprechenden Wert für eine positive Entscheidung (siehe Tabelle 2), so wird in Bezug auf den Schadstoff eine positive Entscheidung getroffen.
- Liegt der statistische Prüfwert unter dem der Stichprobengröße entsprechenden Wert für eine negative Entscheidung (siehe Tabelle 2), so wird in Bezug auf den Schadstoff eine negative Entscheidung getroffen.
- Andernfalls wird ein weiterer Motor gemäß Absatz 8.3.2 dieser Regelung geprüft, und das Berechnungsverfahren wird auf die um eine Einheit vergrößerte Stichprobe angewendet.

Tabelle 2

**Grenzwerte für positive und negative Entscheidungen im Rahmen des Stichprobenplans von Anlage 1  
Mindeststichprobengröße: 3**

Kumulierte Anzahl der geprüften Motoren (Stichprobengröße)	Positive Entscheidung Anzahl $A_n$	negative Entscheidung Anzahl $B_n$
3	3,327	- 4,724
4	3,261	- 4,790
5	3,195	- 4,856
6	3,129	- 4,922
7	3,063	- 4,988
8	2,997	- 5,054
9	2,931	- 5,120
10	2,865	- 5,185
11	2,799	- 5,251

Kumulierte Anzahl der geprüften Motoren (Stichprobengröße)	Positive Entscheidung Anzahl $A_n$	negative Entscheidung Anzahl $B_n$
12	2,733	- 5,317
13	2,667	- 5,383
14	2,601	- 5,449
15	2,535	- 5,515
16	2,469	- 5,581
17	2,403	- 5,647
18	2,337	- 5,713
19	2,271	- 5,779
20	2,205	- 5,845
21	2,139	- 5,911
22	2,073	- 5,977
23	2,007	- 6,043
24	1,941	- 6,109
25	1,875	- 6,175
26	1,809	- 6,241
27	1,743	- 6,307
28	1,677	- 6,373
29	1,611	- 6,439
30	1,545	- 6,505
31	1,479	- 6,571
32	- 2,112	- 2,112

## Anlage 2

**Verfahren zur Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion, wenn die Standardabweichung unzureichend ist oder keine Angabe vorliegt**

- A.2.1 Nachstehend ist das Verfahren beschrieben, mit dem die Übereinstimmung der Produktion hinsichtlich der Emission von Schadstoffen überprüft wird, wenn die vom Hersteller angegebene Standardabweichung unzureichend ist oder keine Angabe vorliegt.
- A.2.2 Bei einer Stichprobengröße von mindestens drei Motoren beträgt die Wahrscheinlichkeit, dass ein zu 40 % fehlerhaftes Los eine Prüfung besteht, 0,95 (Herstellerrisiko = 5 %). Hingegen liegt die Wahrscheinlichkeit, dass ein zu 65 % fehlerhaftes Los angenommen wird, bei 0,10 (Verbraucherrisiko = 10 %).
- A.2.3 Die um die jeweiligen Verschlechterungsfaktoren korrigierten Messungen der in Absatz 5.3 dieser Regelung aufgeführten Schadstoffe gelten als logarithmisch normal verteilt und sollten zunächst durch natürlichen Logarithmieren transformiert werden.  $m_0$  sei die minimale und  $m$  die maximale Stichprobengröße ( $m_0 = 3$  und  $m = 32$ );  $n$  sei die tatsächliche Stichprobengröße.
- A.2.4 Wenn  $x_1, x_2, \dots, x_i$  die natürlichen Logarithmen der Messungen der Serie sind (nach Anwendung der jeweiligen Verschlechterungsfaktoren) und  $L$  der natürliche Logarithmus des Schadstoffgrenzwertes ist, dann gelten

$$d_i = x_i - L$$

$$\bar{d}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i$$

$$v_n^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d}_n)^2$$

- A.2.5 In Tabelle 3 sind die Werte für positive ( $A_n$ ) und negative ( $B_n$ ) Entscheidungen der tatsächlichen Stichprobengröße gegenübergestellt. Der statistische Prüfwert ist der Quotient von  $\bar{d}_n/v_n$ , anhand dessen die positive oder negative Entscheidung über die Serie nach folgender Regel getroffen wird:

Wenn  $m_0 \leq n \leq m$ :

- a) positive Entscheidung, wenn  $\bar{d}_n/v_n \leq A_n$ ,
- b) negative Entscheidung, wenn  $\bar{d}_n/v_n \geq B_n$ ,
- c) eine weitere Messung ist durchzuführen, wenn  $A_n < \bar{d}_n/v_n < B_n$ .

## A.2.6. Anmerkungen

Die folgenden rekursiven Formeln dienen zur Berechnung der aufeinander folgenden statistischen Prüfwerte:

$$\bar{d}_n = \left(1 - \frac{1}{n}\right) \bar{d}_{n-1} + \frac{1}{n} d_n$$

$$v_n^2 = \left(1 - \frac{1}{n}\right) v_{n-1}^2 + \frac{(\bar{d}_n - d_n)^2}{n-1}$$

$$(n = 2, 3, \dots; \bar{d}_1 = d_1; v_1 = 0)$$

Tabelle 3

**Grenzwerte für positive und negative Entscheidungen im Rahmen des Stichprobenplans von Anlage 2**  
**Mindeststichprobengröße: 3**

Kumulierte Anzahl der geprüften Motoren (Stichprobengröße)	Positive Entscheidung Anzahl $A_n$	negative Entscheidung Anzahl $B_n$
3	-0,80381	16,64743
4	-0,76339	7,68627
5	-0,72982	4,67136
6	-0,69962	3,25573
7	-0,67129	2,45431
8	-0,64406	1,94369
9	-0,61750	1,59105
10	-0,59135	1,33295
11	-0,56542	1,13566
12	-0,53960	0,97970
13	-0,51379	0,85307
14	-0,48791	0,74801
15	-0,46191	0,65928
16	-0,43573	0,58321
17	-0,40933	0,51718
18	-0,38266	0,45922
19	-0,35570	0,40788
20	-0,32840	0,36203
21	-0,30072	0,32078
22	-0,27263	0,28343
23	-0,24410	0,24943
24	-0,21509	0,21831
25	-0,18557	0,18970
26	-0,15550	0,16328
27	-0,12483	0,13880
28	-0,09354	0,11603
29	-0,06159	0,09480
30	-0,02892	0,07493
31	-0,00449	0,05629
32	0,03876	0,03876

## Anlage 3

**Verfahren zur Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion auf Antrag des Herstellers**

- A.3.1. Nachstehend ist das Verfahren beschrieben, mit dem auf Antrag des Herstellers die Übereinstimmung der Produktion hinsichtlich der Schadstoffemissionen überprüft wird.
- A.3.2. Bei einer Stichprobengröße von mindestens drei Motoren beträgt die Wahrscheinlichkeit, dass ein zu 30 % fehlerhaftes Los eine Prüfung besteht, 0,90 (Herstellerrisiko = 10 %). Hingegen liegt die Wahrscheinlichkeit, dass ein zu 65 % fehlerhaftes Los angenommen wird, bei 0,10 (Verbraucherrisiko = 10 %).
- A.3.3. Für jeden der in Absatz 5.3 dieser Regelung aufgeführten Schadstoffe gilt folgendes Verfahren (siehe Abbildung 1 in Absatz 8.3 dieser Regelung):
- Es sei:
- $n$  = Stichprobengröße.
- A.3.4. Der statistische Prüfwert, der die kumulierte Anzahl an negativen Prüfungen bei der  $n$ -ten Prüfung quantifiziert, ist für die Stichprobe zu ermitteln.
- A.3.5. Dann gilt:
- Liegt der statistische Prüfwert unter dem der Stichprobengröße entsprechenden Wert für eine positive Entscheidung oder ist er gleich diesem (siehe Tabelle 4), so wird in Bezug auf den Schadstoff eine positive Entscheidung getroffen.
  - Liegt der statistische Prüfwert über dem der Stichprobengröße entsprechenden Wert für eine negative Entscheidung oder ist er gleich diesem (siehe Tabelle 4), so wird in Bezug auf den Schadstoff eine negative Entscheidung getroffen.
  - Andernfalls wird ein weiterer Motor gemäß Absatz 8.3.2 dieser Regelung geprüft, und das Berechnungsverfahren wird auf die um eine Einheit vergrößerte Stichprobe angewendet.

Die Grenzwerte für positive und negative Entscheidungen der Tabelle 4 werden anhand der Internationalen Norm ISO 8422/1991 berechnet.

Tabelle 4

**Grenzwerte für positive und negative Entscheidungen im Rahmen des Stichprobenplans von Anlage 3**  
**Mindeststichprobengröße: 3**

Kumulierte Anzahl der geprüften Motoren (Stichprobengröße)	Anzahl der positiven Entscheidungen	Anzahl der negativen Entscheidungen
3	—	3
4	0	4
5	0	4
6	1	5
7	1	5
8	2	6
9	2	6
10	3	7
11	3	7
12	4	8
13	4	8
14	5	9

Kumulierte Anzahl der geprüften Motoren (Stichprobengröße)	Anzahl der positiven Entscheid-ungen	Anzahl der negativen Entscheid-ungen
15	5	9
16	6	10
17	6	10
18	7	11
19	8	9

Zusammenfassung des Genehmigungsverfahrens für mit Erdgas (NG) und Flüssiggas (LPG) betriebene Motoren sowie für Zweistoffmotoren, die mit Erdgas/Biomethan oder LPG betrieben werden

Genehmigung von mit Flüssiggas betriebenen Motoren

	Absatz 4.6: Anforderungen für eine Typgenehmigung aufgrund von Vielstofffähigkeit	Anzahl der Prüfläufe	Berechnung von „r“	Absatz 4.7: Anforderungen für eine Genehmigung mit Gasgruppeneinschränkung im Fall von Fremdzündungsmotoren, die mit Erdgas oder Flüssiggas betrieben werden	Anzahl der Prüfläufe	Berechnung von „r“
Siehe Absatz 4.6.6 Flüssiggas-Motor mit Anpassung an jede Kraftstoffzusammensetzung	Kraftstoff A und Kraftstoff B	2	$r = \frac{\text{fuel B}}{\text{fuel A}}$			
Siehe Absatz 4.7.2 Flüssiggas-Motor für den Betrieb mit Kraftstoff einer bestimmten Zusammensetzung				Kraftstoff A und Kraftstoff B zwischen den Prüfungen ist eine Feinabstimmung zulässig	2	

Genehmigung von mit Erdgas betriebenen Motoren

	Absatz 4.6: Anforderungen für eine Typgenehmigung aufgrund von Vielstofffähigkeit	Anzahl der Prüfläufe	Berechnung von „r“	Absatz 4.7: Anforderungen für eine Genehmigung mit Gasgruppeneinschränkung im Fall von Fremdzündungsmotoren, die mit Erdgas oder Flüssiggas betrieben werden	Anzahl der Prüfläufe	Berechnung von „r“
Siehe Absatz 4.6.3 Erdgas-Motor mit Anpassung an jede Kraftstoffzusammensetzung	$G_R$ (1) und $G_{25}$ (2) auf Antrag des Herstellers kann der Motor mit einem zusätzlichen handelsüblichen Kraftstoff (3) geprüft werden wenn $S_1 = 0,89 - 1,19$	2 (höchstens 3)	$r = \frac{\text{fuel 2 } (G_{25})}{\text{fuel 1 } (G_R)}$ und, falls mit einem zusätzlichen Kraftstoff geprüft, $r_a = \frac{\text{fuel 2 } (G_{25})}{\text{fuel 3 (market fuel)}}$ und $r_b = \frac{\text{fuel 1 } (G_R)}{\text{fuel 3 } (G_{23} \text{ or market fuel})}$			

	Absatz 4.6: Anforderungen für eine Typgenehmigung aufgrund von Vielstofffähigkeit	Anzahl der Prüfläufe	Berechnung von „r“	Absatz 4.7: Anforderungen für eine Genehmigung mit Gasgruppeneinschränkung im Fall von Fremdzündungs-motoren, die mit Erdgas oder Flüssiggas betrieben werden	Anzahl der Prüfläufe	Berechnung von „r“
Siehe Absatz 4.6.4 Erdgas-Motor mit Umschaltung durch Schalter	G <sub>R</sub> (1) und G <sub>23</sub> (3) für H und G <sub>25</sub> (2) und G <sub>23</sub> (3) für L auf Antrag des Herstellers kann der Motor statt mit G <sub>23</sub> mit einem handelsüblichen Kraftstoff (3) geprüft werden, wenn S <sub>1</sub> = 0,89 – 1,19	2 für die Gas-gruppe H und 2 für die Gas-gruppe L bei der jeweiligen Schalterstellung 4	$r_b = \frac{\text{fuel 1 (G}_R)}{\text{fuel 3 (G}_{23} \text{ or market fuel)}}$ und $r_a = \frac{\text{fuel 2 (G}_{25})}{\text{fuel 3 (G}_{23} \text{ or market fuel)}}$			
Siehe Absatz 4.7.1 Erdgas-Motor für den Betrieb mit Kraftstoff entweder der Gas-gruppe H oder L				G <sub>R</sub> (1) und G <sub>23</sub> (3) für H oder G <sub>25</sub> (2) und G <sub>23</sub> (3) für L auf Antrag des Herstellers kann der Motor statt mit G <sub>23</sub> mit einem handelsüblichen Kraftstoff (3) geprüft werden, wenn S <sub>1</sub> = 0,89 – 1,19	2 für die Gas-gruppe H oder 2 für die Gas-gruppe L 2	$r_b = \frac{\text{fuel 1 (G}_R)}{\text{fuel 3 (G}_{23} \text{ or market fuel)}}$ für die Gasgruppe H oder $r_a = \frac{\text{fuel 2 (G}_{25})}{\text{fuel 3 (G}_{23} \text{ or market fuel)}}$ für die Gasgruppe L
Siehe Absatz 4.7.2 Erdgas-Motor für den Betrieb mit Kraftstoff einer bestimmten Zusammensetzung				G <sub>R</sub> (1) und G <sub>25</sub> (2), zwischen den Prüfungen ist eine Feinabstimmung zulässig; auf Antrag des Herstellers kann der Motor mit folgenden Kraftstoffen geprüft werden: G <sub>R</sub> (1) und G <sub>23</sub> (3) für H oder G <sub>25</sub> (2) und G <sub>23</sub> (3) für L	2 oder 2 für die Gas-gruppe H oder 2 für die Gas-gruppe L 2	

Genehmigung für Zweistoffmotoren, die mit Erdgas/Biomethan oder LPG betrieben werden

Dual-fueltype <sup>(1)</sup>	Dieselbetrieb	Zweistoffbetrieb			
		Komprimiertes Erdgas (CNG)	Flüssigerdgas (LNG)	LNG20	LPG
1A		Vielstofffähigkeit oder Gasgruppeneinschränkung (2 Prüfungen)	Vielstofffähigkeit (2 Prüfungen)	kraftstoffspezifisch (1 Prüfung)	Vielstofffähigkeit oder Gasgruppeneinschränkung (2 Prüfungen)

Dual-fueltype <sup>(1)</sup>	Dieselbetrieb	Zweistoffbetrieb			
		Komprimiertes Erdgas (CNG)	Flüssigerdgas (LNG)	LNG20	LPG
1B	Vielstofffähigkeit (1 Prüfung)	Vielstofffähigkeit oder Gasgruppen- peneinschränkung (2 Prüfungen)	Vielstofffähigkeit (2 Prüfungen)	kraftstoffspezifisch (1 Prüfung)	Vielstofffähigkeit oder Gasgruppen- peneinschränkung (2 Prüfungen)
2A		Vielstofffähigkeit oder Gasgruppen- peneinschränkung (2 Prüfungen)	Vielstofffähigkeit (2 Prüfungen)	kraftstoffspezifisch (1 Prüfung)	Vielstofffähigkeit oder Gasgruppen- peneinschränkung (2 Prüfungen)
2B	Vielstofffähigkeit (1 Prüfung)	Vielstofffähigkeit oder Gasgruppen- peneinschränkung (2 Prüfungen)	Vielstofffähigkeit (2 Prüfungen)	kraftstoffspezifisch (1 Prüfung)	Vielstofffähigkeit oder Gasgruppen- peneinschränkung (2 Prüfungen)
3B	Vielstofffähigkeit (1 Prüfung)	Vielstofffähigkeit oder Gasgruppen- peneinschränkung (2 Prüfungen)	Vielstofffähigkeit (2 Prüfungen)	kraftstoffspezifisch (1 Prüfung)	Vielstofffähigkeit oder Gasgruppen- peneinschränkung (2 Prüfungen)

<sup>(1)</sup> Gemäß den Definitionen in Anhang 15.

## ANHANG 1

## MUSTER EINES BESCHREIBUNGSBOGENS

Dieser Beschreibungsbogen betrifft die Typgenehmigung nach der Regelung Nr. 49. Ihr Gegenstand sind Maßnahmen, die gegen die Emission von gas- und partikelförmigen Schadstoffen aus Motorsystemen und Fahrzeugen zu treffen sind. Die Regelung bezieht sich auf:

- die Typgenehmigung eines Motors oder einer Motorenfamilie als selbständige technische Einheit,
- die Typgenehmigung eines Fahrzeugs mit einem genehmigten Motor hinsichtlich der Emissionen,
- die Typgenehmigung eines Fahrzeugs hinsichtlich der Emissionen.

Die nachstehenden Angaben sind gegebenenfalls zusammen mit dem Verzeichnis der beiliegenden Unterlagen in dreifacher Ausfertigung einzureichen. Liegen Zeichnungen bei, so müssen diese das Format A4 haben oder auf das Format A4 gefaltet sein und hinreichende Einzelheiten in geeignetem Maßstab enthalten. Liegen Fotografien bei, so müssen diese hinreichende Einzelheiten enthalten.

Weisen die in diesem Anhang aufgeführten Systeme, Bauteile oder selbständigen technischen Einheiten elektronisch gesteuerte Funktionen auf, so sind Angaben zu ihren Leistungsmerkmalen zu machen.

Erläuterungen zu den Fußnoten befinden sich in Anlage 1 zu diesem Anhang.

## Erforderliche Angaben

Der Beschreibungsbogen muss in jedem Fall mindestens folgende Angaben enthalten:

## Allgemeine Angaben

Gegebenenfalls sind auch die folgenden Angaben zu machen

Teil 1: Wesentliche Merkmale des (Stamm-)Motors und des Motortyps in einer Motorenfamilie

Teil 2: Wesentliche Merkmale der Fahrzeugbauteile und -systeme hinsichtlich der Abgasemissionen

Anlage zum Beschreibungsbogen: Angaben zu den Prüfbedingungen

Fotografien und/oder Zeichnungen des Stamm-Motors, des Motortyps und gegebenenfalls des Motorraums

Sonstige Angaben (hier gegebenenfalls weitere Anlagen aufführen)

Datum, Nummer

## Erläuterungen zum Ausfüllen der Tabelle

Die Buchstaben A, B, C, D und E für die zur Motorenfamilie gehörigen Motoren sind durch die tatsächliche Bezeichnung des jeweiligen Motors der Motorenfamilie zu ersetzen.

Gilt bei einem bestimmten Motormerkmal derselbe Wert/dieselbe Beschreibung für alle der Motorenfamilie zugehörigen Motoren, sind die Tabellenzellen A-E zu verbinden.

Besteht die Familie aus mehr als 5 Motoren, sind neue Spalten hinzuzufügen.

Für einen Antrag auf Typgenehmigung eines Motors oder einer Motorenfamilie als selbständige technische Einheit sind der Teil „Allgemeines“ und Teil 1 auszufüllen.

Für einen Antrag auf Typgenehmigung eines Fahrzeugs mit einem genehmigten Motor hinsichtlich der Emissionen sind der Teil „Allgemeines“ und Teil 2 auszufüllen.

Für einen Antrag auf Typgenehmigung eines Fahrzeugs hinsichtlich der Emissionen sind der Teil „Allgemeines“ sowie die Teile 1 und 2 auszufüllen.

		Stamm-Motor oder Motor- typ	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
0.	Allgemeines						
0.1.	Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers)						
0.2.	Typ						

		Stamm-Motor oder Motor- typ	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
0.2.0.3.	Motortyp als selbständige technische Einheit / Motorenfamilie als selbständige technische Einheit / Fahrzeug mit einem genehmigten Motor hinsichtlich der Emissionen / Fahrzeug hinsichtlich der Emissionen <sup>(1)</sup>						
0.2.1.	Handelsname(n), sofern vorhanden						
0.3.	Merkmale zur Typidentifizierung, sofern an der selbständigen technischen Einheit vorhanden <sup>(2)</sup>						
0.3.1.	Anbringungsstelle dieser Merkmale						
0.5.	Name und Anschrift des Herstellers						
0.7.	Bei Bauteilen und selbständigen technischen Einheiten Lage und Anbringungsart des Genehmigungszeichens						
0.8.	Name(n) und Anschrift(en) der Fertigungsstätte(n)						
0.9.	(ggf.) Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers						

## TEIL 1

**Wesentliche Merkmale des (Stamm-)Motors und des Motortyps in einer Motorenfamilie**

		Stamm-Motor oder Motor- typ	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
3.2.	Verbrennungsmotor						
3.2.1.	Einzelangaben über den Motor						
3.2.1.1.	Arbeitsverfahren: Fremdzündungs-/ Selbstzündungs- <sup>(1)</sup>  Viertakt-, Zweitakt-, Drehkolben-motor <sup>(1)</sup>						
3.2.1.1.1.	Typ des Zweistoff-Motors: Typ 1A/Typ 1B/Typ 2A/Typ 2B/Typ 3B <sup>(dl)</sup>  Gas-Energie-Verhältnis über den heißen Teil des WHTC-Zyklus <sup>(dl)</sup> : .....%						
3.2.1.2.	Zahl und Anordnung der Zylinder						
3.2.1.2.1.	Bohrung <sup>(3)</sup> mm						
3.2.1.2.2.	Hub <sup>(3)</sup> mm						
3.2.1.2.3.	Zündfolge						

		Stamm-Motor oder Motor- typ	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
3.2.1.3.	Hubvolumen <sup>(4)</sup> cm <sup>3</sup>						
3.2.1.4.	Volumetrisches Verdichtungsverhältnis <sup>(5)</sup>						
3.2.1.5.	Zeichnungen des Brennraums, des Kolbenbodens und (bei Fremdzündungsmotoren) der Kolbenringe						
3.2.1.6.	Normale Leerlaufdrehzahl <sup>(5)</sup> min <sup>-1</sup>						
3.2.1.6.1.	Erhöhte Leerlaufdrehzahl <sup>(5)</sup> min <sup>-1</sup>						
3.2.1.6.2.	Leerlauf bei Dieselbetrieb: ja/nein <sup>(1)</sup> <sup>(df)</sup>						
3.2.1.7.	Volumenbezogener Kohlenmonoxidgehalt der Ab- gase bei Leerlauf <sup>(5)</sup> : in % wie vom Hersteller an- gegeben (nur Fremdzündungsmotoren)						
3.2.1.8.	Höchste Nutzleistung <sup>(6)</sup> ..... kW bei.....min <sup>-1</sup> (vom Hersteller ange- gebener Wert)						
3.2.1.9.	Höchste zulässige, vom Hersteller vorgegebene Mo- tordrehzahl (min <sup>-1</sup> )						
3.2.1.10.	Maximales Nettodrehmoment <sup>(6)</sup> (Nm) bei.....min <sup>-1</sup> (vom Hersteller angegebener Wert)						
3.2.1.11.	Herstellerverweise auf die Dokumentation gemäß den Absätzen 3.1, 3.2 und 3.3 dieser Regelung, die der Typgenehmigungsbehörde ermöglicht, die Emissionsminderungsstrategien und die Motorsyste- me zu bewerten, die ein ordnungsgemäßes Ar- beiten der Einrichtungen zur Begrenzung der NO <sub>x</sub> - Emissionen gewährleisten						
3.2.2.	Kraftstoff						
3.2.2.2.	Schwere Nutzfahrzeuge Diesel/Benzin/Flüssiggas/ NG-H/NG-L/NG-HL/Ethanol (ED95)/Ethanol (E85)/ Zweistoff <sup>(1)</sup> <sup>(dh)</sup>						
3.2.2.2.1.	Vom Hersteller als für den Motor geeignet erklärte Kraftstoffe gemäß Absatz 4.6.2 dieser Verordnung (falls zutreffend)						
3.2.4.	Kraftstoffsystem						
3.2.4.2.	Mit Kraftstoffeinspritzung (nur bei Selbstzündung oder Zweistoffmotor): ja/nein <sup>(1)</sup>						
3.2.4.2.1.	Beschreibung des Systems						
3.2.4.2.2.	Arbeitsverfahren: Direkteinspritzung / Vorkammer / Wirbelkammer <sup>(1)</sup>						

		Stamm-Motor oder Motor- typ	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
3.2.4.2.3.	Einspritzpumpe						
3.2.4.2.3.1.	Marke(n)						
3.2.4.2.3.2.	Typ(en)						
3.2.4.2.3.3.	Maximale Einspritzmenge <sup>(1), (5)</sup> ..... mm <sup>3</sup> /je Hub oder Arbeitsspiel bei einer Motor- drehzahl von ..... min <sup>-1</sup> oder wahlweise Kennlinie  (Ist eine Ladedruckregelung vorhanden, so sind die charakteristische Kraftstoffzufuhr und der Lade- druck bezogen auf die jeweilige Motordrehzahl an- zugeben.)						
3.2.4.2.3.4.	Statischer Einspritzzeitpunkt <sup>(5)</sup>						
3.2.4.2.3.5.	Verstellkurve des Spritzverstellers <sup>(5)</sup>						
3.2.4.2.3.6.	Kalibrierverfahren: auf dem Prüfstand/am Motor <sup>(1)</sup>						
3.2.4.2.4.	Regler						
3.2.4.2.4.1.	Typ						
3.2.4.2.4.2.	Abregeldrehzahl						
3.2.4.2.4.2.1.	Abregeldrehzahl unter Last (min <sup>-1</sup> )						
3.2.4.2.4.2.2.	Höchst-drehzahl ohne Last (min <sup>-1</sup> )						
3.2.4.2.4.2.3.	Leerlauf-drehzahl (min <sup>-1</sup> )						
3.2.4.2.5.	Einspritzleitungen						
3.2.4.2.5.1.	Länge (mm)						
3.2.4.2.5.2.	Innendurchmesser (mm)						
3.2.4.2.5.3.	Hochdruckspeicher (common rail), Marke und Typ						
3.2.4.2.6.	Einspritzdüse(n)						
3.2.4.2.6.1.	Marke(n)						
3.2.4.2.6.2.	Typ(en)						
3.2.4.2.6.3.	Öffnungsdruck <sup>(5)</sup> : kPa oder Kennlinie <sup>(5)</sup>						
3.2.4.2.7.	Kaltstarteinrichtung						
3.2.4.2.7.1.	Marke(n)						
3.2.4.2.7.2.	Typ(en)						

		Stamm-Motor oder Motor- typ	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
3.2.4.2.7.3.	Beschreibung						
3.2.4.2.8.	Zusätzliche Starthilfe						
3.2.4.2.8.1.	Marke(n)						
3.2.4.2.8.2.	Typ(en)						
3.2.4.2.8.3.	Beschreibung des Systems						
3.2.4.2.9.	Elektronisch geregelte Einspritzung: ja/nein <sup>(1)</sup>						
3.2.4.2.9.1.	Marke(n)						
3.2.4.2.9.2.	Typ(en)						
3.2.4.2.9.3.	Beschreibung des Systems (bei anderen als kontinuierlichen Einspritzsystemen sind entsprechende Detailangaben zu machen)						
3.2.4.2.9.3.1.	Fabrikmarke und Typ des elektronischen Steuergeräts (ECU)						
3.2.4.2.9.3.2.	Fabrikmarke und Typ des Kraftstoffreglers						
3.2.4.2.9.3.3.	Fabrikmarke und Typ des Luftmengenmessers						
3.2.4.2.9.3.4.	Fabrikmarke und Typ des Mengenteilers						
3.2.4.2.9.3.5.	Fabrikmarke und Typ des Klappenstutzens						
3.2.4.2.9.3.6.	Fabrikmarke und Typ des Wassertemperaturfühlers						
3.2.4.2.9.3.7.	Fabrikmarke und Typ des Lufttemperaturfühlers						
3.2.4.2.9.3.8.	Fabrikmarke und Typ des Luftdruckmessers						
3.2.4.2.9.3.9.	Kennnummer(n) der Softwarekalibrierung						
3.2.4.3.	Mit Kraftstoffeinspritzung (nur bei Fremdzündung): ja/nein <sup>(1)</sup>						
3.2.4.3.1.	Arbeitsverfahren: Ansaugkrümmer (Zentral-, Mehrpunkt-, Direkteinspritzung <sup>(1)</sup> ), sonstige - genaue Angabe)						
3.2.4.3.2.	Marke(n)						
3.2.4.3.3.	Typ(en)						
3.2.4.3.4.	Beschreibung des Systems (bei anderen als kontinuierlichen Einspritzsystemen sind entsprechende Detailangaben zu machen)						
3.2.4.3.4.1.	Fabrikmarke und Typ des elektronischen Steuergeräts (ECU)						

		Stamm-Motor oder Motor- typ	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
3.2.4.3.4.2.	Fabrikmarke und Typ des Kraftstoffreglers						
3.2.4.3.4.3.	Fabrikmarke und Typ des Luftmengenmessers						
3.2.4.3.4.4.	Fabrikmarke und Typ des Mengenteilers						
3.2.4.3.4.5.	Fabrikmarke und Typ des Druckreglers						
3.2.4.3.4.6.	Fabrikmarke und Typ des Mikroschalters						
3.2.4.3.4.7.	Fabrikmarke und Typ der LeerlaufEinstellschraube						
3.2.4.3.4.8.	Fabrikmarke und Typ des Klappenstutzens						
3.2.4.3.4.9.	Fabrikmarke und Typ des Wassertemperaturfühlers						
3.2.4.3.4.10.	Fabrikmarke und Typ des Lufttemperaturfühlers						
3.2.4.3.4.11.	Fabrikmarke und Typ des Luftdruckmessers						
3.2.4.3.4.12.	Kennnummer(n) der Softwarekalibrierung						
3.2.4.3.5.	Einspritzventile: Öffnungsdruck <sup>(?)</sup> (kPa) oder Kennlinie <sup>(?)</sup>						
3.2.4.3.5.1.	Fabrikmarke						
3.2.4.3.5.2.	Typ						
3.2.4.3.6.	Einspritzeinstellung						
3.2.4.3.7.	Kaltstarteinrichtung						
3.2.4.3.7.1.	Arbeitsweise						
3.2.4.3.7.2.	Grenzen des Betriebsbereichs/Einstellwerte <sup>(1)</sup> , <sup>(5)</sup>						
3.2.4.4.	Kraftstoffpumpe						
3.2.4.4.1.	Öffnungsdruck <sup>(?)</sup> (kPa) oder Kennlinie <sup>(?)</sup>						
3.2.5.	Elektrische Anlage						
3.2.5.1.	Nennspannung (V), Anschluss an Masse positiv/negativ <sup>(1)</sup>						
3.2.5.2.	Lichtmaschine						
3.2.5.2.1.	Typ						

		Stamm-Motor oder Motor- typ	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
3.2.5.2.2.	Nennleistung (VA)						
3.2.6.	Zündung (nur Motoren mit Fremdzündung)						
3.2.6.1.	Marke(n)						
3.2.6.2.	Typ(en)						
3.2.6.3.	Arbeitsverfahren						
3.2.6.4.	Zündverstellkurve oder Kennfeld (5)						
3.2.6.5.	Statische Zündzeitpunkteinstellung (5) (Grad vor dem oberen Totpunkt)						
3.2.6.6.	Zündkerzen						
3.2.6.6.1.	Fabrikmarke						
3.2.6.6.2.	Typ						
3.2.6.6.3.	Elektrodenabstand (mm)						
3.2.6.7.	Zündspule(n)						
3.2.6.7.1.	Fabrikmarke						
3.2.6.7.2.	Typ						
3.2.7.	Kühlsystem: Flüssigkeit/Luft (1)						
3.2.7.2.	Flüssigkeitskühlung						
3.2.7.2.1.	Art der Flüssigkeit						
3.2.7.2.2.	Kühlmittelpumpe(n): ja/nein (1)						
3.2.7.2.3.	Merkmale						
3.2.7.2.3.1.	Marke(n)						
3.2.7.2.3.2.	Typ(en)						
3.2.7.2.4.	Übersetzungsverhältnis(se)						
3.2.7.3.	Luftkühlung						
3.2.7.3.1.	Kühlerlüfter ja/nein (1)						
3.2.7.3.2.	Merkmale						
3.2.7.3.2.1.	Marke(n)						

		Stamm-Motor oder Motor- typ	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
3.2.7.3.2.2.	Typ(en)						
3.2.7.3.3.	Übersetzungsverhältnis(se)						
3.2.8.	Ansaugsystem						
3.2.8.1.	Lader: ja/nein <sup>(1)</sup>						
3.2.8.1.1.	Marke(n)						
3.2.8.1.2.	Typ(en)						
3.2.8.1.3.	Beschreibung des Systems (z. B. maximaler Ladedruck ..... kPa, Ladedruckregelventil, falls zutreffend)						
3.2.8.2.	Ladeluftkühler: ja/nein <sup>(1)</sup>						
3.2.8.2.1.	Typ: Luft-Luft/Luft-Wasser <sup>(1)</sup>						
3.2.8.3.	Unterdruck im Einlasssystem bei Nenndrehzahl und Vollast (nur bei Selbstzündungsmotoren)						
3.2.8.3.1.	minimal zulässig (kPa)						
3.2.8.3.2.	maximal zulässig (kPa)						
3.2.8.4.	Beschreibung und Zeichnungen der Ansaugleitungen und ihres Zubehörs (Ansaugluftsammler, Vorwärmvorrichtung, zusätzliche Lufteinlässe usw.)						
3.2.8.4.1.	Beschreibung des Ansaugkrümmers (einschließlich Zeichnungen und/oder Fotos)						
3.2.9.	Auspuffanlage						
3.2.9.1.	Beschreibung und/oder Zeichnung des Auspuffkrümmers						
3.2.9.2.	Beschreibung und/oder Zeichnung der Auspuffanlage						
3.2.9.2.1.	Beschreibung und/oder Zeichnungen der Teile des Auspuffsystems, die Bestandteil des Motorsystems sind						
3.2.9.3.	Maximal zulässiger Abgasgegendruck bei Nenndrehzahl und Vollast (nur bei Selbstzündungsmotoren) (kPa) <sup>(7)</sup>						
3.2.9.7.	Volumen der Auspuffanlage (dm <sup>3</sup> )						
3.2.9.7.1.	Zulässiges Volumen der Auspuffanlage: (dm <sup>3</sup> )						
3.2.10.	Mindestquerschnittsflächen der Einlass- und Auslasskanäle:						

		Stamm-Motor oder Motor- typ	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
3.2.11.	Ventilsteuerzeiten oder entsprechende Angaben						
3.2.11.1.	Maximaler Ventilhub, Öffnungs- und Schließwinkel oder Angaben über Steuerzeiten bei alternativen Steuerungssystemen bezogen auf die Totpunkte. Bei veränderlichen Steuerzeiten Angabe des frühesten und spätesten Zeitpunkts						
3.2.11.2.	Bezugsgrößen und/oder Einstellbereich <sup>(7)</sup>						
3.2.12.	Maßnahmen gegen Luftverunreinigung						
3.2.12.1.1.	Einrichtung zur Rückführung der Gase aus dem Kurbelgehäuse ja/nein <sup>(1)</sup> Falls ja, Beschreibung und Zeichnungen Falls nein, muss Absatz 6.10 von Anhang 4 dieser Regelung erfüllt sein.						
3.2.12.2.	Zusätzliche emissionsmindernde Einrichtungen (falls vorhanden und nicht an anderer Stelle erwähnt)						
3.2.12.2.1.	Katalysator: ja/nein <sup>(1)</sup>						
3.2.12.2.1.1.	Anzahl der Katalysatoren und Monolithen (nachstehende Angaben sind für jede Einheit einzeln anzugeben)						
3.2.12.2.1.2.	Abmessungen, Form und Volumen des Katalysators (der Katalysatoren)						
3.2.12.2.1.3.	Art der katalytischen Reaktion						
3.2.12.2.1.4.	Gesamtbeschichtung mit Edelmetallen						
3.2.12.2.1.5.	Konzentrationsverhältnis der Edelmetalle						
3.2.12.2.1.6.	Trägerkörper (Aufbau und Werkstoff)						
3.2.12.2.1.7.	Zellendichte						
3.2.12.2.1.8.	Art des Katalysatorgehäuses						
3.2.12.2.1.9.	Lage des Katalysators (der Katalysatoren) (Ort und Bezugsentfernung innerhalb der Abgasleitung)						
3.2.12.2.1.10.	Wärmeschutzschild: ja/nein <sup>(1)</sup>						
3.2.12.2.1.11.	Regenerationssysteme/-verfahren für Abgasnachbehandlungssysteme, Beschreibung						
3.2.12.2.1.11.5.	Normaler Betriebstemperaturbereich (K)						

		Stamm-Motor oder Motor- typ	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
3.2.12.2.1.11.6.	Selbstverbrauchende Reagenzien: ja/nein <sup>(1)</sup>						
3.2.12.2.1.11.7.	Art und Konzentration des für die katalytische Reaktion erforderlichen Reagens						
3.2.12.2.1.11.8.	Normaler Betriebstemperaturbereich des Reagens: K						
3.2.12.2.1.11.9.	Internationale Norm						
3.2.12.2.1.11.10.	Ergänzung des Reagensvorrats erforderlich: continuous/maintenance <sup>(1)</sup>						
3.2.12.2.1.12.	Marke des Katalysators						
3.2.12.2.1.13.	Teilenummer						
3.2.12.2.2.	Sauerstoffsonde: ja/nein <sup>(1)</sup>						
3.2.12.2.2.1.	Fabrikmarke						
3.2.12.2.2.2.	Lage						
3.2.12.2.2.3.	Regelbereich						
3.2.12.2.2.4.	Typ						
3.2.12.2.2.5.	Teilenummer						
3.2.12.2.3.	Lufteinblasung: ja/nein <sup>(1)</sup>						
3.2.12.2.3.1.	Art (Selbstansaugung, Luftpumpe usw.)						
3.2.12.2.4.	Abgasrückführung (AGR): ja/nein <sup>(1)</sup>						
3.2.12.2.4.1.	Kennwerte (Fabrikmarke, Typ, Durchflussmenge usw.)						
3.2.12.2.6.	Partikelfilter: ja/nein <sup>(1)</sup>						
3.2.12.2.6.1.	Abmessungen, Form und Volumen des Partikelfilters						
3.2.12.2.6.2.	Aufbau des Partikelfilters						
3.2.12.2.6.3.	Lage (Bezugsentfernung innerhalb des Auspuffstranges)						
3.2.12.2.6.4.	Verfahren oder Einrichtung zur Regenerierung, Beschreibung und/oder Zeichnung						
3.2.12.2.6.5.	Fabrikmarke des Partikelfilters						
3.2.12.2.6.6.	Teilenummer						

		Stamm-Motor oder Motor- typ	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
3.2.12.2.6.7.	Normaler Betriebstemperaturbereich (K) und Betriebsdruckbereich (kPa)						
3.2.12.2.6.8.	Bei periodischer Regenerierung						
3.2.12.2.6.8.1.1.	Zahl der WHTC-Prüfzyklen ohne Regenerierungsvorgang (n)						
3.2.12.2.6.8.2.1.	Zahl der WHTC-Prüfzyklen mit Regenerierungsvorgang (n <sub>R</sub> )						
3.2.12.2.6.9.	Andere Einrichtungen: ja/nein <sup>(1)</sup>						
3.2.12.2.6.9.1.	Beschreibung und Arbeitsweise						
3.2.12.2.7.	On-Board-Diagnosesystem (OBD-System)						
3.2.12.2.7.0.1.	Zahl der OBD-Motorenfamilien innerhalb der Motorenfamilie						
3.2.12.2.7.0.2.	Liste der OBD-Motorenfamilien (falls zutreffend)	OBD-Motorenfamilie 1: ..... OBD-Motorenfamilie 2: ..... usw.					
3.2.12.2.7.0.3.	Nummer der OBD-Motorenfamilie, zu der der Stamm-Motor/Motor gehört						
3.2.12.2.7.0.4.	Herstellerverweise auf die OBD-Dokumentation gemäß Absatz 3.1.4 Buchstabe c und Absatz 3.3.4 dieser Regelung, für die Zwecke der Genehmigung des OBD-Systems in Anhang 9A dieser Regelung angegeben.						
3.2.12.2.7.0.5.	Gegebenenfalls Herstellerverweis auf die Dokumentation über den Einbau eines Motorsystems mit OBD in ein Fahrzeug						
3.2.12.2.7.2.	Liste aller vom OBD-System überwachten Bauteile und ihrer Funktionen <sup>(8)</sup>						
3.2.12.2.7.3.	Schriftliche Darstellung (allgemeine OBD-Arbeitsprinzipien) für						
3.2.12.2.7.3.1.	Fremdzündungsmotoren <sup>(8)</sup>						
3.2.12.2.7.3.1.1.	Überwachung des Katalysators <sup>(8)</sup>						
3.2.12.2.7.3.1.2.	Erkennung von Verbrennungsaussetzern <sup>(8)</sup>						
3.2.12.2.7.3.1.3.	Überwachung der Sauerstoffsonde <sup>(8)</sup>						

		Stamm-Motor oder Motor- typ	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
3.2.12.2.7.3.1.4.	Sonstige vom OBD-System überwachte Bauteile						
3.2.12.2.7.3.2.	Selbstzündungsmotoren <sup>(8)</sup>						
3.2.12.2.7.3.2.1.	Überwachung des Katalysators <sup>(8)</sup>						
3.2.12.2.7.3.2.2.	Überwachung des Partikelfilters <sup>(8)</sup>						
3.2.12.2.7.3.2.3.	Überwachung des elektronischen Kraftstoffsystems <sup>(8)</sup>						
3.2.12.2.7.3.2.4.	Überwachung des deNO <sub>x</sub> -Systems <sup>(8)</sup>						
3.2.12.2.7.3.2.5.	Sonstige vom OBD-System überwachte Bauteile <sup>(8)</sup>						
3.2.12.2.7.4.	Kriterien für die Aktivierung des Störungsmelders (feste Anzahl von Fahrzyklen oder statistische Methode) <sup>(8)</sup>						
3.2.12.2.7.5.	Liste aller vom OBD-System verwendeten Ausgabe-codes und -formate (jeweils mit Erläuterung) <sup>(8)</sup>						
3.2.12.2.7.6.5.	OBD-Datenübertragungsprotokoll nach Norm <sup>(8)</sup>						
3.2.12.2.7.7.	Herstellerverweis auf die OBD-bezogenen Angaben gemäß Absatz 3.1.4 Buchstabe d und Absatz 3.3.4 dieser Regelung, für die Zwecke der Übereinstimmung mit den Vorschriften für den Zugang zu Informationen über OBD-Systeme, oder:						
3.2.12.2.7.7.1.	alternativ zu einem Herstellerverweis nach Absatz 3.2.12.2.7.7 Verweis auf die Anlage zu diesem Anhang, die folgende Tabelle enthält, die einmal entsprechend dem nachstehenden Beispiel auszufüllen ist:  Bauteil - Fehlercode - Überwachungsstrategie - Kriterien für die Meldung von Fehlfunktionen - Kriterien für die Aktivierung der Fehlfunktionsanzeige - Sekundärparameter - Vorkonditionierung - Nachweisprüfung  SCR-Katalysator — P20EE — Signale der NO <sub>x</sub> -Sonden 1 und 2 — Unterschied zwischen den Signalen von Sensor 1 und Sensor 2 — 2. Zyklus — Motordrehzahl, Motorlast, Katalysatortemperatur, Aktivität des Reagens, Massendurchsatz des Abgases — ein OBD-Prüfzyklus (WHTC, heißer Teil) — OBD-Prüfzyklus (WHTC, heißer Teil)						

		Stamm-Motor oder Motor- typ	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
3.2.12.2.8.	Andere Einrichtung (Beschreibung, Wirkungsweise)						
3.2.12.2.8.1.	Einrichtungen zur Gewährleistung der Funktionstüchtigkeit der Maßnahmen zur Kontrolle von NO <sub>x</sub> -Emissionen						
3.2.12.2.8.2.	Motor mit ständiger Deaktivierung des Fahreraufforderungssystems, zur Verwendung durch Rettungsdienste oder in Fahrzeugen, die für den Einsatz durch die Streitkräfte, den Katastrophenschutz, die Feuerwehr und die Ordnungskräfte konstruiert und gebaut sind ja/nein <sup>(1)</sup>						
3.2.12.2.8.3.	Zahl der OBD-Motorenfamilien innerhalb der betreffenden Motorenfamilie bezüglich des ordnungsgemäßen Arbeitens der Einrichtungen zur Begrenzung der NO <sub>x</sub> -Emissionen						
3.2.12.2.8.4.	Liste der OBD-Motorenfamilien (falls zutreffend)	OBD-Motorenfamilie 1: ..... OBD-Motorenfamilie 2: ..... usw.					
3.2.12.2.8.5.	Nummer der OBD-Motorenfamilie, zu der der Stamm-Motor/Motor gehört						
3.2.12.2.8.6.	Niedrigste Konzentration des Reagenswirkstoffs, die das Warnsystem nicht aktiviert (CD <sub>min</sub> ) (Vol.-%):						
3.2.12.2.8.7.	Ggf. Herstellerverweis auf die Dokumentation über den Einbau von Systemen in ein Fahrzeug, die das ordnungsgemäße Arbeiten von Einrichtungen zur Begrenzung der NO <sub>x</sub> -Emissionen sicherstellen						
3.2.17.	Spezifische Informationen bezüglich gasbetriebener Motoren und Zweistoffmotoren schwerer Nutzfahrzeuge (bei anders ausgelegten Systemen sind entsprechende Angaben vorzulegen).						
3.2.17.1.	Kraftstoff: LPG /NG-H/NG-L /NG-HL <sup>(1)</sup>						
3.2.17.2.	Druckregler oder Verdampfer/Druckregler <sup>(1)</sup>						
3.2.17.2.1.	Marke(n)						
3.2.17.2.2.	Typ(en)						
3.2.17.2.3.	Anzahl der Druckminderungsstufen						

		Stamm-Motor oder Motor- typ	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
3.2.17.2.4.	Druck in der Endstufe mindestens (kPa) – höchstens (kPa)						
3.2.17.2.5.	Anzahl der Haupteinstellpunkte						
3.2.17.2.6.	Anzahl der LeerlaufEinstellpunkte						
3.2.17.2.7.	Nummer der Typgenehmigung						
3.2.17.3.	Kraftstoffzufuhr: Mischer/Gaseinblasung/Flüssigkeitseinspritzung/Direkteinspritzung (1)						
3.2.17.3.1.	Gemischregelung						
3.2.17.3.2.	Beschreibung des Systems und/oder Diagramm und Zeichnungen						
3.2.17.3.3.	Nummer der Typgenehmigung						
3.2.17.4.	Mischer						
3.2.17.4.1.	Nummer						
3.2.17.4.2.	Marke(n)						
3.2.17.4.3.	Typ(en)						
3.2.17.4.4.	Lage						
3.2.17.4.5.	Einstellungen						
3.2.17.4.6.	Nummer der Typgenehmigung						
3.2.17.5.	Saugrohreinspritzung						
3.2.17.5.1.	Einspritzverfahren: single point/multipoint (1)						
3.2.17.5.2.	Einspritzverfahren: kontinuierlich/simultan/sequentiell (1)						
3.2.17.5.3.	Einspritzsystem						
3.2.17.5.3.1.	Marke(n)						
3.2.17.5.3.2.	Typ(en)						
3.2.17.5.3.3.	Einstellungen						
3.2.17.5.3.4.	Nummer der Typgenehmigung						
3.2.17.5.4.	Förderpumpe (falls erforderlich)						
3.2.17.5.4.1.	Marke(n)						

		Stamm-Motor oder Motor- typ	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
3.2.17.5.4.2.	Typ(en)						
3.2.17.5.4.3.	Nummer der Typgenehmigung						
3.2.17.5.5.	Einspritzdüse(n)						
3.2.17.5.5.1.	Marke(n)						
3.2.17.5.5.2.	Typ(en)						
3.2.17.5.5.3.	Nummer der Typgenehmigung						
3.2.17.6.	Direkteinspritzung						
3.2.17.6.1.	Einspritzpumpe/Druckregler (!)						
3.2.17.6.1.1.	Marke(n)						
3.2.17.6.1.2.	Typ(en)						
3.2.17.6.1.3.	Einspritzeinstellung						
3.2.17.6.1.4.	Nummer der Typgenehmigung						
3.2.17.6.2.	Einspritzdüse(n)						
3.2.17.6.2.1.	Marke(n)						
3.2.17.6.2.2.	Typ(en)						
3.2.17.6.2.3.	Öffnungsdruck oder Kennlinie (!)						
3.2.17.6.2.4.	Nummer der Typgenehmigung						
3.2.17.7.	Elektronisches Steuergerät (ECU)						
3.2.17.7.1.	Marke(n)						
3.2.17.7.2.	Typ(en)						
3.2.17.7.3.	Einstellungen						
3.2.17.7.4.	Kennnummer(n) der Softwarekalibrierung						
3.2.17.8.	Erdgasspezifische Ausrüstung						
3.2.17.8.1.	Variante 1 (nur im Fall der Genehmigung von Motoren für verschiedene spezifische Kraftstoffzusammensetzungen)						
3.2.17.8.1.0.1.	Selbstanpassung? ja/nein (!)						
3.2.17.8.1.0.2.	Kalibrierung für eine bestimmte Gaszusammensetzung NG-H/NG-L/NG-HL1 Umwandlung für eine bestimmte Gaszusammensetzung NG-H <sub>i</sub> /NG-L <sub>i</sub> /NG-HL <sub>i</sub> 1						

	Stamm-Motor oder Motor- typ	Motoren einer Motorenfamilie				
		A	B	C	D	E
3.2.17.8.1.1.	Methan (CH <sub>4</sub> ) ..... Basis (Mol-%)	min. (Mol-%)			max. (Mol-%)	
	Ethan (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ) ..... Basis (Mol-%)	min. (Mol-%)			max. (Mol-%)	
	Propan (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) ..... Basis (Mol-%)	min. (Mol-%)			max. (Mol-%)	
	Butan (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> ) ..... Basis (Mol-%)	min. (Mol-%)			max. (Mol-%)	
	C <sub>5</sub> /C <sub>5+</sub> : ..... Basis (Mol-%)	min. (Mol-%)			max. (Mol-%)	
	Sauerstoff (O <sub>2</sub> ) ..... Basis (Mol-%)	min. (Mol-%)			max. (Mol-%)	
	Inertgas (N <sub>2</sub> , He usw.) ..... Basis (Mol-%)	min. (Mol-%)			max. (Mol-%)	

3.5.4.	CO <sub>2</sub> -Emissionen für Motoren für schwere Nutzfahrzeuge						
3.5.4.1.	Emissionsmenge CO <sub>2</sub> WHSC-Prüfung <sup>(dg)</sup> : ..... (g/kWh)						
3.5.4.1.1.	Emissionsmenge CO <sub>2</sub> WHSC-Prüfung bei Zweistoffmotoren in Dieselmotoren <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh Emissionsmenge CO <sub>2</sub> WHSC-Prüfung bei Zweistoffmotoren in Zweistoffbetrieb <sup>(d)</sup> (ggf.): ..... g/kWh						
3.5.4.2.	Emissionsmenge CO <sub>2</sub> WHTC-Prüfung <sup>(dg)</sup> : ..... (g/kWh)						
3.5.4.2.1.	Emissionsmenge CO <sub>2</sub> WHTC-Prüfung bei Zweistoffmotoren in Dieselmotoren <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh Emissionsmenge CO <sub>2</sub> WHTC-Prüfung bei Zweistoffmotoren in Zweistoffbetrieb <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh						
3.5.5.	Kraftstoffverbrauch von Motoren für schwere Nutzfahrzeuge						
3.5.5.1.	Kraftstoffverbrauch WHSC-Prüfung <sup>(dg)</sup> : ..... (g/kWh)						
3.5.5.1.1.	Kraftstoffverbrauch WHSC-Prüfung bei Zweistoffmotoren in Dieselmotoren <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh Kraftstoffverbrauch WHSC-Prüfung bei Zweistoffmotoren in Zweistoffbetrieb <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh						
3.5.5.2.	Kraftstoffverbrauch WHTC-Prüfung <sup>(g)</sup> <sup>(dg)</sup> : ..... (g/kWh)						

		Stamm-Motor oder Motor- typ	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
3.5.5.2.1.	Kraftstoffverbrauch WHTC-Prüfung bei Zweistoffmotoren in Dieselbetrieb <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh Kraftstoffverbrauch WHTC-Prüfung bei Zweistoffmotoren in Zweistoffbetrieb <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh						
3.6.	Vom Hersteller zugelassene Temperaturen						
3.6.1.	Kühlsystem						
3.6.1.1.	Flüssigkeitskühlung: Höchste Temperatur am Motorausstritt (K)						
3.6.1.2.	Luftkühlung						
3.6.1.2.1.	Bezugspunkt						
3.6.1.2.2.	Höchste Temperatur am Bezugspunkt (K)						
3.6.2.	Höchsttemperatur am Austritt aus dem Ladeluftkühler (K)						
3.6.3.	Höchste Abgastemperatur am Austrittsflansch des Abgaskrümmers oder Turboladers (K)						
3.6.4.	Kraftstofftemperatur: Mindesttemperatur (K) – Höchsttemperatur (K) bei Dieselmotoren am Einlass der Einspritzpumpe, bei Gasmotoren an der Druckregler-Endstufe						
3.6.5.	Schmiermitteltemperatur Mindesttemperatur (K) – Höchsttemperatur (K)						
3.8.	Schmiersystem						
3.8.1.	Beschreibung des Systems						
3.8.1.1.	Lage des Schmiermittelbehälters						
3.8.1.2.	Zuführungssystem (durch Pumpe/Einspritzung in den Einlass/Mischung mit Kraftstoff usw.) <sup>(1)</sup>						
3.8.2.	Schmiermittelpumpe						
3.8.2.1.	Marke(n)						
3.8.2.2.	Typ(en)						
3.8.3.	Mischung mit Kraftstoff						
3.8.3.1.	Mischungsverhältnis						
3.8.4.	Ölkühler: ja/nein <sup>(1)</sup>						
3.8.4.1.	Zeichnung(en)						

		Stamm-Motor oder Motor- typ	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
3.8.4.1.1.	Marke(n)						
3.8.4.1.2.	Typ(en)						

## TEIL 2

**Wesentliche Merkmale der Fahrzeugbauteile und -systeme hinsichtlich der Abgasemissionen**

		Stamm-Motor oder Motortyp	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
3.1.	Hersteller des Motors						
3.1.1.	Baumusterbezeichnung des Herstellers (gemäß Kennzeichnung am Motor oder sonstige Identifizierungsmerkmale)						
3.1.2.	(Gegebenenfalls) Genehmigungsnummer einschließlich Kennzeichnung des zu verwendenden Kraftstoffs						
3.2.2.	Kraftstoff						
3.2.2.3.	Kraftstoffzufuhrstutzen; verengter Durchmesser/Hinweisschild						
3.2.3.	Kraftstoffbehälter						
3.2.3.1.	Betriebskraftstoffbehälter						
3.2.3.1.1.	Anzahl der Kraftstoffbehälter und jeweiliges Fassungsvermögen						
3.2.3.2.	Reservekraftstoffbehälter						
3.2.3.2.1.	Anzahl der Kraftstoffbehälter und jeweiliges Fassungsvermögen						
3.2.8.	Ansaugsystem						
3.2.8.3.3.	Tatsächlicher Ansaugunterdruck bei Motornenn Drehzahl und bei Vollast (kPa)						
3.2.8.4.2.	Luftfilter, Zeichnungen						
3.2.8.4.2.1.	Marke(n)						
3.2.8.4.2.2.	Typ(en)						
3.2.8.4.3.	Ansauggeräuschdämpfer, Zeichnungen						
3.2.8.4.3.1.	Marke(n)						
3.2.8.4.3.2.	Typ(en)						
3.2.9.	Auspuffanlage						

		Stamm-Motor oder Motortyp	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
3.2.9.2.	Beschreibung und/oder Zeichnung der Auspuffanlage						
3.2.9.2.2.	Beschreibung und/oder Zeichnungen der Teile des Auspuffsystems, die nicht Bestandteil des Motorsystems sind						
3.2.9.3.1.	Tatsächlicher Abgasgegendruck bei Nenn-drehzahl und Vollast (nur bei Selbstzündungsmotoren) (kPa)						
3.2.9.7.	Volumen der Auspuffanlage (dm <sup>3</sup> )						
3.2.9.7.1.	Tatsächliches Volumen der vollständigen Auspuffanlage (Fahrzeug und Motorsystem) (dm <sup>3</sup> )						
3.2.12.2.7.	On-Board-Diagnosesystem (OBD-System)						
3.2.12.2.7.0.	Alternative Genehmigung im Sinne von Anhang 9A Absatz 2.4 dieser Regelung verwendet: ja/nein <sup>(1)</sup>						
3.2.12.2.7.1.	OBD-Bauteile im Fahrzeug						
3.2.12.2.7.2.	Gegebenenfalls Herstellerverweis auf die Dokumentation für den Einbau des OBD-Systems eines genehmigten Motors in ein Fahrzeug						
3.2.12.2.7.3.	Schriftliche und/oder bildliche Darstellung der Fehlfunktionsanzeige (MI) <sup>(10)</sup>						
3.2.12.2.7.4.	Schriftliche und/oder bildliche Darstellung der externen OBD-Kommunikationsschnittstelle <sup>(10)</sup>						
3.2.12.2.8.	Einrichtungen zur Gewährleistung der vollen Wirkung der Vorkehrungen für die Minderung der NO <sub>x</sub> -Emissionen						
3.2.12.2.8.0.	Alternative Genehmigung im Sinne von Anhang 11 <sup>(11)</sup> Absatz 2.1 dieser Regelung verwendet: ja/nein <sup>(1)</sup>						
3.2.12.2.8.1.	Fahrzeuginterne Bauteile der Systeme, die sicherstellen, dass die Einrichtungen zur Begrenzung der NO <sub>x</sub> -Emissionen ordnungsgemäß arbeiten						
3.2.12.2.8.2.	Aktivierung des Kriechmodus: „nach Neustart deaktivieren“ / „nach dem Tanken deaktivieren“ / „nach dem Parken deaktivieren“ <sup>(12)</sup>						

		Stamm-Motor oder Motortyp	Motoren einer Motorenfamilie				
			A	B	C	D	E
3.2.12.2.8.3.	Ggf. Herstellerverweis auf die Dokumentation für den Einbau des Systems, das sicherstellt, dass die Einrichtungen eines genehmigten Motors zur Begrenzung der NO <sub>x</sub> -Emissionen ordnungsgemäß arbeiten, in das Fahrzeug						
3.2.12.2.8.4.	Schriftliche und/oder bildliche Darstellung des Warnsignals <sup>(10)</sup>						
3.2.12.2.8.5.	Reagensbehälter und -zufuhrsystem beheizt/unbeheizt (siehe Anhang 11 Absatz 2.4 dieser Regelung)						

## Anmerkungen:

- (<sup>1</sup>) Nichtzutreffendes streichen (trifft mehr als eine Angabe zu, ist unter Umständen nichts zu streichen).
- (<sup>2</sup>) Enthalten die Merkmale zur Typidentifizierung Zeichen, die für die Typbeschreibung des Fahrzeugs, des Bauteils oder der selbständigen technischen Einheit gemäß diesem Beschreibungsbogen nicht wesentlich sind, so sind diese Schriftzeichen in den betreffenden Unterlagen durch das Symbol „?“ darzustellen (z. B. ABC?123??).
- (<sup>3</sup>) Diese Zahl ist auf das nächste Zehntel eines Millimeters zu runden.
- (<sup>4</sup>) Dieser Wert ist auf den nächsten vollen cm<sup>3</sup> zu runden.
- (<sup>5</sup>) Einschließlich Toleranzangabe.
- (<sup>6</sup>) Gemäß den Anforderungen von Regelung Nr. 85.
- (<sup>7</sup>) Den Größt- und Kleinstwert für jede Variante eintragen.
- (<sup>8</sup>) Zu dokumentieren im Fall einer einzigen OBD-Motorenfamilie und wenn noch nicht in den Unterlagen gemäß Anhang 1 Teil 1 Absatz 3.2.12.2.7.0.4 dokumentiert.
- (<sup>9</sup>) Kraftstoffverbrauch für den kombinierten WHTC-Zyklus einschließlich Kalt- und Warmstart gemäß Anhang 12.
- (<sup>10</sup>) Zu dokumentieren, wenn noch nicht in den Unterlagen gemäß Anhang 1 Teil 2 Absatz 3.2.12.2.7.2 dokumentiert.
- (<sup>11</sup>) Absatz 2.1 von Anhang 11 ist für künftige Alternativgenehmigungen bestimmt.
- (<sup>12</sup>) Nichtzutreffendes streichen.

Anlage zum Beschreibungsbogen

**Angaben zu den Prüfbedingungen**

- 1. Zündkerzen
  - 1.1. Fabrikmarke
  - 1.2. Typ
  - 1.3. Elektrodenabstand
- 2. Zündspule
  - 2.1. Fabrikmarke
  - 2.2. Typ
- 3. Schmiermittel
  - 3.1. Fabrikmarke
  - 3.2. Typ (Wenn das Schmiermittel dem Kraftstoff zugesetzt ist, ist der prozentuale Anteil des Öls in der Mischung anzugeben.)
- 4. Vom Motor angetriebene Nebenaggregate
  - 4.1. Die durch die Hilfseinrichtungen/Nebenaggregate aufgenommene Leistung ist nur zu ermitteln, wenn
    - a) notwendige Hilfseinrichtungen/Nebenaggregate nicht am Motor angebracht sind und/oder
    - b) nicht notwendige Hilfseinrichtungen/Nebenaggregate am Motor angebracht sind.

*Hinweis:* Bei der Emissionsprüfung und der Leistungsprüfung gelten unterschiedliche Anforderungen für vom Motor angetriebene Nebenaggregate.
  - 4.2. Aufzählung und Einzelheiten
  - 4.3. Leistungsaufnahme bei für die Emissionsprüfung spezifischen Motordrehzahlen

Tabelle 1

**Leistungsaufnahme bei für die Emissionsprüfung spezifischen Motordrehzahlen**

Ausrüstung	Leer-lauf	niedrige Drehzahl	hohe Drehzahl	Vorzugs-drehzahl <sup>2</sup>	n <sub>95h</sub>
P <sub>a</sub> Hilfseinrichtungen / Nebenaggregate gemäß Anhang 4 Anlage 6 erforderlich					
P <sub>b</sub> Hilfseinrichtungen / Nebenaggregate gemäß Anhang 4 Anlage 6 nicht erforderlich					

- 5. Motorleistung (Herstellerinformationen) <sup>(1)</sup>
  - 5.1. Motorprüfdrehzahlen bei der Emissionsprüfung gemäß Anhang 4 <sup>(9)</sup> oder Motorprüfdrehzahlen bei der Emissionsprüfung in Zweistoffbetrieb gemäß Anhang 4 <sup>(9)</sup>(<sup>df</sup>)
    - Niedrige Drehzahl (n<sub>lo</sub>) ..... rpm
    - Hohe Drehzahl (n<sub>hi</sub>) ..... rpm
    - Leerlaufdrehzahl ..... rpm
    - Vorzugsdrehzahl ..... rpm
    - n<sub>95h</sub> ..... rpm
  - 5.1.1. Motorprüfdrehzahlen bei der Emissionsprüfung in Dieselbetrieb gemäß Anhang 4 <sup>(9)</sup>(<sup>df</sup>)(<sup>di</sup>)

<sup>(1)</sup> Angaben zur Motorleistung sind nur für den Stamm-Motor zu machen.

Niedrige Drehzahl ( $n_{lo}$ ) .....	rpm
Hohe Drehzahl ( $n_{hi}$ ) .....	rpm
Leerlaufdrehzahl .....	rpm
Vorzugsdrehzahl .....	rpm
$n_{95h}$ .....	rpm
5.2. Erklärte Werte für die Leistungsprüfung gemäß Regelung Nr. 85 oder erklärte Werte für die Leistungsprüfung in Zweistoffbetrieb gemäß Regelung Nr. 85 <sup>(df)</sup>	
5.2.1. Leerlaufdrehzahl .....	rpm
5.2.2. Drehzahl bei Höchstleistung .....	rpm
5.2.3. Höchstleistung .....	kW
5.2.4. Drehzahl bei maximalem Drehmoment .....	rpm
5.2.5. Maximales Drehmoment .....	Nm
5.2.6. Erklärte Werte für die Leistungsprüfung in Dieselbetrieb gemäß Regelung Nr. 85 <sup>(df)(di)</sup>	
5.2.6.1. Leerlaufdrehzahl .....	rpm
5.2.6.2. Drehzahl bei Höchstleistung .....	rpm
5.2.6.3. Höchstleistung .....	kW
5.2.6.4. Drehzahl bei maximalem Drehmoment .....	rpm
5.2.6.5. Maximales Drehmoment .....	Nm
6. Angaben zur Lasteinstellung des Prüfstands (falls zutreffend)	
6.1. Für den Typ der Fahrzeugstruktur freigelassen (nicht zutreffend)	
6.2. Für den Getriebetyp freigelassen (nicht zutreffend)	
6.3. Angaben zu den Einstellungen des Prüfstands, feste Lastkurve (falls verwendet)	
6.3.1. andere Einstellungen des Prüfstands verwendet (ja/nein <sup>(1)</sup> )	
6.3.2. Trägheitsmasse (kg)	
6.3.3. Tatsächliche Leistungsaufnahme bei 80 km/h einschließlich Verdunstungsemissionen während des Fahrzeugbetriebs am Prüfstand (kW)	
6.3.4. Tatsächliche Leistungsaufnahme bei 50 km/h einschließlich Verdunstungsemissionen während des Fahrzeugbetriebs am Prüfstand (kW)	
6.4. Angaben zu den Einstellungen des Prüfstands, einstellbare Lastkurve (falls verwendet)	
6.4.1. Angaben zum Ausrollen auf der Prüfstrecke	
6.4.2. Reifen, Fabrikmarke und Typ	
6.4.3. Reifenabmessungen (Vorder-/Hinterreifen)	
6.4.4. Reifendruck (Vorder-/Hinterreifen) (kPa)	
6.4.5. Prüffahrzeugmasse einschließlich Fahrer (kg)	
6.4.6. Angaben zum Ausrollen auf der Fahrbahn (falls verwendet)	

<sup>(1)</sup> Nichtzutreffendes streichen.

Tabelle 2

**Angaben zum Ausrollen auf der Fahrbahn**

V (km/h)	V2 (km/h)	V1 (km/h)	Mittlere korrigierte Ausrollzeit
120			
100			
80			
60			
40			
20			

- 6.4.7. Mittlere korrigierte Leistung auf der Fahrbahn (falls verwendet)

Tabelle 3

**Mittlere korrigierte Leistung auf der Fahrbahn**

V (km/h)	korrigierte Leistung (kW)
120	
100	
80	
60	
40	
20	

7. Prüfbedingungen für OBD-Prüfung
- 7.1. Prüfzyklus zur Überprüfung des OBD-Systems
- 7.2. Vor den Prüfungen zur OBD-Überprüfung durchgeführte Zahl von Vorkonditionierungszyklen

## Anlage 1

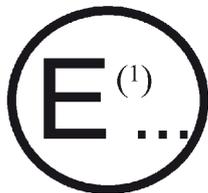
**Erläuterungen zu den Anhängen 1, 2A, 2B und 2C**

- (<sup>1</sup>) Nichtzutreffendes streichen (trifft mehr als eine Angabe zu, ist unter Umständen nichts zu streichen).
- (<sup>2</sup>) Einschließlich Toleranzangabe.
- (<sup>3</sup>) Den Größt- und Kleinstwert für jede Variante eintragen.
- (<sup>4</sup>) Zu dokumentieren im Fall einer einzigen OBD-Motorenfamilie und wenn noch nicht in den Unterlagen gemäß Anhang 1 Teil 1 Absatz 3.2.12.2.7.0.4 dokumentiert.
- (<sup>5</sup>) Kraftstoffverbrauch für den kombinierten WHTC-Zyklus einschließlich Kalt- und Warmstart gemäß Anhang 12.
- (<sup>6</sup>) Zu dokumentieren, wenn noch nicht in den Unterlagen gemäß Anhang 1 Teil 2 Absatz 3.2.12.2.7.2 dokumentiert.
- (<sup>7</sup>) Nichtzutreffendes streichen.
- (<sup>8</sup>) Angaben zur Motorleistung sind nur für den Stamm-Motor zu machen.
- (<sup>9</sup>) Einschließlich Toleranzangabe; diese muss im Bereich von  $\pm 3\%$  der vom Hersteller angegebenen Werte liegen.
- (<sup>a</sup>) Enthalten die Merkmale zur Typidentifizierung Zeichen, die für die Typbeschreibung des Fahrzeugs, des Bauteils oder der selbständigen technischen Einheit gemäß diesem Beschreibungsbogen nicht wesentlich sind, so sind diese Schriftzeichen in den betreffenden Unterlagen durch das Symbol „?“ darzustellen (z. B. ABC?123??).
- (<sup>b</sup>) Angabe gemäß den Begriffsbestimmungen in der Gesamtresolution über Fahrzeugtechnik (R.E.3) - Dokument ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.2.
- (<sup>c</sup>) Diese Zahl ist auf das nächste Zehntel eines Millimeters zu runden.
- (<sup>d</sup>) Sofern in dieser Regelung vorgeschrieben.
- (<sup>df</sup>) Bei Zweistoffmotoren oder -fahrzeugen (Typen gemäß Definition in Anhang 15).
- (<sup>dg</sup>) Außer bei Zweistoffmotoren oder -fahrzeugen (Typen gemäß Definition in Anhang 15).
- (<sup>dh</sup>) Bei Zweistoffmotoren oder -fahrzeugen ist der Typ des im Zweistoffbetrieb verwendeten gasförmigen Kraftstoffs nicht durchzustreichen.
- (<sup>di</sup>) Bei Zweistoffmotoren der Typen 1B, 2B, und 3B (Typen gemäß Definition in Anhang 15).
- (<sup>m</sup>) Dieser Wert ist auf den nächsten vollen  $\text{cm}^3$  zu runden.
- (<sup>n</sup>) Gemäß den Anforderungen von Regelung Nr. 85.
- (<sup>p</sup>) Absatz 2.1 von Anhang 11 ist für künftige Alternativgenehmigungen bestimmt.
-

ANHANG 2A

Mitteilung betreffend die Genehmigung eines Typs eines Motors oder einer Motorenfamilie als selbständige technische Einheit hinsichtlich der Emission von Schadstoffen nach der Regelung Nr. 49, Änderungsserie 06

(Größtformat: A4 (210 x 297 mm))



ausgestellt von: Bezeichnung der Behörde

.....  
.....  
.....

- über die <sup>(2)</sup>: Erteilung der Genehmigung
- Erweiterung der Genehmigung
- Versagung der Genehmigung
- Rücknahme der Genehmigung
- Endgültige Einstellung der Produktion

eines Typs eines Motors oder einer Motorenfamilie als selbständige technische Einheit hinsichtlich der Emission von Schadstoffen nach der Regelung Nr. 49, Änderungsserie 06

Nummer der Genehmigung .....

Nummer der Erweiterung .....

Grund für die Erweiterung .....

ABSCHNITT 1

- 0.1. Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers)
- 0.2. Typ
  - 0.2.1. Handelsname(n), sofern vorhanden
- 0.3. Merkmale zur Typidentifizierung, sofern an der selbständigen technischen Einheit vorhanden <sup>(a)</sup>
  - 0.3.1. Anbringungsstelle dieser Merkmale
- 0.4. Name und Anschrift des Herstellers
- 0.5. Anbringungsstelle und Anbringungsart des Genehmigungszeichens
- 0.6. Name(n) und Anschrift(en) der Fertigungsstätte(n)
- 0.7. (Ggf.) Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers

ABSCHNITT 2

- 1. Zusätzliche Angaben (soweit vorhanden): siehe Beiblatt
- 2. Technischer Dienst, der für die Durchführung der Prüfungen zuständig ist
- 3. Datum des Prüfberichts
- 4. Nummer des Prüfberichts
- 5. Bemerkungen (soweit vorhanden): siehe Beiblatt
- 6. Ort
- 7. Datum
- 8. Unterschrift

Anlagen: Beschreibungsunterlagen

Prüfbericht

\_\_\_\_\_

<sup>(1)</sup> Kennzahl des Landes, das die Genehmigung erteilt/erweitert/versagt oder zurückgenommen hat.  
<sup>(2)</sup> Nichtzutreffendes streichen.

## Beiblatt

**zur Typgenehmigungsmitteilung Nr. ... betreffend die Typgenehmigung eines Typs eines Motors oder einer Motorenfamilie als selbständige technische Einheit hinsichtlich der Abgasemissionen nach der Regelung Nr. 49 Änderungsserie 06**

1. Zusätzliche Angaben
  - 1.1. Anzugebende Einzelheiten im Zusammenhang mit der Typgenehmigung eines Fahrzeugs mit eingebautem Motor
    - 1.1.1. Fabrikmarke des Motors (Firmenname)
    - 1.1.2. Typ und Handelsbezeichnung (alle Varianten angeben)
    - 1.1.3. Herstellerseitige Kodierung, mit der der Motor gekennzeichnet ist
    - 1.1.4. Reserviert
    - 1.1.5. Motorart: Diesel/Benzin/LPG/NG-H/NG-L/NG-HL/Ethanol (ED95)/ Ethanol (E85)/Zweistoff<sup>(1)</sup>
      - 1.1.5.1. Typ des Zweistoff-Motors: Typ 1A/Typ 1B/Typ 2A/Typ 2B/Typ 3B <sup>(1)</sup> <sup>(d<sup>f</sup>)</sup>
    - 1.1.6. Name und Anschrift des Herstellers
    - 1.1.7. (Ggf.) Name und Anschrift des Beauftragten des Herstellers
  - 1.2. Wenn der in 1.1 genannte Motor eine Typgenehmigung als selbständige technische Einheit erhalten hat:
    - 1.2.1. Nummer der Typgenehmigung des Motors/der Motorenfamilie<sup>1</sup>
    - 1.2.2. Kalibrierungsnummer der Software des Motorsteuergeräts (ECU)
  - 1.3. Anzugebende Einzelheiten im Zusammenhang mit der Typgenehmigung eines Motors/einer Motorenfamilie<sup>1</sup> als selbständige technische Einheit (beim Einbau des Motors in ein Fahrzeug einzuhaltende Vorschriften)
    - 1.3.1. Höchster und/oder niedrigster Ansaugunterdruck
    - 1.3.2. Maximal zulässiger Abgasgegendruck
    - 1.3.3. Volumen der Auspuffanlage
    - 1.3.4. Nutzungsbeschränkungen (falls zutreffend)
  - 1.4. Emissionswerte des Motors/Stamm-Motors<sup>(1)</sup>  
 Verschlechterungsfaktor (DF): berechnet/vorgegeben<sup>(1)</sup>  
  
 Geben Sie die DF-Werte und die Emissionen während der WHSC-Prüfung (falls zutreffend) und der WHTC-Prüfung in der nachstehenden Tabelle an.  
  
 Werden Motoren mit verschiedenen Bezugskraftstoffen geprüft, sind die Tabellen für jeden der geprüften Bezugskraftstoffe zu erstellen.  
  
 Bei Zweistoffmotoren von Typ 1B und 2 B sind die Tabellen für jede geprüfte Betriebsart zu erstellen (Zweistoffbetrieb und Dieselpetrieb)
- 1.4.1. WHSC-Prüfung

Tabelle 4

**WHSC-Prüfung**

WHSC-Prüfung (falls zutreffend)							
DF	CO	THC	NMHC <sup>(d)</sup>	NO <sub>x</sub>	Partikelmasse	NH <sub>3</sub>	Partikelzahl
Mult/add <sup>(1)</sup>							
Emissionen	CO (mg/kWh)	THC (mg/kWh)	NMHC <sup>(d)</sup> (mg/kWh)	NO <sub>x</sub> (mg/kWh)	Partikelmasse (mg/kWh)	NH <sub>3</sub> ppm	Partikelzahl (#/kWh)
Prüfergebnis							
Mit DF berechnet							
CO <sub>2</sub> -Emissionen (Emissionsmenge) <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh							
Kraftstoffverbrauch <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh							

1.4.2. WHTC-Prüfung

Tabelle 5  
WHTC-Prüfung

WHTC-Prüfung								
DF	CO	THC <sup>(d)</sup>	NMHC <sup>(d)</sup>	CH <sub>4</sub> <sup>(d)</sup>	NO <sub>x</sub>	Partikelmasse	NH <sub>3</sub>	Partikelzahl
Mult/add <sup>(1)</sup>								
Emissionen	CO (mg/kWh)	THC <sup>(d)</sup> (mg/kWh)	NMHC <sup>(d)</sup> (mg/kWh)	CH <sub>4</sub> <sup>(d)</sup> (mg/kWh)	NO <sub>x</sub> (mg/kWh)	Partikelmasse (mg/kWh)	NH <sub>3</sub> ppm	Partikelzahl (#/kWh)
Kaltstart								
Warmstart ohne Regeneration								
Warmstart mit Regeneration <sup>(1)</sup>								
k <sub>r,u</sub> (mult/add) <sup>(1)</sup>								
k <sub>r,d</sub> (mult/add) <sup>(1)</sup>								
Gewichtetes Prüfergebnis								
Abschliessendes Prüfergebnis mit DF								
CO <sub>2</sub> -Emissionen (Emissionsmenge) <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh								
Kraftstoffverbrauch <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh								

1.4.3. Leerlaufprüfung

Tabelle 6  
Leerlaufprüfung

Prüfung	CO-Wert (Vol.-%)	Lambda <sup>(1)</sup>	Motordrehzahl (min <sup>-1</sup> )	Motoröltemperatur (°C)
Prüfung bei niedriger Leerlaufdrehzahl		entfällt		
Prüfung bei hoher Leerlaufdrehzahl				

1.4.4. Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmesseinrichtungen (PEMS)

Tabelle 6a  
Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmesseinrichtungen (PEMS)

Fahrzeugtyp (z. B. M3, N3) und Anwendung (z. B. Solofahrzeug oder Sattelkraftfahrzeug, Stadtbus)						
Fahrzeugbeschreibung (z. B. Fahrzeugmodell, Prototyp)						
Positive/negative Ergebnisse <sup>(7)</sup>	CO	THC	NMHC	CH <sub>4</sub>	NO <sub>x</sub>	Partikelmasse
Übereinstimmungsfaktor des Arbeitsfensters						
Übereinstimmungsfaktor des Fensters der CO <sub>2</sub> -Masse						

Angaben zur Fahrt	innerstädtisch	außerstädtisch	Autobahn
Anteile der Fahrzeit innerstädtisch, außerstädtisch und auf der Autobahn nach Anhang 8 Absatz 4.5			
Anteile der Fahrzeit mit Beschleunigung, Verlangsamungen, Reisegeschwindigkeit und Halten nach Anhang 8 Absatz 4.5.5			
	min.	max.	
Durchschnittliche Motorleistung des Arbeitsfensters (%)			
Dauer des Fensters der CO <sub>2</sub> -Masse (s)			
Arbeitsfenster: Prozentsatz der gültigen Fenster			
Fenster der CO <sub>2</sub> -Masse: Prozentsatz der gültigen Fenster			
Konsistenzwert des Kraftstoffverbrauchs			

## 1.5. Messung der Leistung

## 1.5.1. Motorleistung, gemessen auf dem Prüfstand

Tabelle 7

**Motorleistung, gemessen auf dem Prüfstand**

Gemessene Motordrehzahl (rpm)							
Gemessener Kraftstoffdurchfluss, (g/h)							
Gemessenes Drehmoment (Nm)							
Gemessene Leistung (kW)							
Luftdruck (kPa)							
Wasserdampfdruck (kPa)							
Ansauglufttemperatur (K)							
Leistungskorrekturfaktor							
korrigierte Leistung (kW)							
Leistung der Hilfseinrichtungen (kW) <sup>(1)</sup>							
Nutzleistung (kW)							
Nutzdrehmoment (Nm)							
Korrigierter spezifischer Kraftstoffverbrauch (g/kWh)							

## 1.5.2. Zusätzliche Daten

## 1.6. Besondere Bestimmungen

## 1.6.1. Erteilung von Genehmigungen für zur Ausfuhr bestimmte Fahrzeuge (siehe Absatz 13.4.1 dieser Regelung)

1.6.1.1. Erteilte Genehmigungen für zur Ausfuhr bestimmte Fahrzeuge im Einklang mit Absatz 1.6.1: ja/nein <sup>(2)</sup>

## 1.6.1.2. Vorlage einer Beschreibung der in Absatz 1.6.1.1 genannten und erteilten Genehmigungen einschließlich der Änderungsserien dieser Regelung und der Stufe der Emissionsgrenzwerte, auf die sich diese Genehmigung bezieht.

## 1.6.2. Austauschmotoren für zugelassene Fahrzeuge (siehe Absatz 13.4.2 dieser Regelung)

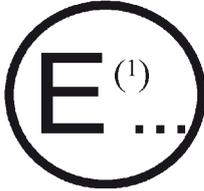
1.6.2.1. Erteilte Genehmigungen für Austauschmotoren für zugelassene Fahrzeuge im Einklang mit Absatz 1.6.2: ja/nein <sup>(2)</sup>

- 1.6.2.2. Vorlage einer Beschreibung der in Absatz 1.6.2.1 genannten und erteilten Genehmigungen für Austauschmotoren für zugelassene Fahrzeuge einschließlich der Änderungsserien dieser Regelung und der Stufe der Emissionsgrenzwerte, auf die sich diese Genehmigung bezieht.
  - 1.7. Alternativgenehmigungen (siehe Anhang 9A Absatz 2.4)
  - 1.7.1. Alternativgenehmigungen die in Einklang mit Absatz 1.7 erteilt wurden: ja/nein <sup>(2)</sup>
  - 1.7.2. Vorlage einer Beschreibung der Alternativgenehmigungen gemäß Absatz 1.7.1.
-

## ANHANG 2B

**Mitteilung betreffend die Genehmigung eines Fahrzeugtyps mit einem genehmigten Motor hinsichtlich der Emission von Schadstoffen nach der Regelung Nr. 49, Änderungsserie 06**

(Größtformat: A4 (210 x 297 mm))



ausgestellt von: Bezeichnung der Behörde

.....  
 .....  
 .....

über die <sup>(2)</sup>: Erteilung der Genehmigung  
 Erweiterung der Genehmigung  
 Versagung der Genehmigung  
 Rücknahme der Genehmigung  
 Endgültige Einstellung der Produktion

eines Fahrzeugtyps mit einem genehmigten Motor hinsichtlich der Emission von Schadstoffen nach der Regelung Nr. 49 Änderungsserie 06

Nummer der Genehmigung .....

Nummer der Erweiterung .....

Grund für die Erweiterung .....

Erläuterungen zu den Fußnoten befinden sich in Anhang 1 Anlage 1.

## ABSCHNITT 1

- 0.1. Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers)
- 0.2. Typ
- 0.3. Merkmale zur Typidentifizierung, sofern am Fahrzeug vorhanden <sup>(a)</sup>
  - 0.3.1. Anbringungsstelle dieser Merkmale
- 0.4. Fahrzeugklasse <sup>(b)</sup>
- 0.5. Name und Anschrift des Herstellers
- 0.6. Name(n) und Anschrift(en) der Fertigungsstätte(n)
- 0.7. (Ggf.) Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers

## ABSCHNITT 2

1. Zusätzliche Angaben (soweit vorhanden)
2. Technischer Dienst, der für die Durchführung der Prüfungen zuständig ist
3. Datum des Prüfberichts
4. Nummer des Prüfberichts
5. Bemerkungen (soweit vorhanden)
6. Ort
7. Datum
8. Unterschrift

Im Falle der Erweiterung der Typgenehmigung eines Fahrzeugs mit einer Bezugsmasse von mehr als 2 380 kg, aber nicht mehr als 2 610 kg, sind auch die Kohlendioxidemissionen (g/km) und der Kraftstoffverbrauch (l/100 km) gemäß Anhang 8 der Regelung Nr. 101 zu melden.

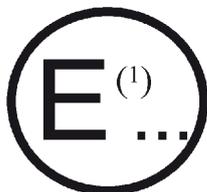
<sup>(1)</sup> Kennzahl des Landes, das die Genehmigung erteilt/erweitert/versagt oder zurückgenommen hat.

<sup>(2)</sup> Nichtzutreffendes streichen.

ANHANG 2C

Mitteilung betreffend die Genehmigung eines Fahrzeugtyps hinsichtlich der Emission von Schadstoffen nach der Regelung Nr. 49, Änderungsserie 06

(Größtformat: A4 (210 × 297 mm))



ausgestellt von: Bezeichnung der Behörde

.....  
.....  
.....

- über die <sup>(2)</sup>: Erteilung der Genehmigung
- Erweiterung der Genehmigung
- Versagung der Genehmigung
- Rücknahme der Genehmigung
- Endgültige Einstellung der Produktion

eines Fahrzeugtyps hinsichtlich der Emission von Schadstoffen nach der Regelung Nr. 49, Änderungsserie 06

Nummer der Genehmigung .....

Nummer der Erweiterung .....

Grund für die Erweiterung .....

ABSCHNITT 1

- 0.1. Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers)
- 0.2. Typ
  - 0.2.1. Handelsname(n), sofern vorhanden
- 0.3. Merkmale zur Typidentifizierung, sofern am Fahrzeug vorhanden <sup>(a)</sup>
  - 0.3.1. Anbringungsstelle dieser Merkmale
- 0.4. Fahrzeugklasse <sup>(b)</sup>
- 0.5. Name und Anschrift des Herstellers
- 0.6. Name(n) und Anschrift(en) der Fertigungsstätte(n)
- 0.7. (Ggf.) Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers

ABSCHNITT 2

- 1. Zusätzliche Angaben (soweit vorhanden): siehe Beiblatt
- 2. Technischer Dienst, der für die Durchführung der Prüfungen zuständig ist
- 3. Datum des Prüfberichts
- 4. Nummer des Prüfberichts
- 5. Bemerkungen (soweit vorhanden): siehe Beiblatt
- 6. Ort
- 7. Datum
- 8. Unterschrift

Anlagen: Beschreibungsunterlagen

Prüfbericht

Beiblatt

Im Falle der Erweiterung der Typp Genehmigung eines Fahrzeugs mit einer Bezugsmasse von mehr als 2 380 kg, aber nicht mehr als 2 610 kg, sind auch die Kohlendioxidemissionen (g/km) und der Kraftstoffverbrauch (l/100 km) gemäß Anhang 8 der Regelung Nr. 101 zu melden.

<sup>(1)</sup> Kennzahl des Landes, das die Genehmigung erteilt/erweitert/versagt oder zurückgenommen hat.

<sup>(2)</sup> Nichtzutreffendes streichen.

## Beiblatt

**zur Typgenehmigungsmitteilung Nr. ... betreffend die Typgenehmigung eines Fahrzeugtyps hinsichtlich der Emission von Schadstoffen nach der Regelung Nr. 49, Änderungsserie 06**

1. Zusätzliche Angaben
  - 1.1. Anzugebende Einzelheiten im Zusammenhang mit der Typgenehmigung eines Fahrzeugs mit eingebautem Motor
    - 1.1.1. Fabrikmarke des Motors (Firmenname)
    - 1.1.2. Typ und Handelsbezeichnung (alle Varianten angeben)
    - 1.1.3. Herstellerseitige Kodierung, mit der der Motor gekennzeichnet ist
    - 1.1.4. Fahrzeugklasse
    - 1.1.5. Motorart: Diesel/Benzin/LPG/NG-H/NG-L/NG-HL/Ethanol (ED95)/ Ethanol (E85)/Zweistoff <sup>(1)</sup>
      - 1.1.5.1. Typ des Zweistoff-Motors: Typ 1A/Typ 1B/Typ 2A/Typ 2B/Typ 3B <sup>(1)</sup> <sup>(d)</sup>
    - 1.1.6. Name und Anschrift des Herstellers
    - 1.1.7. (Ggf.) Name und Anschrift des Beauftragten des Herstellers
  - 1.2. Fahrzeug
    - 1.2.1. Nummer der Typgenehmigung des Motors/der Motorenfamilie <sup>(1)</sup>
    - 1.2.2. Kalibrierungsnummer der Software des Motorsteuergeräts (ECU)
  - 1.3. Anzugebende Einzelheiten im Zusammenhang mit der Typgenehmigung eines Motors/einer Motorenfamilie <sup>(1)</sup> (beim Einbau des Motors in ein Fahrzeug einzuhaltende Vorschriften)
    - 1.3.1. Höchster und/oder niedrigster Ansaugunterdruck
    - 1.3.2. Maximal zulässiger Abgasgedrückt
    - 1.3.3. Volumen der Auspuffanlage
    - 1.3.4. Nutzungsbeschränkungen (falls zutreffend)
  - 1.4. Emissionswerte des Motors/Stamm-Motors <sup>(1)</sup>

Verschlechterungsfaktor (DF): berechnet/vorgegeben <sup>(1)</sup>

Geben Sie die DF-Werte und die Emissionen während der WHSC-Prüfung (falls zutreffend) und der WHTC-Prüfung in der nachstehenden Tabelle an.

Werden Motoren mit verschiedenen Bezugskraftstoffen geprüft, sind die Tabellen für jeden der geprüften Bezugskraftstoffe zu erstellen.

Bei Zweistoffmotoren von Typ 1B und 2 B sind die Tabellen für jede geprüfte Betriebsart zu erstellen (Zweistoffbetrieb und Dieselbetrieb)
- 1.4.1. WHSC-Prüfung

Tabelle 4

**WHSC-Prüfung**

WHSC-Prüfung (falls zutreffend)							
DF	CO	THC	NMHC <sup>(d)</sup>	NO <sub>x</sub>	Partikelmasse	NH <sub>3</sub>	Partikelzahl
Mult/add <sup>(1)</sup>							
Emissionen	CO (mg/kWh)	THC (mg/kWh)	NMHC <sup>(d)</sup> (mg/kWh)	NO <sub>x</sub> (mg/kWh)	Partikelmasse (mg/kWh)	NH <sub>3</sub> ppm	Partikelzahl (#/kWh)
Prüfergebnis							
Mit DF berechnet							
CO <sub>2</sub> -Emissionen (Emissionsmenge) <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh							
Kraftstoffverbrauch <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh							

## 1.4.2. WHTC-Prüfung

Tabelle 5

**WHTC-Prüfung**

WHTC-Prüfung								
DF	CO	THC <sup>(d)</sup>	NMHC <sup>(d)</sup>	CH <sub>4</sub> <sup>(d)</sup>	NO <sub>x</sub>	Partikel- masse	NH <sub>3</sub>	Partikel- zahl
Mult/add <sup>(1)</sup>								
Emissionen	CO (mg/kWh)	THC <sup>(d)</sup> (mg/kWh)	NMHC <sup>(d)</sup> (mg/kWh)	CH <sub>4</sub> <sup>(d)</sup> (mg/kWh)	NO <sub>x</sub> (mg/kWh)	Partikel- masse (mg/kWh)	NH <sub>3</sub> ppm	Partikel- zahl (#/kWh)
Kaltstart								
Warmstart ohne Regeneration								
Warmstart mit Regeneration <sup>(1)</sup>								
k <sub>r,u</sub> (mult/add) <sup>(1)</sup>								
k <sub>r,d</sub> (mult/add) <sup>(1)</sup>								
Gewichtetes Prüfergebnis								
Abschlies- sendes Prüfergeb- nis mit DF								
CO <sub>2</sub> -Emissionen (Emissionsmenge) <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh								
Kraftstoffverbrauch <sup>(d)</sup> : ..... g/kWh								

## 1.4.3. Leerlaufprüfung

Tabelle 6

**Leerlaufprüfung**

Prüfung	CO-Wert (Vol.-%)	Lambda <sup>(1)</sup>	Motordrehzahl (min <sup>-1</sup> )	Motoröltemperatur (°C)
Prüfung bei niedriger Leerlaufdrehzahl		entfällt		
Prüfung bei hoher Leer- laufdrehzahl				

## 1.4.4. Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmeseinrichtungen (PEMS)

Tabelle 6a

**Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmeseinrichtungen (PEMS)**

Fahrzeugtyp (z. B. M <sub>3</sub> , N <sub>3</sub> ) und Anwendung (z. B. Solofahrzeug oder Sattelkraftfahrzeug, Stadtbus)	
Fahrzeugbeschreibung (z. B. Fahrzeugmodell, Prototyp)	

Positive/negative Ergebnisse ( <sup>7</sup> )	CO	THC	NMHC	CH <sub>4</sub>	NO <sub>x</sub>	Partikelmasse
Übereinstimmungsfaktor des Arbeitsfensters						
Übereinstimmungsfaktor des Fensters der CO <sub>2</sub> -Masse						
Angaben zur Fahrt	innerstädtisch		außerstädtisch		Autobahn	
Anteile der Fahrzeit innerstädtisch, außerstädtisch und auf der Autobahn nach Anhang 8 Absatz 4.5						
Anteile der Fahrzeit mit Beschleunigung, Verlangsamungen, Reisegeschwindigkeit und Halten nach Anhang 8 Absatz 4.5.5						
	min.			max.		
Durchschnittliche Motorleistung des Arbeitsfensters (%)						
Dauer des Fensters der CO <sub>2</sub> -Masse (s)						
Arbeitsfenster: Prozentsatz der gültigen Fenster						
Fenster der CO <sub>2</sub> -Masse: Prozentsatz der gültigen Fenster						
Konsistenzwert des Kraftstoffverbrauchs						

## 1.5. Messung der Leistung

## 1.5.1. Motorleistung, gemessen auf dem Prüfstand

Tabelle 7

**Motorleistung, gemessen auf dem Prüfstand**

Gemessene Motordrehzahl (rpm)						
Gemessener Kraftstoffdurchfluss, (g/h)						
Gemessenes Drehmoment (Nm)						
Gemessene Leistung (kW)						
Luftdruck (kPa)						
Wasserdampfdruck (kPa)						
Ansauglufttemperatur (K)						
Leistungskorrekturfaktor						
korrigierte Leistung (kW)						
Leistung der Hilfseinrichtungen (kW) ( <sup>1</sup> )						
Nutzleistung (kW)						
Nutzdrehmoment (Nm)						
Korrigierter spezifischer Kraftstoffverbrauch (g/kWh)						

## 1.5.2. Zusätzliche Daten

## 1.6. Besondere Bestimmungen

## 1.6.1. Erteilung von Genehmigungen für zur Ausfuhr bestimmte Fahrzeuge (siehe Absatz 13.4.1 dieser Regelung)

- 1.6.1.1. Erteilte Genehmigungen für zur Ausfuhr bestimmte Fahrzeuge im Einklang mit Absatz 1.6.1: Yes/No <sup>(2)</sup>
  - 1.6.1.2. Vorlage einer Beschreibung der in Absatz 1.6.1.1 genannten und erteilten Genehmigungen einschließlich der Änderungsserien dieser Regelung und der Stufe der Emissionsgrenzwerte, auf die sich diese Genehmigung bezieht.
  - 1.7. Alternativgenehmigungen (siehe Anhang 9A Absatz 2.4)
  - 1.7.1. Alternativgenehmigungen die in Einklang mit Absatz 1.7 erteilt wurden: ja/nein <sup>(2)</sup>
  - 1.7.2. Vorlage einer Beschreibung der Alternativgenehmigungen gemäß Absatz 1.7.1.
-

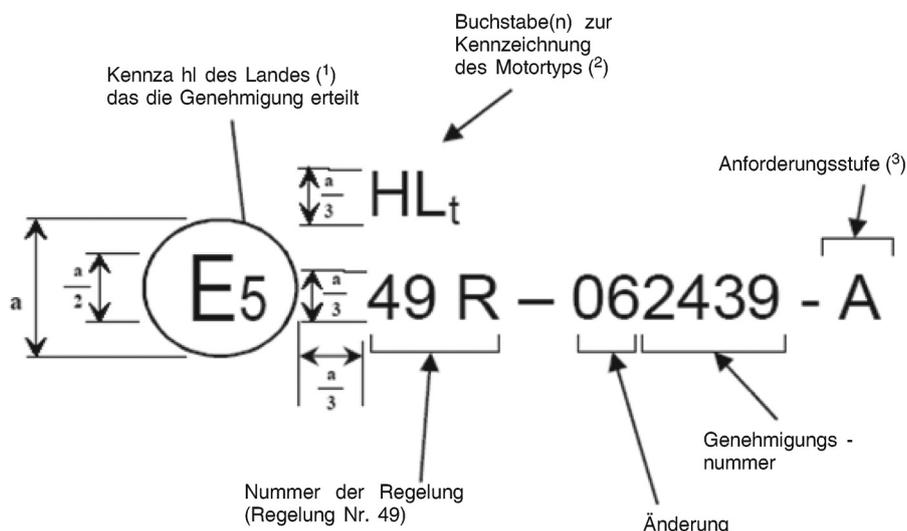
## ANHANG 3

## ANORDNUNGEN DER GENEHMIGUNGSZEICHEN

Auf dem nach Absatz 4 dieser Regelung ausgegebenen und an einem Motorsystem oder Fahrzeug angebrachten Genehmigungszeichen ist nach der Typgenehmigungsnummer ein Buchstabe gemäß Tabelle 1 dieses Anhangs hinzuzufügen, der für die Anforderungsstufe steht, für die die Genehmigung gilt. Zusätzlich sollte das Genehmigungszeichen auch einen Buchstaben gemäß Tabelle 2 dieses Anhangs enthalten, aus dem der Motortyp hervorgeht.

In diesem Anhang wird die Gestaltungsform des Zeichens erläutert und anhand von Beispielen veranschaulicht, wie es zusammengesetzt ist.

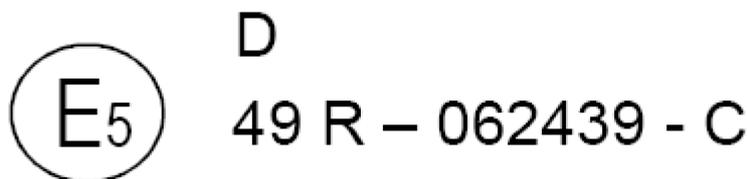
In der folgenden schematischen Darstellung werden die allgemeine Auslegung, die Größenverhältnisse und die Inhalte der Kennzeichnungen gezeigt. Die Bedeutung der Zahlen und alphabetischen Zeichen wird angegeben und es wird ferner auf Quellen verwiesen, die es ermöglichen, die entsprechenden Alternativen für jeden Genehmigungsfall festzustellen.



$a = 8 \text{ mm (min.)}$

Beispiel 1

Mit Dieselmotortreibstoff (B7) betriebener Selbstzündungsmotor



Das oben dargestellte, an einem Motor oder einem Fahrzeug nach Absatz 4 dieser Regelung angebrachte Genehmigungszeichen besagt, dass der betreffende Motor oder Fahrzeugtyp in Schweden ( $E_5$ ) nach der Regelung Nr. 49 Änderungsserie 06 unter der Genehmigungsnummer 2439 genehmigt worden ist. Aus dem Buchstaben nach der Genehmigungsnummer geht die Anforderungsstufe gemäß Tabelle 1 hervor (in diesem Fall Stufe A). Ein eigenständiges Kürzel nach der Kennzahl des Landes (und über der Regelungsnummer) gibt den Motortyp gemäß Tabelle 2 an (in diesem Fall „D“ für Diesel).

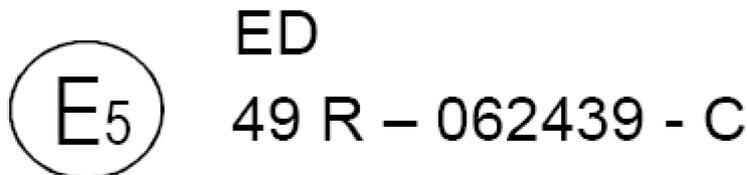
(1) Kennzahl des Landes gemäß der Fußnote in Absatz 4.12.3.1 dieser Regelung.

(2) Gemäß Tabelle 2 dieses Anhangs.

(3) Gemäß Tabelle 1 dieses Anhangs.

Beispiel 2

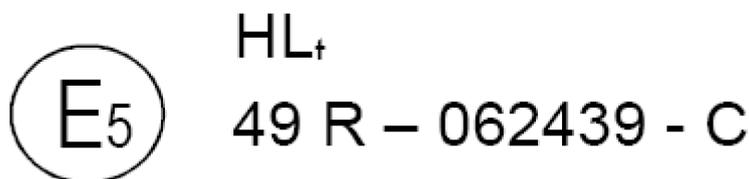
Mit Ethanol (ED95) betriebener Selbstzündungsmotor



Das oben dargestellte, an einem Motor oder einem Fahrzeug nach Absatz 4 dieser Regelung angebrachte Genehmigungszeichen besagt, dass der betreffende Motor oder Fahrzeugtyp in Schweden (E<sub>5</sub>) nach der Regelung Nr. 49 Änderungsserie 06 unter der Genehmigungsnummer 2439 genehmigt worden ist. Aus dem Buchstaben nach der Genehmigungsnummer geht die Anforderungsstufe gemäß Tabelle 1 hervor (in diesem Fall Stufe B). Ein eigenständiges Kürzel nach der Kennzahl des Landes (und über der Regelungsnummer) gibt den Motortyp gemäß Tabelle 2 an (in diesem Fall „ED“ für Ethanol (ED95)).

Beispiel 3

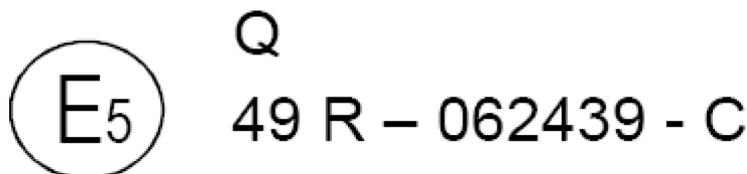
Mit Erdgas betriebener Fremdzündungsmotor



Das oben dargestellte, an einem Motor oder einem Fahrzeug nach Absatz 4 dieser Regelung angebrachte Genehmigungszeichen besagt, dass der betreffende Motor oder Fahrzeugtyp in Schweden (E<sub>5</sub>) nach der Regelung Nr. 49, Änderungsserie 06 unter der Genehmigungsnummer 2439 genehmigt worden ist. Aus dem Buchstaben nach der Genehmigungsnummer geht die Anforderungsstufe gemäß Tabelle 1 hervor (in diesem Fall Stufe C). Ein eigenständiges Kürzel nach der Kennzahl des Landes (und über der Regelungsnummer) gibt die gemäß Absatz 4.12.3.3.6 dieser Regelung bestimmte Gasgruppe an (in diesem Fall HL<sub>+</sub>).

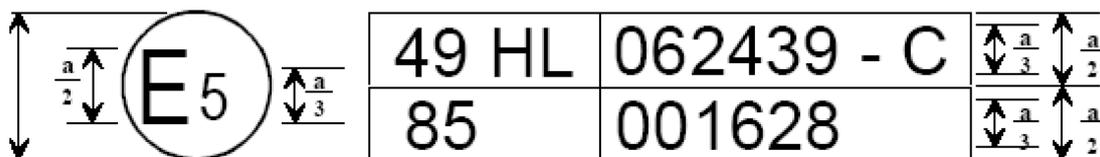
Beispiel 4

Mit Flüssiggas (LPG) betriebener Fremdzündungsmotor



Das oben dargestellte, an einem Motor oder einem Fahrzeug nach Absatz 4 dieser Regelung angebrachte Genehmigungszeichen besagt, dass der betreffende Motor oder Fahrzeugtyp in Schweden (E<sub>5</sub>) nach der Regelung Nr. 49, Änderungsserie 06 unter der Genehmigungsnummer 2439 genehmigt worden ist. Aus dem Buchstaben nach der Genehmigungsnummer geht die Anforderungsstufe gemäß Tabelle 1 hervor (in diesem Fall Stufe C). Ein eigenständiges Kürzel nach der Kennzahl des Landes (und über der Regelungsnummer) gibt den Motortyp gemäß Tabelle 2 an (in diesem Fall „Q“ für Flüssiggas).

Beispiel 5



Das oben dargestellte, an einem mit Erdgas der Gasgruppe HL betriebenen Motor/Fahrzeug angebrachte Genehmigungszeichen bedeutet, dass der betreffende Motor- oder Fahrzeugtyp in Schweden (E<sub>5</sub>) nach der Regelung Nr. 49 (in diesem Fall Stufe C) und der Regelung Nr. 85 <sup>(1)</sup> genehmigt wurde. Die ersten beiden Ziffern der Genehmigungsnummern geben an, dass zum Zeitpunkt der Erteilung der Genehmigungen die Regelung Nr. 49 die Änderungsserie 06 enthielt und die Regelung Nr. 85 in ihrer ursprünglichen Form vorlag.

<sup>(1)</sup> Die Regelung Nr. 85 wird nur als Beispiel genannt.

Tabelle 1

**Buchstaben und ihre Entsprechungen in Bezug auf Anforderungen für OBD- und SCR-Systeme**

Buchstabe	NO <sub>x</sub> OTL <sup>(1)</sup>	PM OTL <sup>(2)</sup>	Reagensqualität und -verbrauch	Additional OBD monitors <sup>(3)</sup>	Zeitpunkt der Umsetzung neue Typen	Zeitpunkt des Erlöschens der Gültigkeit der Typgenehmigung
A <sup>(4)</sup>	Zeile „Übergangszeit“ in Anhang 9A Tabellen 1 und 2	Leistungsüberwachung <sup>(5)</sup>	Übergangszeit <sup>(6)</sup>	entfällt	Tag des Inkrafttretens der Änderungsserie 06 von Reg. Nr. 49	1. September 2014
B <sup>(4)</sup>	Zeile „Übergangszeit“ in Anhang 9A Tabellen 1 und 2	Zeile „Übergangszeit“ in Anhang 9A Tabelle 1	Übergangszeit <sup>(6)</sup>	entfällt	1. September 2014	31. Dezember 2016
C	Zeile „Allgemeine Anforderungen“ in Anhang 9A Tabellen 1 und 2	Zeile „Allgemeine Anforderungen“ in Anhang 9A Tabelle 1	Allgemein <sup>(7)</sup>	Ja	31. Dezember 2015	

**Anmerkungen:**

- <sup>(1)</sup> Überwachungsanforderungen hinsichtlich der OBD-Schwellenwerte für NO<sub>x</sub> gemäß Anhang 9A Tabellen 1 und 2.  
<sup>(2)</sup> Überwachungsanforderungen hinsichtlich der OBD-Schwellenwerte für Partikel gemäß Anhang 9A Tabelle 1.  
<sup>(3)</sup> Die Anforderungen an den Plan und an die Durchführung der Überwachungsmethoden gemäß Anhang 9A Absätze 2.3.1.2 und 2.3.1.2.1.  
<sup>(4)</sup> Während der in Absatz 4.10.7 dieser Regelung festgelegten Übergangszeit ist der Hersteller davon befreit, die gemäß Anhang 9A Absatz 6.4.1 erforderliche Erklärung vorzulegen.  
<sup>(5)</sup> Anforderungen an die Leistungsüberwachung gemäß Anhang 9A Absatz 2.3.2.2.  
<sup>(6)</sup> Reagensqualität und -verbrauch, Anforderungen für die Übergangszeit gemäß Anhang 11 Absätze 7.1.1.1 und 8.4.1.1.  
<sup>(7)</sup> Reagensqualität und -verbrauch, allgemeine Anforderungen gemäß Anhang 11 Absätze 7.1.1 und 8.4.1.

Tabelle 2

**Kodierung der Motortypen für Genehmigungszeichen**

Motortyp	Code
Mit Diesel betriebene Selbstzündungsmotoren	D
Mit Ethanol (ED95) betriebene Selbstzündungsmotoren	ED
Mit Ethanol (E85) betriebene Fremdzündungsmotoren	E85
Mit Benzin betriebene Fremdzündungsmotoren	P
Mit Flüssiggas (LPG) betriebene Fremdzündungsmotoren	Q
Mit Erdgas betriebene Fremdzündungsmotoren	Siehe Absatz 4.12.3.3.6 dieser Regelung
Zweistoff-Motoren	Siehe Absatz 4.12.3.3.7 dieser Regelung

## ANHANG 4

## PRÜFVERFAHREN

## 1. VORBEMERKUNG

Diesem Anhang liegt der weltweit harmonisierte Prüfzyklus für schwere Nutzfahrzeuge (WHDC), Globale Technische Regelung (GTR) Nr. 4 zugrunde.

2. FREI GELASSEN. <sup>(1)</sup>

## 3. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN, SYMBOLE UND ABKÜRZUNGEN

## 3.1. Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser Regelung ist/sind

3.1.1. „*angegebene Höchstleistung* ( $P_{max}$ )“ die vom Hersteller in seinem Antrag auf Typgenehmigung angegebene Höchstleistung in EWG-kW (Nutzleistung);

3.1.2. „*Ansprechverzögerung*“ die Zeitspanne zwischen einer Veränderung der Konzentration eines Schadstoffes am jeweiligen Bezugspunkt und der Anzeige von 10 % des abgelesenen Endwertes ( $t_{10}$ ). Bei gasförmigen Bestandteilen ist dies im Wesentlichen die Verlagerungszeit der gemessenen Komponente von der Probenahmesonde zum Detektor;

3.1.3. „*Drift*“ die Differenz zwischen der Nullwert- oder Vollausschlaganzeige des Messgeräts nach einer Emissionsprüfung zu jener davor;

3.1.4. „*Vollstromverdünnung*“ die Vermischung des gesamten Abgasstroms mit einem Verdünnungsmittel vor Abtrennung eines Teils des verdünnten Abgases zur Analyse;

3.1.5. „*hohe Drehzahl* ( $n_{hi}$ )“ die höchste Motordrehzahl, bei der sich 70 % der angegebenen Höchstleistung einstellen;

3.1.6. „*niedrige Drehzahl* ( $n_{lo}$ )“ die niedrigste Motordrehzahl, bei der sich 55 % der angegebenen Höchstleistung einstellen;

3.1.7. „*Höchstleistung* ( $P_{max}$ )“ die vom Hersteller angegebene größte Motorleistung in kW;

3.1.8. „*Drehzahl bei maximalem Drehmoment*“ die Drehzahl, bei der der Motor das vom Hersteller angegebene höchste Drehmoment abgibt;

3.1.9. „*Normierter Drehmomentwert*“ das Motordrehmoment, das in Prozenten des für die Motordrehzahl maximal verfügbaren Drehmoments ausgedrückt wird;

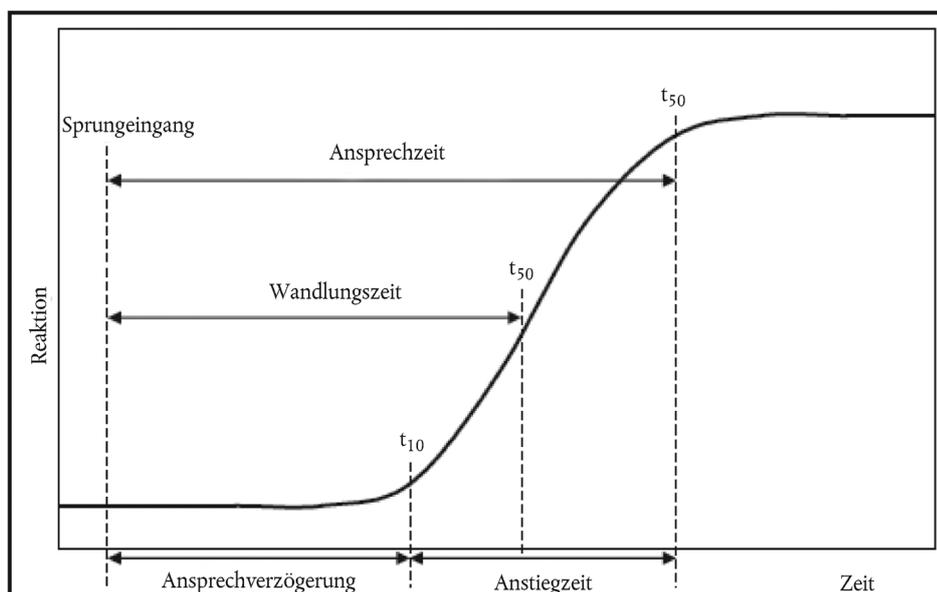
3.1.10. „*Bedieneingabe*“ eine Eingabe des Bedienpersonals zur Steuerung des Motors. The operator may be a person (i.e., manual), or a governor

(i.e., automatic) that mechanically or electronically signals an input that demands engine output. Die Eingabe kann erfolgen: über ein Gaspedal, einen Signalgeber, einen Drosselklappen-Hebel oder ein Drosselklappen-Steuersignal, einen Kraftstoff-Einstellhebel oder ein Kraftstoff-Einstellsignal, einen Drehzahl-Einstellhebel oder ein Drehzahl-Einstellsignal oder mittels der Einstellung oder der Signalgabe eines Motorreglers;

<sup>(1)</sup> Die Nummerierung der Teile dieses Anhangs entspricht der Nummerierung der GTR Nr. 4 für WHDC. Einige Teile der WHDC-GTR werden für diesen Anhang jedoch nicht benötigt.

- 3.1.11. „*Teilstromverdünnung*“ die Abtrennung eines Teils des Gesamtabgasstroms und die Vermischung dieses Teils mit einer ausreichenden Menge Verdünnungsmittel vor dem Eintritt in den Partikel-Probenahmefilter;
- 3.1.12. „*gestufter stationärer Prüfzyklus*“ ein Prüfzyklus, der aus einer Folge stationärer Prüfphasen mit festgelegten Drehzahl- und Drehmomentwerten besteht, und dessen einzelne Phasen durch definierte Stufen miteinander verbunden sind (WHSC-Zyklus);
- 3.1.13. „*Nemndrehzahl*“ bedeutet die vom Hersteller in seinen Kunden- und Werkstattunterlagen angegebene Motordrehzahl, bei der bei Vollast der Drehzahlbegrenzer einsetzt oder, wenn kein Drehzahlbegrenzer vorhanden ist, die Drehzahl, bei der die vom Hersteller in seinen Kunden- und Werkstattunterlagen angegebene Höchstleistung des Motors erreicht wird.
- 3.1.14. „*Ansprechzeit*“ die Zeitspanne zwischen einer plötzlichen Veränderung der am Bezugspunkt zu messenden Schadstoffkonzentration und der entsprechenden Reaktion des Messsystems, wobei die Veränderung der Messgröße mindestens 60 % vom Skalendwert beträgt und innerhalb von weniger als 0,1 Sekunden stattfindet. Die Systemansprechzeit setzt sich zusammen aus der Ansprechverzögerung und der Anstiegszeit des Systems;
- 3.1.15. „*Anstiegszeit*“ die Zeit für den Anstieg des angezeigten Messwertes von 10 % auf 90 % des Endwertes ( $t_{90} - t_{10}$ );
- 3.1.16. „*Kalibriergasansprechen*“ der mittlere Ansprechwert auf ein Kalibriergas während eines 30-Sekunden-Intervalls;
- 3.1.17. „*spezifische Emissionen*“ die Schadstoffemissionen ausgedrückt in g/kWh;
- 3.1.18. „*Prüfzyklus*“ eine Abfolge von Prüfphasen mit jeweils einer bestimmten Drehzahl und einem bestimmten Drehmoment, die der Motor unter stationären (WHSC-Prüfung) oder instationären Bedingungen (WHTC-Prüfung) durchlaufen muss;
- 3.1.19. „*Wandlungszeit*“ der Zeitunterschied zwischen der Änderung der Messgröße am Referenzpunkt und der Reaktion des Systems mit 50 % der Endablesung ( $t_{50}$ ), wobei die Probenahmesonde als Referenzpunkt definiert ist. Die Wandlungszeit wird für den Signalabgleich verschiedener Messinstrumente verwendet;
- 3.1.20. „*instationärer Prüfzyklus*“ ein Prüfzyklus, bei dem normierte Drehzahl- und Drehmomentwerte in rascher Folge wechseln (WHTC);
- 3.1.21. „*Nullpunktwert*“ der mittlere Ansprechwert auf ein Nullgas während eines 30-Sekunden-Intervalls.

Abbildung 1

**Begriffe des Systemansprechverhaltens**

## 3.2. Allgemeine Symbole

Symbol	Maßeinheit	Begriff
$a_1$	—	Neigung der Regression
$a_0$	—	y-Achsenabschnitt der Regression
$A/F_{st}$	—	stöchiometrisches Luft-Kraftstoff-Verhältnis
$c$	ppm/Vol.- %	Konzentration
$c_d$	ppm/Vol.- %	Konzentration in trockenem Bezugszustand
$c_w$	ppm/Vol.- %	Konzentration in feuchtem Bezugszustand
$c_b$	ppm/Vol.- %	Hintergrundkonzentration
$C_d$	—	Durchflusskoeffizient des SSV
$c_{gas}$	ppm/Vol.- %	Konzentration der gasförmigen Bestandteile
$\bar{c}_s$	Partikel/cm <sup>3</sup>	durchschnittliche, in Bezug auf die Standardbedingungen (273,2 K und 101,33 kPa) berichtigte Konzentration der Partikel aus dem verdünnten Abgas, Partikel/cm <sup>3</sup>
$c_{s,i}$	Partikel/cm <sup>3</sup>	diskrete und in Bezug auf die Koinzidenz und die Standardbedingungen (273,2 K und 101,33 kPa) berichtigte, durch den Partikelzähler erfolgende Messung der Partikelkonzentration im verdünnten Abgas
$d$	m	Durchmesser
$d_i$		elektrischer Mobilitätsdurchmesser der Partikel (30 nm, 50 nm oder 100 nm)
$d_v$	m	Innendurchmesser an der Einschnürung des Venturirohrs
$D_0$	m <sup>3</sup> /s	Achsenabschnitt der PDP-Kalibrierfunktion
$D$	—	Verdünnungsfaktor
$\Delta t$	s	Zeitspanne
$e$		Anzahl der pro kWh abgegebenen Partikel
$e_{gas}$	g/kWh	spezifische Emission gasförmiger Bestandteile
$e_{PM}$	g/kWh	Spezifische Emission von Partikeln
$e_r$	g/kWh	spezifische Emission während der Regenerierung
$e_w$	g/kWh	gewichtete spezifische Emission
$E_{CO_2}$	Prozent	CO <sub>2</sub> -Querempfindlichkeit eines NO <sub>x</sub> -Analysators
$E_E$	Prozent	Ethan-Wirkungsgrad
$E_{H_2O}$	Prozent	Wasser-Querempfindlichkeit eines NO <sub>x</sub> -Analysators
$E_M$	Prozent	Methan-Wirkungsgrad

Symbol	Maßeinheit	Begriff
$E_{\text{NO}_x}$	Prozent	Effizienz von $\text{NO}_x$ -Konvertern
$f$	Hz	Datenerfassungsfrequenz
$f_a$	—	atmosphärischer Faktor im Labor
$F_s$	—	stöchiometrischer Faktor
$\bar{f}_r$	—	Minderungsfaktor des Mittelwerts der Partikelkonzentration für den Entferner flüchtiger Partikel und die in der Prüfung verwendeten Verdünnungswerte
$H_a$	g/kg	absolute Feuchtigkeit der Ansaugluft
$H_d$	g/kg	absolute Feuchtigkeit des Verdünnungsgases
$i$	—	tiefgesetztes Zeichen zur Kennzeichnung einer Momentanmessung (z. B. 1 Hz)
$k$	—	Kalibrierfaktor zur Berichtigung der Messungen des Partikelzählers in Bezug auf die Normalmessenrichtung, falls dies nicht automatisch im Partikelzähler erfolgt. Wird der Kalibrierfaktor automatisch im Partikelzähler angewendet, so ist in der oben aufgeführten Gleichung für „k“ der Wert „1“ zu verwenden.
$k_c$	—	kohlenstoffspezifischer Faktor
$k_{f,d}$	$\text{m}^3/\text{kg}$ Kraftstoff	zusätzliches Verbrennungsvolumen, trockene Abgase
$k_{f,w}$	$\text{m}^3/\text{kg}$ Kraftstoff	zusätzliches Verbrennungsvolumen, feuchte Abgase
$k_{h,D}$	—	Feuchtigkeitskorrekturfaktor für $\text{NO}_x$ bei Selbstzündungsmotoren
$k_{h,G}$	—	Feuchtigkeitskorrekturfaktor für $\text{NO}_x$ bei Fremdzündungsmotoren
$k_r$	—	Anpassung der Regenerierung gemäß Absatz 6.6.2 oder bei Motoren mit einem Abgasnachbehandlungssystem ohne periodische Regenerierung $k_r = 1$
$k_{r,d}$	—	abwärtswirksamer Regenerierungsfaktor
$k_{r,u}$	—	aufwärtswirksamer Regenerierungsfaktor
$k_{w,a}$	—	Trocken-/Feucht-Korrekturfaktor für Ansaugluft
$k_{w,d}$	—	Trocken-/Feucht-Korrekturfaktor für Verdünnungsmittel
$k_{w,e}$	—	Trocken-/Feucht-Korrekturfaktor für verdünnte Abgase
$k_{w,r}$	—	Trocken-/Feucht-Korrekturfaktor für Rohabgase
$K_V$	—	CFV-Kalibrierfunktion
$\lambda$	—	Luftüberschussfaktor

Symbol	Maßeinheit	Begriff
$m_b$	mg	Partikelprobemasse des aufgefangenen Lösungsgases
$m_d$	kg	Masse des durch die Partikelprobefilter geleiteten Verdünnungsgases
$m_{ed}$	kg	Gesamtmasse des verdünnten Abgases über einen Zyklus
$m_{edf}$	kg	Masse des äquivalenten verdünnten Abgases über einen Prüfzyklus
$m_{ew}$	kg	Gesamtmasse des Abgases über einen Zyklus
$m_{ex}$	kg	Gesamtmasse des verdünnten Abgases, das dem Verdünnungstunnel für die Partikel-Probenahme entnommen wird
$m_f$	mg	Masse des Partikel-Probenahmefilters
$m_{gas}$	g	Masse der gasförmigen Emissionen über einen Zyklus
$m_p$	mg	Masse der Verdünnungsgasprobe, die die Partikelsammelfilter durchströmt hat
$m_{PM}$	g	Masse der Partikelemissionen über einen Prüfzyklus
$m_{PM,corr}$	g/Prüfung	in Bezug auf den entnommenen Partikelprobestrom berichtete Partikelmasse
$m_{se}$	kg	Masse der Abgasproben über einen Prüfzyklus
$m_{sed}$	kg	Masse des verdünnten Abgases, das den Verdünnungstunnel durchströmt
$m_{sep}$	kg	Masse des verdünnten Abgases, das die Partikelsammelfilter durchströmt
$m_{ssd}$	kg	Masse der sekundären Verdünnungsluft
$M$	Nm	Drehmoment
$M_a$	g/mol	Molmasse der Ansaugluft
$M_d$	g/mol	Molmasse der Verdünnungsluft
$M_e$	g/mol	Molmasse des Abgases
$M_f$	Nm	von den anzukoppelnden Hilfseinrichtungen/Vorrichtungen aufgenommenes Drehmoment
$M_{gas}$	g/mol	Molmasse der gasförmigen Bestandteile
$M_r$	Nm	von den abzukoppelnden Hilfseinrichtungen/Vorrichtungen aufgenommenes Drehmoment
$N$	—	Anzahl der im Prüfzyklus abgegebenen Partikel
$n$	—	Anzahl der Messungen
$n_r$	—	Anzahl der Messungen mit Regenerierung
$n$	min <sup>-1</sup>	Motordrehzahl
$n_{hi}$	min <sup>-1</sup>	hohe Motordrehzahl

Symbol	Maßeinheit	Begriff
$n_{lo}$	$\text{min}^{-1}$	niedrige Motordrehzahl
$n_{pref}$	$\text{min}^{-1}$	bevorzugte Motordrehzahl
$n_p$	r/s	PDP-Pumpendrehzahl
$N_{cold}$	—	Gesamtzahl der im WHTC-Kaltstartprüfzyklus abgegebenen Partikel
$N_{hot}$	—	Gesamtzahl der im WHTC-Warmstartprüfzyklus abgegebenen Partikel
$N_{in}$		Konzentration (stromaufwärts) der Partikelanzahl
$N_{out}$		Konzentration (stromabwärts) der Partikelanzahl
$p_a$	kPa	Sättigungsdampfdruck der Motoransaugluft
$p_b$	kPa	barometrischer Gesamtdruck
$p_d$	kPa	Sättigungsdampfdruck des Verdünnungsgases
$p_p$	kPa	absoluter Druck
$p_r$	kPa	Wasserdampfdruck nach dem Kühlbad
$p_s$	kPa	trockener atmosphärischer Druck
$P$	kW	Leistung
$P_f$	kW	von den anzukoppelnden Hilfseinrichtungen/Vorrichtungen aufgenommene Leistung
$P_r$	kW	von den abzukoppelnden Hilfseinrichtungen/Vorrichtungen aufgenommene Leistung
$q_{ex}$	kg/s	Massendurchsatz der Partikel-Probenahme
$q_{mad}$	kg/s	Massendurchsatz der Ansaugluft, trocken
$q_{maw}$	kg/s	Massendurchsatz der Ansaugluft, feucht
$q_{mCe}$	kg/s	Kohlenstoff-Massendurchsatz im Rohabgas
$q_{mCf}$	kg/s	Kohlenstoff-Massendurchsatz in den Motor
$q_{mCp}$	kg/s	Kohlenstoff-Massendurchsatz in das Teilstromverdünnungssystem
$q_{mdew}$	kg/s	Massendurchsatz des verdünnten Abgases, feucht
$q_{mdw}$	kg/s	Massendurchsatz des Verdünnungsgases, feucht
$q_{medf}$	kg/s	äquivalenter Massendurchsatz des verdünnten Abgases, feucht
$q_{mew}$	kg/s	Massendurchsatz des Abgases, feucht
$q_{mex}$	kg/s	Massendurchsatz der Probenentnahme aus dem Verdünnungstunnel

Symbol	Maßeinheit	Begriff
$q_{mf}$	kg/s	Kraftstoffmassendurchsatz
$q_{mp}$	kg/s	Abgasprobenstrom in das Teilstromverdünnungssystem
$q_{sw}$	kg/s	durch den Verdünnungstunnel zurückgeleiteter Massendurchsatz zum Ausgleich der Partikel-Probenahme
$q_{vCVS}$	m <sup>3</sup> /s	CVS-Volumendurchsatz
$q_{vs}$	dm <sup>3</sup> /min	Systemdurchsatz des Abgas-Analysatorsystems
$q_{vt}$	cm <sup>3</sup> /min	Massendurchsatz des Tracergases
$r^2$	—	Bestimmungs-koeffizient
$r_d$	—	Verdünnungsverhältnis
$r_D$	—	Durchmesser Verhältnis von SSV
$r_h$	—	FID-Anprechfaktor für Kohlenwasserstoffe
$r_m$	—	FID-Anprechfaktor für Methanol
$r_p$	—	Druckverhältnis von SSV
$r_s$	—	durchschnittliches Probenahmeverhältnis
$s$		Standardabweichung
$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	Dichte
$\rho_e$	kg/m <sup>3</sup>	Abgasdichte
$\sigma$	—	Standardabweichung
$T$	K	absolute Temperatur
$T_a$	K	absolute Temperatur der Ansaugluft
$t$	s	Zeit
$t_{10}$	s	Zeit zwischen Sprungeingangssignal und dem Erreichen von 10 % der Endablesung
$t_{50}$	s	Zeit zwischen Sprungeingangssignal und dem Erreichen von 50 % der Endablesung
$t_{90}$	s	Zeit zwischen Sprungeingangssignal und dem Erreichen von 90 % der Endablesung
$u$	—	Verhältnis der Dichte (oder Molmassen) der Abgasbestandteile und des Abgases, geteilt durch 1.000
$V_0$	m <sup>3</sup> /r	PDP-Volumendurchsatz je Umdrehung
$V_s$	dm <sup>3</sup>	Systemvolumen des Analysiergerätes
$W_{act}$	kWh	tatsächliche Zyklusarbeit des Prüfzyklus

Symbol	Maßeinheit	Begriff
$W_{act,cold}$	kWh	tatsächliche Zyklusarbeit im WHTC-Kaltstartprüfzyklus nach Absatz 7.8.6
$W_{act,hot}$	kWh	tatsächliche Zyklusarbeit im WHTC-Warmstartprüfzyklus nach Absatz 7.8.6
$W_{ref}$	kWh	Bezugszyklusarbeit des Prüfzyklus
$X_0$	$m^3/r$	PDP-Kalibrierfunktion

### 3.3. Symbole für die Kraftstoffzusammensetzung

$w_{ALF}$	Wasserstoffgehalt des Kraftstoffes in Massen-%
$w_{BET}$	Kohlenstoffgehalt des Kraftstoffes in Massen-%
$w_{GAM}$	Schwefelgehalt des Kraftstoffes in Massen-%
$w_{DEL}$	Stickstoffgehalt des Kraftstoffes in Massen-%
$w_{EPS}$	Sauerstoffgehalt des Kraftstoffes in Massen-%
$a$	Molverhältnis für Wasserstoff (H/C)
$\gamma$	Molverhältnis für Schwefel (S/C)
$\delta$	Molverhältnis für Stickstoff (N/C)
$\varepsilon$	Molverhältnis für Sauerstoff (O/C)

Bezogen auf einen Kraftstoff  $CH_aO_\varepsilon N_\delta S_\gamma$

### 3.4. Symbole und Abkürzungen für die chemischen Bestandteile

C1	C1-äquivalenter Kohlenwasserstoff
CH <sub>4</sub>	Methan
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Ethan
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Propan
CO	Kohlenmonoxid
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
DOP	Diöctylphthalat
HC	Kohlenwasserstoffe
H <sub>2</sub> O	Wasser
NMHC	Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe
NO <sub>x</sub>	Stickstoffoxide
NO	Stickoxid
NO <sub>2</sub>	Stickstoffdioxid
PM	Partikel

### 3.5. Abkürzungen

CFV	Venturirohr mit kritischer Strömung
CLD	Chemiluminescent detector Chemilumineszenzdetektor
CVS	Constant Volume Sampling (Konstantstrom-Probenentnahme)

deNO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub> -Nachbehandlungssystem
EGR	Exhaust gas recirculation (Abgasrückführung, AGR)
ET	Evaporation tube (Verdampfungsrohr)
FID	Flammenionisationsdetektor
FTIR	Fourier-Transform-Infrarot-Analysegerät
GC	Gas-Chromatograph
HCLD	Heated Chemiluminescent Detector (beheizter Chemilumineszenz-Detektor)
HFID	Heated Flame Ionization Detector (beheizter Flammen-Ionisations-Detektor)
LDS	Laser Diode Spectrometer (Diodenlaserspektrometer)
LPG	Flüssiggas
NDIR	nichtdispersiver Infrarot-Analysator
NG	Erdgas
NMC	Nicht-Methan-Cutter
OT	Outlet Tube (Auslassrohr)
PDP	Verdrängerpumpe
Per cent FS	Per cent of full scale (Prozent Vollausschlag)
PCF	Partikelvorklassierer
PFS	Partial Flow System (Teilstromsystem)
PNC	Particle Number Counter (Partikelzähler)
PND	Particle Number Diluter (Partikelanzahlverdünner)
PTS	Partikelübertragungssystem
PTT	Partikelübertragungsrohr
SSV	Venturirohr mit subsonischer Strömung
VGT	Variable Geometry Turbine (Turbine mit variabler Geometrie)
VPR	Volatile Particle Remover (Abscheider für flüchtige Partikel)
WHSC-Zyklus	World Harmonised Steady state Cycle (Weltweit harmonisierter stationärer Fahrzyklus)
WHTC-Zyklus	World Harmonised Transient Cycle (Weltweit harmonisierter instationärer Fahrzyklus)

#### 4. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

Das Motorsystem muss so konstruiert, gefertigt und montiert sein, dass der Motor im normalen Betrieb während seiner gemäß dieser Regelung festgelegten Betriebsdauer, auch eingebaut in ein Fahrzeug, die Anforderungen dieses Anhangs erfüllt.

## 5. LEISTUNGSANFORDERUNGEN

### 5.1. Emission gas- und partikelförmiger Schadstoffe

Die vom Motor emittierten gas- und partikelförmigen Schadstoffe sind nach den WHTC- und WHSC-Prüfzyklen zu bestimmen, wie in Absatz 7 beschrieben. Die Messsysteme müssen die Linearitätsanforderungen des Absatzes 9.2 erfüllen und den Vorschriften des Absatzes 9.3 (Messung der gasförmigen Emissionen), des Absatzes 9.4 (Messung der Partikelemissionen) und der Anlage 2 zu diesem Anhang entsprechen.

Andere Systeme oder Analytoren können von der Typgenehmigungsbehörde zugelassen werden, wenn mit ihnen erwiesenermaßen gleichwertige Ergebnisse gemäß Absatz 5.1.1 erzielt werden.

#### 5.1.1. Gleichwertigkeit

Die Gleichwertigkeit der Systeme ist auf der Grundlage einer Korrelationsstudie von mindestens sieben Paaren, zwischen dem zu prüfenden System und einem der Bezugssysteme dieses Anhangs zu bestimmen.

„Ergebnisse“ sind hier die gewichteten Emissionswerte eines speziellen Zyklus. Die Korrelationsprüfungen sind im selben Labor, in derselben Prü fzelle, mit demselben Motor und vorzugsweise gleichzeitig durchzuführen. Die Gleichwertigkeit der Mittelwerte der Probenpaare ist, wie in Anlage 3 Abschnitt A.3.3 zu diesem Anhang beschrieben, mittels F-Test- bzw. t-Test-Statistiken zu ermitteln, welche unter den oben beschriebenen Bedingungen in Bezug auf Labor, Prü fzelle und Motor gewonnen wurden. Ausreißer sind nach ISO 5725 festzustellen und bleiben unberücksichtigt. Die für die Korrelationsprüfungen heranzuziehenden Systeme müssen von der Typgenehmigungsbehörde genehmigt werden.

### 5.2. Motorenfamilie

#### 5.2.1. Allgemeines

Eine Motorenfamilie ist durch ihre Kenndaten bestimmt. Diese müssen für alle Motoren einer Familie die gleichen sein. Welche Motoren zu einer Familie gehören, kann der Hersteller nach eigenem Ermessen festlegen, solange er sich dabei an die Vorschriften des Absatzes 5.2.3 hält. Die Motorenfamilie ist von der Typgenehmigungsbehörde zu genehmigen. Der Hersteller muss der Typgenehmigungsbehörde die entsprechenden Daten zu den Emissionen der Motoren einer Familie zur Verfügung stellen.

#### 5.2.2. Sonderfälle

In manchen Fällen können Wechselwirkung zwischen den Parametern vorliegen. Dies muss berücksichtigt werden, damit gewährleistet ist, dass einer Motorenfamilie nur Motoren mit ähnlichen Emissionseigenschaften zugeordnet werden. Diese Fälle sind vom Hersteller zu ermitteln und der Typgenehmigungsbehörde mitzuteilen. Sie sind dann bei der Festlegung einer neuen Motorenfamilie zu berücksichtigen.

Sind Einrichtungen oder Merkmale vorhanden, die in Absatz 5.2.3 nicht aufgeführt sind, aber die Emissionseigenschaften stark beeinflussen, so muss sie der Hersteller nach den anerkannten Regeln der Technik feststellen und der Typgenehmigungsbehörde mitteilen. Sie sind dann bei der Festlegung einer neuen Motorenfamilie zu berücksichtigen.

Zusätzlich zu den in Absatz 5.2.3 aufgeführten Kenndaten kann der Hersteller weitere Merkmale für die Festlegung kleinerer Motorenfamilien einführen. Diese Parameter sind nicht unbedingt solche, die sich auf die Emissionseigenschaften auswirken.

#### 5.2.3. Parameter für die Festlegung der Motorenfamilie

##### 5.2.3.1. Verbrennungszyklus

a) Zweitakt

b) Viertakt

c) Drehkolbenmotor

d) andere.

##### 5.2.3.2. Anordnung der Zylinder

###### 5.2.3.2.1. Lage der Zylinder im Block

a) V-förmig

- b) in Reihe
- c) radial
- d) andere Anordnung (gegenüberliegend, W-förmig usw.).

#### 5.2.3.2.2. Lage der Zylinder zueinander

Motoren mit identischem Block können derselben Familie angehören, wenn sie dasselbe Zylinderstichmaß haben.

#### 5.2.3.3. Hauptkühlmittel

- a) Luft
- b) Wasser
- c) Öl.

#### 5.2.3.4. Hubraum der Einzelzylinder

##### 5.2.3.4.1. Motoren mit einem Einzelhubraum $\geq 0,75 \text{ dm}^3$

Motoren mit einem Einzelhubraum  $\geq 0,75 \text{ dm}^3$  können zu einer Familie zusammengefasst werden, wenn der Streubereich ihrer Einzelhubräume nicht mehr als 15 % des größten Einzelhubraums innerhalb der Familie beträgt.

##### 5.2.3.4.2. Motoren mit einem Einzelhubraum $< 0,75 \text{ dm}^3$

Motoren mit einem Einzelhubraum  $< 0,75 \text{ dm}^3$  können zu einer Familie zusammengefasst werden, wenn der Streubereich ihrer Einzelhubräume nicht mehr als 30 % des größten Einzelhubraums innerhalb der Familie beträgt.

##### 5.2.3.4.3. Motoren mit Einzelhubräumen außerhalb der vorstehend genannten Grenzen

Motoren mit Einzelhubräumen außerhalb der in den Absätzen 5.2.3.4.1 und 5.2.3.4.2 genannten Grenzen können mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde zu einer Familie zusammengefasst werden. Die Entscheidung über die Genehmigung ist auf technische Aspekte (Berechnungen, Simulationen, Versuchsergebnisse usw.) zu gründen, die belegen, dass Einzelhubräume außerhalb dieser Grenzen keinen nennenswerten Einfluss auf die Abgasemissionen haben.

#### 5.2.3.5. Art der Luftansaugung

- a) Saugmotoren
- b) aufgeladene Motoren
- c) aufgeladene Motoren mit Ladeluftkühlung.

#### 5.2.3.6. Kraftstoffart

- a) Diesel
- b) Erdgas
- c) Flüssiggas
- d) Ethanol.

#### 5.2.3.7. Brennraumgestalt

- a) offener Brennraum
- b) unterteilter Brennraum
- c) andere Gestalt.

## 5.2.3.8. Art der Zündung

- a) Fremdzündung
- b) Selbstzündung.

## 5.2.3.9. Ventile und Kanäle

- a) Anordnung
- b) Zahl der Ventile je Zylinder.

## 5.2.3.10. Kraftstoffsystem

- a) für flüssigen Kraftstoff
  - i) Pumpe, Hochdruckleitung und Injektor
  - ii) Reihen- oder Verteilereinspritzpumpe
  - iii) Pumpe-Düse-System
  - iv) Common-Rail-Einspritzsystem
  - v) Vergaser
  - vi) andere.
- b) für gasförmigen Kraftstoff
  - i) Gas führend
  - ii) Flüssigkeit führend
  - iii) Mischer
  - iv) andere.
- c) andere Gestalt.

## 5.2.3.11. Weitere Einrichtungen

- a) Abgasrückführung (AGR)
- b) Wassereinspritzung
- c) Lufteinblasung
- d) andere.

## 5.2.3.12. Elektronische Steuerungstechnik

Das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines elektronischen Motorsteuergerätes ist ein wesentliches Kriterium für die Eingrenzung einer Motorenfamilie.

Bei elektronisch gesteuerten Motoren muss der Hersteller anhand technischer Angaben darlegen, warum er die Motoren zu einer Familie zusammenfasst, d. h. den Angaben muss zu entnehmen sein, dass die Motoren voraussichtlich dieselben Emissionsgrenzwerte einhalten.

Hierzu eignen sich die Ergebnisse von Berechnungen, Simulationen, Schätzungen oder Versuchen, Daten über Einspritzmengen und -verlauf usw.

Beispiele elektronisch gesteuerter Betriebsgrößen sind:

- a) Taktung
- b) Einspritzdruck
- c) Mehrfacheinspritzung

- d) Ladedruck
- e) VGT (Schaufelstellung des Turboladers)
- f) AGR (Abgasrückführung).

#### 5.2.3.13. Abgasnachbehandlungssysteme

Die Funktion und Kombination folgender Einrichtungen zur Abgasnachbehandlung werden als Kriterien für die Festlegung einer Motorenfamilie betrachtet:

- a) Oxidationskatalysator
- b) Dreiwegekatalysator
- c) DeNO<sub>x</sub>-System mit selektiver NO<sub>x</sub>-Reduktion (Zusatz eines Reduktionsmittels)
- d) andere DeNO<sub>x</sub>-Systeme
- e) Partikelfilter mit passiver Regenerierung
- f) Partikelfilter mit aktiver Regenerierung
- g) andere Partikelfilter
- h) sonstige Einrichtungen.

Wird ein ohne Abgasnachbehandlungssystem zertifizierter Motor (sei es als Stamm-Motor, oder als Angehöriger einer Motorenfamilie) nachträglich mit einem Oxidationskatalysator ausgerüstet, so kann er in seiner bisherigen Motorenfamilie verbleiben, sofern er nicht unterschiedliche Anforderungen an den Kraftstoff stellt.

Stellt ein Motor nach Ausrüstung mit einem Abgasnachbehandlungssystem andere Anforderungen an den Kraftstoff (z. B. Kraftstoff mit besonderen Additiven, damit das Partikelfilter sich regenerieren kann), so ist die Entscheidung über seinen Verbleib in der bisherigen Motorenfamilie auf technische Angaben des Herstellers zu gründen. Diese Angaben müssen erkennen lassen, dass der Motor mit dieser Ausrüstung voraussichtlich dieselben Emissionsgrenzwerte einhält, wie ohne sie.

Wurde ein Motor mit Abgasnachbehandlungssystem als Stamm-Motor oder Angehöriger einer Motorenfamilie zertifiziert, deren Stamm-Motor mit demselben Abgasnachbehandlungssystem ausgestattet ist wie er, so kann dieser Motor ohne Abgasnachbehandlungssystem nicht derselben Motorenfamilie angehören.

#### 5.2.4. Wahl des Stamm-Motors

##### 5.2.4.1. Selbstzündungsmotoren

Sobald die Motorenfamilie von der Typgenehmigungsbehörde genehmigt worden ist, muss das Hauptkriterium für die Bestimmung des Stamm-Motors der Familie das der höchsten Kraftstoffförderung je Hub bei der angegebenen Drehzahl des maximalen Drehmoments sein. Stimmen zwei oder mehr Motoren in diesem Merkmal überein, so ist der Stamm-Motor anhand des zweiten Kriteriums zu definieren, nämlich der höchsten Kraftstoffförderung je Hub bei Nenndrehzahl.

##### 5.2.4.2. Fremdzündungsmotoren

Sobald die Motorenfamilie von der Typgenehmigungsbehörde zugelassen worden ist, muss das Hauptkriterium für die Bestimmung des Stamm-Motors der Familie das des größten Hubraums sein. Stimmen zwei oder mehr Motoren in diesem Merkmal überein, so ist die Auswahl des Stamm-Motors anhand von sekundären Kriterien in der nachstehend angegebenen Reihenfolge vorzunehmen:

- a) höchste Kraftstoffförderung je Hub bei der Nennleistungsdrehzahl
- b) frühester Zündzeitpunkt
- c) niedrigste AGR-Rate.

## 5.2.4.3. Anmerkungen zur Auswahl des Stamm-Motors

Die Typgenehmigungsbehörde kann es für angebracht halten, die schlechtesten Emissionswerte der Motorenfamilie durch Überprüfung weiterer Motoren zu ermitteln. In diesem Fall muss der Hersteller Angaben machen, mit denen die Motoren mit den voraussichtlich höchsten Emissionswerten ermittelt werden können.

Weisen die Motoren einer Motorenfamilie weitere Merkmale auf, von denen man einen Einfluss auf die Abgasemissionen erwarten kann, so sind diese Merkmale ebenfalls zu bestimmen und bei der Auswahl des Stamm-Motors zu berücksichtigen.

Halten die Motoren einer Motorenfamilie über unterschiedliche Betriebszeiträume dieselben Emissionsgrenzwerte ein, so ist das ebenfalls bei der Auswahl des Stamm-Motors zu berücksichtigen.

## 6. PRÜFBEDINGUNGEN

## 6.1. Bedingungen für Laborprüfungen

Die absolute Temperatur  $T_a$  der Ansaugluft am Motoreinlass (in K) und der trockene atmosphärische Druck  $p_s$  (in kPa) sind zu messen, die Kennzahl  $f_a$  ist nach den nachstehenden Formeln zu berechnen. Bei Mehrzylindermotoren mit mehreren separaten Ansaugkrümmern, z. B. bei Motoren mit V-förmiger Zylinderanordnung, ist mit der mittleren Temperatur in den Ansaugkrümmern zu rechnen. Der Parameter  $f_a$  ist zusammen mit den Prüfergebnissen festzuhalten. Zur besseren Reproduzierbarkeit wird empfohlen, den Parameter  $f_a$  in folgendem Bereich zu halten:  $0,93 \leq f_a \leq 1,07$ .

## a) Selbstzündungsmotoren:

Saugmotoren und mechanisch aufgeladene Motoren:

$$f_a = \left( \frac{99}{p_s} \right) \times \left( \frac{T_a}{298} \right)^{0,7} \quad (1)$$

Motoren mit Turbolader, mit oder ohne Ladeluftkühlung:

$$f_a = \left( \frac{99}{p_s} \right)^{0,7} \times \left( \frac{T_a}{298} \right)^{1,5} \quad (2)$$

## b) Fremdzündungsmotoren:

$$f_a = \left( \frac{99}{p_s} \right)^{1,2} \times \left( \frac{T_a}{298} \right)^{0,6} \quad (3)$$

## 6.2. Motoren mit Ladeluftkühlung

Die Ladelufttemperatur ist aufzuzeichnen; sie muss bei der angegebenen Nenndrehzahl und Vollast  $\pm 5$  K der vom Hersteller angegebenen Ladeluft höchsttemperatur betragen. Die Temperatur des Kühlmittels muss mindestens 293 K (20 °C) betragen.

Bei Verwendung einer Prüfstandanlage oder eines externen Gebläses ist der Kühlmitteldurchsatz so einzustellen, dass die Ladelufttemperatur bei Nenndrehzahl und Vollast um nicht mehr als  $\pm 5$  K von der vom Hersteller angegebenen höchsten Ladelufttemperatur abweicht. Die Kühlmitteltemperatur und der Kühlmitteldurchsatz des Ladeluftkühlers, die sich an diesem Betriebspunkt einstellen, dürfen während des gesamten Prüfzyklus nicht verändert werden, es sei denn, dass dies zu einer nicht repräsentativen Unterkühlung der Ladeluft führt. Das Volumen des Ladeluftkühlers ist nach den anerkannten Regeln der Technik zu bemessen und muss für die Einsatzbedingungen des Serienmotors repräsentativ sein. Das Laborsystem muss für die Minimierung der Kondensatsammlung ausgelegt sein. Alle angesammelten Kondensate müssen abgeleitet werden und sämtliche Abläufe müssen vor der Emissionsprüfung vollständig geschlossen werden.

Wenn der Motorhersteller Grenzwerte des Druckabfalls entlang der Ladeluftkühlung spezifiziert, muss sichergestellt werden, dass sich der Druckabfall entlang der Ladeluftkühlung bei den vom Hersteller angegebenen Motorbedingungen innerhalb der vom Hersteller spezifizierten Grenze(n) befindet. Der Druckabfall ist an den vom Hersteller spezifizierten Stellen zu messen.

## 6.3. Motorleistung

Die spezifischen Emissionen sind auf der Grundlage der gemäß den Absätzen 6.3.1 bis 6.3.5 bestimmten Motorleistung und Zyklusarbeit zu messen.

## 6.3.1. Allgemeine Motorausrüstung

Der Motor muss mit den Hilfseinrichtungen/Vorrichtungen der Anlage 6 geprüft werden.

Falls der Motor nicht mit den erforderlichen Hilfseinrichtungen/Vorrichtungen bestückt ist, muss deren Leistung gemäß den Absätzen 6.3.2 bis 6.3.5 berücksichtigt werden.

## 6.3.2. Hilfseinrichtungen/Vorrichtungen, die für die Prüfung angebracht werden müssen

Falls es unzumutbar ist, den Prüfstand mit den Hilfseinrichtungen/Vorrichtungen gemäß Anlage 6 zu diesem Anhang zu versehen, muss die von ihnen aufgenommene Leistung bestimmt und über den gesamten Motordrehzahlbereich des WHTC sowie den Prüfdrehzahlbereich des WHSC von der gemessenen Motorleistung (Bezugswert und Messwert) abgezogen werden.

## 6.3.3. Hilfseinrichtungen/Vorrichtungen, die für die Prüfung zu entfernen sind

Falls die gemäß Anlage 6 zu diesem Anhang entbehrlichen Hilfseinrichtungen/Vorrichtungen nicht entfernt werden können, kann die von ihnen aufgenommene Leistung bestimmt und über den gesamten Motordrehzahlbereich des WHTC sowie den Prüfdrehzahlbereich des WHSC auf die gemessene Motorleistung (Bezugswert und Messwert) aufgeschlagen werden. Wenn dieser Wert 3 % der Maximalleistung bei Prüfdrehzahl übersteigt, muss dies der Typgenehmigungsbehörde belegt werden.

## 6.3.4. Bestimmung der Leistung der Hilfseinrichtungen

Die durch die Hilfseinrichtungen/Vorrichtungen aufgenommene Leistung ist nur zu ermitteln, wenn:

a) die gemäß Anlage 6 zu diesem Anhang erforderlichen Hilfseinrichtungen/Vorrichtungen am Motor nicht angebracht sind

und/oder

b) die gemäß Anlage 6 zu diesem Anhang entbehrlichen Hilfseinrichtungen/Vorrichtungen trotzdem am Motor angebracht sind.

Die Leistungswerte der Hilfseinrichtungen und die Mess-/Berechnungsverfahren zu ihrer Bestimmung müssen vom Motorhersteller für den gesamten Betriebsbereich der Prüfzyklen vorgelegt und von der Typgenehmigungsbehörde genehmigt werden.

## 6.3.5. Zyklusarbeit der Motoren

Die Berechnung des Bezugswerts und des Messwerts der Zyklusarbeit (siehe Absätze 7.4.8 und 7.8.6) muss mit der Motorleistung gemäß Absatz 6.3.1 erfolgen. In diesem Fall haben  $P_f$  und  $P_r$  der Gleichung 4 den Wert Null und  $P$  ist gleich  $P_m$ .

Wenn Hilfseinrichtungen/Vorrichtungen gemäß Absatz 6.3.2 und/oder Absatz 6.3.3 angebracht sind, muss die von ihnen aufgenommene Leistung für die Korrektur jedes Momentanwerts der Zyklusleistung  $P_{m,i}$  wie folgt verwendet werden:

$$P_i = P_{m,i} - P_{f,i} + P_{r,i} \quad (4)$$

Dabei ist:

$P_{m,i}$  die gemessene Motorleistung, kW,

$P_{f,i}$  die von den anzubringenden Hilfseinrichtungen/Vorrichtungen aufgenommene Leistung, kW,

$P_{r,i}$  die von den zu entfernenden Hilfseinrichtungen/Vorrichtungen aufgenommene Leistung, kW.

## 6.4. Ansaugsystem des Motors

Es ist ein Motoransaugsystem oder ein Prüfstandsystem zu verwenden, dessen Drosselung um höchstens  $\pm 300$  Pa vom Höchstwert abweicht, den der Hersteller für einen sauberen Luftfilter bei Nenndrehzahl und Vollast angibt. Der statische Differenzialdruck der Drosselung muss an der vom Hersteller spezifizierten Stelle gemessen werden.

#### 6.5. Abgasanlage des Motors

Es ist eine Motor- oder Prüfstandsabgasanlage zu verwenden, deren Abgasgegendruck im Bereich zwischen 80 % und 100 % des vom Hersteller bei Nenndrehzahl und Volllast spezifizierten Höchstwerts liegt. Beträgt die maximale Drosselung höchstens 5 kPa, darf der Einstellpunkt nicht mehr als 1,0 kPa vom Maximalwert abweichen. Die Abgasanlage muss den Anforderungen für Abgasprobenahmen gemäß den Absätzen 9.3.10 und 9.3.11 genügen.

#### 6.6. Motor mit Abgasnachbehandlungssystem

Ist der Motor mit einem Abgasnachbehandlungssystem ausgestattet, muss der Durchmesser des Auspuffrohrs den gleichen Durchmesser wie unter Betriebsbedingungen oder wie vom Hersteller spezifiziert haben, und zwar über eine Strecke von mindestens vier Rohrdurchmessern strömungsaufwärts, vor dem Eintritt in den die Abgasnachbehandlung enthaltenden Diffusor. Der Abstand vom Austrittsflansch des Auspuffkrümmers oder des Turboladers bis zum Abgasnachbehandlungssystem muss so groß sein wie am Fahrzeug oder muss innerhalb des vom Hersteller angegebenen Bereichs liegen. Für den Abgasgegendruck oder die Drosselung des Abgasstroms gelten die Bestimmungen der vorstehenden Absätze und sie können mithilfe eines Ventils eingestellt werden. Für Nachbehandlungssysteme mit variabler Drosselung ist die größte Drosselung für die vom Hersteller spezifizierte Nachbehandlungsbedingung (Fortschritt/Höhe des Einlaufens/der Alterung und der Regenerierung/Beladung) definiert. Beträgt die maximale Drosselung höchstens 5 kPa, darf der Einstellpunkt nicht mehr als 1,0 kPa vom Maximalwert abweichen. Für Blindprüfungen und die Motorabbildung kann das Gehäuse der Nachbehandlungseinrichtung entfernt und durch ein gleichartiges Gehäuse mit inaktivem Katalysatorträger ersetzt werden.

Die über den Prüfzyklus gemessenen Emissionen müssen für die Emissionen im praktischen Fahrbetrieb repräsentativ sein. Ist der Motor mit einem Abgasnachbehandlungssystem ausgestattet, das ein sich verbrauchendes Reagens benötigt, so ist das für die Prüfungen zu verwendende Reagens vom Hersteller anzugeben.

Für Motoren, die mit einem Abgasnachbehandlungssystem mit laufender Regenerierung ausgestattet sind, ist kein spezielles Prüfverfahren erforderlich, der Regenerierungsprozess muss jedoch gemäß Absatz 6.6.1 belegt werden.

Bei Motoren, die mit einem Abgasnachbehandlungssystem mit periodischer Regenerierung nach Absatz 6.6.2 ausgestattet sind, müssen die gemessenen Emissionswerte korrigiert werden, um die Regenerierungsvorgänge zu berücksichtigen. In diesem Fall hängen die durchschnittlichen Emissionswerte von der Häufigkeit der Regenerierungsvorgänge ab, ausgedrückt als Bruchteil der Prüfungen, bei denen Regenerierungsvorgänge anfallen.

##### 6.6.1. Kontinuierliche Regenerierung

Die Emissionen müssen an einem Nachbehandlungssystem gemessen werden, welches soweit stabilisiert worden ist, dass es ein reproduzierbares Emissionsverhalten aufweist. Der Regenerierungsvorgang muss während der WHTC-Prüfung mit Warmstart mindestens einmal ablaufen, und der Hersteller muss die Betriebsparameter angeben, die den Regenerierungsvorgang im Normalfall auslösen (Rußbeladung, Temperatur, Abgasgegendruck usw.).

Zum Nachweis der Kontinuität des Regenerierungsvorgangs sind mindestens drei WHTC-Prüfungen mit Warmstart durchzuführen. Für die Zwecke dieses Nachweises muss der Motor gemäß Absatz 7.4.1 warmlaufen gelassen werden, gemäß Absatz 7.6.3 heiß abgestellt werden und er muss einer ersten WHTC Warmstartprüfung unterworfen werden. Die anschließenden Warmstartprüfungen müssen nach einem heißen Abstellen gemäß Absatz 7.6.3 beginnen. Während der Prüfungen sind die Abgastemperatur und der Abgasdruck (Temperatur vor und nach dem Abgasnachbehandlungssystem, Abgasgegendruck usw.) aufzuzeichnen.

Wenn die vom Hersteller angegebenen Bedingungen während der Prüfung eintreten und wenn die Ergebnisse der drei (oder mehr) WHTC-Warmstartprüfungen um nicht mehr als  $\pm 25\%$  oder  $0,005\text{ g/kWh}$  streuen (es gilt der größere Wert), wird das Nachbehandlungssystem als zum Typ der laufenden Regenerierung zugehörig betrachtet, und es gelten die allgemeinen Prüfbedingungen der Absätze 7.6 (WHTC) und 7.7 (WHSC).

Wenn das Abgasnachbehandlungssystem einen Sicherheitsmodus hat, der in einen periodischen Regenerierungsmodus schaltet, so ist es gemäß Absatz 6.6.2 zu prüfen. Für diesen speziellen Fall können die einschlägigen Emissionsgrenzen überschritten werden und sie werden keiner Wichtung unterworfen.

##### 6.6.2. Periodische Regenerierung

Bei einem Abgasnachbehandlungssystem mit periodischer Regenerierung sind die Emissionen nach Stabilisierung des Betriebsverhaltens mit mindestens drei WHTC-Prüfungen zu messen, davon eine mit und eine ohne Regenerierungsvorgang; die Messergebnisse sind mit der Formel 5 zu wichten.

Der Regenerierungsprozess muss während der WHTC-Warmstartprüfung mindestens einmal ablaufen. Der Motor kann mit einem Schalter ausgestattet sein, der die Regenerierung verhindert oder ermöglicht, sofern dies ohne Einfluss auf die ursprüngliche Motorkalibrierung bleibt.

Der Hersteller muss die Parameter, die den Regenerierungsvorgang im Normalfall auslösen (Rußbelastung, Temperatur, Abgasgegendruck usw.) und die Dauer des Vorgangs angeben. Der Hersteller muss ferner die Häufigkeit des Regenerierungsvorgangs angeben und zwar als Verhältnis der Prüfungen mit Regenerierung zu jenen ohne Regenerierung. Das genaue Verfahren zur Ermittlung dieser Häufigkeit muss auf Daten, die im Betrieb gewonnen wurden und bestem fachlichen Ermessen basieren und von der Typgenehmigungs- oder der Zertifizierungsbehörde genehmigt werden.

Der Hersteller muss ein schadstoffbeladenes Abgasnachbehandlungssystem zur Verfügung stellen, damit während der WHTC-Prüfung eine Regenerierung stattfindet. Für die Zwecke dieser Prüfung muss der Motor gemäß Absatz 7.4.1 aufgewärmt, gemäß Absatz 7.6.3 heißabgestellt und die WHTC-Warmstartprüfung begonnen werden. Während des Warmlaufens des Motors darf keine Regenerierung stattfinden.

Die mittleren spezifischen Emissionswerte zwischen zwei Regenerierungen sind aus dem arithmetischen Mittel der Ergebnisse mehrerer in etwa gleichen Zeitabständen durchgeführter WHTC-Prüfungen mit Warmstart (g/kWh) zu ermitteln. Es sind mindestens eine WHTC-Prüfung möglichst kurz vor einer Regenerierungsprüfung und eine WHTC-Prüfung möglichst kurz nach einer Regenerierungsprüfung anzuschließen. Alternativ kann der Hersteller Daten vorlegen, mit denen er nachweist, dass die Emissionen zwischen den Regenerierungen konstant bleiben ( $\pm 25\%$  oder  $0,005$  g/kWh, es gilt der größere Wert). In diesem Fall sind die Emissionswerte nur einer WHTC-Warmstartprüfung ausreichend.

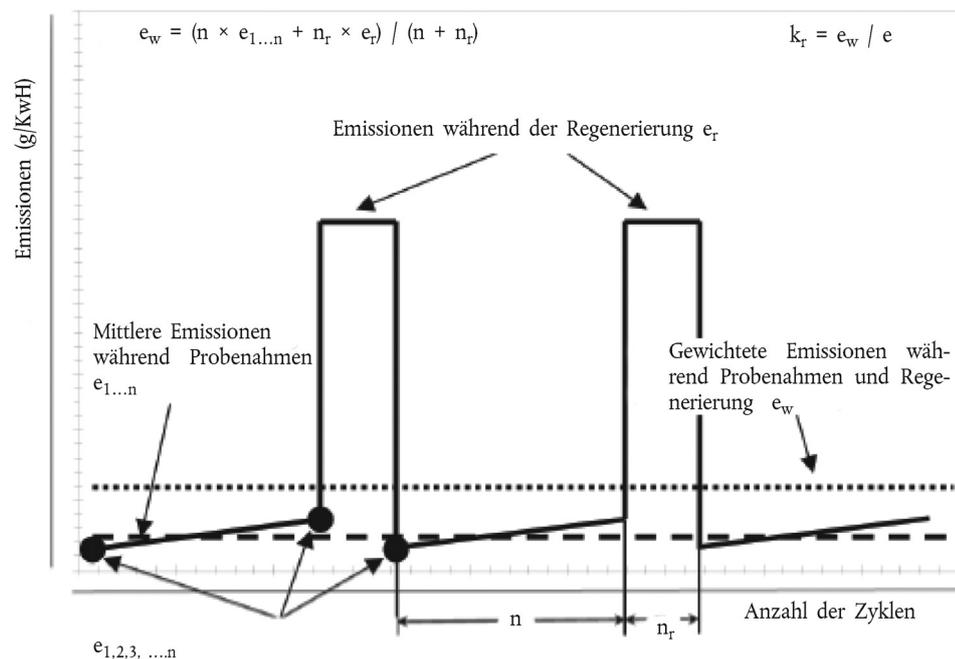
Während der Regenerierungsprüfung sind alle zur Erkennung eines Regenerierungsvorgangs notwendigen Daten (CO- und NO<sub>x</sub>-Emissionen, Abgastemperatur vor und nach der Abgasnachbehandlungsanlage, Abgasgegendruck usw.) aufzuzeichnen.

Während des Regenerierungsvorgangs können die geltenden Emissionsgrenzwerte überschritten werden.

Das Prüfverfahren ist in Abbildung 2 schematisch dargestellt.

Abbildung 2

### Schema der periodischen Regenerierung



Die WHTC-Warmstartemissionen sind wie folgt zu wichten:

$$e_w = \frac{n \times \bar{e} + n_r \times \bar{e}_r}{n + n_r} \quad (5)$$

Dabei ist:

- $n$  die Anzahl der WHTC-Warmstartprüfungen ohne Regenerierung
- $n_r$  die Anzahl der WHTC-Warmstartprüfungen mit Regenerierung (mindestens eine Prüfung)
- $\bar{e}$  die mittlere spezifische Emission ohne Regenerierung, g/kWh
- $\bar{e}_r$  die mittlere spezifische Emission mit Regenerierung, g/kWh

Für die Bestimmung von  $\bar{e}_r$  gilt:

- a) Wenn sich die Regenerierung über mehr als einen WHTC-Warmstart erstreckt, müssen weitere vollständige WHTC-Warmstarts durchgeführt werden und die Messungen der Emissionen ohne Heißabstellung und ohne Motorabschaltung fortgesetzt werden, bis die Regenerierung abgeschlossen ist und der Mittelwert der WHTC-Warmstarts berechnet werden kann.
- b) Wenn die Regenerierung während eines WHTC-Warmstarts abgeschlossen wird, muss die Prüfung in ihrer vollen Länge zu Ende geführt werden.

In Abstimmung mit der Typgenehmigungsbehörde können die Anpassungsfaktoren der Regenerierung nach bestem fachlichen Ermessen entweder multiplikativ (c) oder additiv (d) angewendet werden.

c) Die multiplikativen Anpassungsfaktoren sind wie folgt zu berechnen:

$$k_{r,u} = \frac{e_w}{e} \text{ (aufwärts)} \quad (6)$$

$$k_{r,d} = \frac{e_w}{e_r} \text{ (abwärts)} \quad (6a)$$

d) Die additiven Anpassungsfaktoren sind wie folgt zu berechnen:

$$k_{r,u} = e_w - e \text{ (aufwärts)} \quad (7)$$

$$k_{r,d} = e_w - e_r \text{ (abwärts)} \quad (8)$$

Bezüglich der spezifischen Emissionsberechnungen in Absatz 8.6.3 müssen die Anpassungsfaktoren der Regenerierung wie folgt angewendet werden:

- e) für eine Prüfung ohne Regenerierung muss  $k_{r,u}$  in den Formeln 69 bzw. 70 mit der spezifischen Emission  $e$  multipliziert bzw. zu ihr addiert werden,
- f) für eine Prüfung mit Regenerierung muss  $k_{r,d}$  in den Formeln 69 bzw. 70 mit der spezifischen Emission  $e$  multipliziert bzw. zu ihr addiert werden.

Auf Antrag des Herstellers können die Anpassungsfaktoren:

- g) auf andere Mitglieder derselben Motorenfamilie ausgedehnt werden,
- h) auf andere Motorenfamilien ausgedehnt werden, welche das gleiche Nachbehandlungssystem verwenden, sofern vorher durch die Typgenehmigungs- oder Zertifizierungsbehörde genehmigt, wozu der Hersteller technisch belegen muss, dass sich die Emissionen ähneln.

6.7. Kühlsystem

Es ist ein Motorkühlsystem zu verwenden, mit dem die vom Hersteller vorgegebenen üblichen Betriebstemperaturen des Motors eingehalten werden können.

6.8. Schmieröl

Das zu verwendende Schmieröl ist vom Hersteller zu spezifizieren und muss für handelsübliche Schmieröle repräsentativ sein; die Spezifikation des für die Prüfung verwendeten Schmieröls ist mit den Prüfergebnissen festzuhalten und darzustellen.

6.9. Spezifikation des Bezugskraftstoffes

Die Bezugskraftstoffe sind in Anhang 5 spezifiziert.

Die Kraftstofftemperatur richtet sich nach den Empfehlungen des Herstellers.

6.10. Kurbelgehäuseemissionen

Es darf keine Kurbelgehäuseemission direkt in die Umgebungsluft entweichen, abgesehen von folgenden Ausnahmen: Motoren mit Turbolader, Pumpen, Gebläse oder Auflader für die Luftansaugung dürfen Kurbelgehäuseemissionen in die Umgebungsluft freigeben, wenn diese während der gesamten Emissionsprüfung den Abgasemissionen (physikalisch oder rechnerisch) beigemischt werden. Die Hersteller, die von dieser Ausnahme Gebrauch machen wollen, müssen die Motoren so aufbauen, dass die gesamten Kurbelgehäuseemissionen in das System der Emissionsprobenahme geleitet werden können.

Für die Zwecke dieses Absatzes werden Kurbelgehäuseemissionen, die während des gesamten Betriebs vor der Abgasnachbehandlung in den Auspuff geleitet werden, nicht als direkt in die Umgebungsluft geleitet betrachtet.

Offene Kurbelgehäuseemissionen müssen für die Emissionsmessung wie folgt in das Auspuffsystem geleitet werden:

- a) Das Rohrleitungsmaterial muss glatt, elektrisch leitend und gegen Kurbelgehäuseemissionen resistent sein. Rohrlängen müssen so kurz wie möglich gehalten werden.
- b) Im Laboraufbau muss die Anzahl der Krümmungen der Rohrleitungen des Kurbelgehäuses so klein wie möglich gehalten werden und der Radius jeder unvermeidbaren Krümmung muss so groß wie möglich ausgeführt werden.
- c) Im Laboraufbau muss die Abgasleitung des Kurbelgehäuses beheizt werden, dünnwandig oder wärmeisoliert sein und muss bezüglich des Gegendrucks des Kurbelgehäuses die Spezifikation des Motorherstellers erfüllen.
- d) Die Entlüftungsrohre des Kurbelgehäuses müssen mit dem Rohabgassystem unterhalb aller Nachbehandlungssysteme und hinreichend vor jeder Probenahmesonde zugeleitet werden, um vor der Probenahme eine vollkommene Mischung mit den Motorabgasen zu gewährleisten. Das Abgasrohr des Kurbelgehäuses muss in den freien Strom der Abgase hineinragen, um Randschichteffekte zu vermeiden und die Vermischung zu fördern. Der Auslass des Abgasrohres des Kurbelgehäuses kann, bezogen auf die Strömungsrichtung des Rohabgases, beliebig gerichtet sein.

6.11. Die Absätze 6.11.1 und 6.11.2 gelten für Fremdzündungsmotoren, die mit Benzin oder E85 betrieben werden.

6.11.1. Der Druck im Kurbelgehäuse ist während der Emissionsprüfzyklen an einer angemessenen Stelle zu messen. Der Druck im Ansaugkrümmer ist auf  $\pm 1$  kPa genau zu messen.

6.11.2. Die Übereinstimmung mit Absatz 6.11.1 gilt als zufriedenstellend, wenn bei keiner der in Absatz 6.11.1 genannten Messbedingungen der im Kurbelgehäuse gemessene Druck höher als der Luftdruck während der Messdauer ist.

## 7. PRÜFVERFAHREN

### 7.1. Prinzipien der Emissionsmessung

Für die Messung der spezifischen Emissionen muss der Motor die in den Absätzen 7.2.1 und 7.2.2 definierten Prüfzyklen durchlaufen. Die Messung der spezifischen Emissionen erfordert die Bestimmung der Masse der im Abgas enthaltenen Bestandteile und der entsprechenden Zyklusarbeit des Motors. Die Bestandteile werden mit den in den Absätzen 7.1.1 und 7.1.2 definierten Probenahmeverfahren bestimmt.

#### 7.1.1. Kontinuierliche Probenahme

Bei der kontinuierlichen Probenahme wird die Konzentration der Bestandteile fortlaufend im unverdünnten oder verdünnten Abgas gemessen. Dieser Konzentrationswert wird dann mit dem an der Emissionsprobenahmestelle vorhandenen kontinuierlichen Durchsatz unverdünnten oder verdünnten Abgases multipliziert, um den Massendurchsatz der Bestandteile zu bestimmen. Die Emission der Bestandteile wird kontinuierlich über den Prüfzyklus aufsummiert. Diese Summe ergibt die Gesamtmasse der emittierten Bestandteile.

#### 7.1.2. Stichprobenahme

Bei der Stichprobenahme wird fortlaufend eine Stichprobe unverdünnter oder verdünnter Abgase entnommen und für spätere Messungen aufbewahrt. Die entnommene Probe muss proportional zum Durchsatz des unverdünnten oder verdünnten Abgases sein. Beispiele solcher Stichprobenahmen sind das Einsammeln gasförmiger Bestandteile in einem Beutel oder das Ansammeln von Feinstaub (PM) an einem Filter. Die eingesammelten Konzentrationen werden mit dem Gesamtwert der Abgasmasse oder des Abgasdurchsatzes (unverdünnt oder verdünnt) multipliziert, aus denen sie während des Prüfzyklus entnommen worden sind. Dies ergibt die Gesamtmasse bzw. den gesamten Massendurchsatz der emittierten Komponente. Zur Berechnung der Feinstaubkonzentration wird die aus einem proportional entnommenen Abgas an einem Filter abgelagerte Feinstaubmasse durch die Menge des gefilterten Abgases dividiert.

#### 7.1.3. Messverfahren

In diesem Anhang werden zwei funktional äquivalente Messverfahren angewendet. Beide Verfahren können sowohl für WHTC- als auch für WHSC-Prüfzyklen angewendet werden:

- a) die gasförmigen Bestandteile werden mit fortlaufend aus den Rohabgasen entnommenen Proben und die partikelförmigen Bestandteile mithilfe eines Teilstromverdünnungssystems bestimmt;
- b) die gasförmigen Schadstoffe und die Partikel werden mit einem Vollstrom-Verdünnungssystem (CVS-System) gemessen.

Jede Kombination der beiden Prinzipien (z. B. Messung der gasförmigen Schadstoffe im Rohabgas und der Partikel per Vollstrommessung) ist zulässig.

### 7.2. Prüfzyklen

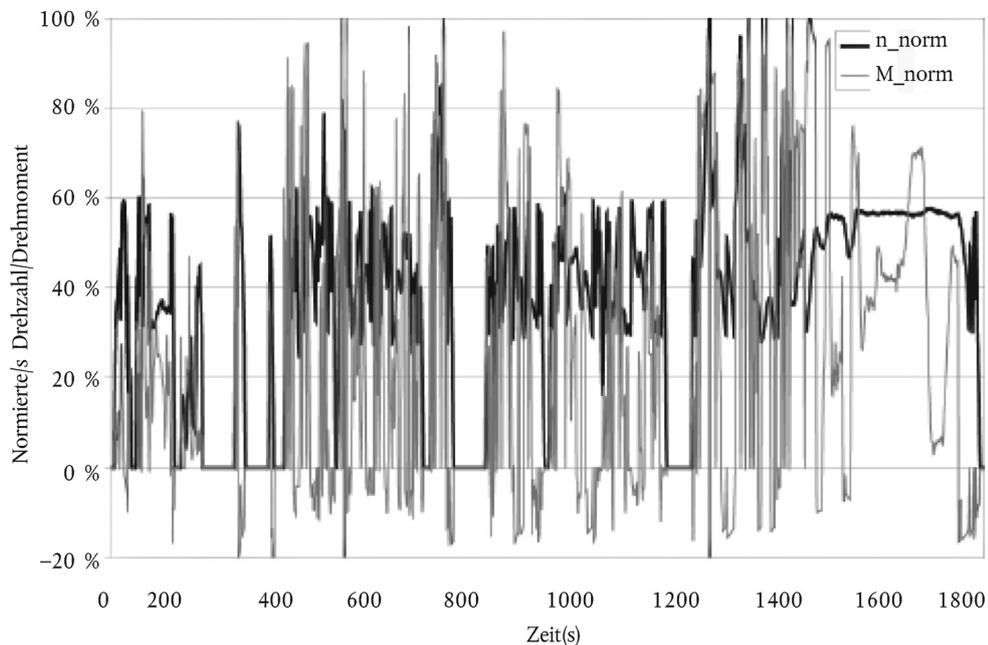
#### 7.2.1. Instationärer Prüfzyklus WHTC

Der instationäre WHTC-Prüfzyklus ist in der Anlage 1 als eine Folge von im Sekundenabstand wechselnden Drehzahl- und Drehmomentwerten dargestellt. Zur Durchführung der Prüfung an einer Motorprüfzelle sind die normierten Werte mithilfe der Motorabbildungskurve in die tatsächlichen Werte für den zu prüfenden Motor umzurechnen. Diese Umrechnung wird als Entnormierung bezeichnet, und der so ermittelte Prüfzyklus ist der Bezugszyklus für den zu prüfenden Motor. Mit diesen Bezugswerten für Drehzahl und Drehmoment muss der Zyklus in der Prüfzelle durchgeführt werden; dabei sind die tatsächlichen Werte für Drehzahl, Drehmoment und Leistung aufzuzeichnen. Zur Validierung des Prüflaufes ist nach dem Abschluss der Prüfung eine Regressionsanalyse zwischen den Bezugswerten und den Messwerten von Drehzahl, Drehmoment und Leistung durchzuführen.

Zur Ermittlung der bremspezifischen Emissionen ist die tatsächliche Zyklusarbeit durch Integration der tatsächlichen Motorleistung über den Zyklus zu errechnen. Der Prüflauf gilt als validiert, wenn die tatsächliche Zyklusarbeit innerhalb der zulässigen Grenzen der Arbeit des Bezugszyklus liegt.

Für die gasförmigen Schadstoffe kann eine kontinuierliche Probenahme (aus unverdünnten oder verdünnten Abgasen) oder eine Stichprobenahme (aus verdünnten Abgasen) angewandt werden. Die Partikelprobe ist mit einem konditionierten Verdünnungsmittel (wie Umgebungsluft) zu verdünnen und an einem einzigen geeigneten Filter abzuscheiden. Der WHTC-Prüfzyklus ist in Abbildung 3 schematisch dargestellt.

Abbildung 3  
WHTC-Prüfzyklus



#### 7.2.2. Gestufter stationärer Prüfzyklus WHSC

Der gestuft stationäre Prüfzyklus WHSC besteht aus einer Abfolge normalisierter Drehzahl- und Belastungsphasen, die mithilfe der Motorabbildungskurve in Bezugswerte für den zu prüfenden Motor zu konvertieren sind. Der Motor läuft in jeder Phase die vorgeschriebene Zeit, wobei Drehzahl und Last innerhalb von  $20 \pm 1$  Sekunden linear zu verändern sind. Zur Validierung des Prüflaufes ist nach dem Abschluss der Prüfung eine Regressionsanalyse zwischen den Bezugswerten und den Messwerten von Drehzahl, Drehmoment und Leistung durchzuführen.

Die Konzentration sämtlicher gasförmiger Schadstoffe, des Abgasstroms und der Leistungsabgabe muss für den ganzen Prüfzyklus bestimmt werden. Die gasförmigen Schadstoffe können kontinuierlich erfasst oder in einem Probenahmebeutel gesammelt werden. Die Partikelprobe ist mit konditioniertem Verdünnungsmittel (z. B. Umgebungsluft) zu verdünnen. Eine Probe ist über den gesamten Prüfzyklus zu entnehmen und an einem einzigen geeigneten Filter abzuschneiden.

Zur Ermittlung der bremspezifischen Emissionen ist die tatsächliche Zyklusarbeit durch Integration der tatsächlichen Motorleistung über den Zyklus zu errechnen.

Der WHSC-Prüfzyklus ist in Tabelle 1 dargestellt. Mit Ausnahme der Prüfphase 1 ist der Beginn jeder Prüfphase durch den Beginn der Übergangsphase nach der vorherigen Prüfphase definiert.

Tabelle 1  
WHSC-Prüfzyklus

Prüfphase	Normierte Drehzahl (Prozent)	Normiertes Drehmoment (Prozent)	Dauer der Prüfphase (s) einschl. 20-Sekunden-Übergangszeit
1	0	0	210
2	55	100	50
3	55	25	250
4	55	70	75
5	35	100	50
6	25	25	200

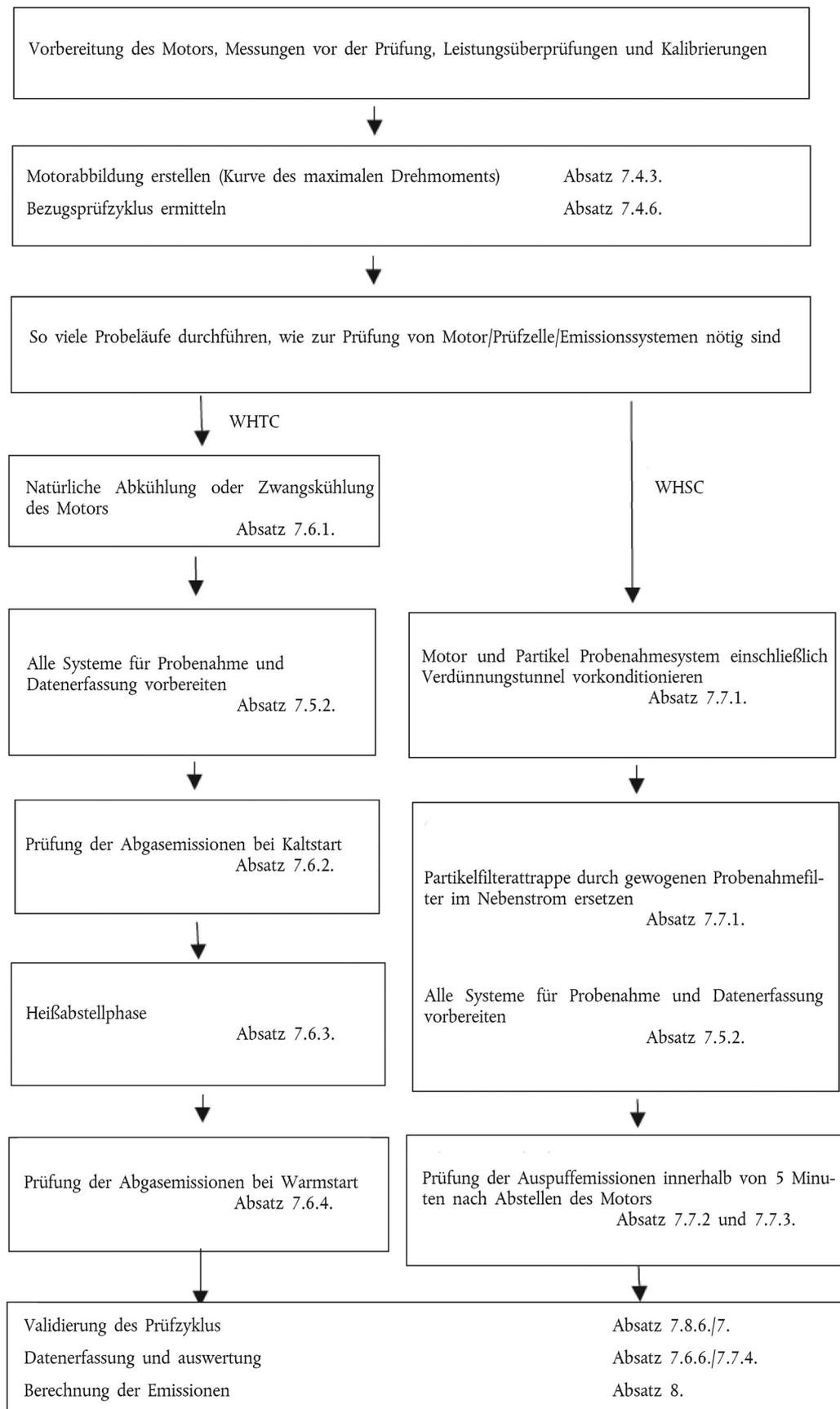
Prüfphase	Normierte Drehzahl (Prozent)	Normiertes Drehmoment (Prozent)	Dauer der Prüfphase (s) einschl. 20-Sekunden-Übergangszeit
7	45	70	75
8	45	25	150
9	55	50	125
10	75	100	50
11	35	50	200
12	35	25	250
13	0	0	210
Summe:			1,895

### 7.3. Allgemeiner Ablauf der Prüfung

Das nachstehende Ablaufdiagramm gibt schematisch wieder, wie bei der Prüfung vorzugehen ist. Die Einzelheiten jedes Schritts finden sich im jeweiligen Absatz des Textes. Abweichungen von der dargestellten Vorgehensweise sind gegebenenfalls zulässig, die Bestimmungen der entsprechenden Absätze sind jedoch verbindlich.

Das WHTC-Prüfverfahren besteht aus einer Kaltstartprüfung nach einer natürlichen Kühlung oder einer Zwangskühlung des Motors, einer Heißabstellphase und einer Warmstartprüfung.

Das WHSC-Prüfverfahren besteht aus einer Warmstartprüfung, nach einer Vorkonditionierung gemäß der WHSC-Prüfphase 9.



#### 7.4. Motorabbildung und Referenzzyklus

Die am Motor vor der Prüfung durchzuführenden Messungen, Leistungsüberprüfungen und Systemkalibrierungen müssen, wie im allgemeinen Prüfablauf des Absatzes 7.3 vorgesehen, vor dem Motorabbildungsverfahren durchgeführt werden.

Für die Generierung der WHTC- und WHSC- Bezugszyklen muss der Motor unter Vollast durch die Aufnahme der Kurven „Drehzahl zu Maximaldrehmoment“ und „Drehzahl zu Maximalleistung“ abgebildet werden. Die Abbildungskurve wird für die Entnormierung von Motordrehzahl (Absatz 7.4.6) und Motordrehmoment (Absatz 7.4.7) eingesetzt.

##### 7.4.1. Warmlaufen des Motors

Der Motor muss bei 75 % bis 100 % seiner Maximalleistung oder gemäß den Empfehlungen des Herstellers oder nach gutem fachlichen Ermessen warmgelaufen werden. Gegen Ende des Warmlaufens muss der Motor in der Weise betrieben werden, dass sich die Motorkühlung und die Schmieröltemperatur innerhalb von  $\pm 2\%$  ihrer Mittelwerte für die Dauer von mindestens 2 Minuten stabilisieren, oder so lange, bis der Motorthermostat die Motortemperatur steuert.

##### 7.4.2. Bestimmung des Drehzahlbereichs der Abbildung

Die niedrigste und die höchste Abbildungsdrehzahl werden wie folgt festgelegt:

niedrigste Abbildungsdrehzahl =  
Leerlaufdrehzahl

höchste Abbildungsdrehzahl =  
 $n_{hi} \times 1,02$  oder die Drehzahl, bei der das Vollast-Drehmoment gegen Null abfällt; es gilt der kleinere der beiden Werte.

##### 7.4.3. Motorabbildungskurve

Wenn der Motor gemäß Absatz 7.4.1 stabilisiert ist, wird die Motorabbildung wie folgt vorgenommen.

a) Der Motor wird ohne Last und bei Leerlaufdrehzahl betrieben.

b) Der Motor wird bei maximaler Bedieneingabe und niedrigster Abbildungsdrehzahl betrieben.

c) Die Motordrehzahl wird mit einer mittleren Geschwindigkeit von  $8 \pm 1 \text{ min}^{-1}/\text{s}$  von der niedrigsten auf die höchste Abbildungsdrehzahl gesteigert, oder mit einer gleichbleibenden Rate in der Weise erhöht, dass es 4 bis 6 Minuten dauert, von der niedrigsten zur höchsten Abbildungsdrehzahl zu gelangen. Die Motordrehzahl und das Drehmoment sind mit einer Abtastfrequenz von mindestens einem Punkt pro Sekunde aufzuzeichnen.

Wählt man für die Bestimmung des negativen Bezugswerts des Drehmoments die Option b des Absatzes 7.4.7, kann die Abbildungskurve mit minimaler Bedieneingabe von der niedrigsten zur höchsten Abbildungsdrehzahl direkt durchlaufen.

##### 7.4.4. Andere Abbildungsverfahren

Ist ein Hersteller der Auffassung, dass die vorstehenden Abbildungsverfahren für einen bestimmten Motor nicht sicher oder repräsentativ sind, können andere Abbildungstechniken verwendet werden. Diese anderen Techniken müssen dem Zweck der beschriebenen Abbildungsverfahren genügen, der darin besteht, bei allen Motordrehzahlen, die während der Prüfzyklen auftreten, das höchste verfügbare Drehmoment zu bestimmen. Abweichungen von den in diesem Absatz beschriebenen Abbildungstechniken aufgrund sicherheitstechnischer Belange oder zugunsten einer besseren Repräsentativität müssen zusammen mit der entsprechenden Begründung von der Typgenehmigungsbehörde genehmigt werden. Auf keinen Fall jedoch darf die Drehmomentkurve für Motoren mit Drehzahlregler oder Turbolader bei sinkenden Motordrehzahlen betrieben werden.

## 7.4.5. Wiederholungsprüfungen

Ein Motor muss nicht vor jedem einzelnen Prüfzyklus abgebildet werden. Eine erneute Abbildung ist vor einem Prüfzyklus durchzuführen, wenn:

- a) seit der letzten Abbildung ein nach technischem Ermessen unangemessen langer Zeitraum vergangen ist, oder wenn oder
- b) an dem Motor mechanische Veränderungen oder Nachkalibrierungen vorgenommen worden sind, die sich möglicherweise auf die Motorleistung auswirken.

## 7.4.6. Entnormierung der Motordrehzahl

Für die Generierung der Bezugszyklen müssen die normierten Drehzahlen der Anlage 1 (WHTC) und der Tabelle 1 (WHSC) unter Anwendung folgender Formel entnormiert werden:

$$n_{\text{ref}} = n_{\text{norm}} \times (0,45 \times n_{\text{lo}} + 0,45 \times n_{\text{pref}} + 0,1 \times n_{\text{hi}} - n_{\text{idle}}) \times 2,0327 + n_{\text{idle}} \quad (9)$$

Für die Bestimmung von  $n_{\text{pref}}$  muss mittels der Motorabbildungskurve gemäß Absatz 7.4.3 das Integral des maximalen Drehmoments von  $n_{\text{idle}}$  bis  $n_{95\text{h}}$  gebildet werden.

Die Motordrehzahlen in den Abbildungen 4 und 5 sind wie folgt definiert:

$n_{\text{norm}}$  ist die in Anlage 1 und Tabelle 1 aufgeführte normierte Drehzahl geteilt durch 100;

$n_{\text{lo}}$  ist die niedrigste Drehzahl, bei der die Leistung 55 % der Maximalleistung beträgt;

$n_{\text{pref}}$  ist die Motordrehzahl, bei der das Integral des maximalen abgebildeten Drehmoments 51 % des Integrals zwischen  $n_{\text{idle}}$  und  $n_{95\text{h}}$  beträgt;

$n_{\text{hi}}$  ist die höchste Drehzahl, bei der die Leistung 70 % der Maximalleistung beträgt;

$n_{\text{idle}}$  ist die Leerlaufdrehzahl;

$n_{95\text{h}}$  ist die höchste Drehzahl, bei der die Leistung 95 % der Maximalleistung beträgt.

Für Motoren (hauptsächlich Fremdzündungsmotoren) mit einer steilen Kennlinie der Überdrehzahlsicherung, bei denen die Unterbrechung der Kraftstoffzufuhr es nicht erlaubt, den Motor bis  $n_{\text{hi}}$  oder  $n_{95\text{h}}$  zu betreiben, gelten folgende Bestimmungen:

$n_{\text{hi}}$  wird in der Formel 9 ersetzt durch  $n_{\text{pmax}} \times 1,02$ ;

$n_{95\text{h}}$  wird ersetzt durch  $n_{\text{pmax}} \times 1,02$

Abbildung 4:  
Definition der Prüfdrehzahlen

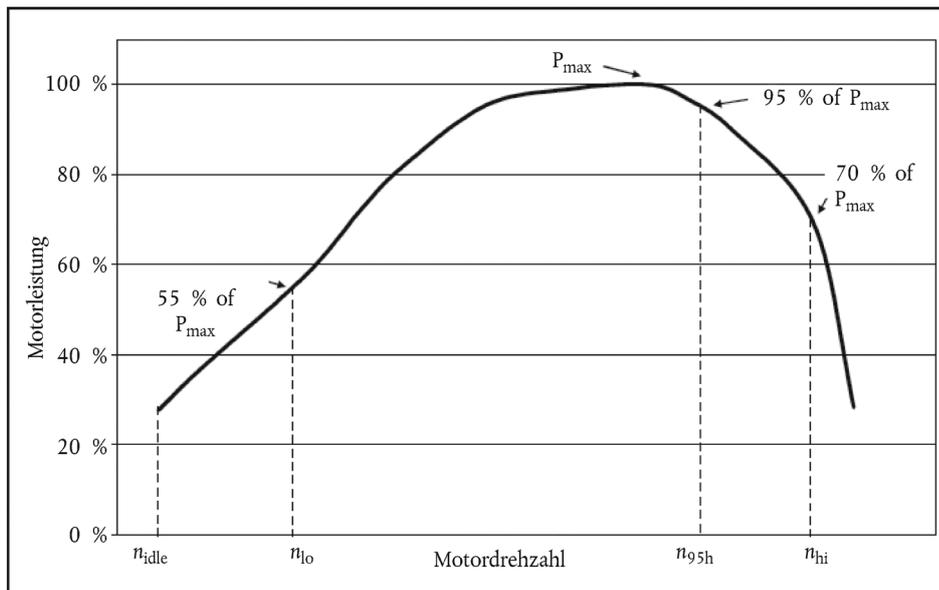
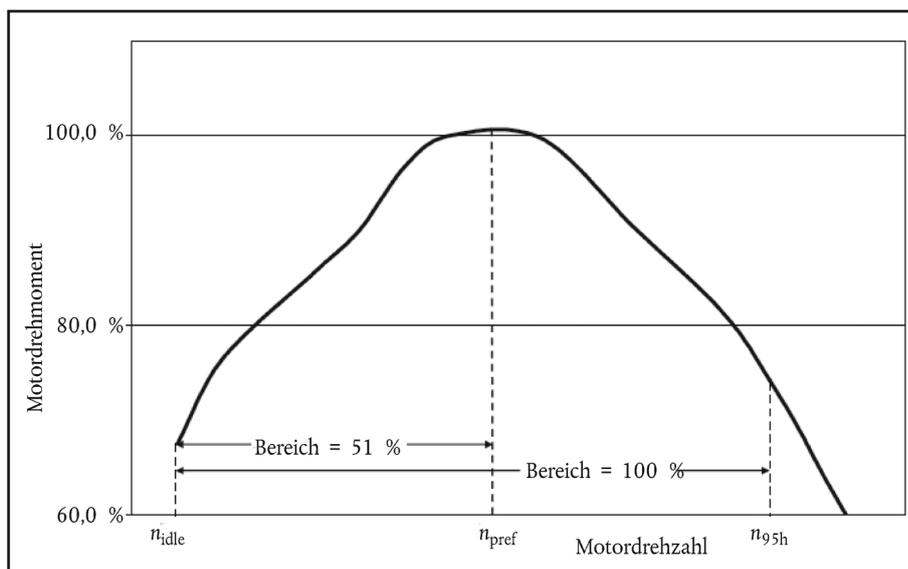


Abbildung 5  
Definition von  $n_{pref}$



#### 7.4.7. Entnormierung des Motordrehmoments

Die im Ablaufplan für den Motorleistungsprüfstand in Anlage 1 zu diesem Anhang (WHTC) sowie in Tabelle 1 (WHSC) angegebenen Drehmomentwerte sind auf die Höchstwerte der Drehmomente bei den jeweiligen Drehzahlen normiert. Für die Generierung der Bezugszyklen müssen die Drehmomentwerte für jeden einzelnen gemäß Absatz 7.4.6 festgelegten Bezugsdrehzahlwert wie folgt entnormiert werden, indem man die nach Absatz 7.4.3 ermittelte Abbildungskurve anwendet:

$$M_{ref,i} = \frac{M_{norm,i}}{100} \times M_{max,i} + M_{f,i} - M_{r,i} \quad (10)$$

Dabei ist:

$M_{\text{norm},i}$  der normierte Drehmomentwert, %,

$M_{\text{max},i}$  der Maximalwert des Drehmoments aus der Abbildungskurve, Nm,

$M_{f,i}$  das von den anzubringenden Hilfseinrichtungen/Vorrichtungen aufgenommene Drehmoment, Nm,

$M_{r,i}$  das von den zu entfernenden Hilfseinrichtungen/Vorrichtungen aufgenommene Drehmoment, Nm.

Wenn Hilfseinrichtungen/Vorrichtungen gemäß Absatz 6.3.1 und Anlage 6 zu diesem Anhang angebracht sind, haben  $M_f$  und  $M_r$  den Wert Null.

Zur Einrichtung des Bezugszyklus müssen die negativen Drehmomentwerte der Schiebetriebspunkte („m“ in Anlage 1 zu diesem Anhang) Bezugswerte annehmen, die nach einem der folgenden Verfahren bestimmt werden:

- a) negative 40 % des beim zugeordneten Drehzahlpunkt verfügbaren positiven Drehmoments;
- b) Abbildung des negativen Drehmoments, das erforderlich ist, um per Motorbremse die Abbildungsdrehzahl vom höchsten zum niedrigsten Wert herunterzufahren;
- c) Bestimmung des negativen Drehmoments, das erforderlich ist, um den Motor per Motorbremse bei Leerlauf bzw. bei  $n_{hi}$  herunterzufahren, und lineare Interpolation zwischen diesen beiden Punkten.

#### 7.4.8. Berechnung der Bezugszyklusarbeit

Die Bezugszyklusarbeit muss über den Prüfzyklus bestimmt werden, indem man synchron die Momentanwerte der Motorleistung aus der Bezugsdrehzahl und dem Bezugsdrehmoment berechnet, wie in den Absätzen 7.4.6 und 7.4.7 festgelegt. Die Momentanwerte der Motorleistung müssen über den Prüfzyklus integriert werden, um die Bezugszyklusarbeit  $W_{\text{ref}}$  (kWh) zu bestimmen. Wenn gemäß Absatz 6.3.1 keine Hilfseinrichtungen angebracht sind, müssen die Momentanwerte der Motorleistung mit der Formel 4 in Absatz 6.3.5 korrigiert werden.

Dieselbe Vorgehensweise muss für die Integration sowohl der Bezugswerte als auch der Messwerte der Motorleistung angewandt werden. Wenn Werte zwischen benachbarten Referenzwerten oder Messwerten bestimmt werden müssen, ist linear zu interpolieren. Bei der Integration der aktuellen Zyklusarbeit muss jeder negative Drehmomentwert gleich Null gesetzt und mit diesem Wert berücksichtigt werden. Findet die Integration bei einer Frequenz von unter 5 Hz statt und verändert sich das Vorzeichen des Drehmomentwertes in einem gegebenen Zeitabschnitt von positiv zu negativ oder umgekehrt, so ist der negative Anteil zu berechnen und gleich Null zu setzen. Der positive Anteil ist dem integrierten Wert zuzuschlagen.

#### 7.5. Vor der Prüfung zu treffende Maßnahmen

##### 7.5.1. Anbringen der Messgeräte

Die Geräte und die Probenahmesonden sind vorschriftsgemäß anzubringen. Wird ein Vollstrom-Verdünnungssystem verwendet, ist das Abgasrohr daran anzuschließen.

##### 7.5.2. Vorbereiten der Messgeräte auf die Probenahmen

Folgende Schritte sind zu unternehmen, bevor die Emissionsprobenahme beginnt:

- a) Binnen 8 Stunden vor der Emissionsprobenahme muss eine Dichtigkeitsprüfung gemäß Absatz 9.3.4 durchgeführt werden.
- b) Für Stichprobenahmen müssen saubere Speichermittel angebracht werden, zum Beispiel luftleere Beutel.
- c) Alle Messgeräte müssen gemäß den Anweisungen des Herstellers und fachgerecht in Betrieb genommen werden.

- d) Die Verdünnungssysteme, Probenahmepumpen, Kühlgebläse und Datenerfassungsgeräte müssen eingeschaltet werden.
- e) Die Probendurchsätze müssen auf die gewünschten Pegel eingestellt werden, falls erwünscht unter Einsatz von Nebenstrom.
- f) Wärmetauscher im Probenahmesystem müssen vorgewärmt oder vorgekühlt werden, um sie für die jeweilige Prüfung in ihren Betriebstemperaturbereich zu bringen.
- g) Es muss hinreichend Zeit vorgesehen werden, damit erwärmte oder gekühlte Bauteile wie Entnahmeleitungen, Filter, Kühler und Pumpen ihre Betriebstemperatur stabil erreichen.
- h) Die Strömung des Abgasverdünnungssystems muss mindestens 10 Minuten vor einer Prüfsequenz eingeschaltet werden.
- i) Jeder elektronische Integrator muss vor jedem Prüfabschnitt auf Null gesetzt werden.

#### 7.5.3. Überprüfen der Analysegeräte

Die Arbeitsbereiche der Gasanalysatoren müssen eingestellt werden. Es sind Emissionsanalysatoren mit automatischer oder manueller Bereichsumschaltung zulässig. Während eines Prüfzyklus darf der Bereich der Emissionsanalysatoren nicht umgeschaltet werden. Auch die Verstärkungseinstellung eines oder mehrerer analoger Operationsverstärker eines Analysators darf während des Prüfzyklus nicht umgeschaltet werden.

Die Nullgas- und Kalibriergas-Antwort muss für alle jene Analysatoren festgestellt werden, die international kalibrierte Gase verwenden, welche den Anforderungen des Absatzes 9.3.3 genügen. FID-Analysatoren müssen auf der Basis der Kohlenstoffzahl Eins (C1) kalibriert werden.

#### 7.5.4. Vorbereitung der Partikel-Probenahmefilter

Wenigstens eine Stunde vor der Prüfung ist jedes einzelne Filter in eine gegen Staubkontamination geschützte und Luftaustausch ermöglichende Petrischale zu legen, die zur Stabilisierung in eine Wägekammer gelegt wird. Nach der Stabilisierungsphase ist jedes Filter zu wägen und das Taragewicht aufzuzeichnen. Dann ist das Filter in einer verschlossenen Petrischale oder einem verschlossenen Filterhalter aufzubewahren, bis es zur Messung kommt. Das Filter ist binnen acht Stunden nach seiner Entnahme aus der Wägekammer zu verwenden.

#### 7.5.5. Einstellung des Verdünnungssystems

Der Gesamtdurchsatz verdünnter Abgase eines Vollstrom-Verdünnungssystems oder der Abgasdurchsatz durch ein Teilstrom-Verdünnungssystem ist so einzustellen, dass Kondenswasserbildung im System vermieden und eine Filteranströmtemperatur zwischen 315 K (42 °C) und 325 K (52 °C) erreicht wird.

#### 7.5.6. Inbetriebnahme des Partikel-Probenahmesystems

Das Partikelprobenahmesystem ist zu starten und im Bypassmodus zu betreiben. Der Partikelhintergrundpegel der Verdünnungsluft kann bestimmt werden, indem Verdünnungsluftproben vor dem Eintritt des Abgases in den Verdünnungstunnel entnommen werden. Diese Messung kann vor oder nach der Prüfung durchgeführt werden. Wenn die Messung sowohl vor als auch nach dem Zyklus durchgeführt wird, kann man daraus den Mittelwert bilden. Wenn für die Hintergrundmessung ein anderes Probenahmesystem verwendet wird, müssen die Messungen gleichzeitig mit dem Prüflauf durchgeführt werden.

#### 7.6. WHTC-Prüffolge

##### 7.6.1. Abkühlen des Motors

Der Motor kann entweder natürlich abkühlen oder zwangsgekühlt werden. Für die Zwangskühlung sind nach bestem fachlichem Ermessen Systeme zu verwenden, die den Motor mit Kühlluft anblasen, kühles Öl in den Schmierölkreislauf des Motors pumpen, dem Kühlmittel mittels des Motorkühlsystems Wärme entziehen und dem Abgasnachbehandlungssystem Wärme entziehen. Bei Zwangskühlung des Abgasnachbehandlungssystems darf Kühlluft erst eingeleitet werden, nachdem seine Temperatur unter die Aktivierungstemperatur des Katalysators gefallen ist. Kühlverfahren, die zu nicht repräsentativen Emissionswerten führen, sind unzulässig.

##### 7.6.2. Prüfung mit Kaltstart

Die Prüfung ist zu beginnen, wenn die Temperatur des Schmiermittels, des Kühlmittels und des Abgasnachbehandlungssystems zwischen 293 K und 303 K (20 und 30 °C) liegt. Der Motor ist nach einem der folgenden Verfahren anzulassen:

- a) Anlassen gemäß Betriebsanleitung mit einem serienmäßigen Anlasser und einer ausreichend geladenen Batterie oder einer anderen geeigneten Stromquelle oder
- b) Anlassen mithilfe des Leistungsprüfstands. Der Motor ist mit der betriebsüblichen Drehzahl  $\pm 25\%$  durchzudrehen. Der Anlassvorgang ist innerhalb von 1 Sekunde nach Anspringen des Motors zu beenden. Springt der Motor nicht spätestens nach 15 Sekunden Durchdrehen an, ist der Anlassvorgang abbrechen und die Ursache des Nichtanspringens zu ermitteln, sofern nicht in der Betriebsanleitung oder im Werkstatthandbuch ein längeres Durchdrehen als normal angegeben wird.

#### 7.6.3. Heißabstellphase

Unmittelbar nach der Prüfung mit Kaltstart ist der Motor für die Warmstartprüfung mit einer Heißabstellphase von  $10 \pm 1$  Minute zu konditionieren.

#### 7.6.4. Prüfung mit Warmstart

Der Motor ist nach Ende der in Absatz 7.6.3 definierten Heißabstellphase nach einem der in Absatz 7.6.2 beschriebenen Verfahren anzulassen.

#### 7.6.5. Prüffolge

Die Prüffolge beginnt sowohl für die Kaltstartprüfung als auch für die Warmstartprüfung mit dem Anlassen des Motors. Nach dem Anspringen des Motors muss die Zyklussteuerung eingeschaltet werden, damit der Motorbetrieb dem ersten Einstellpunkt des Prüfzyklus entspricht.

Die Prüfung ist nach dem in Absatz 7.4 beschriebenen Bezugszyklus durchzuführen. Die Führungssollwerte für Motordrehzahl und -drehmoment sind mit mindestens 5 Hz (empfohlen 10 Hz) auszugeben. Die Sollwerte sind durch lineare Interpolation zwischen den im Sekundenabstand angeordneten Sollwerten des Bezugszyklus zu ermitteln. Die Messwerte der Drehzahl und des Drehmoments des Motors sind während des Prüfzyklus mit einer Frequenz von mindestens 1 Hz aufzuzeichnen, die Signale können elektronisch gefiltert werden.

#### 7.6.6. Erfassung emissionsrelevanter Daten

Mit Beginn der Prüffolge sind gleichzeitig die Messgeräte einzuschalten:

- a) Beginn der Erfassung oder Analyse der Verdünnungsluft, wenn ein Vollstrom-Verdünnungssystem verwendet wird,
- b) Beginn der Erfassung oder Analyse des rohen oder verdünnten Abgases, je nach gewählter Methode,
- c) Beginn der Messung der Menge von verdünntem Abgas sowie der erforderlichen Temperaturen und Drücke,
- d) Beginn der Aufzeichnung des Abgasmassendurchsatzes, wenn mit Analyse des Rohabgases gearbeitet wird,
- e) Beginn der Aufzeichnung der Messwerte von Drehzahl und Drehmoment des Leistungsprüfstandes.

Werden Rohabgasmessungen vorgenommen, so sind die Emissionskonzentrationen ((NM)HC, CO und NO<sub>x</sub>) und der Abgasmassendurchsatz kontinuierlich zu messen und mit mindestens 2 Hz in einem Computersystem zu speichern. Alle anderen Daten können mit einer Abtastfrequenz von mindestens 1 Hz aufgezeichnet werden. Bei analogen Analysegeräten ist das Ansprechverhalten aufzuzeichnen, und die Kalibrierungsdaten können online oder offline für die Bewertung herangezogen werden.

Wird ein Vollstrom-Verdünnungssystem verwendet, sind HC und NO<sub>x</sub> im Verdünnungstunnel kontinuierlich mit einer Frequenz von mindestens 2 Hz zu messen. Die mittleren Konzentrationen sind durch Integrieren der Analysatorsignale über den Prüfzyklus zu bestimmen. Die Systemansprechzeit darf nicht länger sein als 20 Sekunden und muss gegebenenfalls mit den CVS-Strömungsschwankungen und den Probenahmezeiten-/Prüfzyklusabweichungen abgestimmt werden. Durch Integration laufender Messergebnisse oder durch Analysieren der über den Zyklus im Probenahmebeutel gesammelten Konzentrationen können CO, CO<sub>2</sub>, NMHC bestimmt werden. Die Konzentrationen der gasförmigen Schadstoffe in der Verdünnungsluft sind durch Integration oder Einsammeln in den Hintergrundbeutel zu bestimmen und zwar vor der Eintrittsstelle der Abgase in den Verdünnungstunnel. Alle übrigen zu messenden Parameter sind mit mindestens einer Messung pro Sekunde (1 Hz) aufzuzeichnen.

#### 7.6.7. Partikelprobenahme

Zu Beginn der Prüffolge ist das Partikel-Probenahmesystem von Bypass auf Partikelsammlung umzuschalten.

Wird ein Teilstrom-Verdünnungssystem verwendet, ist (sind) die Probenahmepumpe(n) so zu steuern, dass der Durchsatz durch die Partikel-Probenahmesonde oder das Übertragungsrohr proportional zu dem nach Absatz 9.4.6.1 ermittelten Abgasmassendurchsatz gehalten wird.

Wird ein Vollstrom-Verdünnungssystem verwendet, so ist (sind) die Probenahmepumpe(n) so einzustellen, dass der Durchsatz durch die Partikel-Probenahmesonde oder das Übertragungsrohr auf  $\pm 2,5\%$  des eingestellten Wertes konstant bleibt. Findet eine Durchflussmengenkompensation statt (d. h. eine Proportionalregelung des Probenstroms), ist nachzuweisen, dass das Verhältnis von Haupttunnelstrom zu Partikelprobenstrom um höchstens  $\pm 2,5\%$  seines Sollwertes schwankt (ausgenommen die ersten zehn Sekunden der Probenahme). Die Mittelwerte von Temperatur und Druck am Einlass des Gasmess- oder Durchflussmessgeräts (der Gasmess- oder Durchflussmessgeräte) sind aufzuzeichnen. Die Prüfung ist ungültig, wenn es wegen hoher Beladung des Partikelfilters nicht möglich ist, den eingestellten Durchsatz über den gesamten Zyklus hinweg mit einer Toleranz von  $\pm 2,5\%$  aufrechtzuerhalten. Die Prüfung ist dann mit einem kleineren Probenahmestrom zu wiederholen.

#### 7.6.8. Abwürgen des Motors und Funktionsstörungen an den Geräten

Wird der Motor während der Prüfung mit Kaltstart zu irgendeinem Zeitpunkt abgewürgt, ist die Prüfung ungültig. Der Motor ist dann vorzukonditionieren und nach Absatz 7.6.2 neu zu starten, die Prüfung ist zu wiederholen.

Wird der Motor während der Prüfung mit Warmstart zu irgendeinem Zeitpunkt abgewürgt, ist die Prüfung ungültig. Der Motor ist dann nach Absatz 7.6.3 heiß abzustellen, die Prüfung mit Warmstart ist zu wiederholen. Die Prüfung mit Kaltstart braucht in diesem Fall nicht wiederholt zu werden.

Tritt an einem der für die Prüfung erforderlichen Messgeräte eine Funktionsstörung auf, ist die Prüfung ungültig und nach obigen Bestimmungen zu wiederholen.

#### 7.7. WHSC-Prüffolge

##### 7.7.1. Vorkonditionierung des Verdünnungssystems und des Motors

Das Verdünnungssystem und der Motor müssen gemäß Absatz 7.4.1 gestartet und warmlaufen gelassen werden. Nach dem Aufwärmen sind der Motor und das Probenahmesystem vorzukonditionieren, indem man den Motor während mindestens 10 Minuten in Prüfphase 9 betreibt (siehe Absatz 7.2.2, Tabelle 1), während gleichzeitig das Verdünnungssystem in Betrieb ist. Blindproben von Feinstaubemissionen können abgeschieden werden. Partikel-Probenahmefilter müssen nicht stabilisiert oder gewogen werden und können entfernt werden. Der Durchsatz ist ungefähr auf die für den Test ausgewählten Durchsätze einzustellen. Der Motor ist nach der Vorkonditionierung abzuschalten.

##### 7.7.2. Motorstart

$5 \pm 1$  Minute nach der Vorkonditionierung unter den Betriebsbedingungen der Prüfphase 9 nach Absatz 7.7.1 ist der Motor gemäß dem vom Hersteller im Benutzerhandbuch empfohlenen Verfahren anzulassen, entweder mit einem serienmäßigen Anlasser, oder mit dem Leistungsprüfstand gemäß Absatz 7.6.2.

##### 7.7.3. Prüffolge

Die Prüffolge beginnt nach den Anspringen des Motors und innerhalb einer Minute nach der Einstellung des Motors auf die erste Prüfphase des Zyklus (Leerlauf).

Die WHSC-Prüfung ist mit der Abfolge der Prüfphasen gemäß Tabelle 1 des Absatzes 7.2.2 durchzuführen.

##### 7.7.4. Erfassung emissionsrelevanter Daten

Mit Beginn der Prüffolge sind gleichzeitig die Messgeräte einzuschalten:

- a) Beginn der Erfassung oder Analyse der Verdünnungsluft, wenn ein Vollstrom-Verdünnungssystem verwendet wird,
- b) Beginn der Erfassung oder Analyse des rohen oder verdünnten Abgases, je nach gewählter Methode,

- c) Beginn der Messung der Menge von verdünntem Abgas sowie der erforderlichen Temperaturen und Drücke,
- d) Beginn der Aufzeichnung des Abgasmassendurchsatzes, wenn mit Analyse des Rohabgases gearbeitet wird,
- e) Beginn der Aufzeichnung der Messwerte von Drehzahl und Drehmoment des Leistungsprüfstandes.

Werden Rohabgasmessungen vorgenommen, so sind die Emissionskonzentrationen ((NM)HC, CO und NO<sub>x</sub>) und der Abgasmassendurchsatz kontinuierlich zu messen und mit mindestens 2 Hz in einem Computersystem zu speichern. Alle anderen Daten können mit einer Abtastfrequenz von mindestens 1 Hz aufgezeichnet werden. Bei analogen Analysegeräten ist das Ansprechverhalten aufzuzeichnen, und die Kalibrierungsdaten können online oder offline für die Bewertung herangezogen werden.

Wird ein Vollstrom-Verdünnungssystem verwendet, sind HC und NO<sub>x</sub> im Verdünnungstunnel kontinuierlich mit einer Frequenz von mindestens 2 Hz zu messen. Die mittleren Konzentrationen sind durch Integrieren der Analysatorsignale über den Prüfzyklus zu bestimmen. Die Systemansprechzeit darf nicht länger sein als 20 Sekunden und muss gegebenenfalls mit den CVS-Strömungsschwankungen und den Probenahmezeiten-/Prüfzyklusabweichungen abgestimmt werden. Durch Integration laufender Messergebnisse oder durch Analysieren der über den Zyklus im Probenahmebeutel gesammelten Konzentrationen können CO, CO<sub>2</sub>, NMHC bestimmt werden. Die Konzentrationen der gasförmigen Schadstoffe in der Verdünnungsluft sind durch Integration oder Einsammeln in den Hintergrundbeutel zu bestimmen und zwar vor der Eintrittsstelle der Abgase in den Verdünnungstunnel. Alle übrigen zu messenden Parameter sind mit mindestens einer Messung pro Sekunde (1 Hz) aufzuzeichnen.

#### 7.7.5. Partikelprobenahme

Zu Beginn der Prüffolge ist das Partikel-Probenahmesystem von Bypass auf Partikelsammlung umzuschalten. Wird ein Teilstrom-Verdünnungssystem verwendet, ist (sind) die Probenahmepumpe(n) so zu steuern, dass der Durchsatz durch die Partikel-Probenahmesonde oder das Übertragungsrohr proportional zu dem nach Absatz 9.4.6.1 ermittelten Abgasmassendurchsatz gehalten wird.

Wird ein Vollstrom-Verdünnungssystem verwendet, so ist (sind) die Probenahmepumpe(n) so einzustellen, dass der Durchsatz durch die Partikel-Probenahmesonde oder das Übertragungsrohr auf  $\pm 2,5\%$  des eingestellten Wertes konstant bleibt. Findet eine Durchflussmengenkompensation statt (d. h. eine Proportionalregelung des Probenstroms), ist nachzuweisen, dass das Verhältnis von Haupttunnelstrom zu Partikelprobenstrom um höchstens  $\pm 2,5\%$  seines Sollwertes schwankt (ausgenommen die ersten zehn Sekunden der Probenahme). Die Mittelwerte von Temperatur und Druck am Einlass des Gasmess- oder Durchflussmessgeräts (der Gasmess- oder Durchflussmessgeräte) sind aufzuzeichnen. Die Prüfung ist ungültig, wenn es wegen hoher Beladung des Partikelfilters nicht möglich ist, den eingestellten Durchsatz über den gesamten Zyklus hinweg mit einer Toleranz von  $\pm 2,5\%$  aufrechtzuerhalten. Die Prüfung ist dann mit einem kleineren Probenahmestrom zu wiederholen.

#### 7.7.6. Abwürgen des Motors und Funktionsstörungen an den Geräten

Wird der Motor während des Zyklus zu irgendeinem Zeitpunkt abgewürgt, ist die Prüfung ungültig. Der Motor ist dann nach Absatz 7.7.1 vorzukonditionieren, nach Absatz 7.7.2 neu zu starten und die Prüfung ist zu wiederholen.

Tritt an einem der für die Prüfung erforderlichen Messgeräte eine Funktionsstörung auf, ist die Prüfung ungültig und nach obigen Bestimmungen zu wiederholen.

#### 7.8. Vorgehensweise nach der Prüfung

##### 7.8.1. Arbeitsgänge im Anschluss an die Prüfung

Nach dem Abschluss der Prüfung sind die Messung des Abgasmassendurchsatzes, des Volumens des verdünnten Abgases, der Gasstrom in die Sammelbeutel und die Partikelprobenahme-Pumpe anzuhalten. Bei einem integrierten Analysesystem ist die Probenahme fortzusetzen, bis die Systemansprechzeiten abgelaufen sind.

##### 7.8.2. Überprüfung der Verhältnismöglichkeit der Probenahmen

Für jede verhältnismögliche Stichprobe, wie eine Beutelprobe oder eine Feinstaubprobe, muss überprüft werden, dass eine verhältnismögliche Probenahme nach den Absätzen 7.6.7 und 7.7.5 eingehalten worden ist. Jede Probe, die den Anforderungen nicht genügt, ist zu verwerfen.

##### 7.8.3. Konditionieren und Wägen von Feinstaub

Die Partikelfilter müssen in abgedeckten oder verschlossenen Behältern aufbewahrt werden, oder es müssen die Filterträger verschlossen sein, um die Probefilter vor einer Verschmutzung durch die Umwelt zu schützen. Mit derartigem Schutz sind die Filter in die Analysewaage einzulegen. Die Filter müssen während mindestens einer Stunde konditioniert und dann nach Absatz 9.4.5 gewogen werden. Das Bruttogewicht der Filter ist aufzuzeichnen.

## 7.8.4. Driftüberprüfung

Sobald wie möglich, aber nicht später als 30 Minuten nach dem Abschluss des Prüfzyklus oder während der Heißabstellphase, muss das Ansprechen der Gasanalysatoren am Nullpunkt und an der Messbereichsgrenze bestimmt werden. Für die Zwecke dieses Absatzes wird der Prüfzyklus wie folgt definiert:

- a) für den WHTC-Zyklus: die vollständige Abfolge kalt – heiß abgestellt – warm;
- b) für die WHTC-Warmstartprüfung (Absatz 6.6): die Abfolge heiß abgestellt – warm;
- c) für die WHTC-Warmstartprüfung mit Mehrfachregenerierung: die Gesamtzahl von Warmstartprüfungen;
- d) für den WHSC-Zyklus: der Prüfzyklus.

Für den Drift der Analysatoren gelten folgende Bestimmungen:

- a) das vor und nach der Prüfung festgestellte Ansprechen auf Nullgas und Kalibriergas kann direkt in die Formel 66 in Absatz 8.6.1 eingesetzt werden, ohne den Drift zu bestimmen,
- b) wenn die Driftdifferenz zwischen den Messergebnissen vor und nach der Prüfung kleiner als 1 % des Vollausschlags ist, können die gemessenen Konzentrationen ohne Korrektur verwendet werden oder gemäß Absatz 8.6.1 driftbereinigt werden,
- c) wenn die Driftdifferenz zwischen den Messergebnissen vor und nach der Prüfung größer als 1 % des Vollausschlags ist, müssen die Messungen verworfen werden oder die gemessenen Konzentrationen gemäß Absatz 8.6.1 driftbereinigt werden.

## 7.8.5. Analyse gasförmiger Beutelp Proben

Sobald wie möglich ist folgendes durchzuführen:

- a) gasförmige Beutelp Proben müssen spätestens 30 Minuten nach Abschluss der Warmstartprüfung analysiert werden oder während der Heißabstellphase für die Kaltstartprüfung;
- b) Hintergrundproben müssen spätestens 60 Minuten nach dem Abschluss der Warmstartprüfung analysiert werden.

## 7.8.6. Validierung der Zyklusarbeit

Vor der Berechnung der Zyklusarbeit sind die während des Motoranlassens aufgenommenen Messpunkte auszuscheiden. Die tatsächliche Zyklusarbeit ist über den Prüfzyklus unter synchroner Verwendung von Messwerten der Motordrehzahl und des Drehmoments, um daraus Momentanwerte der Motorleistung zu berechnen, zu bestimmen. Die Momentanleistungswerte des Motors werden über den Prüfzyklus integriert, um die aktuelle Zyklusarbeit  $W_{act}$  (kWh) zu berechnen. Wenn Hilfseinrichtungen/Vorrichtungen gemäß Absatz 6.3.1 nicht angebracht sind, müssen die Momentanleistungswerte mit der Formel 4 des Absatzes 6.3.5 korrigiert werden.

Dieselbe Vorgehensweise, wie sie in Absatz 7.4.8 beschrieben ist, muss für die Integration der Messwerte der Motorleistung angewandt werden.

Die tatsächliche Zyklusarbeit  $W_{act}$  wird für den Vergleich mit der Bezugszyklusarbeit  $W_{ref}$  und zum Berechnen der bremspezifischen Emissionen (siehe Absatz 8.6.3) verwendet.

$W_{act}$  muss zwischen 85 % und 105 % von  $W_{ref}$  liegen.

## 7.8.7. Validierungsstatistik für den Prüfzyklus

Es sind lineare Regressionen der Messwerte ( $n_{act}$ ,  $M_{act}$ ,  $P_{act}$ ) auf die Bezugswerte ( $n_{ref}$ ,  $M_{ref}$ ,  $P_{ref}$ ) durchzuführen, sowohl für WHTC als auch für WHSC.

Zur Verringerung der Verzerrungswirkung der Zeitverzögerung zwischen den Messwerten und den Bezugszykluswerten kann die gesamte Sequenz der Messwerte der Motordrehzahl und des Drehmoments gegenüber der Sequenz der entsprechenden Referenzwerte zeitlich vorgezogen oder verzögert werden. Bei einer Verschiebung der Messwerte müssen Drehzahl und Drehmoment um den gleichen Betrag und in die gleiche Richtung verschoben werden.

Es ist die Fehlerquadratmethode anzuwenden, mit folgender Formel für die beste Anpassung:

$$y = a_1x + a_0 \quad (11)$$

Dabei ist:

$y$  der Messwert der Drehzahl ( $\text{min}^{-1}$ ), des Drehmoments (Nm) oder der Leistung (kW),

$a_1$  die Steigung der Regressionsgeraden,

$x$  der Bezugswert von Drehzahl ( $\text{min}^{-1}$ ), Drehmoment (Nm) oder Leistung (kW),

$a_0$  ist der Y-Achsenabschnitt der Regressionsgeraden.

Die Standardfehler (SEE) des geschätzten Verlaufs  $y$  über  $x$  und der Bestimmungskoeffizient ( $r^2$ ) sind für jede einzelne Regressionsgerade zu berechnen.

Es empfiehlt sich, diese Analyse bei 1 Hz durchzuführen. Damit eine Prüfung gültig ist, müssen die Kriterien der Tabelle 2 (WHTC) bzw. der Tabelle 3 (WHSC) erfüllt werden.

Tabelle 2

**Toleranzen der Regressionsgeraden für WHTC**

	Drehzahl	Drehmoment	Leistung
Standardabweichung (SEE) vom Schätzwert von Y über X	max. 5 % der höchsten Prüfdrehzahl	max. 10 % des höchsten Motordrehmoments	max. 10 % der höchsten Motorleistung
Steigung der Regressionsgeraden, $a_1$	0,95 bis 1,03	0,83 bis 1,03	0,89 bis 1,03
Bestimmungskoeffizient, $r^2$	min. 0,970	min. 0,850	min. 0,910
y-Achsenabschnitt der Regressionsgeraden, $a_0$	max. 10 % der Leerlaufdrehzahl	$\pm 20$ Nm oder $\pm 2$ % des höchsten Drehmoments, es gilt der größere Wert	$\pm 4$ kW oder $\pm 2$ % der Höchstleistung, es gilt der größere Wert

Tabelle 3

**Toleranzen der Regressionsgeraden für WHSC**

	Drehzahl	Drehmoment	Leistung
Standardabweichung (SEE) vom Schätzwert von Y über X	max. 1 % der höchsten Prüfdrehzahl	max. 2 % des höchsten Motordrehmoments	max. 2 % der höchsten Motorleistung
Steigung der Regressionsgeraden, $a_1$	0,99 bis 1,01	0,98 bis 1,02	0,98 bis 1,02
Bestimmungskoeffizient, $r^2$	min. 0,990	min. 0,950	min. 0,950
y-Achsenabschnitt der Regressionsgeraden, $a_0$	max. 1 % der höchsten Prüfdrehzahl	$\pm 20$ Nm oder $\pm 2$ % des höchsten Drehmoments, es gilt der größere Wert	$\pm 4$ kW oder $\pm 2$ % der Höchstleistung, es gilt der größere Wert

Nur zu Regressionszwecken sind die in Tabelle 4 angegebenen Punktstreichungen vor der Regressionsrechnung zulässig. Diese Punkte dürfen jedoch zur Berechnung der Zyklusarbeit und der Emissionen nicht ausgelassen werden. Die Punktstreichung kann auf den gesamten Zyklus oder auf jeden Teil des Zyklus angewandt werden.

Tabelle 4

## Zulässige Punktstreichungen aus der Regressionsanalyse

Ereignis	Bedingungen	Zulässige Punktstreichungen
Minimum der Bedieneingabe (Leerlauf)	$n_{\text{ref}} = 0 \%$ und $M_{\text{ref}} = 0 \%$ und $M_{\text{act}} > (M_{\text{ref}} - 0,02 M_{\text{max. mapped torque}})$ $M_{\text{max mapped torque}} = \text{das maximale abgebildete Drehmoment}$ und $M_{\text{act}} < (M_{\text{ref}} + 0,02 M_{\text{max. mapped torque}})$ $M_{\text{max mapped torque}} = \text{das maximale abgebildete Drehmoment}$	Drehzahl und Leistung
Minimum der Bedieneingabe (Schiebebetrieb)	$M_{\text{ref}} < 0 \%$	Leistung und Drehmoment
Minimum der Bedieneingabe	$n_{\text{act}} \leq 1,02 n_{\text{ref}}$ und $M_{\text{act}} > M_{\text{ref}}$ oder $n_{\text{act}} > n_{\text{ref}}$ und $M_{\text{act}} \leq M_{\text{ref}}$ oder $n_{\text{act}} > 1,02 n_{\text{ref}}$ und $M_{\text{ref}} < M_{\text{act}} \leq (M_{\text{ref}} + 0,02 M_{\text{max. mapped torque}})$ $M_{\text{max mapped torque}} = \text{das maximale abgebildete Drehmoment}$	Leistung und entweder Drehmoment oder Drehzahl
Maximum der Bedieneingabe	$n_{\text{act}} < n_{\text{ref}}$ und $M_{\text{act}} \geq M_{\text{ref}}$ oder $n_{\text{act}} \geq 0,98 n_{\text{ref}}$ und $M_{\text{act}} < M_{\text{ref}}$ oder $n_{\text{act}} < 0,98 n_{\text{ref}}$ und $M_{\text{ref}} > M_{\text{act}} \geq (M_{\text{ref}} - 0,02 M_{\text{max. mapped torque}})$ $M_{\text{max mapped torque}} = \text{das maximale abgebildete Drehmoment}$	Leistung und entweder Drehmoment oder Drehzahl

## 8. BERECHNUNG DER EMISSIONEN

Das Endergebnis ist nach ASTM E 29-06B in einem Schritt auf die in der jeweils geltenden Emissionsnorm angegebene Zahl von Dezimalstellen zu runden, zuzüglich einer weiteren signifikanten Stelle. Zwischenwerte, aus denen die endgültigen bremspezifischen Emissionen errechnet werden, dürfen nicht gerundet werden.

Die Berechnung von Kohlenwasserstoffen und/oder Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen erfolgt auf der Grundlage der folgenden Molverhältnisse des Kraftstoffes für Kohlenstoff/Wasserstoff/Sauerstoff (C/H/O):

$\text{CH}_{1,86}\text{O}_{0,006}$  für Diesel (B7),

$\text{CH}_{2,92}\text{O}_{0,46}$  für Ethanol für bestimmte Selbstzündungsmotoren (ED95),

$\text{CH}_{1,93}\text{O}_{0,032}$  für Benzin (E10),

$\text{CH}_{2,74}\text{O}_{0,385}$  für Ethanol (E85),

$\text{CH}_{2,525}$  für Flüssiggas (LPG),

$\text{CH}_4$  für Erdgas (NG) und Biomethan.

Berechnungsbeispiele sind in der Anlage 5 zu diesem Anhang enthalten.

Emissionsberechnungen auf molarer Basis, entsprechend dem Anhang 7 der Globalen Technischen Regelung Nr. 11 hinsichtlich des Prüfprotokolls für Abgasemissionen mobiler Maschinen (NRRMM), sind mit vorheriger Genehmigung der Typgenehmigungsbehörde zulässig.

## 8.1. Trocken-Feucht-Umrechnung

Wenn Emissionen im trockenen Bezugszustand gemessen werden, ist die gemessene Konzentration anhand folgender Formel in den feuchten Bezugszustand umzurechnen:

$$c_w = k_w \times c_d \quad (12)$$

Dabei ist:

$c_d$  die Konzentration im trockenen Bezugszustand, ppm oder Vol.-%,

$k_w$  der Trocken-Feucht-Umrechnungsfaktor ( $k_{w,a}$ ,  $k_{w,e}$  oder  $k_{w,d}$  je nach verwendeter Formel).

## 8.1.1. Rohabgas

$$k_{w,r} = \left( 1 - \frac{1,2442 \times H_a + 111,19 \times W_{ALF} \times \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}}}{773,4 + 1,2442 \times H_a + \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}} \times k_{f,w} \times 1\,000} \right) \times 1,008 \quad (13)$$

oder

$$k_{w,r} = \left( 1 - \frac{1,2442 \times H_a + 111,19 \times W_{ALF} \times \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}}}{773,4 + 1,2442 \times H_a + \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}} \times k_{f,w} \times 1\,000} \right) / \left( 1 - \frac{P_r}{P_b} \right) \quad (14)$$

oder

$$k_{w,r} = \left( \frac{1}{1 + a \times 0,005 \times (c_{CO_2} + c_{CO})} - k_{w1} \right) \times 1,008 \quad (15)$$

wobei

$$k_{f,w} = 0,055594 \times W_{ALF} + 0,0080021 \times W_{DEL} + 0,0070046 \times W_{EPS} \quad (16)$$

und

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times H_a}{1\,000 + (1,608 \times H_a)} \quad (17)$$

Dabei ist:

$H_a$  die Feuchtigkeit der Ansaugluft, g Wasser je kg trockener Luft,

$w_{ALF}$  der Wasserstoffgehalt des Kraftstoffes, Massen-%,

$q_{mf,i}$  der momentane Massendurchsatz des Kraftstoffes, kg/s,

$q_{mad,i}$  der momentane Massendurchsatz der trockenen Ansaugluft, kg/s,

$p_r$  der Wasserdampfdruck nach dem Kühlbad, kPa,

$p_b$  der barometrische Gesamtdruck, kPa,

$w_{DEL}$  der Stickstoffgehalt des Kraftstoffes, Massen-%,

$w_{EPS}$  der Sauerstoffgehalt des Kraftstoffes, Massen-%,

$a$  das Molverhältnis des Kraftstoffes für Wasserstoff

$c_{CO_2}$  die trockene CO<sub>2</sub>-Konzentration, %,

$c_{CO}$  die CO-Konzentration im trockenen Bezugszustand, %.

Die Gleichungen 13 und 14 sind im Wesentlichen identisch; der Faktor 1,008 in den Gleichungen 13 und 15 ist eine Annäherung an den genaueren Ausdruck im Nenner der Gleichung 14.

### 8.1.2. Verdünntes Abgas

$$k_{w,e} = \left[ \left( 1 - \frac{\alpha \times c_{\text{CO}_2w}}{200} \right) - k_{w2} \right] \times 1,008 \quad (18)$$

oder

$$k_{w,e} = \left[ \left( \frac{(1 - k_{w2})}{1 + \frac{\alpha \times c_{\text{CO}_2d}}{200}} \right) \right] \times 1,008 \quad (19)$$

wobei

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times \left[ H_d \times \left( 1 - \frac{1}{D} \right) + H_a \times \left( \frac{1}{D} \right) \right]}{1\,000 + \left\{ 1,608 \times \left[ H_d \times \left( 1 - \frac{1}{D} \right) + H_a \times \left( \frac{1}{D} \right) \right] \right\}} \quad (20)$$

Dabei ist:

$\alpha$  das Molverhältnis des Kraftstoffes für Wasserstoff

$c_{\text{CO}_2w}$  die CO<sub>2</sub>-Konzentration im feuchten Bezugszustand, %

$c_{\text{CO}_2d}$  die trockene CO<sub>2</sub>-Konzentration, %

$H_d$  die Feuchtigkeit des Verdünnungsgases, g Wasser je kg trockener Luft.

$H_a$  die Feuchtigkeit der Ansaugluft, g Wasser je kg trockener Luft,

$D$  der Verdünnungsfaktor (siehe Absatz 8.5.2.3.2).

### 8.1.3. Verdünnungsgas

$$k_{w,d} = (1 - k_{w3}) \times 1,008 \quad (21)$$

wobei

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_d}{1\,000 + (1,608 \times H_d)} \quad (22)$$

Dabei ist:

$H_d$  die Feuchtigkeit des Verdünnungsgases, g Wasser je kg trockener Luft.

## 8.2. Feuchtekorrektur der NO<sub>x</sub>-Konzentration

Da die NO<sub>x</sub>-Emission von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängig ist, muss die NO<sub>x</sub>-Konzentration unter Berücksichtigung der Feuchtigkeit der Umgebungsluft mit Hilfe der in Absatz 8.2.1 oder 8.2.2 angegebenen Faktoren korrigiert werden. Die Feuchtigkeit der Ansaugluft  $H_a$  kann nach den üblichen Formeln aus den Messwerten der relativen Feuchte, des Taupunkts, des Dampfdrucks oder der Trocken-/Feuchttemperatur errechnet werden.

### 8.2.1. Selbstzündungsmotoren

$$k_{h,D} = \frac{15,698 \times H_a}{1\,000} + 0,832 \quad (23)$$

Dabei ist:

$H_a$  die Feuchtigkeit der Ansaugluft, g Wasser je kg trockener Luft,

## 8.2.2. Fremdzündungsmotoren

$$k_{h,G} = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2 \quad (24)$$

Dabei ist:

$H_a$  die Feuchtigkeit der Ansaugluft, g Wasser je kg trockener Luft,

## 8.3. Korrektur des Auftriebs des Partikelfilters

Die Masse des Probenfilters muss um seinen Auftrieb in Luft korrigiert werden. Die entsprechende Korrektur hängt von der Dichte des Probenfilters, der Luft und des Kalibriergewichts der Waage ab; sie berücksichtigt nicht den Auftrieb des Feinstaubes an sich. Die Auftriebskorrektur ist sowohl an der Taramasse des Filters als auch an dessen Bruttomasse vorzunehmen.

Wenn die Dichte des Filterwerkstoffs nicht bekannt ist, sind folgende Dichtewerte anzuwenden:

- a) Filter aus teflonummantelter Glasfaser: 2 300 kg/m<sup>3</sup>;
- b) Filter aus Teflonmembran: 2 144 kg/m<sup>3</sup>;
- c) Filter aus Teflonmembran mit einem Stützring aus Polymethylpenten: 920 kg/m<sup>3</sup>.

Für Kalibriergewichte aus rostfreiem Stahl ist eine Dichte von 8 000 kg/m<sup>3</sup> anzunehmen. Besteht das Kalibriergewicht aus einem anderen Werkstoff, muss dessen Dichte bekannt sein.

Folgende Formel ist zu verwenden:

$$m_f = m_{\text{uncor}} \times \left( \frac{1 - \frac{\rho_a}{\rho_w}}{1 - \frac{\rho_a}{\rho_f}} \right) \quad (25)$$

wobei

$$p_a = \frac{p_b \times 28,836}{8,3144 \times T_a} \quad (26)$$

Dabei ist:

$m_{\text{uncor}}$  die nicht korrigierte Masse des Probenfilters, mg,

$\rho_a$  die Dichte der Luft, kg/m<sup>3</sup>,

$\rho_w$  die Dichte des Kalibriergewichts der Waage, kg/m<sup>3</sup>,

$\rho_f$  die Dichte des Partikelprobefilters, kg/m<sup>3</sup>,

$p_b$  der barometrische Gesamtdruck, kPa,

$T_a$  die Lufttemperatur in der Umgebung der Waage, K,

28,836 die Molmasse der Luft bei der Bezugsfeuchte (282,5 K), g/mol,

8,3144 die molare Gaskonstante.

Die in den Absätzen 8.4.3 und 8.5.3 verwendete Partikelprobenmasse  $m_p$  ist wie folgt zu berechnen:

$$m_p = m_{f,G} - m_{f,T} \quad (27)$$

Dabei ist:

$m_{f,G}$  die auftriebsbereinigte Brutto-Partikelfiltermasse, mg,

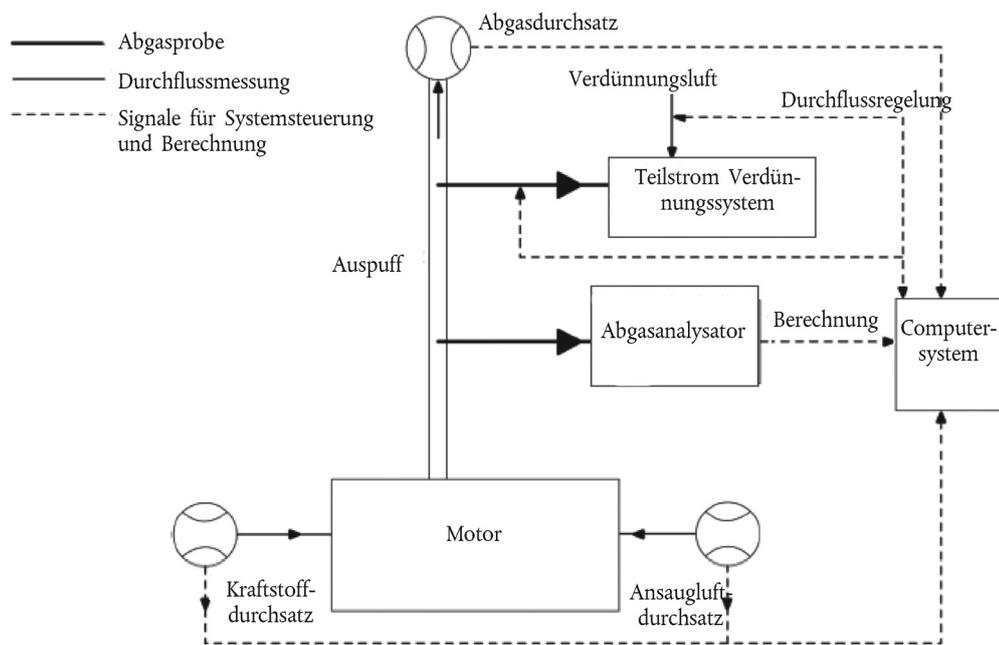
$m_{f,T}$  die auftriebsbereinigte Tara-Partikelfiltermasse, mg.

#### 8.4. Teilstromverdünnung und Messung im Rohabgas

Die momentanen Konzentrationensignale der gasförmigen Bestandteile werden zur Berechnung der Massemissionen durch Multiplikation mit dem momentanen Abgasmassendurchsatz verwendet. Der Abgasmassendurchsatz kann direkt gemessen oder er kann auch aus Messungen berechnet werden, wie der Messung von Ansaugluft und Kraftstofffluss, dem Tracer-Verfahren oder aus Messungen der Ansaugluft und des Luft-/Kraftstoff-Verhältnisses. Besondere Aufmerksamkeit ist den Ansprechzeiten der einzelnen Instrumente zu widmen. Diese Differenzen sind durch zeitlichen Abgleich der Signale zu berücksichtigen. Bei Partikeln werden die Abgasmassendurchsatz-Signale zur Regelung des Teilstrom-Verdünnungssystems verwendet, um eine zum Abgasmassendurchsatz proportionale Probe zu nehmen. Die Proportionalität ist nach Absatz 9.4.6.1 durch eine Regressionsanalyse zwischen Probenstrom und Abgasstrom zu überprüfen. Die vollständige Prüfanordnung ist in Abbildung 6 schematisch dargestellt.

Abbildung 6

#### Schema eines Rohabgas-/Teilstrom-Messsystems



##### 8.4.1. Berechnung des Rohabgas-Massendurchsatzes

###### 8.4.1.1. Vorbemerkung

Für die Berechnung der Emissionen im Rohabgas und die Steuerung eines Teilstrom-Verdünnungssystems muss der Abgasmassendurchsatz bekannt sein. Zur Ermittlung des Abgasmassendurchsatzes kann eine der in Absatz 8.4.1.3 bis 8.4.1.7 beschriebenen Messmethoden angewandt werden.

###### 8.4.1.2. Ansprechzeit

Für die Berechnung der Emissionen darf die Ansprechzeit der in Absatz 8.4.1.3 bis 8.4.1.7 beschriebenen Messmethoden nicht länger sein als die in Absatz 9.3.5 für den Analysator geforderte Ansprechzeit von  $\leq 10$  s.

Zur Steuerung eines Teilstrom-Verdünnungssystems ist ein schnelleres Ansprechen erforderlich. Für online-gesteuerte Teilstrom-Verdünnungssysteme ist eine Ansprechzeit  $\leq 0,3$  s erforderlich. Für Teilstrom-Verdünnungssysteme mit vorausschauender Steuerung auf der Basis eines aufgezeichneten Prüflaufes ist eine Ansprechzeit des Messsystems  $\leq 5$  s mit einer Anstiegszeit  $\leq 1$  s erforderlich. Die Systemansprechzeit ist vom Hersteller des Messinstruments anzugeben. Die Summe der größten zulässigen Ansprechzeiten für die Messung des Abgasdurchsatzes und die Steuerung des Teilstrom-Verdünnungssystems ist in Absatz 9.4.6.1 angegeben.

## 8.4.1.3. Direktmessung

Für die direkte Messung des momentanen Abgasdurchsatzes eignen sich Systeme wie:

- a) Differenzdruckmesser wie Durchflussdüsen (Einzelheiten siehe ISO 5167),
- b) Ultraschall-Durchflussmesser,
- c) Wirbel- und Drall-Durchflussmesser.

Es sind Vorkehrungen gegen Messfehler zu treffen, die zu fehlerhaften Emissionswerten führen. Dazu gehört u. a. die sorgfältige Montage der Messeinrichtung im Abgassystem nach den Empfehlungen des Herstellers und den Regeln der guten Ingenieurpraxis. Insbesondere darf der Einbau der Messeinrichtung die Leistung und die Emissionen des Motors nicht beeinflussen.

Die Durchflussmesser müssen die Linearitätsanforderungen des Absatzes 9.2 erfüllen.

## 8.4.1.4. Luft- und Kraftstoffmessung

Hierzu gehören die Messung des Luftdurchsatzes und des Kraftstoffdurchsatzes mit geeigneten Durchflussmessern. Die Berechnung des momentanen Abgasdurchsatzes wird wie folgt vorgenommen:

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} + q_{mf,i} \quad (28)$$

Dabei ist:

$q_{mew,i}$  der momentane Massendurchsatz des Abgases, kg/s,

$q_{maw,i}$  der momentane Massendurchsatz der Ansaugluft, kg/s,

$q_{mf,i}$  der momentane Massendurchsatz des Kraftstoffs, kg/s,

Die Durchflussmesser müssen die Linearitätsanforderungen des Absatzes 9.2 erfüllen, und zwar mit ausreichender Genauigkeit, um die Linearitätsanforderungen auch für den Abgasdurchsatz zu erfüllen.

## 8.4.1.5. Messung mit Tracergas

Hierbei wird die Konzentration eines Tracergases im Abgas gemessen.

Eine bekannte Menge eines Inertgases (z. B. reines Helium) wird als Tracer in den Abgasstrom eingeleitet. Das Inertgas wird mit dem Abgas gemischt und dabei verdünnt, darf aber in der Abgasleitung nicht reagieren. Dann wird die Konzentration des Inertgases in der Abgasprobe gemessen.

Um die vollständige Vermischung des Tracergases sicherzustellen, ist die Abgasprobenahmesonde mindestens 1 m oder um das 30-fache des Durchmessers des Auspuffrohrs (es gilt der höhere Wert) strömungsabwärts nach der Einspritzstelle des Tracergases anzubringen. Die Probenahmesonde kann näher an der Einspritzstelle angebracht werden, wenn die vollständige Vermischung durch Vergleich der Tracergaskonzentration mit der Bezugskonzentration bei Einspritzung des Tracergases weiter stromaufwärts im Motor überprüft wird.

Der Tracergasstrom ist so einzustellen, dass bei Leerlaufdrehzahl des Motors die Tracergaskonzentration nach der Vermischung kleiner ist als der Skalenendwert des Tracergasanalysators.

Der Abgasdurchsatz wird nach folgender Formel berechnet:

$$q_{mew,i} = \frac{q_{vt} \times \rho_e}{60 \times (c_{mix,i} - c_b)} \quad (29)$$

Dabei ist:

$q_{mew,i}$  der momentane Massendurchsatz des Abgases, kg/s,

$q_{vt}$  der Tracergasdurchsatz,  $\text{cm}^3/\text{min}$ ,

$c_{mix,i}$  die momentane Konzentration des Tracergases nach der Vermischung, ppm,

$\rho_e$  die Dichte des Abgases,  $\text{kg/m}^3$  (siehe Tabelle 5),

$c_b$  die Hintergrundkonzentration des Tracergases in der Ansaugluft, ppm.

Die Hintergrundkonzentration des Tracergases ( $c_b$ ) kann bestimmt werden, indem die durchschnittliche Hintergrundkonzentration unmittelbar vor und nach dem Prüflauf gemessen wird.

Die Hintergrundkonzentration kann vernachlässigt werden, wenn sie bei maximalem Abgasdurchsatz weniger als 1 % der Konzentration des Tracergases nach der Vermischung ( $c_{\text{mix},i}$ ) beträgt.

Das Gesamtsystem muss die Linearitätsanforderungen für den Abgasdurchsatz gemäß Absatz 9.2 erfüllen.

#### 8.4.1.6. Messung des Luftdurchsatzes und des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses

Hier wird der Abgasdurchsatz aus dem Luftdurchsatz und dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis errechnet. Der momentane Abgasdurchsatz wird nach folgender Formel berechnet:

$$q_{\text{mew},i} = q_{\text{maw},i} \times \left( 1 + \frac{1}{A/F_{\text{st}} \times \lambda_i} \right) \quad (30)$$

wobei

$$A/F_{\text{st}} = \frac{138,0 \times \left( 1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma \right)}{12,011 + 1,00794 \times \alpha + 15,9994 \times \varepsilon + 14,0067 \times \delta + 32,065 \times \gamma} \quad (31)$$

$$\lambda_i = \frac{\left( 100 - \frac{c_{\text{COd}} \times 10^{-4}}{2} - c_{\text{HCw}} \times 10^{-4} \right) + \left( \frac{\alpha}{4} \times \frac{1 - \frac{2 \times c_{\text{COd}} \times 10^{-4}}{3,5 \times c_{\text{CO}_2\text{d}}} - \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\delta}{2}}{1 + \frac{c_{\text{CO}} \times 10^{-4}}{3,5 \times c_{\text{CO}_2\text{d}}}} \right) \times (c_{\text{CO}_2\text{d}} + c_{\text{COd}} \times 10^{-4})}{4,764 \times \left( 1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma \right) \times \left( c_{\text{CO}_2\text{d}} + c_{\text{COd}} \times 10^{-4} + c_{\text{HCw}} \times 10^{-4} \right)} \quad (32)$$

Dabei ist:

$q_{\text{maw},i}$  der momentane Massendurchsatz der Ansaugluft,  $\text{kg/s}$ ,

$A/F_{\text{st}}$  das stöchiometrische Luft-Kraftstoff-Verhältnis,  $\text{kg/kg}$ ,

$\lambda_i$  der momentane Luftüberschussfaktor,

$c_{\text{CO}_2\text{d}}$  die trockene  $\text{CO}_2$ -Konzentration, %,

$c_{\text{COd}}$  die trockene CO-Konzentration, ppm,

$c_{\text{HCw}}$  die feuchte HC-Konzentration, ppm.

Der Luftdurchflussmesser und die Analysatoren müssen die Linearitätsanforderungen des Absatzes 9.2 und das Gesamtsystem muss die Linearitätsanforderungen des Absatzes 9.2 für die Messung des Abgasdurchsatzes erfüllen.

Wird zur Bestimmung des Luftüberschusses ein Gerät für die Messung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses, z. B. eine Zirkonsonde, verwendet, so muss dieses Gerät den Vorschriften von Absatz 9.3.2.7 entsprechen.

#### 8.4.1.7. Kohlenstoffbilanzmethode

Hier wird die Abgasmasse aus dem Kraftstoffdurchsatz und den Abgaskomponenten berechnet, die Kohlenstoff enthalten. Der momentane Abgasdurchsatz wird nach folgender Formel berechnet:

$$q_{\text{mew},i} = q_{\text{mf},i} \times \left( \frac{w_{\text{BET}}^2 \times 1,4}{(1,0828 \times w_{\text{BET}} + k_{\text{fd}} \times k_c) \times k_c} \left( 1 + \frac{H_a}{1000} \right) + 1 \right) \quad (33)$$

wobei

$$k_c = (c_{\text{CO}_2\text{d}} - c_{\text{CO}_2\text{d},a}) \times 0,5441 + \frac{c_{\text{COd}}}{18,522} + \frac{c_{\text{HCw}}}{17,355} \quad (34)$$

und

$$k_{\text{fd}} = -0,055594 \times w_{\text{ALF}} + 0,0080021 \times w_{\text{DEL}} + 0,0070046 \times w_{\text{EPS}} \quad (35)$$

Dabei ist:

- $q_{mf,i}$  der momentane Massendurchsatz des Kraftstoffs, kg/s,
- $H_a$  die Feuchtigkeit der Ansaugluft, g Wasser je kg trockener Luft,
- $w_{BET}$  der Kohlenstoffgehalt des Kraftstoffes, Massen-%,
- $w_{ALF}$  der Wasserstoffgehalt des Kraftstoffes, Massen-%,
- $w_{DEL}$  der Stickstoffgehalt des Kraftstoffes, Massen-%,
- $w_{EPS}$  der Sauerstoffgehalt des Kraftstoffes, Massen-%,
- $c_{CO_2,d}$  die trockene CO<sub>2</sub>-Konzentration, %,
- $c_{CO_2,d,a}$  die trockene CO<sub>2</sub>-Konzentration der Ansaugluft, %,
- $c_{CO}$  die trockene CO-Konzentration, ppm,
- $c_{HCw}$  die feuchte HC-Konzentration, ppm.

#### 8.4.2. Bestimmung der gasförmigen Bestandteile

##### 8.4.2.1. Vorbemerkung

Die gasförmigen Bestandteile des vom zu prüfenden Motor emittierten Rohabgases sind mit den in Absatz 9.3. und Anlage 2 zu diesem Anhang beschriebenen Mess- und Probenahmeeinrichtungen zu bestimmen. Die Auswertung der Daten ist in Absatz 8.4.2.2 beschrieben.

In den Absätzen 8.4.2.3 und 8.4.2.4 werden zwei Berechnungsverfahren beschrieben, die für den Bezugskraftstoff von Anhang 5 gleichwertig sind. Das in Absatz 8.4.2.3 beschriebene Verfahren ist einfacher, weil für das Verhältnis von Bestandteil- und Abgasdichte „u“-Tabellenwerte verwendet werden. Das in Absatz 8.4.2.4 beschriebene Verfahren ist genauer bei Kraftstoffqualitäten, die von den Spezifikationen in Anhang 5 abweichen, erfordert aber eine Elementaranalyse des Kraftstoffes.

##### 8.4.2.2. Datenauswertung

Die emissionsrelevanten Daten müssen gemäß Absatz 7.6.6 registriert und verarbeitet werden.

Zur Berechnung der emittierten Massen gasförmiger Bestandteile sind die Messkurven der aufgezeichneten Konzentrationen und die Messkurve des Abgasmassendurchsatzes um die in Absatz 3.1 definierte Wandlungszeit zeitlich abzugleichen. Die Ansprechzeiten der Analysegeräte für den Abgasmassenstrom und für gasförmige Emissionen sind deshalb nach Absatz 8.4.1.2 bzw. 9.3.5 zu ermitteln und aufzuzeichnen.

##### 8.4.2.3. Berechnung der Schadstoffmasse anhand von Tabellenwerten

Die Schadstoffmasse (g/Prüfung) ist durch Berechnung der momentanen aus der Konzentration der Schadstoffe im Rohabgas emittierten Massen und des Abgasmassendurchsatzes zu bestimmen, wobei eine Korrektur um die nach Absatz 8.4.2.2 ermittelte Wandlungszeit vorzunehmen ist; die Momentanwerte sind über den Zyklus zu integrieren und die Integralwerte mit den u-Werten der Tabelle 5 zu multiplizieren. Wird im trockenen Bezugszustand gemessen, so sind die momentanen Konzentrationswerte nach Absatz 8.1 in den feuchten Bezugszustand umzurechnen, ehe sie für weitere Berechnungen verwendet werden.

Für die Berechnung des NO<sub>x</sub>-Durchsatzes sind die Emissionsmassen mit dem nach Absatz 8.2 ermittelten Feuchtigkeits-Korrekturfaktor  $k_{h,D}$ , oder  $k_{h,G}$  zu multiplizieren.

Hierzu dient die folgende Formel:

$$m_{\text{gas}} = u_{\text{gas}} \times \sum_{i=1}^{i=n} c_{\text{gas},i} \times q_{mew,i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{in g/Prüfung}) \quad (36)$$

Dabei ist:

$u_{\text{gas}}$  der jeweilige Wert des Abgasbestandteils gemäß Tabelle 5,

$c_{\text{gas},i}$  die momentane Konzentration des jeweiligen Abgasbestandteils, ppm,

$q_{\text{mew},i}$  der momentane Massendurchsatz des Abgases, kg/s,

$f$  die Datenabtastrfrequenz in Hz

$n$  die Anzahl der Messungen.

Tabelle 5

**u-Werte für das Rohabgas und Dichte der Abgasbestandteile**

Kraftstoff	$\rho_e$	Gas					
		NO <sub>x</sub>	CO	HC	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
		$\rho_{\text{gas}}$ [kg/m <sup>3</sup> ]					
		2,053	1,250	( <sup>e</sup> )	1,9636	1,4277	0,716
		$u_{\text{gas}}$ ( <sup>e</sup> )					
Diesel (B7)	1,2943	0,001586	0,000966	0,000482	0,001517	0,001103	0,000553
Ethanol (ED95)	1,2768	0,001609	0,000980	0,000780	0,001539	0,001119	0,000561
CNG ( <sup>e</sup> )	1,2661	0,001621	0,000987	0,000528 ( <sup>d</sup> )	0,001551	0,001128	0,000565
Propan	1,2805	0,001603	0,000976	0,000512	0,001533	0,001115	0,000559
Butan	1,2832	0,001600	0,000974	0,000505	0,001530	0,001113	0,000558
LPG ( <sup>e</sup> )	1,2811	0,001602	0,000976	0,000510	0,001533	0,001115	0,000559
Benzin (E10)	1,2931	0,001587	0,000966	0,000499	0,001518	0,001104	0,000553
Ethanol (E85)	1,2797	0,001604	0,000977	0,000730	0,001534	0,001116	0,000559

(<sup>e</sup>) kraftstoffabhängig

(<sup>b</sup>)  $\lambda = 2$ , trockener Luft, 273 K und 101,3 kPa

(<sup>c</sup>) u-Werte  $\pm 0,2\%$  für folgende Massenverteilung: C = 66 – 76 %; H = 22 – 25 %; N = 0 – 12 %

(<sup>d</sup>) NMHC auf der Basis von CH<sub>2,93</sub> (für Gesamt-HC ist der  $u_{\text{gas}}$ -Faktor für CH<sub>4</sub> zu verwenden)

(<sup>e</sup>) u-Werte  $\pm 0,2\%$  für folgende Massenverteilung: C3 = 70–90 %; C4 = 10 – 30%

#### 8.4.2.4. Berechnung der Emissionsmasse nach exakten Gleichungen

Die Schadstoffmasse (g/Prüfung) ist durch Berechnung der momentanen aus der Konzentration der Schadstoffe im Rohabgas emittierten Massen, der u-Werte und des Abgasmassendurchsatzes zu bestimmen, wobei eine Korrektur um die nach Absatz 8.4.2.2 ermittelte Wandlungszeit vorzunehmen ist und die Momentanwerte über den Zyklus zu integrieren sind. Wird im trockenen Bezugszustand gemessen, so sind die momentanen Konzentrationswerte nach Absatz 8.1 in den feuchten Bezugszustand umzurechnen, ehe sie für weitere Berechnungen verwendet werden.

Für die Berechnung des NO<sub>x</sub>-Durchsatzes sind die Emissionsmassen mit dem nach Absatz 8.2 ermittelten Feuchtigkeits-Korrekturfaktor  $k_{h,D}$ , oder  $k_{h,G}$  zu multiplizieren.

Hierzu dient die folgende Formel:

$$m_{\text{gas}} = \sum_{i=1}^{i=n} u_{\text{gas},i} \times c_{\text{gas},i} \times q_{\text{mew},i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{in g/Prüfung}) \quad (37)$$

Dabei ist:

$u_{\text{gas}}$  das Berechnungsergebnis aus den Formeln 38 und 39,

$c_{\text{gas},i}$  die momentane Konzentration des jeweiligen Abgasbestandteils, ppm,

$q_{\text{mew},i}$  der momentane Massendurchsatz des Abgases, kg/s,

$f$  die Datenabtastrfrequenz in Hz

$n$  die Anzahl der Messungen.

Die momentanen  $u$ -Werte sind wie folgt zu berechnen:

$$u_{\text{gas},i} = M_{\text{gas}} / (M_{e,i} \times 1\,000) \quad (38)$$

oder

$$u_{\text{gas},i} = \rho_{\text{gas}} / (\rho_{e,i} \times 1\,000) \quad (39)$$

wobei

$$\rho_{\text{gas}} = M_{\text{gas}} / 22,414 \quad (40)$$

Dabei ist:

$M_{\text{gas}}$  die Molmasse des Gasbestandteils, g/mol (siehe Anlage 5 zu diesem Anhang),

$M_{e,i}$  die momentane Molmasse des Abgases, g/mol,

$r_{\text{gas}}$  die Dichte des gasförmigen Bestandteils, kg/m<sup>3</sup>,

$r_{e,i}$  die momentane Dichte des Abgases, kg/m<sup>3</sup>.

Die Molmasse des Abgases  $M_e$  ist für die allgemeine Kraftstoffzusammensetzung  $\text{CH}_a\text{O}_\varepsilon\text{N}_\delta\text{S}_\gamma$  unter Annahme vollständiger Verbrennung nach folgender Formel zu berechnen:

$$M_{e,i} = \frac{1 + \frac{q_{\text{mf},i}}{q_{\text{maw},i}}}{\frac{q_{\text{mf},i}}{q_{\text{maw},i}} \times \frac{\frac{\alpha}{4} + \frac{\varepsilon}{2} + \frac{\delta}{2}}{12,011 + 1,00794 \times \alpha + 15,9994 \times \varepsilon + 14,0067 \times \delta + 32,065 \times \gamma} + \frac{H_a \times 10^{-3}}{2 \times 1,00794 + 15,9994} + \frac{1}{M_a}}{1 + H_a \times 10^{-3}} \quad (41)$$

Dabei ist:

$q_{\text{maw},i}$  der momentane Massendurchsatz der Ansaugluft, feucht, kg/s,

$q_{\text{mf},i}$  der momentane Massendurchsatz des Kraftstoffs, kg/s,

$H_a$  die Feuchtigkeit der Ansaugluft, g Wasser je kg trockener Luft,

$M_a$  die Molmasse der trockenen Ansaugluft (= 28,965 g/mol).

Die Dichte des Abgases  $\rho_e$  errechnet sich wie folgt:

$$\rho_{e,i} = \frac{1\,000 + H_a + 1\,000 \times (q_{mf,i}/q_{mad,i})}{773,4 + 1,2434 \times H_a + k_{fW} \times 1\,000 \times (q_{mf,i}/q_{mad,i})} \quad (42)$$

Dabei ist:

$q_{mad,i}$  der momentane Massendurchsatz der Ansaugluft, trocken, kg/s,

$q_{mf,i}$  der momentane Massendurchsatz des Kraftstoffs, kg/s,

$H_a$  die Feuchtigkeit der Ansaugluft, g Wasser je kg trockener Luft,

$k_{fW}$  der kraftstoffspezifische Faktor für feuchtes Abgas, errechnet nach Gleichung 16 in Absatz 8.1.1.

#### 8.4.3. Partikelbestimmung

##### 8.4.3.1. Datenauswertung

Die Partikelmasse ist gemäß Formel 27 des Absatzes 8.3 zu berechnen. Zur Bewertung der Partikelkonzentration ist die gesamte Probemasse ( $m_{sep}$ ), die während des Prüfungszyklus durch die Filter geströmt ist, aufzuzeichnen.

Mit vorheriger Genehmigung der Typgenehmigungsbehörde kann die Partikelmasse, dem Stand der Technik entsprechend und an die Konstruktionsmerkmale des verwendeten Partikelmesssystems angepasst, um den Partikelinhalt des Verdünnungsgases korrigiert werden, so wie es in Absatz 7.5.6 vorgesehen ist.

##### 8.4.3.2. Berechnung der Emissionsmasse

Je nach Art des verwendeten Probenahmesystems ist die Partikelmasse (g/Prüfung) nach der Korrektur um die Auftriebskraft des Partikelprobefilters gemäß Absatz 8.3 entweder wie in Absatz 8.4.3.2.1 oder wie in Absatz 8.4.3.2.2 beschrieben zu berechnen.

##### 8.4.3.2.1. Berechnung auf der Grundlage des Probenahmeverhältnisses

$$m_{PM} = m_p / (r_s \times 1\,000) \quad (43)$$

Dabei ist:

$m_p$  die über den Zyklus abgeschiedene Partikelprobenahmemasse, mg,

$r_s$  das mittlere Probenahmeverhältnis über den Prüfzyklus

wobei

$$r_s = \frac{m_{se}}{m_{ew}} \times \frac{m_{sep}}{m_{sed}} \quad (44)$$

Dabei ist:

$m_{se}$  die Masse der Abgasproben über den Zyklus, kg,

$m_{ew}$  die Gesamtmasse des Abgasdurchsatzes über den Zyklus, kg,

$m_{sep}$  die Masse des verdünnten Abgases, das die Partikelsammelfilter durchströmt, kg,

$m_{sed}$  die Masse des verdünnten Abgases, das den Verdünnungstunnel durchströmt, kg.

Im Fall eines Systems mit Vollstromprobenahme sind  $m_{\text{sep}}$  und  $m_{\text{sed}}$  identisch.

#### 8.4.3.2.2. Berechnung auf der Grundlage des Verdünnungsverhältnisses

$$m_{\text{PM}} = \frac{m_{\text{p}}}{m_{\text{sep}}} \times \frac{m_{\text{edf}}}{1\,000} \quad (45)$$

Dabei ist:

$m_{\text{p}}$  die über den Zyklus abgeschiedene Partikelprobenahmemasse, mg,

$m_{\text{sep}}$  die Masse des verdünnten Abgases, das die Partikelsammelfilter durchströmt, kg,

$m_{\text{edf}}$  die Masse des äquivalenten verdünnten Abgases, kg.

Die Gesamtmasse des äquivalenten verdünnten Abgases über den Zyklus ist wie folgt zu bestimmen:

$$m_{\text{edf}} = \sum_{i=1}^{i=n} q_{\text{medf},i} \times \frac{1}{f} \quad (46)$$

$$q_{\text{medf},i} = q_{\text{mew},i} \times r_{\text{d},i} \quad (47)$$

$$r_{\text{d},i} = \frac{q_{\text{mdew},i}}{(q_{\text{mdew},i} - q_{\text{mdw},i})} \quad (48)$$

Dabei ist:

$q_{\text{medf},i}$  der momentane äquivalente Massendurchsatz des verdünnten Abgases, kg/s,

$q_{\text{mew},i}$  der momentane Massendurchsatz des Abgases, kg/s,

$r_{\text{d},i}$  das momentane Verdünnungsverhältnis,

$q_{\text{mdew},i}$  der momentane Massendurchsatz des verdünnten Abgases, kg/s,

$q_{\text{mdw},i}$  der momentane Massendurchsatz des Verdünnungsgases, kg/s,

$f$  die Datenabtastrfrequenz in Hz

$n$  die Anzahl der Messungen.

#### 8.5. Vollstrom-Verdünnungssystem (CVS)

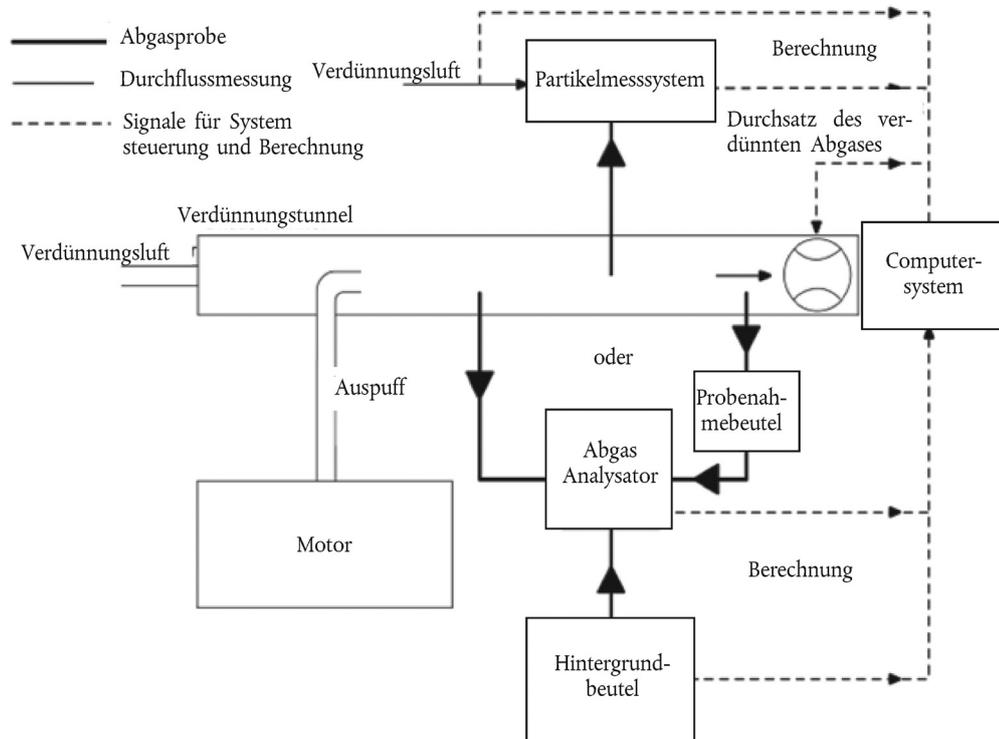
Zur Berechnung der Emissionsmassen sind die durch Integration über den Zyklus oder durch Beutelprobenahme gewonnenen Konzentrationssignale mit dem Massendurchsatz des verdünnten Abgases zu multiplizieren. Der Abgasmassendurchsatz ist mit einem System zur Probenahme mit konstantem Volumen (CVS-System) zu messen, das mit einer Verdrängerpumpe (PDP), einem Venturirohr mit kritischer Strömung (CFV) oder einem subsonischen Venturirohr (SSV) ausgestattet und mit oder ohne Durchflussmengenkompensation arbeiten kann.

Für Beutelproben und Partikelproben muss eine proportionale Probe aus dem verdünnten Abgas oder dem CVS-System entnommen werden. Für ein System ohne Durchflussmengenkompensation darf das Verhältnis zwischen Probenstrom und CVS-Strom um nicht mehr als  $\pm 2,5\%$  vom eingestellten Prüfpunkt abweichen. Für ein System mit Durchflussmengenkompensation muss jede einzelne Durchflussrate auf  $\pm 2,5\%$  konstant seinem Sollwert entsprechen.

Die vollständige Prüfanordnung ist in Abbildung 7 schematisch dargestellt.

Abbildung 7

**Schema des Vollstrom-Messsystems**



8.5.1. Bestimmung des Durchsatzes des verdünnten Abgases

8.5.1.1. Vorbemerkung

Zur Berechnung der Emissionen des verdünnten Abgases muss der Massendurchsatz des verdünnten Abgases bekannt sein. Der Gesamtdurchsatz des verdünnten Abgases über den gesamten Zyklus (kg/Prüfung) wird durch Anwendung eines der zwei in den Absätzen 8.5.1.2 und 8.5.1.4 beschriebenen Verfahren aus den Messwerten über den gesamten Zyklus und aus den entsprechenden Kalibrierdaten des Durchflussmessgerätes ( $V_0$  für PDP,  $K_V$  für CFV,  $C_d$  für SSV) errechnet. Überschreitet die Probengesamtmasse der Partikel ( $m_{sep}$ ) 0,5 % des gesamten CVS-Durchsatzes ( $m_{ed}$ ), so ist der CVS-Durchsatz mit  $m_{sep}$  zu korrigieren oder der Strom der Partikelprobe ist vor der Durchflussmeseinrichtung zum CVS zurückzuführen.

8.5.1.2. PDP-CVS-System

Sofern die Temperatur des verdünnten Abgases während des Zyklus mithilfe eines Wärmetauschers auf  $\pm 6$  K konstant gehalten wird, errechnet sich der Massendurchsatz über den Zyklus nach folgender Formel:

$$m_{ed} = 1,293 \times V_0 \times n_p \times p_p \times 273 / (101,3 \times T) \quad (49)$$

Dabei ist:

$V_0$  das unter Prüfbedingungen je Pumpenumdrehung geförderte Gasvolumen,  $m^3/rev$ ,

$n_p$  die Gesamtzahl der Pumpenumdrehungen je Prüfung,

$p_p$  der absolute Druck am Pumpeneinlass, kPa,

$T$  die mittlere Temperatur des verdünnten Abgases am Pumpeneinlass, K.

Wird ein System mit Durchflussmengenkompensation (d. h. ohne Wärmetauscher) verwendet, so sind die momentanen Massenemissionen zu berechnen und über den gesamten Zyklus zu integrieren. In diesem Fall ist die momentane Masse des verdünnten Abgases wie folgt zu berechnen:

$$m_{ed,i} = 1,293 \times V_0 \times n_{p,i} \times p_p \times 273 / (101,3 \times T) \quad (50)$$

Dabei ist:

$n_{p,i}$  die Gesamtzahl der Pumpenumdrehungen je Zeitintervall.

#### 8.5.1.3. CFV-CVS-System

Sofern die Temperatur des verdünnten Abgases während des Zyklus mithilfe eines Wärmetauschers auf  $\pm 11$  K konstant gehalten wird, errechnet sich der Massendurchsatz über den Zyklus nach folgender Formel:

$$m_{ed} = 1,293 \times t \times K_v \times p_p / T^{0,5} \quad (51)$$

Dabei ist:

$t$  die Zykluszeit, s,

$K_v$  der Kalibrierkoeffizient des Venturirohres mit kritischer Strömung für normale Bedingungen,

$p_p$  der absolute Druck am Eintritt des Venturirohres, kPa.

$T$  die absolute Temperatur am Eintritt des Venturirohres, K.

Wird ein System mit Durchflussmengenkompensation (d. h. ohne Wärmetauscher) verwendet, so sind die momentanen Massenemissionen zu berechnen und über den gesamten Zyklus zu integrieren. In diesem Fall ist die momentane Masse des verdünnten Abgases wie folgt zu berechnen:

$$m_{ed,i} = 1,293 \times \Delta t_i \times K_v \times p_p / T^{0,5} \quad (52)$$

Dabei ist:

$\Delta t_i$  die Zeitspanne, s.

#### 8.5.1.4. SSV-CVS-System

Sofern die Temperatur des verdünnten Abgases während des Zyklus mithilfe eines Wärmetauschers auf  $\pm 11$  K konstant gehalten wird, errechnet sich der Massendurchsatz über den Zyklus nach folgender Formel:

$$m_{ed} = 1,293 \times Q_{SSV} \quad (53)$$

wobei

$$Q_{SSV} = A_0 d_v^2 C_d p_p \sqrt{\left[ \frac{1}{T} \left( r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143} \right) \cdot \left( \frac{1}{1 - r_D^{4,14286}} \right) \right]} \quad (54)$$

Dabei ist:

$$A_0 \quad 0,006111 \text{ SI-Einheiten von } \left( \frac{m^3}{\text{min}} \right) \left( \frac{K^{\frac{1}{2}}}{\text{kPa}} \right) \left( \frac{1}{\text{mm}^2} \right)$$

$d_v$  der Durchmesser der Einschnürung am Venturirohr mit subsonischer Strömung (SSV), m,

$C_d$  der Durchflusskoeffizient des SSV,

$p_p$  der absolute Druck am Eintritt des Venturirohrs, kPa.

$T$  die Temperatur am Eintritt des Venturirohrs, K,

$r_p$  Verhältnis zwischen den absoluten statischen Drücken an der Einschnürung und am Eintritt des SSV,  
 $1 - \frac{\Delta p}{P_a}$

$r_D$  das Verhältnis zwischen den Innendurchmessern an der Einschnürung ( $d$ ) und am Eintritt des SSV ( $D$ ).

Wird ein System mit Durchflussmengenkompensation (d. h. ohne Wärmetauscher) verwendet, so sind die momentanen Massenemissionen zu berechnen und über den gesamten Zyklus zu integrieren. In diesem Fall ist die momentane Masse des verdünnten Abgases wie folgt zu berechnen:

$$m_{ed} = 1,293 \times Q_{SSV} \times \Delta t_i \quad (55)$$

Dabei ist:

$\Delta t_i$  die Zeitspanne, s.

Die Echtzeitberechnung ist entweder mit einem realistischen Wert für  $C_d$  wie beispielsweise 0,98 oder mit einem realistischen Wert für  $Q_{SSV}$  zu starten. Wird die Berechnung mit  $Q_{SSV}$  gestartet, ist der Anfangswert von  $Q_{SSV}$  zur Bewertung der Reynoldsschen Zahl heranzuziehen.

Während aller Emissionsprüfungen muss die Reynolds-Zahl an der SSV-Verengung im Bereich der Reynolds-Zahlen liegen, die zur Ableitung der in Absatz 9.5.4 entwickelten Kalibrierkurve verwendet wurden.

## 8.5.2. Bestimmung der gasförmigen Bestandteile

### 8.5.2.1. Vorbemerkung

Die gasförmigen Schadstoffe im verdünnten Abgas des zu prüfenden Motors sind nach den in Anlage 2 zu diesem Anhang beschriebenen Methoden zu messen. Die Abgase sind mit gefilterter Umgebungsluft, synthetischer Luft oder Stickstoff zu verdünnen. Die Durchflussleistung des Verdünnungssystems muss so groß sein, dass Wasserkondensation im Verdünnungs- und im Probenahmesystem vollständig verhindert wird. Die Auswertung der Daten und die Berechnung sind in den Absätzen 8.5.2.2 und 8.5.2.3 beschrieben.

### 8.5.2.2. Datenauswertung

Die emissionsrelevanten Daten müssen gemäß Absatz 7.6.6 registriert und verarbeitet werden.

### 8.5.2.3. Berechnung der Emissionsmasse

#### 8.5.2.3.1. Systeme mit konstantem Massendurchsatz

Bei Systemen mit Wärmetauscher ist die Schadstoffmasse mit folgender Formel zu berechnen:

$$m_{gas} = u_{gas} \times c_{gas} \times m_{ed} \text{ (in g/Prüfung)} \quad (56)$$

Dabei ist:

$u_{gas}$  der jeweilige Wert des Abgasbestandteils gemäß Tabelle 6,

$c_{gas}$  die durchschnittliche hintergrundkorrigierte Konzentration des jeweiligen Bestandteils, ppm,

$m_{ed}$  die Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den Zyklus, kg.

Wird im trockenen Bezugszustand gemessen, so sind die Messwerte nach Absatz 8.1 in den feuchten Bezugszustand umzurechnen.

Für die Berechnung des  $NO_x$ -Durchsatzes sind die Emissionsmassen gegebenenfalls mit dem nach Absatz 8.2 ermittelten Feuchtigkeits-Korrekturfaktor  $k_{h,D}$  oder  $k_{h,G}$  zu multiplizieren.

Die Werte von  $u$  sind Tabelle 6 zu entnehmen. Für die Berechnung der Werte von  $u_{gas}$  wird die Dichte des verdünnten Abgases als gleich der Dichte von Luft angenommen. Deshalb gilt für einzelne gasförmige Bestandteile derselbe  $u_{gas}$ -Wert, für HC gelten dagegen unterschiedliche Werte.

Tabelle 6

**u-Werte für das verdünnte Abgas und Dichte der Abgasbestandteile**

Kraftstoff	$\rho_{de}$	Gas					
		NO <sub>x</sub>	CO	HC	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
		$\rho_{gas}$ [kg/m <sup>3</sup> ]					
		2,053	1,250	( <sup>e</sup> )	1,9636	1,4277	0,716
$u_{gas}$ ( <sup>b</sup> )							
Diesel (B7)	1,293	0,001588	0,000967	0,000483	0,001519	0,001104	0,000553
Ethanol (ED95)	1,293	0,001588	0,000967	0,000770	0,001519	0,001104	0,000553
CNG ( <sup>c</sup> )	1,293	0,001588	0,000967	0,000517 ( <sup>d</sup> )	0,001519	0,001104	0,000553
Propan	1,293	0,001588	0,000967	0,000507	0,001519	0,001104	0,000553
Butan	1,293	0,001588	0,000967	0,000501	0,001519	0,001104	0,000553
LPG ( <sup>e</sup> )	1,293	0,001588	0,000967	0,000505	0,001519	0,001104	0,000553
Benzin (E10)	1,293	0,001588	0,000967	0,000499	0,001519	0,001104	0,000554
Ethanol (E85)	1,293	0,001588	0,000967	0,000722	0,001519	0,001104	0,000554

(<sup>a</sup>) kraftstoffabhängig

(<sup>b</sup>) bei  $\lambda = 2$ , trockener Luft, 273 K und 101,3 kPa

(<sup>c</sup>) u-Werte  $\pm 0,2\%$  für folgende Massenverteilung: C = 66 - 76 %; H = 22 - 25 %; N = 0 - 12 %

(<sup>d</sup>) NMHC auf der Basis von CH<sub>2,93</sub> (für Gesamt-HC ist der  $u_{gas}$ -Faktor für CH<sub>4</sub> zu verwenden)

(<sup>e</sup>) u-Werte  $\pm 0,2\%$  für folgende Massenverteilung: C3 = 70 - 90 %; C4 = 10 - 30%

Alternativ können die u-Werte mit der exakten in Absatz 8.4.2.4 generell beschriebenen Berechnungsmethode wie folgt bestimmt werden:

$$u_{gas} = \frac{M_{gas}}{M_d \times \left(1 - \frac{1}{D}\right) + M_e \times \left(\frac{1}{D}\right)} \quad (57)$$

Dabei ist:

$M_{gas}$  die Molmasse des Gasbestandteils, g/mol (siehe Anlage 5 zu diesem Anhang),

$M_e$  die Molmasse des Abgases, g/mol,

$M_d$  die Molmasse des Verdünnungsgases = 28,965 g/mol,

$D$  der Verdünnungsfaktor (siehe Absatz 8.5.2.3.2).

#### 8.5.2.3.2. Bestimmung der hintergrundkorrigierten Konzentrationen

Um die Nettokonzentration der Schadstoffe zu bestimmen, sind die mittleren Hintergrundkonzentrationen der gasförmigen Schadstoffe im Verdünnungsgas von den gemessenen Konzentrationen abzuziehen. Die mittleren Werte der Hintergrundkonzentrationen können mithilfe der Beutel-Methode oder durch laufende Messungen mit Integration bestimmt werden. Folgende Formel ist zu verwenden:

$$c_{gas} = c_{gas,e} - c_d \times (1 - (1/D)) \quad (58)$$

Dabei ist:

$c_{\text{gas},e}$  die Konzentration des jeweiligen Abgasbestandteils, gemessen im verdünnten Abgas, ppm,

$c_d$  die Konzentration des jeweiligen Bestandteils, gemessen im Verdünnungsgas, ppm,

$D$  der Verdünnungsfaktor.

Der Verdünnungsfaktor ist wie folgt zu berechnen:

a) für Dieselmotoren und mit Flüssiggas betriebene Gasmotoren

$$D = \frac{F_S}{c_{\text{CO}_2,e} + (c_{\text{HC},e} + c_{\text{CO},e}) \times 10^{-4}} \quad (59)$$

b) für mit Erdgas betriebene Gasmotoren

$$D = \frac{F_S}{c_{\text{CO}_2,e} + (c_{\text{NMHC},e} + c_{\text{CO},e}) \times 10^{-4}} \quad (60)$$

Dabei ist:

$c_{\text{CO}_2,e}$  die CO<sub>2</sub>-Konzentration im verdünnten Abgas, feucht, Vol.-%,

$c_{\text{HC},e}$  die HC-Konzentration im verdünnten Abgas, feucht, ppm C1,

$c_{\text{NMHC},e}$  die NMHC-Konzentration im verdünnten Abgas, feucht, ppm C1,

$c_{\text{CO},e}$  die CO-Konzentration im verdünnten Abgas, feucht, ppm,

$F_S$  der stöchiometrische Faktor.

Der stöchiometrische Faktor berechnet sich wie folgt:

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{2} + 3,76 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4}\right)} \quad (61)$$

Dabei ist:

$\alpha$  das Molverhältnis des Kraftstoffs für Wasserstoff (H/C).

Ist die Kraftstoffzusammensetzung unbekannt, können alternativ folgende stöchiometrische Faktoren verwendet werden:

$$F_S \text{ (Diesel)} = 13,4$$

$$F_S \text{ (LPG)} = 11,6$$

$$F_S \text{ (NG)} = 9,5$$

$$F_S \text{ (E10)} = 13,3$$

$$F_S \text{ (E85)} = 11,5$$

#### 8.5.2.3.3. Systeme mit Durchflussmengenkompensation

Bei Systemen ohne Wärmeaustauscher ist die Masse der Schadstoffe (g/Prüfung) durch Berechnen der momentanen Masseemissionen und Integrieren der momentanen Werte über den gesamten Zyklus zu bestimmen. Darüber hinaus ist die Hintergrundkorrektur direkt auf den momentanen Konzentrationenwert anzuwenden. Hierzu dient die folgende Formel:

$$m_{\text{gas}} = \sum_{i=1}^n \left[ \left( m_{\text{ed},i} \times c_{\text{gas},e} \times u_{\text{gas}} \right) \right] - \left[ \left( m_{\text{ed}} \times c_d \times (1 - 1/D) \times u_{\text{gas}} \right) \right] \quad (62)$$

Dabei ist:

$c_{\text{gas,e}}$  die Konzentration des jeweiligen Abgasbestandteils, gemessen im verdünnten Abgas, ppm,

$c_d$  die Konzentration des jeweiligen Bestandteils, gemessen im Verdünnungsgas, ppm,

$m_{\text{ed,i}}$  die momentane Masse des verdünnten Abgases, kg

$m_{\text{ed}}$  die Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den gesamten Zyklus, kg

$u_{\text{gas}}$  der Wert aus Tabelle 6,

$D$  der Verdünnungsfaktor.

### 8.5.3. Partikelbestimmung

#### 8.5.3.1. Berechnung der Emissionsmasse

Nach der Korrektur um die Auftriebskraft des Partikelfilters in Luft nach Absatz 8.3 ist die Partikelmasse (g/Prüfung) wie folgt zu berechnen:

$$m_{\text{PM}} = \frac{m_{\text{p}}}{m_{\text{sep}}} \times \frac{m_{\text{ed}}}{1\,000} \quad (63)$$

Dabei ist:

$m_{\text{p}}$  die über den Zyklus abgeschiedene Partikelprobenahmemasse, mg,

$m_{\text{sep}}$  die Masse des verdünnten Abgases, das die Partikelsammelfilter durchströmt, kg,

$m_{\text{ed}}$  die Masse des verdünnten Abgases über den gesamten Zyklus, kg,

wobei

$$m_{\text{sep}} = m_{\text{set}} - m_{\text{ssd}} \quad (64)$$

Dabei ist:

$m_{\text{set}}$  die Masse des durch Partikelfilter geleiteten doppelt verdünnten Abgases, kg,

$m_{\text{ssd}}$  die Masse des Sekundärverdünnungsgases, kg.

Wird der Partikelhintergrund des Verdünnungsgases nach Absatz 7.5.6 bestimmt, kann die Partikelmasse hintergrundkorrigiert werden. Die Partikelmasse (g/Prüfung) errechnet sich in diesem Fall wie folgt:

$$m_{\text{PM}} = \left[ \frac{m_{\text{p}}}{m_{\text{sep}}} - \left( \frac{m_{\text{b}}}{m_{\text{sd}}} \times \left( 1 - \frac{1}{D} \right) \right) \right] \times \frac{m_{\text{ed}}}{1\,000} \quad (65)$$

Dabei ist:

$m_{\text{sep}}$  die Masse des verdünnten Abgases, das die Partikelsammelfilter durchströmt, kg,

$m_{\text{ed}}$  die Masse des verdünnten Abgases über den gesamten Zyklus, kg,

$m_{\text{sd}}$  die Masse des im Probenentnehmer für Hintergrundpartikel erfassten Verdünnungsgases, kg,

$m_{\text{b}}$  die abgeschiedene Hintergrundpartikelmasse des Verdünnungsgases, mg,

$D$  der Verdünnungsfaktor nach Absatz 8.5.2.3.2.

## 8.6. Allgemeine Berechnungen

## 8.6.1. Driftkorrekturen

Bezüglich der Driftüberprüfung in Absatz 7.8.4 ist der korrigierte Konzentrationswert wie folgt zu berechnen:

$$c_{\text{cor}} = c_{\text{ref},z} + (c_{\text{ref},s} - c_{\text{ref},z}) \left( \frac{2 \cdot c_{\text{gas}} - (c_{\text{pre},z} + c_{\text{post},z})}{(c_{\text{pre},s} + c_{\text{post},s}) - (c_{\text{pre},z} + c_{\text{post},z})} \right) \quad (66)$$

Dabei ist:

$c_{\text{ref},z}$  der Bezugswert der Konzentration des Nullgases (normalerweise gleich null), ppm,

$c_{\text{ref},s}$  der Bezugswert der Konzentration des Kalibriergases, ppm,

$c_{\text{pre},z}$  die Analysator-Konzentration des Nullgases vor der Prüfung, ppm,

$c_{\text{pre},s}$  die Analysator-Konzentration des Kalibriergases vor der Prüfung, ppm,

$c_{\text{post},z}$  die Analysator-Konzentration des Nullgases nach der Prüfung, ppm,

$c_{\text{post},s}$  die Analysator-Konzentration des Kalibriergases nach der Prüfung, ppm,

$c_{\text{gas}}$  die Konzentration des Probenahmegases, ppm.

Für jeden Bestandteil sind zwei Sätze der spezifischen Emissionsergebnisse gemäß Absatz 8.6.3 zu berechnen, nachdem alle übrigen Korrekturen vorgenommen worden sind. Ein Satz ist mit nicht korrigierten Konzentrationen zu berechnen, der andere ist mit den nach Formel 66 driftkorrigierten Konzentrationen zu berechnen.

Je nach verwendetem Messsystem und Berechnungsverfahren sind die unkorrigierten Emissionsergebnisse mit den Formeln 36, 37, 56, 57 bzw. 62 zu berechnen. Für die Berechnung der korrigierten Emissionen ist in den Formeln 36, 37, 56, 57 bzw. 62 der Parameter  $c_{\text{gas}}$  durch den Parameter  $c_{\text{cor}}$  der Formel 66 zu ersetzen. Wenn in den jeweiligen Formeln momentane Konzentrationswerte  $c_{\text{gas},i}$  verwendet werden, ist der korrigierte Wert auch als Momentanwert  $c_{\text{cor},i}$  anzuwenden. In Formel 57 ist die Korrektur sowohl an der gemessenen Konzentration als auch an der Hintergrundkonzentration vorzunehmen.

Der Vergleich muss in Prozenten der unkorrigierten Werte ausgedrückt werden. Die Differenz zwischen nicht korrigierten und den korrigierten bromspezifischen Emissionswerten muss innerhalb von  $\pm 4\%$  der nicht korrigierten bromspezifischen Emissionswerte liegen oder innerhalb von  $\pm 4\%$  der jeweiligen Grenzwerte, wobei der größere Wert gilt. Ist der Drift größer als  $4\%$ , ist die Prüfung ungültig.

Falls Driftkorrekturen vorgenommen werden, dürfen nur die driftkorrigierten Emissionsergebnisse für die Meldung von Emissionen verwendet werden.

8.6.2. Berechnung von NMHC und  $\text{CH}_4$ 

Die Berechnung von NMHC und  $\text{CH}_4$  hängt vom angewendeten Kalibrierungsverfahren ab. Der Flammenionisationsdetektor (FID) für die Messung ohne Nicht-Methan-Cutter (NMC) (der untere Zweig der Abbildung 11 in Anlage 2 zu diesem Anhang) muss mit Propan kalibriert werden. Für die Kalibrierung des einem NMC nachgeschalteten FID (der obere Zweig der Abbildung 11 in Anlage 2 zu diesem Anhang) sind folgende Verfahren zulässig:

a) Kalibriergas – Propan; Propan umgeht NMC;

b) Kalibriergas — Methan; Methan durchläuft NMC.

Die Konzentration von NMHC und CH<sub>4</sub> ist für a) wie folgt zu berechnen:

$$c_{\text{NMHC}} = \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}} - c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)} \quad (67)$$

$$c_{\text{CH}_4} = \frac{c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/NMC)}}}{E_E - E_M} \quad (68)$$

Die Konzentration von NMHC und CH<sub>4</sub> ist für b) wie folgt zu berechnen:

$$c_{\text{NMHC}} = \frac{c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/NMC)}} \times r_h \times (1 - E_M)}{E_E - E_M} \quad (67a)$$

$$c_{\text{CH}_4} = \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}} \times r_h \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)} \quad (68a)$$

Dabei ist:

$c_{\text{HC(w/NMC)}}$  die HC-Konzentration bei Führung des Probengases durch den NMC, ppm,

$c_{\text{HC(w/oNMC)}}$  die HC-Konzentration bei Führung des Probengases am NMC vorbei, ppm,

$r_h$  der Methan-Responsefaktor gemäß Absatz 9.3.7.2,

$E_M$  der Methan-Wirkungsgrad nach Absatz 9.3.8.1,

$E_E$  der Ethan-Wirkungsgrad nach Absatz 9.3.8.2.

Wenn  $r_h < 1,05$  ist, kann es in den Formeln 67, 67a und 68a vernachlässigt werden.

### 8.6.3. Berechnung der spezifischen Emissionen

Die spezifischen Emissionen  $e_{\text{gas}}$  oder  $e_{\text{PM}}$  (g/kWh) sind für jeden einzelnen Bestandteil nach folgenden Verfahren zu berechnen, je nach Art des Prüfzyklus.

Für WHSC, Warm-WHTC oder Kalt-WHTC ist die folgende Formel anzuwenden:

$$e = \frac{m}{W_{\text{act}}} \quad (69)$$

$$e = \frac{(0,14 \times m_{\text{cold}}) + (0,86 \times m_{\text{hot}})}{(0,14 \times W_{\text{act,cold}}) + (0,86 \times W_{\text{act,hot}})} \quad (70)$$

Dabei ist:

$m$  die Massenemission des Bestandteils, g/Prüfung,

$W_{\text{act}}$  die tatsächliche Zyklusarbeit gemäß Absatz 7.8.6, kWh.

Für WHTC ist das endgültige Prüfergebnis ein gewichteter Mittelwert aus Kaltstartprüfung und Warmstartprüfung gemäß folgender Formel:

Dabei ist:

$m_{\text{cold}}$  die Massenemission des Bestandteils in der Kaltstartprüfung, g/Prüfung,

$m_{\text{hot}}$  die Massenemission des Bestandteils in der Warmstartprüfung, g/Prüfung,

$W_{\text{act,cold}}$  die tatsächliche Zyklusarbeit in der Kaltstartprüfung, kWh,

$W_{\text{act,hot}}$  die tatsächliche Zyklusarbeit in der Warmstartprüfung, kWh.

Falls eine periodische Regenerierung gemäß Absatz 6.6.2 stattfindet, müssen die Regenerierungsanpassungsfaktoren  $k_{r,u}$  oder  $k_{r,d}$  mit dem spezifischen Emissionsergebnis  $e$  aus den Formeln 69 und 70 multipliziert bzw. zu ihm hinzuaddiert werden.

## 9. GERÄTESPEZIFIKATION UND ÜBERPRÜFUNG

Dieser Anhang enthält keine Einzelheiten über Messgeräte oder Messsysteme für Durchfluss, Druck und Temperatur. Lediglich die Linearitätsanforderungen an solche Geräte oder Systeme, die für Emissionsprüfungen erforderlich sind, werden in Absatz 9.2 beschrieben.

### 9.1. Leistungsprüfstand

Es ist ein Motorleistungsprüfstand zu verwenden, der entsprechende Eigenschaften aufweist, um den in den Anhängen 7.2.1 und 7.2.2 beschriebenen Prüfzyklus durchzuführen.

Die Messvorrichtungen für Drehzahl und Drehmoment müssen eine so genaue Messung der Kurbelwellenleistung ermöglichen, dass die Kriterien für die Validierung des Prüfzyklus erfüllt werden. Zusätzliche Berechnungen können notwendig sein. Die Messeinrichtungen müssen so genau sein, dass die in Absatz 9.2 Tabelle 7 wiedergegebenen Linearitätsanforderungen erfüllt werden.

### 9.2. Linearitätsanforderungen

Die Kalibrierung aller Messinstrumente und -systeme muss auf nationale oder internationale Prüfnormen zurückführbar sein. Die Messinstrumente und -systeme müssen die in Tabelle 7 wiedergegebenen Linearitätsanforderungen erfüllen. Gasanalysatoren sind mindestens alle drei Monate sowie nach Reparaturen oder Veränderungen, die die Kalibrierung beeinflussen können, nach Absatz 9.2.1 auf Linearität zu prüfen. Andere Instrumente und Systeme sind in den Abständen zu prüfen, die in hausinternen Verfahren, vom Hersteller oder den Normen der ISO 9000-Reihe festgelegt sind.

Tabelle 7

#### Linearitätsanforderungen an Messinstrumente und -systeme

Messsystem	$ \chi_{\text{min}} \times (a_1 - 1) + a_0 $	Steigung $a_1$	Standardfehler SEE	Bestimmungs-koeffi- zient $r^2$
Motordrehzahl	$\leq 0,05 \%$ max	0,98 - 1,02	$\leq 2 \%$ max	$\geq 0,990$
Motordrehmoment	$\leq 1 \%$ max	0,98 - 1,02	$\leq 2 \%$ max	$\geq 0,990$
Kraftstoffdurchsatz	$\leq 1 \%$ max	0,98 - 1,02	$\leq 2 \%$ max	$\geq 0,990$
Luftdurchsatz	$\leq 1 \%$ max	0,98 - 1,02	$\leq 2 \%$ max	$\geq 0,990$
Abgasdurchsatz	$\leq 1 \%$ max	0,98 - 1,02	$\leq 2 \%$ max	$\geq 0,990$
Verdünnungsgas- durchsatz	$\leq 1 \%$ max	0,98 - 1,02	$\leq 2 \%$ max	$\geq 0,990$
Durchsatz des ver- dünnten Abgases	$\leq 1 \%$ max	0,98 - 1,02	$\leq 2 \%$ max	$\geq 0,990$
Probenstrom	$\leq 1 \%$ max	0,98 - 1,02	$\leq 2 \%$ max	$\geq 0,990$
Gasanalysatoren	$\leq 0,5 \%$ max	0,99 - 1,01	$\leq 1 \%$ max	$\geq 0,998$
Gasteiler	$\leq 0,5 \%$ max	0,98 - 1,02	$\leq 2 \%$ max	$\geq 0,990$
Temperatur	$\leq 1 \%$ max	0,99 - 1,01	$\leq 1 \%$ max	$\geq 0,998$
Druck	$\leq 1 \%$ max	0,99 - 1,01	$\leq 1 \%$ max	$\geq 0,998$
Partikelbilanz	$\leq 1 \%$ max	0,99 - 1,01	$\leq 1 \%$ max	$\geq 0,998$

### 9.2.1. Überprüfung der Linearität

#### 9.2.1.1. Vorbemerkung

Alle in Tabelle 7 aufgeführten Messsysteme sind auf Linearität zu prüfen. Es sind mindestens 10 Referenzwerte, oder so viele, wie anderswo angegeben, in das System einzugeben, und die Messwerte sind dann durch lineare Regression nach der Fehlerquadratmethode mit Hilfe der in Absatz 7.8.7 enthaltenen Formel 11 mit den Referenzwerten zu vergleichen. Die in Tabelle 7 aufgeführten Grenzwerte beziehen sich auf die bei der Prüfung erwarteten höchsten Messwerte.

#### 9.2.1.2. Allgemeine Anforderungen

Messsysteme sind nach den Empfehlungen des Herstellers vorzuwärmen. Sie sind mit den für sie angegebenen Temperaturen, Drücken und Durchsätzen zu betreiben.

#### 9.2.1.3. Verfahren

Die Linearitätsprüfung ist für jeden üblicherweise genutzten Messbereich in folgenden Schritten durchzuführen:

- a) Das Instrument ist durch Eingabe eines Nullsignals auf Null zu stellen. Bei Gasanalysatoren ist gereinigte synthetische Luft oder Stickstoff direkt in die Eintrittsöffnung des Instruments einzuleiten.
- b) Das Instrument ist durch Eingabe eines Kalibriersignals zu kalibrieren. Bei Gasanalysatoren ist ein geeignetes Kalibrier gas direkt in die Eintrittsöffnung des Instruments einzuleiten.
- c) Die Nulleinstellung nach Buchstabe a ist zu wiederholen.
- d) Zur Prüfung der Linearität sind mindestens 10 Referenzwerte (einschließlich Null) einzugeben, die im Bereich zwischen Null und dem höchsten bei der Emissionsprüfung zu erwartenden Messwert liegen. Bei Gasanalysatoren ist Gas in bekannten Konzentrationen gemäß Absatz 9.3.3.2 direkt in die Eintrittsöffnung des Instruments einzuleiten.
- e) Die Referenzwerte sind mit einer Häufigkeit von mindestens 1 Hz zu messen, und die gemessenen Werte sind über 30 s aufzuzeichnen.
- f) Die arithmetischen Mittel der über 30 s aufgezeichneten Werte sind für die Berechnung der Parameter der linearen Regression nach der Fehlerquadratmethode (Formel 11 in Absatz 7.8.7) zu verwenden.
- g) Die Parameter der linearen Regression müssen den Bestimmungen der Tabelle 7 in Absatz 9.2 entsprechen.
- h) Die Nulleinstellung ist nochmals zu überprüfen und die Prüfung ist erforderlichenfalls zu wiederholen.

### 9.3. System zur Probenahme und Messung gasförmiger Emissionen

#### 9.3.1. Spezifikationen des Analysators

##### 9.3.1.1. Allgemeines

Messbereich und Ansprechzeit der Analysegeräte müssen den Genauigkeitsanforderungen für die Messung der Konzentrationen der Abgasbestandteile im stationären und instationären Betrieb entsprechen.

Die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) der Geräte muss so ausgelegt sein, dass zusätzliche Fehler weitestgehend ausgeschlossen sind.

##### 9.3.1.2. Messgenauigkeit

Die Messgenauigkeit ist die Abweichung des abgelesenen Messwertes vom Bezugswert. Diese Abweichung darf  $\pm 2\%$  vom Ablesewert oder  $\pm 0,3\%$  vom Skalenendwert nicht überschreiten; es gilt der jeweils größere Wert.

#### 9.3.1.3. Wiederholbarkeit

Die Genauigkeit ist definiert als das 2,5-fache der Standardabweichung zehn wiederholter Ansprechreaktionen auf ein bestimmtes Kalibriergas. Dieser Wert darf für die verwendeten Messbereiche über 155 ppm (oder ppm C) höchstens 1 % der Skalenendkonzentration und für die verwendeten Messbereiche unter 155 ppm (oder ppm C) höchstens 2 % betragen.

#### 9.3.1.4. Rauschen

Das Peak-to-Peak-Ansprechen der Analysatoren auf Null- und Kalibriergase darf in allen genutzten Messbereichen während 10 Sekunden 2 % des Skalenendwerts nicht überschreiten.

#### 9.3.1.5. Nullpunktdrift

Der Drift des Ansprechens auf das Nullgas muss vom Hersteller des Messinstruments spezifiziert werden.

#### 9.3.1.6. Messbereichsdrift

Der Drift des Ansprechens auf das Kalibriergas muss vom Hersteller des Messinstruments spezifiziert werden.

#### 9.3.1.7. Anstiegszeit

Die Anstiegszeit des in die Messanlage eingebauten Analysegeräts darf höchstens 2,5 s betragen.

#### 9.3.1.8. Gastrocknung

Abgase können im feuchten oder trockenen Zustand gemessen werden. Eine gegebenenfalls benutzte Einrichtung zur Gastrocknung darf nur einen minimalen Einfluss auf die Zusammensetzung der zu messenden Gase haben. Die Anwendung chemischer Trockner zur Entfernung von Wasser aus der Probe ist nicht zulässig.

### 9.3.2. Gasanalysatoren

#### 9.3.2.1. Vorbemerkung

Die Absätze 9.3.2.2 bis 9.3.2.7 beschreiben die anzuwendenden Messprinzipien. Eine ausführliche Darstellung der Messsysteme ist in Anlage 2 zu diesem Anhang enthalten. Die zu messenden Gase sind mit den nachfolgend aufgeführten Geräten zu analysieren. Bei nichtlinearen Analysatoren ist die Verwendung von Linearisierungsschaltungen zulässig.

#### 9.3.2.2. Kohlenmonoxid-(CO-)Analyse

Der Kohlenmonoxidanalysator muss ein nichtdispersiver Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) sein.

#### 9.3.2.3. Kohlendioxid-(CO<sub>2</sub>-)Analyse

Der Kohlendioxidanalysator muss ein nichtdispersiver Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) sein.

#### 9.3.2.4. Kohlenwasserstoff-(HC-)Analyse

Der Kohlenwasserstoffanalysator muss ein beheizter Flammenionisationsdetektor (HFID) mit Detektor, Ventilen, Rohrleitungen usw. sein, der so zu beheizen ist, dass die Gastemperatur auf  $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$  ( $190\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ ) gehalten wird. Bei NG-betriebenen Motoren und Fremdzündungsmotoren kann der Kohlenwasserstoffanalysator, je nach verwendeter Methode, ein nichtbeheizter Flammenionisationsdetektor (FID) sein (siehe Absatz A.2.1.3 Anlage 2 zu diesem Anhang).

#### 9.3.2.5. Analyse von Methan (CH<sub>4</sub>) und Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen (NMHC)

Die Bestimmung der Methan- und der Nicht-Methan-Kohlenwasserstoff-Fraktion muss mit einem beheizten Nicht-Methan-Cutter (NMC) und zwei Flammenionisationsdetektoren (FID) erfolgen, wie in Absatz A.2.1.4 und Absatz A.2.1.5 Anlage 2 zu diesem Anhang beschrieben. Die Konzentration der Bestandteile ist gemäß Absatz 8.6.2 zu bestimmen.

#### 9.3.2.6. Stickoxid-(NO<sub>x</sub>-)Analyse

Für NO<sub>x</sub>-Messungen sind zwei Geräte spezifiziert und jedes von beiden kann eingesetzt werden, sofern es die in den Absätzen 9.3.2.6.1 bzw. 9.3.2.6.2 spezifizierten Kriterien erfüllt. Für die Feststellung der Systemäquivalenz eines alternativen Messverfahrens gemäß Absatz 5.1.1 ist nur der Einsatz eines CLD zulässig.

#### 9.3.2.6.1. Chemilumineszenzanalysator (CLD)

Wenn die Messung im trockenen Bezugszustand erfolgt, muss der Stickoxidanalysator ein Chemilumineszenzdetektor (CLD) oder ein beheizter Chemilumineszenzdetektor (HCLD) mit einem  $\text{NO}_2/\text{NO}$ -Konverter sein. Bei Messung im feuchten Bezugszustand ist ein auf über 328 K (55 °C) gehaltener HCLD mit Konverter zu verwenden, sofern die Prüfung auf Wasserdampf-Querempfindlichkeit (siehe Absatz 9.3.9.2.2) erfüllt ist. Sowohl für CLD, als auch für HCLD muss die Probenstrecke bis zum Konverter bei Trockenmessung und bis zum Analysator bei Feuchtmessung auf einer Wandtemperatur von 328 K bis 473 K (55 °C bis 200 °C) gehalten werden.

#### 9.3.2.6.2. Nichtdispersiver Ultraviolett-Detektor (NDUV)

Für die Messung der  $\text{NO}_x$ -Konzentration ist ein nichtdispersiver Ultraviolett-Analysator (NDUV) zu verwenden. Wenn der NDUV-Analysator nur NO misst, muss ein  $\text{NO}_2/\text{NO}$ -Konverter strömungsaufwärts vom NDUV-Analysator eingesetzt werden. Die Temperatur des NDUV muss hinreichend hoch gehalten werden, um Wasserkondensierung zu vermeiden, es sei denn es wird ein Probenrockner eingesetzt, und zwar strömungsaufwärts vom  $\text{NO}_2/\text{NO}$ -Konverter (falls vorhanden) bzw. vom Analysator.

#### 9.3.2.7. Messung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses

Für die Messung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses zur Bestimmung des Abgasdurchflusses nach Absatz 8.4.1.6 ist eine Luft-Kraftstoff-Sonde oder eine Zirkon-Lambdasonde, jeweils mit breitem Messbereich, zu verwenden. Die Sonde ist unmittelbar am Auspuffrohr an einer Stelle anzubringen, an der die Abgastemperatur so hoch ist, dass Wasserkondensation vermieden wird.

Die Genauigkeit der Sonde mit eingebauter Elektronik muss sich in folgendem Bereich bewegen:

$\pm 3\%$  vom Ablesewert für  $1 < 2$

$\pm 5\%$  vom Ablesewert für  $2 \leq 1 < 5$

$\pm 10\%$  vom Ablesewert für  $5 \leq 1$

Um die oben angegebene Genauigkeit zu erreichen, ist die Sonde nach Herstellerangaben zu kalibrieren.

#### 9.3.3. Gase

Die Haltbarkeitsdauer aller Gase ist zu beachten.

##### 9.3.3.1. Reingase

Die erforderliche Reinheit der Gase ergibt sich aus den unten stehenden Grenzwerten der Verunreinigung. Folgende Gase müssen zur Verfügung stehen:

##### a) Für Rohabgas

Gereinigter Stickstoff

(Verunreinigung  $\leq 1$  ppm C1,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm  $\text{CO}_2$ ,  $\leq 0,1$  ppm NO)

Gereinigter Sauerstoff

(Reinheit  $> 99,5$  Vol.-%  $\text{O}_2$ )

Wasserstoff-Helium-Mischung (Brennstoff für FID-Brenner)

( $40 \pm 1\%$  Wasserstoff, Rest Helium)

(Verunreinigung  $\leq 1$  ppm C1,  $\leq 400$  ppm  $\text{CO}_2$ )

Gereinigte synthetische Luft

(Verunreinigung  $\leq 1$  ppm C1,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,1$  ppm NO)

(Sauerstoffgehalt zwischen 18 und 21 Vol.-%)

b) Für verdünnte Abgase (optional für Rohabgase)

Gereinigter Stickstoff

(Verunreinigung  $\leq 0,05$  ppm C1,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 10$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,02$  ppm NO)

Gereinigter Sauerstoff

(Reinheit  $> 99,5$  Vol.-% O<sub>2</sub>)

Wasserstoff-Helium-Mischung (Brennstoff für FID-Brenner)

( $40 \pm 1$  % Wasserstoff, Rest Helium)

(Verunreinigung  $\leq 0,05$  ppm C1,  $\leq 10$  ppm CO<sub>2</sub>)

Gereinigte synthetische Luft

(Verunreinigung  $\leq 0,05$  ppm C1,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 10$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,02$  ppm NO)

(Sauerstoffgehalt zwischen 20,5 und 21,5 Vol.-%)

Falls Flaschengas nicht verfügbar ist, kann ein Gasreiner eingesetzt werden, sofern die Verunreinigungsgrade belegt werden können.

#### 9.3.3.2. Kalibriergase

Gasgemische mit der nachstehend aufgeführten chemischen Zusammensetzung müssen verfügbar sein. Andere Gaskombinationen sind zulässig, sofern die Gase nicht miteinander reagieren. Das vom Hersteller angegebene Verfallsdatum der Kalibriergase ist aufzuzeichnen.

C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> und gereinigte synthetische Luft (siehe Absatz 9.3.3.1);

CO und gereinigter Stickstoff;

NO und gereinigter Stickstoff;

NO<sub>2</sub> und gereinigte synthetische Luft;

CO<sub>2</sub> und gereinigter Stickstoff;

CH<sub>4</sub> und gereinigte synthetische Luft;

C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> und gereinigte synthetische Luft.

Die tatsächliche Konzentration eines Kalibriergases darf um höchstens  $\pm 1$  % vom Nennwert abweichen, und muss auf nationale und internationale Prüfnormen zurückführbar sein. Alle Kalibriergaskonzentrationen sind als Volumenanteil auszudrücken (Volumenprozent oder Volumen-ppm).

## 9.3.3.3. Gasteiler

Die zur Kalibrierung verwendeten Gase können auch mit Hilfe eines Gasteilers (Präzisionsmischers) durch Zusatz von gereinigtem N<sub>2</sub> oder gereinigter synthetischer Luft gewonnen werden. Die Mischvorrichtung muss so genau arbeiten, dass die Konzentrationen der Kalibriergasgemische auf ± 2 % genau sind. Dies bedeutet, dass die zur Mischung verwendeten Primärgase auf ± 1 % genau bekannt und auf nationale oder internationale Gasnormen zurückführbar sein müssen. Die Überprüfung ist bei jeder mit Hilfe einer Mischvorrichtung vorgenommenen Kalibrierung bei 15 % bis 50 % des Skalenendwertes durchzuführen. Ist die erste Prüfung fehlgeschlagen, kann eine weitere Prüfung mit einem anderen Kalibriergas durchgeführt werden.

Wahlweise kann die Mischvorrichtung mit einem Instrument überprüft werden, das von seinem Prinzip her linear ist, z. B. unter Verwendung von NO-Gas mit einem CLD. Der Kalibrierwert des Instruments ist mit direkt an das Instrument angeschlossenem Kalibriergas einzustellen. Die Mischvorrichtung ist bei den verwendeten Einstellungen zu überprüfen, und der Nennwert ist mit der gemessenen Konzentration zu vergleichen. Die Abweichung darf an keinem Punkt mehr als ± 1 % des Nennwertes betragen.

Der zur Durchführung der Linearitätsprüfung nach Absatz 9.2.1 verwendete Gasteiler muss mit einer Genauigkeit von ± 1 % arbeiten.

## 9.3.3.4. Gase zur Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit

Die Gase zur Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit sind Gemische aus Propan, Sauerstoff und Stickstoff. Das in ihnen enthaltene Propan muss 350 ± 75 ppm C als Kohlenwasserstoff enthalten. Die Konzentration ist durch chromatografische Analyse des gesamten Kohlenwasserstoffs oder durch dynamisches Mischen mit der für Kalibriergase geltenden Toleranz zu bestimmen. Die für Fremd- und Selbstzündungsmotoren erforderlichen Sauerstoffkonzentrationen sind Tabelle 8 zu entnehmen, wobei der Rest des Gases aus gereinigtem Stickstoff besteht.

Tabelle 8

**Gase zur Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit**

Motortyp	O <sub>2</sub> -Konzentration (%)
Selbstzündungsmotor	21 (20 bis 22)
Selbst- und Fremdzündungsmotor	10 (9 bis 11)
Selbst- und Fremdzündungsmotor	5 (4 bis 6)
Fremdzündungsmotor	0 (0 bis 1)

## 9.3.4. Dichtheitsprüfung

Das System ist einer Dichtheitsprüfung zu unterziehen. Die Sonde ist aus der Abgasanlage zu entfernen und deren Ende ist zu verschließen. Die Pumpe des Analysators ist einzuschalten. Ist das System dicht, zeigen nach einer Stabilisierungsphase alle Durchflussmesser Null an. Ist dies nicht der Fall, sind die Entnahmeleitungen zu überprüfen und der Fehler ist zu beheben.

Die maximal zulässige Leckrate auf der Unterdruckseite beträgt 0,5 % des tatsächlichen Durchsatzes für den geprüften Teil des Systems. Die Analysatoren- und Bypass-Durchsätze können zur Schätzung der tatsächlichen Durchsätze verwendet werden.

Alternativ kann das System auf mindestens 20 kPa (80 kPa absolut) evakuiert werden. Nach einer Stabilisierungsphase darf die Druckzunahme  $\Delta p$  (kPa/min) im System folgenden Wert nicht übersteigen:

$$\Delta p = p/V_s \times 0,005 \times q_{vs} \quad (71)$$

Dabei ist:

$V_s$  das Systemvolumen, l,

$q_{vs}$  der Systemdurchsatz, l/min.

Eine weitere Methode ist die schrittweise Änderung der Konzentration am Anfang der Probenahmeleitung durch Umstellung von Null- auf Kalibriergas. Wird für einen korrekt kalibrierten Analysator nach einem ausreichend langen Zeitraum eine Konzentration angezeigt, die ≤ 99 % der eingeleiteten Konzentration beträgt, so deutet dies auf eine Undichtigkeit hin, die behoben werden muss.

### 9.3.5. Überprüfung der Ansprechzeit des Analysystems

Die Systemeinstellungen für die Bewertung der Ansprechzeit (d. h. Druck, Durchsätze, Filtereinstellungen an den Analysegeräten und alle anderen Faktoren, die die Ansprechzeit beeinflussen) müssen genau dieselben sein wie bei der Probelaufmessung. Zur Bestimmung der Ansprechzeit wird unmittelbar am Eintritt der Probenahmeonden das Gas gewechselt. Der Wechsel des Gases muss in weniger als 0,1 s erfolgen. Die für die Prüfung verwendeten Gase müssen eine Veränderung der Konzentration von mindestens 60 % des Skalenvollausschlags bewirken.

Die Konzentrationskurve ist für jeden einzelnen Gasbestandteil aufzuzeichnen. Die Ansprechzeit ist definiert als der Zeitabstand zwischen dem Gaswechsel und der entsprechenden Veränderung der aufgezeichneten Konzentration. Die Systemansprechzeit ( $t_{90}$ ) setzt sich zusammen aus der Ansprechverzögerung bis zum Messdetektor und der Anstiegszeit des Detektors. Die Ansprechverzögerung ist definiert als die Zeit, die vom Wechsel ( $t_0$ ) bis zur Anzeige von 10 % des Endwertes ( $t_{10}$ ) verstreicht. Die Anstiegszeit ist definiert als die Zeit für den Anstieg des angezeigten Messwertes von 10 % auf 90 % des Endwertes ( $t_{90} - t_{10}$ ).

Für den Zeitabgleich der Signale des Analysators und des Abgasstroms im Fall der Messung des Rohabgases ist die Wandlungszeit definiert als der Zeitabstand vom Wechsel ( $t_0$ ) bis zum Anstieg des angezeigten Messwertes auf 50 % des Endwertes ( $t_{50}$ ).

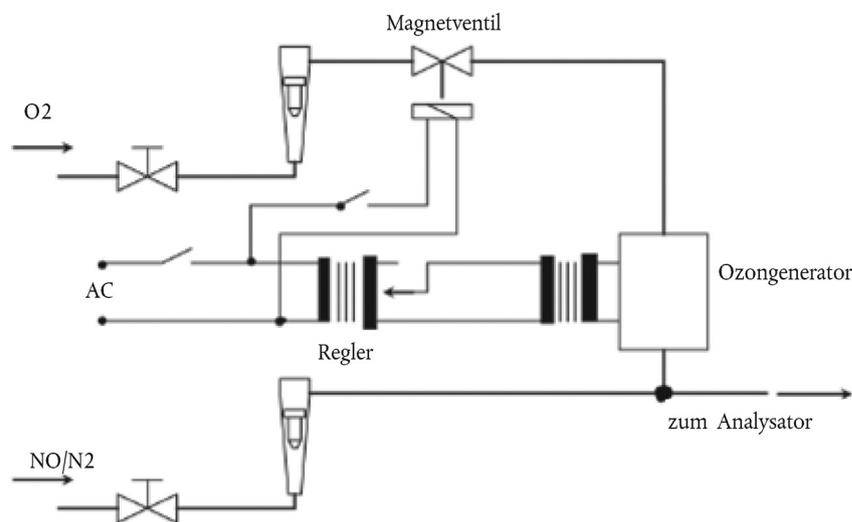
Die Systemansprechzeit soll für alle begrenzten Bestandteile (CO, NO<sub>x</sub>, HC oder NMHC) und alle verwendeten Messbereiche bei einer Anstiegszeit von  $\leq 2,5$  s entsprechend Absatz 9.3.1.7 höchstens 10 s betragen. Wird für die NMHC-Messung ein Nichtmethan-Cutter verwendet, kann die Systemansprechzeit 10 s überschreiten.

### 9.3.6. Prüfung der Wirksamkeit des NO<sub>x</sub>-Konverters

Der Wirkungsgrad des Konverters, der zur Umwandlung von NO<sub>2</sub> in NO verwendet wird, ist gemäß den Absätzen 9.3.6.1 bis 9.3.6.8 zu bestimmen. (siehe Abbildung 8).

Abbildung 8

#### Schematische Darstellung des Gerätes zur Bestimmung des Wirkungsgrades des NO<sub>2</sub>-Konverters



#### 9.3.6.1. Prüfanordnung

Der Wirkungsgrad des Konverters ist mit einem Ozongenerator in der in Abbildung 8 schematisch dargestellten Prüfanordnung und nach dem im Folgenden beschriebenen Verfahren zu ermitteln.

#### 9.3.6.2. Kalibrierung

Der CLD und der HCLD sind in dem am meisten verwendeten Betriebsbereich nach den Angaben des Herstellers unter Verwendung von Null- und Kalibriergas (dessen NO-Gehalt ungefähr 80 % des Betriebsbereichs entsprechen muss; die NO<sub>2</sub>-Konzentration des Gasgemischs muss weniger als 5 % der NO-Konzentration betragen) zu kalibrieren. Der NO<sub>x</sub>-Analysator muss auf den NO-Betrieb eingestellt sein, so dass das Kalibriergas nicht durch den Konverter strömt. Die angezeigte Konzentration ist aufzuzeichnen.

### 9.3.6.3. Berechnung

Der in Prozenten ausgedrückte Wirkungsgrad des Konverters ist wie folgt zu berechnen:

$$E_{\text{NO}_x} = \left( 1 + \frac{a - b}{c - d} \right) \times 100 \quad (72)$$

Dabei ist:

*a* die NO<sub>x</sub>-Konzentration nach Absatz 9.3.6.6,

*b* die NO<sub>x</sub>-Konzentration nach Absatz 9.3.6.7,

*c* die NO-Konzentration nach Absatz 9.3.6.4,

*d* die NO-Konzentration nach Absatz 9.3.6.5.

### 9.3.6.4. Zusatz von Sauerstoff

Über ein T-Verbindungsstück wird dem durchströmenden Gas kontinuierlich Sauerstoff oder Nullluft zugesetzt, bis die angezeigte Konzentration ungefähr 20 % niedriger als die angezeigte Kalibrierkonzentration nach Absatz 9.3.6.2 ist (der Analysator befindet sich im NO-Betriebszustand).

Die angezeigte Konzentration (*c*) ist aufzuzeichnen. Der Ozongenerator bleibt während des gesamten Vorgangs ausgeschaltet.

### 9.3.6.5. Einschalten des Ozongenerators

Anschließend wird der Ozongenerator eingeschaltet, um so viel Ozon zu erzeugen, dass die NO-Konzentration auf 20 % (Mindestwert 10 %) der Kalibrierkonzentration nach Absatz 9.3.6.2 zurückgeht. Die angezeigte Konzentration (*d*) ist aufzuzeichnen (der Analysator befindet sich im NO-Betriebszustand).

### 9.3.6.6. NO<sub>x</sub>-Betrieb

Der NO-Analysator ist auf NO<sub>x</sub>-Betrieb umzuschalten, damit das Gasgemisch (bestehend aus NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>) durch den Konverter strömt. Die angezeigte Konzentration (*a*) ist aufzuzeichnen (der Analysator befindet sich im NO<sub>x</sub>-Betriebszustand).

### 9.3.6.7. Ausschalten des Ozongenerators

Danach wird der Ozongenerator ausgeschaltet. Das Gasgemisch nach Absatz 9.3.6.6 strömt durch den Konverter in den Detektor. Die angezeigte Konzentration (*b*) ist aufzuzeichnen (der Analysator befindet sich im NO<sub>x</sub>-Betriebszustand).

### 9.3.6.8. NO-Betrieb

Wird bei abgeschaltetem Ozongenerator auf NO-Betrieb umgeschaltet, so wird auch der Zustrom von Sauerstoff oder synthetischer Luft abgesperrt. Der am Analysegerät angezeigte NO<sub>x</sub>-Wert darf dann von dem nach Absatz 9.3.6.2 gemessenen Wert um höchstens ± 5 % abweichen (der Analysator befindet sich im NO-Betriebszustand).

### 9.3.6.9. Prüfabstände

Der Wirkungsgrad des Konverters ist mindestens einmal pro Monat zu prüfen.

### 9.3.6.10. Erforderlicher Wirkungsgrad

Der Konverter muss einen Wirkungsgrad  $E_{\text{NO}_x}$  von mindestens 95 % erreichen.

Kann der Ozongenerator bei Einstellung des Analysators auf den am meisten genutzten Messbereich keinen Rückgang von 80 % auf 20 % nach Absatz 9.3.6.5 bewirken, so ist der höchste Bereich zu verwenden, mit dem der Rückgang bewirkt werden kann.

### 9.3.7. Einstellung des Flammenionisationsdetektors (FID)

#### 9.3.7.1. Optimierung des Ansprechverhaltens des FID

Der FID ist nach den Angaben des Geräteherstellers einzustellen. Um das Ansprechverhalten zu optimieren, ist in dem am meisten verwendeten Betriebsbereich ein Kalibriergas aus Propan in Luft zu verwenden.

Bei einer Einstellung des Kraftstoff- und Luftdurchsatzes, die den Empfehlungen des Herstellers entspricht, ist ein Kalibriergas von  $350 \pm 75$  ppm C in den Analysator einzuleiten. Das Ansprechverhalten bei einem bestimmten Kraftstoffdurchsatz ist anhand der Differenz zwischen dem Kalibriergas-Ansprechen und dem Nullgas-Ansprechen zu ermitteln. Der Kraftstoffdurchsatz ist inkremental ober- und unterhalb der Herstellerangabe einzustellen. Das Ansprechverhalten des Kalibrier- und des Nullgases bei diesen Kraftstoffdurchsätzen ist aufzuzeichnen. Die Differenz zwischen dem Kalibrier- und dem Nullgas-Ansprechen ist in Kurvenform aufzutragen und der Kraftstoffdurchsatz auf die fette Seite der Kurve einzustellen. Dies ist die Anfangeinstellung des Durchsatzes, die eventuell entsprechend den nach Absatz 9.3.7.2 ermittelten Responsefaktoren bei Kohlenwasserstoffen und den Ergebnissen der Prüfung auf Sauerstoffquersensitivität nach Absatz 9.3.7.3 weiter zu optimieren ist. Entsprechen die Responsefaktoren oder die Sauerstoffquersensitivität nicht den nachstehenden Vorschriften, so ist der Luftdurchsatz inkremental ober- und unterhalb der Herstellerangabe zu verstellen, und die Arbeitsgänge nach den Absätzen 9.3.7.2 und 9.3.7.3 sind für jeden eingestellten Durchsatz zu wiederholen.

Die Optimierung der Einstellung kann auch nach dem im SAE-Dokument Nr. 770141 beschriebenen Verfahren vorgenommen werden.

#### 9.3.7.2. Responsefaktoren für Kohlenwasserstoffe

Der Analysator ist unter Verwendung von Propan in Luft und gereinigter synthetischer Luft entsprechend Absatz 9.2.1.3 zu kalibrieren.

Die Responsefaktoren sind bei Inbetriebnahme eines Analysegerätes und nach größeren periodischen Wartungsarbeiten zu bestimmen. Der Responsefaktor ( $r_h$ ) für einen bestimmten Kohlenwasserstoff ist das Verhältnis des am FID angezeigten C1-Wertes zur Konzentration in der Gasflasche, ausgedrückt in ppm C1.

Die Konzentration des Prüfgases muss so hoch sein, dass ungefähr 80 % des Skalenvollausschlags angezeigt werden. Die Konzentration muss mit einer Genauigkeit von  $\pm 2$  %, bezogen auf einen gravimetrischen Normwert, ausgedrückt als Volumen, bekannt sein. Außerdem muss die Gasflasche zuvor 24 Stunden bei  $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$  ( $25 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ ) konditioniert werden.

Die zu verwendenden Prüfgase und die empfohlenen Responsefaktoren sind bei

- a) Methan und gereinigter synthetischer Luft  $1,00 \leq r_h \leq 1,15$ ;
- b) Propylen und gereinigter synthetischer Luft  $0,90 \leq r_h \leq 1,1$ ;
- c) Toluol und gereinigter synthetischer Luft  $0,90 \leq r_h \leq 1,1$ .

Diese Werte sind bezogen auf einen Responsefaktor  $r_h$  mit dem Wert 1 für Propan und gereinigte synthetische Luft.

#### 9.3.7.3. Prüfung der Sauerstoffquersensitivität

Nur Rohabgasanalysatoren sind bei Inbetriebnahme und größeren Wartungsarbeiten auf Sauerstoffquersensitivität zu prüfen.

Es ist ein Messbereich zu wählen, in dem die zur Prüfung verwendeten Gase in den oberen 50 % liegen. Zur Prüfung ist der Ofen auf die erforderliche Temperatur einzustellen. Die Gase zur Prüfung der Sauerstoffquersensitivität sind in Absatz 9.3.3.4 spezifiziert.

- a) Der Analysator ist auf Null zu stellen.
- b) Der Analysator ist für Fremdzündungsmotoren mit dem Gasgemisch mit 0 % Sauerstoffgehalt zu kalibrieren. Für Selbstzündungsmotoren ist er mit dem Gasgemisch mit 21 % Sauerstoffgehalt zu kalibrieren.
- c) Das Nullgasansprechen ist erneut zu prüfen. Hat es sich um mehr als 0,5 % vom Skalendwert verändert, sind die Schritte a und b zu wiederholen.
- d) Die Prüfgase mit 5 % und 10 % Sauerstoffgehalt sind einzuleiten.
- e) Das Nullgasansprechen ist erneut zu prüfen. Hat es sich um mehr als 1 % vom Skalendwert verändert, ist die Prüfung zu wiederholen.

- f) Die Sauerstoffquersensitivität  $E_{O_2}$  ist für jedes der unter Buchstabe d genannten Gasgemische nach folgender Formel zu errechnen:

$$E_{O_2} = (c_{\text{ref,d}} - c) \times 100 / c_{\text{ref,d}} \quad (73)$$

wobei das Ansprechen des Analysators sich wie folgt errechnet:

$$c = \frac{c_{\text{ref,b}} \times c_{\text{FS,b}}}{c_{\text{m,b}}} \times \frac{c_{\text{m,d}}}{c_{\text{FS,d}}} \quad (74)$$

Dabei ist:

$c_{\text{ref,b}}$  die Bezugs-HC-Konzentration in Schritt b, ppm C,

$c_{\text{ref,d}}$  die Bezugs-HC-Konzentration in Schritt d, ppm C,

$c_{\text{FS,b}}$  der Skaleneffizienzwert der HC-Konzentration in Schritt b, ppm C,

$c_{\text{FS,d}}$  der Skaleneffizienzwert der HC-Konzentration in Schritt d, ppm C,

$c_{\text{m,b}}$  die gemessene HC-Konzentration in Schritt b, ppm C,

$c_{\text{m,d}}$  die gemessene HC-Konzentration in Schritt d, ppm C.

- g) Die Sauerstoffquersensitivität  $E_{O_2}$  muss für alle erforderlichen Prüfgase vor der Prüfung weniger als  $\pm 1,5\%$  betragen.
- h) Ist die Sauerstoffquersensitivität  $E_{O_2}$  größer als  $\pm 1,5\%$ , sind zur Korrektur der Luftdurchsatz inkremental ober- und unterhalb der Herstellerangabe sowie der Kraftstoffdurchsatz und der Probendurchsatz zu verstellen.
- i) Die Prüfung der Sauerstoffquersensitivität ist für jede neue Einstellung zu wiederholen.

#### 9.3.8. Wirkungsgrad des Nichtmethan-Cutters (NMC)

Der NMC entfernt die Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe aus der Gasprobe, indem er alle Kohlenwasserstoffe außer Methan oxidiert. Im Idealfall beträgt die Umwandlung bei Methan 0 % und bei den anderen Kohlenwasserstoffen, repräsentiert durch Ethan, 100 %. Um eine genaue Messung der NMHC zu ermöglichen, sind die beiden Wirkungsgrade zu bestimmen und zur Berechnung des Massendurchsatzes der NMHC-Emissionen heranzuziehen (siehe Absatz 8.6.2).

##### 9.3.8.1. Wirkungsgrad bei Methan

Methan-Kalibriergas ist mit und ohne Umgehung des NMC durch den FID zu leiten, und die beiden Konzentrationen sind aufzuzeichnen. Der Wirkungsgrad ist wie folgt zu ermitteln:

$$E_M = 1 - \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}}}{c_{\text{HC(w/o NMC)}}} \quad (75)$$

Dabei ist:

$c_{\text{HC(w/NMC)}}$  die HC-Konzentration bei Durchfluss von  $\text{CH}_4$  durch den NMC, ppm C,

$c_{\text{HC(w/o NMC)}}$  die HC-Konzentration bei Umleitung von  $\text{CH}_4$  um den NMC, ppm C,

##### 9.3.8.2. Wirkungsgrad bei Ethan

Ethan-Kalibriergas ist mit und ohne Umgehung des NMC durch den FID zu leiten, und die beiden Konzentrationen sind aufzuzeichnen. Der Wirkungsgrad ist wie folgt zu ermitteln:

$$E_E = 1 - \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}}}{c_{\text{HC(w/o NMC)}}} \quad (76)$$

Dabei ist:

$c_{\text{HC(w/NMC)}}$  die HC-Konzentration bei Durchfluss von  $\text{C}_2\text{H}_6$  durch den NMC, ppm C,

$c_{\text{HC(w/o NMC)}}$  die HC-Konzentration bei Umleitung von  $\text{C}_2\text{H}_6$  um den NMC, ppm C.

### 9.3.9. Querempfindlichkeiten

Andere Gase, die neben dem zu analysierenden Gas im Abgas enthalten sind, können den Ablesewert auf verschiedene Weise beeinflussen. Eine positive Querempfindlichkeit ergibt sich bei NDIR-Geräten, wenn das beeinträchtigende Gas dieselbe Wirkung zeigt wie das gemessene Gas, jedoch in geringerem Maße. Eine negative Querempfindlichkeit ergibt sich bei NDIR-Geräten, wenn das beeinträchtigende Gas die Absorptionsbande des gemessenen Gases verbreitert, und bei CLD-Geräten, wenn das beeinträchtigende Gas die Reaktion unterdrückt. Die Prüfungen der Querempfindlichkeit nach den Absätzen 9.3.9.1 und 9.3.9.3 sind vor der Inbetriebnahme des Analysators und nach größeren Wartungsarbeiten durchzuführen.

#### 9.3.9.1. Kontrolle der Querempfindlichkeit des CO-Analysators

Wasser und  $\text{CO}_2$  können die Leistung des CO-Analysators beeinflussen. Daher lässt man ein bei der Prüfung verwendetes  $\text{CO}_2$ -Kalibriergas mit einer Konzentration von 80 bis 100 % des Skalenendwertes des bei der Prüfung verwendeten maximalen Betriebsbereichs bei Raumtemperatur durch Wasser perlen, wobei das Ansprechen des Analysators aufzuzeichnen ist. Der Ansprechwert des Analysators darf nicht mehr als 2 % der während der Prüfung erwarteten mittleren CO-Konzentration betragen.

Querempfindlichkeitsprüfungen für  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  können auch getrennt durchgeführt werden. Falls die verwendeten  $\text{CO}_2$ - und  $\text{H}_2\text{O}$ -Pegel größer sind als die während der Prüfung erwarteten Höchstwerte, ist jede beobachtete Querempfindlichkeit zu reduzieren, und zwar durch Multiplikation des beobachteten Werts mit dem Verhältnis zwischen dem erwarteten Höchstwert der Konzentration zu dem bei dieser Prüfung verwendeten tatsächlichen Wert.  $\text{H}_2\text{O}$ -Konzentrationen die geringer sind als die bei der Prüfung erwarteten Höchstwerte dürfen verwendet werden, die beobachtete  $\text{H}_2\text{O}$ -Querempfindlichkeit ist jedoch hochzurechnen, und zwar durch Multiplikation des beobachteten Werts mit dem Verhältnis zwischen dem erwarteten Höchstwert der  $\text{H}_2\text{O}$ -Konzentration zu dem bei dieser Prüfung verwendeten tatsächlichen Wert. Die Summe der zwei reduzierten Querempfindlichkeitswerte muss innerhalb der in diesem Absatz spezifizierten Toleranzen liegen.

#### 9.3.9.2. Kontrolle der $\text{NO}_x$ -Querempfindlichkeit des CLD-Analysators

Die zwei Gase, die bei CLD- (und HCLD-) Analysatoren besonderer Berücksichtigung bedürfen, sind  $\text{CO}_2$  und Wasserdampf. Die Querempfindlichkeit dieser Gase ist ihren Konzentrationen proportional und erfordert daher Prüftechniken zur Bestimmung der Querempfindlichkeit bei den während der Prüfung erwarteten Höchstkonzentrationen. Wenn der CLD-Analysator Algorithmen zur Kompensierung der Querempfindlichkeit verwendet, die  $\text{H}_2\text{O}$ - und/oder  $\text{CO}_2$ -Messgeräte einsetzen, müssen diese zur Ermittlung der Querempfindlichkeit eingeschaltet sein und die Kompensierungsalgorithmen müssen dabei angewendet werden.

##### 9.3.9.2.1. Kontrolle der $\text{CO}_2$ -Querempfindlichkeit

Ein  $\text{CO}_2$ -Kalibriergas mit einer Konzentration von 80 bis 100 % vom Skalenendwert des obersten Messbereichs ist durch den NDIR-Analysator zu leiten, und der  $\text{CO}_2$ -Wert ist als A aufzuzeichnen. Danach ist das Gas zu etwa 50 % mit NO-Kalibriergas zu verdünnen und durch den NDIR und den CLD zu leiten, wobei der  $\text{CO}_2$ -Wert und der NO-Wert als B bzw. C aufzuzeichnen sind. Dann ist das  $\text{CO}_2$  abzusperrern, nur das NO-Kalibriergas ist durch den (H)CLD zu leiten, und der NO-Wert ist als D aufzuzeichnen.

Die Querempfindlichkeit in Prozent wird wie folgt berechnet:

$$E_{\text{CO}_2} = \left[ 1 - \left( \frac{C \times A}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100 \quad (77)$$

Dabei ist:

A die mit dem NDIR gemessene Konzentration des unverdünnten  $\text{CO}_2$  in %,

B die mit dem NDIR gemessene Konzentration des verdünnten  $\text{CO}_2$  in %,

C die mit dem (H)CLD gemessene Konzentration des verdünnten NO in ppm,

D die mit dem (H)CLD gemessene Konzentration des unverdünnten NO in ppm.

Mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde können andere Methoden zur Verdünnung und Quantifizierung von  $\text{CO}_2$ - und NO-Kalibriergas, z. B. dynamisches Mischen, verwendet werden.

### 9.3.9.2.2. Kontrolle der Wasserdampf-Querempfindlichkeit

Diese Überprüfung ist nur für Messungen der Konzentration im feuchten Gas erforderlich. Bei der Berechnung der Wasserdampf-Querempfindlichkeit ist die Verdünnung des NO-Kalibriergases mit Wasserdampf und die Skalierung der Wasserdampfkonzentration des Gemischs im Vergleich zu der während der Prüfung erwarteten Konzentration zu berücksichtigen.

Ein NO-Kalibriergas mit einer Konzentration von 80 % bis 100 % des Skalenendwerts des normalen Betriebsbereichs ist durch den (H)CLD zu leiten, und der NO-Wert ist als  $D$  aufzuzeichnen. Anschließend muss das NO-Gas bei Raumtemperatur durch Wasserperlen und durch den (H)CLD geleitet werden, und der NO-Wert ist als  $C$  aufzuzeichnen. Die Wassertemperatur ist zu bestimmen und als  $F$  aufzuzeichnen. Der Sättigungsdampfdruck des Gemischs, der der Temperatur  $F$  des Wassers in der Waschflasche entspricht, ist zu bestimmen und als  $G$  aufzuzeichnen.

Die Wasserdampfkonzentration (in %) des Gemisches ist wie folgt zu berechnen:

$$H = 100 \times (G/p_b) \quad (78)$$

und als  $H$  aufzuzeichnen. Die erwartete Konzentration des verdünnten NO-Kalibriergases (in Wasserdampf) ist wie folgt zu berechnen:

$$D_e = D \times (1 - H/100) \quad (79)$$

und als Wert  $D_e$  aufzuzeichnen. Die maximale bei der Prüfung erwartete Wasserdampfkonzentration im Abgas (in %) ist anhand der maximalen  $\text{CO}_2$ -Konzentration im Abgas  $A$  wie folgt zu schätzen:

$$H_m = \alpha/2 \times A \quad (80)$$

und als  $H_m$  aufzuzeichnen.

Die Wasserdampf-Querempfindlichkeit in % ist wie folgt zu berechnen:

$$E_{\text{H}_2\text{O}} = 100 \times ((D_e - C)/D_e) \times (H_m/H) \quad (81)$$

Dabei ist:

$D_e$  die erwartete Konzentration des verdünnten NO in ppm,

$C$  die gemessene Konzentration des verdünnten NO in ppm,

$H_m$  die maximale Wasserdampfkonzentration in %,

$H$  die tatsächliche Wasserdampfkonzentration in %.

### 9.3.9.2.3. Maximal zulässige Querempfindlichkeit

Die kombinierte  $\text{CO}_2$ - und Wasser-Querempfindlichkeit darf 2 % des Skalenvollausschlags nicht überschreiten.

### 9.3.9.3. Kontrolle der $\text{NO}_x$ -Querempfindlichkeit des NDUV-Analysators

Kohlenwasserstoffe und  $\text{H}_2\text{O}$  können den Betrieb eines NDUV-Analysators stören, indem sie ähnliche Antworten erzeugen wie  $\text{NO}_x$ . Wenn der NDUV-Analysator für die Störungsfeststellung Kompensierungsalgorithmen verwendet, die Messwerte anderer Gase auswerten, müssen derartige Messungen gleichzeitig durchgeführt werden, um die Algorithmen während der Kontrolle der Querempfindlichkeit des Analysators zu überprüfen.

#### 9.3.9.3.1. Verfahren

Der NDUV-Analysator ist gemäß den Anweisungen des Messgeräteherstellers zu starten, zu betreiben, null-abzugleichen und zu kalibrieren. Für diese Überprüfung empfiehlt es sich, Motorabgase zu entnehmen. Zum Quantifizieren des  $\text{NO}_x$ -Gehalts des Abgases ist ein CLD einzusetzen. Dessen Antwort ist als Responsewert zu verwenden. Ebenso ist mit einem FID Analysator der HC-Gehalt des Abgases zu messen. Der FID-Responsewert ist als Kohlenwasserstoff-Bezugswert zu verwenden.

Falls für die Prüfung Probenrockner eingesetzt werden, müssen strömungsaufwärts vor ihnen die Motorabgase in den NDUV-Analysator eingeführt werden. Der Stabilisierung des Ansprechens der Analysatoren muss hinreichend Zeit gelassen werden. Teile der Stabilisierungszeit können das Durchspülen der Übertragungsleitung und das Ansprechen des Analysators berücksichtigen. Während alle Analysatoren die Konzentration der Probe messen, müssen 30 Sekunden der Stichprobendaten aufgezeichnet und die arithmetischen Mittel der drei Analysatoren berechnet werden.

Der CLD-Mittelwert muss vom NDUV-Mittelwert abgezogen werden. Dieser Differenzwert ist gemäß folgender Formel mit dem Verhältnis zwischen dem erwarteten Mittelwert und dem Prüfmesswert der HC-Konzentration zu multiplizieren:

$$E_{\text{HC}/\text{H}_2\text{O}} = (c_{\text{NO}_x,\text{CLD}} - c_{\text{NO}_x,\text{NDUV}}) \times \left( \frac{c_{\text{HC},e}}{c_{\text{HC},m}} \right) \quad (82)$$

Dabei ist:

$c_{\text{NO}_x,\text{CLD}}$  die mit CLD gemessene  $\text{NO}_x$ -Konzentration, ppm,

$c_{\text{NO}_x,\text{NDUV}}$  die mit NDUV gemessene  $\text{NO}_x$ -Konzentration, ppm,

$c_{\text{HC},e}$  die erwartete max. HC-Konzentration, ppm,

$c_{\text{HC},m}$  die gemessene HC-Konzentration, ppm.

#### 9.3.9.3.2. Maximal zulässige Querempfindlichkeit

Die kombinierte HC- und Wasser-Querempfindlichkeit darf 2 % der für die Prüfung erwarteten  $\text{NO}_x$ -Konzentration nicht überschreiten.

#### 9.3.9.4. Probenrockner

Ein Probenrockner entfernt Wasser, das sonst eine  $\text{NO}_x$ -Messung verfälschen könnte.

##### 9.3.9.4.1. Wirkungsgrad des Probenrockners

Bei trocken arbeitenden CLD-Analysatoren ist nachzuweisen, dass bei der höchsten erwarteten Wasserdampfkonzentration  $H_m$  (siehe Absatz 9.3.9.2.2) das Entfeuchtungssystem die Feuchtigkeit im CLD auf  $\leq 5$  g Wasser/kg Trockenluft (oder ca. 0,008 %  $\text{H}_2\text{O}$ ) halten kann, was 100 % relativer Luftfeuchtigkeit bei 3,9 °C und 101,3 kPa entspricht. Diese Angabe entspricht auch ca. 25 % relativer Luftfeuchtigkeit bei 25 °C und 101,3 kPa. Dazu kann die Temperatur am Austritt eines thermischen Entfeuchters oder die Feuchtigkeit unmittelbar vor dem CLD gemessen werden. Die Feuchtigkeit am Austritt des CLD kann ebenfalls gemessen werden, wenn in den CLD nur Luft aus dem Entfeuchter einströmt.

##### 9.3.9.4.2. $\text{NO}_2$ -Erfassung des Probenrockners

In einem mangelhaft konzipierten Probenrockner verbleibende Wasserflüssigkeit kann der Probe  $\text{NO}_2$  entziehen. Wenn also ein Probenrockner in Kombination mit einem NDUV-Analysator verwendet wird, ohne dass ein  $\text{NO}_2/\text{NO}$ -Konverter vorgeschaltet ist, kann der Probe vor der  $\text{NO}_x$ -Messung  $\text{NO}_2$  entzogen werden.

Der Probenrockner muss bei der höchsten erwarteten  $\text{NO}_2$ -Konzentration die Messung von mindestens 95 % des gesamten  $\text{NO}_2$  ermöglichen.

#### 9.3.10. Probenahme für Rohabgase, falls zutreffend

Die Probenahmesonden für gasförmige Emissionen sind so anzubringen, dass sie mindestens 0,5 m oder das Dreifache des Auspuffrohrdurchmessers (es gilt der jeweils größere Wert) strömungsaufwärts vor dem Austritt der Auspuffanlage liegen und sich so nahe am Motor befinden, dass eine Abgastemperatur vom mindestens 343 K (70 °C) an der Sonde gewährleistet ist.

Bei einem Mehrzylinderomotor mit einem verzweigten Auspuffkrümmer muss der Einlass der Sonde hinreichend strömungsabwärts entfernt sein, dass die Probe für die durchschnittlichen Abgasemissionen aller Zylinder repräsentativ ist. Bei Mehrzylindermotoren mit getrennten Auspuffkrümmern, etwa bei V-Motoren, sollten die Krümmer nach Möglichkeit strömungsaufwärts vor der Sonde zusammengeführt werden. Ist dies nicht machbar, so ist es zulässig, die Probe der Gruppe mit den höchsten  $\text{CO}_2$ -Emissionen zu entnehmen. Bei der Berechnung der Abgasemissionen ist der gesamte Abgasmassendurchsatz des Motors zugrunde zu legen.

Ist der Motor mit einer Anlage zur Abgasnachbehandlung versehen, so muss die Abgasprobe hinter dieser Anlage entnommen werden.

9.3.11. Probenahme bei der Messung gasförmiger Emissionen im verdünnten Abgas, falls zutreffend

Das Auspuffrohr zwischen dem Motor und dem Vollstrom-Verdünnungssystem muss den Bestimmungen in Anlage 2 zu diesem Anhang entsprechen. Die Sonde(n) für die Entnahme der gasförmigen Emissionen muss (müssen) im Verdünnungstunnel an einer Stelle angebracht sein, an der Verdünnungsgas und Abgas gut vermischt sind, und sich nahe der Partikel-Probenahmesonde befinden.

Die Probenahme kann nach zwei Methoden erfolgen:

- a) Die Schadstoffproben werden über den gesamten Zyklus hinweg in einen Probenahmebeutel geleitet und nach Abschluss der Prüfung gemessen; für HC ist der Probenahmebeutel auf  $464 \pm 11$  K ( $191 \pm 11$  °C) zu erwärmen, für NO<sub>x</sub> muss die Temperatur des Probenahmebeutels über dem Taupunkt liegen;
- b) Die Schadstoffproben werden über den gesamten Zyklus hinweg fortlaufend entnommen und integriert.

Die Hintergrundkonzentration muss strömungsaufwärts vor dem Verdünnungstunnel gemäß Buchstabe a oder b bestimmt und von den Emissionskonzentrationen gemäß Absatz 8.5.2.3.2 subtrahiert werden.

9.4. System für Messung und Probenahme von Partikeln

9.4.1. Allgemeine Vorschriften

Zur Bestimmung der Partikelmasse sind ein Partikel-Verdünnungs- und Probenahmesystem, Partikel-Probenahmefilter, eine Mikrowaage und eine Wägekammer mit kontrollierter Temperatur und Luftfeuchtigkeit erforderlich. Das Partikel-Probenahmesystem muss dafür ausgelegt sein, eine dem Abgasdurchsatz proportionale und repräsentative Probe des Abgasdurchsatzes sicherzustellen.

9.4.2. Allgemeine Anforderungen an das Verdünnungssystem

Für die Bestimmung der Partikel muss die Probe mit gefilterter Umgebungsluft, synthetischer Luft oder Stickstoff (dem Verdünnungsmittel) verdünnt werden. Das Verdünnungssystem ist wie folgt einzurichten:

- a) vollständiges Entfernen von Wasserkondensat in den Verdünnungs- und Probenahmesystemen,
- b) die Temperatur des verdünnten Abgases im Bereich von 20 cm strömungsaufwärts und strömungsabwärts der(s) Filterhalter(s) zwischen 315 K (42 °C) und 325 K (52 °C) halten,
- c) die Temperatur des Verdünnungsgases muss in unmittelbarer Nähe zum Eintritt in den Verdünnungstunnel zwischen 293 K und 315 K (20 °C bis 42 °C) betragen,
- d) das minimale Verdünnungsverhältnis muss im Bereich von 5:1 bis 7:1 liegen und für die primäre Lösungsstufe mindestens 2:1 betragen, basierend auf dem größten Motorabgasdurchsatz,
- e) für ein System mit Teilstromverdünnung muss die Verweilzeit im System, von der Einführungsstelle des Verdünnungsmittels bis zu dem(n) Filterhalter(n) zwischen 0,5 und 5 Sekunden liegen,
- f) für ein System mit Vollstromverdünnung muss die gesamte Verweilzeit im System, von der Einführungsstelle des Verdünnungsmittels bis zu dem(n) Filterhalter(n) zwischen 1 und 5 Sekunden betragen und die Verweilzeit im sekundären Verdünnungssystem, falls ein solches eingesetzt wird, muss von der Einführungsstelle des Verdünnungsmittels bis zu dem(d) Filterhalter(n) mindestens 0,5 Sekunden betragen.

Das Entfeuchten der Verdünnungsluft vor Eintritt in das Verdünnungssystem ist zulässig und insbesondere dann hilfreich, wenn diese sehr feucht ist.

#### 9.4.3. Partikelprobenahme

##### 9.4.3.1. Teilstrom-Verdünnungssystem

Die Probenahmesonde für Partikel muss in der Nähe der Probenahmesonde für die gasförmigen Abgasemissionen angebracht sein, jedoch so weit von dieser entfernt, dass sie sich nicht gegenseitig beeinflussen. Die Einbauvorschriften nach Absatz 09.03.2010 gelten folglich auch für die Partikelprobenahme. Die Probenahmeleitung muss die Anforderungen der Anlage 2 zu diesem Anhang erfüllen.

Bei einem Mehrzylindermotor mit einem verzweigten Auspuffkrümmer muss der Einlass der Sonde hinreichend strömungsabwärts entfernt sein, dass die Probe für die durchschnittlichen Abgasemissionen aller Zylinder repräsentativ ist. Bei Mehrzylindermotoren mit getrennten Auspuffkrümmern, etwa bei V-Motoren, sollten die Krümmer nach Möglichkeit strömungsaufwärts vor der Sonde zusammengeführt werden. Wenn dies nicht machbar ist, ist es zulässig, die Probe der Gruppe mit den höchsten Partikelemissionen zu entnehmen. Bei der Berechnung der Abgasemissionen ist der gesamte Abgasmassendurchsatz des Motors zugrunde zu legen.

##### 9.4.3.2. Vollstrom-Verdünnungssystem

Die Sonde für die Partikelprobenahme ist in der Nähe der Sonde für die Entnahme der gasförmigen Emissionen im Verdünnungstunnel anzubringen, jedoch so weit von dieser entfernt, dass gegenseitige Beeinflussungen nicht auftreten. Die Einbauvorschriften nach Absatz 9.3.11 gelten folglich auch für die Partikelprobenahme. Die Probenahmeleitung muss die Anforderungen der Anlage 2 zu diesem Anhang erfüllen.

#### 9.4.4. Partikel-Probenahmefilter

Zur Beprobung des verdünnten Abgases ist ein Filter zu verwenden, der während der Prüffolge die Anforderungen der Absätze 9.4.1.1 bis 9.4.4.3 erfüllt.

##### 9.4.4.1. Spezifikation der Filter

Alle Filtertypen müssen für 0,3 µm DOP (Diocetylphthalat) oder PAO (Polyalphaolefin) einen Abscheidegrad von mindestens 99 % haben. Die vom Hersteller des Probenahmefilters in die Produktbewertung aufgenommenen Messergebnisse sind für die Erfüllung dieser Anforderung zulässig. Als Filterwerkstoff sind zulässig:

a) PTFE-überzogene Glasfaser oder

b) PTFE-Membran.

##### 9.4.4.2. Filtergröße

Der Filter muss kreisförmig sein, einen Nenndurchmesser von 47 mm (Toleranz von  $46,50 \pm 0,6$  mm) haben; und der Durchmesser der exponierten Fläche (Auffangfläche) muss mindestens 38 mm betragen.

##### 9.4.4.3. Filteranströmgeschwindigkeit

Die Gasanströmgeschwindigkeit am Filtereintritt muss zwischen 0,90 und 1,00 m/s betragen, weniger als 5 Prozent der registrierten Strömungsgeschwindigkeiten dürfen außerhalb dieses Bereichs liegen. Überschreitet die gesamte Feinstaubmasse am Filter den Wert von 400 µg, darf die Filteranströmgeschwindigkeit auf 0,50 m/s herabgesetzt werden. Die Anströmgeschwindigkeit ist zu berechnen aus dem Volumendurchsatz der Probe bei dem strömungsaufwärts vom Filter herrschenden Druck und der Temperatur des Filtereintritts, geteilt durch die exponierte Fläche des Filters.

#### 9.4.5. Spezifikation der Wägekammer und der Analysenwaage

Die Umgebungsluft der Wägekammer (oder des Wägeraums) muss frei von jeglichen Schmutzstoffen (wie Staub, Aerosolen oder halbflüchtigen Stoffen) sein, welche die Partikelfilter kontaminieren könnten. Der Wägeraum muss die geforderten Spezifikationen mindestens während der 60 Minuten vor dem Wiegen der Filter erfüllen.

##### 9.4.5.1. Bedingungen für die Wägekammer

Die Temperatur der Kammer (oder des Raumes), in der (dem) die Partikelfilter konditioniert und gewogen werden, ist während der gesamten Dauer des Konditionierungs- und Wägevorgangs auf  $295 \text{ K} \pm 1 \text{ K}$  ( $22 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$ ) zu halten. Die Luftfeuchtigkeit ist auf einem Taupunkt von  $282,5 \text{ K} \pm 1 \text{ K}$  ( $9,5 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$ ) zu halten.

Wenn die Stabilisierung und das Wägen in getrennten Räumen erfolgen, muss die Temperatur des Stabilisierungsraumes in einem Toleranzbereich von  $295\text{ K} \pm 3\text{ K}$  ( $22\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ ) gehalten werden, bei gleicher Taupunkt toleranz von  $282,5\text{ K} \pm 1\text{ K}$  ( $9,5\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ ).

Feuchte und Temperatur der Umgebungsluft sind aufzuzeichnen.

#### 9.4.5.2. Bezugsfilterwägung

Wenigstens zwei unbenutzte Bezugsfilter sind in einem Abstand von höchstens 12 Stunden, vorzugsweise jedoch gleichzeitig mit den Probenahmefiltern, zu wägen. Die Bezugsfilter müssen aus demselben Werkstoff sein wie die Probenahmefilter. Die Messwerte sind um Auftrieb zu korrigieren.

Falls sich das Gewicht der Bezugsfilter zwischen den Wägungen von Probenahmefiltern um mehr als  $10\text{ }\mu\text{g}$  verändert, sind alle Probenahmefilter wegzuworfen und die Emissionsprüfung ist zu wiederholen.

Die Bezugsfilter sind nach fachlichem Ermessen periodisch, jedoch mindestens einmal jährlich, auszutauschen.

#### 9.4.5.3. Analysenwaage

Die zur Bestimmung der Filtergewichte benutzte Analysenwaage muss die Linearitätsanforderungen von Absatz 9.2 Tabelle 7 erfüllen. Dies bedeutet eine Messgenauigkeit (Standardabweichung) von mindestens  $2\text{ }\mu\text{g}$  und eine Auflösung von mindestens  $1\text{ }\mu\text{g}$  (1 Anzeigestelle =  $1\text{ }\mu\text{g}$ ).

Um die Genauigkeit der Filterwägung sicherzustellen, wird empfohlen, die Waage wie folgt aufzustellen:

- a) Aufstellung auf einer erschütterungsdämpfenden Plattform zur Abschirmung vor externen Geräuschen und Erschütterungen,
- b) Abschirmung vor Luftströmungen mit einem statische Elektrizität ableitenden geerdeten Windschutz.

#### 9.4.5.4. Ausschaltung der Einflüsse statischer Elektrizität

Die Filter sind vor dem Wägen zu neutralisieren, z. B mit einem Polonium-Neutralisator oder einem Gerät mit ähnlicher Wirkung. Wird ein PTFE-Membran-Filter verwendet, ist die elektrostatische Aufladung zu messen und es empfiehlt sich, sie im Bereich von  $\pm 2,0\text{ V}$  um das Nullpotential zu halten.

In der Umgebung der Waage muss statische Aufladung auf ein Minimum reduziert werden. Es kommen dafür folgende Verfahren in Frage:

- a) Erdung der Waage,
- b) Verwendung von Pinzetten aus rostfreiem Stahl zum manuellen Hantieren von Feinstaubproben,
- c) Erdung der Pinzetten mit einem Erdungsband oder durch Anlegen eines Erdungsarmbands seitens der Bedienperson, wobei diese Bänder das gleiche Erdpotential wie die Waage haben. Die Erdungsarmbänder müssen mit einem geeigneten Vorwiderstand ausgestattet sein, um die Bedienperson vor Stromschlägen zu schützen.

#### 9.4.5.5. Zusätzliche Spezifikationen

Alle mit dem Rohabgas oder dem verdünnten Abgas in Berührung kommenden Teile des Verdünnungssystems und des Probenahmesystems vom Auspuffrohr bis zum Filterhalter sind so zu gestalten, dass sich möglichst wenig Partikel auf ihnen ablagern und die Partikel sich möglichst wenig verändern. Alle Teile müssen aus elektrisch leitendem und mit den Bestandteilen der Abgase nicht reagierendem Material sein und zur Vermeidung elektrostatischer Effekte geerdet sein.

#### 9.4.5.6. Kalibrierung der Durchflussmessgeräte

Jeder bei einer Probenahme und in einem Teilverdünnungssystem eingesetzte Flussmesser muss einer Linearitätsüberprüfung gemäß Absatz 9.2.1 unterworfen werden, so oft wie es zur Einhaltung der Genauigkeitsanforderungen dieser Regelung erforderlich ist. Für die Durchfluss-Bezugswerte ist ein genauer, auf nationale und internationale Prüfstandards zurückführbarer Durchflussmesser zu verwenden. Bezüglich der Kalibrierung differenzieller Durchflussmessungen siehe Absatz 9.4.6.2.

#### 9.4.6. Besondere Anforderungen an das System mit Teilstromverdünnung

Das System mit Teilstromverdünnung muss dafür ausgelegt sein, eine proportionale Probe der Rohabgase dem Motorauspuff zu entnehmen und somit den Schwankungen der Abgasdurchflussrate zu folgen. Dafür ist es wesentlich, dass das Verdünnungsverhältnis bzw. das Probenahmeverhältnis  $r_d$  bzw.  $r_s$  in einer Weise bestimmt werden, dass die Genauigkeitsanforderungen des Absatzes 9.4.6.2 erfüllt werden.

##### 9.4.6.1. Systemansprechzeit

Zur Steuerung des Teilstrom-Verdünnungssystems ist ein schnelles Ansprechen des Systems erforderlich. Die Wandlungszeit des Systems ist nach dem Verfahren von Absatz 9.4.6.6 zu bestimmen. Liegt die kombinierte Wandlungszeit des Abgasdurchflusssystemes (siehe Absatz 8.4.1.2) und des Teilstromsystems bei  $\leq 0,3$  s, so sind Online-Kontrollsysteme zu verwenden. Überschreitet die Wandlungszeit  $0,3$  s, muss eine auf einem zuvor aufgezeichneten Prüflauf basierende vorausschauende Steuerung (Look-ahead-Steuerung) verwendet werden. In diesem Fall muss die kombinierte Anstiegszeit  $\leq 1$  s und die kombinierte Ansprechverzögerung  $\leq 10$  s sein.

Die Ansprechzeit des Gesamtsystems ist so auszulegen, dass eine dem Abgasmassendurchsatz proportionale repräsentative Partikelprobe  $q_{mp,i}$  entnommen wird. Zur Ermittlung der Proportionalität ist eine vergleichende Regressionsanalyse von  $q_{mp,i}$  und  $q_{mew,i}$  mit einer Datenerfassungsrate von mindestens 5 Hz vorzunehmen, wobei folgende Kriterien zu erfüllen sind:

- Der Korrelationskoeffizient  $r^2$  zwischen der linearen Regression von  $q_{mp,i}$  und der von  $q_{mew,i}$  muss mindestens 0,95 betragen.
- Der Standardfehler des Schätzwertes von  $q_{mp,i}$  gegenüber  $q_{mew,i}$  darf nicht größer als 5 % des Maximalwertes von  $q_{mp}$  sein.
- Der  $q_{mp}$ -Wert auf der Regressionsgeraden darf den Maximalwert von  $q_{mp}$  um höchstens 2 % überschreiten.

Eine vorausschauende Steuerung ist erforderlich, wenn die kombinierte Wandlungszeit des Partikelsystems,  $t_{50,P}$  und des Abgasmassendurchsatz-Signals,  $t_{50,F}$  größer als  $0,3$  s ist. In diesem Fall muss eine Vorprüfung durchgeführt werden, und das Abgasmassendurchsatz-Signal der Vorprüfung ist zur Steuerung des Probenstroms in das Partikelsystem zu verwenden. Eine korrekte Steuerung des Teilstrom-Verdünnungssystems wird erreicht, wenn der in der Vorprüfung ermittelte Zeitverlauf von  $q_{mew,pre}$  auf dessen Basis  $q_{mp}$  gesteuert wird, um die „vorausschauende“ Zeit  $t_{50,P} + t_{50,F}$  verschoben wird.

Zur Ermittlung der Korrelation zwischen  $q_{mp,i}$  und  $q_{mew,i}$  sind die während der eigentlichen Prüfung gesammelten Daten zu verwenden, wobei  $q_{mew,i}$  um  $t_{50,F}$  bezogen auf  $q_{mp,i}$  zeitlich angeglichen wird (kein Einfluss von  $t_{50,P}$  auf die zeitliche Angleichung). Das heißt, die Zeitverschiebung zwischen  $q_{mew}$  und  $q_{mp}$  ist die Differenz ihrer Wandlungszeiten, die in Absatz 9.4.6.6 bestimmt worden sind.

##### 9.4.6.2. Vorschriften für die Differenzdurchflussmessung

Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen ist die Genauigkeit der Messung des Probenahmestroms  $q_{mp}$  besonders wichtig, wenn dieser nicht unmittelbar, sondern durch Differenzdurchflussmessung ermittelt wird:

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} \quad (83)$$

In diesem Fall muss der größte Fehler der Differenz soweit begrenzt sein, dass die Genauigkeit von  $q_{mp}$  innerhalb von  $\pm 5$  Prozent liegt, wenn das Verdünnungsverhältnis kleiner als 15 ist. Er kann durch Bilden des quadratischen Mittelwerts der Fehler der einzelnen Geräte berechnet werden.

Hinreichende Genauigkeiten von  $q_{mp}$  können mit einer der folgenden Methoden erzielt werden:

- Die absoluten Genauigkeiten von  $q_{mdew}$  und  $q_{mdw}$  betragen  $\pm 0,2$  %, wodurch für  $q_{mp}$  bei einem Verdünnungsverhältnis von 15 eine Genauigkeit von  $\leq 5$  % gewährleistet wird. Allerdings treten bei höheren Verdünnungsverhältnissen größere Fehler auf.
- Die Kalibrierung von  $q_{mdw}$  gegenüber  $q_{mdew}$  wird so ausgeführt, dass für  $q_{mp}$  dieselben Genauigkeiten wie im voranstehenden Absatz (a) erzielt werden. Nähere Ausführungen dazu enthält der Absatz 9.4.6.3.
- Die Genauigkeit von  $q_{mp}$  wird mittelbar aus der mit einem Spürgas, z. B.  $\text{CO}_2$ , ermittelten Genauigkeit des Verdünnungsverhältnisses abgeleitet. Auch hier werden für  $q_{mp}$  die gleichen Genauigkeiten wie im voranstehenden Absatz (a) gefordert.
- Die absolute Genauigkeit von  $q_{mdew}$  und  $q_{mdw}$  beträgt  $\pm 2$  % des Skalenendwerts, der Höchstfehler der Differenz zwischen  $q_{mdew}$  und  $q_{mdw}$   $0,2$  %, und der Linearitätsfehler  $\pm 0,2$  % des höchsten während der Prüfung beobachteten Wertes von  $q_{mdew}$ .

#### 9.4.6.3. Kalibrierung der Differenzdurchflussmessung

Der Durchflussmesser bzw. die Durchflussmeseinrichtungen müssen mit einem der folgenden Verfahren kalibriert werden, damit der Probefluss  $q_{mp}$  in den Tunnel die Genauigkeitsanforderungen des Absatzes 9.4.6.2 erfüllt:

- a) Der Durchflussmesser für  $q_{mdw}$  ist mit dem Durchflussmesser für  $q_{mdew}$  in Reihe zu schalten und die Differenz zwischen den beiden Durchflussmessern ist für mindestens fünf Einstellwerte zu kalibrieren, wobei die Durchflusswerte gleichmäßig auf den Abstand zwischen den tiefsten bei der Prüfung verwendeten Wert für  $q_{mdw}$  und den bei der Prüfung verwendeten Wert für  $q_{mdew}$  verteilt sind. Der Verdünnungstunnel kann umgangen werden.
- b) An den Durchflussmesser für  $q_{mdew}$  ist ein kalibriertes Massendurchsatzmessgerät anzuschließen, und die Genauigkeit für den bei der Prüfung verwendeten Wert ist zu überprüfen. Anschließend ist das kalibrierte Massendurchsatzmessgerät in Reihe an den Durchflussmesser für  $q_{mdw}$  anzuschließen und die Genauigkeit für mindestens fünf Einstellungen zu überprüfen, die einem Verdünnungsverhältnis zwischen 3 und 50, bezogen auf das bei der Prüfung verwendete  $q_{mdew}$ , entsprechen.
- c) Das Übertragungsrohr TT wird vom Auspuff getrennt und ein kalibriertes Messgerät mit einem zur Messung von  $q_{mp}$  geeigneten Messbereich an das Übertragungsrohr angeschlossen. Danach ist  $q_{mdew}$  auf den bei der Prüfung verwendeten Wert, und  $q_{mdw}$  nacheinander auf mindestens fünf Werte einzustellen, die den Verdünnungsverhältnissen zwischen 3 und 50 entsprechen. Stattdessen kann auch eine besondere Kalibrierstromleitung eingerichtet werden, die den Tunnel umgeht, aber der Gesamtstrom und der Verdünnungsstrom durch die entsprechenden Messgeräte müssen genauso sein, wie bei der tatsächlichen Prüfung.
- d) In das Abgasübertragungsrohr TT ist ein Spürgas einzuleiten. Dieses Spürgas kann ein Bestandteil des Abgases sein, zum Beispiel  $CO_2$  oder  $NO_x$ . Nach der Verdünnung im Tunnel ist der Spürgasbestandteil zu messen. Dies muss für fünf Verdünnungsverhältnisse zwischen 3 und 50 erfolgen. Die Genauigkeit des Probenstroms ist aus dem Verdünnungsverhältnis  $r_d$  zu ermitteln:

$$q_{mp} = q_{mdew}/r_d \quad (84)$$

Die Genauigkeiten der Gasanalysegeräte sind zu berücksichtigen, um die Genauigkeit von  $q_{mp}$  sicherzustellen.

#### 9.4.6.4. Überprüfung des Kohlenstoffdurchsatzes

Es wird dringend empfohlen, den Kohlenstoffdurchsatz anhand von tatsächlichem Abgas zu überprüfen, um Mess- und Steuerprobleme festzustellen und den ordnungsgemäßen Betrieb des Teilstromsystems zu verifizieren. Die Kohlenstoffdurchsatzprüfung sollte zumindest dann vorgenommen werden, wenn ein neuer Motor eingebaut oder am Prüfstand eine wesentliche Änderung vorgenommen worden ist.

Der Motor wird bei Vollastdrehmoment und -drehzahl oder in einem anderen stationären Betriebszustand gefahren, in dem mindestens 5 %  $CO_2$  erzeugt werden. Das Teilstrom-Probennahmensystem wird mit einem Verdünnungsfaktor von etwa 15 zu 1 betrieben.

Bei Kohlenstoffdurchsatzprüfungen ist das in Anlage 4 angegebene Verfahren anzuwenden. Die Kohlenstoffdurchsätze werden nach den Formeln 112 bis 114 der Anlage 4 zu diesem Anhang berechnet. Alle Kohlenstoffdurchsätze sollen um nicht mehr als 3 % voneinander abweichen.

#### 9.4.6.5. Vorprüfung

Innerhalb von zwei Stunden vor der Prüfung ist eine Vorprüfung auf folgende Weise durchzuführen:

Die Genauigkeit der Durchflussmesser ist mit derselben Methode zu prüfen wie für die Kalibrierung (siehe Absatz 9.4.6.2), und zwar an wenigstens zwei Stellen, einschließlich der Durchflusswerte von  $q_{mdw}$ , die den Verdünnungsverhältnissen zwischen 5 und 15 für den bei der Prüfung veränderten Wert  $q_{mdew}$  entsprechen.

Lässt sich anhand der Aufzeichnungen des Kalibrierungsverfahrens nach Absatz 9.4.6.2 nachweisen, dass die Kalibrierung des Durchflussmessers über längere Zeiträume stabil ist, kann die Vorprüfung unterbleiben.

#### 9.4.6.6. Bestimmung der Wandlungszeit

Die Systemeinstellungen für die Ermittlung der Wandlungszeit müssen genau dieselben sein wie während der Messung des Prüflaufs. Die Wandlungszeit ist mit folgender Methode zu ermitteln:

Ein unabhängiger Bezugsdurchflussmesser mit einem für den Probenstrom geeigneten Messbereich wird in Reihe zur Sonde angebracht und mit ihr eng gekoppelt. Der Durchflussmesser muss eine Wandlungszeit von weniger als 100 ms für die Durchflusstufe aufweisen, die bei der Messung der Ansprechzeit verwendet wird, wobei der Flusswiderstand fachmännisch so niedrig gewählt sein muss, dass die dynamische Leistung des Teilstrom-Verdünnungssystems nicht beeinträchtigt wird.

Der in das Teilstrom-Verdünnungssystem einströmende Abgasstrom (bzw. Luftstrom, wenn der Abgasstrom berechnet wird) wird schrittweise verändert, und zwar von einem geringen Durchfluss bis auf mindestens 90 % des Skalenendwertes. Als Auslöser für den Veränderungsschritt ist derselbe zu verwenden, der für den Start der vorausschauenden Steuerung bei der eigentlichen Prüfung verwendet wird. Das Auslösesignal des Abgasverdünnungsschritts und das Ansprechen des Durchflussmessers sind mit einer Abtastfrequenz von mindestens 10 Hz aufzuzeichnen.

Aus diesen Daten wird die Wandlungszeit für das Teilstrom-Verdünnungssystem bestimmt, das heißt die Zeit von der Auslösung des Veränderungsschritts bis zum Erreichen des 50%-Ansprechens des Durchflussmessers. Auf ähnliche Weise werden die Zeiten für die Umwandlung des Signals  $q_{mp}$  des Teilstrom-Verdünnungssystems und des Signals  $q_{mew,i}$  des Abgasdurchsatzmessers bestimmt. Diese Signale werden bei den nach jeder Prüfung durchgeführten Regressionsprüfungen verwendet (siehe Absatz 9.4.6.1).

Die Berechnung ist für mindestens 5 ansteigende und abfallende Auslöseschritte zu wiederholen und deren Ergebnisse sind zu mitteln. Die interne Wandlungszeit (< 100 ms) des Bezugsdurchflussmessers ist von diesem Wert zu subtrahieren. Dies ist der „vorausschauende“ Wert des Teilstromverdünnungssystems, der gemäß Absatz 9.4.6.1 anzuwenden ist.

## 9.5. Kalibrierung des CVS-Systems

### 9.5.1. Allgemeines

Das CVS-System ist mit einem Präzisionsdurchflussmesser und einem Drosselglied zu kalibrieren. Der Durchfluss durch das System wird bei verschiedenen Druckwerten gemessen, ebenso werden die Regelkenngrößen des Systems ermittelt und zu den Durchflusswerten ins Verhältnis gesetzt.

Verschiedene Arten von Durchflussmessern können verwendet werden, z. B. ein kalibriertes Venturi-Rohr, ein kalibrierter Laminardurchflussmesser oder ein kalibrierter Flügelraddurchflussmesser.

### 9.5.2. Kalibrierung der Verdrängerpumpe (PDP)

Sämtliche Kennwerte der Pumpe werden gleichzeitig mit den Kennwerten eines Kalibrierungs-Venturirohrs gemessen, das mit der Pumpe in Reihe geschaltet ist. Danach kann die Kurve des berechneten Durchflusses (ausgedrückt in  $m^3/s$  am Pumpeneinlass bei absolutem Druck und absoluter Temperatur) als Korrelationsfunktion aufgezeichnet werden, die einer bestimmten Kombination von Pumpenkennwerten entspricht. Die lineare Gleichung, die das Verhältnis zwischen dem Pumpendurchsatz und der Korrelationsfunktion ausdrückt, wird sodann aufgestellt. Lässt sich die Pumpe des CVS-Systems mit mehreren Drehzahlen betreiben, so muss für jede verwendete Drehzahl eine Kalibrierung vorgenommen werden.

Während der Kalibrierung ist eine gleich bleibende Temperatur zu gewährleisten.

Leckverluste an allen Anschlüssen und Röhren zwischen dem Kalibrierungs-Venturirohr und der CVS-Pumpe sind unter 0,3 % des niedrigsten Durchflusspunktes (höchste Drosselung und niedrigste PDP-Geschwindigkeit) zu halten.

#### 9.5.2.1. Analyse der Messdaten

Die Luftdurchflussmenge ( $q_{v, CVS}$ ) an jeder Drosselstelle (mindestens sechs Drosselstellen) wird nach den Angaben des Herstellers aus den Messwerten des Durchflussmessers in  $m^3/s$  ermittelt. Die Luftdurchflussmenge wird dann auf den Pumpendurchsatz ( $V_0$ ) in  $m^3$  je Umdrehung bei absoluter Temperatur und absolutem Druck am Pumpeneinlass umgerechnet:

$$V_0 = \frac{q_{v, CVS}}{n} \times \frac{T}{273} \times \frac{101,3}{p_p} \quad (85)$$

Dabei ist:

$q_{v, CVS}$  der Luftdurchsatz im Normalzustand (101,3 kPa, 273 K),  $m^3/s$ ,

$T$  die Temperatur am Pumpeneinlass, K

$p_p$  der absolute Druck am Pumpeneinlass, kPa,

$n$  die Pumpendrehzahl, Umdrehungen/s

Zur Korrektur der gegenseitigen Beeinflussung der Druckschwankungen in der Pumpe und der Verluste der Pumpe wird die Korrelationsfunktion ( $X_0$ ) zwischen der Pumpendrehzahl, der Druckdifferenz zwischen Ein- und Auslass der Pumpe und dem absoluten Druck am Pumpenauslass wie folgt berechnet:

$$X_0 = \frac{1}{n} \times \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_p}} \quad (86)$$

Dabei ist:

$\Delta p_p$  die Druckdifferenz zwischen Pumpeneinlass und Pumpenauslass, kPa,

$p_p$  der absolute Druck am Pumpenauslass, kPa.

Mit der Methode der kleinsten Quadrate wird eine lineare Anpassung vorgenommen, um nachstehende Kalibriergleichung zu erhalten:

$$V_0 = D_0 - m \times X_0 \quad (87)$$

$D_0$  und  $m$  sind die Parameter für den Achsabschnitt und die Steigung der Regressionsgeraden.

Hat das CVS-System mehrere Betriebsdrehzahlen, so muss für jede Pumpendrehzahl eine Kalibrierung vorgenommen werden; die für die einzelnen Drehzahlen erzielten Kalibrierkurven müssen annähernd parallel verlaufen, und die Abschnittswerte ( $D_0$ ) müssen größer werden, wenn der Durchsatzbereich der Pumpe kleiner wird.

Die mit Hilfe der Formel errechneten Werte dürfen nicht mehr als  $\pm 0,5\%$  vom gemessenen Wert  $V_0$  abweichen. Der Wert  $m$  ist je nach Pumpe verschieden. Infolge Partikelablagerung wird der Pumpenschlupf mit der Zeit abnehmen, was sich in niedrigeren Werten für  $m$  ausdrückt. Daher muss die Kalibrierung bei Inbetriebnahme der Pumpe, nach größeren Wartungsarbeiten sowie dann erfolgen, wenn bei der Überprüfung des Gesamtsystems eine Veränderung der Verluste festgestellt wird.

### 9.5.3. Kalibrierung des Venturirohrs mit kritischer Strömung (CFV)

Die Kalibrierung des CVF beruht auf der Durchflussgleichung für ein Venturi-Rohr mit kritischer Strömung. Der Gasdurchfluss ist eine Funktion des Eintrittsdrucks und der Eintrittstemperatur.

Zur Bestimmung des Bereichs der kritischen Strömung ist eine Kurve  $K_v$  in Abhängigkeit vom Druck am Eintritt des Venturi-Rohrs aufzunehmen. Bei kritischer (gedrosselter) Strömung ist  $K_v$  relativ konstant. Bei abnehmendem Druck (d. h. bei zunehmendem Unterdruck) nimmt die Drosselung des Venturi-Rohrs ab, und  $K_v$  ebenso, was ein Anzeichen dafür ist, dass das CFV außerhalb des zulässigen Bereichs betrieben wird.

#### 9.5.3.1. Analyse der Messdaten

Die Luftdurchsatz ( $q_{v, CVS}$ ) ist bei jeder Einstellung des Drosselglieds (mindestens acht Einstellungen) nach den Angaben des Herstellers aus den Messwerten des Durchflussmessers in  $m^3/s$  zu ermitteln. Der Kalibrierkoeffizient ist anhand der Kalibrierdaten für jede Drosselstelle wie folgt zu berechnen:

$$K_v = \frac{q_{v, CVS} \times \sqrt{T}}{p_p} \quad (88)$$

Dabei ist:

$q_{v, CVS}$  der Luftdurchsatz im Normalzustand (101,3 kPa, 273 K),  $m^3/s$ ,

$T$  die Temperatur am Eintritt des Venturirohrs, K,

$p_p$  der absolute Druck am Eintritt des Venturirohrs, kPa.

Für  $K_v$  sind der Mittelwert und die Standardabweichung zu berechnen. Die Standardabweichung darf  $\pm 0,3\%$  des Mittelwerts von  $K_v$  nicht überschreiten.

## 9.5.4. Kalibrierung des subsonischen Venturirohrs (SSV)

Die Kalibrierung des SSV basiert auf der Durchflussgleichung für ein Venturirohr mit subsonischer Strömung. Wie mit der Formel 53 (Absatz 8.5.1.4) dargestellt, ist die Gasdurchflussmenge eine Funktion des Drucks und der Temperatur an der Eintrittsstelle sowie des Druckabfalls zwischen SSV-Eintritt und -Verengung.

## 9.5.4.1. Analyse der Messdaten

Der Luftdurchsatz ( $Q_{SSV}$ ) ist bei jeder Einstellung des Drosselglieds (mindestens sechzehn Einstellungen) nach den Angaben des Herstellers aus den Messwerten des Durchflussmessers in  $m^3/s$  zu ermitteln. Der Durchflusskoeffizient ist anhand der Kalibrierdaten für jede Drosselstelle wie folgt zu berechnen:

$$C_d = \frac{Q_{SSV}}{d_V^2 \times p_p \times \sqrt{\left[ \frac{1}{T} \times \left( r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143} \right) \times \left( \frac{1}{1 - r_D^4 \times r_p^{1,4286}} \right) \right]}} \quad (89)$$

Dabei ist:

$Q_{SSV}$  der Luftdurchsatz im Normalzustand (101,3 kPa, 273 K),  $m^3/s$ ,

$T$  die Temperatur am Eintritt des Venturirohrs, K,

$d_V$  der Durchmesser der Einschnürung am Venturirohr mit subsonischer Strömung (SSV), m,

$r_p$  das Verhältnis zwischen den absoluten statischen Drücken an der Einschnürung und am Eintritt des SSV,  $1 - \frac{\Delta p}{p_p}$

$r_D$  das Verhältnis zwischen den Innendurchmessern an der Einschnürung ( $d_V$ ) und am Eintritt des SSV ( $D$ ).

Zur Bestimmung des Bereichs der subsonischen Strömung ist  $C_d$  über der Reynolds-Zahl  $Re$  an der SSV-Einschnürung aufzutragen.  $Re$  an der SSV-Einschnürung wird nach folgender Formel berechnet:

$$Re = A_1 \times \frac{Q_{SSV}}{d_V \times \mu} \quad (90)$$

wobei

$$\mu = \frac{b \times T^{1,5}}{S + T} \quad (91)$$

Dabei ist:

$A_1$  25,55152 in SI-Einheiten von  $\left( \frac{1}{m^3} \right) \left( \frac{\text{min}}{s} \right) \left( \frac{\text{mm}}{m} \right)$

$Q_{SSV}$  der Luftdurchsatz im Normalzustand (101,3 kPa, 273 K),  $m^3/s$ ,

$d_V$  der Durchmesser der Einschnürung am Venturirohr mit subsonischer Strömung (SSV), m,

$\mu$  die absolute oder dynamische Viskosität des Gases, kg/ms,

$b$  gleich  $1,458 \times 10^6$  (empirische Konstante), kg/ms  $K^{0,5}$ ,

$S$  gleich 110,4 (empirische Konstante), K.

Da  $Q_{SSV}$  selbst in die  $Re$ -Formel eingeht, müssen die Berechnungen mit einer Schätzung für  $Q_{SSV}$  oder  $C_d$  des Kalibrierungs-Venturirohrs beginnen und so lange wiederholt werden, bis  $Q_{SSV}$  konvergiert. Die Konvergenzmethode muss eine Genauigkeit von mindestens 0,1 % des Messwertes an der jeweiligen Messstelle erreichen.

Für mindestens 16 Punkte des subsonischen Strömungsbereichs müssen die aus der resultierenden Deckungsformel der Kalibrierungskurve für  $C_d$  sich ergebenden Rechenwerte innerhalb von  $\pm 0,5$  % des Messwertes  $C_d$  für jeden Kalibrierungspunkt liegen.

#### 9.5.5. Überprüfung des Gesamtsystems

Die Gesamtgenauigkeit des CVS-Entnahmesystems und des Analysesystems wird ermittelt, indem eine bekannte Menge luftverunreinigenden Gases in das System eingeleitet wird, wenn dieses normal betrieben wird. Der Schadstoff wird analysiert und die Masse nach Absatz 8.5.2.3 berechnet, allerdings ist bei Propan anstelle von 0,000480 für HC ein  $\mu$ -Faktor von 0,000472 zu verwenden. Es ist eines der folgenden zwei Verfahren anzuwenden.

##### 9.5.5.1. Messung mit einer Messblende für kritische Strömung

Durch eine kalibrierte Messblende für kritische Strömung wird eine bekannte Menge reinen Gases (Kohlenmonoxid oder Propan) in das CVS-System eingeleitet. Ist der Eintrittsdruck groß genug, so ist der mit der Messblende eingestellte Durchsatz unabhängig vom Austrittsdruck der Messblende (kritische Strömung). Das CVS-System wird wie für eine normale Prüfung der Abgasemissionen 5 bis 10 Minuten betrieben. Eine Gasprobe wird mit dem normalerweise verwendeten Gerät analysiert (Beutel oder Integrationsmethode) und die Masse des Gases berechnet.

Die auf diese Weise ermittelte Masse muss  $\pm 3\%$  der bekannten Masse des eingeleiteten Gases betragen.

##### 9.5.5.2. Messung mit einem gravimetrischen Verfahren

Die Masse eines kleinen, mit Kohlenmonoxid oder Propan gefüllten Zylinders ist auf  $\pm 0,01$  g genau zu bestimmen. Dann wird das CVS-System 5 bis 10 Minuten wie für eine normale Prüfung zur Bestimmung der Abgasemissionen betrieben, wobei Kohlenmonoxid oder Propan in das System eingeleitet wird. Die abgegebene Menge reinen Gases wird durch Messung der Massendifferenz ermittelt. Eine Gasprobe wird mit dem normalerweise verwendeten Gerät analysiert (Beutel oder Integrationsmethode) und die Masse des Gases berechnet.

Die auf diese Weise ermittelte Masse muss  $\pm 3\%$  der bekannten Masse des eingeleiteten Gases betragen.

### 10. PARTIKELZAHL-MESSVERFAHREN

#### 10.1. Probenahme

Die Partikelanzahl in Emissionen wird mittels einer kontinuierlichen Probenahme entweder aus einem Teilstrom-Verdünnungssystem gemäß Absätze A.2.2.1 und A.2.2.2 Anlage 2 zu diesem Anhang oder aus einem Vollstrom-Verdünnungssystem gemäß Absätze A.2.2.3 und A.2.2.4 Anlage 2 zu diesem Anhang gemessen.

##### 10.1.1. Filtrierung mit Verdünnungsmittel

Bei der Filtrierung mit dem Verdünnungsmittel für die erste und gegebenenfalls die zweite Verdünnung des Abgases im Verdünnungssystem sind Filter zu verwenden, die den Anforderungen an Hochleistungsschwebstoff-Filter (HEPA-Filter) gemäß Absätze A.2.2.2 oder A.2.2.4 Anlage 2 zu diesem Anhang genügen. Vor der Filtrierung im HEPA-Filter kann das Verdünnungsmittel durch Aktivkohle geleitet werden, um die in ihm enthaltenen Kohlenwasserstoffkonzentrationen zu verringern und zu stabilisieren. Es wird empfohlen, einen gegebenenfalls eingesetzten zusätzlichen groben Partikelfilter vor den HEPA-Filter und hinter die Aktivkohle zu setzen.

#### 10.2. Ausgleich des Partikel-Probenahmestroms – Vollstrom-Verdünnungssysteme

Um den Massendurchsatz, der dem Verdünnungssystem für die Partikel-Probenahme entnommen wurde, auszugleichen, ist dieser entnommene Massendurchsatz (gefiltert) wieder in das Verdünnungssystem zurückzuführen. Wahlweise kann der Gesamtmassendurchsatz im Verdünnungssystem in Bezug auf die entnommene Partikel-Probenahme auch rechnerisch berichtigt werden. Beträgt der Gesamtmassendurchsatz, der dem Verdünnungssystem für die Summe der Partikel-Anzahl-Probenahme und der Partikelmasse-Probenahme entnommen wurde, weniger als 0,5 % des gesamten durch den Verdünnungstunnel geleiteten verdünnten Abgases ( $m_{ed}$ ), so kann diese Berichtigung bzw. diese Rückleitung vernachlässigt werden.

#### 10.3. Ausgleich des Partikel-Probenahmestroms – Teilstrom-Verdünnungssysteme

##### 10.3.1. Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen ist der Massendurchsatz, der dem Verdünnungssystem für die Partikel-Probenahme entnommen wurde, im Rahmen der Überprüfung der Proportionalität der Probenahme zu berücksichtigen. Dazu wird entweder der Strom der Partikelprobe vor der Durchflussmesseinrichtung in das Verdünnungssystem zurückgeleitet oder eine rechnerische Berichtigung gemäß Absatz 10.3.2 vorgenommen. Bei Gesamtpartikelprobenahmen aus Teilstrom-Verdünnungssystemen ist für den Massendurchsatz, der für die Partikel-Probenahme entnommen wurde, in der Berechnung der Partikelmasse ebenfalls eine Berichtigung gemäß Absatz 10.3.3 vorzunehmen.

10.3.2. Der momentane Wert des Abgasdurchsatzes durch den Verdünnungstunnel ( $q_{mp}$ ), der zur Überprüfung der Proportionalität der Probenahme verwendet wird, ist nach einer der folgenden Gleichungen zu berichtigen:

- a) Wird der entnommene Partikel-Probenahmestrom verworfen, so ist die Gleichung 83 in Absatz 9.4.6.2 durch folgende zu ersetzen:

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} + q_{ex} \quad (92)$$

Dabei ist:

$q_{mp}$  = Abgasprobenahmestrom am Eintritt des Teilstrom-Verdünnungssystems, kg/s,

$q_{mdew}$  = verdünnter Massendurchsatz des Abgases, kg/s,

$q_{mdw}$  = Massendurchsatz der Verdünnungsluft, kg/s,

$q_{ex}$  = Massendurchsatz der Partikel-Probenahme, kg/s.

Das  $q_{ex}$ -Signal, das an die Teilstromsystemkontrolle gesendet wird, darf zu keinem Zeitpunkt mehr als 0,1 % vom  $q_{mdew}$ -Wert abweichen und muss mit einer Frequenz von mindestens 1 Hz gesendet werden.

- b) Wird der entnommene Partikel-Probenahmestrom vollständig oder teilweise verworfen, aber ein gleichwertiger Strom vor der Durchflussmeseinrichtung in das Verdünnungssystem zurückgeleitet, so ist die Gleichung 83 in Absatz 9.4.6.2 durch folgende zu ersetzen:

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} + q_{ex} - q_{sw} \quad (93)$$

Dabei ist:

$q_{mp}$  = Abgasprobenahmestrom am Eintritt des Teilstrom-Verdünnungssystems, kg/s,

$q_{mdew}$  = verdünnter Massendurchsatz des Abgases, kg/s,

$q_{mdw}$  = Massendurchsatz der Verdünnungsluft, kg/s,

$q_{ex}$  = Massendurchsatz der Partikel-Probenahme, kg/s,

$q_{sw}$  = durch den Verdünnungstunnel zurückgeleiteter Massendurchsatz zum Ausgleich der Partikel-Probenahme, kg/s.

Der Unterschied zwischen  $q_{ex}$  und  $q_{sw}$ , das an die Teilstromsystemkontrolle gesendet wird, darf zu keinem Zeitpunkt mehr als 0,1 % vom  $q_{mdew}$ -Wert abweichen. Das Signal (bzw. die Signale) muss (müssen) mit einer Frequenz von mindestens 1 Hz gesendet werden.

10.3.3. Berichtigung der Messung der Partikelmasse

Wird ein Partikelprobestrom bei einer Gesamtpartikelprobenahme aus einem Teilstrom-Verdünnungssystem entnommen, ist die gemäß Absatz 8.4.3.2.1 oder 8.4.3.2.2 berechnete Partikelmasse ( $m_{PM}$ ) wie folgt zu berichtigen, um den entnommenen Strom zu berücksichtigen. Diese Berichtigung ist auch erforderlich, wenn der gefilterte entnommene Strom in die Teilstrom-Verdünnungssysteme zurückgeleitet wird.

$$m_{PM,corr} = m_{PM} \times \frac{m_{sed}}{(m_{sed} - m_{ex})} \quad (94)$$

Dabei gilt:

$m_{PM,corr}$  = in Bezug auf den entnommenen Partikelprobestrom berichtigte Partikelmasse, g/Prüfung,

$m_{PM}$  = gemäß Absatz 8.4.3.2.1 oder 8.4.3.2.2 ermittelte Partikelmasse, g/Prüfung,

$m_{sed}$  = Gesamtmasse des verdünnten Abgases, das den Verdünnungstunnel durchströmt, kg,

$m_{ex}$  = Gesamtmasse des verdünnten Abgases, das dem Verdünnungstunnel für die Partikel-Probenahme entnommen wird, kg.

## 10.3.4. Proportionalität der Partikel-Probenahme aus einem Teilstrom-Verdünnungssystem

Für die Partikelzahlmessung ist der Massendurchsatz des Abgases, der nach einem der Verfahren Absatz 8.4.1.3 oder 8.4.1.7 ermittelt wird, zur Kontrolle des Teilstrom-Verdünnungssystems zu verwenden, indem eine dem Massendurchsatz des Abgases proportionale Probe entnommen wird. Die Proportionalität ist nach Absatz 9.4.6.1 durch eine Regressionsanalyse zwischen Probenstrom und Abgasstrom zu überprüfen.

## 10.4. Bestimmung der Partikelanzahl

## 10.4.1. Zeitabgleich

Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen ist die Verweilzeit im System zur Partikel-Probenahme und -Messung durch einen Zeitabgleich des Signals der Partikelanzahl mit dem Prüfzyklus und dem Wert des Massendurchsatzes des Abgases gemäß dem in Absatz 8.4.2.2 beschriebenen Verfahren nachzuweisen. Die Wandlungszeit des Systems zur Partikel-Probenahme und -Messung ist gemäß Absatz A.8.1.3.7 Anlage 8 zu diesem Anhang zu bestimmen.

## 10.4.2. Bestimmung der Partikelanzahl bei Teilstrom-Verdünnungssystemen

Wird für die Partikel-Probenahme ein Teilstrom-Verdünnungssystem verwendet, so ist die Anzahl der im Prüfzyklus abgegebenen Partikel gemäß Absatz 8.4 mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$N = \frac{m_{\text{edf}}}{1,293} \cdot k \cdot \bar{c}_s \cdot \bar{f}_r \cdot 10^6 \quad (95)$$

Dabei ist:

$N$  = Anzahl der im Prüfzyklus abgegebenen Partikel,

$m_{\text{edf}}$  = Masse des äquivalenten verdünnten Abgases im Prüfzyklus, gemäß Absatz 8.4.3.2.2, kg/Prüfung,

$k$  = Kalibrierfaktor zur Berichtigung der Messungen des Partikelzählers in Bezug auf die Normalmess-einrichtung, falls dies nicht automatisch im Partikelzähler erfolgt. Wird der Kalibrierfaktor automatisch im Partikelzähler angewendet, so ist in der oben aufgeführten Gleichung für „ $k$ “ der Wert „1“ zu verwenden.

$\bar{c}_s$  = durchschnittliche, in Bezug auf die Standardbedingungen (273,2 K und 101,33 kPa) berichtigte Konzentration der Partikel aus dem verdünnten Abgas, Partikel/cm<sup>3</sup>,

$\bar{f}_r$  = Minderungsfaktor des Mittelwerts der Partikelkonzentration für den Entferner flüchtiger Partikel und die in der Prüfung verwendeten Verdünnungswerte.

$\bar{c}_s$  = wird nach folgender Formel berechnet:

$$\bar{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (96)$$

Dabei ist:

$c_{s,i}$  = diskrete und in Bezug auf die Koinzidenz und die Standardbedingungen (273,2 K und 101,33 kPa) berichtigte, durch den Partikelzähler erfolgende Messung der Partikelkonzentration im verdünnten Abgas, Partikel/cm<sup>3</sup>,

$n$  = Anzahl der über die gesamte Prüfdauer erfolgten Messungen der Partikelkonzentration.

## 10.4.3. Bestimmung der Partikelanzahl bei Vollstrom-Verdünnungssystemen

Wird für die Partikel-Probenahme ein Vollstrom-Verdünnungssystem verwendet, so ist die Anzahl der im Prüfzyklus abgegebenen Partikel gemäß Absatz 8.5 mit folgender Formel zu berechnen:

$$N = \frac{m_{\text{edf}}}{1,293} \cdot k \cdot \bar{c}_s \cdot \bar{f}_r \cdot 10^6 \quad (97)$$

Dabei ist:

$N$  = Anzahl der im Prüfzyklus abgegebenen Partikel,

$m_{ed}$  = Gesamtdurchfluss des verdünnten Abgases im Zyklus, berechnet nach einer der in den Absätzen 8.5.1.2 bis 8.5.1.4 beschriebenen Verfahren, kg/Prüfung,

$k$  = Kalibrierfaktor zur Berichtigung der Messungen des Partikelzählers in Bezug auf die Normalmesseinrichtung, falls dies nicht automatisch im Partikelzähler erfolgt. Wird der Kalibrierfaktor automatisch im Partikelzähler angewendet, so ist in der oben aufgeführten Gleichung für „ $k$ “ der Wert „1“ zu verwenden.

$\bar{c}_s$  = durchschnittliche, in Bezug auf die Standardbedingungen (273,2 K und 101,33 kPa) berichtigte Konzentration der Partikel aus dem verdünnten Abgas, Partikel/cm<sup>3</sup>,

$\bar{f}_r$  = Minderungsfaktor des Mittelwerts der Partikelkonzentration für den Entferner flüchtiger Partikel und die in der Prüfung verwendeten Verdünnungswerte.

$\bar{c}_s$  = wird nach folgender Formel berechnet:

$$\bar{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (98)$$

Dabei ist:

$c_{s,i}$  = diskrete und in Bezug auf die Koinzidenz und die Standardbedingungen (273,2 K und 101,33 kPa) berichtigte, durch den Partikelzähler erfolgende Messung der Partikelkonzentration im verdünnten Abgas, Partikel/cm<sup>3</sup>,

$n$  = Anzahl der über die gesamte Prüfdauer erfolgten Messungen der Partikelkonzentration.

#### 10.4.4. Prüfergebnis

##### 10.4.4.1. Berechnung der spezifischen Emissionen

Für jeden einzelnen WHSC-Zyklus, den WHTC-Zyklus mit Warmstart und den WHTC-Zyklus mit Kaltstart sind die spezifischen Emissionen wie folgt zu berechnen (Partikelanzahl/kWh):

$$e = \frac{N}{W_{act}} \quad (99)$$

Dabei ist:

$e$  = Anzahl der pro kWh abgegebenen Partikel,

$W_{act}$  = tatsächliche Zyklusarbeit nach Absatz 7.8.6, in kWh.

##### 10.4.4.2. Abgasnachbehandlungssystem mit periodischer Regenerierung

Für Motoren, die mit einem Abgasnachbehandlungssystem mit periodischer Regenerierung ausgerüstet sind, gelten die allgemeinen Bestimmungen von Absatz 6.6.2. Die in der WHTC-Prüfung mit Warmstart ermittelten Emissionen sind gemäß Gleichung 5 zu gewichten, wobei  $\bar{e}$  die durchschnittliche Partikelanzahl/kWh ohne Regenerierung und  $\bar{e}_r$  die durchschnittliche Partikelanzahl/kWh mit Regenerierung ist. Die Berechnung der Regenerierungsanpassungsfaktoren erfolgt je nach Einzelfall gemäß den Gleichungen 6, 6a, 7 oder 8.

##### 10.4.4.3. Gewichtetes mittleres WHTC-Prüfergebnis

Für WHTC ist das endgültige Prüfergebnis ein gewichteter Mittelwert aus Kaltstartprüfung und Warmstartprüfung (und gegebenenfalls periodischer Regenerierung) gemäß einer der folgenden Formeln:

a) bei multiplikativer Anpassung der Regenerierung oder bei Motoren mit einem Abgasnachbehandlungssystem ohne periodische Regenerierung

$$e = k_r \left( \frac{(0,14 \times N_{cold}) + (0,86 \times N_{hot})}{(0,14 \times W_{act,cold}) + (0,86 \times W_{act,hot})} \right) \quad (100)$$

(b) bei additiver Anpassung der Regenerierung

$$e = k_r + \left( \frac{(0,14 \times N_{cold}) + (0,86 \times N_{hot})}{(0,14 \times W_{act,cold}) + (0,86 \times W_{act,hot})} \right) \quad (101)$$

Dabei ist:

$N_{cold}$  = Gesamtzahl der im WHTC- Kaltstartprüfzyklus abgegebenen Partikel,

$N_{hot}$  = Gesamtzahl der im WHTC- Warmstartprüfzyklus abgegebenen Partikel,

$W_{act,cold}$  = tatsächliche Zyklusarbeit im WHTC- Kaltstartprüfzyklus nach Absatz 7.8.6, in kWh,

$W_{act,hot}$  = tatsächliche Zyklusarbeit im WHTC- Warmstartprüfzyklus nach Absatz 7.8.6, in kWh,

$k_r$  = Anpassung der Regenerierung gemäß Absatz 6.6.2 oder bei Motoren mit einem Abgasnachbehandlungssystem ohne periodische Regenerierung  $k_r = 1$ .

#### 10.4.4.4. Runden von Endergebnissen

Die endgültigen WHSC- und die gewichteten mittleren WHTC-Prüfergebnisse sind in einem Schritt auf drei signifikante Stellen gemäß ASTM E 29-06B zu runden. Zwischenwerte, aus denen die endgültigen bremspezifischen Emissionen errechnet werden, dürfen nicht gerundet werden.

#### 10.5. Bestimmung des Hintergrunds der Partikelanzahl

10.5.1. Auf Antrag des Motorenherstellers kann vor oder nach der Prüfung eine Probenahme der Hintergrundkonzentration der Partikelanzahl im Verdünnungstunnel an einer Stelle erfolgen, die sich hinter den Partikel- und Kohlenwasserstofffiltern in Richtung der Partikelzahl-Messeinrichtung befindet, um die Hintergrundkonzentration der Partikelanzahl im Verdünnungstunnel zu bestimmen.

10.5.2. Die Subtraktion der Hintergrundkonzentrationen der Partikelanzahl im Verdünnungstunnel ist für die Typgenehmigung nicht erlaubt; sie kann aber auf Antrag des Herstellers und nach der vorhergehenden Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde für die Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion verwendet werden, wenn nachgewiesen wird, dass der Beitrag des Tunnelhintergrunds signifikant ist. Dieser kann dann von den im verdünnten Abgas gemessenen Werten abgezogen werden.

## Anlage 1

## WHTC-Ablaufplan für den Motorleistungsprüfstand

Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment
s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent
1	0,0	0,0	39	21,0	0,0	77	57,0	14,1
2	0,0	0,0	40	19,1	0,0	78	58,1	7,0
3	0,0	0,0	41	13,7	0,0	79	43,3	0,0
4	0,0	0,0	42	2,2	0,0	80	28,5	25,0
5	0,0	0,0	43	0,0	0,0	81	30,4	47,8
6	0,0	0,0	44	0,0	0,0	82	32,1	39,2
7	1,5	8,9	45	0,0	0,0	83	32,7	39,3
8	15,8	30,9	46	0,0	0,0	84	32,4	17,3
9	27,4	1,3	47	0,0	0,0	85	31,6	11,4
10	32,6	0,7	48	0,0	0,0	86	31,1	10,2
11	34,8	1,2	49	0,0	0,0	87	31,1	19,5
12	36,2	7,4	50	0,0	13,1	88	31,4	22,5
13	37,1	6,2	51	13,1	30,1	89	31,6	22,9
14	37,9	10,2	52	26,3	25,5	90	31,6	24,3
15	39,6	12,3	53	35,0	32,2	91	31,9	26,9
16	42,3	12,5	54	41,7	14,3	92	32,4	30,6
17	45,3	12,6	55	42,2	0,0	93	32,8	32,7
18	48,6	6,0	56	42,8	11,6	94	33,7	32,5
19	40,8	0,0	57	51,0	20,9	95	34,4	29,5
20	33,0	16,3	58	60,0	9,6	96	34,3	26,5
21	42,5	27,4	59	49,4	0,0	97	34,4	24,7
22	49,3	26,7	60	38,9	16,6	98	35,0	24,9
23	54,0	18,0	61	43,4	30,8	99	35,6	25,2
24	57,1	12,9	62	49,4	14,2	100	36,1	24,8
25	58,9	8,6	63	40,5	0,0	101	36,3	24,0
26	59,3	6,0	64	31,5	43,5	102	36,2	23,6
27	59,0	4,9	65	36,6	78,2	103	36,2	23,5
28	57,9	m	66	40,8	67,6	104	36,8	22,7
29	55,7	m	67	44,7	59,1	105	37,2	20,9
30	52,1	m	68	48,3	52,0	106	37,0	19,2
31	46,4	m	69	51,9	63,8	107	36,3	18,4
32	38,6	m	70	54,7	27,9	108	35,4	17,6
33	29,0	m	71	55,3	18,3	109	35,2	14,9
34	20,8	m	72	55,1	16,3	110	35,4	9,9
35	16,9	m	73	54,8	11,1	111	35,5	4,3
36	16,9	42,5	74	54,7	11,5	112	35,2	6,6
37	18,8	38,4	75	54,8	17,5	113	34,9	10,0
38	20,7	32,9	76	55,6	18,0	114	34,7	25,1

Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment
s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent
115	34,4	29,3	156	9,7	20,7	197	0,0	0,0
116	34,5	20,7	157	13,6	21,1	198	0,0	0,0
117	35,2	16,6	158	15,6	21,5	199	0,0	0,0
118	35,8	16,2	159	16,5	21,9	200	0,0	0,0
119	35,6	20,3	160	18,0	22,3	201	0,0	0,0
120	35,3	22,5	161	21,1	46,9	202	0,0	0,0
121	35,3	23,4	162	25,2	33,6	203	0,0	0,0
122	34,7	11,9	163	28,1	16,6	204	0,0	0,0
123	45,5	0,0	164	28,8	7,0	205	0,0	0,0
124	56,3	m	165	27,5	5,0	206	0,0	0,0
125	46,2	m	166	23,1	3,0	207	0,0	0,0
126	50,1	0,0	167	16,9	1,9	208	0,0	0,0
127	54,0	m	168	12,2	2,6	209	0,0	0,0
128	40,5	m	169	9,9	3,2	210	0,0	0,0
129	27,0	m	170	9,1	4,0	211	0,0	0,0
130	13,5	m	171	8,8	3,8	212	0,0	0,0
131	0,0	0,0	172	8,5	12,2	213	0,0	0,0
132	0,0	0,0	173	8,2	29,4	214	0,0	0,0
133	0,0	0,0	174	9,6	20,1	215	0,0	0,0
134	0,0	0,0	175	14,7	16,3	216	0,0	0,0
135	0,0	0,0	176	24,5	8,7	217	0,0	0,0
136	0,0	0,0	177	39,4	3,3	218	0,0	0,0
137	0,0	0,0	178	39,0	2,9	219	0,0	0,0
138	0,0	0,0	179	38,5	5,9	220	0,0	0,0
139	0,0	0,0	180	42,4	8,0	221	0,0	0,0
140	0,0	0,0	181	38,2	6,0	222	0,0	0,0
141	0,0	0,0	182	41,4	3,8	223	0,0	0,0
142	0,0	4,9	183	44,6	5,4	224	0,0	0,0
143	0,0	7,3	184	38,8	8,2	225	0,0	0,0
144	4,4	28,7	185	37,5	8,9	226	0,0	0,0
145	11,1	26,4	186	35,4	7,3	227	0,0	0,0
146	15,0	9,4	187	28,4	7,0	228	0,0	0,0
147	15,9	0,0	188	14,8	7,0	229	0,0	0,0
148	15,3	0,0	189	0,0	5,9	230	0,0	0,0
149	14,2	0,0	190	0,0	0,0	231	0,0	0,0
150	13,2	0,0	191	0,0	0,0	232	0,0	0,0
151	11,6	0,0	192	0,0	0,0	233	0,0	0,0
152	8,4	0,0	193	0,0	0,0	234	0,0	0,0
153	5,4	0,0	194	0,0	0,0	235	0,0	0,0
154	4,3	5,6	195	0,0	0,0	236	0,0	0,0
155	5,8	24,4	196	0,0	0,0	237	0,0	0,0

Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment
s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent
238	0,0	0,0	279	0,0	0,0	320	0,0	0,0
239	0,0	0,0	280	0,0	0,0	321	0,0	0,0
240	0,0	0,0	281	0,0	0,0	322	0,0	0,0
241	0,0	0,0	282	0,0	0,0	323	0,0	0,0
242	0,0	0,0	283	0,0	0,0	324	4,5	41,0
243	0,0	0,0	284	0,0	0,0	325	17,2	38,9
244	0,0	0,0	285	0,0	0,0	326	30,1	36,8
245	0,0	0,0	286	0,0	0,0	327	41,0	34,7
246	0,0	0,0	287	0,0	0,0	328	50,0	32,6
247	0,0	0,0	288	0,0	0,0	329	51,4	0,1
248	0,0	0,0	289	0,0	0,0	330	47,8	m
249	0,0	0,0	290	0,0	0,0	331	40,2	m
250	0,0	0,0	291	0,0	0,0	332	32,0	m
251	0,0	0,0	292	0,0	0,0	333	24,4	m
252	0,0	0,0	293	0,0	0,0	334	16,8	m
253	0,0	31,6	294	0,0	0,0	335	8,1	m
254	9,4	13,6	295	0,0	0,0	336	0,0	m
255	22,2	16,9	296	0,0	0,0	337	0,0	0,0
256	33,0	53,5	297	0,0	0,0	338	0,0	0,0
257	43,7	22,1	298	0,0	0,0	339	0,0	0,0
258	39,8	0,0	299	0,0	0,0	340	0,0	0,0
259	36,0	45,7	300	0,0	0,0	341	0,0	0,0
260	47,6	75,9	301	0,0	0,0	342	0,0	0,0
261	61,2	70,4	302	0,0	0,0	343	0,0	0,0
262	72,3	70,4	303	0,0	0,0	344	0,0	0,0
263	76,0	m	304	0,0	0,0	345	0,0	0,0
264	74,3	m	305	0,0	0,0	346	0,0	0,0
265	68,5	m	306	0,0	0,0	347	0,0	0,0
266	61,0	m	307	0,0	0,0	348	0,0	0,0
267	56,0	m	308	0,0	0,0	349	0,0	0,0
268	54,0	m	309	0,0	0,0	350	0,0	0,0
269	53,0	m	310	0,0	0,0	351	0,0	0,0
270	50,8	m	311	0,0	0,0	352	0,0	0,0
271	46,8	m	312	0,0	0,0	353	0,0	0,0
272	41,7	m	313	0,0	0,0	354	0,0	0,5
273	35,9	m	314	0,0	0,0	355	0,0	4,9
274	29,2	m	315	0,0	0,0	356	9,2	61,3
275	20,7	m	316	0,0	0,0	357	22,4	40,4
276	10,1	m	317	0,0	0,0	358	36,5	50,1
277	0,0	m	318	0,0	0,0	359	47,7	21,0
278	0,0	0,0	319	0,0	0,0	360	38,8	0,0

Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment
s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent
361	30,0	37,0	402	64,6	44,6	443	59,7	29,2
362	37,0	63,6	403	51,6	0,0	444	45,1	0,0
363	45,5	90,8	404	38,7	37,4	445	30,6	4,2
364	54,5	40,9	405	42,4	70,3	446	30,9	8,4
365	45,9	0,0	406	46,5	89,1	447	30,5	4,3
366	37,2	47,5	407	50,6	93,9	448	44,6	0,0
367	44,5	84,4	408	53,8	33,0	449	58,8	m
368	51,7	32,4	409	55,5	20,3	450	55,1	m
369	58,1	15,2	410	55,8	5,2	451	50,6	m
370	45,9	0,0	411	55,4	m	452	45,3	m
371	33,6	35,8	412	54,4	m	453	39,3	m
372	36,9	67,0	413	53,1	m	454	49,1	0,0
373	40,2	84,7	414	51,8	m	455	58,8	m
374	43,4	84,3	415	50,3	m	456	50,7	m
375	45,7	84,3	416	48,4	m	457	42,4	m
376	46,5	m	417	45,9	m	458	44,1	0,0
377	46,1	m	418	43,1	m	459	45,7	m
378	43,9	m	419	40,1	m	460	32,5	m
379	39,3	m	420	37,4	m	461	20,7	m
380	47,0	m	421	35,1	m	462	10,0	m
381	54,6	m	422	32,8	m	463	0,0	0,0
382	62,0	m	423	45,3	0,0	464	0,0	1,5
383	52,0	m	424	57,8	m	465	0,9	41,1
384	43,0	m	425	50,6	m	466	7,0	46,3
385	33,9	m	426	41,6	m	467	12,8	48,5
386	28,4	m	427	47,9	0,0	468	17,0	50,7
387	25,5	m	428	54,2	m	469	20,9	52,9
388	24,6	11,0	429	48,1	m	470	26,7	55,0
389	25,2	14,7	430	47,0	31,3	471	35,5	57,2
390	28,6	28,4	431	49,0	38,3	472	46,9	23,8
391	35,5	65,0	432	52,0	40,1	473	44,5	0,0
392	43,8	75,3	433	53,3	14,5	474	42,1	45,7
393	51,2	34,2	434	52,6	0,8	475	55,6	77,4
394	40,7	0,0	435	49,8	m	476	68,8	100,0
395	30,3	45,4	436	51,0	18,6	477	81,7	47,9
396	34,2	83,1	437	56,9	38,9	478	71,2	0,0
397	37,6	85,3	438	67,2	45,0	479	60,7	38,3
398	40,8	87,5	439	78,6	21,5	480	68,8	72,7
399	44,8	89,7	440	65,5	0,0	481	75,0	m
400	50,6	91,9	441	52,4	31,3	482	61,3	m
401	57,6	94,1	442	56,4	60,1	483	53,5	m

Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment
s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent
484	45,9	58,0	525	44,2	15,8	566	51,4	m
485	48,1	80,0	526	44,9	2,9	567	48,7	m
486	49,4	97,9	527	45,1	m	568	45,6	m
487	49,7	m	528	44,8	m	569	42,4	m
488	48,7	m	529	43,9	m	570	40,4	m
489	45,5	m	530	42,4	m	571	39,8	5,8
490	40,4	m	531	40,2	m	572	40,7	39,7
491	49,7	0,0	532	37,1	m	573	43,8	37,1
492	59,0	m	533	47,0	0,0	574	48,1	39,1
493	48,9	m	534	57,0	m	575	52,0	22,0
494	40,0	m	535	45,1	m	576	54,7	13,2
495	33,5	m	536	32,6	m	577	56,4	13,2
496	30,0	m	537	46,8	0,0	578	57,5	6,6
497	29,1	12,0	538	61,5	m	579	42,6	0,0
498	29,3	40,4	539	56,7	m	580	27,7	10,9
499	30,4	29,3	540	46,9	m	581	28,5	21,3
500	32,2	15,4	541	37,5	m	582	29,2	23,9
501	33,9	15,8	542	30,3	m	583	29,5	15,2
502	35,3	14,9	543	27,3	32,3	584	29,7	8,8
503	36,4	15,1	544	30,8	60,3	585	30,4	20,8
504	38,0	15,3	545	41,2	62,3	586	31,9	22,9
505	40,3	50,9	546	36,0	0,0	587	34,3	61,4
506	43,0	39,7	547	30,8	32,3	588	37,2	76,6
507	45,5	20,6	548	33,9	60,3	589	40,1	27,5
508	47,3	20,6	549	34,6	38,4	590	42,3	25,4
509	48,8	22,1	550	37,0	16,6	591	43,5	32,0
510	50,1	22,1	551	42,7	62,3	592	43,8	6,0
511	51,4	42,4	552	50,4	28,1	593	43,5	m
512	52,5	31,9	553	40,1	0,0	594	42,8	m
513	53,7	21,6	554	29,9	8,0	595	41,7	m
514	55,1	11,6	555	32,5	15,0	596	40,4	m
515	56,8	5,7	556	34,6	63,1	597	39,3	m
516	42,4	0,0	557	36,7	58,0	598	38,9	12,9
517	27,9	8,2	558	39,4	52,9	599	39,0	18,4
518	29,0	15,9	559	42,8	47,8	600	39,7	39,2
519	30,4	25,1	560	46,8	42,7	601	41,4	60,0
520	32,6	60,5	561	50,7	27,5	602	43,7	54,5
521	35,4	72,7	562	53,4	20,7	603	46,2	64,2
522	38,4	88,2	563	54,2	13,1	604	48,8	73,3
523	41,0	65,1	564	54,2	0,4	605	51,0	82,3
524	42,9	25,6	565	53,4	0,0	606	52,1	0,0

Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment
s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent
607	52,0	m	648	0,0	0,0	689	46,6	0,0
608	50,9	m	649	0,0	0,0	690	32,3	34,6
609	49,4	m	650	0,0	0,0	691	32,7	68,6
610	47,8	m	651	0,0	0,0	692	32,6	67,0
611	46,6	m	652	0,0	0,0	693	31,3	m
612	47,3	35,3	653	0,0	0,0	694	28,1	m
613	49,2	74,1	654	0,0	0,0	695	43,0	0,0
614	51,1	95,2	655	0,0	0,0	696	58,0	m
615	51,7	m	656	0,0	3,4	697	58,9	m
616	50,8	m	657	1,4	22,0	698	49,4	m
617	47,3	m	658	10,1	45,3	699	41,5	m
618	41,8	m	659	21,5	10,0	700	48,4	0,0
619	36,4	m	660	32,2	0,0	701	55,3	m
620	30,9	m	661	42,3	46,0	702	41,8	m
621	25,5	37,1	662	57,1	74,1	703	31,6	m
622	33,8	38,4	663	72,1	34,2	704	24,6	m
623	42,1	m	664	66,9	0,0	705	15,2	m
624	34,1	m	665	60,4	41,8	706	7,0	m
625	33,0	37,1	666	69,1	79,0	707	0,0	0,0
626	36,4	38,4	667	77,1	38,3	708	0,0	0,0
627	43,3	17,1	668	63,1	0,0	709	0,0	0,0
628	35,7	0,0	669	49,1	47,9	710	0,0	0,0
629	28,1	11,6	670	53,4	91,3	711	0,0	0,0
630	36,5	19,2	671	57,5	85,7	712	0,0	0,0
631	45,2	8,3	672	61,5	89,2	713	0,0	0,0
632	36,5	0,0	673	65,5	85,9	714	0,0	0,0
633	27,9	32,6	674	69,5	89,5	715	0,0	0,0
634	31,5	59,6	675	73,1	75,5	716	0,0	0,0
635	34,4	65,2	676	76,2	73,6	717	0,0	0,0
636	37,0	59,6	677	79,1	75,6	718	0,0	0,0
637	39,0	49,0	678	81,8	78,2	719	0,0	0,0
638	40,2	m	679	84,1	39,0	720	0,0	0,0
639	39,8	m	680	69,6	0,0	721	0,0	0,0
640	36,0	m	681	55,0	25,2	722	0,0	0,0
641	29,7	m	682	55,8	49,9	723	0,0	0,0
642	21,5	m	683	56,7	46,4	724	0,0	0,0
643	14,1	m	684	57,6	76,3	725	0,0	0,0
644	0,0	0,0	685	58,4	92,7	726	0,0	0,0
645	0,0	0,0	686	59,3	99,9	727	0,0	0,0
646	0,0	0,0	687	60,1	95,0	728	0,0	0,0
647	0,0	0,0	688	61,0	46,7	729	0,0	0,0

Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment
s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent
730	0,0	0,0	771	0,0	22,0	812	43,4	78,3
731	0,0	0,0	772	4,5	25,8	813	47,2	73,4
732	0,0	0,0	773	15,5	42,8	814	49,6	66,9
733	0,0	0,0	774	30,5	46,8	815	50,2	62,0
734	0,0	0,0	775	45,5	29,3	816	50,2	57,7
735	0,0	0,0	776	49,2	13,6	817	50,6	62,1
736	0,0	0,0	777	39,5	0,0	818	52,3	62,9
737	0,0	0,0	778	29,7	15,1	819	54,8	37,5
738	0,0	0,0	779	34,8	26,9	820	57,0	18,3
739	0,0	0,0	780	40,0	13,6	821	42,3	0,0
740	0,0	0,0	781	42,2	m	822	27,6	29,1
741	0,0	0,0	782	42,1	m	823	28,4	57,0
742	0,0	0,0	783	40,8	m	824	29,1	51,8
743	0,0	0,0	784	37,7	37,6	825	29,6	35,3
744	0,0	0,0	785	47,0	35,0	826	29,7	33,3
745	0,0	0,0	786	48,8	33,4	827	29,8	17,7
746	0,0	0,0	787	41,7	m	828	29,5	m
747	0,0	0,0	788	27,7	m	829	28,9	m
748	0,0	0,0	789	17,2	m	830	43,0	0,0
749	0,0	0,0	790	14,0	37,6	831	57,1	m
750	0,0	0,0	791	18,4	25,0	832	57,7	m
751	0,0	0,0	792	27,6	17,7	833	56,0	m
752	0,0	0,0	793	39,8	6,8	834	53,8	m
753	0,0	0,0	794	34,3	0,0	835	51,2	m
754	0,0	0,0	795	28,7	26,5	836	48,1	m
755	0,0	0,0	796	41,5	40,9	837	44,5	m
756	0,0	0,0	797	53,7	17,5	838	40,9	m
757	0,0	0,0	798	42,4	0,0	839	38,1	m
758	0,0	0,0	799	31,2	27,3	840	37,2	42,7
759	0,0	0,0	800	32,3	53,2	841	37,5	70,8
760	0,0	0,0	801	34,5	60,6	842	39,1	48,6
761	0,0	0,0	802	37,6	68,0	843	41,3	0,1
762	0,0	0,0	803	41,2	75,4	844	42,3	m
763	0,0	0,0	804	45,8	82,8	845	42,0	m
764	0,0	0,0	805	52,3	38,2	846	40,8	m
765	0,0	0,0	806	42,5	0,0	847	38,6	m
766	0,0	0,0	807	32,6	30,5	848	35,5	m
767	0,0	0,0	808	35,0	57,9	849	32,1	m
768	0,0	0,0	809	36,0	77,3	850	29,6	m
769	0,0	0,0	810	37,1	96,8	851	28,8	39,9
770	0,0	0,0	811	39,6	80,8	852	29,2	52,9

Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment
s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent
853	30,9	76,1	894	0,0	0,0	935	56,3	56,0
854	34,3	76,5	895	0,0	0,0	936	59,9	27,2
855	38,3	75,5	896	0,0	0,0	937	45,8	0,0
856	42,5	74,8	897	0,0	0,0	938	31,8	28,8
857	46,6	74,2	898	0,0	0,0	939	32,7	56,5
858	50,7	76,2	899	0,0	0,0	940	33,4	62,8
859	54,8	75,1	900	0,0	0,0	941	34,6	68,2
860	58,7	36,3	901	0,0	5,8	942	35,8	68,6
861	45,2	0,0	902	2,5	27,9	943	38,6	65,0
862	31,8	37,2	903	12,4	29,0	944	42,3	61,9
863	33,8	71,2	904	19,4	30,1	945	44,1	65,3
864	35,5	46,4	905	29,3	31,2	946	45,3	63,2
865	36,6	33,6	906	37,1	10,4	947	46,5	30,6
866	37,2	20,0	907	40,6	4,9	948	46,7	11,1
867	37,2	m	908	35,8	0,0	949	45,9	16,1
868	37,0	m	909	30,9	7,6	950	45,6	21,8
869	36,6	m	910	35,4	13,8	951	45,9	24,2
870	36,0	m	911	36,5	11,1	952	46,5	24,7
871	35,4	m	912	40,8	48,5	953	46,7	24,7
872	34,7	m	913	49,8	3,7	954	46,8	28,2
873	34,1	m	914	41,2	0,0	955	47,2	31,2
874	33,6	m	915	32,7	29,7	956	47,6	29,6
875	33,3	m	916	39,4	52,1	957	48,2	31,2
876	33,1	m	917	48,8	22,7	958	48,6	33,5
877	32,7	m	918	41,6	0,0	959	48,8	m
878	31,4	m	919	34,5	46,6	960	47,6	m
879	45,0	0,0	920	39,7	84,4	961	46,3	m
880	58,5	m	921	44,7	83,2	962	45,2	m
881	53,7	m	922	49,5	78,9	963	43,5	m
882	47,5	m	923	52,3	83,8	964	41,4	m
883	40,6	m	924	53,4	77,7	965	40,3	m
884	34,1	m	925	52,1	69,6	966	39,4	m
885	45,3	0,0	926	47,9	63,6	967	38,0	m
886	56,4	m	927	46,4	55,2	968	36,3	m
887	51,0	m	928	46,5	53,6	969	35,3	5,8
888	44,5	m	929	46,4	62,3	970	35,4	30,2
889	36,4	m	930	46,1	58,2	971	36,6	55,6
890	26,6	m	931	46,2	61,8	972	38,6	48,5
891	20,0	m	932	47,3	62,3	973	39,9	41,8
892	13,3	m	933	49,3	57,1	974	40,3	38,2
893	6,7	m	934	52,6	58,1	975	40,8	35,0

Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment
s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent
976	41,9	32,4	1017	38,6	0,0	1058	34,1	15,5
977	43,2	26,4	1018	37,4	5,4	1059	33,5	m
978	43,5	m	1019	43,4	9,7	1060	31,8	m
979	42,9	m	1020	46,9	15,7	1061	30,1	m
980	41,5	m	1021	52,5	13,1	1062	29,6	10,3
981	40,9	m	1022	56,2	6,3	1063	30,0	26,5
982	40,5	m	1023	44,0	0,0	1064	31,0	18,8
983	39,5	m	1024	31,8	20,9	1065	31,5	26,5
984	38,3	m	1025	38,7	36,3	1066	31,7	m
985	36,9	m	1026	47,7	47,5	1067	31,5	m
986	35,4	m	1027	54,5	22,0	1068	30,6	m
987	34,5	m	1028	41,3	0,0	1069	30,0	m
988	33,9	m	1029	28,1	26,8	1070	30,0	m
989	32,6	m	1030	31,6	49,2	1071	29,4	m
990	30,9	m	1031	34,5	39,5	1072	44,3	0,0
991	29,9	m	1032	36,4	24,0	1073	59,2	m
992	29,2	m	1033	36,7	m	1074	58,3	m
993	44,1	0,0	1034	35,5	m	1075	57,1	m
994	59,1	m	1035	33,8	m	1076	55,4	m
995	56,8	m	1036	33,7	19,8	1077	53,5	m
996	53,5	m	1037	35,3	35,1	1078	51,5	m
997	47,8	m	1038	38,0	33,9	1079	49,7	m
998	41,9	m	1039	40,1	34,5	1080	47,9	m
999	35,9	m	1040	42,2	40,4	1081	46,4	m
1000	44,3	0,0	1041	45,2	44,0	1082	45,5	m
1001	52,6	m	1042	48,3	35,9	1083	45,2	m
1002	43,4	m	1043	50,1	29,6	1084	44,3	m
1003	50,6	0,0	1044	52,3	38,5	1085	43,6	m
1004	57,8	m	1045	55,3	57,7	1086	43,1	m
1005	51,6	m	1046	57,0	50,7	1087	42,5	25,6
1006	44,8	m	1047	57,7	25,2	1088	43,3	25,7
1007	48,6	0,0	1048	42,9	0,0	1089	46,3	24,0
1008	52,4	m	1049	28,2	15,7	1090	47,8	20,6
1009	45,4	m	1050	29,2	30,5	1091	47,2	3,8
1010	37,2	m	1051	31,1	52,6	1092	45,6	4,4
1011	26,3	m	1052	33,4	60,7	1093	44,6	4,1
1012	17,9	m	1053	35,0	61,4	1094	44,1	m
1013	16,2	1,9	1054	35,3	18,2	1095	42,9	m
1014	17,8	7,5	1055	35,2	14,9	1096	40,9	m
1015	25,2	18,0	1056	34,9	11,7	1097	39,2	m
1016	39,7	6,5	1057	34,5	12,9	1098	37,0	m

Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment
s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent
1099	35,1	2,0	1140	59,2	m	1181	0,0	0,0
1100	35,6	43,3	1141	47,2	m	1182	0,0	0,0
1101	38,7	47,6	1142	35,1	0,0	1183	0,0	0,0
1102	41,3	40,4	1143	23,1	m	1184	0,0	0,0
1103	42,6	45,7	1144	13,1	m	1185	0,0	0,0
1104	43,9	43,3	1145	5,0	m	1186	0,0	0,0
1105	46,9	41,2	1146	0,0	0,0	1187	0,0	0,0
1106	52,4	40,1	1147	0,0	0,0	1188	0,0	0,0
1107	56,3	39,3	1148	0,0	0,0	1189	0,0	0,0
1108	57,4	25,5	1149	0,0	0,0	1190	0,0	0,0
1109	57,2	25,4	1150	0,0	0,0	1191	0,0	0,0
1110	57,0	25,4	1151	0,0	0,0	1192	0,0	0,0
1111	56,8	25,3	1152	0,0	0,0	1193	0,0	0,0
1112	56,3	25,3	1153	0,0	0,0	1194	0,0	0,0
1113	55,6	25,2	1154	0,0	0,0	1195	0,0	0,0
1114	56,2	25,2	1155	0,0	0,0	1196	0,0	20,4
1115	58,0	12,4	1156	0,0	0,0	1197	12,6	41,2
1116	43,4	0,0	1157	0,0	0,0	1198	27,3	20,4
1117	28,8	26,2	1158	0,0	0,0	1199	40,4	7,6
1118	30,9	49,9	1159	0,0	0,0	1200	46,1	m
1119	32,3	40,5	1160	0,0	0,0	1201	44,6	m
1120	32,5	12,4	1161	0,0	0,0	1202	42,7	14,7
1121	32,4	12,2	1162	0,0	0,0	1203	42,9	7,3
1122	32,1	6,4	1163	0,0	0,0	1204	36,1	0,0
1123	31,0	12,4	1164	0,0	0,0	1205	29,3	15,0
1124	30,1	18,5	1165	0,0	0,0	1206	43,8	22,6
1125	30,4	35,6	1166	0,0	0,0	1207	54,9	9,9
1126	31,2	30,1	1167	0,0	0,0	1208	44,9	0,0
1127	31,5	30,8	1168	0,0	0,0	1209	34,9	47,4
1128	31,5	26,9	1169	0,0	0,0	1210	42,7	82,7
1129	31,7	33,9	1170	0,0	0,0	1211	52,0	81,2
1130	32,0	29,9	1171	0,0	0,0	1212	61,8	82,7
1131	32,1	m	1172	0,0	0,0	1213	71,3	39,1
1132	31,4	m	1173	0,0	0,0	1214	58,1	0,0
1133	30,3	m	1174	0,0	0,0	1215	44,9	42,5
1134	29,8	m	1175	0,0	0,0	1216	46,3	83,3
1135	44,3	0,0	1176	0,0	0,0	1217	46,8	74,1
1136	58,9	m	1177	0,0	0,0	1218	48,1	75,7
1137	52,1	m	1178	0,0	0,0	1219	50,5	75,8
1138	44,1	m	1179	0,0	0,0	1220	53,6	76,7
1139	51,7	0,0	1180	0,0	0,0	1221	56,9	77,1

Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment
s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent
1222	60,2	78,7	1263	35,6	m	1304	71,6	85,9
1223	63,7	78,0	1264	34,2	m	1305	73,3	86,2
1224	67,2	79,6	1265	32,9	m	1306	74,8	86,5
1225	70,7	80,9	1266	31,8	m	1307	76,3	42,9
1226	74,1	81,1	1267	30,7	m	1308	63,3	0,0
1227	77,5	83,6	1268	29,6	m	1309	50,4	21,2
1228	80,8	85,6	1269	40,4	0,0	1310	50,6	42,3
1229	84,1	81,6	1270	51,2	m	1311	50,6	53,7
1230	87,4	88,3	1271	49,6	m	1312	50,4	90,1
1231	90,5	91,9	1272	48,0	m	1313	50,5	97,1
1232	93,5	94,1	1273	46,4	m	1314	51,0	100,0
1233	96,8	96,6	1274	45,0	m	1315	51,9	100,0
1234	100,0	m	1275	43,6	m	1316	52,6	100,0
1235	96,0	m	1276	42,3	m	1317	52,8	32,4
1236	81,9	m	1277	41,0	m	1318	47,7	0,0
1237	68,1	m	1278	39,6	m	1319	42,6	27,4
1238	58,1	84,7	1279	38,3	m	1320	42,1	53,5
1239	58,5	85,4	1280	37,1	m	1321	41,8	44,5
1240	59,5	85,6	1281	35,9	m	1322	41,4	41,1
1241	61,0	86,6	1282	34,6	m	1323	41,0	21,0
1242	62,6	86,8	1283	33,0	m	1324	40,3	0,0
1243	64,1	87,6	1284	31,1	m	1325	39,3	1,0
1244	65,4	87,5	1285	29,2	m	1326	38,3	15,2
1245	66,7	87,8	1286	43,3	0,0	1327	37,6	57,8
1246	68,1	43,5	1287	57,4	32,8	1328	37,3	73,2
1247	55,2	0,0	1288	59,9	65,4	1329	37,3	59,8
1248	42,3	37,2	1289	61,9	76,1	1330	37,4	52,2
1249	43,0	73,6	1290	65,6	73,7	1331	37,4	16,9
1250	43,5	65,1	1291	69,9	79,3	1332	37,1	34,3
1251	43,8	53,1	1292	74,1	81,3	1333	36,7	51,9
1252	43,9	54,6	1293	78,3	83,2	1334	36,2	25,3
1253	43,9	41,2	1294	82,6	86,0	1335	35,6	m
1254	43,8	34,8	1295	87,0	89,5	1336	34,6	m
1255	43,6	30,3	1296	91,2	90,8	1337	33,2	m
1256	43,3	21,9	1297	95,3	45,9	1338	31,6	m
1257	42,8	19,9	1298	81,0	0,0	1339	30,1	m
1258	42,3	m	1299	66,6	38,2	1340	28,8	m
1259	41,4	m	1300	67,9	75,5	1341	28,0	29,5
1260	40,2	m	1301	68,4	80,5	1342	28,6	100,0
1261	38,7	m	1302	69,0	85,5	1343	28,8	97,3
1262	37,1	m	1303	70,0	85,2	1344	28,8	73,4

Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment
s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent
1345	29,6	56,9	1386	60,0	0,0	1427	51,1	74,6
1346	30,3	91,7	1387	45,1	41,6	1428	51,9	75,0
1347	31,0	90,5	1388	47,7	84,2	1429	52,7	37,2
1348	31,8	81,7	1389	50,4	50,2	1430	41,6	0,0
1349	32,6	79,5	1390	53,0	26,1	1431	30,4	36,6
1350	33,5	86,9	1391	59,5	0,0	1432	30,5	73,2
1351	34,6	100,0	1392	66,2	38,4	1433	30,3	81,6
1352	35,6	78,7	1393	66,4	76,7	1434	30,4	89,3
1353	36,4	50,5	1394	67,6	100,0	1435	31,5	90,4
1354	37,0	57,0	1395	68,4	76,6	1436	32,7	88,5
1355	37,3	69,1	1396	68,2	47,2	1437	33,7	97,2
1356	37,6	49,5	1397	69,0	81,4	1438	35,2	99,7
1357	37,8	44,4	1398	69,7	40,6	1439	36,3	98,8
1358	37,8	43,4	1399	54,7	0,0	1440	37,7	100,0
1359	37,8	34,8	1400	39,8	19,9	1441	39,2	100,0
1360	37,6	24,0	1401	36,3	40,0	1442	40,9	100,0
1361	37,2	m	1402	36,7	59,4	1443	42,4	99,5
1362	36,3	m	1403	36,6	77,5	1444	43,8	98,7
1363	35,1	m	1404	36,8	94,3	1445	45,4	97,3
1364	33,7	m	1405	36,8	100,0	1446	47,0	96,6
1365	32,4	m	1406	36,4	100,0	1447	47,8	96,2
1366	31,1	m	1407	36,3	79,7	1448	48,8	96,3
1367	29,9	m	1408	36,7	49,5	1449	50,5	95,1
1368	28,7	m	1409	36,6	39,3	1450	51,0	95,9
1369	29,0	58,6	1410	37,3	62,8	1451	52,0	94,3
1370	29,7	88,5	1411	38,1	73,4	1452	52,6	94,6
1371	31,0	86,3	1412	39,0	72,9	1453	53,0	65,5
1372	31,8	43,4	1413	40,2	72,0	1454	53,2	0,0
1373	31,7	m	1414	41,5	71,2	1455	53,2	m
1374	29,9	m	1415	42,9	77,3	1456	52,6	m
1375	40,2	0,0	1416	44,4	76,6	1457	52,1	m
1376	50,4	m	1417	45,4	43,1	1458	51,8	m
1377	47,9	m	1418	45,3	53,9	1459	51,3	m
1378	45,0	m	1419	45,1	64,8	1460	50,7	m
1379	43,0	m	1420	46,5	74,2	1461	50,7	m
1380	40,6	m	1421	47,7	75,2	1462	49,8	m
1381	55,5	0,0	1422	48,1	75,5	1463	49,4	m
1382	70,4	41,7	1423	48,6	75,8	1464	49,3	m
1383	73,4	83,2	1424	48,9	76,3	1465	49,1	m
1384	74,0	83,7	1425	49,9	75,5	1466	49,1	m
1385	74,9	41,7	1426	50,4	75,2	1467	49,1	8,3

Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment
s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent
1468	48,9	16,8	1509	55,4	1,3	1550	57,0	26,6
1469	48,8	21,3	1510	55,0	m	1551	56,7	27,8
1470	49,1	22,1	1511	54,4	m	1552	56,7	29,7
1471	49,4	26,3	1512	54,2	m	1553	56,8	32,1
1472	49,8	39,2	1513	53,5	m	1554	56,5	34,9
1473	50,4	83,4	1514	52,4	m	1555	56,6	34,9
1474	51,4	90,6	1515	51,8	m	1556	56,3	35,8
1475	52,3	93,8	1516	50,7	m	1557	56,6	36,6
1476	53,3	94,0	1517	49,9	m	1558	56,2	37,6
1477	54,2	94,1	1518	49,1	m	1559	56,6	38,2
1478	54,9	94,3	1519	47,7	m	1560	56,2	37,9
1479	55,7	94,6	1520	47,3	m	1561	56,6	37,5
1480	56,1	94,9	1521	46,9	m	1562	56,4	36,7
1481	56,3	86,2	1522	46,9	m	1563	56,5	34,8
1482	56,2	64,1	1523	47,2	m	1564	56,5	35,8
1483	56,0	46,1	1524	47,8	m	1565	56,5	36,2
1484	56,2	33,4	1525	48,2	0,0	1566	56,5	36,7
1485	56,5	23,6	1526	48,8	23,0	1567	56,7	37,8
1486	56,3	18,6	1527	49,1	67,9	1568	56,7	37,8
1487	55,7	16,2	1528	49,4	73,7	1569	56,6	36,6
1488	56,0	15,9	1529	49,8	75,0	1570	56,8	36,1
1489	55,9	21,8	1530	50,4	75,8	1571	56,5	36,8
1490	55,8	20,9	1531	51,4	73,9	1572	56,9	35,9
1491	55,4	18,4	1532	52,3	72,2	1573	56,7	35,0
1492	55,7	25,1	1533	53,3	71,2	1574	56,5	36,0
1493	56,0	27,7	1534	54,6	71,2	1575	56,4	36,5
1494	55,8	22,4	1535	55,4	68,7	1576	56,5	38,0
1495	56,1	20,0	1536	56,7	67,0	1577	56,5	39,9
1496	55,7	17,4	1537	57,2	64,6	1578	56,4	42,1
1497	55,9	20,9	1538	57,3	61,9	1579	56,5	47,0
1498	56,0	22,9	1539	57,0	59,5	1580	56,4	48,0
1499	56,0	21,1	1540	56,7	57,0	1581	56,1	49,1
1500	55,1	19,2	1541	56,7	69,8	1582	56,4	48,9
1501	55,6	24,2	1542	56,8	58,5	1583	56,4	48,2
1502	55,4	25,6	1543	56,8	47,2	1584	56,5	48,3
1503	55,7	24,7	1544	57,0	38,5	1585	56,5	47,9
1504	55,9	24,0	1545	57,0	32,8	1586	56,6	46,8
1505	55,4	23,5	1546	56,8	30,2	1587	56,6	46,2
1506	55,7	30,9	1547	57,0	27,0	1588	56,5	44,4
1507	55,4	42,5	1548	56,9	26,2	1589	56,8	42,9
1508	55,3	25,8	1549	56,7	26,2	1590	56,5	42,8

Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment
s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent
1591	56,7	43,2	1632	56,7	44,9	1673	56,8	68,6
1592	56,5	42,8	1633	56,6	45,2	1674	56,6	68,0
1593	56,9	42,2	1634	56,8	46,0	1675	56,8	65,1
1594	56,5	43,1	1635	56,5	46,6	1676	56,9	60,9
1595	56,5	42,9	1636	56,6	48,3	1677	57,1	57,4
1596	56,7	42,7	1637	56,4	48,6	1678	57,1	54,3
1597	56,6	41,5	1638	56,6	50,3	1679	57,0	48,6
1598	56,9	41,8	1639	56,3	51,9	1680	57,4	44,1
1599	56,6	41,9	1640	56,5	54,1	1681	57,4	40,2
1600	56,7	42,6	1641	56,3	54,9	1682	57,6	36,9
1601	56,7	42,6	1642	56,4	55,0	1683	57,5	34,2
1602	56,7	41,5	1643	56,4	56,2	1684	57,4	31,1
1603	56,7	42,2	1644	56,2	58,6	1685	57,5	25,9
1604	56,5	42,2	1645	56,2	59,1	1686	57,5	20,7
1605	56,8	41,9	1646	56,2	62,5	1687	57,6	16,4
1606	56,5	42,0	1647	56,4	62,8	1688	57,6	12,4
1607	56,7	42,1	1648	56,0	64,7	1689	57,6	8,9
1608	56,4	41,9	1649	56,4	65,6	1690	57,5	8,0
1609	56,7	42,9	1650	56,2	67,7	1691	57,5	5,8
1610	56,7	41,8	1651	55,9	68,9	1692	57,3	5,8
1611	56,7	41,9	1652	56,1	68,9	1693	57,6	5,5
1612	56,8	42,0	1653	55,8	69,5	1694	57,3	4,5
1613	56,7	41,5	1654	56,0	69,8	1695	57,2	3,2
1614	56,6	41,9	1655	56,2	69,3	1696	57,2	3,1
1615	56,8	41,6	1656	56,2	69,8	1697	57,3	4,9
1616	56,6	41,6	1657	56,4	69,2	1698	57,3	4,2
1617	56,9	42,0	1658	56,3	68,7	1699	56,9	5,5
1618	56,7	40,7	1659	56,2	69,4	1700	57,1	5,1
1619	56,7	39,3	1660	56,2	69,5	1701	57,0	5,2
1620	56,5	41,4	1661	56,2	70,0	1702	56,9	5,5
1621	56,4	44,9	1662	56,4	69,7	1703	56,6	5,4
1622	56,8	45,2	1663	56,2	70,2	1704	57,1	6,1
1623	56,6	43,6	1664	56,4	70,5	1705	56,7	5,7
1624	56,8	42,2	1665	56,1	70,5	1706	56,8	5,8
1625	56,5	42,3	1666	56,5	69,7	1707	57,0	6,1
1626	56,5	44,4	1667	56,2	69,3	1708	56,7	5,9
1627	56,9	45,1	1668	56,5	70,9	1709	57,0	6,6
1628	56,4	45,0	1669	56,4	70,8	1710	56,9	6,4
1629	56,7	46,3	1670	56,3	71,1	1711	56,7	6,7
1630	56,7	45,5	1671	56,4	71,0	1712	56,9	6,9
1631	56,8	45,0	1672	56,7	68,6	1713	56,8	5,6

Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehzahl	Norm. Drehmoment
s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent	s	Prozent	Prozent
1714	56,6	5,1	1744	56,2	44,6	1774	36,6	m
1715	56,6	6,5	1745	56,2	46,0	1775	33,6	m
1716	56,5	10,0	1746	56,4	46,2	1776	30,5	m
1717	56,6	12,4	1747	55,8	m	1777	42,8	0,0
1718	56,5	14,5	1748	55,5	m	1778	55,2	m
1719	56,6	16,3	1749	55,0	m	1779	49,9	m
1720	56,3	18,1	1750	54,1	m	1780	44,0	m
1721	56,6	20,7	1751	54,0	m	1781	37,6	m
1722	56,1	22,6	1752	53,3	m	1782	47,2	0,0
1723	56,3	25,8	1753	52,6	m	1783	56,8	m
1724	56,4	27,7	1754	51,8	m	1784	47,5	m
1725	56,0	29,7	1755	50,7	m	1785	42,9	m
1726	56,1	32,6	1756	49,9	m	1786	31,6	m
1727	55,9	34,9	1757	49,1	m	1787	25,8	m
1728	55,9	36,4	1758	47,7	m	1788	19,9	m
1729	56,0	39,2	1759	46,8	m	1789	14,0	m
1730	55,9	41,4	1760	45,7	m	1790	8,1	m
1731	55,5	44,2	1761	44,8	m	1791	2,2	m
1732	55,9	46,4	1762	43,9	m	1792	0,0	0,0
1733	55,8	48,3	1763	42,9	m	1793	0,0	0,0
1734	55,6	49,1	1764	41,5	m	1794	0,0	0,0
1735	55,8	49,3	1765	39,5	m	1795	0,0	0,0
1736	55,9	47,7	1766	36,7	m	1796	0,0	0,0
1737	55,9	47,4	1767	33,8	m	1797	0,0	0,0
1738	55,8	46,9	1768	31,0	m	1798	0,0	0,0
1739	56,1	46,8	1769	40,0	0,0	1799	0,0	0,0
1740	56,1	45,8	1770	49,1	m	1800	0,0	0,0
1741	56,2	46,0	1771	46,2	m			
1742	56,3	45,9	1772	43,1	m			
1743	56,3	45,9	1773	39,9	m			

„m“ = Motor im Schiebetrieb

## Anlage 2

## Messausrüstung

A.2.1 Diese Anlage enthält allgemeine Vorschriften für Probenahme- und Analysensysteme zur Messung gas- und partikelförmiger Emissionen und allgemeine Beschreibungen dieser Systeme. Da mit verschiedenen Anordnungen gleichwertige Ergebnisse erzielt werden können, ist eine genaue Übereinstimmung mit den Abbildungen dieser Anlage nicht erforderlich. Es können zusätzliche Bauteile wie Instrumente, Ventile, Elektromagnete, Pumpen und Schalter verwendet werden, um weitere Daten zu gewinnen und die Funktionen der Teilsysteme zu koordinieren. Bei einigen Systemen kann auf manche Bauteile, die für die Erzielung der Genauigkeit nicht erforderlich sind, nach bestem fachlichem Ermessen verzichtet werden.

A.2.1.1. Analysensysteme

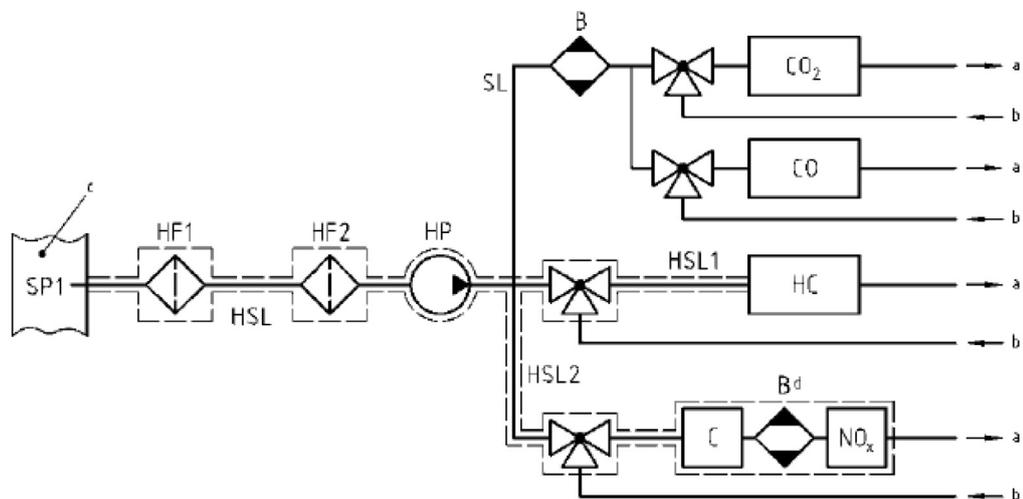
A.2.1.2. Beschreibung des Analysensystems

Es werden Analysensysteme für die Bestimmung der gasförmigen Emissionen im Rohabgas (Abbildung 9) oder im verdünnten Abgas (Abbildung 10) beschrieben, die auf dem Einsatz folgender Geräte beruhen:

- HFID- oder FID-Analysator für die Messung der Kohlenwasserstoffe,
- NDIR-Analysatoren für die Messung von Kohlenmonoxid und Kohlendioxid,
- HCLD- oder CLD-Analysator für die Messung der Stickoxide.

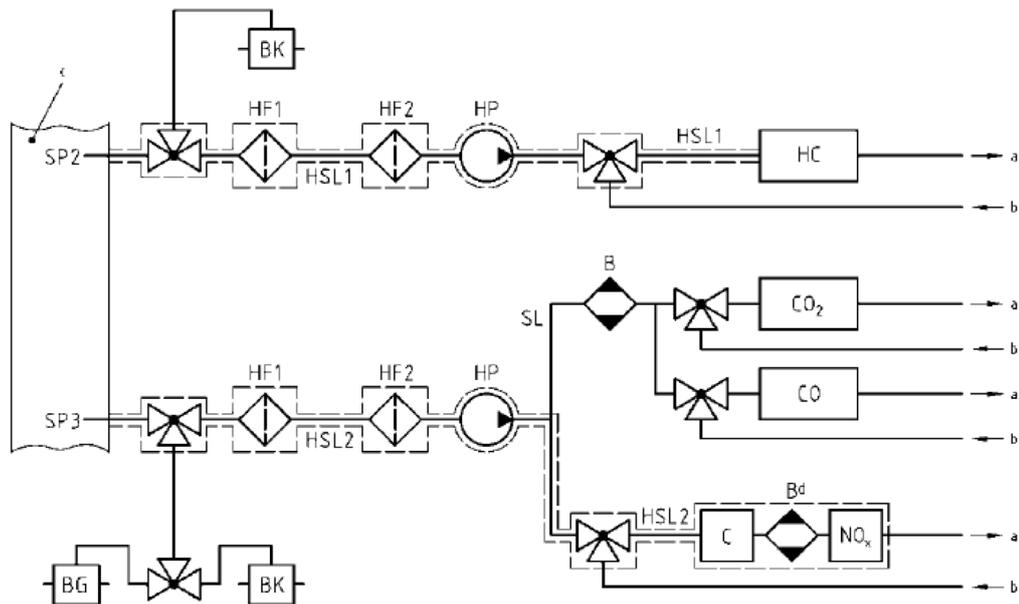
Für alle Bestandteile ist die Probe mit einer einzigen Probenahmesonde zu entnehmen und auf die verschiedenen Analysatoren aufzuteilen. Optional können zwei nahe zusammenliegende Sonden verwendet werden. Es ist sorgfältig darauf zu achten, dass sich an keiner Stelle des Analysensystems unerwünschte Kondensate von Abgasbestandteilen (einschließlich Wasser und Schwefelsäure) bilden.

Abbildung 9

Flussdiagramm des mit Rohabgas arbeitenden Analysensystems für CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HC

a = Entlüftung,    b = Nullgas,    Kalibriergas,    c = Auspuffrohr,    d = optional

Abbildung 10

Flussdiagramm des mit verdünntem Abgas arbeitenden Analyseystems für CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HC

a = Entlüftung, b = Nullgas, Kalibriergas, c = Verdünnungstunnel, d = optional

## A.2.1.3. Komponenten der Abbildungen 9 und 10

EP Auspuffrohr

SP Sonde zur Entnahme von Proben aus dem unverdünnten Abgas (nur Abbildung 9)

Empfohlen wird eine Sonde aus rostfreiem Stahl mit geschlossenem Ende und mehreren Löchern. Der Innendurchmesser darf nicht größer sein als der Innendurchmesser der Probenahmeleitung. The wall thickness of the probe shall not be greater than 1 mm. There shall be a minimum of three holes in three different radial planes sized to sample approximately the same flow. Die Sonde muss sich über mindestens 80 % des Auspuffrohr-Querschnitts erstrecken. Es können ein oder zwei Probenahmesonden verwendet werden.

SP2 Sonde zur Entnahme von HC-Proben aus dem verdünnten Abgas (nur Abbildung 10)

Die Sonde muss

- die ersten 254 mm bis 762 mm der beheizten Probenahmeleitung HSL1 bilden,
- einen Innendurchmesser von mindestens 5 mm haben,
- im Verdünnungstunnel DT (siehe Abbildung 15) an einer Stelle angebracht sein, an der das Verdünnungsmittel und die Abgase gut vermischt sind (d. h. etwa 10 Tunneldurchmesser nach dem Punkt gelegen, an dem die Abgase in den Verdünnungstunnel eintreten),
- in ausreichender (radialer) Entfernung von anderen Sonden und von der Tunnelwand angebracht sein, um eine Beeinflussung durch Wellen oder Wirbel zu vermeiden,
- so beheizt werden, dass die Temperatur des Gasstroms am Sondenauslass auf  $463 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$  ( $190 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$ ), bei Fremdzündungsmotoren auf  $385 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$  ( $112 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$ ), erhöht wird,
- bei FID-Messung (kalt) ohne Beheizung arbeiten.

SP3 Sonde zur Entnahme von CO-, CO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Proben aus dem verdünnten Abgas (nur Abbildung 10)

Die Sonde muss

- a) sich auf derselben Ebene wie SP2 befinden,
- b) in ausreichender (radialer) Entfernung von anderen Sonden und von der Tunnelwand angebracht sein, um eine Beeinflussung durch Wellen oder Wirbel zu vermeiden,
- c) zur Vermeidung von Kondenswasserbildung über ihre gesamte Länge so beheizt und isoliert sein, dass ihre Temperatur mindestens 328 K (55 °C) beträgt.

HF1 Beheiztes Vorfilter (optional)

Es muss die gleiche Temperatur aufweisen wie HSL1.

HF2 Beheiztes Filter

Dieses Filter muss alle Feststoffteilchen aus der Gasprobe entfernen, bevor diese in den Analysator gelangt. Es muss die gleiche Temperatur aufweisen wie HSL1. Das Filter ist bei Bedarf zu wechseln.

HSL1 Beheizte Probenahmeleitung

Die Probenahmeleitung dient der Entnahme von Gasproben von einer einzelnen Sonde bis hin zu dem (den) Aufteilungspunkt(en) und dem HC-Analysator.

Die Probenahmeleitung muss

- a) einen Innendurchmesser von mindestens 4 mm und höchstens 13,5 mm haben,
- b) aus rostfreiem Stahl oder PTFE bestehen,
- c) auf einer Wandtemperatur von  $463 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$  ( $190 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$ ) gehalten werden, gemessen an jedem getrennt geregelten beheizten Abschnitt, wenn die Abgastemperatur an der Probenahmesonde höchstens  $463 \text{ K}$  ( $190 \text{ °C}$ ) beträgt,
- d) auf einer Wandtemperatur von über  $453 \text{ K}$  ( $180 \text{ °C}$ ) gehalten werden, wenn die Abgastemperatur an der Probenahmesonde mehr als  $463 \text{ K}$  ( $190 \text{ °C}$ ) beträgt,
- e) unmittelbar vor dem beheizten Filter HF2 und dem HFID ständig eine Gastemperatur von  $463 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$  ( $190 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$ ) aufweisen.

HSL2 Beheizte NO<sub>x</sub>-Probenahmeleitung

Die Probenahmeleitung muss

- a) auf einer Wandtemperatur von 328 K bis 473 K (55 °C bis 200 °C) gehalten werden, bis zum Konverter für Trockenmessungen und bis zum Analysator für Feuchtmessungen,
- b) aus rostfreiem Stahl oder PTFE bestehen.

HP Beheizte Probenahmepumpe

Die Pumpe ist auf die Temperatur von HSL aufzuheizen.

SL Probenahmeleitung für CO und CO<sub>2</sub>

Die Leitung muss aus PTFE oder rostfreiem Stahl bestehen. Sie kann beheizt oder unbeheizt sein.

HC HFID-Analysator

Beheizter Flammenionisationsdetektor (HFID) oder Flammenionisationsdetektor (FID) zur Bestimmung der Kohlenwasserstoffe. Die Temperatur des HFID ist auf 453 K bis 473 K (180 °C bis 200 °C) zu halten.

CO, CO<sub>2</sub> NDIR-Analysator

NDIR-Analysatoren zur Bestimmung von Kohlenmonoxid und Kohlendioxid (optional zur Bestimmung des Verdünnungsverhältnisses für PT-Messung).

NO<sub>x</sub> CLD-Analysator oder NDUV-Analysator

CLD-, HCLD- oder NDUV-Analysator zur Bestimmung der Stickoxide. Wird ein HCLD verwendet, so ist er auf einer Temperatur von 328 K bis 473 K (55 ° bis 200 °C) zu halten.

B Probentrockner (optional für NO-Messungen)

Zum Kühlen und Kondensieren von Wasser aus der Abgasprobe. Seine Verwendung ist freigestellt, wenn der Analysator keine Wasserdampf-Querempfindlichkeit nach Absatz 9.3.9.2.2 dieses Anhangs aufweist. Wird das Wasser durch Kondensation entfernt, so ist die Temperatur bzw. der Taupunkt der Gasprobe entweder innerhalb des Wasserabscheiders oder strömungsabwärts dahinter zu überwachen. Die Temperatur bzw. der Taupunkt der Gasprobe dürfen 280 K (7 °C) nicht überschreiten. Chemische Trockner dürfen nicht zum Entfernen von Wasser aus der Probe verwendet werden.

BK Hintergrundbeutel (optional; nur Abbildung 10)

Zur Messung der Hintergrundkonzentrationen.

BG Probenahmebeutel (optional; nur Abbildung 10)

Zur Messung der Probenkonzentrationen.

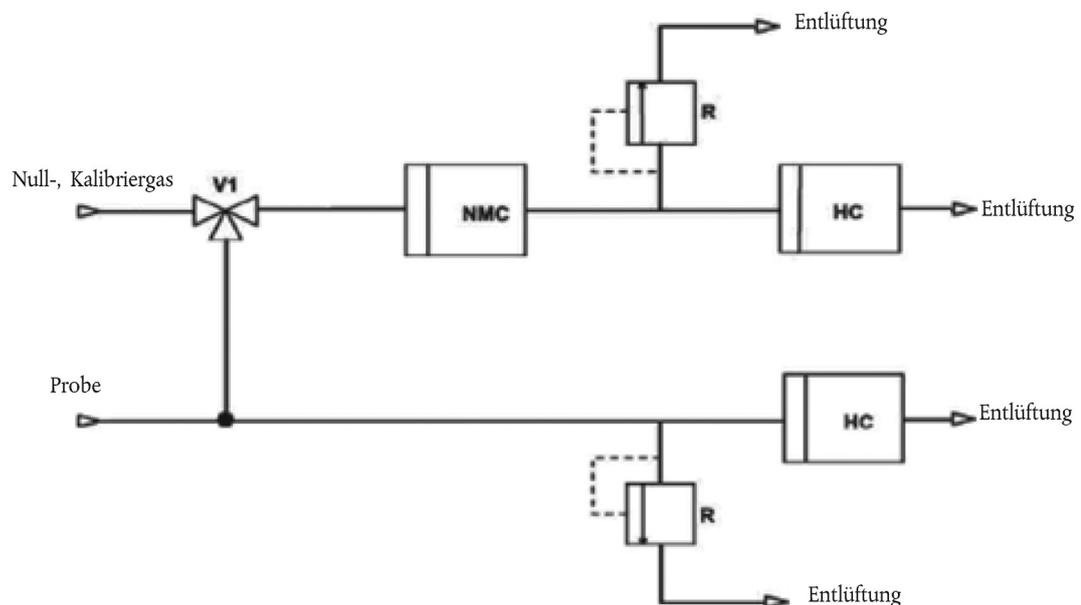
A.2.1.4. Nicht-Methan-Cutter-(NMC-)Methode

Der Cutter oxidiert alle Kohlenwasserstoffe außer  $\text{CH}_4$  zu  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$ , sodass beim Durchströmen der Probe durch das NMC-Gerät nur noch  $\text{CH}_4$  vom HFID gemessen wird. Zusätzlich zum üblichen HC-Probenahmesystem (siehe Abbildungen 9 und 10) ist ein zweites, mit einem Nichtmethan-Cutter ausgestattetes HC-Probenahmesystem zu installieren, das in Abbildung 11 dargestellt ist. Damit können Gesamtwerte von HC,  $\text{CH}_4$  und NMHC gleichzeitig gemessen werden.

Vor der Prüfung muss der Cutter bei mindestens 600 K (327 °C) und bei  $\text{H}_2\text{O}$ -Werten, die repräsentativ für die Abgasbedingungen sind, bezüglich seiner katalytischen Effekte auf  $\text{CH}_4$  und  $\text{C}_2\text{H}_6$  eingestuft werden. Der Taupunkt und der  $\text{O}_2$ -Gehalt der entnommenen Abgasprobe müssen bekannt sein. Das jeweilige Ansprechen des FID auf  $\text{CH}_4$  und  $\text{C}_2\text{H}_6$  ist gemäß Absatz 9.3.8 dieses Anhangs zu bestimmen.

Abbildung 11

Flussdiagramm der Methananalyse mit dem NMC



A.2.1.5. Komponenten der Abbildung 11

NMC Nicht-Methan-Cutter

Zur Oxidation aller Kohlenwasserstoffe mit Ausnahme von Methan.

HC

Beheizter Flammenionisationsdetektor (HFID) oder Flammenionisationsdetektor (FID) zur Messung der HC- und  $\text{CH}_4$ -Konzentration. Die Temperatur des HFID ist auf 453 K bis 473 K (180 °C bis 200 °C) zu halten.

V1 Mehrwegeventil

Zur Auswahl von Null- und Kalibriergas.

R Druckregler

Zur Regelung des Drucks in der Entnahmeleitung und des Gasstromes zum HFID.

#### A.2.2. Verdünnungs- und Partikel-Probenahmesystem

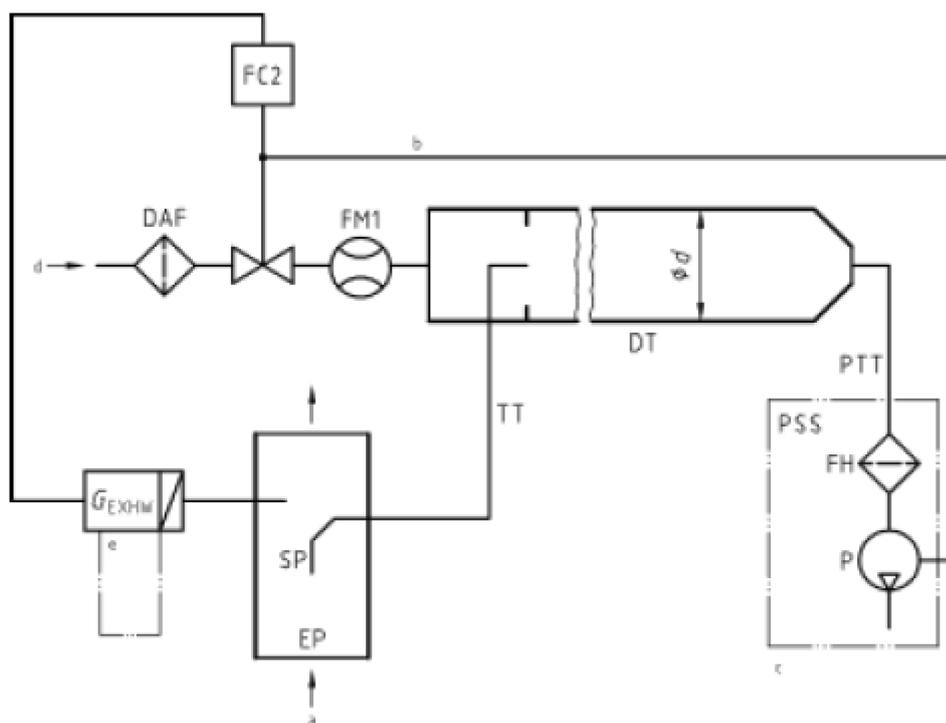
##### A.2.2.1. Beschreibung des Teilstromsystems

Es wird ein Verdünnungssystem beschrieben, das auf der Verdünnung eines Teils der Auspuffabgase beruht. Die Teilung des Abgasstroms und der nachfolgende Verdünnungsprozess können mit verschiedenen Typen von Verdünnungssystemen vorgenommen werden. Zur anschließenden Abscheidung der Partikel kann entweder das gesamte verdünnte Abgas oder nur ein Teil davon durch das Partikel-Probenahmesystem geleitet werden. Die erste Methode wird als Gesamtprobenahme, die zweite als Teilprobenahme bezeichnet. Die Errechnung des Verdünnungsverhältnisses hängt vom Typ des verwendeten Systems ab.

Bei dem in Abbildung 12 dargestellten Teilprobenahmesystem wird Rohabgas aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT in den Verdünnungstunnel DT geleitet. Der Gesamtdurchfluss durch den Tunnel wird mit dem Durchflussregler FC2 und der Probenahmepumpe P des Partikel-Probenahmesystems eingestellt (siehe Abbildung 16). Der Verdünnungsstrom wird mit dem Durchflussregler FC1 eingestellt, der  $q_{mew}$  oder  $q_{maw}$  und  $q_{mf}$  als Steuersignale für die Herbeiführung der gewünschten Teilung des Abgases einsetzen kann. Der Probenstrom in den DT ist die Differenz aus dem Gesamtdurchfluss und dem Verdünnungsdurchfluss. Der Verdünnungsdurchsatz wird mit dem Durchflussmessgerät FM1 und der Gesamtdurchsatz mit dem Durchflussmessgerät FM3 des Partikel-Probenahmesystems gemessen (siehe Abbildung 16). Das Verdünnungsverhältnis wird anhand dieser beiden Durchsätze berechnet.

Abbildung 12

#### Schema des Teilstrom-Verdünnungssystems (Gesamtprobenahme)

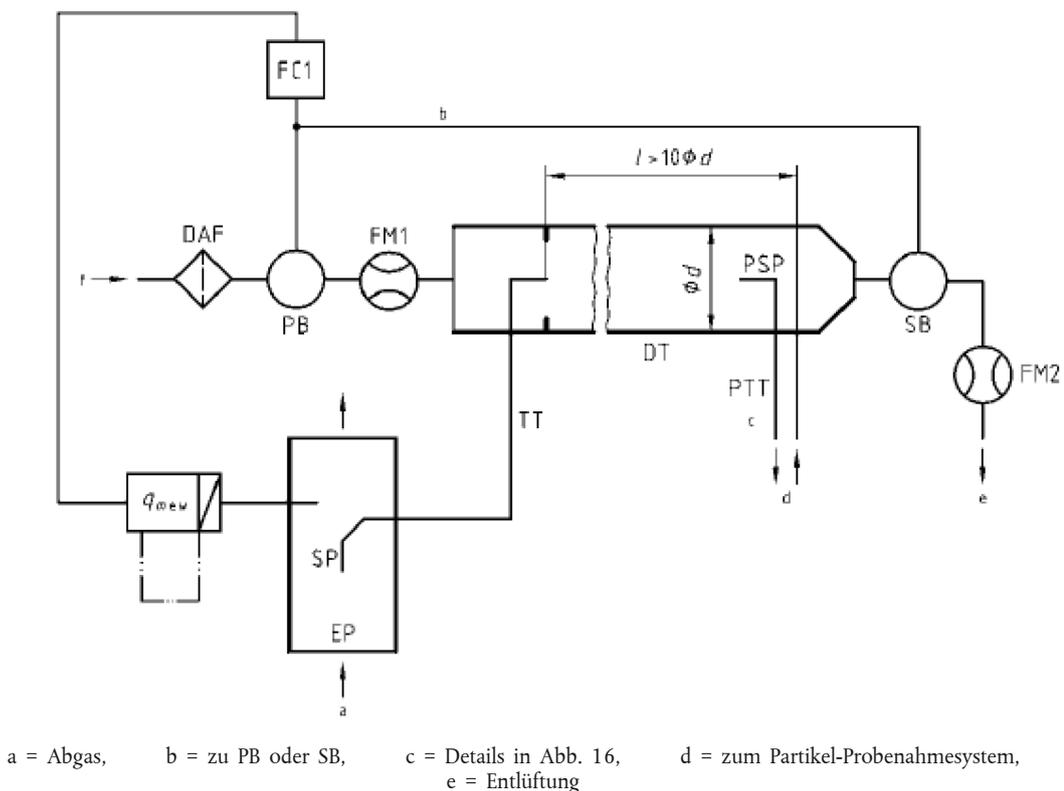


a = Abgas, b = optional, c = Details in Abb. 16

Bei dem in Abbildung 13 dargestellten Teilprobenahmesystem wird Rohabgas aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT in den Verdünnungstunnel DT geleitet. Der Gesamtdurchfluss durch den Tunnel wird mit dem Durchflussregler FC1 eingestellt, der entweder mit dem Verdünnungsstrom oder mit dem Sauggebläse für den Gesamtstrom im Verdünnungstunnel verbunden ist. Der Durchflussregler FC1 kann  $q_{mew}$  oder  $q_{maw}$  und  $q_{mf}$  als Steuersignale zur Herbeiführung der gewünschten Abgasteilung verwenden. Der Probenstrom in den DT ist die Differenz aus dem Gesamtdurchfluss und dem Verdünnungsdurchfluss. Der Verdünnungsdurchsatz wird mit dem Durchflussmessgerät FM1, der Gesamtdurchsatz mit dem Durchflussmessgerät FM2 gemessen. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand dieser beiden Durchsätze berechnet. Aus dem DT wird mit dem Partikel-Probenahmesystem eine Partikelprobe entnommen (siehe Abbildung 16).

Abbildung 13

### Schema des Teilstrom-Verdünnungssystems (Teilprobenahme)



#### A.2.2.2. Komponenten der Abbildungen 12 und 13

EP      Auspuffrohr

Das Auspuffrohr kann mit einer Isolierung versehen sein. Zur Verringerung der Wärmeträgheit des Auspuffrohrs wird ein Verhältnis Stärke/Durchmesser von 0,015 oder weniger empfohlen. Die Verwendung flexibler Abschnitte ist auf ein Verhältnis Länge/Durchmesser von höchstens 12 zu begrenzen. Biegungen sind auf ein Mindestmaß zu begrenzen, um die Trägheitsablagerungen zu verringern. Gehört zu dem System ein Prüfstand-Schalldämpfer, so kann auch dieser isoliert werden. Es wird empfohlen, dass das Auspuffrohr auf einer Länge von sechs Rohrdurchmessern strömungsaufwärts vor dem Eintritt der Sonde und von drei Rohrdurchmessern strömungsabwärts hinter diesem Punkt geradlinig verläuft.

SP      Probenahmesonde

Es ist eine der folgenden Arten von Probenahmesonde zu verwenden:

- ein koaxial zum Auspuffrohr liegendes, strömungsaufwärts weisendes offenes Rohr,
- ein koaxial zum Auspuffrohr liegendes, strömungsabwärts weisendes offenes Rohr,
- eine Mehrlochprobenode, wie unter SP in Absatz A.2.1.3 beschrieben,

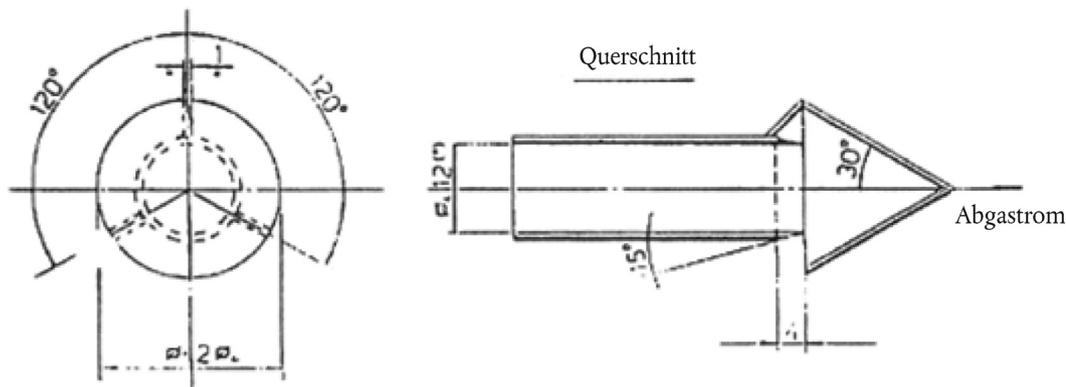
- d) eine koaxial zum Auspuffrohr liegende, gegen die Strömungsrichtung gekehrte Sonde mit Kegelkappe wie in Abbildung 14 dargestellt.

Der Innendurchmesser der Sondenspitze muss mindestens 4 mm betragen. Das Verhältnis der Durchmesser von Auspuffrohr und Sonde muss mindestens 4 betragen.

Wird eine Sonde nach Buchstabe a verwendet, so ist unmittelbar vor dem Filterhalter ein Trägheitsvorklassierer (Zyklon oder Impaktor) mit einem 50 %-Trennschnitt zwischen 2,5 µm und 10 µm anzuordnen.

Abbildung 14

**Schematische Darstellung der Sonde mit Kegelkappe**



TT Übertragungsrohr der Abgase

Das Übertragungsrohr muss so kurz wie möglich sein, und zwar:

- a) höchstens 0,26 m lang, wenn auf mindestens 80 % seiner Länge isoliert, gemessen vom Ende der Sonde bis zur Verdünnungsstufe;

oder

- b) höchstens 1 m lang, wenn auf 90 % der Gesamtlänge, gemessen vom Ende der Sonde bis zur Verdünnungsstufe, auf über 150 °C erhitzt.

Es sollte größer oder gleich dem Sondendurchmesser sein, aber nicht mehr als 25 mm Durchmesser haben und koaxial aus dem Verdünnungstunnel strömungsabwärts austreten.

Bezüglich Buchstabe a muss die Isolierung aus einem Material bestehen, dessen maximale Wärmeleitfähigkeit 0,05 W/ m × K beträgt, wobei die Dicke der Isolierschicht dem Durchmesser der Sonde entspricht.

FC1 Durchflussregler

Zur Durchflussregelung am Druckgebläse PB und/oder Sauggebläse SB kann ein Durchflussregler verwendet werden. Er kann mit dem in Absatz 8.4.1 dieses Anhangs beschriebenen Signal vom Abgasstromsensor angesteuert werden. Der Durchflussregler kann vor oder nach dem jeweiligen Gebläse angeordnet werden. Bei Luftzufuhr unter Druck regelt FC1 den Luftstrom direkt.

FM1 Durchflussmessgerät

Ein Gasmessgerät oder sonstiges Durchflussmessgerät zur Messung des Verdünnungsdurchflusses. FM1 ist wahlfrei, wenn das Druckgebläse PB für die Durchflussmessung kalibriert ist.

DAF Filter für Verdünnungsmittel

Das Verdünnungsmittel (Umgebungsluft, synthetische Luft oder Stickstoff) ist mit einem HEPA-Filter mit einem Anfangs-Abscheidegrad von mindestens 99,97 % gemäß EN 1822-1 (Filterklasse H14 oder besser), ASTM F 1471-93 oder einer gleichwertigen Norm zu filtern.

FM2 Durchflussmessgerät (Teilprobenahme, nur Abbildung 13)

Gasmessgerät oder sonstiges Durchflussmessgerät zur Messung des Durchflusses des verdünnten Abgases. FM2 ist wahlfrei, wenn das Sauggebläse SB für die Durchflussmessung kalibriert ist.

PB Druckgebläse (Teilprobenahme, nur Abbildung 13)

Zur Steuerung des Verdünnungsmitteldurchsatzes kann das PB an die Durchflussregler FC1 und FC2 angeschlossen sein. Ein PB ist nicht erforderlich, wenn eine Drosselklappe verwendet wird. Ist das PB kalibriert, kann es zur Messung des Verdünnungsmitteldurchflusses verwendet werden.

SB Sauggebläse (Teilprobenahme, nur Abbildung 13)

Ist das SB kalibriert, kann es zur Messung des Durchflusses des verdünnten Abgases verwendet werden.

DT Verdünnungstunnel (Teilstrom)

Der Verdünnungstunnel:

- a) muss bei einem Teilprobenahmesystem hinreichend lang sein, so dass sich Abgas und Verdünnungsgas bei turbulenter Strömung (Reynolds-Zahl  $Re$  größer als 4 000, wobei sich  $Re$  auf den Innendurchmesser des Verdünnungstunnels bezieht) vollständig vermischen, d. h. bei einem Gesamtprobenahmesystem ist vollständige Vermischung nicht erforderlich.
- b) muss aus rostfreiem Stahl bestehen,
- c) kann auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) erwärmt werden,
- d) kann mit einer Isolierung versehen sein.

PSP Partikel-Probenahmesonde (Teilprobenahme, nur Abbildung 13)

Die Partikel-Probenahmesonde bildet den vorderen Teil des Partikel-Übertragungsrohrs PTT (siehe Absatz A.2.2.6) und

- a) muss gegen die Strömungsrichtung weisen und an einer Stelle angeordnet sein, an der das Verdünnungsgas und die Abgase gut vermischt sind, d. h. auf der Mittellinie des Verdünnungstunnels DT ungefähr 10 Tunneldurchmesser strömungsabwärts hinter dem Punkt, an dem die Abgase in den Verdünnungstunnel eintreten,
- b) muss einen Innendurchmesser von mindestens 8 mm haben,
- c) kann durch Direktbeheizung oder durch Vorheizen des Verdünnungsgases bis auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) beheizt werden, vorausgesetzt, dass die Temperatur des Verdünnungsmittels vor Eintritt des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht übersteigt,
- d) kann mit einer Isolierung versehen sein.

#### A.2.2.3. Beschreibung des Vollstrom-Verdünnungssystems

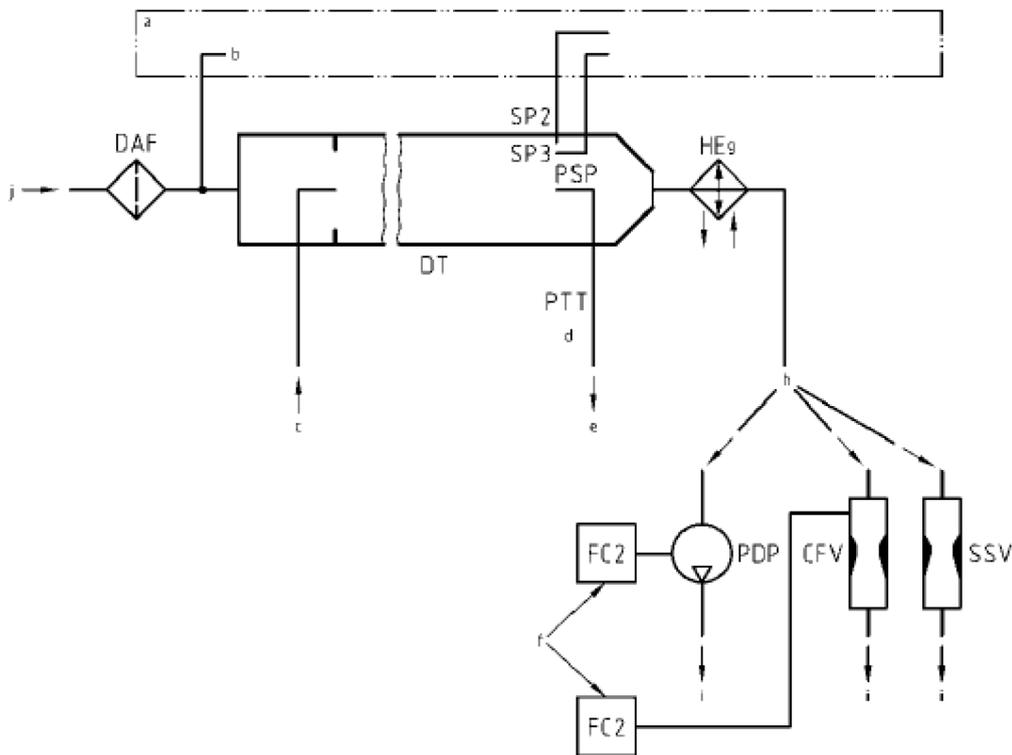
Beschrieben wird ein in Abbildung 15 schematisch dargestelltes System, bei dem das gesamte Rohabgas im Verdünnungstunnel DT verdünnt wird und das mit konstantem Volumenstrom (CVS — constant volume sampling) arbeitet.

Der Durchsatz des verdünnten Abgases wird entweder mit einer Verdrängerpumpe PDP oder mit einem Venturi-Rohr mit kritischer Strömung CFV oder mit einer kritisch betriebenen Venturidüse SSV gemessen. Ein Wärmeaustauscher HE oder eine elektronische Durchflussmengenkompensation EFC kann für eine verhältnismäßige Partikel-Probenahme und für die Durchflussbestimmung verwendet werden. Da die Bestimmung der Partikelmasse auf dem Gesamtdurchfluss des verdünnten Abgases beruht, ist die Berechnung des Verdünnungsverhältnisses nicht erforderlich.

Für die anschließende Sammlung der Partikel muss eine Probe des verdünnten Abgases durch das Partikel-Probenahmesystem geleitet werden (siehe Abbildung 17). Obwohl es sich beim Doppelverdünnungssystem teilweise um ein Verdünnungssystem handelt, wird es als Unterart eines Partikel-Probenahmesystems beschrieben, weil es die meisten typischen Komponenten eines Partikel-Probenahmesystems enthält.

Abbildung 15

## Schema eines Vollstrom-Verdünnungssystems (CVS)



- a = Analysesystem,      b = Hintergrundluft,      c = Abgas,      d = Details in Abb. 17,  
 e = zum doppelten Verdünnungssystem,      f = bei Durchflussmengen-Kompensation (EFC),  
 i = Entlüftung,      g = optional,      h = oder

## A.2.2.4. Komponenten der Abbildung 15

## EP      Auspuffrohr

Die Länge des Auspuffrohrs vom Austrittsflansch des Auspuffkrümmers, des Turboladers oder der Nachbehandlungseinrichtung bis zum Verdünnungstunnel darf nicht mehr als 10 m betragen. Überschreitet die Länge des Systems 4 m, sind über diesen Grenzwert hinaus alle Rohre mit Ausnahme eines etwaigen in der Abgasanlage angeordneten Rauchmessgerätes zu isolieren. Die Isolierschicht muss radial mindestens 25 mm dick sein. Die Wärmeleitfähigkeit des Isoliermaterials darf, bei 673 K gemessen, höchstens  $0,1 \text{ W/m} \times \text{K}$  betragen. Um die Wärmeträgheit des Auspuffrohrs zu verringern, wird ein Verhältnis Wanddicke/Durchmesser von höchstens 0,015 empfohlen. Die Verwendung flexibler Abschnitte ist auf ein Verhältnis Länge/Durchmesser von höchstens 12 zu begrenzen.

## PDP      Verdrängerpumpe

Die PDP misst den Gesamtdurchfluss des verdünnten Abgases aus der Anzahl der Pumpenumdrehungen und dem Pumpenkammervolumen. Der Abgasgedruck darf durch die PDP oder das Verdünnungsmittel einlasssystem nicht künstlich gesenkt werden. Der bei laufendem PDP-System gemessene statische Abgasgedruck darf um höchstens  $\pm 1,5 \text{ kPa}$  von dem statischen Druck abweichen, der bei gleicher Motordrehzahl und Belastung ohne Anschluss an das PDP gemessen wird. Die unmittelbar vor dem PDP gemessene Temperatur des Gasgemischs darf um nicht mehr als  $\pm 6 \text{ K}$  vom Durchschnittswert der während der Prüfung ermittelten Betriebstemperatur abweichen, wenn keine Durchflussmengenkompensation (EFC) stattfindet. Eine Durchflussmengenkompensation ist nur zulässig, wenn die Temperatur am Einlass der PDP die Temperatur von  $323 \text{ K}$  ( $50 \text{ }^\circ\text{C}$ ) nicht überschreitet.

## CFV      Venturirohr mit kritischer Strömung

Das CFV misst den Gesamtdurchfluss des verdünnten Abgases unter abgedrosselten Bedingungen (kritische Strömung). Der bei laufendem CFV-System gemessene statische Abgasgedruck darf um höchstens  $\pm 1,5 \text{ kPa}$

von dem statischen Druck abweichen, der bei gleicher Motordrehzahl und Belastung ohne Anschluss an das CFV gemessen wird. Die unmittelbar vor dem CFV gemessene Temperatur des Gasgemischs darf um nicht mehr als  $\pm 11$  K vom Durchschnittswert der während der Prüfung ermittelten Betriebstemperatur abweichen, wenn keine Durchflussmengenkompensation (EFC) stattfindet.

SSV Venturirohr mit subsonischer Strömung

Das SSV misst den Gesamtdurchsatz des verdünnten Abgases nach der Strömungsfunktion eines Venturirohrs mit subsonischer Strömung in Abhängigkeit von Eintrittsdruck und -temperatur sowie des Druckgefälles zwischen dem Eintritt und der Einschnürung des Venturirohrs. Der bei laufendem SSV-System gemessene statische Abgasgegendruck darf um höchstens  $\pm 1,5$  kPa von dem statischen Druck abweichen, der bei gleicher Motordrehzahl und Belastung ohne Anschluss an das SSV gemessen wird. Die unmittelbar vor dem SSV gemessene Temperatur des Gasgemischs darf um nicht mehr als  $\pm 11$  K vom Durchschnittswert der während der Prüfung ermittelten Betriebstemperatur abweichen, wenn keine Durchflussmengenkompensation (EFC) stattfindet.

HE Wärmetauscher (optional)

Die Leistung des Wärmetauschers muss ausreichen, um die Temperatur innerhalb der oben genannten Grenzwerte zu halten. Wird mit Durchflussmengenkompensation (EFC) gearbeitet, ist kein Wärmetauscher erforderlich.

EFC Elektronische Durchflussmengenkompensation (optional)

Wird die Temperatur an der Einlassöffnung der PDP oder des CFV oder des SSV nicht innerhalb der genannten Grenzwerte gehalten, ist für die kontinuierliche Messung der Durchflussmenge und zur Regelung der verhältnismäßigen Probenahme im Partikelsystem ein elektronisches System zur Durchflussmengenkompensation erforderlich. Dabei werden die Signale des kontinuierlich gemessenen Durchsatzes verwendet, um den Proben-durchsatz durch die Partikelfilter auf  $\pm 2,5$  % konstant zu halten (siehe Abbildung 17).

DT Verdünnungstunnel (Vollstrom)

Der Verdünnungstunnel:

- a) muss einen genügend kleinen Durchmesser haben, um eine turbulente Strömung zu erzeugen (Reynoldszahl  $Re$  größer als 4 000, wobei sich  $Re$  auf den Innendurchmesser des Verdünnungstunnels bezieht) und so lang sein, dass sich das Abgas mit dem Verdünnungsgas vollständig vermischt,
- b) kann mit einer Isolierung versehen sein,
- c) kann so weit erhitzt sein, dass die Wandtemperatur Wasserablagerungen beseitigt.

Die Motorabgase sind stromabwärts zum Eintritt in den Verdünnungstunnel zu leiten und intensiv zu vermischen. Es kann eine Mischblende verwendet werden.

Beim Doppelverdünnungssystem wird eine Probe aus dem Verdünnungstunnel zu einem sekundären Verdünnungstunnel geleitet und dort weiter verdünnt, und dann durch die Probenahmefilter geleitet (Abbildung 17). Das Sekundärverdünnungssystem muss so viel Sekundärverdünnungsgas liefern, dass der doppelt verdünnte Abgasstrom unmittelbar vor dem Partikelfilter auf einer Temperatur zwischen 315 K (42 °C) und 325 K (52 °C) gehalten wird.

DAF Filter für Verdünnungsmittel

Das Verdünnungsmittel (Umgebungsluft, synthetische Luft oder Stickstoff) ist mit einem HEPA-Filter mit einem Anfangs-Abscheidegrad von mindestens 99,97 % gemäß EN 1822-1 (Filterklasse H14 oder besser), ASTM F 1471-93 oder einer gleichwertigen Norm zu filtern.

PSP Partikel-Probenahmesonde

Die Sonde bildet den vordersten Abschnitt des Partikel-Übertragungsrohrs PTT und

- a) muss strömungsaufwärts weisend und an einer Stelle angeordnet sein, wo das Verdünnungsgas und die Abgase gut vermischt sind, d. h. koaxial mit dem Verdünnungstunnel DT und ungefähr 10 Tunneldurchmesser strömungsabwärts hinter dem Punkt, an dem die Abgase in den Verdünnungstunnel eintreten;
- b) muss einen Innendurchmesser von mindestens 8 mm haben;
- c) kann durch Direktbeheizung oder durch Vorheizen des Verdünnungsgases auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) erwärmt werden, sofern die Lufttemperatur vor Eintritt des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht übersteigt;

d) kann mit einer Isolierung versehen sein.

#### A.2.2.5. Beschreibung des Partikel-Probenahmesystems

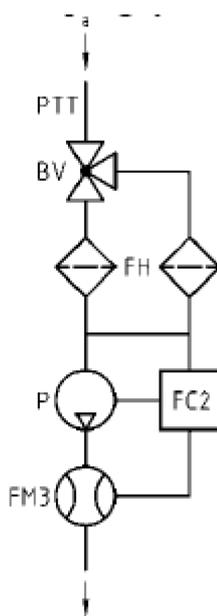
Das Partikel-Probenahmesystem wird zur Abscheidung der Partikel im Partikelfilter benötigt (Abbildungen 16 und 17). Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen mit Gesamtprobenahme, bei denen die gesamte Probe des verdünnten Abgases durch die Filter geleitet wird, bilden das Verdünnungssystem und das Probenahmesystem in der Regel eine Einheit (siehe Abbildung 12). Bei Teilstrom- oder Vollstrom-Verdünnungssystemen mit Teilprobenahme, bei denen nur ein Teil des verdünnten Abgases durch die Filter geleitet wird, sind das Verdünnungs- und das Probenahmesystem in der Regel getrennte Einheiten.

Bei einem Teilstrom-Verdünnungssystem wird, wie in Abbildung 16 dargestellt, eine Probe des verdünnten Abgases mit Hilfe der Probenahmepumpe P durch die Partikel-Probenahmesonde PSP und das Partikelübertragungsrohr PTT aus dem Verdünnungstunnel DT entnommen. Anschließend wird die Probe durch den/die Filterhalter FH geleitet, in dem/denen die Partikel-Probenahmefilter enthalten sind. Der Probendurchsatz wird mit dem Durchflussregler FC3 geregelt.

Bei einem Vollstrom-Verdünnungssystem muss, wie in Abbildung 17 dargestellt, ein Partikel-Probenahmesystem mit Doppelverdünnung eingesetzt werden. Eine Probe des verdünnten Abgases wird durch die Partikelprobenahmesonde PSP und das Partikelübertragungsrohr PTT aus dem Verdünnungstunnel DT in den Sekundärverdünnungstunnel SDT geleitet, wo sie nochmals verdünnt wird. Anschließend wird die Probe durch den/die Filterhalter FH geleitet, in dem/denen die Partikel-Probenahmefilter enthalten sind. Der Verdünnungsmitteldurchsatz ist in der Regel konstant, während der Probendurchsatz mit dem Durchflussregler FC3 geregelt wird. Bei Verwendung der elektronischen Durchflusskompensation EFC (siehe Abbildung 15) dient der Durchsatz des gesamten verdünnten Abgases als Steuersignal für FC3.

Abbildung 16

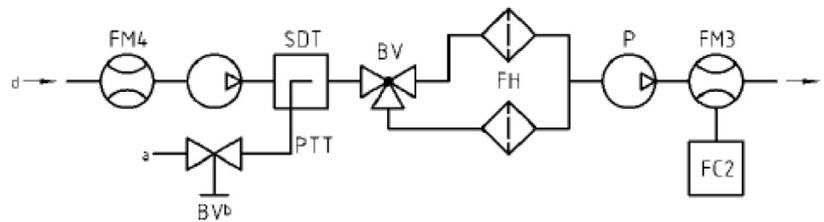
#### Schema des Partikel-Probenahmesystems



a = vom Verdünnungstunnel

Abbildung 17

**Schema eines Partikel-Probenahmesystems mit doppelter Verdünnung**



a = verdünntes Abgas vom DT,      b = optional,      c = Entlüftung,      d = Sekundärverdünnungsmittel

A.2.2.6. Komponenten der Abbildungen 16 (nur Teilstrom-Verdünnungssystem) und 17 (nur Vollstrom-Verdünnungssystem)

PTT      Partikelübertragungsrohr

Das Partikelübertragungsrohr

- a) muss gegenüber den Partikeln (PM) inert sein,
- b) kann auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) erwärmt werden,
- c) kann mit einer Isolierung versehen sein.

SDT      Sekundärverdünnungstunnel (nur Abbildung 17)

Der Sekundärverdünnungstunnel

- a) muss eine hinreichende Länge und einen hinreichenden Durchmesser haben, um den Verweilzeit-Anforderungen des Absatzes 9.4.2 Buchstabe f dieses Anhangs gerecht zu werden,
- b) kann auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) erwärmt werden,
- c) kann mit einer Isolierung versehen sein.

FH      Filterhalter

Der Filterhalter

- a) muss für den Übergang vom Durchmesser der Übertragungsleitung zum exponierten Durchmesser der Filterfrontfläche, einen (von der Mitte) divergierenden Konuswinkel von 12,5° aufweisen,
- b) kann auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) erwärmt werden,
- c) kann mit einer Isolierung versehen sein.

Mehrfilteraufnahmen (automatische Wechsler) sind zulässig, sofern sie zwischen den Probefiltern keine Wechselwirkungen erzeugen.

PTFE-Membranfilter müssen im Filterhalter in einer speziellen Kassette untergebracht werden.

Ein Trägheitsvorklassierer mit einem 50 %-Trennschnitt zwischen 2,5 µm und 10 µm ist strömungsaufwärts unmittelbar vor dem Filterhalter anzuordnen, wenn als Probenahmesonde ein strömungsaufwärts weisendes offenes Rohr verwendet wird.

P      Probenahmepumpe

FC2      Durchflussregler

Zur Regelung des Partikelproben-Durchsatzes ist ein Durchflussregler einzusetzen.

FM3 Durchflussmessgerät

Gasmess- oder Durchflussmessgerät zur Bestimmung des Partikelprobedurchsatzes durch den Partikelfilter. Das Gerät kann vor oder nach der Probenahmepumpe P angeordnet werden.

FM4 Durchflussmessgerät

Gasmess- oder Durchflussmessgerät zur Bestimmung des Sekundärverdünnungsmittelstroms durch den Partikelfilter.

BV Kugelventil (optional)

Der Innendurchmesser des Kugelventils darf nicht kleiner sein als der Innendurchmesser des Partikelübertragungsrohrs PTT, und seine Schaltzeit muss weniger als 0,5 Sekunden betragen.

---

## Anlage 3

## Statistische Hilfsmittel

## A.3.1. Mittelwert und Standardabweichung

Der arithmetische Mittelwert ist wie folgt zu berechnen:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (102)$$

Die Standardabweichung ist wie folgt zu berechnen:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (103)$$

## A.3.2. Regressionsanalyse

Die Neigung der Regression ist wie folgt zu berechnen:

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}) \times (x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (104)$$

Der y-Achsenabschnitt der Regressionsgeraden ist wie folgt zu berechnen:

$$a_0 = \bar{y} - (a_1 \times \bar{x}) \quad (105)$$

Die Standardabweichung vom Schätzwert (SEE) ist wie folgt zu berechnen:

$$SEE = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - (a_1 \times x_i)]^2}}{n-2} \quad (106)$$

Der Bestimmungskoeffizient ist wie folgt zu berechnen:

$$r^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - (a_1 \times x_i)]^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (107)$$

## A.3.3. Bestimmung der Gleichwertigkeit der Systeme

Die Gleichwertigkeit von Systemen im Sinne von Absatz 5.1.1 dieses Anhangs ist durch eine sieben oder mehr Probenpaare umfassende Korrelationsstudie zwischen dem zu prüfenden System und einem der Bezugssysteme dieses Anhangs unter Verwendung der geeigneten Prüfzyklen zu ermitteln. Die anzuwendenden Kriterien der Gleichwertigkeit sind die des F-Tests und des zweiseitigen Student t-Tests.

Mit dieser statistischen Methode wird die Hypothese überprüft, dass die Standardabweichung der Grundgesamtheit und der Mittelwert einer Emission, die am zu prüfenden System ermittelt werden, sich nicht von der Standardabweichung und dem Mittelwert unterscheiden, die am Bezugssystem ermittelt werden. Die Hypothese ist auf der Grundlage eines Signifikanzniveaus von 10 % für  $F$  und  $t$  zu überprüfen. Die kritischen Werte von  $F$  und  $t$  für sieben bis zehn Stichprobenpaare finden sich in Tabelle 9. Sind die nach den nachstehenden Formeln errechneten Werte von  $F$  und  $t$  größer als die kritischen Werte, ist das zu prüfende System nicht gleichwertig.

Es ist wie folgt vorzugehen. Die Indizes R und C bezeichnen das Bezugssystem und das zu prüfende System.

- a) Am zu prüfenden System und am Bezugssystem sind mindestens sieben Prüfungen vorzugsweise parallel durchzuführen. Die Zahl der Prüfungen wird jeweils mit  $n_R$  und  $n_C$  bezeichnet.
- b) Die Mittelwerte  $\bar{x}_R$  und  $\bar{x}_C$  und die Standardabweichungen  $s_R$  und  $s_C$  sind zu errechnen.

c) Der Wert  $F$  errechnet sich wie folgt:

$$F = \frac{s_{\text{major}}^2}{s_{\text{minor}}^2} \quad (108)$$

(Die größere der beiden Standardabweichungen  $s_R$  oder  $s_C$  ist in den Zähler zu setzen.)

d) Der Wert  $t$  errechnet sich wie folgt:

$$t = \frac{|\bar{x}_C - \bar{x}_R|}{\sqrt{s_C^2/n_C + s_R^2/n_R}} \quad (109)$$

e) Die errechneten Werte von  $F$  und  $t$  sind mit den in Tabelle 9 aufgeführten kritischen Werten von  $F$  und  $t$  für die jeweilige Stichprobengröße zu vergleichen. Wird mit größeren Stichproben gearbeitet, sind die statistischen Tabellen für ein Signifikanzniveau von 10 % (Konfidenzniveau 90 %) heranzuziehen.

f) Die Freiheitsgrade ( $df$ ) sind wie folgt zu ermitteln:

$$\text{Für den F-test: } df1 = n_R - 1, df2 = n_C - 1 \quad (110)$$

$$\text{Für den t-test: } df = (n_C + n_R - 2)/2 \quad (111)$$

g) Feststellung der Gleichwertigkeit:

- i) Ist  $F < F_{\text{crit}}$  und  $t < t_{\text{crit}}$ , so ist das zu prüfende System dem Bezugssystem dieses Anhangs gleichwertig.
- ii) Ist  $F \geq F_{\text{crit}}$  oder  $t \geq t_{\text{crit}}$ , so ist das zu prüfende System dem Bezugssystem dieses Anhangs nicht gleichwertig.

Tabelle 9

**Werte von F und t für ausgewählte Stichprobengrößen**

Stichproben- größe	F-Test		t-Test	
	df	$F_{\text{crit}}$	df	$t_{\text{crit}}$
7	6, 6	3,055	6	1,943
8	7, 7	2,785	7	1,895
9	8, 8	2,589	8	1,860
10	9, 9	2,440	9	1,833

## Anlage 4

**Überprüfung des Kohlenstoffdurchsatzes**

## A.4.1. Vorbemerkung

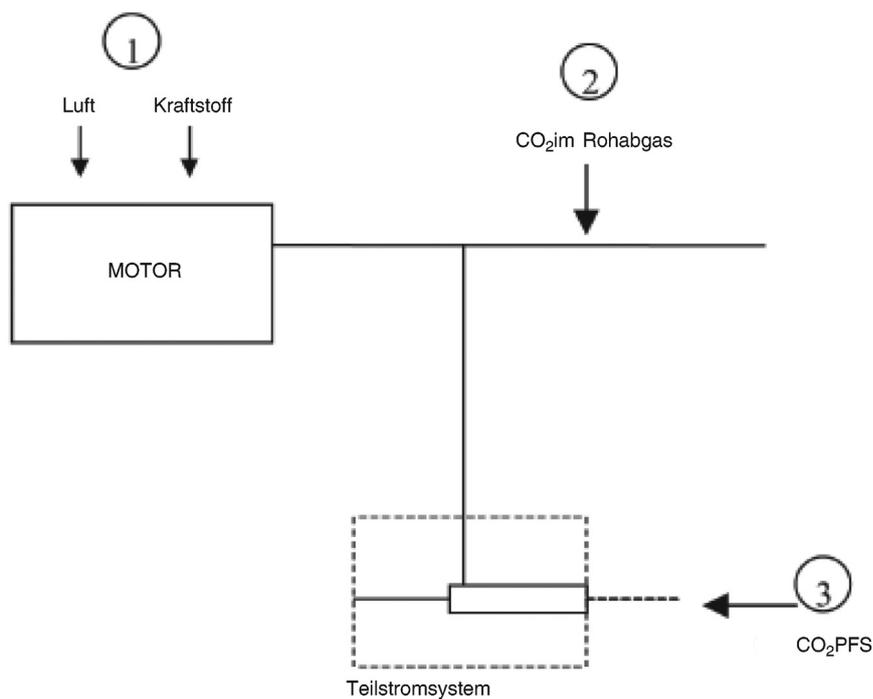
Bis auf einen winzigen Teil stammt der gesamte Kohlenstoff im Abgas aus dem Kraftstoff und bis auf einen minimalen Anteil ist er im Abgas als CO<sub>2</sub> feststellbar. Dies bildet die Grundlage für eine Überprüfung des Systems anhand von CO<sub>2</sub>-Messungen.

Der in die Abgasmesssysteme strömende Kohlenstoffstrom ist vom Kraftstoffdurchsatz abhängig. An mehreren Probenahmestellen innerhalb der Beprobungssysteme für Emissionen und Partikel wird der Kohlenstoffstrom anhand der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen und der Gasdurchsätze an diesen Stellen bestimmt.

Demzufolge stellt der Motor eine bekannte Quelle eines Kohlenstoffstroms dar, und die Beobachtung dieses Kohlenstoffstroms im Auspuffrohr und am Austritt des Teilstrom-Partikel-Probenahmesystems ermöglicht die Überprüfung auf Leckdichtigkeit und Genauigkeit der Durchflussmessung. Diese Prüfung hat den Vorteil, dass die Bestandteile hinsichtlich Temperatur und Durchsatz unter tatsächlichen Motorprüfbedingungen arbeiten.

In der folgenden Abbildung 18 sind die Probenahmestellen eingetragen, an denen die Kohlenstoffdurchsätze zu prüfen sind. Die spezifischen Gleichungen für die Kohlenstoffdurchsätze an jeder der Probenahmestellen werden im Folgenden angegeben.

Abbildung 18

**Messstellen für die Überprüfung des Kohlenstoffdurchsatzes**

## A.4.2. Kohlenstoffdurchsatz am Motoreintritt (Stelle 1)

Der Kohlenstoffdurchsatz am Motoreintritt wird für einen Kraftstoff des Typs CH<sub>a</sub>O<sub>e</sub> wie folgt bestimmt:

$$q_{mf} = \frac{12,011}{12,011 + 1,00794a + 15,9994e} \cdot q_{mf} \quad (112)$$

Dabei ist:

$q_{mf}$  Massendurchsatz des Kraftstoffs, kg/s.

## A.4.3. Kohlenstoffdurchsatz im Rohabgas (Stelle 2)

Der Kohlenstoffmassendurchsatz im Auspuffrohr des Motors wird aus der Konzentration des rohen CO<sub>2</sub> und dem Massendurchsatz des Abgases bestimmt.

$$q_{mCe} = \left( \frac{c_{\text{CO}_2,r} - c_{\text{CO}_2,a}}{100} \right) \times q_{mew} \times \frac{12,011}{M_e} \quad (113)$$

Dabei ist:

$c_{\text{CO}_2,r}$  die Konzentration des feuchten CO<sub>2</sub> im Rohabgas, %,

$c_{\text{CO}_2,a}$  die Konzentration des feuchten CO<sub>2</sub> in der Umgebungsluft, %,

$q_{mew}$  der Massendurchsatz des Abgases, feucht, kg/s,

$M_e$  die Molmasse des Abgases, g/mol.

Wird die CO<sub>2</sub>-Konzentration für den trockenen Bezugszustand gemessen, so ist sie nach Absatz 8.1 dieses Anhangs in den feuchten Bezugszustand umzurechnen.

## A.4.4. Kohlenstoffdurchsatz im Verdünnungssystem (Stelle 3)

Bei einem Teilstrom-Verdünnungssystem ist das Teilungsverhältnis zu berücksichtigen. Der Kohlenstoffdurchsatz wird aus der Konzentration des verdünnten CO<sub>2</sub>, dem Abgasmassendurchsatz und dem Probedurchsatz berechnet:

$$q_{mCp} = \left( \frac{c_{\text{CO}_2,r} - c_{\text{CO}_2,a}}{100} \right) \times q_{mdew} \times \frac{12,011}{M_e} \times \frac{q_{mew}}{q_{mp}} \quad (114)$$

Dabei ist:

$c_{\text{CO}_2,d}$  die Konzentration des feuchten CO<sub>2</sub> im verdünnten Abgas am Austritt des Verdünnungstunnels, %,

$c_{\text{CO}_2,a}$  die Konzentration des feuchten CO<sub>2</sub> in der Umgebungsluft, %,

$q_{mew}$  der Massendurchsatz des Abgases, feucht, kg/s,

$q_{mp}$  der Abgasprobenahmestrom am Eintritt des Teilstrom-Verdünnungssystems, kg/s,

$M_e$  die Molmasse des Abgases, g/mol.

Wird die CO<sub>2</sub>-Konzentration für den trockenen Bezugszustand gemessen, so ist sie nach Absatz 8.1 dieses Anhangs in den feuchten Bezugszustand umzurechnen.

## A.4.5. Berechnung der Molmasse des Abgases

Die Molmasse des Abgases ist nach Formel 41 in Absatz 8.4.2.4 dieses Anhangs zu berechnen.

Alternativ kann mit folgenden Molmassen gerechnet werden:

$M_e$  (Diesel) = 28,9 g/mol.

$M_e$  (Flüssiggas/LPG) = 28,6 g/mol.

$M_e$  (Erdgas/NG) = 28,3 g/mol.

## Anlage 5

**Beispiel für ein Berechnungsverfahren**

## A.5.1. Entnormierungsverfahren für Drehzahl und Drehmoment

Als Beispiel soll folgender Prüfpunkt entnormiert werden:

Prozent Drehzahl = 43 Prozent

Prozent Drehmoment = 82 Prozent

Unter der Annahme folgender Werte:

$$n_{lo} = 1\,015 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{hi} = 2\,200 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{pref} = 1\,300 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{idle} = 600 \text{ min}^{-1}$$

folgt

$$\text{tatsächliche Drehzahl} = \frac{43 \times (0,45 \times 1015 + 0,45 \times 1300 + 0,1 \times 2200 - 600) \times 2,0327}{100} + 600 = 1,178 \text{ min}^{-1}$$

Mit dem höchsten Drehmoment von 700 Nm aus der Abbildungskurve bei 1,178 min<sup>-1</sup> folgt

$$\text{tatsächliches Drehmoment} = \frac{82 \times 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

## A.5.2. Basisdaten für stöchiometrische Berechnungen

Atommasse von Wasserstoff	1,00794 g/Atom
Atommasse von Kohlenstoff	12,011 g/Atom
Atommasse von Schwefel	32,065 g/Atom
Atommasse von Stickstoff	14,0067 g/Atom
Atommasse von Sauerstoff	15,9994 g/Atom
Atommasse von Argon	39,9 g/Atom
Molmasse von Wasser	18,01534 g/mol.
Molmasse von Kohlendioxid	44,01 g/mol.
Molmasse von Kohlenmonoxid	28,011 g/mol
Molmasse von Sauerstoff	31,9988 g/mol.
Molmasse von Stickstoff	28,011 g/mol.
Molmasse von Stickstoffmonoxid	30,008 g/mol.
Molmasse von Stickstoffdioxid	46,01 g/mol.
Molmasse von Schwefeldioxid	64,066 g/mol.
Molmasse von trockener Luft	28,965 g/mol.

Unter der Annahme, dass keine Komprimierbarkeitseffekte auftreten, können alle am Arbeitsspiel des Motors beteiligten Gase als ideal betrachtet werden, sodass für alle volumetrischen Berechnungen nach der Avogadro'schen Hypothese das Molvolumen von 22,414 l/mol angesetzt werden kann.

## A.5.3. Gasförmige Emissionen (Dieselkraftstoff)

Die Messdaten für eine einzelne Phase des Prüfzyklus (Datenerfassungsrate 1 Hz) zur Berechnung der momentanen Emissionsmassen sind nachstehend wiedergegeben. Bei diesem Beispiel werden CO und NO<sub>x</sub> auf trockener und HC auf feuchter Basis gemessen. Die HC-Konzentration wird als Propanäquivalent (C3) ausgedrückt und muss zur Ermittlung des C1-Äquivalents mit 3 multipliziert werden. Die Berechnungsmethode gilt auch für die übrigen Prüfphasen.

In dem Berechnungsbeispiel sind zur Verdeutlichung die gerundeten Zwischenergebnisse der einzelnen Schritte angegeben. Es ist zu beachten, dass bei einer realen Berechnung das Runden von Zwischenergebnissen unzulässig ist (siehe Absatz 8 dieses Anhangs).

$T_{a,i}$ (K)	$H_{a,i}$ (g/kg)	$W_{act}$ (kWh)	$q_{mew,i}$ (kg/s)	$q_{maw,i}$ (kg/s)	$q_{mf,i}$ (kg/s)	$c_{HC,i}$ (ppm)	$c_{CO,i}$ (ppm)	$c_{NO_x,i}$ (ppm)
295	8,0	40	0,155	0,150	0,005	10	40	500

Dabei wird folgende Kraftstoffzusammensetzung zugrunde gelegt:

Bauteil	Molverhältnis	Massen-%
H	$\alpha = 1,8529$	$w_{ALF} = 13,45$
C	$\beta = 1,0000$	$w_{BET} = 86,50$
S	$\gamma = 0,0002$	$w_{GAM} = 0,050$
N	$\delta = 0,0000$	$w_{DEL} = 0,000$
O	$\varepsilon = 0,0000$	$w_{EPS} = 0,000$

1. Schritt: Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugszustand (Absatz 8.1 dieses Anhangs):

Formel (16):

$$k_f = 0,055584 \times 13,45 - 0,0001083 \times 86,5 - 0,0001562 \times 0,05 = 0,7382$$

Formel (13):

$$k_{w,a} = \left( 1 - \frac{1,2434 \times 8 + 111,12 \times 13,45 \times \frac{0,005}{0,148}}{773,4 + 1,2434 \times 8 + \frac{0,005}{0,148} \times 0,7382 \times 1,000} \right) \times 1,008 = 0,9331$$

Formel (12):

$$c_{CO,i} \text{ (feucht)} = 40 \times 0,9331 = 37,3 \text{ ppm}$$

$$c_{NO_x,i} \text{ (feucht)} = 500 \times 0,9331 = 466,6 \text{ ppm}$$

2. Schritt: Korrektur der  $NO_x$ -Konzentration unter Berücksichtigung von Temperatur und Feuchtigkeit (Absatz 8.2.1 dieses Anhangs):

Formel (23):

$$k_{h,D} = \frac{15,698 \times 8,00}{1\,000} + 0,832 = 0,9576$$

3. Schritt: Berechnung der momentanen Emissionen in jeder Phase des Prüfzyklus (Absatz 8.4.2.3 dieses Anhangs):

Formel (36):

$$m_{HC,i} = 10 \times 3 \times 0,155 = 4,650$$

$$m_{CO,i} = 37,3 \times 0,155 = 5,782$$

$$m_{NO_x,i} = 466,6 \times 0,9576 \times 0,155 = 69,26$$

4. Schritt: Berechnung der Emissionsmassen über den Prüfzyklus durch Integration der Momentanwerte und der  $u$ -Werte aus Tabelle 5 Absatz 8.4.2.3 dieses Anhangs):

Der folgenden Berechnung liegen der WHTC-Prüfzyklus (1,800 s) und gleiche Emissionswerte für jede Zyklusphase zugrunde.

Formel (36):

$$m_{\text{HC}} = 0,000479 \times \sum_{i=1}^{1800} 4,650 = 4,01 \text{ g/test}$$

$$m_{\text{CO}} = 0,000966 \times \sum_{i=1}^{1800} 5,782 = 10,05 \text{ g/test}$$

$$m_{\text{NO}_x} = 0,001586 \times \sum_{i=1}^{1800} 69,26 = 197,72 \text{ g/test}$$

5. Schritt: Berechnung der spezifischen Emissionen (Absatz 8.6.3 dieses Anhangs):

Formel (69):

$$e_{\text{HC}} = 4,01/40 = 0,10 \text{ g/kWh}$$

$$e_{\text{CO}} = 10,05/40 = 0,25 \text{ g/kWh}$$

$$e_{\text{NO}_x} = 197,72/40 = 4,94 \text{ g/kWh}$$

#### A.5.4. Partikelemissionen (Dieselkraftstoff)

P <sub>b,b</sub> (kPa)	P <sub>b,a</sub> (kPa)	W <sub>act</sub> (kWh)	q <sub>mew,i</sub> (kg/s)	q <sub>mf,i</sub> (kg/s)	q <sub>mdw,i</sub> (kg/s)	q <sub>mdew,i</sub> (kg/s)	m <sub>uncor,b</sub> (mg)	m <sub>uncor,a</sub> (mg)	m <sub>sep</sub> (kg)
99	100	40	0,155	0,005	0,0015	0,0020	90,0000	91,7000	1,515

1. Schritt: Berechnung von  $m_{\text{edf}}$  (Absatz 8.4.3.2.2 dieses Anhangs):

Formel (48):

$$r_{d,1} = \frac{0,002}{(0,002 - 0,0015)} = 4$$

Formel (47):

$$q_{\text{medf},1} = 0,155 \times 4 = 0,620 \text{ kg/s}$$

Formel (46):

$$m_{\text{edf}} = \sum_{i=1}^{1800} 0,620 = 1,116 \text{ kg/test}$$

2. Schritt: Korrektur der Partikelmasse um die Auftriebskraft (Absatz 8.3 dieses Anhangs):

Vor der Prüfung:

Formel (26):

$$\rho_{a,b} = \frac{99 \times 28,836}{8,3144 \times 295} = 1,164 \text{ kg/m}^3$$

Formel (25):

$$m_{f,T} = 90,0000 \times \frac{(1 - 1,164/8\,000)}{(1 - 1,164/2\,300)} = 90,0325 \text{ mg}$$

Nach der Prüfung:

Formel (26):

$$\rho_{a,a} = \frac{100 \times 28,836}{8,3144 \times 295} = 1,176 \text{ kg/m}^3$$

Formel (25):

$$m_{f,G} = 91,7000 \times \frac{(1 - 1,176/8\,000)}{(1 - 1,176/2\,300)} = 91,7334 \text{ mg}$$

Formel (27):

$$m_p = 91,7334 \text{ mg} - 90,0325 \text{ mg} = 1,7009 \text{ mg}$$

3. Schritt: Berechnung der Partikelmassenemission (Absatz 8.4.3.2.2 dieses Anhangs):

Formel (45):

$$m_{PM} = \frac{1,7009 \times 1\,166}{1,515 \times 1\,000} = 1,253 \text{ g/test}$$

4. Schritt: Berechnung der spezifischen Emission (Absatz 8.6.3 dieses Anhangs):

Formel (69):

$$e_{PM} = 1,253/40 = 0,031 \text{ g/kWh}$$

#### A.5.5. $\lambda$ -Verschiebungsfaktor ( $S_\lambda$ )

##### A.5.5.1. Berechnung des $\lambda$ -Verschiebungsfaktors ( $S_\lambda$ )<sup>(1)</sup>

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert}\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}}$$

Dabei ist:

$S_\lambda$  =  $\lambda$ -Verschiebungsfaktor,

inert % = Vol.-% der Inertgase im Kraftstoff (d. h. N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, He usw.),

O<sub>2</sub>\* = Vol.-% des ursprünglichen Sauerstoffs im Kraftstoff,

n und m = beziehen sich auf durchschnittliche C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>-Werte, die den Kohlenwasserstoffgehalt des Kraftstoffs repräsentieren, d. h.:

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{\text{C}_2\%}{100}\right] + 3 \times \left[\frac{\text{C}_3\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{\text{C}_4\%}{100}\right] + 5 \times \left[\frac{\text{C}_5\%}{100}\right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent}\%}{100}}$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_4\%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{\text{C}_3\text{H}_6\%}{100}\right] + \dots + 8 \times \left[\frac{\text{C}_3\text{H}_8\%}{100}\right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent}\%}{100}}$$

Dabei ist:

CH<sub>4</sub> = Vol.-% Methan im Kraftstoff,

C<sub>2</sub> = Vol.-% aller C<sub>2</sub>-Kohlenwasserstoffe (z. B.: C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> usw.) im Kraftstoff,

C<sub>3</sub> = Vol.-% aller C<sub>3</sub>-Kohlenwasserstoffe (z. B.: C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>, usw.) im Kraftstoff,

<sup>(1)</sup> Stoichiometric Air/Fuel ratios of automotive fuels - SAE J1829, Juni 1987. John B. Heywood, Internal combustion engine fundamentals, McGraw-Hill, 1988, Chapter 3.4 „Combustion stoichiometry“ (Seiten 68 bis 72).

$C_4$  = Vol.-% aller  $C_4$ -Kohlenwasserstoffe (z. B.:  $C_4H_{10}$ ,  $C_4H_8$ , usw.) im Kraftstoff,

$C_5$  = Vol.-% aller  $C_5$ -Kohlenwasserstoffe (z. B.:  $C_5H_{12}$ ,  $C_5H_{10}$ , usw.) im Kraftstoff,

Verdünnungsgas =

Vol.-% der Verdünnungsgase im Kraftstoff (d. h.  $O_2^*$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ , He, usw.).

A.5.5.2. Beispiele für die Berechnung des  $\lambda$ -Verschiebungsfaktors  $S_\lambda$ :

Beispiel 1: G25:  $CH_4$  = 86 Vol.-%,  $N_2$  = 14 Vol.-%

$$n = \frac{1 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[ \frac{C_2\%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,86}{1 - \frac{14}{100}} = \frac{0,86}{0,86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 4 \times \left[ \frac{C_2H_4\%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0,86}{0,86} = 4$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert}\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{14}{100}\right) \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)} = 1,16$$

Beispiel 2:  $G_R$ :  $CH_4$  = 87 Vol.-%,  $C_2H_6$  = 13 Vol.-%

$$n = \frac{1 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[ \frac{C_2\%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,87 + 2 \times 0,13}{1 - \frac{0}{100}} = \frac{1,13}{1} = 1,13$$

$$m = \frac{4 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 4 \times \left[ \frac{C_2H_4\%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0,87 + 6 \times 0,13}{1} = 4,26$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert}\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{0}{100}\right) \times \left(1,13 + \frac{4,26}{4}\right)} = 0,911$$

Beispiel 3: USA:  $CH_4$  = 89 %,  $C_2H_6$  = 4,5 %,  $C_3H_8$  = 2,3 %,  $C_6H_{14}$  = 0,2 %,  $O_2$  = 0,6 %,  $N_2$  = 4 %

$$n = \frac{1 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[ \frac{C_2\%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,89 + 2 \times 0,045 + 3 \times 0,023 + 4 \times 0,002}{1 - \frac{0,64 + 4}{100}} = 1,11$$

$$m = \frac{4 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 4 \times \left[ \frac{C_2H_4\%}{100} \right] + 6 \times \left[ \frac{C_2H_6\%}{100} \right] + \dots + 8 \times \left[ \frac{C_3H_8\%}{100} \right]}{1 - \frac{\text{diluent \%}}{100}} =$$

$$= \frac{4 \times 0,89 + 4 \times 0,045 + 8 \times 0,023 + 14 \times 0,002}{1 - \frac{0,6 + 4}{100}} = 4,24$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert}\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{4}{100}\right) \tilde{n} \left(1,11 + \frac{4,24}{4}\right) - \frac{0,6}{100}} = 0,96$$

## Anlage 6

**Aufbau der Hilfseinrichtungen und Vorrichtungen für Emissionsprüfungen**

Nummer	Hilfseinrichtungen	Für Emissionsprüfung angebaut
1	Ansaugsystem	
	Ansaugkrümmer	Ja
	Kurbelgehäuseentlüftung	Ja
	Betätigungseinrichtungen für Doppel-Ansaugkrümmer	Ja
	Luftmengenmesser	Ja
	Lufteinlasskanal	Ja, oder Prüfzellausstattung
	Luftfilter	Ja, oder Prüfzellausstattung
	Ansauggeräuschkämpfer	Ja, oder Prüfzellausstattung
	Drehzahlbegrenzer	Ja
2	Einlassvorwärmvorrichtung des Ansaugkrümmers	Ja, möglichst günstig platzieren
3	Auspuffanlage	
	Auspuffkrümmer	Ja
	Verbindungsrohre	Ja
	Schalldämpfer	Ja
	Auspuffendrohr	Ja
	Abgasbremse	Nein, oder zur Gänze geöffnet
	Einrichtung zur Aufladung	Ja
4	Kraftstoffpumpe	Ja
5	Ausrüstung für Gasmotoren	
	Elektronisches Steuersystem, Luftmengenmesser usw.	Ja
	Druckminderer	Ja
	Verdampfer	Ja
	Mischer	Ja
6	Kraftstoffeinspritzung	
	Vorfilter	Ja
	Filter	Ja
	Pumpe	Ja
	Hochdruckpumpe	Ja
	Einspritzdüse	Ja
	Lufteinlassventil	Ja
	Elektronisches Steuersystem, Sensoren usw.	Ja
	Regler/Steuersystem	Ja
	Automatischer Regelstangen-Volllastanschlag in Abhängigkeit von den atmosphärischen Bedingungen	Ja

Nummer	Hilfseinrichtungen	Für Emissionsprüfung angebaut
7	Flüssigkeitskühlung	
	Kühler	Nein
	Lüfter	Nein
	Lüfterabdeckung	Nein
	Wasserpumpe	Ja
	Thermostat	Ja, kann vollkommen offen angebracht werden
8	Luftkühlung	
	Abdeckung	Nein
	Lüfter oder Gebläse	Nein
	Einrichtung zur Temperaturregelung	Nein
9	Elektrische Anlage	
	Lichtmaschine	Nein
	Zündspule(n)	Ja
	Verkabelung	Ja
	Elektronisches Steuergerät	Ja
10	Luftzufuhr	
	Verdichter, direkt durch den Motor und/oder durch die Abgase angetrieben	Ja
	Ladeluftkühler	Ja, oder Prü fzellenausstattung
	Kühlmittelpumpe oder Kühlgebläse (motorgetrieben)	Nein
	Kühlmittel-Durchflussregler	Ja
11	Umweltschutzvorrichtung (Abgasnachbehandlungssystem)	Ja
12	Anlasssystem	Ja, oder Prü fzellenausstattung
13	Schmierölpumpe	Ja

## Anlage 7

**Verfahren zur Messung von Ammoniak**

- A.7.1. Nachfolgend ist das Verfahren zur Messung von Ammoniak (NH<sub>3</sub>) beschrieben. Bei nichtlinearen Analysatoren ist die Verwendung von Linearisierungsschaltkreisen zulässig.
- A.7.2. Zwei Messprinzipien sind für die NH<sub>3</sub>-Messung spezifiziert und jedes Prinzip kann angewendet werden, sofern es die in Absatz A.7.2.1 oder A.7.2.2 angegebenen Kriterien erfüllt. Gastrockner sind für die NH<sub>3</sub>-Messung nicht zulässig.
- A.7.2.1. Diodenlaserspektrometer (LDS)
- A.7.2.1.1. Messprinzip
- Das LDS verwendet das Prinzip der Einlinienspektroskopie. Die NH<sub>3</sub>-Absorptionslinie wird im nahen infraroten Spektralbereich gewählt und durch einen einmodigen Diodenlaser gescannt.
- A.7.2.1.2. Anbringung
- Der Analysator ist entweder direkt am Auspuffrohr (in situ) anzubringen oder in einem Analysenschrank, der die extraktive Probenahme gemäß den Vorschriften des Instrumente-Herstellers nutzt. Bei der Anbringung in einem Analysenschrank, muss der Probenweg (Probenahmeleitung, Vorfilter und Ventile) aus rostfreiem Stahl oder Polytetrafluorethylen (PTFE) bestehen und auf  $463 \pm 10$  K ( $190 \pm 10$  °C) aufgeheizt werden, um NH<sub>3</sub>-Verluste und Probenahmefehler zu minimieren. Des Weiteren muss die Probenahmeleitung so kurz wie möglich sein.
- Beeinträchtigungen durch Abgastemperatur und -druck, Umgebung der Anbringung und Vibrationen auf die Messung sind zu minimieren; oder es müssen Kompensationstechniken angewendet werden.
- Gegebenenfalls darf partikelfreie Luft, die im Zusammenhang mit der in-situ-Messung zum Schutz des Instruments verwendet wird, nicht die Konzentration jeglicher Abgasbestandteile, die nach dem Gerät gemessen werden, beeinträchtigen; ansonsten muss die Probenahme anderer Abgasbestandteile vor dem Gerät stattfinden.
- A.7.2.1.3. Kreuzinterferenz
- Die spektrale Auflösung des Lasers muss innerhalb von  $0,5 \text{ cm}^{-1}$  liegen, um die Kreuzinterferenz von anderen in den Abgasen vorhandenen Gasen zu minimieren.
- A.7.2.2. FTIR-Analysator (FTIR — Fourier Transform Infrarot)
- A.7.2.2.1. Messprinzip
- Das FTIR verwendet das Prinzip der Infrarotspektroskopie im breiten Wellenbereich. Er ermöglicht die simultane Messung von Abgasbestandteilen, deren genormte Spektren in dem Instrument verfügbar sind. Das Absorptionsspektrum (Intensität/Wellenlänge) wird aus dem gemessenen Interferogramm (Intensität/Zeit) mittels der Fourier-Transform-Methode errechnet.
- A.7.2.2.2. Anbringung und Probenahme
- Das FTIR ist entsprechend den Anweisungen des Instrumente-Herstellers anzubringen. Für die Bewertung ist die NH<sub>3</sub>-Wellenlänge auszuwählen. Der Probenweg (Probenahmeleitung, Vorfilter und Ventile) muss aus rostfreiem Stahl oder Polytetrafluorethylen (PTFE) bestehen und auf  $463 \pm 10$  K ( $190 \pm 10$  °C) aufgeheizt werden, um NH<sub>3</sub>-Verluste und Probenahmefehler zu minimieren. Des Weiteren muss die Probenahmeleitung so kurz wie möglich sein.
- A.7.2.2.3. Kreuzinterferenz
- Die spektrale Auflösung der NH<sub>3</sub>-Wellenlänge muss innerhalb von  $0,5 \text{ cm}^{-1}$  liegen, um die Kreuzinterferenz von anderen in den Abgasen vorhandenen Gasen zu minimieren.
- A.7.3. Verfahren und Auswertung der Emissionsprüfung
- A.7.3.1. Überprüfung der Analysatoren
- Vor der Emissionsprüfung müssen die Arbeitsbereiche der Analysatoren eingestellt werden. Es sind Emissionsanalysatoren mit automatischer oder manueller Bereichsumschaltung zulässig. Während eines Prüfzyklus darf der Bereich der Emissionsanalysatoren nicht umgeschaltet werden.
- Die Nullgas- und Kalibriergas-Antwort muss festgestellt werden, wenn die Vorschriften von Absatz A.7.3.4.2 nicht für das Instrument gelten. Für die Kalibriergas-Antwort muss ein NH<sub>3</sub>-Gas verwendet werden, das den Spezifikationen in Absatz A.7.4.2.7 entspricht. Die Verwendung von Referenzzellen, die NH<sub>3</sub>-Kalibriergase enthalten, ist zulässig.

#### A.7.3.2. Erfassung emissionsrelevanter Daten

Mit Beginn der Prüffolge ist gleichzeitig die NH<sub>3</sub>-Datenerfassung zu starten. Die NH<sub>3</sub>-Konzentration ist kontinuierlich zu messen und mit mindestens 1 Hz in einem Computersystem zu speichern.

#### A.7.3.3. Arbeitsgänge im Anschluss an die Prüfung

Nach Abschluss der Prüfung ist die Probenahme fortzusetzen, bis die Systemansprechzeiten abgelaufen sind. Die Bestimmung der Drift der Analysatoren gemäß Absatz A.7.3.4.1 ist nur dann erforderlich, wenn die Informationen in Absatz A.7.3.4.2 nicht verfügbar sind.

#### A.7.3.4. Analysator-Drift

A.7.3.4.1. So bald wie möglich, aber nicht später als 30 Minuten, nachdem der Prüfzyklus abgeschlossen wurde, oder während der Abstellphase, sind die Nullgas- und Kalibriergas-Antworten des Analysators zu bestimmen. Die Driftdifferenz zwischen den Messergebnissen vor und nach der Prüfung muss unter 2 Prozent vom Skalendwert liegen.

A.7.3.4.2. Die Bestimmung der Drift der Analysatoren ist in folgenden Situationen nicht erforderlich:

- a) Wenn die vom Instrumente-Hersteller in den Absätzen A.7.4.2.3 und A.7.4.2.4 angegebene Nullpunktdrift und Messbereichsdrift den Anforderungen in Absatz A.7.3.4.1 entspricht;
- b) wenn das Zeitintervall der vom Instrumente-Hersteller in den Absätzen A.7.4.2.3 und A.7.4.2.4 angegebenen Nullpunktdrift und Messbereichsdrift die Dauer der Prüfung überschreitet.

#### A.7.3.5. Datenauswertung

Die mittleren NH<sub>3</sub>-Konzentrationen (ppm/Prüfung) sind durch Integrieren der momentanen Werte über den gesamten Zyklus zu bestimmen. Hierzu dient die folgende Formel:

$$c_{\text{NH}_3} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} c_{\text{NH}_3,i} \quad (\text{in ppm/Prüfung}) \quad (115)$$

Dabei ist:

$c_{\text{NH}_3,i}$  die momentane NH<sub>3</sub>-Konzentration in den Abgasen in ppm

$n$  die Anzahl der Messungen.

Beim WHTC-Zyklus wird das Endergebnis nach folgender Formel errechnet:

$$c_{\text{NH}_3} = (0,14 \times c_{\text{NH}_3,\text{cold}}) + (0,86 \times c_{\text{NH}_3,\text{hot}}) \quad (116)$$

Dabei ist:

$c_{\text{NH}_3,\text{cold}}$  die mittlere NH<sub>3</sub>-Konzentration der Prüfung mit Kaltstart in ppm,

$c_{\text{NH}_3,\text{hot}}$  die mittlere NH<sub>3</sub>-Konzentration der Prüfung mit Warmstart in ppm.

#### A.7.4. Analysatorspezifikation und Überprüfung

##### A.7.4.1. Linearitätsanforderungen

Der Analysator muss den in Tabelle 7 dieses Anhangs angegebenen Linearitätsanforderungen entsprechen. Die Überprüfung der Linearität gemäß Absatz 9.2.1 dieses Anhangs muss mindestens alle 12 Monate oder wenn eine Reparatur oder Veränderung des Systems vorgenommen wird, wodurch die Kalibrierung beeinflusst werden könnte, durchgeführt werden. Mit vorheriger Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde sind weniger als 10 Referenzpunkte zulässig, wenn eine gleiche Genauigkeit nachgewiesen werden kann.

Für die Überprüfung der Linearität muss ein NH<sub>3</sub>-Gas verwendet werden, das den Spezifikationen in Absatz A.7.4.2.7 entspricht. Die Verwendung von Referenzzellen, die NH<sub>3</sub>-Kalibriergase enthalten, ist zulässig.

Instrumente, deren Signale für Kompensierungsalgorithmen verwendet werden, müssen den Linearitätsanforderungen entsprechen, die in Tabelle 7 dieses Anhangs angegeben sind. Die Überprüfung der Linearität ist in den Abständen zu prüfen, die in hausinternen Verfahren, vom Hersteller oder in Normen der ISO 9000-Reihe festgelegt sind.

#### A.7.4.2. Spezifikationen der Analysatoren

Messbereich und Ansprechzeit der Analysegeräte müssen Genauigkeitsanforderungen für die Messung der  $\text{NH}_3$ -Konzentrationen im stationären und instationären Betrieb entsprechen.

##### A.7.4.2.1. Minimale Nachweisgrenze

Der Analysator muss unter allen Prüfbedingungen eine minimale Nachweisgrenze von  $< 2$  ppm haben.

##### A.7.4.2.2. Messgenauigkeit

Die Messgenauigkeit ist die Abweichung des abgelesenen Analysator-Messwertes vom Bezugswert; diese darf  $\pm 3\%$  vom Ablesewert oder  $\pm 2$  ppm nicht überschreiten; es gilt der jeweils größere Wert.

##### A.7.4.2.3. Nullpunktdrift

Die Drift des Ansprechens auf das Nullgas und das entsprechende Zeitintervall müssen vom Hersteller des Messinstruments spezifiziert werden.

##### A.7.4.2.4. Messbereichsdrift

Die Drift des Ansprechens auf das Kalibriergas und das entsprechende Zeitintervall müssen vom Hersteller des Messinstruments spezifiziert werden.

##### A.7.4.2.5. Systemansprechzeit

Die Systemansprechzeit muss  $\leq 20$  s betragen.

##### A.7.4.2.6. Anstiegszeit

Die Anstiegszeit des Analysators muss  $\leq 5$  s betragen.

##### A.7.4.2.7. $\text{NH}_3$ -Kalibriergas

Ein Gasgemisch mit folgender chemischer Zusammensetzung muss verfügbar sein.

$\text{NH}_3$  und gereinigter Stickstoff

Die tatsächliche Konzentration des Kalibriergases darf um höchstens  $\pm 3\%$  vom Nennwert abweichen. Die  $\text{NH}_3$ -Konzentration ist als Volumenanteil auszudrücken (Volumenprozent oder ppm als Volumenanteil).

Das vom Hersteller angegebene Verfallsdatum der Kalibriergase ist aufzuzeichnen.

#### A.7.5. Andere Systeme

Andere Systeme oder Analysatoren können von der Typgenehmigungsbehörde zugelassen werden, wenn mit ihnen erwiesenermaßen gleichwertige Ergebnisse gemäß Absatz 5.1.1 dieses Anhangs erzielt werden.

„Ergebnisse“ sind die mittleren  $\text{NH}_3$ -Konzentrationen in einem bestimmten Zyklus.

---

## Anlage 8

**Ausrüstung für die Partikelzahlmessung**

- A.8.1. Spezifikation
- A.8.1.1. Beschreibung des Systems
- A.8.1.1.1. Das Partikel-Probenahmesystem besteht aus einer Sonde oder Probenahmestelle, über die eine Probe aus einem homogenen Gemisch des Stroms in einem Verdünnungssystem entnommen wird gemäß den Absätzen A.2.2.1 und A.2.2.2 oder A.2.2.3 und A.2.2.4 Anlage 2 zu diesem Anhang, aus einem Entferner flüchtiger Partikel, der sich vor einem Partikelzähler befindet, sowie aus geeigneten Übertragungsrohren.
- A.8.1.1.2. Es wird empfohlen, einen Partikelgrößenvorklassierer (Abscheider, Impinger usw.) vor der Einflussöffnung zum Entferner flüchtiger Partikel einzusetzen. Eine Probenahmestelle, die die Funktion einer Einrichtung zur Größenklassifizierung erfüllt, wie z. B. in Abbildung 14 Anlage 2 zu diesem Anhang dargestellt, kann alternativ zu einem Partikelgrößenvorklassierer verwendet werden. Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen kann der selbe Vorklassierer für die Partikelmasse und die Partikelzahl-Probenahme verwendet werden, wenn die Partikelzahl-Probenahme aus dem Verdünnungssystem hinter dem Vorklassierer erfolgt. Alternativ können auch getrennte Vorklassierer verwendet werden, wenn die Partikelzahl-Probenahme aus dem Verdünnungssystem vor dem Vorklassierer erfolgt.
- A.8.1.2. Allgemeine Anforderungen
- A.8.1.2.1. Die Partikel-Probenahmestelle muss sich in einem Verdünnungssystem befinden.
- Die Sondenspitze oder die Partikel-Probenahmestelle sowie das Übertragungsrohr bilden zusammen das Partikelübertragungssystem. Die Probe wird durch das Partikelübertragungssystem aus dem Verdünnungstunnel zur Einflussöffnung des Entferners flüchtiger Partikel geleitet. Das Partikelübertragungssystem muss folgende Voraussetzungen erfüllen:
- Bei Vollstrom-Verdünnungssystemen und Teilstrom-Verdünnungssystemen mit Teilprobenahme (gemäß Absatz A.2.2.1 Anlage 2 zu diesem Anhang) wird die Probenahmestelle nahe der Mittellinie des Verdünnungstunnels, 10 bis 20 Tunneldurchmesser stromabwärts von dem Punkt angebracht, an dem die Abgase in den Verdünnungstunnel eintreten, und gegen den Abgasstrom in den Tunnel gerichtet, wobei sich ihre Achse an der Spitze parallel zu der des Verdünnungstunnels befindet. Die Probenahmestelle ist innerhalb des Verdünnungstunnels so anzubringen, dass die Probe aus einem homogenen Gemisch aus Verdünnung und Abgasen entnommen werden kann.
- Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen mit Gesamtpartikelprobenahmen (gemäß Absatz A.2.2.1 Anlage 2 zu diesem Anhang) muss sich die Partikel-Probenahmestelle oder die Probenahmestelle im Partikelübertragungsrohr vor dem Partikelfilterhalter, der Durchflussmessenrichtung und gegebenenfalls vorhandenen Gabelungen oder Abzweigungen der Probenahmenleitung befinden. Die Partikel-Probenahmestelle oder die Probenahmestelle ist so anzubringen, dass die Probe aus einem homogenen Gemisch aus Verdünnung und Abgasen entnommen werden kann. Die Abmessungen der Probenahmestelle dürfen den Betrieb des Teilstrom-Verdünnungssystems nicht beeinflussen.
- Das durch das Partikelübertragungssystem geleitete Gas muss folgende Voraussetzungen erfüllen:
- Bei Vollstrom-Verdünnungssystemen muss die Reynolds-Zahl (Re) kleiner als 1 700 sein;
- bei Teilstrom-Verdünnungssystemen muss die Reynolds-Zahl (Re) im Partikelübertragungsrohr, d. h. hinter der Probenahmestelle oder der Probenahmestelle, kleiner als 1 700 sein;
- Seine Verweildauer im Partikelübertragungssystem darf höchstens 3 Sekunden betragen.
- Andere Probenahmeeinstellungen des Partikelübertragungssystems sind zulässig, wenn ein gleichwertiger Partikeldurchsatz in der Größenordnung von 30 nm nachgewiesen wird.
- Das Auslassrohr, durch das die verdünnte Probe vom Entferner flüchtiger Partikel zum Einlass des Partikelzählers geleitet wird, muss folgende Eigenschaften besitzen:
- Es muss einen Mindestinnendurchmesser von 4 mm haben.
- Die Verweildauer des Probegasstroms durch das Auslassrohr darf höchstens 0,8 Sekunden betragen.
- Andere Probenahmeeinstellungen des Auslassrohres sind zulässig, wenn ein gleichwertiger Partikeldurchsatz in der Größenordnung von 30 nm nachgewiesen wird.
- A.8.1.2.2. Der Entferner flüchtiger Partikel muss über Funktionen verfügen, die die Verdünnung der Probe und das Entfernen flüchtiger Partikel ermöglichen
- A.8.1.2.3. Alle mit dem Rohabgas oder dem verdünnten Abgas in Berührung kommenden Teile des Verdünnungssystems und des Probenahmesystems vom Auspuffrohr bis zum Partikelzähler sind so zu gestalten, dass sich möglichst wenig Partikel auf ihnen ablagern. Alle Teile müssen aus elektrisch leitendem und mit den Bestandteilen der Abgase nicht reagierendem Material sein und zur Vermeidung elektrostatischer Effekte geerdet sein.

- A.8.1.2.4. Das Partikel-Probenahmesystem muss bewährte Verfahren im Bereich der Aerosolprobenahme berücksichtigen; dazu zählen die Vermeidung scharfer Knicke und abrupter Querschnittsänderungen, die Verwendung glatter Innenflächen und einer möglichst kurzen Probenahmeleitung. Querschnittsänderungen, die schrittweise erfolgen, sind zulässig.
- A.8.1.3. Spezifische Vorschriften
- A.8.1.3.1. Die Partikelprobe darf vor dem Erreichen des Partikelzählers nicht durch eine Pumpe strömen.
- A.8.1.3.2. Es wird empfohlen, einen Probenahmenvorklassierer zu verwenden.
- A.8.1.3.3. Das Bauteil zur Vorkonditionierung muss:
- A.8.1.3.3.1. die Verdünnung der Probe in einer oder mehreren Stufen derart ermöglichen, dass eine Konzentration der Partikelanzahl unterhalb der oberen Schwelle des Einzelpartikelzählmodus des Partikelzählers und eine Gas-temperatur von weniger als 35 °C am Einlass des Partikelzählers erreicht werden;
- A.8.1.3.3.2. über eine erste Verdünnungsstufe verfügen, in der eine Hitzeverdünnung erfolgt, d. h., eine Probe wird auf eine Temperatur von  $\geq 150$  °C und  $\leq 400$  °C gebracht und mit einem Faktor von mindestens 10 verdünnt;
- A.8.1.3.3.3. die Stufen der Hitzeverdünnung so kontrollieren, dass die Nennbetriebstemperaturen mit einer Abweichung von  $\pm 10$  °C konstant innerhalb des in Absatz A.8.1.3.3.2 genannten Bereiches liegen; mit einer Funktion versehen sein, die anzeigt, ob die Betriebstemperaturen der Hitzeverdünnungsstufen im vorgeschriebenen Bereich liegen;
- A.8.1.3.3.4. einen Minderungsfaktor der Partikelkonzentration ( $f_r(d_i)$ ) gemäß Absatz A.8.2.2.2 erreichen, der für Partikel mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von 30 nm und 50 nm höchstens 30 % bzw. 20 % höher und höchstens 5 % niedriger als der Minderungsfaktor für Partikel mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von 100 nm für den Entferner flüchtiger Partikel insgesamt ist;
- A.8.1.3.3.5. in Bezug auf Tetracontanpartikel ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$ ) von einer Größe von 30 nm einen Verdampfungswert von mehr als 99,0 % erzielen, wobei die Konzentration am Einlass mindestens  $10\,000\text{ cm}^{-3}$  betragen muss; zu diesem Zweck ist das Tetracontan zu erhitzen, und seine Partialdrücke sind zu verringern.
- A.8.1.3.4. Der Partikelzähler muss folgende Bedingungen erfüllen:
- A.8.1.3.4.1. Betrieb unter Vollstrombedingungen.
- A.8.1.3.4.2. Die Zählgenauigkeit auf der Grundlage einer verfolgbaren Norm liegt bei  $\pm 10$  % im gesamten Bereich von  $1\text{ cm}^{-3}$  bis zur oberen Schwelle des Einzelpartikelzählmodus des Partikelzählers. Betragen die Konzentrationen weniger als  $100\text{ cm}^{-3}$ , so werden gegebenenfalls Durchschnittsmessungen über längere Probenahmezeiträume erforderlich, um die Genauigkeit des Partikelzählers mit einem hohen Maß an statistischer Verlässlichkeit nachweisen zu können.
- A.8.1.3.4.3. Die Ablesegenauigkeit beträgt mindestens 0,1 Partikel  $\text{cm}^{-3}$  bei Konzentrationen von weniger als  $100\text{ cm}^{-3}$ .
- A.8.1.3.4.4. Eine lineare Reaktion auf Partikelkonzentrationen über den gesamten Messbereich im Einzelpartikelzählmodus muss gegeben sein.
- A.8.1.3.4.5. Die Datenmeldefrequenz beträgt mindestens 0,5 Hz.
- A.8.1.3.4.6. Die  $t_{90}$ -Reaktionszeit über die gesamte gemessene Konzentrationsdauer beträgt weniger als 5 Sekunden.
- A.8.1.3.4.7. Eine Funktion zur maximal zehnpromzentigen Berichtigung der Koinzidenz muss vorhanden sein, und ein interner Kalibrierfaktor gemäß Absatz A.8.2.1.3 kann zur Anwendung kommen; es darf jedoch kein sonstiger Algorithmus zur Berichtigung oder Bestimmung der Effizienz der Zählfunktion eingesetzt werden.
- A.8.1.3.4.8. Die Effizienz der Zählfunktion für Partikelgrößen mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von 23 nm ( $\pm 1$  nm) und 41 nm ( $\pm 1$  nm) muss 50 % ( $\pm 12$  %) bzw. mehr als 90 % betragen. Diese Effizienz der Zählfunktion kann durch interne Mittel (z. B. Kontrolle der Instrumentenfunktionen) oder externe Mittel (z. B. Größenvorklassifizierung) erreicht werden.
- A.8.1.3.4.9. Wird im Partikelzähler eine Betriebsflüssigkeit verwendet, so ist diese gemäß der vom Instrumentenhersteller angegebenen Häufigkeit zu wechseln.
- A.8.1.3.5. Werden der Druck und/oder die Temperatur nicht auf einem bekannten konstanten Niveau an der Stelle gehalten, an der der Partikelzähler-Durchsatz kontrolliert wird, so sind diese am Einlass zum Partikelzähler zu messen und zu melden, um die Messungen der Partikelkonzentration auf Standardbedingungen zu berichtigen.
- A.8.1.3.6. Die Summe aus der Verweildauer im Partikelübertragungssystem, im Entferner flüchtiger Partikel und im Auslassrohr sowie der  $t_{90}$ -Reaktionszeit des Partikelzählers darf höchstens 20 Sekunden betragen.
- A.8.1.3.7. Die Wandlungszeit des gesamten Partikelzahl-Probenahmesystems (Partikelübertragungssystem, Entferner flüchtiger Partikel, Auslassrohr und Partikelzähler) wird durch einen Wechsel des Aerosols unmittelbar am Einlass zum Partikelübertragungssystem ermittelt. Der Aerosolwechsel muss in weniger als 0,1 Sekunde erfolgen. Das für die Prüfung verwendete Aerosol muss eine Veränderung der Konzentration von mindestens 60 % des Skalenendwertes bewirken.

Die Konzentrationsspur ist aufzuzeichnen. Für den Zeitabgleich der Signale der Konzentration der Partikelanzahl und des Abgasstroms ist die Wandlungszeit definiert als der Zeitabstand vom Wechsel ( $t_0$ ) bis zum Anstieg des angezeigten Messwerts auf 50 % des Endwertes ( $t_{50}$ ).

#### A.8.1.4. Empfohlene Systemmerkmale

Im folgenden Absatz wird das empfohlene Verfahren für die Messung der Partikelanzahl beschrieben. Jedoch ist jedes System zulässig, das die in den Absätzen A.8.1.2. und A.8.1.3 genannten Leistungsspezifikationen erfüllt.

Die Abbildungen 19 und 20 enthalten schematische Darstellungen der empfohlenen Konfigurationen des Partikel-Probenahmesystems für Teilstrom- und Vollstrom-Verdünnungssysteme.

Abbildung 19

#### Darstellung des empfohlenen Partikel-Probenahmesystems – Teilstrom-Probenahme

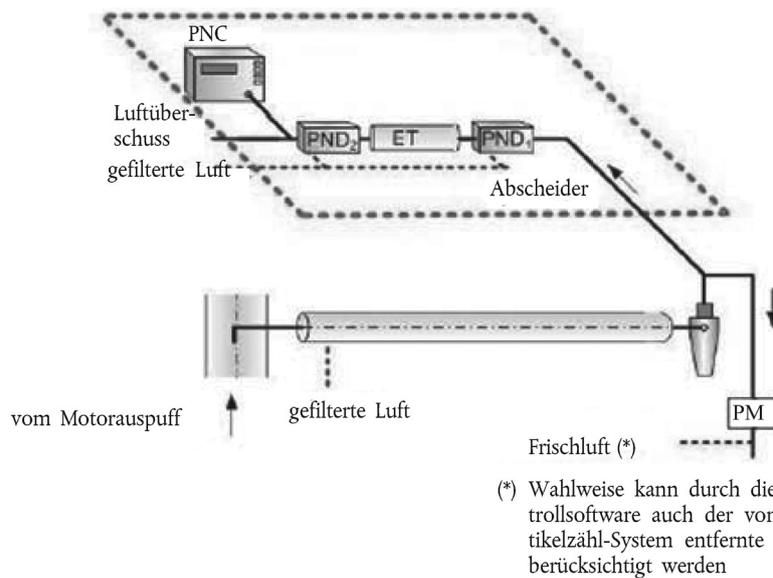
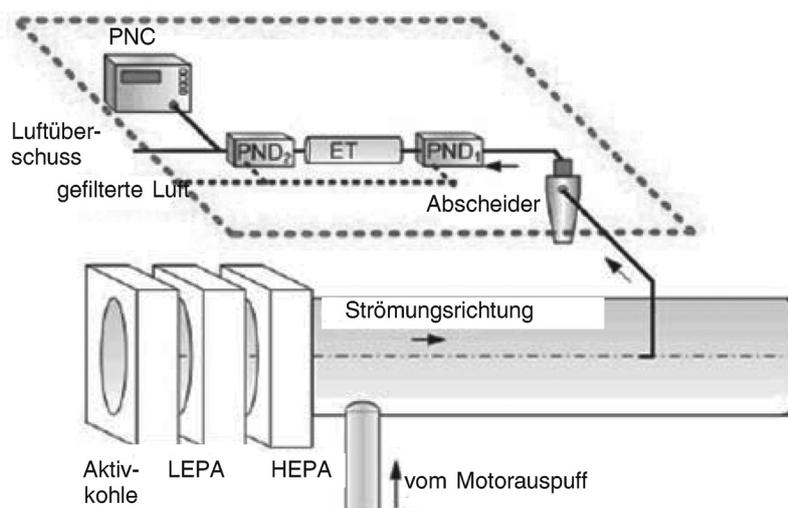


Abbildung 20

#### Darstellung des empfohlenen Partikel-Probenahmesystems – Vollstrom-Probenahme



##### A.8.1.4.1. Beschreibung des Probenahmesystems

Das Partikel-Probenahmesystem besteht aus einer Probenahme-Sondenspitze oder einer Partikel-Probenahmestelle im Verdünnungssystem, einem Partikel-Übertragungsrohr, einem Partikelvorklassierer und einem Entferner flüchtiger Partikel, der sich vor dem Bauteil zur Messung der Konzentration der Partikelanzahl befindet. Der Entferner flüchtiger Partikel VPR muss über Funktionen verfügen, die die Verdünnung der Probe (Partikelanzahlverdünner: PND<sub>1</sub> und PND<sub>2</sub>) und die Partikelverdampfung (Verdampfungsrohr ET)

ermöglichen. Die Probenahmesonde oder die Probenahmestelle für den Prüfgasstrom ist so im Verdünnungstunnel einzurichten, dass ein repräsentativer Probenahmegasstrom aus einem homogenen Gemisch aus Verdünnung und Abgasen entnommen werden kann. Die Summe aus der Verweildauer im System und der 90-Reaktionszeit des Partikelzählers darf höchstens 20 Sekunden betragen.

#### A.8.1.4.2. Partikelübertragungssystem

Die Sondenspitze oder die Partikel-Probenahmestelle sowie das Übertragungsrohr bilden zusammen das Partikelübertragungssystem. Die Probe wird durch das Partikelübertragungssystem aus dem Verdünnungstunnel zur Einflussöffnung des ersten Partikelanzahlverdünners geleitet. Das Partikelübertragungssystem muss folgende Voraussetzungen erfüllen:

Bei Vollstrom-Verdünnungssystemen und Teilstrom-Verdünnungssystemen mit Teilprobenahme (gemäß Absatz A.2.2.1 Anlage 2 zu diesem Anhang) wird die Probenahmesonde nahe der Mittellinie des Verdünnungstunnels, 10 bis 20 Tunneldurchmesser stromabwärts von dem Punkt angebracht, an dem die Abgase in den Verdünnungstunnel eintreten, und gegen den Abgasstrom in den Tunnel gerichtet, wobei sich ihre Achse an der Spitze parallel zu der des Verdünnungstunnels befindet. Die Probenahmesonde ist innerhalb des Verdünnungstunnels so anzubringen, dass die Probe aus einem homogenen Gemisch aus Verdünnung und Abgasen entnommen werden kann.

Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen mit Gesamtpartikelprobenahme (gemäß Absatz A.2.2.1 Anlage 2 zu diesem Anhang) muss sich die Partikel-Probenahmestelle im Partikelübertragungsrohr vor dem Partikelfilterhalter, der Durchflussmesseinrichtung und gegebenenfalls vorhandenen Gabelungen oder Abzweigungen der Probenahmenleitung befinden. Die Partikel-Probenahmestelle oder die Probenahmesonde ist so anzubringen, dass die Probe aus einem homogenen Gemisch aus Verdünnung und Abgasen entnommen werden kann.

Das durch das Partikelübertragungssystem geleitete Gas muss folgende Voraussetzungen erfüllen:

Die Reynolds-Zahl (Re) muss kleiner als 1 700 sein.

Seine Verweildauer im Partikelübertragungssystem darf höchstens 3 Sekunden betragen.

Andere Probenahmeeinstellungen für das Partikelübertragungssystem sind zulässig, wenn für Partikel mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von 30 nm ein gleichwertiger Partikeldurchsatz nachgewiesen wird.

Das Auslassrohr, durch das die verdünnte Probe vom Entferner flüchtiger Partikel zum Einlass des Partikelzählers geleitet wird, muss folgende Eigenschaften besitzen:

Es muss einen Mindestinnendurchmesser von 4 mm haben.

Die Verweildauer des Probegasstroms durch das Auslassrohr darf höchstens 0,8 Sekunden betragen.

Andere Probenahmeeinstellungen für das Partikelauslassrohr sind zulässig, wenn für Partikel mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von 30 nm ein gleichwertiger Partikeldurchsatz nachgewiesen wird.

#### A.8.1.4.3. Partikelvorklassierer

Der empfohlene Partikelvorklassierer muss sich vor dem Entferner flüchtiger Partikel befinden. Der Partikeldurchmesser in Bezug auf den 50%-Trennschnitt des Partikelvorklassierers muss bei dem Durchfluss, der für die Emissionen zur Partikelanzahl-Probenahme gewählt wurde, zwischen 2,5 µm und 10 µm betragen. Der Partikelvorklassierer muss mindestens 99 % der Massenkonzentration an 1 µm großen Partikeln, die in den Partikelvorklassierer hineinströmen, durch den Auslass des Partikelvorklassierers strömen lassen, und zwar bei dem Durchfluss, der für die Emissionen zur Partikelanzahl-Probenahme gewählt wurde. Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen kann der selbe Vorklassierer für die Partikelmasse- und die Partikelzahl-Probenahme verwendet werden, wenn die Partikelzahl-Probenahme aus dem Verdünnungssystem hinter dem Vorklassierer erfolgt. Alternativ können auch getrennte Vorklassierer verwendet werden, wenn die Partikelzahl-Probenahme aus dem Verdünnungssystem vor dem Vorklassierer erfolgt.

#### A.8.1.4.4. Entferner flüchtiger Partikel

Der Entferner flüchtiger Partikel besteht aus einem Partikelanzahlverdünner (PND<sub>1</sub>), einem Verdampfungsrohr und einem zweiten Partikelanzahlverdünner (PND<sub>2</sub>); diese Bauteile müssen hintereinander angeordnet sein. Mit dieser Verdünnungsfunktion soll die Konzentration der Partikelanzahl der Probe, die in das Bauteil zur Messung der Partikelkonzentration strömt, auf weniger als den oberen Schwellenwert des Einzelpartikelzählmodus des Partikelzählers verringert und die Keimbildung in der Probe unterdrückt werden. Der Entferner flüchtiger Partikel muss mit einer Funktion versehen sein, die anzeigt, ob die Betriebstemperaturen des PND<sub>1</sub> und des Verdampfungsrohrs im vorgeschriebenen Bereich liegen.

Der Entferner flüchtiger Partikel muss in Bezug auf Tetracontanpartikel (CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>38</sub>CH<sub>3</sub>) von einer Größe von 30 nm einen Verdampfungswert von mehr als 99,0 % erzielen, wobei die Konzentration am Einlass mindestens 10 000 cm<sup>-3</sup> betragen muss; zu diesem Zweck ist das Tetracontan zu erhitzen und seine Partialdrücke sind zu verringern. Er muss ferner einen Minderungsfaktor der Partikelkonzentration (f<sub>r</sub>) erreichen, der für Partikel mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von 30 nm und 50 nm höchstens 30 % bzw. 20 % höher und höchstens 5 % niedriger als der Minderungsfaktor für Partikel mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von 100 nm für den Entferner flüchtiger Partikel insgesamt ist.

#### A.8.1.4.4.1. Erster Partikelanzahlverdünner (PND<sub>1</sub>)

Der erste Partikelanzahlverdünner (PND<sub>1</sub>) muss speziell für die Verdünnung der Konzentration der Partikelanzahl und für den Betrieb bei einer Wandtemperatur von 150 °C bis 400 °C ausgelegt sein. Der Sollwert der Wandtemperatur sollte innerhalb dieses Bereichs und mit einer Abweichung von ± 10 °C auf einer konstanten Nennbetriebstemperatur gehalten werden und nicht die Wandtemperatur des Verdampfungsrohrs überschreiten (Absatz A.8.1.4.4.2). Der Verdünner sollte mit verdünnter Luft aus einem HEPA-Filter versorgt werden und einen 10- bis 200-fachen Verdünnungsfaktor erzielen können.

#### A.8.1.4.4.2. Verdampfungsrohr (ET)

Die gesamte Länge des Verdampfungsrohres ist auf eine Wandtemperatur hin zu kontrollieren, die mindestens der Temperatur des ersten Partikelanzahlverdünners entspricht, und die Wandtemperatur sollte auf einer festen Nennbetriebstemperatur zwischen 300 °C und 400 °C mit einer Abweichung von ± 10 °C gehalten werden.

#### A.8.1.4.4.3. Zweiter Partikelanzahlverdünner (PND<sub>2</sub>)

Der zweite Partikelanzahlverdünner (PND<sub>2</sub>) muss speziell für die Verdünnung der Konzentration der Partikelanzahl ausgelegt sein. Der Verdünner sollte mit verdünnter Luft aus einem HEPA-Filter versorgt werden und einen einzigen 10- bis 30-fachen Verdünnungsfaktor aufrechterhalten können. Für den Verdünnungsfaktor des zweiten Partikelanzahlverdünners ist ein Wert zwischen der 10- bis 15-fachen Verdünnung dahingehend auszuwählen, dass die Konzentration der Partikelanzahl hinter dem zweiten Verdünner unterhalb der oberen Schwelle des Einzelpartikelzählmodus des Partikelzählers liegt und die Gastemperatur am Einlass des Partikelzählers weniger als 35 °C beträgt.

#### A.8.1.4.5. Partikelzähler (PNC)

Der Partikelzähler muss die Bedingungen von Absatz A.8.1.3.4 erfüllen.

#### A.8.2. Kalibrierung/Validierung des Partikel-Probenahmesystems<sup>(1)</sup>

##### A.8.2.1. Kalibrierung des Partikelzählers

A.8.2.1.1. Der Technische Dienst gewährleistet, dass für den Partikelzähler ein Kalibrierzertifikat vorliegt, aus dem für den 12-monatigen Zeitraum vor den Emissionsprüfungen der Nachweis über die Übereinstimmung mit einer verfolgbarer Norm hervorgeht.

A.8.2.1.2. Der Partikelzähler ist nach jeder größeren Wartung erneut zu kalibrieren, und ein neues Kalibrierzertifikat ist auszustellen.

A.8.2.1.3. Die verfolgbare Kalibrierung ist auf der Grundlage einer genormten Kalibrierungsmethode wie folgt durchzuführen:

- a) Durch Vergleich der Reaktion des Partikelzählers während des Kalibriervorgangs mit der Reaktion eines kalibrierten Aerosol-Elektrometers, wenn gleichzeitig Probenahmen von elektrostatisch klassifizierten Kalibrierungspartikeln erfolgen oder
- b) durch Vergleich der Reaktion des Partikelzählers während des Kalibriervorgangs mit der Reaktion eines zweiten Partikelzählers, der direkt mit der oben genannten Methode kalibriert wurde.

Beim Einsatz eines Elektrometers muss die Kalibrierung derart erfolgen, dass mindestens sechs Standardkonzentrationen, die so gleichmäßig wie möglich über den Messbereich des Partikelzählers verteilt sind, verwendet werden. In diesen Punkten ist ein Nullpunkt für die Nennkonzentration enthalten, der durch die Anbringung von HEPA-Filtern, die mindestens der Klasse H13 gemäß EN 1822:2008 oder gleichwertiger Leistungsstärke entsprechen, am Einlass jedes Instruments erzielt wird. Wird kein Kalibrierungsfaktor auf den zu kalibrierenden Partikelzähler angewendet, so müssen die gemessenen Konzentrationen bei jeder zugrunde gelegten Konzentration mit einer Abweichung von ± 10 % der standardisierten Konzentration entsprechen, mit Ausnahme des Nullpunktes, andernfalls ist der zu kalibrierende Partikelzähler abzulehnen. Der Gradient einer linearen Regression der beiden Datensätze ist zu berechnen und aufzuzeichnen. Ein Kalibrierungsfaktor, der dem Kehrwert des Gradienten entspricht, ist auf den zu kalibrierenden Partikelzähler anzuwenden. Die Linearreaktion wird als das Quadrat aus dem Korrelationskoeffizienten (Pearson-Produkt-Moment-Korrelation) ( $R^2$ ) der beiden Datensätze berechnet und muss größer oder gleich 0,97 sein. Bei der Berechnung des Gradienten und von  $R^2$  ist die lineare Regression durch den Ausgangspunkt (Null-Konzentration auf beiden Instrumenten) zu lenken.

Bei der Verwendung des Bezugspartikelzählers muss die Kalibrierung derart erfolgen, dass mindestens sechs Standardkonzentrationen so gleichmäßig wie möglich über den Messbereich des Partikelzählers verteilt sind. Mindestens drei Punkte müssen Konzentrationen von weniger als  $1\,000\text{ cm}^{-3}$  entsprechen; die weiteren Konzentrationen müssen linear zwischen  $1\,000\text{ cm}^{-3}$  und dem Maximum des Partikelzählerbereichs im Einzelpartikelzählmodus liegen. In diesen Punkten ist ein Nullpunkt für die Nennkonzentration enthalten, der durch die Anbringung von HEPA-Filtern, die mindestens der Klasse H13 gemäß EN 1822:2008 oder gleichwertiger Leistungsstärke entsprechen, am Einlass jedes Instruments erzielt wird. Wird kein Kalibrierungsfaktor auf den zu kalibrierenden Partikelzähler angewendet, so müssen die gemessenen Konzentrationen bei jeder zugrunde gelegten Konzentration mit einer Abweichung von ± 10 % der standardisierten Konzentration entsprechen, mit Ausnahme des Nullpunktes. Andernfalls ist der zu kalibrierende Partikelzähler

<sup>(1)</sup> Beispiele für Kalibrierungs- und Validierungsmethoden sind auf folgender Internetseite verfügbar: [www.unece.org/es/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29grpe/pmpfcp](http://www.unece.org/es/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29grpe/pmpfcp)

abzulehnen. Der Gradient einer linearen Regression der beiden Datensätze ist zu berechnen und aufzuzeichnen. Ein Kalibrierungsfaktor, der dem Kehrwert des Gradienten entspricht, ist auf den zu kalibrierenden Partikelzähler anzuwenden. Die Linearreaktion wird als das Quadrat aus dem Korrelationskoeffizienten (Pearson-Produkt-Moment-Korrelation) ( $R^2$ ) der beiden Datensätze berechnet und muss größer oder gleich 0,97 sein. Bei der Berechnung des Gradienten und von  $R^2$  ist die lineare Regression durch den Ausgangspunkt (Null-Konzentration auf beiden Instrumenten) zu lenken.

A.8.2.1.4. Die Kalibrierung muss auch eine Überprüfung in Bezug auf die Erfüllung der Anforderungen gemäß Absatz A.8.1.3.4.8 beinhalten, d. h. hinsichtlich des Nachweiswirkungsgrads des Partikelzählers bei Partikeln mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von 23 nm. Eine Überprüfung der Effizienz der Zählfunktion in Bezug auf 41 nm-Partikel ist nicht erforderlich.

A.8.2.2. Kalibrierung/Validierung des Entfernens flüchtiger Partikel

A.8.2.2.1. Die Kalibrierung der Minderungsfaktoren der Partikelkonzentration für den Entferner flüchtiger Partikel über seinen gesamten Bereich der Verdünnungswerte bei den festen Nennbetriebstemperaturen des Instruments wird erforderlich, wenn das Bauteil neu ist und nach jeder größeren Wartung. Die Anforderung einer regelmäßigen Überprüfung des Minderungsfaktors der Partikelkonzentration für den Entferner flüchtiger Partikel ist auf die Überprüfung mit einer festen Einstellung beschränkt, die in der Regel für die Messung bei Fahrzeugen mit Dieselpartikelfiltern verwendet wird. Der Technische Dienst sorgt dafür, dass in den sechs Monaten vor den Emissionsprüfungen für den Entferner flüchtiger Partikel ein Kalibrier- oder Validierungszertifikat vorliegt. Verfügt der Entferner flüchtiger Partikel über Alarmvorrichtungen für die Temperaturüberwachung, so ist ein zwölfmonatiges Validierungsintervall zulässig.

Der Entferner flüchtiger Partikel muss für einen Minderungsfaktor der Partikelkonzentration mit festen Partikeln von einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von 30 nm, 50 nm und 100 nm ausgelegt sein. Er muss ferner einen Minderungsfaktor der Partikelkonzentration ( $f_r(d)$ ) erreichen, der für Partikel mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von 30 nm und 50 nm höchstens 30 % bzw. 20 % höher und höchstens 5 % niedriger als der Minderungsfaktor für Partikel mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von 100 nm ist. Für die Validierung muss der Minderungsfaktor des Mittelwerts der Partikelkonzentration innerhalb von  $\pm 10$  % des Minderungsfaktors des Mittelwerts der Partikelkonzentration ( $\bar{f}_r$ ) liegen, der bei der Primärkalibrierung des Entfernens flüchtiger Partikel ermittelt wurde.

A.8.2.2.2. Das Prüfaerosol muss für diese Messungen aus festen Partikeln mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von 30 nm, 50 nm und 100 nm bestehen, und seine Mindestkonzentration muss am Einlass zum Entferner flüchtiger Partikel 5 000 Partikel pro  $\text{cm}^{-3}$  betragen. Die Partikelkonzentrationen sind vor und hinter den Bauteilen zu messen.

Für jede Partikelgröße ist der Minderungsfaktor der Partikelkonzentration ( $f_r(d_i)$ ) folgendermaßen zu berechnen:

$$f_r(d_i) = \frac{N_{in}(d_i)}{N_{out}(d_i)} \quad (117)$$

Dabei ist:

$N_{in}(d_i)$  = die Konzentration (stromaufwärts) der Partikelanzahl für Partikel mit dem Durchmesser  $d_i$ ,

$N_{out}(d_i)$  = Konzentration (stromabwärts) der Partikelanzahl für Partikel mit dem Durchmesser  $d_i$  und

$d_i$  = elektrischer Mobilitätsdurchmesser der Partikel (30 nm, 50 nm oder 100 nm).

$N_{in}(d_i)$  und  $N_{out}(d_i)$  sind zu den selben Bedingungen zu berichtigen.

Der Minderungsfaktor des Mittelwerts der Partikelkonzentration ( $\bar{f}_r$ ) bei einem bestimmten Verdünnungswert wird folgendermaßen berechnet:

$$\bar{f}_r = \frac{f_r(30nm) + f_r(50nm) + f_r(100nm)}{3} \quad (118)$$

Es wird empfohlen, den Entferner flüchtiger Partikel als vollständiges Bauteil zu kalibrieren und zu validieren.

A.8.2.2.3. Der Technische Dienst sorgt dafür, dass für den Entferner flüchtiger Partikel in den sechs Monaten vor den Emissionsprüfungen ein Validierungszertifikat vorliegt, aus dem der Nachweis über die Funktionsfähigkeit hervorgeht. Verfügt der Entferner flüchtiger Partikel über Alarmvorrichtungen für die Temperaturüberwachung, so ist ein zwölfmonatiges Validierungsintervall zulässig. Der Entferner flüchtiger Partikel (VPR) muss in Bezug auf Tetracontanpartikel ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$ ) mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von mindestens 30 nm nachweislich mehr als 99,0 % dieser Partikel entfernen können, wobei die Konzentration am Einlass mindestens  $10\,000\ \text{cm}^{-3}$  betragen muss; ferner sind der Mindestverdünnungswert und die vom Hersteller empfohlene Betriebstemperatur zu wählen.

- A.8.2.3. Verfahren zur Überprüfung des Partikelzählsystems
- A.8.2.3. Vor jeder Prüfung muss der Partikelzähler eine gemessene Konzentration von weniger als  $0,5 \text{ Partikel pro cm}^{-3}$  anzeigen, nachdem ein HEPA-Filter, der mindestens der Klasse H13 gemäß EN 1822:2008 oder gleichwertiger Leistungsstärke entspricht, am Einlass des vollständigen Partikel-Probenahmesystems (Entferner flüchtiger Partikel und Partikelzähler) angebracht wurde.
- A.8.2.3.2. Einmal pro Monat muss die mit einem kalibrierten Durchflussmesser vorgenommene Messung des Stroms in den Partikelzähler einen Wert anzeigen, der innerhalb von 5 % des Nenndurchsatzes des Partikelzählers liegt.
- A.8.2.3.3. Der Partikelzähler muss täglich eine Konzentration von höchstens  $0,2 \text{ cm}^{-3}$  anzeigen, nachdem ein HEPA-Filter, der mindestens der Klasse H13 gemäß EN 1822:2008 oder gleichwertiger Leistungsstärke entspricht, am Einlass des Partikelzählers angebracht wurde. Nach der Entfernung dieses Filters muss der Partikelzähler eine Zunahme der gemessenen Konzentration auf mindestens  $100 \text{ Partikel pro cm}^{-3}$  aufweisen, wenn er Umgebungsluft ausgesetzt wird, und eine Abnahme auf höchstens  $0,2 \text{ cm}^{-3}$ , wenn der HEPA-Filter wieder angebracht wird.
- A.8.2.3.4. Vor Beginn jeder Prüfung muss gewährleistet sein, dass das Messsystem anzeigt, dass das Verdampfungsrohr, wenn vorhanden, seine vorgeschriebene Betriebstemperatur erreicht hat.
- A.8.2.3.5. Vor Beginn jeder Prüfung muss gewährleistet sein, dass das Messsystem anzeigt, dass der Partikelanzahlverdünner PND<sub>1</sub> seine vorgeschriebene Betriebstemperatur erreicht hat.
-

## ANHANG 5

## TECHNISCHE DATEN DER BEZUGSKRAFTSTOFFE

Technische Daten der Kraftstoffe für die Prüfung von Selbstzündungsmotoren und Zweistoffmotoren

Typ: Diesel (B7)

Kenndaten	Maßeinheit	Limit <sup>(1)</sup>		Prüfverfahren
		min.	max.	
Cetanindex		46,0		EN ISO 4264
Cetane number <sup>(2)</sup>		52,0	56,0	EN-ISO 5165
Dichte bei 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	833	837	EN-ISO 3675 EN ISO 12185
Siedeverlauf:				
— 50 %-Punkt	°C	245		EN-ISO 3405
— 95 %-Punkt	°C	345	350	EN-ISO 3405
— Siedeende	°C		360	EN-ISO 3405
Flammpunkt	°C	55		EN 22719
CFPP	°C		5	EN 116
Viskosität bei 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	2,3	3,3	EN-ISO 3104
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Masse-%	2,0	4,0	EN 12916
Schwefelgehalt	mg/kg		10	EN ISO 20846/ EN ISO 20884
Kupferkorrosion (3 Stunden bei 50 °C)	Einstufung		Klasse 1	EN-ISO 2160
Conradsonzahl (10 % Rückstand)	Masse-%		0,2	EN-ISO 10370
Aschegehalt	Masse-%		0,01	EN-ISO 6245
Gesamtverunreinigung	mg/kg		24	EN 12662
Wassergehalt	Masse-%		0,02	EN-ISO 12937
Säurezahl (starke Säure)	mg KOH/g		0,10	ASTM D 974
Oxidationsbeständigkeit <sup>(3)</sup>	mg/ml		0,025	EN-ISO 12205
Schmierfähigkeit (Durchmesser der Verschleißfläche nach HFRR bei 60 °C)	µm		400	EN ISO 12156
Oxidationsbeständigkeit bei 110 °C <sup>(3)</sup>	H	20,0		EN 15751
Fettsäuremethylester <sup>(4)</sup>	Vol.-%	6,0	7,0	EN 14078

Anmerkungen:

<sup>(1)</sup> Bei den Werten der technischen Daten handelt es sich um „tatsächliche Werte“. Bei der Festlegung ihrer Grenzwerte wurden die Bestimmungen des ISO-Dokuments 4259 „Petroleum products — Determination and application of precision data in relation to methods of test“ angewendet, und bei der Festlegung eines Mindestwerts wurde eine Mindestdifferenz von 2R über Null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Höchst- und Mindestwertes beträgt die Mindestdifferenz 4R (R = Reproduzierbarkeit). Unabhängig von dieser aus statistischen Gründen getroffenen Festlegung muss der Hersteller des Kraftstoffs dennoch anstreben, dort, wo ein Höchstwert von 2R festgelegt ist, den Wert Null zu erreichen, und dort, wo Ober- und Untergrenzen festgelegt sind, den Mittelwert zu erreichen. Falls Zweifel daran bestehen, ob ein Kraftstoff die Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen von ISO 4259.

(2) Die angegebene Spanne für die Cetanzahl entspricht nicht der Anforderung einer Mindestspanne von 4R. Bei Meinungsverschiedenheiten zwischen dem Kraftstofflieferanten und dem Verwender können jedoch die Bestimmungen von ISO 4259 zur Regelung herangezogen werden, sofern anstelle von Einzelmessungen Wiederholungsmessungen in für die notwendige Genauigkeit ausreichender Anzahl vorgenommen werden.

(3) Obwohl die Oxidationsbeständigkeit überwacht wird, ist die Lagerfähigkeitsdauer wahrscheinlich begrenzt. Hinsichtlich der Lagerbedingungen und der Lagerfähigkeit sind Informationen vom Lieferanten anzufordern.

(4) Der Gehalt an Fettsäuremethylester muss den technischen Daten der Norm EN 14214 entsprechen.

Typ: Ethanol für bestimmte Selbstzündungsmotoren (ED95) (1)

Kenndaten	Maß-einheit	Grenzwerte (2)		Prüfverfahren (3)
		min.	max.	
Gesamtalkohol (Ethanol einschließlich Gehalt an stärker gesättigten Alkoholen)	Masse-%	92,4		EN 15721
Andere stärker gesättigte Monoalkohole (C3-C5)	Masse-%		2,0	EN 15721
Methanol	Masse-%		0,3	EN 15721
Dichte bei 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	793,0	815,0	EN ISO 12185
Säure, berechnet als Essigsäure	Masse-%		0,0025	EN 15491
Aussehen:		Hell und klar		
Flammpunkt	°C	10		EN 3679
Trockenrückstand	mg/kg		15	EN 15691
Wassergehalt	Masse-%		6,5	EN 15489 (4) EN-ISO 12937 EN15692
Aldehyde, berechnet als Acetaldehyd	Masse-%		0,0050	ISO 1388-4
Ester, berechnet als Ethylacetat	Masse-%		0,1	ASTM D1617
Schwefelgehalt	mg/kg		10,0	EN 15485 EN 15486
Sulphate	mg/kg		4,0	EN 15492
Partikelverunreinigung	mg/kg		24	EN 12662
Phosphor	mg/l		0,20	EN 15487
Anorganisches Chlor	mg/kg		1,0	EN 15484 oder EN 15492
Kupfer	mg/kg		0,100	EN 15488
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		2,50	DIN 51627-4 oder prEN 15938

Anmerkungen:

(1) Dem Ethanolkraftstoff können entsprechend den Herstellerinformationen Additive wie beispielsweise Zündverbesserer beigemischt werden, sofern keine negativen Begleiterscheinungen bekannt sind. Wenn diese Bedingungen erfüllt sind, ist die höchstzulässige Menge 10 Massen-%.

(2) Bei den Werten der technischen Daten handelt es sich um „tatsächliche Werte“. Bei der Festlegung ihrer Grenzwerte wurden die Bestimmungen des ISO-Dokuments 4259 „Petroleum products — Determination and application of precision data in relation to methods of test“ angewendet, und bei der Festlegung eines Mindestwerts wurde eine Mindestdifferenz von 2R über Null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Höchst- und Mindestwertes beträgt die Mindestdifferenz 4R (R = Reproduzierbarkeit). Unabhängig von dieser aus statistischen Gründen getroffenen Festlegung muss der Hersteller des Kraftstoffs dennoch anstreben, dort, wo ein Höchstwert von 2R festgelegt ist, den Wert Null zu erreichen, und dort, wo Ober- und Untergrenzen festgelegt sind, den Mittelwert zu erreichen. Falls Zweifel daran bestehen, ob ein Kraftstoff die Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen von ISO 4259.

(3) Gleichwertige EN/ISO-Verfahren werden übernommen, sobald sie für die oben angegebenen Eigenschaften veröffentlicht sind.

(4) Falls Zweifel daran bestehen, ob ein Kraftstoff die Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen von EN 15489.

## Technische Daten der Kraftstoffe für die Prüfung von Fremdzündungsmotoren und Zweistoffmotoren

Typ: Benzin (E10)

Kenndaten	Maß-einheit	Grenzwerte <sup>(1)</sup>		Prüfverfahren <sup>(2)</sup>
		min.	max.	
Research-Oktananzahl, ROZ		95,0	97,0	EN ISO 5164:2005 <sup>(3)</sup>
Motoroktananzahl, MOZ		84,0	86,0	EN ISO 5163:2005 <sup>(3)</sup>
Dichte bei 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	743	756	EN ISO 3675 EN ISO 12185
Dampfdruck	kPa	56,0	60,0	EN ISO 13016-1 (DVPE)
Wassergehalt	Vol.-%		0,015	ASTM E 1064
Siedeverlauf:				
— bei 70 °C verdunstet	Vol.-%	24,0	44,0	EN-ISO 3405
— bei 100 °C verdunstet	Vol.-%	56,0	60,0	EN-ISO 3405
— bei 150 °C verdunstet	Vol.-%	88,0	90,0	EN-ISO 3405
— Siedeende	°C	190	210	EN-ISO 3405
Rückstand	Vol.-%	—	2,0	EN-ISO 3405
Analyse der Kohlenwasserstoffe:				
— Olefine	Vol.-%	3,0	18,0	EN 14517 EN 15553
— Aromaten	Vol.-%	25,0	35,0	EN 14517 EN 15553
— Benzol	Vol.-%	0,4	1,0	EN 12177 EN 238, EN 14517
— Alkane	Vol.-%	Bericht		EN 14517 EN 15553
Verhältnis Kohlenstoff/Wasserstoff		Bericht		
Verhältnis Kohlenstoff/Sauerstoff		Bericht		
Induktionszeit <sup>(4)</sup>	Minuten	480		EN-ISO 7536
Sauerstoffgehalt <sup>(5)</sup>	Masse-%	3,7		EN 1601 EN 13132 EN 14517
Abdampfrückstand	mg/ml	—	0,04	EN-ISO 6246
Schwefelgehalt <sup>(6)</sup>	mg/kg	—	10	EN ISO 20846 EN ISO 20884
Kupferkorrosion (3 Stunden bei 50 °C)	Einstuf-ung	—	Klasse 1	EN-ISO 2160
Bleigehalt	mg/l	—	5	EN 237

Kenndaten	Maß-einheit	Grenzwerte <sup>(1)</sup>		Prüfverfahren <sup>(2)</sup>
		min.	max.	
Phosphorgehalt <sup>(7)</sup>	mg/l	—	1,3	ASTM D 3231
Ethanol <sup>(4)</sup>	Vol.-%	9,5	10,0	EN 1601 EN 13132 EN 14517

**Anmerkungen:**

- <sup>(1)</sup> Bei den Werten der technischen Daten handelt es sich um „tatsächliche Werte“. Bei der Festlegung ihrer Grenzwerte wurden die Bestimmungen des ISO-Dokuments 4259 „Petroleum products — Determination and application of precision data in relation to methods of test“ angewendet, und bei der Festlegung eines Mindestwerts wurde eine Mindestdifferenz von 2R über Null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Höchst- und Mindestwertes beträgt die Mindestdifferenz 4R (R = Reproduzierbarkeit). Unabhängig von dieser aus statistischen Gründen getroffenen Festlegung muss der Hersteller des Kraftstoffs dennoch anstreben, dort, wo ein Höchstwert von 2R festgelegt ist, den Wert Null zu erreichen, und dort, wo Ober- und Untergrenzen festgelegt sind, den Mittelwert zu erreichen. Falls Zweifel daran bestehen, ob ein Kraftstoff die Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen von ISO 4259.
- <sup>(2)</sup> Gleichwertige EN/ISO-Verfahren werden übernommen, sobald sie für die oben angegebenen Eigenschaften veröffentlicht sind.
- <sup>(3)</sup> Für die Berechnung des Endergebnisses gemäß EN 228:2008 ist ein Korrekturfaktor von 0,2 bei der MOZ und der ROZ abzuziehen.
- <sup>(4)</sup> Der Kraftstoff kann Oxidationsinhibitoren und Metalldeaktivatoren enthalten, die normalerweise zur Stabilisierung von Raffineriebenzinströmen Verwendung finden; es dürfen jedoch keine Detergenzien/Dispersionszusätze und Lösungsöle zugesetzt sein.
- <sup>(5)</sup> Die einzige sauerstoffhaltige Kraftstoffkomponente, die dem Bezugskraftstoff absichtlich zugesetzt werden darf, ist Ethanol, das den technischen Daten der Norm EN 15376 entspricht.
- <sup>(6)</sup> Der tatsächliche Schwefelgehalt des für die Prüfung Typ 1 verwendeten Kraftstoffs muss mitgeteilt werden.
- <sup>(7)</sup> Phosphor, Eisen, Mangan oder Blei enthaltende Verbindungen dürfen diesem Bezugskraftstoff nicht absichtlich zugesetzt werden.

**Typ: Ethanol (E85)**

Kenndaten	Maßeinheit	Grenzwerte <sup>(1)</sup>		Prüfverfahren
		min.	max.	
Research-Oktananzahl, ROZ		95,0	—	EN ISO 5164
Motoroktananzahl, MOZ		85,0	—	EN ISO 5163
Dichte bei 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	Bericht		ISO 3675
Dampfdruck	kPa	40,0	60,0	EN ISO 13016-1 (DVPE)
Schwefelgehalt <sup>(2)</sup>	mg/kg	—	10	EN 15485 oder EN 15486
Oxidationsbeständigkeit	Minuten	360		EN ISO 7536
Gehalt an Abdampfückstand (mit Lösungsmittel ausgewaschen)	mg/100ml	—	5	EN-ISO 6246
Aussehen Dieses ist bei Umgebungstemperatur bzw. bei 15 °C zu bestimmen, je nach- dem, was höher ist.		Hell und klar, sichtlich frei von gelösten oder ausgefallten Verunreinigungen		Sichtprüfung
Ethanol und höhere Alkohole <sup>(3)</sup>	Vol.-%	83	85	EN 1601 EN 13132 EN 14517 E DIN 51627-3
höhere Alkohole (C3-C8)	Vol.-%	—	2,0	E DIN 51627-3
Methanol	Vol.-%		1,00	E DIN 51627-3
Benzin <sup>(4)</sup>	Vol.-%	Rest		EN 228
Phosphor	mg/l	0,20 <sup>(5)</sup>		EN 15487

Kenndaten	Maßeinheit	Grenzwerte <sup>(1)</sup>		Prüfverfahren
		min.	max.	
Wassergehalt	Vol.-%		0,300	EN 15489 oder EN 15692
Gehalt anorganischen Chlors	mg/l		1	EN 15492
pHe		6,5	9,0	EN 15490
Kupferstreifenkorrosion (3 Stunden bei 50°C)	Einstufung	Klasse 1		EN ISO 2160
Säuregehalt (angegeben als Essigsäure — CH <sub>3</sub> COOH)	Masse-% (mg/l)	—	0,0050 (40)	EN 15491
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	1,5		DIN 51627-4 oder prEN 15938
Verhältnis Kohlenstoff/Wasserstoff		angeben		
Verhältnis Kohlenstoff/Sauerstoff		angeben		

## Anmerkungen:

- (<sup>1</sup>) Bei den Werten der technischen Daten handelt es sich um „tatsächliche Werte“. Bei der Festlegung ihrer Grenzwerte wurden die Bestimmungen des ISO-Dokuments 4259 „Petroleum products - Determination and application of precision data in relation to methods of test“ angewendet, und bei der Festlegung eines Mindestwerts wurde eine Mindestdifferenz von 2R über Null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Höchst- und Mindestwertes beträgt die Mindestdifferenz 4R (R = Reproduzierbarkeit). Unabhängig von dieser aus statistischen Gründen getroffenen Festlegung muss der Hersteller des Kraftstoffs dennoch anstreben, dort, wo ein Höchstwert von 2R festgelegt ist, den Wert Null zu erreichen, und dort, wo Ober- und Untergrenzen festgelegt sind, den Mittelwert zu erreichen. Falls Zweifel daran bestehen, ob ein Kraftstoff die Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen von ISO 4259.
- (<sup>2</sup>) Der tatsächliche Schwefelgehalt des für die Emissionsprüfung verwendeten Kraftstoffs muss mitgeteilt werden.
- (<sup>3</sup>) Die einzige sauerstoffhaltige Kraftstoffkomponente, die dem Bezugskraftstoff absichtlich zugesetzt werden darf, ist Ethanol, das den technischen Daten der Norm EN 15376 entspricht.
- (<sup>4</sup>) Der Gehalt an bleifreiem Benzin lässt sich folgendermaßen ermitteln: 100 minus der Summe des prozentualen Gehalts an Wasser, Alkoholen, MTBE und ETBE.
- (<sup>5</sup>) Phosphor, Eisen, Mangan oder Blei enthaltende Verbindungen dürfen diesem Bezugskraftstoff nicht absichtlich zugesetzt werden.

## Typ: LPG

Kenndaten	Maßeinheit	Kraftstoff A	Kraftstoff B	Prüfverfahren
Zusammen-setzung:				EN 27941
C <sub>3</sub> -Gehalt	Vol.-%	30 ± 2	85 ± 2	
C <sub>4</sub> -Gehalt	Vol.-%	Rest ( <sup>1</sup> )	Rest ( <sup>1</sup> )	
< C <sub>3</sub> , > C <sub>4</sub>	Vol.-%	max. 2	max. 2	
Olefine	Vol.-%	max. 12	max. 15	
Abdampfrückstand	mg/kg	max. 50	max. 50	EN 15470
Wasser bei 0 °C		wasserfrei	wasserfrei	EN 15469
Gesamtschwefelgehalt einschließlich Geruchsstoff	mg/kg	max. 10	max. 10	EN 24260, ASTM D 3246, ASTM 6667
Schwefelwasserstoff		keiner	keiner	EN ISO 8819
Kupferstreifenkorrosion (1 Stunde bei 40 °C)	Einstufung	Klasse 1	Klasse 1	ISO 6251 ( <sup>2</sup> )

Kenndaten	Maßeinheit	Kraftstoff A	Kraftstoff B	Prüfverfahren
Geruch		Eigengeruch	Eigengeruch	
Motor-Oktanzahl (3)		min. 89,0	min. 89,0	Anhang B

## Anmerkungen:

- (1) Der Rest lautet wie folgt: Rest = 100 - C<sub>3</sub> - <C<sub>3</sub> - >C<sub>4</sub>.  
 (2) Mit diesem Verfahren lassen sich korrosive Stoffe möglicherweise nicht zuverlässig nachweisen, wenn die Probe Korrosionshemmer oder andere Stoffe enthält, die die korrodierende Wirkung der Probe auf den Kupferstreifen verringern. Deshalb ist der Zusatz solcher Mittel verboten, wenn damit nur der Zweck verfolgt wird, das Prüfverfahren zu beeinflussen.  
 (3) Auf Antrag des Motorherstellers kann eine höhere MOZ für die Typgenehmigungsprüfung verwendet werden.

## Typ: Erdgas/Biomethan

Merkmale	Einheiten	Basis	Grenzwerte		Prüfverfahren
			min.	max.	
Bezugskraftstoff GR					
Zusammen-setzung:					
Methan		87	84	89	
Ethan		13	11	15	
Rest (1)	Mol.-%	—	—	1	ISO 6974
Schwefelgehalt	mg/m <sup>3</sup> (2)	—		10	ISO 6326-5

## Anmerkungen:

- (1) Inertgase + C<sub>2+</sub>  
 (2) Im Normalzustand bei 293,2 K (20 °C) und 101,3 kPa zu bestimmen.

## Bezugskraftstoff G23

Zusammen-setzung:					
Methan		92,5	91,5	93,5	
Rest (1)	Mol.-%	—	—	1	ISO 6974
N <sub>2</sub>	Mol.-%	7,5	6,5	8,5	
Schwefelgehalt	mg/m <sup>3</sup> (2)	—	—	10	ISO 6326-5

## Anmerkungen:

- (1) Inertgase (andere als N<sub>2</sub>) + C<sub>2</sub> + C<sub>2+</sub>  
 (2) Zu bestimmen bei 293,2 K (20 °C) und 101,3 kPa.

## Bezugskraftstoff G25

Zusammen-setzung:					
Methan	Mol.-%	86	84	88	
Rest (1)	Mol.-%	—	—	1	ISO 6974
N <sub>2</sub>	Mol.-%	14	12	16	
Schwefelgehalt	mg/m <sup>3</sup> (2)	—	—	10	ISO 6326-5

## Anmerkungen:

- (1) Inertgase (andere als N<sub>2</sub>) + C<sub>2</sub> + C<sub>2+</sub>  
 (2) Zu bestimmen bei 293,2 K (20 °C) und 101,3 kPa.

## Bezugskraftstoff G20

Zusammen-setzung:					
Methan	Mol.-%	100	99	100	ISO 6974
Rest <sup>(1)</sup>	Mol.-%	—	—	1	ISO 6974
N <sub>2</sub>	Mol.-%				ISO 6974
Schwefelgehalt	mg/m <sup>3</sup> <sup>(2)</sup>	—	—	10	ISO 6326-5
Wobbe-Index (net)	MJ/m <sup>3</sup> <sup>(3)</sup>	48,2	47,2	49,2	

## Anmerkungen:

<sup>(1)</sup> Inertgase (andere als N<sub>2</sub>) + C<sub>2</sub> + C<sub>2</sub>+

<sup>(2)</sup> Zu bestimmen bei 293,2 K (20 °C) und 101,3 kPa.

<sup>(3)</sup> Zu bestimmen bei 273,2 K (20 °C) und 101,3 kPa.

## ANHANG 6

**EMISSIONSDATEN, DIE BEI DER TYPGENEHMIGUNG FÜR DIE VERKEHRSSICHERHEITSPRÜFUNG  
ERFORDERLICH SIND****MESSUNG DER EMISSION VON KOHLENMONOXID IM LEERLAUF**

## 1. VORBEMERKUNG

- 1.1. Es folgt die Beschreibung des Verfahrens zur Prüfung der Emissionen von Kohlenmonoxid im Leerlauf (bei normaler und erhöhter Drehzahl) bei Fremdzündungsmotoren, die mit Benzin oder Ethanol (E85) betrieben werden, oder bei Fremdzündungsmotoren, die mit Erdgas/Biomethan oder Flüssiggas betrieben werden und in Fahrzeuge der Klassen M<sub>2</sub>, N<sub>1</sub> oder M<sub>1</sub> eingebaut sind, deren höchstzulässige Gesamtmasse 7,5 Tonnen nicht übersteigt.

## 2. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

- 2.1. Die allgemeinen Anforderungen entsprechen denen, die in Absatz 5.3.7 der UN/ECE-Regelung-Nr. 83 angegeben sind, mit den in den Absätzen 2.2, 2.3 und 2.4 beschriebenen Ausnahmen.
- 2.2. Die in Absatz 5.3.7.3 der UN/ECE-Regelung-Nr. 83 angegebenen Atomverhältnisse sind folgendermaßen zu verstehen:

Hcv = Atomverhältnis von Wasserstoff zu Kohlenstoff — für Benzin (E10) 1,93  
— für Flüssiggas 2,525  
— für Erdgas/Biomethan 4,0  
— für Ethanol (E85) 2,74

Ocv = Atomverhältnis von Sauerstoff zu Kohlenstoff — für Benzin (E10) 0,032  
— für Flüssiggas 0,0  
— für Erdgas/Biomethan 0,0  
— für Ethanol (E85) 0,385

- 2.3. Die Tabelle in Anhang 2A Absatz 1.4.3 (Tabelle 6) ist auf der Grundlage der Anforderungen in den Absätzen 2.2 und 2.4 dieses Anhangs auszufüllen.
- 2.4. Der Hersteller muss bestätigen, dass der bei der Typgenehmigungsprüfung gemäß Absatz 2.1 dieses Anhangs aufgezeichnete Lambda-Wert korrekt ist und für Fahrzeuge aus der laufenden Produktion ab dem Datum der Erteilung der Typgenehmigung 24 Monate lang repräsentativ ist. Die Beurteilung erfolgt auf der Grundlage von Inspektionen und Untersuchungen von Fahrzeugen aus der laufenden Produktion.

## 3. TECHNISCHE ANFORDERUNGEN

- 3.1. Die technischen Anforderungen entsprechen denen, die in Anhang 5 der UN/ECE-Regelung-Nr. 83 angegeben sind, mit den in Absatz 3.2 beschriebenen Ausnahmen.
- 3.2. Die in Anhang 5 Absatz 2.1 der Regelung Nr. 83 angegebenen Bezugskraftstoffe gelten als Bezugnahme auf die entsprechenden technischen Daten der Bezugskraftstoffe in Anhang 5 dieser Regelung.

---

## ANHANG 7

**PRÜFUNG DER DAUERHALTBARKEIT VON MOTORSYSTEMEN**

1. **VORBEMERKUNG**
  - 1.1. In diesem Anhang werden die Verfahren für die Auswahl von Motoren beschrieben, die für das Betriebsakkumulationsprogramm zur Ermittlung der Verschlechterungsfaktoren ausgewählt werden. Die Verschlechterungsfaktoren sind gemäß den Anforderungen in Absatz 3.6 dieses Anhangs auf die gemäß Anhang 4 gemessenen Emissionen anzuwenden.
  - 1.2. Außerdem enthält dieser Anhang Bestimmungen zur emissionsrelevanten und nicht emissionsrelevanten Wartung von Motoren, die einem Betriebsakkumulationsprogramm unterzogen werden. Diese Wartung muss der Wartung entsprechen, die an in Betrieb befindlichen Motoren vorgenommen wird, und ihre Ergebnisse werden den Besitzern von neuen Motoren und Fahrzeugen mitgeteilt.
2. **AUSWAHL DER MOTOREN ZUR BESTIMMUNG DER VERSCHLECHTERUNGSFAKTOREN FÜR DIE LEBENS-  
DAUER**
  - 2.1. Aus der gemäß Absatz 7 dieser Regelung festgelegten Motorenfamilie werden Motoren für die Emissionsprüfung zur Bestimmung der Verschlechterungsfaktoren für die Lebensdauer entnommen.
  - 2.2. Motoren aus verschiedenen Motorenfamilien können nach der Art ihres Abgasnachbehandlungssystems zu weiteren Motorenfamilien zusammengefasst werden. Wenn der Hersteller Motoren, die sich hinsichtlich Anzahl und Anordnung der Zylinder unterscheiden, sich jedoch hinsichtlich technischer Merkmale und Installation des Abgasnachbehandlungssystems ähneln, in einer Abgasnachbehandlungssystem-Motorenfamilie zusammenfassen möchte, muss er der Typgenehmigungsbehörde Daten vorlegen, aus denen hervorgeht, dass die Leistung der Emissionsreduzierung dieser Motorsysteme ähnlich ist.
  - 2.3. Der Motorenhersteller wählt einen Motor aus, der für die Abgasnachbehandlungssystem-Motorenfamilie gemäß Absatz 2.2 repräsentativ ist und dieser Motor wird über die in Absatz 3.2 festgelegte Betriebsdauer geprüft; vor Beginn der Prüfungen ist die Typgenehmigungsbehörde über den gewählten Motor zu informieren.
    - 2.3.1. Falls die Typgenehmigungsbehörde zu dem Schluss kommt, dass es günstiger ist, den schlechtesten Emissionswert des Abgasnachbehandlungssystems der Motorenfamilie anhand eines anderen Motors zu bestimmen, so ist der Prüfmotor von der Typgenehmigungsbehörde und dem Hersteller gemeinsam auszuwählen.
3. **BESTIMMUNG DER VERSCHLECHTERUNGSFAKTOREN FÜR DIE LEBENSDAUER**
  - 3.1. **Allgemeines**

Die für eine Abgasnachbehandlungssystem-Motorenfamilie geltenden Verschlechterungsfaktoren werden von den ausgewählten Motoren abgeleitet, auf Grundlage eines Betriebsakkumulationsprogramms, das die regelmäßige Prüfung auf gasförmige Schadstoffe und luftverunreinigende Partikel während der WHTC- und WHSC-Prüfungen umfasst.
  - 3.2. **Betriebsakkumulationsprogramm**

Betriebsakkumulationsprogramme kann der Hersteller entweder anhand eines im Betrieb befindlichen Fahrzeugs mit dem gewählten Motor oder anhand des Betriebs des gewählten Motors auf dem Prüfstand durchführen.

    - 3.2.1. **Betriebsakkumulation im Betrieb und auf dem Prüfstand**
      - 3.2.1.1. Der Hersteller bestimmt nach den Regeln der Technik Form und Umfang der Kilometerleistung, der Betriebsdauer und des Alterungszyklus für die Motoren.
      - 3.2.1.2. Der Hersteller legt fest, wann während der WHTC- und WHSC-Prüfungen mit Warmstart gasförmige Schadstoffe und luftverunreinigende Partikel gemessen werden. Es muss mindestens drei Prüfpunkte geben, einen zu Beginn, einen etwa in der Mitte und einen am Ende des Prüfprogramms.
      - 3.2.1.3. Die Emissionswerte am Anfang und am Ende der normalen Lebensdauer, die gemäß Absatz 3.5.2 errechnet werden, müssen den in Absatz 5.3 dieser Regelung angegebenen Grenzwerten entsprechen; einzelne Emissionsergebnisse der Prüfpunkte dürfen diese Grenzwerte jedoch überschreiten.
      - 3.2.1.4. Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde braucht an jedem Prüfpunkt nur ein Prüfzyklus (entweder WHTC- oder WHSC-Zyklus mit Warmstart) durchgeführt zu werden; der andere Prüfzyklus ist dann lediglich am Anfang und am Ende des Prüfprogramms durchzuführen.
      - 3.2.1.5. Die Betriebsakkumulationsprogramme können bei Motoren verschiedener Abgasnachbehandlungssystem-Motorenfamilien unterschiedlich sein.

- 3.2.1.6. Die Betriebsakkumulationsprogramme können kürzer als die Lebensdauer sein, aber sie dürfen nicht kürzer sein, als in der Tabelle 1 in Absatz 3.2.1.8 angegeben.
- 3.2.1.7. Für den Betrieb des Motors auf dem Prüfstand muss der Hersteller die gültige Entsprechung zwischen dem Betriebsakkumulationszeitraum (Kilometerleistung) und den Stunden auf dem Prüfstand angeben, z. B. die Korrelation des Kraftstoffverbrauchs oder das Verhältnis zwischen Fahrzeuggeschwindigkeit und Motordrehzahl usw.
- 3.2.1.8. Mindest-Betriebsakkumulationszeitraum

Tabelle 1

**Mindest-Betriebsakkumulationszeitraum**

Fahrzeugklasse, für die der Motor bestimmt ist <sup>(1)</sup>	Mindest-Betriebsakkumulationszeitraum	Lebensdauer
Fahrzeuge der Klasse N1	160 000 km	Siehe Absatz 5.4 dieser Regelung
Fahrzeuge der Klasse N2	188 000 km	Siehe Absatz 5.4 dieser Regelung
Fahrzeuge der Klasse N3 mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse bis 16 t	188 000 km	Siehe Absatz 5.4 dieser Regelung
Fahrzeuge der Klasse N3 mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse über 16 t	233 000 km	Siehe Absatz 5.4 dieser Regelung
Fahrzeuge der Klasse M1	160 000 km	Siehe Absatz 5.4 dieser Regelung
Fahrzeuge der Klasse M2	160 000 km	Siehe Absatz 5.4 dieser Regelung
Fahrzeuge der Klasse M3, Unterklassen I, II, A und B mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse bis 7,5 t	188 000 km	Siehe Absatz 5.4 dieser Regelung
Fahrzeuge der Klasse M3, Unterklassen III und B mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse über 7,5 t	233 000 km	Siehe Absatz 5.4 dieser Regelung

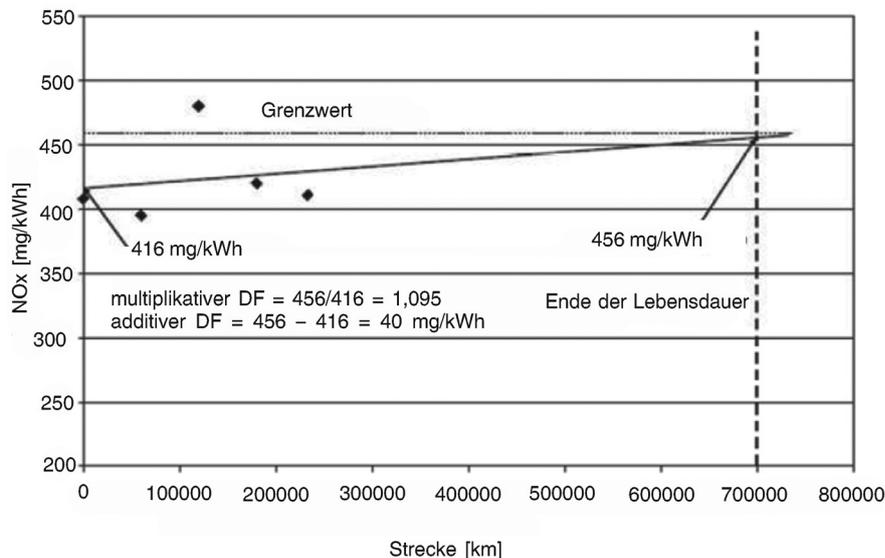
<sup>(1)</sup> Angabe gemäß den Begriffsbestimmungen in der Gesamtresolution über Fahrzeugtechnik (R.E.3) - Dokument ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.2., Absatz 2.

- 3.2.1.9. Künstliches Altern ist zulässig, indem das Betriebsakkumulationsprogramm auf Grundlage des Kraftstoffverbrauchs eingestellt wird. Die Einstellung muss auf dem Verhältnis zwischen dem typischen Kraftstoffverbrauch im Betrieb und dem Kraftstoffverbrauch im Alterungszyklus basieren, aber der Kraftstoffverbrauch im Alterungszyklus darf den typischen Kraftstoffverbrauch im Betrieb nicht um mehr als 30 Prozent übersteigen.
- 3.2.1.10. Das Betriebsakkumulationsprogramm ist im Antrag auf Typgenehmigung ausführlich zu beschreiben und vor Aufnahme der Prüfungen der Typgenehmigungsbehörde mitzuteilen.
- 3.2.2. Falls die Typgenehmigungsbehörde zu dem Schluss kommt, dass bei den WHTC- und WHSC-Prüfungen mit Warmstart zusätzliche Messungen zwischen den vom Hersteller bestimmten Prüfpunkten erforderlich sind, teilt sie dies dem Hersteller mit. Der Hersteller muss dann die Betriebsakkumulationsprogramme überarbeiten und von der Typgenehmigungsbehörde billigen lassen.
- 3.3. Motorprüfung
- 3.3.1. Stabilisierung des Motorsystems
- 3.3.1.1. Für jede Abgasnachbehandlungssystem-Motorenfamilie ermittelt der Hersteller, nach wie vielen Stunden Fahrzeit des Fahrzeugs oder Motors sich das Betriebsverhalten des Abgasnachbehandlungssystems stabilisiert hat. Auf Verlangen der Typgenehmigungsbehörde muss der Hersteller ihr die diesem Wert zugrunde liegenden Daten und Berechnungen vorlegen. Wahlweise kann der Hersteller den Motor zwischen 60 und 125 Stunden lang oder über die entsprechende Laufzeit im Alterungszyklus betreiben, um das Abgasnachbehandlungssystem zu stabilisieren.
- 3.3.1.2. Das Ende der Stabilisierungsphase gemäß Absatz 3.3.1.1 gilt als Beginn des Betriebsakkumulationsprogramms.

- 3.3.2. Betriebsakkumulationsprüfung
- 3.3.2.1. Nach der Stabilisierung wird der Motor gemäß dem vom Hersteller gewählten und in Absatz 3.2 beschriebenen Betriebsakkumulationsprogramm betrieben. Der Motor wird regelmäßig zu den vom Hersteller und gegebenenfalls von der Typgenehmigungsbehörde nach Absatz 3.2.2 im Betriebsakkumulationsprogramm festgelegten Zeitpunkten den WHTC- und WHSC-Prüfungen mit Warmstart auf gasförmige Schadstoffe und luftverunreinigende Partikel unterzogen. Wurde nach Absatz 3.2.1.4 vereinbart, dass an jedem Prüfpunkt nur ein Prüfzyklus (WHTC oder WHSC mit Warmstart) durchgeführt wird, muss der jeweils andere Prüfzyklus am Anfang und am Ende des Betriebsakkumulationsprogramms durchgeführt werden.
- 3.3.2.2. Während des Betriebsakkumulationsprogramms sind nach den Anforderungen in Absatz 4 Wartungsarbeiten am Motor durchzuführen.
- 3.3.2.3. Während des Betriebsakkumulationsprogramms können außerplanmäßige Wartungsarbeiten am Motor oder am Fahrzeug vorgenommen werden, wenn beispielsweise das OBD-System eine Störung erkannt hat, die zur Aktivierung der Fehlfunktionsanzeige (MI) geführt hat.
- 3.4. Berichterstattung
- 3.4.1. Die Ergebnisse sämtlicher während des Betriebsakkumulationsprogramms durchgeführter Emissionsprüfungen (WHTC und WHSC mit Warmstart) sind der Typgenehmigungsbehörde zur Verfügung zu stellen. Erklärt der Hersteller eine Emissionsprüfung für ungültig, so muss er dies begründen. In einem solchen Fall ist innerhalb der nächsten 100 Stunden Betriebsakkumulation eine weitere Reihe von Emissionsprüfungen nach dem WHTC- und dem WHSC-Zyklus mit Warmstart durchzuführen.
- 3.4.2. Der Hersteller hat alle Informationen über alle während des Betriebsakkumulationsprogramms am Motor durchgeführten Emissionsprüfungen und Wartungsarbeiten aufzuzeichnen. Diese Informationen sind der Typgenehmigungsbehörde zusammen mit den Ergebnissen der im Rahmen des Betriebsakkumulationsprogramms durchgeführten Emissionsprüfungen zu übergeben.
- 3.5. Ermittlung der Verschlechterungsfaktoren
- 3.5.1. Für jeden in den WHTC- und WHSC-Prüfungen mit Warmstart gemessenen Schadstoff und an jedem Prüfpunkt des Betriebsakkumulationsprogramms ist auf der Grundlage sämtlicher Prüfergebnisse eine lineare „Best-fit“-Regressionsanalyse vorzunehmen. Für jeden Schadstoff sind die Ergebnisse auf eine Dezimalstelle mehr anzugeben, als Dezimalstellen in den Grenzwertangaben in Absatz 5.3 dieser Regelung angegeben sind. Wurde nach Absatz 3.2.1.4 dieses Anhangs vereinbart, dass an jedem Prüfpunkt nur ein Prüfzyklus (WHTC oder WHSC mit Warmstart) durchgeführt werden soll und der jeweils andere Prüfzyklus (WHTC oder WHSC mit Warmstart) lediglich am Anfang und am Ende des Betriebsakkumulationsprogramms durchgeführt wird, so ist die Regressionsanalyse nur anhand der Ergebnisse der am jeweiligen Prüfpunkt durchgeführten Prüfung vorzunehmen.
- Auf Antrag des Herstellers und mit vorheriger Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde ist eine nichtlineare Regression zulässig.
- 3.5.2. Die Emissionswerte für jeden Schadstoff zu Beginn des Betriebsakkumulationsprogramms und am Ende der für den zu prüfenden Motor geltenden Lebensdauer sind aus der Regressionsgleichung zu berechnen. Wenn das Betriebsakkumulationsprogramm kürzer ist als die normale Lebensdauer, dann sind die Emissionswerte am Ende der normalen Nutzungsdauer durch Extrapolation der Regressionsgleichung gemäß Absatz 3.5.1 zu bestimmen.
- 3.5.3. Der Verschlechterungsfaktor für jeden Schadstoff ist das Verhältnis der geltenden Emissionswerte am Ende der normalen Nutzungsdauer und am Anfang des Betriebsakkumulationsprogramms (multiplikativer Verschlechterungsfaktor).
- Auf Antrag des Herstellers und mit vorheriger Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde kann ein additiver Verschlechterungsfaktor für jeden Schadstoff angewendet werden. Der additive Verschlechterungsfaktor gilt als die Differenz zwischen den berechneten Emissionswerten am Ende der normalen Lebensdauer und am Anfang des Betriebsakkumulationsprogramms.
- Ergibt die Berechnung einen Wert unter 1,00 für einen multiplikativen Verschlechterungsfaktor oder unter 0,00 für einen additiven Verschlechterungsfaktor, so gilt der Verschlechterungsfaktor 1,0 bzw. 0,00.
- Ein Beispiel zur Bestimmung von Verschlechterungsfaktoren unter Verwendung der linearen Regression ist in Abbildung 1 angegeben.
- Die Vermischung von multiplikativen und additiven Verschlechterungsfaktoren innerhalb eines Schadstoffsatzes ist nicht zulässig.
- Wurde nach Absatz 3.2.1.4 vereinbart, dass an jedem Prüfpunkt nur ein Prüfzyklus (WHTC oder WHSC mit Warmstart) durchgeführt werden soll und der jeweils andere Prüfzyklus (WHTC oder WHSC mit Warmstart) lediglich am Anfang und am Ende des Betriebsakkumulationsprogramms durchgeführt wird, so ist der Verschlechterungsfaktor, der für den Prüfzyklus errechnet wurde, welcher an jedem Prüfpunkt durchgeführt wurde, auch bei dem anderen Prüfzyklus anzuwenden.

Abbildung 1

## Beispiel zur Bestimmung von Verschlechterungsfaktoren



## 3.6. Vorgegebene Verschlechterungsfaktoren

- 3.6.1. Als Alternative zur Ermittlung der Verschlechterungsfaktoren mittels eines Betriebsakkumulationsprogramms können Motorenhersteller folgende vorgegebene multiplikative Verschlechterungsfaktoren heranziehen:

Tabelle 2

## Verschlechterungsfaktoren

Prüf-zyklus	CO	THC <sup>(1)</sup>	NMHC <sup>(2)</sup>	CH <sub>4</sub> <sup>(2)</sup>	NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>	Partikel-masse	Partikel-zahl
WHTC-Zyklus	1,3	1,3	1,4	1,4	1,15	1,0	1,05	1,0
WHSC-Zyklus	1,3	1,3	1,4	1,4	1,15	1,0	1,05	1,0

## Anmerkungen:

<sup>(1)</sup> Gilt im Fall eines Selbstzündungsmotors.

<sup>(2)</sup> Gilt im Fall eines Fremdzündungsmotors.

Vorgegebene additive Verschlechterungsfaktoren werden nicht angegeben. Es ist nicht zulässig, vorgegebene multiplikative Verschlechterungsfaktoren in additive Verschlechterungsfaktoren umzuwandeln.

## 3.7. Anwendung von Verschlechterungsfaktoren

- 3.7.1. Die Motoren müssen nach Anwendung der Verschlechterungsfaktoren auf die Prüfergebnisse, die gemäß Anhang 4 ( $e_{\text{gas}}$ ,  $e_{\text{PM}}$ ) gemessen wurden, den jeweiligen Emissionsgrenzwerten für jeden Schadstoff entsprechen, die in Absatz 5.3 dieser Regelung angegeben sind. Abhängig von der Art des Verschlechterungsfaktors (DF) gelten die folgenden Bestimmungen:

a) Multiplikativ:  $(e_{\text{gas}} \text{ oder } e_{\text{PM}}) * \text{DF} \leq \text{Emissionsgrenzwert}$ ,

b) Additiv:  $(e_{\text{gas}} \text{ oder } e_{\text{PM}}) + \text{DF} \leq \text{Emissionsgrenzwert}$ .

- 3.7.2. Der Hersteller kann die für eine Abgasnachbehandlungssystem-Motorenfamilie ermittelten Verschlechterungsfaktoren auf ein Motorsystem übertragen, das nicht zu derselben Abgasnachbehandlungssystem-Motorenfamilie gehört. In diesem Fall muss er gegenüber der Typgenehmigungsbehörde nachweisen, dass für das Motorsystem für welches das Abgasnachbehandlungssystem ursprünglich geprüft wurde und das Motorsystem, auf das die Verschlechterungsfaktoren übertragen werden, dieselben technischen Merkmale und dieselben Vorschriften für den Einbau im Fahrzeug gelten und dass die Emissionen dieses Motors oder Motorsystems ähnlich sind.

- 3.7.3. Die Verschlechterungsfaktoren für alle Schadstoffe bei den entsprechenden Prüfzyklen werden in den Absätzen 1.4.1 und 1.4.2 des Beiblatts zu Anhang 2A und in den Absätzen 1.4.1 und 1.4.2 des Beiblatts zu Anhang 2C aufgezeichnet.

- 3.8. Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion
- 3.8.1. Die Übereinstimmung der Produktion hinsichtlich der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte wird auf der Grundlage der Anforderungen von Absatz 8 dieser Regelung überprüft.
- 3.8.2. Anlässlich der Typgenehmigungsprüfung kann der Hersteller zugleich auch die Schadstoffemissionen vor Anbringung eines Abgasnachbehandlungssystems messen. Dabei kann der Hersteller für den Motor und für das Abgasnachbehandlungssystem separate informelle Verschlechterungsfaktoren ausarbeiten, die er als Hilfe für die Prüfung am Ende der Fertigungsstraße verwenden kann.
- 3.8.3. Für die Zwecke der Typgenehmigung sind nur die Verschlechterungsfaktoren gemäß Absatz 3.5 oder 3.6 in den Absätzen 1.4.1 und 1.4.2 des Beiblatts zu Anhang 2A und in den Absätzen 1.4.1 und 1.4.2 des Beiblatts zu Anhang 2C aufzuzeichnen.
4. WARTUNG
- Für die Zwecke des Betriebsakkumulationsprogramms sind die Wartungsarbeiten gemäß der Anleitung des Herstellers für Service und Wartung durchzuführen.
- 4.1. Emissionsrelevante planmäßige Wartungsarbeiten
- 4.1.1. Emissionsrelevante planmäßige Wartungsarbeiten für die Zwecke der Durchführung eines Betriebsakkumulationsprogramms müssen bei den gleichen oder gleichwertigen Streckenintervallen stattfinden, die in den Wartungsvorschriften des Herstellers für die Besitzer von Motoren oder Fahrzeugen festgelegt sind. Die Wartungsvorschriften können erforderlichenfalls während des gesamten Betriebsakkumulationsprogramms aktualisiert werden, sofern kein Wartungsvorgang aus dem Wartungsprogramm gestrichen wird, nachdem er am Prüfmotor durchgeführt wurde.
- 4.1.2. Der Motorenhersteller muss für das Betriebsakkumulationsprogramm Angaben zur Einstellung, Reinigung und (gegebenenfalls) Wartung und zum planmäßigen Austausch folgender Bestandteile machen:
- Filter und Kühler im Abgasrückführsystem,
  - gegebenenfalls Kurbelgehäuse-Entlüftungsventil,
  - Einspritzdüsen (nur Reinigung),
  - Einspritzdüsen,
  - Turbolader,
  - elektronisches Motorsteuergerät mit zugehörigen Sensoren und Aktuatoren,
  - Partikelfilter (einschließlich dazugehöriger Bauteile),
  - DeNO<sub>x</sub>-System,
  - Abgasrückführsystem einschließlich aller zugehörigen Regelventile und Rohre,
  - alle sonstigen Abgasnachbehandlungssysteme
- 4.1.3. Kritische emissionsrelevante planmäßige Wartungsarbeiten sind nur an in Betrieb befindlichen Fahrzeugen durchzuführen und müssen dem Besitzer des Fahrzeugs mitgeteilt werden.
- 4.2. Änderungen an der planmäßigen Wartung
- 4.2.1. Der Hersteller muss alle neuen planmäßigen Wartungsarbeiten, die er während des Betriebsakkumulationsprogramms durchführen und daher auch den Besitzern von Motoren oder Fahrzeugen empfehlen möchte, von der Typgenehmigungsbehörde genehmigen lassen. Dem Antrag müssen Daten beiliegen, die die Änderung der planmäßigen Wartungsarbeiten und der Wartungsabstände begründen.
- 4.3. Nicht emissionsrelevante planmäßige Wartungsarbeiten
- 4.3.1. Nicht emissionsrelevante planmäßige Wartungsarbeiten, die angemessen und technisch gerechtfertigt sind (z. B. Ölwechsel, Ölfilterwechsel, Kraftstofffilterwechsel, Luftfilterwechsel, Wartung des Kühlsystems, LeerlaufEinstellung, Regler, Motordrehmoment, Ventilspiel, Einspritzdüsenspiel, Ventileinstellung, Einstellung der Spannung des Antriebsriemens usw.) können mit der geringsten vom Hersteller empfohlenen Wartungshäufigkeit an Motoren oder Fahrzeugen im Rahmen des Betriebsakkumulationsprogramms durchgeführt werden.
- 4.4. Reparatur
- 4.4.1. Bauteile eines Motors, der für die Prüfung im Rahmen eines Betriebsakkumulationsprogramms ausgewählt wurde (außer dem Emissionsminderungssystem oder dem Kraftstoffregelsystem), dürfen nur repariert werden, wenn eine Fehlfunktion der Bauteile oder des Motorsystems vorliegt.

- 4.4.2. Wenn der Motor selbst, das Emissionsminderungssystem oder das Kraftstoffregelsystem während des Betriebsakkumulationsprogramms eine Fehlfunktion aufweisen, so gilt die Betriebsakkumulation als ungültig und es muss eine neue Betriebsakkumulation mit einem neuen Motorsystem eingeleitet werden.
-

## ANHANG 8

**ÜBEREINSTIMMUNG IN BETRIEB BEFINDLICHER FAHRZEUGE ODER MOTOREN**

1. **VORBEMERKUNG**
- 1.1 Nachfolgend sind die Anforderungen für die Prüfung und den Nachweis der Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Motoren und Fahrzeuge beschrieben.
2. **VERFAHREN FÜR DIE PRÜFUNG DER ÜBEREINSTIMMUNG IM BETRIEB**
- 2.1. Die Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge oder Motoren einer Motorenfamilie ist nachzuweisen, indem die Fahrzeuge bei normalem Fahrmuster, unter normalen Bedingungen und normaler Nutzlast auf der Straße geprüft werden. Die Prüfung der Übereinstimmung im Betrieb ist repräsentativ für Fahrzeuge, die auf ihren realen Fahrstrecken, unter normaler Last und von dem üblichen Berufskraftfahrer betrieben werden. Wenn das Fahrzeug von einem anderen Fahrer als dem üblichen Berufskraftfahrer des bestimmten Fahrzeugs betrieben wird, muss dieser alternative Fahrer ausgebildet und geschult werden, um Fahrzeuge der zu prüfenden Klasse zu führen.
- 2.2. Gelten die normalen Betriebsbedingungen eines bestimmten Fahrzeugs als nicht kompatibel mit der ordnungsgemäßen Durchführung der Prüfungen, können der Hersteller oder die Typgenehmigungsbehörde beantragen, dass alternative Fahrstrecken und Nutzlasten verwendet werden.
- 2.3. Der Hersteller muss der Typgenehmigungsbehörde nachweisen, dass das ausgewählte Fahrzeug, das Fahrmuster, die Bedingungen und Nutzlasten für die Motorenfamilie repräsentativ sind. Anhand der Anforderungen in den Absätzen 4.1 und 4.5 ist zu ermitteln, ob das Fahrmuster und die Nutzlasten für die Prüfung der Übereinstimmung im Betrieb akzeptabel sind.
- 2.4. Der Hersteller muss den Zeitplan und den Stichprobenplan für die Prüfung der Übereinstimmung zum Zeitpunkt der ersten Typgenehmigung der neuen Motorenfamilie übermitteln.
- 2.5. Fahrzeuge ohne Kommunikationsschnittstelle, welche die Erfassung der nötigen ECU-Daten gemäß den Absätzen 9.4.2.1 und 9.4.2.2 dieser Regelung ermöglicht, mit fehlenden Daten oder einem nicht standardmäßigen Datenprotokoll gelten als nicht übereinstimmend.
- 2.6. Fahrzeuge, bei denen die Erfassung der ECU-Daten die Emissionen oder die Leistung des Fahrzeugs beeinflusst, gelten als nicht übereinstimmend.
3. **AUSWAHL DES MOTORS ODER FAHRZEUGS**
- 3.1. Nachdem die Typgenehmigung für eine Motorenfamilie erteilt wurde, muss der Hersteller innerhalb von 18 Monaten ab der ersten Zulassung eines Fahrzeugs, das mit einem Motor dieser Motorenfamilie ausgestattet ist, Prüfungen dieser Motorenfamilie an in Betrieb befindlichen Fahrzeugen durchführen. Im Fall einer Mehrstufen-Typgenehmigung bedeutet erste Zulassung die erste Zulassung eines vervollständigten Fahrzeugs.

Die Prüfung muss für jede Motorenfamilie mindestens alle zwei Jahre an Fahrzeugen in regelmäßigen Abständen über ihre Nutzungsdauer gemäß Absatz 5.4 dieser Regelung wiederholt werden.

Auf Antrag des Herstellers können die Prüfungen fünf Jahre nach Ende der Herstellung eingestellt werden.
- 3.1.1. Bei einer Stichprobengröße von mindestens drei Motoren muss die Wahrscheinlichkeit, dass ein zu 20 % fehlerhaftes Los eine Prüfung besteht, 0,90 betragen (Herstellerrisiko = 10 %). Hingegen liegt die Wahrscheinlichkeit, dass ein zu 60 % fehlerhaftes Los angenommen wird, bei 0,10 (Verbraucherrisiko = 10 %).
- 3.1.2. Der statistische Prüfwert, der die kumulierte Anzahl an negativen Prüfungen bei der n-ten Prüfung quantifiziert, ist für die Stichprobe zu ermitteln.
- 3.1.3. Die positive oder negative Entscheidung in Bezug auf die Stichprobe erfolgt gemäß den folgenden Anforderungen:
  - a) Liegt der statistische Prüfwert unter dem der Stichprobengröße entsprechenden Wert für eine positive Entscheidung oder ist er gleich diesem (siehe Tabelle 1), so wird in Bezug auf das Los eine positive Entscheidung getroffen.
  - b) Liegt der statistische Prüfwert über dem der Stichprobengröße entsprechenden Wert für eine negative Entscheidung oder ist er gleich diesem (siehe Tabelle 1), so wird in Bezug auf das Los eine negative Entscheidung getroffen.
  - c) Andernfalls wird ein weiterer Motor gemäß diesem Anhang geprüft und das Berechnungsverfahren wird auf die um eine Einheit vergrößerte Stichprobe angewendet.

Die Grenzwerte für positive und negative Entscheidungen der Tabelle 1 werden anhand der Internationalen Norm ISO 8422/1991 berechnet.

Tabelle 1

**Grenzwerte für positive und negative Entscheidungen im Rahmen des Stichprobenplans  
Mindeststichprobengröße: 3**

Kumulierte Anzahl der geprüften Motoren (Stichproben-größe)	Anzahl der positiven Entscheidungen	Anzahl der negativen Entscheidungen
3	—	3
4	0	4
5	0	4
6	1	4
7	1	4
8	2	4
9	2	4
10	3	4

Die Typgenehmigungsbehörde muss die ausgewählten Motoren und Fahrzeugkonfigurationen vor Beginn der Prüfverfahren genehmigen. Die Auswahl ist zu treffen, indem der Typgenehmigungsbehörde die Kriterien für die Auswahl der bestimmten Fahrzeuge vorgelegt werden.

- 3.2. Betrieb und Zulassung der ausgewählten Motoren und Fahrzeuge müssen in der Region erfolgen (z. B. Europäische Union). Das Fahrzeug muss eine Kilometerleistung von mindestens 25 000 km aufweisen.
- 3.3. Jedes geprüfte Fahrzeug muss über ein Wartungsheft verfügen, aus dem hervorgeht, dass das Fahrzeug ordnungsgemäß und nach den Herstellerempfehlungen gewartet worden ist.
- 3.4. Das OBD-System ist darauf zu überprüfen, ob der Motor ordnungsgemäß arbeitet. Fehlfunktionsanzeigen und der Bereitschaftscode im Speicher des OBD-Systems sind aufzuzeichnen und die erforderlichen Instandsetzungsarbeiten sind auszuführen.

Motoren mit einer Fehlfunktion der Klasse C müssen nicht zwangsweise vor der Prüfung repariert werden. Der Diagnose-Fehlercode (DTC) darf nicht gelöscht werden.

Motoren, bei denen nicht alle nach den Bestimmungen von Anhang 11 erforderlichen Zähler auf „0“ stehen, dürfen nicht geprüft werden. Dies muss der Typgenehmigungsbehörde gemeldet werden.

- 3.5. Der Motor oder das Fahrzeug darf keine Zeichen einer missbräuchlichen Nutzung (z. B. Überladen, Betrieb mit ungeeignetem Kraftstoff oder sonstige unsachgemäße Verwendung) oder andere Veränderungen (z. B. unbefugte Eingriffe) aufweisen, durch die das Emissionsverhalten beeinflusst werden könnte. Der Fehlercode des OBD-Systems und die Informationen über die Motorbetriebsstunden, die im Rechner gespeichert sind, müssen berücksichtigt werden.
- 3.6. Alle Bauteile des Emissionsminderungssystems am Fahrzeug müssen denen entsprechen, die in den jeweiligen Typgenehmigungsunterlagen genannt werden.
- 3.7. Im Einvernehmen mit der Typgenehmigungsbehörde kann der Hersteller Prüfungen der Übereinstimmung im Betrieb mit weniger Motoren oder Fahrzeugen als der Zahl, die in Absatz 3.1 angegeben ist, durchführen, wenn sich die Zahl der hergestellten Motoren einer Motorenfamilie jährlich auf weniger als 500 Stück beläuft.

#### 4. PRÜFBEDINGUNGEN

##### 4.1. Fahrzeugnutzlast

Zur Prüfung der Übereinstimmung im Betrieb kann die Nutzlast nachgestellt und eine künstliche Last verwendet werden.

Liegen keine Statistiken vor, die belegen, dass die Nutzlast für das Fahrzeug repräsentativ ist, so muss die Fahrzeugnutzlast 50 – 60 Prozent der maximalen Fahrzeugnutzlast betragen.

Die maximale Nutzlast ist die Differenz zwischen der technisch zulässigen Gesamtmasse des Fahrzeugs im beladenen Zustand und der Masse des fahrbereiten Fahrzeugs gemäß Anhang 3 Sonderresolution Nr. 1 (TRANS/WP.29/1045).

#### 4.2. Umgebungsbedingungen

Die Prüfung muss unter Umgebungsbedingungen durchgeführt werden, die die folgenden Voraussetzungen erfüllen:

atmosphärischer Druck größer oder gleich 82,5 kPa;

Temperatur von mindestens 266 K (-7 °C) und höchstens der Temperatur, die durch die folgende Formel bei dem spezifizierten atmosphärischen Druck ermittelt wird:

$$T = -0,4514 * (101,3 - p_b) + 311$$

Dabei ist:

T die Temperatur der Umgebungsluft, K,

$p_b$  der atmosphärische Druck, kPa.

#### 4.3. Kühlmitteltemperatur

Die Kühlmitteltemperatur richtet sich nach Absatz A.1.2.6.1 von Anlage 1 zu diesem Anhang.

#### 4.4. Das Schmieröl, der Kraftstoff und das Reagens müssen den Angaben des Herstellers entsprechen.

##### 4.4.1. Schmieröl

Es sind Stichproben des Öls zu entnehmen.

##### 4.4.2. Kraftstoff

Als Prüfkraftstoff ist handelsüblicher Kraftstoff, der von den entsprechenden Normen abgedeckt ist, oder Bezugskraftstoff gemäß Anhang 5 dieser Regelung zu verwenden. Es sind Stichproben des Kraftstoffs zu entnehmen.

##### 4.4.2.1. Hat der Hersteller gemäß Absatz 4 dieser Regelung erklärt, in der Lage zu sein, die Anforderungen dieser Regelung an handelsübliche Kraftstoffe zu erfüllen, welche in Absatz 3.2.2.2.1 Teil 1 von Anhang 1 dieser Regelung angegeben sind, werden Prüfungen mit mindestens einem der angegebenen handelsüblichen Kraftstoffe oder eines Gemisches von den angegebenen handelsüblichen Kraftstoffen und den handelsüblichen Kraftstoffen, die in den entsprechenden Normen angegeben sind, durchgeführt.

##### 4.4.3. Reagens

Bei Abgasnachbehandlungssystemen, die zur Reduzierung der Emissionen ein Reagens verwenden, ist eine Stichprobe des Reagens zu entnehmen. Das Reagens darf nicht eingefroren werden.

#### 4.5. Anforderungen an die Fahrt

Die Betriebsabschnitte sind in Prozent der Gesamtdauer der Fahrt auszudrücken.

Die Fahrt muss aus einem Stadtfahrzyklus, anschließend einem außerstädtischen Fahrzyklus und einem Autobahnfahrzyklus gemäß den in den Absätzen 4.5.1 bis 4.5.4 angegebenen Betriebsabschnitten bestehen. Ist eine andere Prüfabfolge aus praktischen Gründen gerechtfertigt, kann im Einvernehmen mit der Typgenehmigungsbehörde die Prüfung nach einer anderen Abfolge des Betriebs innerorts, außerorts und auf der Autobahn verlaufen.

Für die Zwecke dieses Absatzes gibt „etwa“ den Zielwert  $\pm 5$  Prozent an.

Der Betrieb innerorts ist durch Fahrzeuggeschwindigkeiten zwischen 0 und 50 km/h gekennzeichnet; der Betrieb außerorts ist durch Fahrzeuggeschwindigkeiten zwischen 50 und 75 km/h gekennzeichnet; der Betrieb auf der Autobahn ist durch Fahrzeuggeschwindigkeiten von über 75 km/h gekennzeichnet.

##### 4.5.1. Für Fahrzeuge der Klassen $M_1$ und $N_1$ muss die Fahrt aus etwa 45 Prozent an Betrieb innerorts, 25 Prozent an Betrieb außerorts und 30 Prozent an Betrieb auf der Autobahn bestehen.

##### 4.5.2. Für Fahrzeuge der Klassen $M_2$ und $M_3$ muss die Fahrt aus etwa 45 Prozent an Betrieb innerorts, 25 Prozent an Betrieb außerorts und 30 Prozent an Betrieb auf der Autobahn bestehen. Fahrzeuge der Klassen $M_2$ und $M_3$ , Unterklassen I, II oder A sind zu etwa 70 Prozent im Betrieb innerorts und zu 30 Prozent im Betrieb außerorts zu prüfen.

##### 4.5.3. Für Fahrzeuge der Klassen $N_2$ muss die Fahrt aus etwa 45 Prozent an Betrieb innerorts, 25 Prozent an Betrieb außerorts und 30 Prozent an Betrieb auf der Autobahn bestehen.

##### 4.5.4. Für Fahrzeuge der Klassen $N_3$ muss die Fahrt aus etwa 20 Prozent an Betrieb innerorts, 25 Prozent an Betrieb außerorts und 55 Prozent an Betrieb auf der Autobahn bestehen.

- 4.5.5 Die folgende Verteilung von charakteristischen Fahrtwerten aus der WHDC-Datenbasis kann als zusätzliche Anleitung zur Bewertung der Fahrt dienen:
- a) Beschleunigen: 26,9 Prozent der Zeit;
  - b) Verlangsamen: 22,6 Prozent der Zeit;
  - c) Reisegeschwindigkeit: 38,1 Prozent der Zeit;
  - d) Halten (Fahrzeuggeschwindigkeit = 0): 12,4 Prozent der Zeit.
- 4.6. Operationelle Anforderungen
- 4.6.1. Die Fahrt muss so ausgewählt werden, dass die Prüfung nicht unterbrochen wird und die Daten kontinuierlich erfasst werden, um die minimale in Absatz 4.6.5 definierte Prüfdauer zu erreichen.
- 4.6.2. Die Emissions- und die weitere Datenerfassung muss vor dem Anlassen des Motors beginnen. Kaltstart-Emissionen können von der Emissionsbewertung gemäß Absatz A.1.2.6 Anlage 1 zu diesem Anhang abgezogen werden.
- 4.6.3. Es ist nicht zulässig, die Daten von verschiedenen Fahrten zu kombinieren oder die Daten einer Fahrt zu verändern oder zu löschen.
- 4.6.4. Wird der Motor abgewürgt, so kann er erneut gestartet werden. Die Datenerfassung darf dabei nicht unterbrochen werden.
- 4.6.5. Die minimale Prüfdauer muss lang genug sein, um fünf Mal die Zyklusarbeit zu leisten, die während des WHTC-Zyklus geleistet wird, oder fünf Mal die CO<sub>2</sub>-Referenzmasse in kg/Zyklus des WHTC-Zyklus zu erzeugen.
- 4.6.6. Die Stromzufuhr des PEMS-Systems muss durch eine externe Stromversorgungseinheit gewährleistet werden und nicht durch eine Stromquelle, die ihre Energie entweder direkt oder indirekt von dem zu prüfenden Motor bezieht.
- 4.6.7. Der Einbau der PEMS-Ausrüstung darf die Emissionen und/oder die Leistung des Fahrzeugs nicht beeinflussen.
- 4.6.8. Es wird empfohlen, die Fahrzeuge unter normalen Verkehrsbedingungen am Tag zu betreiben.
- 4.6.9. Befindet die Typgenehmigungsbehörde, dass die Prüfergebnisse zur Datenkonsistenz gemäß Absatz A.1.3.2 Anlage 1 zu diesem Anhang nicht zufriedenstellend sind, kann die Typgenehmigungsbehörde die Prüfung für ungültig erklären.
- 4.6.10. Die gleiche Strecke ist für die Prüfung der Fahrzeuge der Stichprobe nach den Absätzen 3.1.1 bis 3.1.3 zu verwenden.
5. ECU-Datenstrom
- 5.1. Prüfung der Verfügbarkeit und der Übereinstimmung der für die Prüfung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge erforderlichen ECU-Streaming-Daten.
- 5.1.1. Die Verfügbarkeit der Streaming-Daten gemäß den Anforderungen in Absatz 9.4.2 dieser Regelung ist vor der Prüfung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge nachzuweisen.
- 5.1.1.1. Können diese Daten nicht ordnungsgemäß von dem PEMS-System abgerufen werden, so ist die Verfügbarkeit der Daten unter Verwendung eines externen OBD-Lesegeräts, wie in Anhang 9B beschrieben, nachzuweisen.
- 5.1.1.1.1. Können diese Daten ordnungsgemäß von dem Lesegerät abgerufen werden, so gilt das PEMS-System als mangelhaft und die Prüfung ist ungültig.
- 5.1.1.1.2. Können diese Daten nicht mittels eines Lesegeräts, das einwandfrei funktioniert, bei zwei Fahrzeugen mit Motoren derselben Motorenfamilie ordnungsgemäß abgerufen werden, gilt der Motor als nicht übereinstimmend.
- 5.1.2. Die Übereinstimmung des Drehmomentsignals, das von der PEMS-Ausrüstung aus den nach Absatz 9.4.2.1 dieser Regelung erforderlichen ECU-Streaming-Daten errechnet wird, ist bei Vollast zu prüfen.
- 5.1.2.1. Die Methode, die zur Prüfung dieser Übereinstimmung verwendet wird, ist in Anlage 4 zu diesem Anhang beschrieben.
- 5.1.2.2. Die Übereinstimmung des ECU-Drehmomentsignals gilt als zufriedenstellend, wenn das berechnete Drehmoment innerhalb der in Absatz 9.4.2.5 dieser Regelung angegebenen Toleranzgrenzen für das Drehmoment bei Vollast bleibt.
- 5.1.2.3. Bleibt das berechnete Drehmoment nicht innerhalb der Toleranzgrenzen für das Drehmoment bei Vollast nach Absatz 9.4.2.5 dieser Regelung, so hat der Motor die Prüfung nicht bestanden.

6. BEWERTUNG DER EMISSIONEN
- 6.1. Die Prüfungen und die Prüfergebnisse sind nach den Bestimmungen von Anlage 1 zu diesem Anhang durchzuführen bzw. zu berechnen.
- 6.2. Die Übereinstimmungsfaktoren sind sowohl für die Methode, die auf der CO<sub>2</sub>-Masse basiert, als auch für die Methode, die auf der Zyklusarbeit basiert, zu berechnen und vorzulegen. Die positive/negative Entscheidung muss auf Grundlage der Ergebnisse der Methode getroffen werden, die auf der Zyklusarbeit basiert.
- 6.3. Der kumulative 90-Perzentilwert der Übereinstimmungsfaktoren der Abgasemissionen jedes geprüften Motorsystems, der gemäß den Mess- und Berechnungsverfahren in Anlage 1 zu diesem Anhang ermittelt wurde, darf keinen der in Tabelle 2 angegebenen Werte überschreiten.

Tabelle 2

**Maximal erlaubte Übereinstimmungsfaktoren für die Prüfung der Übereinstimmung der Emissionen im Betrieb**

Schadstoff	Maximal erlaubter Übereinstimmungs-faktor
CO	1,50
THC	1,50
NMHC	1,50
CH <sub>4</sub>	1,50
NO <sub>x</sub>	1,50
Partikelmasse	—
Partikelzahl	—

7. BEWERTUNG DER PRÜFERGEBNISSE BEZÜGLICH DER ÜBEREINSTIMMUNG IM BETRIEB
- 7.1. Auf der Grundlage des Berichts über die Prüfung der Übereinstimmung im Betrieb, auf den in Absatz 10 Bezug genommen wird, muss die Typgenehmigungsbehörde entweder:
- a) befinden, dass das Ergebnis der Prüfung der Übereinstimmung im Betrieb einer Motorsystemfamilie zufriedenstellend ist, und keine weiteren Schritte unternehmen;
  - b) befinden, dass die bereitgestellten Daten für eine Entscheidung nicht ausreichen, und zusätzliche Informationen oder Prüfdaten vom Hersteller anfordern;
  - c) oder befinden, dass die Übereinstimmung einer in Betrieb befindlichen Motorsystemfamilie nicht zufriedenstellend ist, und die Maßnahmen ergreifen, auf die in Absatz 9.3 dieser Regelung und in Absatz 9 dieses Anhangs Bezug genommen wird.
8. BESTÄTIGUNGSPRÜFUNG VON FAHRZEUGEN
- 8.1. Bestätigungsprüfungen dienen der Überprüfung der Funktionsfähigkeit der emissionsmindernden Einrichtungen einer Motorenfamilie.
- 8.2. Die Genehmigungsbehörden können selbst Bestätigungsprüfungen durchführen.
- 8.3. Die Bestätigungsprüfung ist als Fahrzeugprüfung gemäß den Absätzen 2.1 und 2.2 durchzuführen. Repräsentative Fahrzeuge sind auszuwählen, unter normalen Bedingungen zu nutzen und gemäß den Verfahren dieses Anhangs zu prüfen.
- 8.4. Ein Prüfergebnis kann als nicht zufriedenstellend betrachtet werden, wenn bei Prüfungen an zwei oder mehr Fahrzeugen derselben Motorenfamilie die geltenden Grenzwerte bei einem regulierten Schadstoff gemäß Absatz 6 deutlich überschritten wurden.
9. MÄNGELBESEITIGUNGSPLAN
- 9.1. Wenn Mängelbeseitigungsmaßnahmen geplant werden, legt der Hersteller der Typgenehmigungsbehörde einen Bericht an dem Standort vor, an dem jene Motoren und Fahrzeuge zugelassen sind und genutzt werden, die diesen Mängelbeseitigungsmaßnahmen unterzogen werden sollen, und zwar zu dem Zeitpunkt, an dem er entscheidet, Maßnahmen zu ergreifen. Der Bericht legt die Details der Mängelbeseitigungsmaßnahmen dar und beschreibt die Motorenfamilien, die diesen Maßnahmen unterzogen werden. Der Hersteller muss der Typgenehmigungsbehörde regelmäßig nach Beginn der Mängelbeseitigungsmaßnahmen Bericht erstatten.
- 9.2. Der Hersteller stellt Kopien aller Mitteilungen zum Mängelbeseitigungsplan zur Verfügung. Er führt ferner Buch über die Rückrufaktion und erstattet der Typgenehmigungsbehörde regelmäßig Bericht über den Stand der Aktion.

- 9.3. Der Hersteller gibt dem Mängelbeseitigungsplan eine ihn eindeutig bestimmende Bezeichnung oder Nummer.
- 9.4. Der Hersteller legt einen Mängelbeseitigungsplan vor, der die in den Absätzen 9.4.1 bis 9.4.11 angegebenen Informationen enthält.
- 9.4.1. Beschreibung jedes in den Mängelbeseitigungsplan einbezogenen Motorsystemtyps.
- 9.4.2. Beschreibung der spezifischen Änderungen, Reparaturen, Korrekturen, Anpassungen oder sonstigen Veränderungen, die vorzunehmen sind, um die Übereinstimmung des Motors herzustellen, einschließlich einer kurzen Zusammenfassung der Daten und technischen Untersuchungen, die der Entscheidung des Herstellers über die zu ergreifenden Abhilfemaßnahmen zugrunde liegen.
- 9.4.3. Beschreibung der Methode, nach der der Hersteller die Fahrzeug- oder Motorbesitzer über die Maßnahmen zur Mängelbeseitigung unterrichten will.
- 9.4.4. Gegebenenfalls eine Beschreibung der ordnungsgemäßen Wartung oder Nutzung, die der Hersteller zur Bedingung für eine Reparatur nach dem Mängelbeseitigungsplan macht, und eine Begründung für diese Bedingung. Bedingungen für Wartung und Nutzung dürfen nur gestellt werden, soweit sie nachweislich mit der Nichtübereinstimmung und der Mängelbeseitigung im Zusammenhang stehen.
- 9.4.5. Eine Beschreibung des Verfahrens, nach dem die Motor- oder Fahrzeugbesitzer vorgehen müssen, damit die Nichtübereinstimmung korrigiert wird. In dieser Beschreibung müssen ein Datum, nach dem die Mängelbeseitigungsmaßnahmen getroffen werden können, die geschätzte Dauer der Reparaturarbeiten in der Werkstatt und der Ort, an dem sie durchgeführt werden können, angegeben sein. Die Reparatur ist binnen angemessener Frist nach der Anlieferung des Fahrzeugs zügig vorzunehmen.
- 9.4.6. Eine Kopie der Informationen, die der Motor- oder Fahrzeugbesitzer erhalten hat.
- 9.4.7. Eine kurze Beschreibung des Systems, mit dem der Hersteller eine ausreichende Versorgung mit Bauteilen oder Systemen für die Mängelbeseitigung sicherstellt. Es ist anzugeben, wann die Versorgung mit Bauteilen oder Systemen ausreichend ist, um mit der Aktion zu beginnen.
- 9.4.8. Kopien aller Anweisungen, die an das Reparaturpersonal übermittelt werden sollen.
- 9.4.9. Beschreibung der Auswirkungen der vorgeschlagenen Mängelbeseitigungsmaßnahmen auf die Emissionen, den Kraftstoffverbrauch, das Betriebsverhalten und die Sicherheit jedes vom Mängelbeseitigungsplan erfassten Motortyps oder Fahrzeugtyps, einschließlich der Daten, technischen Untersuchungen etc., aufgrund derer diese Auswirkungen zu erwarten sind.
- 9.4.10. Sonstige Informationen, Berichte oder Daten, die nach Auffassung der Typgenehmigungsbehörde für die Beurteilung des Mängelbeseitigungsplans erforderlich sind.
- 9.4.11. Wenn in dem Mängelbeseitigungsplan eine Rückrufaktion vorgesehen ist, ist der Typgenehmigungsbehörde eine Beschreibung des Verfahrens für die Dokumentierung der Reparatur vorzulegen. Wird ein Etikett verwendet, so ist ein Exemplar vorzulegen.
- 9.5. Vom Hersteller kann verlangt werden, dass er angemessen konzipierte und notwendige Prüfungen an Bauteilen und Motoren, an denen die vorgeschlagene Neuerung, Reparatur oder Veränderung vorgenommen wurde, durchführt, um die Wirksamkeit des Austausches, der Neuerung, Reparatur oder Veränderung nachzuweisen.
10. BERICHTERSTATTUNGSVERFAHREN
- 10.1. Für jede geprüfte Motorenfamilie muss der Typgenehmigungsbehörde ein technischer Bericht vorgelegt werden. Der Bericht muss die Maßnahmen und Ergebnisse der Prüfung der Übereinstimmung im Betrieb darlegen. Der Bericht enthält mindestens:
- 10.1.1. Allgemeines
- 10.1.1.1. Name und Anschrift des Herstellers
- 10.1.1.2. Anschrift(en) der Fertigungsstätte(n)
- 10.1.1.3. Name, Anschrift, Telefon- und Faxnummer und E-Mail-Adresse des Bevollmächtigten des Herstellers
- 10.1.1.4. Typ und Handelsbezeichnung (alle Varianten angeben)
- 10.1.1.5. Motorenfamilie
- 10.1.1.6. Stamm-Motor
- 10.1.1.7. Motoren einer Motorenfamilie

- 10.1.1.8. Die Codes der Fahrzeugidentifizierungsnummer (VIN), die für die Fahrzeuge gelten, die mit einem auf die Übereinstimmung im Betrieb hin zu prüfenden Motor ausgerüstet sind.
- 10.1.1.9. Merkmale zur Typkennung und ihre Anbringungsstelle, sofern am Fahrzeug vorhanden
- 10.1.1.10. Fahrzeugklasse
- 10.1.1.11. Motortyp Benzin, Ethanol (E85), Diesel/Erdgas/Flüssiggas/Ethanol (ED95) (Nichtzutreffendes streichen)
- 10.1.1.12. die Typgenehmigungsnummern für diese Motortypen innerhalb der Familie der in Betrieb befindlichen Fahrzeuge einschließlich gegebenenfalls der Nummern aller Erweiterungen und nachträglichen größeren Veränderungen/Rückrufe (Nachbesserungen)
- 10.1.1.13. Einzelheiten zu Erweiterungen der Typgenehmigung für die von den Herstellerinformationen erfassten Motoren und zu sie betreffende nachträgliche größere Veränderungen/Rückrufe
- 10.1.1.14. Der von den Herstellerinformationen erfasste Herstellungszeitraum der Motoren (z. B. „Fahrzeuge oder Motoren, die im Kalenderjahr 2014 gebaut wurden“)
- 10.1.2. Auswahl des Motors/Fahrzeugs
  - 10.1.2.1. Verfahren zur Ermittlung der Fahrzeuge oder Motoren
  - 10.1.2.2. Auswahlkriterien für Fahrzeuge, Motoren, in Betrieb befindliche Familien
  - 10.1.2.3. Geografische Gebiete, in denen der Hersteller Fahrzeuge erfasst hat.
- 10.1.3. Ausrüstung
  - 10.1.3.1. PEMS-Ausrüstung, Marke und Typ
  - 10.1.3.2. PEMS-Kalibrierung
  - 10.1.3.3. PEMS-Stromversorgung
  - 10.1.3.4. Berechnungssoftware und verwendete Version (z. B. EMROAD 4.0)
- 10.1.4. Prüfdaten
  - 10.1.4.1. Datum und Uhrzeit der Prüfung
  - 10.1.4.2. Ort der Prüfung einschließlich detaillierter Informationen über die Prüfstrecke
  - 10.1.4.3. Wetter/Umgebungsbedingungen (z. B. Temperatur, Feuchtigkeit, Höhe)
  - 10.1.4.4. Pro Fahrzeug auf der Prüfstrecke zurückgelegte Strecken
  - 10.1.4.5. Merkmale der technischen Daten des Prüfkraftstoffs
  - 10.1.4.6. Technische Daten des Reagens (falls zutreffend)
  - 10.1.4.7. Technische Daten des Schmieröls
  - 10.1.4.8. Ergebnisse der Emissionsprüfungen gemäß Anlage 1 zu diesem Anhang
- 10.1.5. Angaben zum Motor
  - 10.1.5.1. Kraftstofftyp des Motors (z. B. Diesel, Ethanol ED95, Erdgas, Flüssiggas, Benzin, E85)
  - 10.1.5.2. Verbrennungssystem des Motors (z. B. Selbstzündung oder Fremdzündung)
  - 10.1.5.3. Nummer der Typgenehmigung
  - 10.1.5.4. Erneuerung des Motors
  - 10.1.5.5. Hersteller des Motors

- 10.1.5.6. Motormodell
- 10.1.5.7. Jahr und Monat der Herstellung des Motors
- 10.1.5.8. Motoridentifizierungs-Nummer
- 10.1.5.9. Hubraum des Motors [in Litern]
- 10.1.5.10. Zylinderanzahl
- 10.1.5.11. Nennleistung des Motors [kW bei rpm]
- 10.1.5.12. Spitzendrehmoment des Motors [Nm bei rpm]
- 10.1.5.13. Leerlaufdrehzahl [rpm]
- 10.1.5.14. Volllast-Drehmomentkurve des Herstellers verfügbar (Ja/Nein)
- 10.1.5.15. Referenznummer der Volllast-Drehmomentkurve des Herstellers
- 10.1.5.16. DeNO<sub>x</sub>-System (z. B. AGR, SCR)
- 10.1.5.17. Typ des Katalysators
- 10.1.5.18. Typ des Partikelfilters
- 10.1.5.19. Abgasnachbehandlungssystem gemäß Typgenehmigung verändert? (Ja/Nein)
- 10.1.5.20. ECU-Daten des Motors (Kennnummer der Softwarekalibrierung)
- 10.1.6. Angaben zum Fahrzeug
  - 10.1.6.1. Fahrzeugbesitzer
  - 10.1.6.2. Fahrzeugtyp (z. B. M<sub>3</sub>, N<sub>3</sub>) und Anwendung (z. B. Solofahrzeug oder Sattelkraftfahrzeug, Stadtbus)
  - 10.1.6.3. Fahrzeughersteller
  - 10.1.6.4. Fahrzeug-Identifizierungsnummer
  - 10.1.6.5. Amtliches Kennzeichen des Fahrzeugs und Land der Zulassung
  - 10.1.6.6. Fahrzeugmodell
  - 10.1.6.7. Jahr und Monat der Herstellung des Fahrzeugs
  - 10.1.6.8. Getriebeart (z. B. manuell, automatisch oder Sonstiges)
  - 10.1.6.9. Anzahl der Vorwärtsgänge
  - 10.1.6.10. Kilometerstand bei Beginn der Prüfung [km]
  - 10.1.6.11. Bruttogewicht eines Fahrzeugs (GVW) [kg]
  - 10.1.6.12. Größe der Reifen [nicht obligatorisch]
  - 10.1.6.13. Durchmesser des Auspuffs [mm] [nicht obligatorisch]
  - 10.1.6.14. Anzahl der Achsen
  - 10.1.6.15. Fassungsvermögen des/der Kraftstofftanks [in Litern] [nicht obligatorisch]
  - 10.1.6.16. Anzahl der Kraftstofftanks [nicht obligatorisch]

- 10.1.6.17. Fassungsvermögen des/der Reagensbehälters/Reagensbehälter [in Litern] [nicht obligatorisch]
- 10.1.6.18. Anzahl der Reagensbehälter [nicht obligatorisch]
- 10.1.7. Merkmale der Prüfstrecke
  - 10.1.7.1. Kilometerstand bei Beginn der Prüfung [km]
  - 10.1.7.2. Dauer [s]
  - 10.1.7.3. Durchschnittliche Umgebungsbedingungen (wie aus den momentan gemessenen Werten errechnet)
  - 10.1.7.4. Daten des Umgebungsbedingungssensors (Typ und Ort des Sensors)
  - 10.1.7.5. Daten der Fahrzeuggeschwindigkeit (beispielsweise die kumulative Drehzahlverteilung)
  - 10.1.7.6. Anteil der Fahrzeit innerstädtisch, außerstädtisch und auf der Autobahn nach Absatz 4.5
  - 10.1.7.7. Anteil der Fahrzeit mit Beschleunigung, Verlangsamungen, Reisegeschwindigkeit und Halten nach Absatz 4.5.5
- 10.1.8. Momentan gemessene Daten
  - 10.1.8.1. THC-Konzentration [ppm]
  - 10.1.8.2. CO-Konzentration [ppm]
  - 10.1.8.3. NO<sub>x</sub>-Konzentration [ppm]
  - 10.1.8.4. CO<sub>2</sub>-Konzentration [ppm]
  - 10.1.8.5. CH<sub>4</sub>-Konzentration [ppm], nur für mit Erdgas betriebene Motoren
  - 10.1.8.6. Abgasdurchsatz [kg/h]
  - 10.1.8.7. Abgastemperatur [°C]
  - 10.1.8.8. Umgebungslufttemperatur [°C]
  - 10.1.8.9. Umgebungsdruck [kPa]
  - 10.1.8.10. Umgebungsfeuchtigkeit [g/kg] [nicht obligatorisch]
  - 10.1.8.11. Motordrehmoment [Nm]
  - 10.1.8.12. Motordrehzahl [rpm]
  - 10.1.8.13. Kraftstoffdurchsatz des Motors [g/s]
  - 10.1.8.14. Kühlmitteltemperatur [°C]
  - 10.1.8.15. Fahrzeuggeschwindigkeit über dem Boden [km/h] vom ECU und vom GPS
  - 10.1.8.16. Breitengrad des Fahrzeugs [Grad] (Die Genauigkeit muss ausreichen, um die Verfolgbarkeit der Prüfstrecke zu ermöglichen.)
  - 10.1.8.17. Längengrad des Fahrzeugs [Grad]
- 10.1.9. Momentan errechnete Daten
  - 10.1.9.1. THC-Masse [g/s]
  - 10.1.9.2. CO-Masse [g/s]
  - 10.1.9.3. NO<sub>x</sub>-Masse [g/s]
  - 10.1.9.4. CO<sub>2</sub>-Masse [g/s]

- 10.1.9.5. CH<sub>4</sub>-Masse [g/s], nur für Fremdzündungsmotoren
- 10.1.9.6. Kumulierte THC-Masse [g]
- 10.1.9.7. Kumulierte CO-Masse [g]
- 10.1.9.8. Kumulierte NO<sub>x</sub>-Masse [g]
- 10.1.9.9. Kumulierte CO<sub>2</sub>-Masse [g]
- 10.1.9.10. Kumulierte CH<sub>4</sub>-Masse [g], nur für mit Erdgas betriebene Motoren
- 10.1.9.11. Errechnete Kraftstoffmenge [g/s]
- 10.1.9.12. Motorleistung [kW]
- 10.1.9.13. Motorarbeit [kWh]
- 10.1.9.14. Dauer des Arbeitsfensters [s]
- 10.1.9.15. Durchschnittliche Motorleistung des Arbeitsfensters [%]
- 10.1.9.16. THC-Übereinstimmungsfaktor des Arbeitsfensters [-]
- 10.1.9.17. CO-Übereinstimmungsfaktor des Arbeitsfensters [-]
- 10.1.9.18. NO<sub>x</sub>-Übereinstimmungsfaktor des Arbeitsfensters [-]
- 10.1.9.19. CH<sub>4</sub>-Übereinstimmungsfaktor des Arbeitsfensters [-], nur für mit Erdgas betriebene Motoren
- 10.1.9.20. Dauer des Fensters der CO<sub>2</sub>-Masse [s]
- 10.1.9.21. THC-Übereinstimmungsfaktor des Fensters der CO<sub>2</sub>-Masse [-]
- 10.1.9.22. CO-Übereinstimmungsfaktor des Fensters der CO<sub>2</sub>-Masse [-]
- 10.1.9.23. NO<sub>x</sub>-Übereinstimmungsfaktor des Fensters der CO<sub>2</sub>-Masse [-]
- 10.1.9.24. CH<sub>4</sub>-Übereinstimmungsfaktor des Fensters der CO<sub>2</sub>-Masse [-], nur für mit Erdgas betriebene Motoren
- 10.1.10. Durchschnittliche und integrierte Daten
  - 10.1.10.1. Durchschnittliche THC-Konzentration [ppm] [nicht obligatorisch]
  - 10.1.10.2. Durchschnittliche CO-Konzentration [ppm] [nicht obligatorisch]
  - 10.1.10.3. Durchschnittliche NO<sub>x</sub>-Konzentration [ppm] [nicht obligatorisch]
  - 10.1.10.4. Durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Konzentration [ppm] [nicht obligatorisch]
  - 10.1.10.5. Durchschnittliche CH<sub>4</sub>-Konzentration [ppm], nur für mit Erdgas betriebene Motoren [nicht obligatorisch]
  - 10.1.10.6. Durchschnittlicher Abgasdurchsatz [kg/h] [nicht obligatorisch]
  - 10.1.10.7. Durchschnittliche Abgastemperatur [°C] [nicht obligatorisch]
  - 10.1.10.8. THC-Emissionen [g]
  - 10.1.10.9. CO-Emissionen [g]
  - 10.1.10.10. NO<sub>x</sub>-Emissionen [g]
  - 10.1.10.11. CO<sub>2</sub>-Emissionen [g]

- 10.1.10.12. CH<sub>4</sub>-Emissionen [g], nur für mit Erdgas betriebene Motoren
- 10.1.11. Positive/negative Ergebnisse
  - 10.1.11.1. Minimum, Maximum und das kumulative 90 %-Perzentil für:
    - 10.1.11.2. THC-Übereinstimmungsfaktor des Arbeitsfensters [-]
    - 10.1.11.3. CO-Übereinstimmungsfaktor des Arbeitsfensters [-]
    - 10.1.11.4. NO<sub>x</sub>-Übereinstimmungsfaktor des Arbeitsfensters [-]
    - 10.1.11.5. CH<sub>4</sub>-Übereinstimmungsfaktor des Arbeitsfensters [-], nur für mit Erdgas betriebene Motoren
    - 10.1.11.6. THC-Übereinstimmungsfaktor des Fensters der CO<sub>2</sub>-Masse [-]
    - 10.1.11.7. CO-Übereinstimmungsfaktor des Fensters der CO<sub>2</sub>-Masse [-]
    - 10.1.11.8. NO<sub>x</sub>-Übereinstimmungsfaktor des Fensters der CO<sub>2</sub>-Masse [-]
    - 10.1.11.9. CH<sub>4</sub>-Übereinstimmungsfaktor des Fensters der CO<sub>2</sub>-Masse [-], nur für mit Erdgas betriebene Motoren
    - 10.1.11.10. Arbeitsfenster: Minimaler und maximaler Durchschnitt der Leistung des Fensters [%]
    - 10.1.11.11. Fenster der CO<sub>2</sub>-Masse: Minimale und maximale Dauer des Fensters [s]
    - 10.1.11.12. Arbeitsfenster: Prozentsatz der gültigen Fenster
    - 10.1.11.13. Fenster der CO<sub>2</sub>-Masse: Prozentsatz der gültigen Fenster
  - 10.1.12. Verifikationen der Prüfung
    - 10.1.12.1. Ergebnisse des Nullpunkts, der Messbereichsgrenze und der Bewertung des THC-Analysators, vor und nach der Prüfung
    - 10.1.12.2. Ergebnisse des Nullpunkts, der Messbereichsgrenze und der Bewertung des CO-Analysators, vor und nach der Prüfung
    - 10.1.12.3. Ergebnisse des Nullpunkts, der Messbereichsgrenze und der Bewertung des NO<sub>x</sub>-Analysators, vor und nach der Prüfung
    - 10.1.12.4. Ergebnisse des Nullpunkts, der Messbereichsgrenze und der Bewertung des CO<sub>2</sub>-Analysators, vor und nach der Prüfung
    - 10.1.12.5. Ergebnisse des Nullpunkts, der Messbereichsgrenze und der Bewertung des CH<sub>4</sub>-Analysators, vor und nach der Prüfung, nur für mit Erdgas betriebene Motoren
    - 10.1.12.6. Prüfergebnisse zur Datenkonsistenz gemäß Anlage 1 Absatz A.1.3.2 zu diesem Anhang
      - 10.1.12.6.1. Ergebnisse der in Anlage 1 Absatz A.1.3.2.1 zu diesem Anhang beschriebenen linearen Regression einschließlich der Steigung m der Regressionsgeraden, des Bestimmtheitsmaßes r<sup>2</sup> und des Y-Achsenabschnitts b der Regressionsgeraden
      - 10.1.12.6.2. Ergebnis der Konsistenzprüfung der ECU-Drehmomentdaten gemäß Anlage 1 Absatz A.1.3.2.2 zu diesem Anhang
      - 10.1.12.6.3. Ergebnis der Konsistenzprüfung des bremspezifischen Kraftstoffverbrauchs gemäß Anlage 1 Absatz A.1.3.2.3 zu diesem Anhang einschließlich des errechneten bremspezifischen Kraftstoffverbrauchs sowie des Verhältnisses des errechneten bremspezifischen Kraftstoffverbrauchs aus der Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmeseinrichtungen (PEMS) und des angegebenen bremspezifischen Kraftstoffverbrauchs für die WHTC-Prüfung
      - 10.1.12.6.4. Ergebnis der Konsistenzprüfung des Wegstreckenzählers gemäß Anlage 1 Absatz A.1.3.2.4 zu diesem Anhang
      - 10.1.12.6.5. Ergebnis der Konsistenzprüfung des Umgebungsdrucks gemäß Anlage 1 Absatz A.1.3.2.5 zu diesem Anhang
    - 10.1.13. Sonstige Angaben (hier gegebenenfalls weitere Anlagen aufführen)

## Anlage 1

**Prüfverfahren für Fahrzeugemissionsprüfungen mit transportablen Emissionsmeseinrichtungen**

## A.1.1. Vorbemerkung

Nachfolgend ist das Verfahren beschrieben, mit dem gasförmige Emissionen durch Messungen an Bord in Betrieb befindlicher Fahrzeuge ermittelt werden, unter Nutzung von transportablen Emissionsmeseinrichtungen (PEMS). Die zu messenden gasförmigen Emissionen eines Motors enthalten die folgenden Bestandteile: Kohlenmonoxid, Gesamtkohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide sowie bei mit Erdgas betriebenen Motoren zusätzlich Methan.

Bei mit anderen Gassorten als mit Erdgas betriebenen Motoren können der Hersteller, der technische Dienst oder die Typgenehmigungsbehörde statt der Emissionen von Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen die Emissionen der Gesamtkohlenwasserstoffe (THC) messen. In diesem Fall ist der Grenzwert für die Emissionen der Gesamtkohlenwasserstoffe gleich dem Grenzwert für die Emissionen der Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe in Absatz 5.3 dieser Regelung. Der geltende Grenzwert für die in den Absätzen A.1.4.2.3 und A.1.4.3.2 erläuterten Berechnungen der Übereinstimmungsfaktoren entspricht in diesem Fall dem Grenzwert der Nicht-Methan-Emissionen.

Ferner muss der Kohlendioxid-Gehalt gemessen werden, um die Berechnungsverfahren der Absätze A.1.3 und A.1.4 zu ermöglichen.

## A.1.2. Prüfverfahren

## A.1.2.1. Allgemeine Anforderungen

Die Prüfungen werden mit einer PEMS durchgeführt, die aus folgenden Bestandteilen besteht:

- A.1.2.1.1. Gas-Analysatoren zur Messung der Konzentration der regulierten gasförmigen Schadstoffe in den Abgasen;
- A.1.2.1.2. einem Abgasmassendurchsatzmesser, basierend auf dem Mittelungs-Pitot-Prinzip oder einem ähnlichen Prinzip;
- A.1.2.1.3. einem globalen System zur Positionsbestimmung (GPS);
- A.1.2.1.4. Sensoren zur Messung der Umgebungstemperatur und des Umgebungsdrucks;
- A.1.2.1.5. einer Verbindung mit dem elektronischen Motorsteuergerät des Fahrzeugs (ECU).

## A.1.2.2. Prüfkenndaten

Die in Tabelle 1 zusammengefassten Kenndaten sind zu messen und aufzuzeichnen:

Tabelle 1

**Prüfkenndaten**

Kenndaten	Maßeinheit	Quelle
THC-Konzentration <sup>(1)</sup>	ppm	Analysator
CO-Konzentration <sup>(1)</sup>	ppm	Analysator
NO <sub>x</sub> -Konzentration <sup>(1)</sup>	ppm	Analyzer
CO <sub>2</sub> -Konzentration <sup>(1)</sup>	ppm	Analysator
CH <sub>4</sub> -Konzentration <sup>(1), (2)</sup>	ppm	Analysator
Abgasdurchsatz	kg/h	Abgasdurchsatz-messer (EFM)
Abgastemperatur	°K	Abgasdurchsatz-messer (EFM)
Umgebungstemperatur <sup>(3)</sup>	°K	Sensor
Umgebungsdruck	kPa	Sensor
Motordrehmoment <sup>(4)</sup>	Nm	ECU oder Sensor

Kenndaten	Maßeinheit	Quelle
Motordrehzahl	rpm	ECU oder Sensor
Kraftstoffdurchsatz des Motors	g/s	ECU oder Sensor
Kühlmitteltemperatur	°K	ECU oder Sensor
Ansauglufttemperatur des Motors <sup>(3)</sup>	°K	Sensor
Fahrzeuggeschwindigkeit über dem Boden	km/h	ECU und GPS
Breitengrad des Fahrzeugs	Grad	GPS
Längengrad des Fahrzeugs	Grad	GPS

*Anmerkungen:*

(1) Gemessen oder korrigiert bei einem feuchten Bezugszustand

(2) Nur für mit Erdgas betriebene Gasmotoren

(3) Es ist der Sensor für die Umgebungstemperatur oder für die Ansauglufttemperatur zu nutzen.

(4) Der aufgezeichnete Wert muss entweder a) dem Nettodrehmoment entsprechen oder b) dem Nettodrehmoment, das aus dem tatsächlichen Motordrehmoment in Prozent, dem Reibungsdrehmoment und dem Bezugsdrehmoment gemäß der SAE-Norm J1939-71 errechnet wurde.

#### A.1.2.3. Vorbereitung des Fahrzeugs

Die Vorbereitung des Fahrzeugs muss folgende Schritte beinhalten:

- a) Die Prüfung des OBD-Systems: jegliche festgestellten Probleme müssen aufgezeichnet und der Typgenehmigungsbehörde mitgeteilt werden, sobald sie behoben wurden.
- b) Den Austausch des Öls, des Kraftstoffes und ggf. des Reagens.

#### A.1.2.4. Anbringung der Messgeräte

##### A.1.2.4.1. Haupteinheit

Wenn möglich ist die PEMS an einem Ort anzubringen, an dem sie den folgenden Umständen nur minimal ausgesetzt ist:

- a) Schwankungen der Umgebungstemperatur;
- b) Schwankungen des Umgebungsdrucks;
- c) Elektromagnetische Strahlung;
- d) Mechanische Erschütterung und Vibration;
- e) Kohlenwasserstoffe in der Umgebung — falls ein FID-Analysator verwendet wird, der die Umgebungsluft als FID-Brennerluft nutzt.

Die Anbringung muss gemäß den Vorschriften des PEMS-Herstellers durchgeführt werden.

##### A.1.2.4.2. Abgasdurchsatzmesser

Der Abgasdurchsatzmesser muss am Auspuffrohr des Fahrzeugs angebracht werden. Die EFM-Sensoren müssen zwischen zwei geraden Rohrabschnitten angebracht werden, deren Länge mindestens zwei Mal die Länge des EFM-Durchmessers beträgt (strömungsaufwärts und strömungsabwärts). Es wird empfohlen, den EFM hinter dem Abgasschalldämpfer anzubringen, um die Auswirkungen der Abgaspulsationen auf die Messsignale zu begrenzen.

##### A.1.2.4.3. Global Positioning System (globales System zur Positionsbestimmung)

Die Antenne muss an der höchstmöglichen Stelle angebracht werden, ohne dabei Gefahr zu laufen, von Hindernissen beim Betrieb auf der Straße beeinträchtigt zu werden.

##### A.1.2.4.4. Verbindung mit dem ECU des Fahrzeugs

Ein Datenlogger wird verwendet, um die Motorkenndaten in Tabelle 1 aufzuzeichnen. Dieser Datenlogger kann den Datenbus des Steuergerätenetzes (Control Area Network — CAN) des Fahrzeugs nutzen, um Zugang zu den ECU-Daten zu erhalten, die über das CAN gemäß Standardprotokollen wie SAE J1939, J1708 oder ISO 15765-4 übertragen werden.

#### A.1.2.4.5. Probenahme von gasförmigen Emissionen

Die Abgasentnahmeleitung ist gemäß den Spezifikationen in Absatz A.2.2.3 Anlage 2 zu diesem Anhang zu beheizen und ordnungsgemäß an den Verbindungsstellen zu isolieren (Probenahmesonde und Rückseite der Haupteinheit), um kalte Stellen zu vermeiden, die zu einer Verunreinigung des Probenahmesystems durch kondensierte Kohlenwasserstoffe führen könnten.

Die Probenahmesonde muss im Auspuffrohr gemäß den Anforderungen in Anhang 4 Absatz 9.3.10 angebracht werden.

Wird die Länge der Abgasentnahmeleitung geändert, müssen die Systemtransportzeiten überprüft und gegebenenfalls korrigiert werden.

#### A.1.2.5. Vor der Prüfung zu treffende Maßnahmen

##### A.1.2.5.1. Starten und stabilisieren der PEMS-Instrumente

Die Haupteinheit ist nach den Angaben des Instrumente-Herstellers aufzuheizen und zu stabilisieren, bis der Druck, die Temperatur und der Durchsatz ihre Betriebssollwerte erreicht haben.

##### A.1.2.5.2. Reinigung des Probenahmesystems

Um die Verunreinigung des Systems zu vermeiden, müssen die Abgasentnahmeleitungen der PEMS-Instrumente bis zum Beginn der Probenahme gemäß den Angaben des Instrumente-Herstellers gespült werden.

##### A.1.2.5.3. Überprüfung und Kalibrierung der Analysatoren

Die Kalibrierung des Nullpunkts und der Messbereichsgrenze sowie die Prüfung der Linearität der Analysatoren sind unter Verwendung von Kalibriergasen durchzuführen, welche den Anforderungen in Anhang 4 Absatz 9.3.3 entsprechen.

##### A.1.2.5.4. Reinigung des EFM

Der EFM wird an den Druckaufnehmerverbindungen gemäß den Angaben des Instrumente-Herstellers gespült. Mit diesem Verfahren sollen Kondensation und Dieselpartikel von den Druckleitungen und den entsprechenden Anschlüssen für die Messung des Durchflussrohrdrucks entfernt werden.

#### A.1.2.6. Durchführung der Emissionsprüfung

##### A.1.2.6.1. Prüfbeginn

Die Probenahme von Emissionen, die Messung der Abgas-Kenndaten und die Aufzeichnung der Motor- und Umgebungsdaten müssen vor dem Anlassen des Motors beginnen. Die Auswertung der Daten beginnt, wenn die Kühlmitteltemperatur zum ersten Mal 343 °K (70 °C) erreicht hat oder nachdem sich die Kühlmitteltemperatur bei +/- 2 °K über einen Zeitraum von 5 Minuten stabilisiert hat, je nachdem, welche Situation zuerst eintritt. Die Auswertung der Daten muss allerdings spätestens 20 Minuten nach dem Motorstart beginnen.

##### A.1.2.6.2. Prüfung

Die Probenahme von Emissionen, die Messung der Abgas-Kenndaten und die Aufzeichnung der Motor- und Umgebungsdaten müssen während des normalen Fahrbetriebs des Motors fortgesetzt werden. Der Motor kann ausgeschaltet und neu gestartet werden, aber die Probenahme der Emissionen muss während der gesamten Prüfung fortgesetzt werden.

Regelmäßige Prüfungen der PEMS-Gas-Analysatoren sind mindestens alle zwei Stunden durchzuführen. Die während den Prüfungen aufgezeichneten Daten sind zu kennzeichnen und nicht für die Emissionsberechnungen zu nutzen.

##### A.1.2.6.3. Ende der Prüffolge

Zum Ende der Prüfung muss den Probenahmesystemen genügend Zeit gegeben werden, damit deren Ansprechzeiten abgeschlossen werden können. Der Motor kann vor oder nach dem Ende der Probenahme abgeschaltet werden.

#### A.1.2.7. Überprüfung der Messungen

##### A.1.2.7.1. Überprüfung der Analysatoren

Die Überprüfung des Nullpunkts, der Messbereichsgrenze und der Linearität der Analysatoren sind gemäß Absatz A.1.2.5.3 unter Verwendung von Kalibriergasen durchzuführen, welche den Anforderungen in Anhang 4 Absatz 9.3.3 entsprechen.

- A.1.2.7.2. Nullpunktdrift
- Der Nullpunktwert wird als mittleres Ansprechen (einschließlich Rauschen) auf ein Nullgas in einem Zeitabschnitt von mindestens 30 Sekunden definiert. Die Nullpunktdrift muss im untersten genutzten Messbereich weniger als 2 % des Skalenendwerts betragen.
- A.1.2.7.3. Messbereichsdrift
- Der Messbereichskalibrierausschlag wird als mittleres Ansprechen (einschließlich Rauschen) auf ein Messbereichskalibriergas in einem Zeitabschnitt von mindestens 30 Sekunden definiert. Die Messbereichsdrift muss im untersten genutzten Messbereich weniger als 2 % des Skalenendwerts betragen.
- A.1.2.7.4. Driftüberprüfung
- Dies gilt nur, wenn während der Prüfung keine Korrektur der Nullpunktdrift vorgenommen wurde.
- So bald wie möglich, aber nicht später als 30 Minuten nach Abschluss der Prüfung, sind die verwendeten Bereiche der Gas-Analysatoren nullabzugleichen und zu kalibrieren, um ihre Drift im Vergleich zu den Ergebnissen vor der Prüfung zu überprüfen.
- Für die Drift der Analysatoren gelten folgende Bestimmungen:
- Wenn die Driftdifferenz zwischen den Messergebnissen vor und nach der Prüfung kleiner als 2 % ist, wie in den Absätzen A.1.2.7.2 und A.1.2.7.3 beschrieben, können die gemessenen Konzentrationen ohne Korrektur verwendet werden oder gemäß Absatz A.1.2.7.5 driftbereinigt werden;
  - wenn die Driftdifferenz zwischen den Messergebnissen vor und nach der Prüfung größer als oder gleich 2 % ist, wie in den Absätzen A.1.2.7.2 und A.1.2.7.3 beschrieben, müssen die Messungen verworfen oder die gemessenen Konzentrationen gemäß Absatz A.1.2.7.5 driftbereinigt werden.
- A.1.2.7.5. Driftkorrekturen
- Falls Driftkorrekturen gemäß Absatz A.1.2.7.4 vorgenommen werden, ist der korrigierte Konzentrationswert gemäß Anhang 4 Absatz 8.6.1 zu berechnen.
- Die Differenz zwischen nicht korrigierten und korrigierten bremspezifischen Emissionswerten muss innerhalb von  $\pm 6\%$  der nicht korrigierten bremspezifischen Emissionswerte liegen. Ist die Drift größer als 6 %, so ist die Prüfung ungültig. Falls Driftkorrekturen vorgenommen werden, dürfen nur die driftkorrigierten Emissionsergebnisse für die Meldung von Emissionen verwendet werden.
- A.1.3. Berechnung der Emissionen
- Das Endergebnis ist nach ASTM E 29-06b in einem Schritt auf die in der jeweils geltenden Emissionsnorm angegebene Zahl von Dezimalstellen zuzüglich einer weiteren signifikanten Stelle zu runden. Zwischenwerte, aus denen die endgültigen bremspezifischen Emissionen errechnet werden, dürfen nicht gerundet werden.
- A.1.3.1. Zeitabgleich der Daten
- Zur Verringerung der Verzerrungswirkung der Zeitverzögerung zwischen den einzelnen Signalen bei der Berechnung der Emissionsmasse sind die für die Emissionsberechnung relevanten Daten zeitlich zu korrigieren, wie in den Absätzen A.1.3.1.1 bis A.1.3.1.4 beschrieben.
- A.1.3.1.1. Daten der Gas-Analysatoren
- Die Daten der Gas-Analysatoren sind ordnungsgemäß unter Verwendung des in Anhang 4 Absatz 9.3.5 beschriebenen Verfahrens zu korrigieren.
- A.1.3.1.2. Daten der Gas-Analysatoren und des EFM
- Die Daten der Gas-Analysatoren sind ordnungsgemäß unter Verwendung des in Absatz A.1.3.1.4 beschriebenen Verfahrens mit den Daten des EFM abzugleichen.
- A.1.3.1.3. PEMS- und Motordaten
- Die Daten der PEMS (Gas-Analysatoren und EFM) sind ordnungsgemäß mit den Daten des ECU unter Verwendung des in Absatz A.1.3.1.4 genannten Verfahrens abzugleichen.
- A.1.3.1.4. Verfahren für einen verbesserten Zeitabgleich der PEMS-Daten
- Die Prüfdaten in Tabelle 1 sind in drei verschiedene Kategorien unterteilt:
- Gas-Analysatoren (Konzentrationen von THC und ggf. von CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>);
  - Abgasdurchsatzmesser (Abgasmassendurchsatz und Abgastemperatur);
  - Motor (Drehmoment, Drehzahl, Temperaturen, Kraftstoffmenge, Fahrzeuggeschwindigkeit vom ECU).

Der Zeitabgleich jeder Kategorie mit den anderen Kategorien wird geprüft, indem der höchste Korrelationskoeffizient zwischen zwei Kenndatenserien ermittelt wird. Alle Kenndaten in einer Kategorie müssen verschoben werden, um den Korrelationsfaktor zu maximieren. Die folgenden Kenndaten werden verwendet, um die Korrelationskoeffizienten zu berechnen:

Für den Zeitabgleich:

- a) Kategorien 1 und 2 (Analysatoren und EFM-Daten) mit Kategorie 3 (Motordaten): die Fahrzeuggeschwindigkeit vom GPS und vom ECU;
- b) Kategorie 1 mit Kategorie 2: die CO<sub>2</sub>-Konzentration und die Abgasmasse;
- c) Kategorie 2 mit Kategorie 3: die CO<sub>2</sub>-Konzentration und der Kraftstoffdurchsatz des Motors.

#### A.1.3.2. Prüfungen der Datenkonsistenz

##### A.1.3.2.1. Daten der Analysatoren und des EFM

Die Konsistenz der Daten (Abgasmassendurchsatz gemessen vom EFM und Gas-Konzentrationen) ist unter Verwendung einer Korrelation zwischen dem vom ECU gemessenen Kraftstoffdurchsatz und dem unter Verwendung der Formel in Anhang 4 Absatz 8.4.1.6 errechneten Kraftstoffdurchsatz zu prüfen. Eine lineare Regression ist für die gemessenen und errechneten Werte der Kraftstoffmenge auszuführen. Es ist die Fehlerquadratmethode anzuwenden, wobei folgende Gleichung am besten geeignet ist:

$$y = mx + b$$

Dabei ist:

y der errechnete Kraftstoffdurchsatz [g/s]

m die Steigung der Regressionsgeraden

x ist der gemessene Kraftstoffdurchsatz [g/s]

b ist der Y-Achsabschnitt der Regressionsgeraden.

Die Steigung (m) und der Bestimmungskoeffizient ( $r^2$ ) sind für jede einzelne Regressionsgerade zu berechnen. Es wird empfohlen, diese Analyse im Bereich von 15 Prozent des höchsten Werts bis zum höchsten Wert und bei einer Frequenz von größer oder gleich 1 Hz durchzuführen. Für die Gültigkeit der Prüfung müssen folgenden zwei Kriterien bewertet werden:

Tabelle 2

#### Toleranzen

Steigung der Regressionsgeraden, m	0,9 bis 1,1 - empfohlen
Bestimmungskoeffizient $r^2$	min. 0,90 - obligatorisch

##### A.1.3.2.2. ECU-Drehmomentdaten

Die Konsistenz der ECU-Drehmomentdaten ist zu prüfen, indem die höchsten ECU-Drehmomentwerte bei verschiedenen Motordrehzahlen mit den entsprechenden Werten der offiziellen Vollast-Drehmomentkurve des Motors gemäß Absatz 5 dieses Anhangs verglichen werden.

##### A.1.3.2.3. Bremsspezifischer Kraftstoffverbrauch

Der bremsspezifische Kraftstoffverbrauch ist zu prüfen, unter Verwendung:

- a) des aus den Emissionsdaten (Gas-Analysator-Konzentrationen und Daten des Abgasmassendurchsatzes) gemäß den in Anhang 4 Absatz 8.4.1.6 angegebenen Formeln errechneten Kraftstoffverbrauchs;
- b) der mithilfe der ECU-Daten (Motordrehmoment und Motordrehzahl) errechneten Arbeit.

##### A.1.3.2.4. Wegstreckenzähler

Die vom Wegstreckenzähler des Fahrzeugs angegebene Distanz muss mit den GPS-Daten abgeglichen und überprüft werden.

##### A.1.3.2.5. Umgebungsdruck

Der Wert des Umgebungsdrucks muss mit der Höhenangabe des GPS abgeglichen werden.

A.1.3.3. Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugzustand

Wird die Konzentration für den trockenen Bezugzustand gemessen, so ist sie nach der Formel in Anhang 4 Absatz 8.1 in den feuchten Bezugzustand umzurechnen.

A.1.3.4. Korrektur der  $\text{NO}_x$ -Konzentration unter Berücksichtigung von Temperatur und Feuchtigkeit

Die von der PEMS gemessenen  $\text{NO}_x$ -Konzentrationen sind nicht unter Berücksichtigung von Umgebungslufttemperatur und -feuchtigkeit zu korrigieren.

A.1.3.5. Berechnung der momentanen gasförmigen Emissionen

Die Emissionsmasse wird gemäß Anhang 4 Absatz 8.4.2.3 bestimmt

A.1.4. Bestimmung der Emissionen und Übereinstimmungsfaktoren

A.1.4.1. Prinzip des Mittelungsfensters

Die Emissionen sind unter Verwendung einer Methode mit einem gleitenden Mittelungsfenster auf Grundlage der  $\text{CO}_2$ -Bezugsmasse oder der Bezugsarbeit zu integrieren. Das Prinzip der Berechnung lautet wie folgt: Die Emissionsmassen werden nicht für den gesamten Datensatz, sondern für die Untersätze des gesamten Datensatzes berechnet, wobei die Länge dieser Untersätze so bestimmt wird, dass sie der  $\text{CO}_2$ -Masse des Motors oder der während des instationären Bezugsfahrzyklus im Labor gemessenen Arbeit entspricht. Die Berechnungen des gleitenden Mittelwerts werden mit einem Zeitinkrement  $\Delta t$  durchgeführt, das der Datenerfassungsdauer entspricht. Diese Untersätze, die verwendet werden, um die Emissionsdaten zu mitteln, werden in den folgenden Absätzen „Mittelungsfenster“ genannt.

Abschnitte mit für ungültig erklärten Daten sind nicht bei der Berechnung der Arbeit oder der  $\text{CO}_2$ -Masse und der Emissionen des Mittelungsfensters zu berücksichtigen.

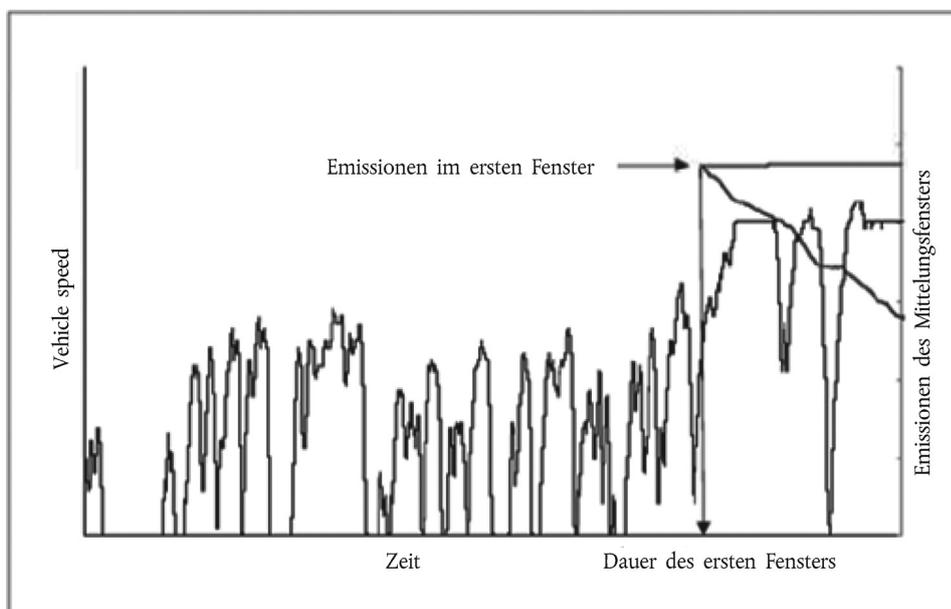
Die folgenden Daten gelten als für ungültig erklärt:

- die regelmäßige Überprüfung der Instrumente und/oder nach der Überprüfung der Nullpunktdrift;
- die Daten, die nicht den Bedingungen entsprechen, die in den Absätzen 4.2 und 4.3 dieses Anhangs festgelegt sind.

Die Emissionsmasse (mg/Fenster) wird gemäß Anhang 4 Absatz 8.4.2.3 bestimmt.

Abbildung 1

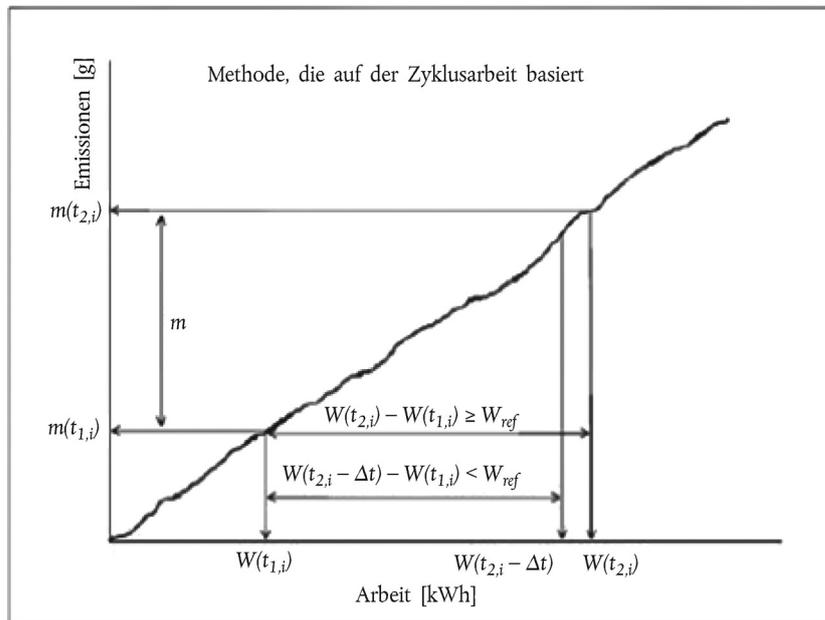
**Fahrzeuggeschwindigkeit bezogen auf die Zeit und gemittelte Fahrzeugemissionen, beginnend vom ersten Mittelungsfenster, bezogen auf die Zeit.**



## A.1.4.2. Methode, die auf der Zyklusarbeit basiert

Abbildung 2

## Methode, die auf der Zyklusarbeit basiert



Die Dauer  $(t_{2,i} - t_{1,i})$  des  $i$ -ten Mittelungsfensters wird festgelegt durch:

$$W(t_{2,i}) - W(t_{1,i}) \geq W_{ref}$$

Dabei ist:

$W(t_{j,i})$  die Motorarbeit, die zwischen dem Start und der Zeit  $t_{j,i}$  in kWh gemessen wurde

$W_{ref}$  die Motorarbeit für den WHTC-Zyklus in kWh

$t_{2,i}$  muss so gewählt werden, dass:

$$W(t_{2,i} - \Delta t) - W(t_{1,i}) < W_{ref} \leq W(t_{2,i}) - W(t_{1,i})$$

Dabei ist  $\Delta t$  die Datenerfassungsdauer, gleich 1 Sekunde oder weniger.

## A.1.4.2.1. Berechnung der spezifischen Emissionen

Die spezifischen Emissionen  $e_{gas}$  (mg/kWh) sind für jedes Fenster und für jeden Schadstoff folgendermaßen zu berechnen:

$$e_{gas} = \frac{m}{W(t_{2,i}) - W(t_{1,i})}$$

Dabei ist:

$m$  die Emissionsmasse des Bestandteils in mg/Fenster

$W(t_{2,i}) - W(t_{1,i})$  die Motorarbeit während des  $i$ -ten Mittelungsfensters in kWh.

## A.1.4.2.2. Auswahl der gültigen Fenster

Die gültigen Fenster sind die Fenster, deren durchschnittliche Leistung die Leistungsschwelle von 20 % der maximalen Motorleistung übersteigt. Der Prozentsatz an gültigen Fenstern muss gleich oder größer als 50 Prozent sein.

A.1.4.2.2.1. Wenn der Prozentsatz an gültigen Fenstern unter 50 Prozent liegt, so muss die Auswertung der Daten unter Verwendung von niedrigeren Leistungsschwellen wiederholt werden. Die Leistungsschwelle muss in Schritten von 1 Prozent reduziert werden, bis der Prozentsatz an gültigen Fenstern gleich oder größer als 50 Prozent ist.

A.1.4.2.2.2. Die niedrigere Leistungsschwelle darf keinesfalls unter 15 Prozent liegen.

A.1.4.2.2.3. Die Prüfung ist ungültig, wenn der Prozentsatz an gültigen Fenstern bei einer Leistungsschwelle von 15 Prozent unter 50 Prozent liegt.

A.1.4.2.3. Berechnung der Übereinstimmungsfaktoren

Die Übereinstimmungsfaktoren sind für jedes einzelne gültige Fenster und für jeden einzelnen Schadstoff folgendermaßen zu berechnen:

$$CF = \frac{e}{L}$$

Dabei ist:

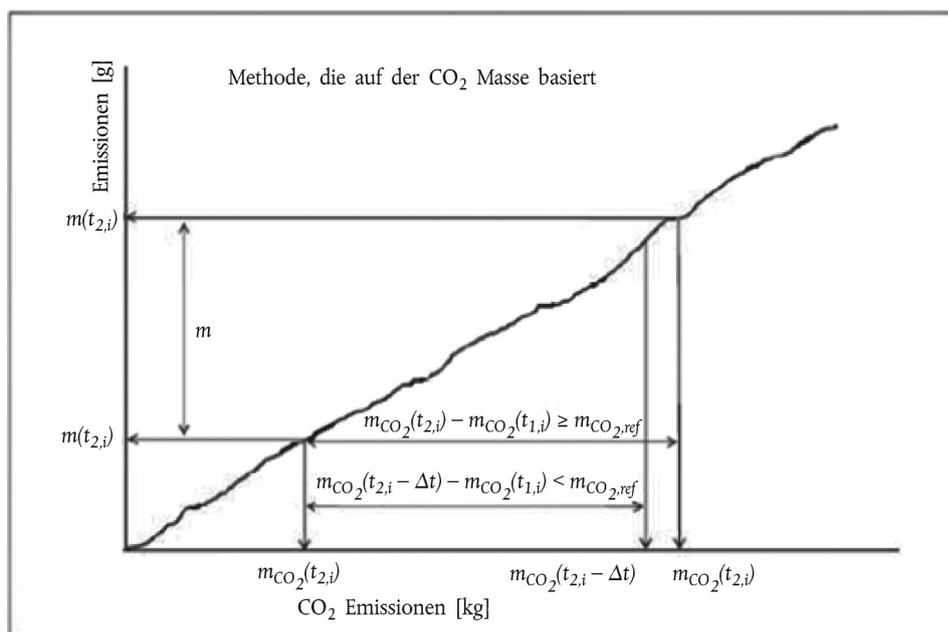
$e$  der bremspezifische Emissionsbestandteil in mg/kWh;

$L$  der geltende Grenzwert in mg/kWh.

A.1.4.3. Methode, die auf der CO<sub>2</sub>-Masse basiert

Abbildung 3

**Methode, die auf der CO<sub>2</sub>-Masse basiert**



Die Dauer ( $t_{2,i} - t_{1,i}$ ) des  $i$ -ten Mittelungsfensters wird festgelegt durch:

$$m_{CO_2}(t_{2,i}) - m_{CO_2}(t_{1,i}) \geq m_{CO_2,ref}$$

Dabei ist:

$m_{CO_2}(t_{j,i})$  die CO<sub>2</sub>-Masse, die zwischen dem Start der Prüfung und der Zeit  $t_{j,i}$  in kg gemessen wurde;

$m_{CO_2,ref}$  die für den WHTC-Zyklus ermittelte CO<sub>2</sub>-Masse in kg;

$t_{2,i}$  muss so gewählt werden, dass:

$$m_{CO_2}(t_{2,i} - \Delta t) - m_{CO_2}(t_{1,i}) < m_{CO_2,ref} \leq m_{CO_2}(t_{2,i}) - m_{CO_2}(t_{1,i})$$

Dabei ist  $\Delta t$  die Datenerfassungsdauer, gleich 1 Sekunde oder weniger.

Die CO<sub>2</sub>-Masse wird in den Fenstern berechnet, indem die momentanen, gemäß den Anforderungen in Absatz A.1.3.5 errechneten Emissionen integriert werden.

## A.1.4.3.1. Auswahl der gültigen Fenster

Die gültigen Fenster sind Fenster, deren Dauer nicht die maximale Dauer überschreitet, die errechnet wird aus:

$$D_{\max} = 3600 \cdot \frac{W_{\text{ref}}}{0,2 \cdot P_{\max}}$$

Dabei ist:

$D_{\max}$  die maximale Dauer des Fensters in s

$P_{\max}$  die maximale Motorleistung in kW.

A.1.4.3.1.1. Wenn der Prozentsatz an gültigen Fenstern unter 50 Prozent liegt, so muss die Auswertung der Daten wiederholt werden, indem die Dauer der Fenster verlängert wird. Dazu ist der in Absatz A.1.4.3.1 in der Formel enthaltene Wert 0,2 schrittweise um 0,01 zu verringern, bis der Prozentsatz an gültigen Fenstern größer oder gleich 50 Prozent ist.

A.1.4.3.1.2. Der verringerte Wert in der oben genannten Formel darf jedoch nicht niedriger als 0,15 sein.

A.1.4.3.1.3. Die Prüfung ist ungültig, wenn der Prozentsatz an gültigen Fenstern bei einer maximalen Dauer des Fensters nach der Berechnung gemäß den Absätzen A.1.4.3.1, A.1.4.3.1.1 und A.1.4.3.1.2 unter 50 Prozent liegt.

## A.1.4.3.2. Berechnung der Übereinstimmungsfaktoren

Die Übereinstimmungsfaktoren sind für jedes einzelne Fenster und für jeden einzelnen Schadstoff folgendermaßen zu berechnen:

$$CF = \frac{CF_1}{CF_C}$$

Dabei gilt:  $CF_1 = \frac{m}{m_{\text{CO}_2}(t_{2,i}) - m_{\text{CO}_2}(t_{1,i})}$  (Verhältnis im Betrieb) und

$CF_C = \frac{m_L}{m_{\text{CO}_2,\text{ref}}}$  (Verhältnis der Zertifizierung)

Dabei ist:

$m$  die Emissionsmasse des Bestandteils in mg/Fenster;

$m_{\text{CO}_2}(t_{2,i}) - m_{\text{CO}_2}(t_{1,i})$  die CO<sub>2</sub>-Masse während des i-ten Mittelungsfensters in kg;

$m_{\text{CO}_2,\text{ref}}$  die für den WHTC-Zyklus ermittelte CO<sub>2</sub>-Masse des Motors in kg;

$m_L$  ist die Emissionsmasse des Bestandteils entsprechend dem geltenden Grenzwert im WHTC-Zyklus in mg.

*Anlage 2***Transportable Messeinrichtungen**

## A.2.1. Allgemeines

Die gasförmigen Emissionen sind gemäß dem in Anlage 1 zu diesem Anhang festgelegten Verfahren zu messen. Nachfolgend sind die Merkmale der transportablen Messeinrichtungen beschrieben, die zur Durchführung solcher Prüfungen zu verwenden sind.

## A.2.2. Messeinrichtungen

## A.2.2.1. Allgemeine Vorschriften für Gas-Analysatoren

Die Vorschriften für PEMS-Gas-Analysatoren müssen den Anforderungen in Anhang 4 Absatz 9.3.1 entsprechen.

## A.2.2.2. Technologie der Gas-Analysatoren

Die Gase sind unter Verwendung der in Anhang 4 Absatz 9.3.2 der angegebenen Technologien zu analysieren.

Die Stickoxidanalysatoren können auch vom nichtdispersiven Ultraviolett-Typ (NDUV) sein.

## A.2.2.3. Probenahme von gasförmigen Emissionen

Die Probenahmesonden müssen die in Anhang 4 Anlage 2 Absatz A.2.1.2 angegebenen Anforderungen erfüllen. Die Probenahmeleitung muss auf 190 °C (+/- 10 °C) aufgeheizt werden.

## A.2.2.4. Sonstige Instrumente

Diese Messinstrumente müssen den Anforderungen von Tabelle 7 Anhang 4 und von Absatz 9.3.1 Anhang 4 entsprechen.

## A.2.3. Hilfs- und Zusatzgeräte

## A.2.3.1. Verbindung des Abgasdurchsatzmessers (EFM) mit dem Auspuffrohr

Die Anbringung des EFM darf den Gegendruck weder um mehr als den vom Motorhersteller empfohlenen Wert erhöhen, noch die Länge des Auspuffrohrs um mehr als 1,2 m verlängern. Hinsichtlich aller Bestandteile der PEMS-Ausrüstung muss die Anbringung des EFM den lokal geltenden Straßensicherheitsvorschriften und Versicherungsvorschriften entsprechen.

## A.2.3.2. Anbringungsort der PEMS und Befestigungsteile

Die PEMS ist gemäß Absatz A.1.2.4 Anlage 1 zu diesem Anhang anzubringen.

## A.2.3.3. Stromzufuhr

Die PEMS muss unter Verwendung der in Absatz 4.6.6 dieses Anhangs angegebenen Methode mit Strom versorgt werden.

---

---

*Anlage 3***Kalibrierung der transportablen Messeinrichtungen**

## A.3.1. Kalibrierung und Überprüfung der Einrichtung

## A.3.1.1. Kalibriergase

Die PEMS-Gas-Analysatoren sind unter Verwendung von Gasen, die den Anforderungen in Anhang 4 Absatz 9.3.3 entsprechen, zu kalibrieren.

## A.3.1.2. Dichtheitsprüfung

Die PEMS-Dichtheitsprüfung muss gemäß den Anforderungen in Anhang 4 Absatz 9.3.4 durchgeführt werden.

## A.3.1.3. Überprüfung der Ansprechzeit des Analysesystems

Die Überprüfung der Ansprechzeit des PEMS-Analysesystems ist gemäß den Anforderungen in Anhang 4 Absatz 9.3.5 durchzuführen.

---

*Anlage 4***Methode zur Prüfung der Übereinstimmung des ECU-Drehmomentsignals**

## A.4.1. Vorbemerkung

Nachfolgend ist auf unspezifische Weise die Methode beschrieben, die verwendet wird, um die Übereinstimmung des ECU-Drehmomentsignals während der ISC-PEMS-Prüfungen zu überprüfen.

Das spezifische anwendbare Verfahren wird vorbehaltlich der Zustimmung durch die Typgenehmigungsbehörde dem Motorhersteller überlassen.

## A.4.2. Die Methode des „höchsten Drehmoments“

## A.4.2.1. Die Methode des „höchsten Drehmoments“ besteht darin, nachzuweisen, dass ein Punkt auf der Bezugskurve des maximalen Drehmoments als Funktion der Motordrehzahl während der Prüfung der Fahrzeuge erreicht wurde.

## A.4.2.2. Wenn ein Punkt auf der Bezugskurve des maximalen Drehmoments als Funktion der Motordrehzahl während der ISC-PEMS-Emissionsprüfung nicht erreicht wurde, hat der Hersteller das Recht, die Last des Fahrzeugs und/oder gegebenenfalls die Prüfstrecke so zu ändern, dass er diesen Nachweis nach Beendigung der ISC-PEMS-Emissionsprüfung erbringen kann.

## ANHANG 9A

**ON-BOARD-DIAGNOSESYSTEME (OBD-SYSTEME)**

1. VORBEMERKUNG
- 1.1. Dieser Anhang enthält die Vorschriften über die funktionellen Aspekte von On-Board-Diagnosesystemen (On-Board Diagnostics — OBD) zur Emissionsminderung bei Motorsystemen, die unter die vorliegende Verordnung fallen.
2. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN
- 2.1. Die allgemeinen Anforderungen, einschließlich der besonderen Anforderungen für die Eingriffsicherheit elektronischer Systeme, entsprechen denen, die in Anhang 9B Absatz 4 dieser Regelung angegeben sind, und denen, die in Absatz 2 dieses Anhangs beschrieben werden.
- 2.2. Frei gelassen.
- 2.3. Zusätzliche Bestimmungen in Bezug auf die Überwachungsanforderungen
- 2.3.1. Fehlfunktionen der Einspritzdüsen
- 2.3.1.1. Der Hersteller legt der Typgenehmigungsbehörde eine Analyse der langfristigen Auswirkungen einer Fehlfunktion der Einspritzdüsen (zum Beispiel verstopfte oder verschmutzte Einspritzdüsen) auf das Emissionsminderungssystem vor, auch wenn die OBD-Schwellenwerte durch diese Fehlfunktionen nicht überschritten werden.
- 2.3.1.2. Nach dem in Absatz 4.10.7 dieser Regelung festgelegten Zeitraum legt der Hersteller der Typgenehmigungsbehörde einen Plan mit den Überwachungsmethoden vor, die er neben den nach Anhang 9B Anlage 3 erforderlichen Methoden anzuwenden gedenkt, um die in Absatz 2.3.1.1 genannten Auswirkungen zu diagnostizieren.
- 2.3.1.2.1. Nach der Genehmigung dieses Plans durch die Behörde muss der Hersteller diese Methoden in das OBD-System einfügen, um die Typgenehmigung zu erhalten.
- 2.3.2. Überwachungsanforderungen in Bezug auf Partikelfilter
- 2.3.2.1. Die Leistung des Partikelfilters, einschließlich der Filterprozesse und der kontinuierlichen Regenerationsprozesse, sind mithilfe des OBD-Schwellenwerts, der in Tabelle 1 angegeben ist, zu überwachen.
- 2.3.2.2. Im Fall eines Wandstrom-Partikelfilters kann der Hersteller die Anforderungen an die Leistungsüberwachung anwenden, die in Anlage 8 zu diesem Anhang angegeben sind, anstatt der Anforderungen in Absatz 2.3.3.1, sofern er mit technischer Dokumentation nachweisen kann, dass im Fall einer Verschlechterung eine positive Korrelation zwischen dem Verlust der Filtrationseffizienz und dem Verlust des Druckabfalls („Differenzdruck“) im Dieselpartikelfilter besteht, unter den Betriebsbedingungen des Motors, die in der Prüfung angegeben sind, welche in Anlage 8 von Anhang 9B beschrieben ist.
- 2.4. Alternativgenehmigung
- 2.4.1. Frei gelassen. <sup>(1)</sup>
- 2.4.2. Als Alternative zu den in Anhang 9B Absatz 4 angegebenen Anforderungen und denen, die in diesem Anhang beschrieben sind, können Motorenhersteller, deren Jahresproduktion von Motoren eines Motortyps, der dieser Verordnung unterliegt, sich weltweit auf weniger als 500 Stück beläuft, eine Typgenehmigung auf Grundlage der Anforderungen dieser Verordnung erhalten, sofern die emissionsmindernden Einrichtungen des Motorsystems zumindest auf Schaltkreisstörungen und auf Rationalität und Plausibilität der Sensorergebnisse überwacht werden und wenn das Abgasnachbehandlungssystem zumindest auf Totalausfall überwacht wird. Motorenhersteller, deren Jahresproduktion von Motoren eines Motortyps, der dieser Verordnung unterliegt, sich weltweit auf weniger als 50 Stück beläuft, können eine EG-Typgenehmigung auf Grundlage der anderen Anforderungen dieser Verordnung erhalten, sofern die emissionsmindernden Einrichtungen des Motorsystems zumindest auf Schaltkreisstörungen und auf Rationalität und Plausibilität der Sensorergebnisse („Bauteilüberwachung“) überwacht werden.  
  
Hersteller dürfen die in diesem Absatz angegebenen alternativen Bestimmungen nicht auf mehr als 500 Motoren pro Jahr anwenden.
- 2.4.3. Die Typgenehmigungsbehörde unterrichtet die anderen Vertragspartien von den Rahmenbedingungen jeder Typgenehmigung, die nach [Absatz 2.4.1 und] Absatz 2.4.2 erteilt wird.
- 2.5. Übereinstimmung der Produktion  
  
Das OBD-System unterliegt den Anforderungen für die Übereinstimmung der Produktion, die in Absatz 8.4 dieser Regelung festgelegt sind.

<sup>(1)</sup> Dieser Absatz ist für künftige Alternativgenehmigungen bestimmt (z. B. Umsetzung der Euro VI-Bestimmungen in der Regelung Nr. 83).

Gelangt die Typgenehmigungsbehörde zu der Ansicht, dass die Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion der OBD-Systeme erforderlich ist, so ist die Überprüfung gemäß den in Absatz 8.4 dieser Regelung angegebenen Anforderungen durchzuführen.

### 3. LEISTUNGSANFORDERUNGEN

3.1. Die Grenzwerte entsprechen den in Anhang 9B Absatz 5 genannten.

#### 3.2. OBD-Schwellenwerte

3.2.1. Die auf das OBD-System anwendbaren OBD-Schwellenwerte entsprechen denen, die in der Zeile „Allgemeine Anforderungen“ der Tabelle 1 für Selbstzündungsmotoren bzw. der Tabelle 2 für mit Gas betriebene Motoren und Fremdzündungsmotoren, die in Fahrzeuge der Klasse M3, Fahrzeuge der Klasse N2 mit einer höchstzulässigen Gesamtmasse von über 7,5 t und Fahrzeuge der Klasse N3 eingebaut sind, angegeben sind.

3.2.2. Bis zum Ende der in Absatz 4.10.7 dieser Regelung angegebenen Übergangszeit gelten für Selbstzündungsmotoren die OBD-Schwellenwerte, die in der Zeile „Übergangszeit“ der Tabelle 1 bzw. für mit Gas betriebene Motoren und Fremdzündungsmotoren, die in Fahrzeuge der Klasse M3, Fahrzeuge der Klasse N2 mit einer höchstzulässigen Gesamtmasse von über 7,5 t und Fahrzeuge der Klasse N3 eingebaut sind, die OBD-Schwellenwerte, die in der Zeile „Übergangszeit“ der Tabelle 2 angegeben sind.

Tabelle 1

#### OBD-Schwellenwerte (Selbstzündungsmotoren)

	Grenzwert in mg/kWh	
	NO <sub>x</sub>	Partikelmasse
Übergangszeit	1 500	25
Allgemeine Anforderungen	1 200	25

Tabelle 2

#### OBD-Schwellenwerte (alle mit Gas betriebenen Motoren und Fremdzündungsmotoren, die in Fahrzeuge der Klasse M3, Fahrzeuge der Klasse N2 mit einer höchstzulässigen Gesamtmasse von über 7,5 t und Fahrzeuge der Klasse N3 eingebaut sind)

	Grenzwert in mg/kWh	
	NO <sub>x</sub>	CO (1)
Übergangszeit	1 500	
Allgemeine Anforderungen	1 200	

(1) Der OBD-Schwellenwert für CO wird zu einem späteren Zeitpunkt festgelegt.

### 4. NACHWEISANFORDERUNGEN

4.1. Die für die Nachweise geltenden Anforderungen entsprechen den Anforderungen, die in Anhang 9B Absätze 6 und 7 beschrieben sind.

### 5. ERFORDERLICHE DOKUMENTATION

5.1. Die erforderliche Dokumentation entspricht den Anforderungen, die in Anhang 9B Absatz 8 beschrieben sind.

### 6. ANFORDERUNGEN AN DIE LEISTUNG IM BETRIEB

Die Anforderungen dieses Absatzes gelten für die Überwachungsfunktionen des OBD-Systems gemäß den Bestimmungen in Anhang 9C.

#### 6.1. Technische Anforderungen

6.1.1. Die technischen Anforderungen zur Bewertung der Leistung des OBD-Systems im Betrieb, einschließlich der Anforderungen in Bezug auf Kommunikationsprotokolle, Zähler, Nenner und deren Inkrement, entsprechen denen, die in Anhang 9C angegeben sind.

6.1.2. Insbesondere der Betriebsleistungskoeffizient (IUPR<sub>m</sub>) einer spezifischen Überwachungsfunktion m des OBD-Systems ist nach der folgenden Formel zu berechnen:

$$\text{IUPR}_m = \text{Zähler}_m / \text{Nenner}_m$$

Dabei ist

„Zähler<sub>m</sub>“ der Zähler einer bestimmten Überwachungsfunktion m. Er erfasst, wie oft ein Fahrzeug so betrieben wurde, dass alle vorgesehenen Überwachungsbedingungen auftraten, die dafür erforderlich sind, dass die betreffende Überwachungsfunktion eine Fehlfunktion erkennt;

und

„Nenner<sub>m</sub>“ der Nenner einer bestimmten Überwachungsfunktion m. Er zeigt die Zahl an Fahrzyklen eines Fahrzeugs an, die von Bedeutung für diese bestimmte Überwachungsfunktion sind (oder „in denen Ereignisse auftreten, die von Bedeutung für diese bestimmte Überwachungsfunktion sind.“).

- 6.1.3. Der Betriebsleistungskoeffizient (IUPR<sub>g</sub>) einer Gruppe g von Überwachungsfunktionen an Bord eines Fahrzeugs wird anhand der folgenden Formel berechnet:

$$\text{IUPR}_g = \text{Zähler}_g / \text{Nenner}_g$$

Dabei ist

„Zähler<sub>g</sub>“ der Zähler einer Gruppe g von Überwachungsfunktionen und der tatsächliche Wert (Zähler<sub>m</sub>) der bestimmten Überwachungsfunktion m, welche gemäß Absatz 6.1.2 den geringsten Betriebsleistungskoeffizienten innerhalb der Gruppe g von Überwachungsfunktionen an Bord eines bestimmten Fahrzeugs hat;

und

„Nenner<sub>g</sub>“ der Nenner einer Gruppe g von Überwachungsfunktionen und der tatsächliche Wert (Nenner<sub>m</sub>) der bestimmten Überwachungsfunktion m, welche gemäß Absatz 6.1.2 den geringsten Betriebsleistungskoeffizienten innerhalb der Gruppe g von Überwachungsfunktionen an Bord eines bestimmten Fahrzeugs hat.

- 6.2. Minimaler Betriebsleistungskoeffizient
- 6.2.1. Der Betriebsleistungskoeffizient IUPR<sub>m</sub> einer Überwachungsfunktion m des OBD-Systems gemäß der Begriffsbestimmung in Anhang 9C Absatz 5 muss größer oder gleich dem minimalen Betriebsleistungskoeffizienten IUPR<sub>m</sub>(min) sein, der auf die Überwachungsfunktion m während der Lebensdauer des Motors gemäß Absatz 5.4 dieser Regelung anwendbar ist.
- 6.2.2. Der Wert des minimalen Betriebsleistungskoeffizienten IUPR(min) beträgt für alle Überwachungsfunktionen 0,1.
- 6.2.3. Die Anforderung in Absatz 6.2.1 gilt als erfüllt, wenn für alle Gruppen von Überwachungsfunktionen g die folgenden Bedingungen erfüllt sind:
- 6.2.3.1. Der Durchschnitt der Werte IUPR<sub>g</sub> aller Fahrzeuge, die mit Motoren ausgestattet sind, welche zu der betreffenden OBD-Motorenfamilie gehören, ist gleich oder höher als IUPR(min) und
- 6.2.3.2. mehr als 50 % aller Motoren nach Absatz 6.2.3.1 haben einen IUPR<sub>g</sub>, der gleich oder höher als IUPR(min) ist.
- 6.3. Erforderliche Dokumentation
- 6.3.1. Unterlagen zu jedem überwachten Bauteil oder System, die nach Anhang 9B Absatz 8 erforderlich sind, müssen die folgenden Informationen hinsichtlich der Betriebsleistungsdaten beinhalten:
- a) die für die Inkrementierung des Zählers und des Nenners verwendeten Kriterien;
- b) jegliches Kriterium zur Deaktivierung der Inkrementierung des Zählers oder des Nenners.
- 6.3.1.1. Jegliches Kriterium zur Deaktivierung der Inkrementierung des allgemeinen Nenners ist den Unterlagen in Absatz 6.3.1 beizufügen.
- 6.4. Erklärung über die Übereinstimmung der Leistung des On-Board-Diagnosesystems im Betrieb
- 6.4.1. Für den Antrag auf Typp Genehmigung muss der Hersteller eine Erklärung über die Übereinstimmung der Leistung des OBD-Systems im Betrieb gemäß dem Muster in Anlage 2 zu diesem Anhang vorlegen. Neben dieser Erklärung ist die Übereinstimmung mit den Anforderungen in Absatz 6.1 anhand der zusätzlichen Bewertungsregeln in Absatz 6.5 zu überprüfen.
- 6.4.2. Diese in Abschnitt 6.4.1 genannte Erklärung ist der Dokumentation hinsichtlich der OBD-Motorenfamilie hinzuzufügen, die nach den Absätzen 5 und 6.3 dieses Anhangs erforderlich ist.
- 6.4.3. Der Hersteller hat Aufzeichnungen zu führen, die alle Prüfdaten, technischen Unterlagen und Fertigungsanalysen sowie alle anderen Informationen enthalten, welche als Grundlage für die Erklärung über die Übereinstimmung der Leistung des OBD-Systems im Betrieb dienen. Auf Verlangen der Typp Genehmigungsbehörde muss der Hersteller ihr diese Informationen zugänglich machen.
- 6.4.4. Während der in Absatz 4.10.7 dieser Regelung festgelegten Übergangszeit ist der Hersteller davon befreit, die gemäß Absatz 6.4.1 erforderliche Erklärung vorzulegen.
- 6.5. Bewertung der Betriebsleistung
- 6.5.1. Die Leistung des OBD-Systems im Betrieb und dessen Übereinstimmung mit Absatz 6.2.3 dieses Anhangs ist zumindest nach dem Verfahren in Anlage 1 zu diesem Anhang nachzuweisen.

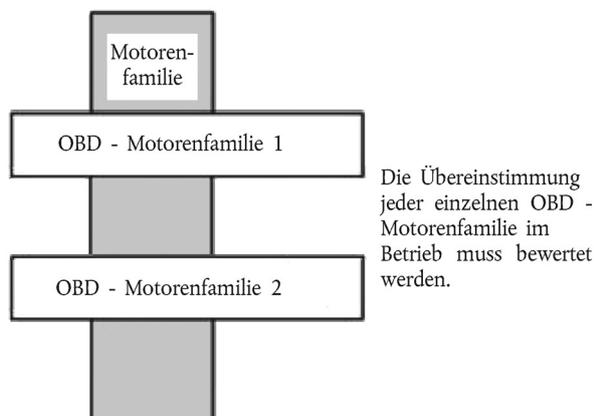
- 6.5.2. Nationale Behörden und ihre Vertreter können weitere Prüfungen durchführen, um die Übereinstimmung mit Absatz 6.2.3 dieses Anhangs zu überprüfen.
  - 6.5.2.1. Um auf Grundlage der Bestimmungen in Absatz 6.5.2 dieses Anhangs nachzuweisen, dass keine Übereinstimmung mit den Anforderungen in Absatz 6.2.3 dieses Anhangs besteht, müssen die Behörden für mindestens eine der Anforderungen in Absatz 6.2.3 dieses Anhangs nachweisen, dass Abweichungen in der Produktion bestehen, und zwar mit einer statistischen Aussagesicherheit von 95 % auf Grundlage einer Stichprobe von mindestens 30 Fahrzeugen.
  - 6.5.2.2. Der Hersteller erhält die Gelegenheit, die Übereinstimmung mit den Anforderungen in Absatz 6.2.3 dieses Anhangs herzustellen, für welche gemäß Absatz 6.5.2.1 dieses Anhangs Abweichungen in der Produktion nachgewiesen wurden; dazu verwendet er eine Prüfung, die auf einer Stichprobe von mindestens 30 Fahrzeugen basiert und eine bessere statistische Aussagesicherheit hat, als die der in Absatz 6.5.2.1 genannten Prüfung.
  - 6.5.2.3. Für Prüfungen, die gemäß den Absätzen 6.5.2.1 und 6.5.2.2 durchgeführt werden, müssen sowohl die Behörden als auch die Hersteller relevante Details wie solche, die sich auf die Auswahl der Fahrzeuge beziehen, der anderen Partei mitteilen.
  - 6.5.3. Wenn gemäß den Absätzen 6.5.1 oder 6.5.2 dieses Anhangs festgestellt wurde, dass keine Übereinstimmung mit den Anforderungen in Absatz 6.2.3 dieses Anhangs besteht, sind Mängelbeseitigungsmaßnahmen gemäß Absatz 9.3 dieser Regelung zu ergreifen.
-

## Anlage 1

**Bewertung der Betriebsleistung des On-Board-Diagnosesystems**

- A.1.1. Allgemeines
- A.1.1.1. Nachfolgend ist das Verfahren beschrieben, welches beim Nachweis der Betriebsleistung des OBD-Systems hinsichtlich der Bestimmungen in Absatz 6 dieses Anhangs zu befolgen ist.
- A.1.2. Verfahren zum Nachweis der Betriebsleistung des OBD-Systems
- A.1.2.1. Der Hersteller muss der Typgenehmigungsbehörde, die die Typgenehmigung für die betroffenen Fahrzeuge oder Motoren erteilt hat, die Betriebsleistung eines OBD-Systems einer Motorenfamilie nachweisen. Der Nachweis erfordert die Berücksichtigung der OBD-System-Betriebsleistung aller OBD-Motorenfamilien innerhalb der betreffenden Motorenfamilie (Abbildung 1).

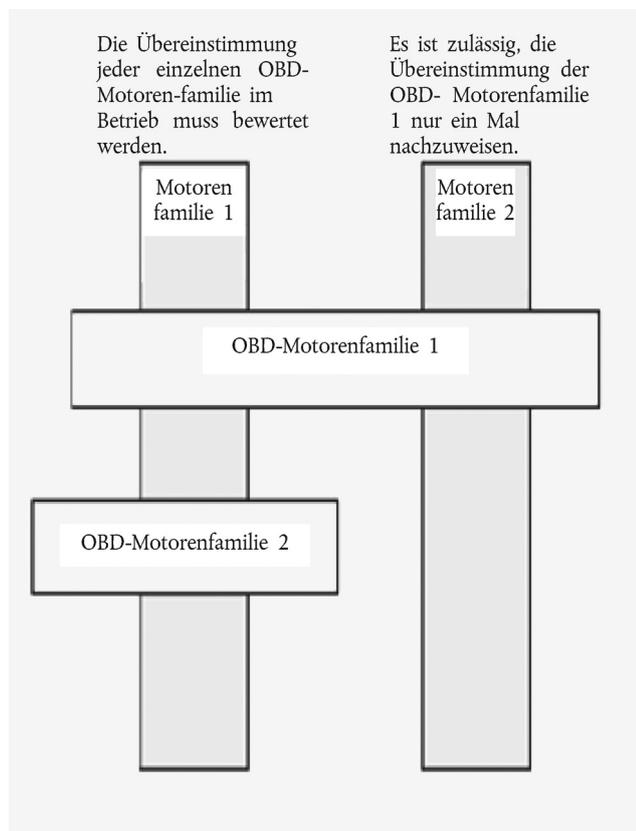
Abbildung 1

**Zwei OBD-Motorenfamilien innerhalb einer Motorenfamilie**

- A.1.2.1.1. Der Nachweis der Betriebsleistung des OBD-Systems ist vom Hersteller in enger Zusammenarbeit mit der Typgenehmigungsbehörde zu organisieren und durchzuführen.
- A.1.2.1.2. Der Hersteller darf bei dem Nachweis der Übereinstimmung relevante Elemente verwenden, die genutzt wurden, um die Übereinstimmung einer OBD-Motorenfamilie mit einer anderen Motorenfamilie nachzuweisen, sofern dieser vorherige Nachweis maximal zwei Jahre vor dem momentanen Nachweis stattgefunden hat (Abbildung 2).
- A.1.2.1.2.1. Der Hersteller darf diese Element allerdings nicht für den Nachweis der Übereinstimmung einer dritten oder späteren Motorenfamilie verwenden, es sei denn die Nachweise finden innerhalb von zwei Jahren nach der ersten Verwendung der Elemente bei einem Nachweis der Übereinstimmung statt.

Abbildung 2

## Vorheriger Nachweis der Übereinstimmung einer OBD-Motorenfamilie



- A.1.2.2. Der Nachweis der Betriebsleistung des OBD-Systems muss zur gleichen Zeit und mit derselben Häufigkeit durchgeführt werden wie der Nachweis der Übereinstimmung im Betrieb, der in Anhang 8 angegeben ist.
- A.1.2.3. Der Hersteller muss der Typgenehmigungsbehörde den ursprünglichen Zeitplan und den Stichprobenplan für die Prüfung der Übereinstimmung zum Zeitpunkt der ersten Typgenehmigung der neuen Motorenfamilie übermitteln.
- A.1.2.4. Fahrzeugtypen ohne Kommunikationsschnittstelle, welche die Erfassung der nötigen Betriebsleistungsdaten nach Anhang 9C ermöglicht, mit fehlenden Daten oder einem nicht genormten Datenprotokoll gelten als nicht übereinstimmend.
- A.1.2.4.1. Einzelne Fahrzeuge mit mechanischen oder elektrischen Fehlern, welche die Erfassung der nötigen Betriebsleistungsdaten nach Anhang 9C verhindern, sind von der Prüfung der Übereinstimmung auszuschließen, und der Fahrzeugtyp gilt als übereinstimmend, sofern keine unzureichenden Fahrzeuge, die die Stichprobenanforderungen erfüllen und eine ordnungsgemäße Durchführung der Untersuchung erlauben, gefunden werden.
- A.1.2.5. Motor- oder Fahrzeugtypen, bei denen die Erfassung von Betriebsleistungsdaten die Überwachungsleistung des OBD-Systems beeinflusst, gelten als nicht übereinstimmend.
- A.1.3. Betriebsleistungsdaten des OBD-Systems
- A.1.3.1. Die für die Bewertung der Übereinstimmung einer OBD-Motorenfamilie berücksichtigten Betriebsleistungsdaten des OBD-Systems entsprechen denen, die von dem OBD-System gemäß Anhang 9C Absatz 6 aufgezeichnet und gemäß Absatz 7 des genannten Anhangs zugänglich gemacht werden.
- A.1.4. Auswahl des Motors oder Fahrzeugs
- A.1.4.1. Auswahl des Motors
- A.1.4.1.1. Wird eine OBD-Motorenfamilie in mehreren Motorenfamilien verwendet (Abbildung 2), müssen für den Nachweis der Betriebsleistung dieser OBD-Motorenfamilie vom Hersteller Motoren aus jeder dieser Motorenfamilien ausgewählt werden.

- A.1.4.1.2. Jeder Motor einer bestimmten OBD-Motorenfamilie kann im selben Nachweis verwendet werden, auch wenn die Überwachungssysteme, mit denen die Motoren ausgestattet sind, verschiedenen Generationen angehören oder in einem unterschiedlichen Modifikationszustand sind.
- A.1.4.2. Auswahl des Fahrzeugs
- A.1.4.2.1. Fahrzeugsegmente
- A.1.4.2.1.1. Zur Klassifizierung der Fahrzeuge, die dem Nachweis dienen, werden 6 Fahrzeugsegmente berücksichtigt:
- bei Fahrzeugen der Klasse N: Lastkraftwagen, Lieferwagen und andere Fahrzeuge, wie beispielsweise Baufahrzeuge.
  - bei Fahrzeugen der Klasse M: Kraftomnibusse und Reisebusse, Stadtbusse und andere Fahrzeuge, wie beispielsweise Fahrzeuge der Klasse M1.
- A.1.4.2.1.2. Wenn möglich sind bei einer Untersuchung Fahrzeuge aus jedem Segment zu wählen.
- A.1.4.2.1.3. Es sind mindestens 15 Fahrzeuge pro Segment auszuwählen.
- A.1.4.2.1.4. Wird eine OBD-Motorenfamilie in mehreren Motorenfamilien verwendet (Abbildung 2), so muss die Zahl der Motoren jeder dieser Motorenfamilien innerhalb eines Fahrzeugsegments für deren Mengenanteil (in Bezug auf die verkauften und in Betrieb befindlichen Fahrzeuge) für dieses Fahrzeugsegment so repräsentativ wie möglich sein.
- A.1.4.2.2. Fahrzeugqualifizierung
- A.1.4.2.2.1. Die ausgewählten Motoren müssen in Fahrzeuge eingebaut sein, die in einem Land der Vertragsparteien zugelassen sind und betrieben werden.
- A.1.4.2.2.2. Jedes gewählte Fahrzeug muss über ein Wartungsheft verfügen, aus dem hervorgeht, dass das Fahrzeug ordnungsgemäß und nach den Herstellerempfehlungen gewartet worden ist.
- A.1.4.2.2.3. Das OBD-System ist darauf zu überprüfen, ob es ordnungsgemäß arbeitet. Fehlfunktionsmeldungen, die für das OBD-System selbst relevant und im OBD-Speicher enthalten sind, müssen aufgezeichnet werden, und die erforderlichen Instandsetzungsarbeiten sind auszuführen.
- A.1.4.2.2.4. Der Motor und das Fahrzeug dürfen keine Zeichen einer missbräuchlichen Nutzung (z. B. Überladen, Betrieb mit ungeeignetem Kraftstoff oder sonstige unsachgemäße Verwendung) oder andere Veränderungen (z. B. unbefugte Eingriffe) aufweisen, durch die die Leistung des OBD-Systems beeinflusst werden könnte. Fehlercodes des OBD-Systems und Informationen über Betriebsstunden, die im Rechner gespeichert sind, müssen Teil der Belege sein, die bei der Feststellung berücksichtigt werden, ob ein Fahrzeug missbräuchlich genutzt wurde oder aus anderen Gründen für eine Untersuchung ungeeignet ist.
- A.1.4.2.2.5. Alle Bauteile des Emissionsminderungssystems und des OBD-Systems am Fahrzeug müssen den Angaben in den jeweiligen Typgenehmigungsunterlagen entsprechen.
- A.1.5. Untersuchungen der Betriebsleistung
- A.1.5.1. Erfassung von Betriebsleistungsdaten
- A.1.5.1.1. Gemäß den Bestimmungen in Absatz A.1.6 muss der Hersteller die folgenden Informationen aus dem OBD-System von jedem zu untersuchenden Fahrzeug abrufen:
- die Fahrzeug-Identifizierungsnummer (VIN);
  - den Zähler<sub>g</sub> und den Nenner<sub>g</sub> für jede Gruppe von Überwachungsfunktionen, die von dem System gemäß den Anforderungen in Anhang 9C aufgezeichnet werden;
  - den Generalnenner;
  - den Wert des Zündzykluszählers;
  - die Motorbetriebsstunden insgesamt.
- A.1.5.1.2. Die Ergebnisse der Gruppe von zu bewertenden Überwachungsfunktionen sind nicht zu berücksichtigen, wenn für deren Nenner nicht der Mindestwert von 25 erreicht wurde.

- A.1.5.2. Bewertung der Betriebsleistung
- A.1.5.2.1. Das tatsächliche Leistungsverhältnis pro Gruppe von Überwachungsfunktionen eines einzelnen Motors ( $IUPR_g$ ) ist aus dem Zähler<sub>g</sub> und dem Nenner<sub>g</sub> zu berechnen, die von dem OBD-System des Fahrzeugs abgerufen werden.
- A.1.5.2.2. Die Bewertung der Betriebsleistung der OBD-Motorenfamilie gemäß den Anforderungen in Absatz 6.5.1 dieser Regelung ist für jede Gruppe von Überwachungsfunktionen innerhalb der in einem Motorsegment berücksichtigten OBD-Motorenfamilie durchzuführen.
- A.1.5.2.3. Für in Absatz A.1.4.2.1 dieses Anhangs definierte Fahrzeugsegmente gilt die OBD-Betriebsleistung dann und nur dann als für die Zwecke von Absatz 6.5.1 dieses Anhangs nachgewiesen, wenn eine Gruppe g von Überwachungsfunktionen die folgenden Bedingungen erfüllt:
- a) der Durchschnitt  $\overline{IUPR_g}$  der  $IUPR_g$ -Werte der geprüften Stichprobe ist größer als 88 Prozent von  $IUPR(\min)$  und
  - b) über 34 Prozent aller Motoren in der geprüften Stichprobe haben einen  $IUPR_g$ -Wert von über oder gleich  $IUPR(\min)$ .
- A.1.6. Bericht an die Typgenehmigungsbehörde
- Der Hersteller hat der Typgenehmigungsbehörde einen Bericht über die Betriebsleistung der OBD-Motorenfamilie vorzulegen, der die folgenden Informationen enthält:
- A.1.6.1. Die Liste der Motorenfamilien innerhalb der berücksichtigten OBD-Motorenfamilie (Abbildung 1).
- A.1.6.2. Die folgenden Informationen über die in den Nachweis einbezogenen Fahrzeuge:
- a) die Gesamtzahl der in den Nachweis einbezogenen Fahrzeuge;
  - b) die Zahl und die Art der Fahrzeugsegmente;
  - c) die VIN und eine kurze Beschreibung (Typ-Modell-Version) jedes Fahrzeugs.
- A.1.6.3. Betriebsleistungsinformationen für jedes Fahrzeug:
- a) den Zähler<sub>g</sub>, den Nenner<sub>g</sub> und den Betriebsleistungskoeffizienten ( $IUPR_g$ ) für jede Gruppe von Überwachungsfunktionen;
  - b) den allgemeinen Nenner, den Wert des Zündzykluszählers, die Motorbetriebsstunden insgesamt.
- A.1.6.4. Die Ergebnisse der Betriebsleistungsstatistiken für jede Gruppe von Überwachungsfunktionen:
- a) Der Durchschnitt  $\overline{IUPR_g}$  der  $IUPR_g$ -Werte der Stichprobe;
  - b) die Zahl und der Prozentsatz der Motoren in der Stichprobe, die über einen  $IUPR_g$ -Wert verfügen, der gleich oder über  $IUPR_m(\min)$  ist.
-

*Anlage 2***Muster einer Erklärung über die Übereinstimmung der Betriebsleistung des On-Board-Diagnosesystems**

„(Name des Herstellers) bestätigt, dass die Motoren dieser OBD-Motorenfamilie so ausgelegt und konstruiert sind, dass sie alle Anforderungen in Anhang 9A Absätze 6.1 und 6.2 erfüllen.

(Name des Herstellers) gibt diese Erklärung in gutem Glauben ab, nachdem er/sie eine angemessene technische Untersuchung der Betriebsleistung des OBD-Systems der Motoren der OBD-Motorenfamilie über den zutreffenden Bereich der Betriebs- und Umgebungsbedingungen durchgeführt hat.

[Datum]“

\_\_\_\_\_

## ANHANG 9B

## TECHNISCHE ANFORDERUNGEN AN ON-BOARD-DIAGNOSESYSTEME (OBD)

1. Vorbemerkung

Dieser Anhang enthält die Vorschriften über die technischen Anforderungen an On-Board-Diagnosesysteme (On-Board Diagnostics – OBD) zur Emissionsminderung bei Motorsystemen, die unter die vorliegende Regelung fallen.

Diesem Anhang liegt die weltweit harmonisierte Globale Technische Regelung (GTR) Nr. 5 zugrunde.
2. Frei gelassen. (1)
3. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN
- 3.1. „Warnsystem“: ein im Fahrzeug eingebautes System, das dem Fahrer oder anderen Personen meldet, dass das OBD-System eine Funktionsstörung erkannt hat;
- 3.2. „Kalibrierungsprüfnummer“: eine Nummer, die vom Motorsystem errechnet und übermittelt wird, um die Kalibrierung/Softwareintegrität zu prüfen;
- 3.3. „Bauteilüberwachung“: die Überwachung der Eingabebauteile auf elektrische Störungen und Plausibilitätsfehler und der Ausgabebauteile auf elektrische Störungen und Funktionsfehler; überwacht werden Bauteile, die mit dem (den) Steuergerät(en) des Motors elektrisch verbunden sind;
- 3.4. „Bestätigter und aktiver Fehlercode“: ein Fehlercode, der so lange gespeichert bleibt, wie das OBD-System eine Funktionsstörung erkennt;
- 3.5. „Dauerfehlfunktionsmeldung“: eine Fehlfunktionsmeldung, die bei eingeschalteter Zündung und laufendem Motor dauerhaft angezeigt wird;
- 3.6. „Mangel“: Abweichung der Überwachungsstrategie oder einer Eigenschaft eines OBD-Systems von den Vorschriften dieses Anhangs;
- 3.7. „elektrische Störung“: eine Störung (z. B. Kontaktunterbrechung oder Kurzschluss), die bewirkt, dass Messsignale (wie Spannungen, Ströme, Frequenzen) außerhalb des Arbeitsbereichs des jeweiligen Sensors liegen;
- 3.8. „OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen“: eine vom Hersteller vorgenommene Gruppierung von Motorsystemen, bei denen emissionsrelevante Funktionsstörungen nach den gleichen Methoden erkannt und diagnostiziert werden;
- 3.9. „Emissionsschwellenüberwachung“ die Überwachung einer Funktion, deren Störung zu einer Überschreitung der OBD-Schwellenwerte führt; sie besteht aus einem oder aus beiden folgenden Elementen:
  - a) direkte Messung der Emissionen mittels Sensor(en) im Abgassystem und einem Rechenmodell zum Vergleich der Messwerte mit den spezifischen Werten des jeweiligen Prüfzyklus,
  - b) Meldung erhöhter Emissionen auf der Grundlage eines Vergleichs der Ein- und Ausgabedaten des Rechners mit den spezifischen Werten des Prüfzyklus;
- 3.10. „Funktionsausfall“: eine Funktionsstörung, bei der ein Ausgabebauteil auf einen Befehl des Rechners nicht in der erwarteten Weise reagiert;
- 3.11. „Emissionsminderungsstrategie im Störfall (MECS)“ eine Strategie innerhalb des Motorsystems, die im Falle einer emissionsrelevanten Fehlfunktion aktiviert wird;
- 3.12. „Fehlfunktionsanzeige-Status“: der Betriebszustand der Fehlfunktionsanzeige: Dauerfehlfunktionsmeldung, Kurzzeit-Fehlfunktionsmeldung, Fehlfunktionsmeldung auf Anforderung oder aus;
- 3.13. „Überwachung“: (siehe auch „Emissionsschwellenüberwachung“, „Leistungsüberwachung“ und „Überwachung auf Totalausfall“)
- 3.14. „OBD-Prüfzyklus“: der Prüfzyklus, den ein Motorsystem auf dem Prüfstand durchläuft, um das Ansprechen des OBD-Systems auf ein gezielt verschlechertes Bauteil zu prüfen;

(1) Die Nummerierung der Teile dieses Anhangs entspricht der Nummerierung der GTR Nr. 5 für WWH-OBD. Einige Absätze der GTR für WWH-OBD werden für diesen Anhang allerdings nicht benötigt.

- 3.15. „OBD-Stamm-Motor-System“: ein Motorsystem, das als repräsentativ für eine OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen ausgewählt wurde;
- 3.16. „Fehlfunktionsmeldung auf Anforderung“: Störungsmeldung, die nach Betätigung eines Schalters vom Fahrerplatz aus dauerhaft angezeigt wird, wenn die Zündung eingeschaltet ist und der Motor nicht läuft;
- 3.17. „vorläufiger Diagnose-Fehlercode“: ein Fehlercode, der im OBD-System gespeichert ist, weil eine Überwachungseinrichtung während des laufenden oder des letzten Betriebszyklus einen Zustand erkannt hat, der eine Funktionsstörung sein kann;
- 3.18. „potenzieller Diagnose-Fehlercode“: ein Fehlercode, der im OB-System gespeichert ist, weil eine Überwachungseinrichtung während des laufenden oder des letzten Betriebszyklus einen Zustand erkannt hat, der eine Funktionsstörung sein kann, dessen Bestätigung aber eine weitere Evaluierung erfordert; ein potenzieller Diagnose-Fehlercode ist ein vorläufiger Fehlercode, der noch nicht bestätigt und aktiv ist;
- 3.19. „früher aktiver Diagnose-Fehlercode“: ein alter, bestätigter und aktiver Fehlercode, der gespeichert bleibt, nachdem das OB-System festgestellt hat, dass die Funktionsstörung, die ihn ausgelöst hat, nicht mehr besteht;
- 3.20. „Plausibilitätsfehler“: Eine Fehlfunktion, bei der das Signal von einem Sensor oder Bauteil nicht dem entspricht, was nach den Signalen von anderen Sensoren oder Bauteilen zu erwarten ist; ein Plausibilitätsfehler liegt u. a. vor, wenn eine Funktionsstörung zu Messsignalen (wie Spannung, Stromstärke und Frequenz) führt, die zwar innerhalb des Arbeitsbereichs jeweiligen Sensors liegen, aber nicht korrekt sein können;
- 3.21. „Bereitschaft“: ein Betriebszustand, in dem angezeigt wird, ob eine Überwachungseinrichtung oder eine Gruppe solcher Einrichtungen seit der letzten Fehlercode-Löschung mithilfe eines externen OBD-Lesegeräts gearbeitet hat/haben;
- 3.22. „Kurzzeit-Fehlfunktionsmeldung“: eine Fehlfunktionsmeldung, die bei Einschalten der Zündung erscheint und die erlischt, wenn der Motor 15 Sekunden gelaufen ist oder die Zündung ausgeschaltet wird (je nachdem, was zuerst eintritt);
- 3.23. „Kenzeichnung der Softwarekalibrierung“: eine alphanumerische Zeichenfolge zur Kenzeichnung der Kalibrierung oder Version der im Motorsystem installierten emissionsrelevanten Software;
- 3.24. „Überwachung auf Totalausfall“: Überwachung eines Systems auf Fehlfunktionen, die zum völligen Verlust seiner Funktion führen;
- 3.25. „Warmlaufphase“ bedeutet einen hinreichend langen Betrieb des Motors, bis sich die Kühlmitteltemperatur gegenüber dem Zustand beim Anlassen des Motors um mindestens 22 K (22 °C / 40 °F) erhöht und mindestens einen Wert von 333 K (60 °C / 140 °F) erreicht hat <sup>(1)</sup>.
- 3.26. Abkürzungen
- |                 |  |
|-----------------|--|
| AES             | Zusätzliche Emissionsstrategie   |
| CV              | Kurbelgehäuseentlüftung  |
| DOC             | Diesel-Oxidationskatalysator   |
| DPF             | Diesel-Partikelfilter, Partikelfilter mit Katalysator oder Partikelfilter mit kontinuierlicher Regenerierung für Dieselmotoren |
| DTC             | Diagnose-Fehlercode  |
| EGR             | Abgasrückführung   |
| HC              | Kohlenwasserstoffe   |
| LNT             | Mager-NO <sub>x</sub> -Falle (oder NO <sub>x</sub> -Absorber)  |
| LPG             | Flüssiggas   |
| MECS            | Emissionsminderungsstrategie im Störfall   |
| NG              | Erdgas   |
| NO <sub>x</sub> | Stickstoffoxide  |
| OTL             | OBD-Schwellenwert  |
| PM              | Partikel   |
| SCR             | Selektive katalytische Reduktion   |

<sup>(1)</sup> Das bedeutet nicht, dass ein Temperatursensor zur Erfassung der Kühlmitteltemperatur erforderlich ist.

- SW Scheibenwischer
- TFF Überwachung auf Totalausfall
- VGT Turbolader mit variabler Schaufelgeometrie
- VVT Variable Ventilsteuerzeiten

#### 4. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

Ein OBD-System im Sinne dieses Anhangs muss in der Lage sein, Funktionsstörungen zu erkennen, sie mithilfe eines Warnsystems zu melden und ihren wahrscheinlichen Ort anhand von im Bordrechner gespeicherten Daten und/oder durch Auslesen dieser Daten in ein Gerät außerhalb des Fahrzeugs zu bestimmen.

OBD-Systeme müssen so ausgelegt, gebaut und im Fahrzeug installiert sein, dass sie in der Lage sind, während der gesamten Lebensdauer des Fahrzeugs/Motors Funktionsstörungen zu erkennen. Bei Motoren, die die in den Vorschriften festgelegte Betriebsdauer überschritten haben, toleriert die Typgenehmigungsbehörde eine gewisse Verschlechterung der Leistung und Empfindlichkeit des OBD-Systems, sodass die OBD-Schwellenwerte überschritten werden können, ehe dem Fahrer des Fahrzeugs eine Funktionsstörung gemeldet wird.

Die Pflicht des Herstellers, die Konformität des Motors auch nach Ablauf der festgelegten Betriebsdauer (Betriebszeit oder Fahrstrecke, über die die Emissionsnormen eingehalten werden müssen) sicherzustellen, bleibt von dem vorstehenden Absatz unberührt.

##### 4.1. Antrag auf Genehmigung eines OBD-Systems

###### 4.1.1. Antrag auf eine neue Genehmigung

Der Hersteller eines Motorsystems kann die Genehmigung seines OBD-Systems auf eine der folgenden drei Arten beantragen:

- a) Er beantragt die Genehmigung eines einzelnen OBD-Systems, indem er nachweist, dass dieses allen Vorschriften dieses Anhangs entspricht.
- b) Er beantragt die Genehmigung einer OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen, indem er nachweist, dass das Stamm-Motor-System der OBD-Motorenfamilie allen Vorschriften dieses Anhangs entspricht.
- c) Er beantragt die Genehmigung für ein OBD-System, indem er nachweist, dass dieses den Kriterien für die Einstufung in eine OBD-Motorenfamilie entspricht, die bereits zertifiziert worden ist.

###### 4.1.2. Antrag auf Erweiterung/Änderung einer bestehenden Genehmigung

###### 4.1.2.1. Antrag auf Aufnahme eines neuen Motorsystems in eine OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen

Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde kann ein neues Motorsystem in eine bereits genehmigte OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen aufgenommen werden, wenn auch danach bei allen Motorsystemen dieser Familie emissionsrelevante Funktionsstörungen nach der gleichen Methode erkannt und diagnostiziert werden.

Sind alle OBD-relevanten Konstruktionsmerkmale des Stamm-Motor-Systems der OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen auch für das neue Motorsystem repräsentativ, so kann das bisherige Stamm-Motor-System beibehalten werden, und der Hersteller ändert die in Absatz 8 dieses Anhangs beschriebene Dokumentation entsprechend.

Wird das neue Motorsystem nicht vollständig vom bisherigen Stamm-Motor-System der OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen repräsentiert, kann es jedoch seinerseits die gesamte Familie repräsentieren, so wird es zum neuen Stamm-Motor-System. In diesem Fall ist nachzuweisen, dass die neuen OBD-relevanten Konstruktionsmerkmale den Vorschriften dieses Anhangs entsprechen, und die in Absatz 8 dieses Anhangs beschriebene Dokumentation ist entsprechend zu ändern.

###### 4.1.2.2. Erweiterung der Genehmigung zur Berücksichtigung einer Konstruktionsänderung am OBD-System

Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde kann eine bestehende Genehmigung nach einer Konstruktionsänderung am OBD-System erweitert werden, wenn der Hersteller nachweist, dass das OBD-System weiterhin den Vorschriften dieses Anhangs entspricht.

Die in Absatz 8 beschriebene Dokumentation ist dann entsprechend zu ändern.

Wurde die bestehende Genehmigung für eine OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen erteilt, so muss der Hersteller der Typgenehmigungsbehörde nachweisen, dass weiterhin bei allen Motorsystemen dieser Familie emissionsrelevante Funktionsstörungen nach der gleichen Methode erkannt und diagnostiziert werden und der Stamm-Motor weiterhin repräsentativ für die Familie ist.

#### 4.1.2.3. Änderung der Genehmigung zur Neuklassifizierung der Funktionsstörungen

Dieser Absatz kommt zur Anwendung, wenn der Hersteller auf Anfrage der Behörde, die die ursprüngliche Genehmigung erteilt hat, oder aus eigener Initiative heraus eine Änderung der Genehmigung beantragt, um eine oder mehrere Funktionsstörungen neu zu klassifizieren.

In einem solchen Fall ist nachzuweisen, dass die neue Klassifizierung den Bestimmungen dieses Anhangs entspricht, und die in Absatz 8 dieses Anhangs beschriebene Dokumentation entsprechend ändern.

#### 4.2. Überwachungsanforderungen

Alle emissionsrelevanten Bauteile und Systeme eines Motorsystems sind vom OBD-System gemäß den Bestimmungen von Anlage 3 sowie, im Fall von Zweistoffmotoren oder –fahrzeugen, gemäß Abschnitt 7 von Anhang 15 zu überwachen. Dabei muss jedoch nicht eine einzige Überwachungseinrichtung alle in Anlage 3 genannten Funktionsstörungen erfassen beziehungsweise, im Fall von Zweistoffmotoren oder –fahrzeugen, gemäß Abschnitt 7 von Anhang 15 überwachen.

Das OBD-System muss auch seine eigenen Komponenten überwachen.

In Anlage 3 zu diesem Anhang sind die vom OBD-System zu überwachenden Systeme und Bauteile und die jeweils erforderliche Überwachungsmethode (Emissionsschwellenüberwachung, Leistungsüberwachung, Überwachung auf Totalausfall oder Bauteilüberwachung) aufgeführt.

Der Hersteller kann darüber hinaus weitere Systeme und Bauteile überwachen lassen.

#### 4.2.1. Wahl der Überwachungsmethode

Die Genehmigungsbehörde kann eine von Anlage 3 beziehungsweise, im Fall von Zweistoffmotoren oder –fahrzeugen, von Abschnitt 7 von Anhang 15 abweichende Überwachungsmethode genehmigen. Der Hersteller muss nachweisen (durch technische Argumentation, Prüfergebnisse, bereits erteilte Genehmigungen usw.), dass die von ihm gewählte Methode ausreichend zuverlässig, schnell und wirksam ist.

Ist ein System oder Bauteil nicht in Anlage 3 beziehungsweise, im Fall von Zweistoffmotoren oder –fahrzeugen, in Abschnitt 7 von Anhang 15 aufgeführt, so teilt der Hersteller der Genehmigungsbehörde die dafür vorgesehene Überwachungsmethode mit. Die Genehmigungsbehörde genehmigt die gewählte Überwachungsmethode (Emissionsschwellenüberwachung, Leistungsüberwachung, Überwachung auf Totalausfall oder Bauteilüberwachung) wenn der Hersteller unter Verweis auf in Anlage 3 beziehungsweise, im Fall von Zweistoffmotoren oder –fahrzeugen, in Abschnitt 7 von Anhang 15 vorgesehenen Anwendungen nachweist (durch technische Argumentation, Prüfergebnisse, bereits erteilte Genehmigungen usw.), dass sie ausreichend zuverlässig, schnell und wirksam ist.

#### 4.2.1.1. Vergleich mit den Emissionen im Prüfzyklus

Bei Emissionsschwellenüberwachung ist ein Vergleich mit den im Prüfzyklus ermittelten Emissionen erforderlich. Er ist in der Regel an einem Prüfmotor in Laboranordnung zu demonstrieren.

Bei allen anderen Überwachungsmethoden (Leistungsüberwachung, Überwachung auf Totalausfall oder Bauteilüberwachung) ist kein solcher Vergleich erforderlich. Die Typgenehmigungsbehörde kann jedoch Prüfdaten anfordern, um nach Absatz 6.2 dieses Anhangs die Klassifizierung der Funktionsstörungen zu überprüfen.

Beispiele:

Bei einer elektrischen Störung brauchen keine Vergleichsdaten herangezogen werden, weil es hierbei nur die beiden diskreten Zustände „gestört“ und „nicht gestört“ gibt. Bei einer Störung an einem Partikelfilter, der anhand des Differenzdrucks überwacht wird, brauchen keine Vergleichsdaten herangezogen werden, weil die Störung im Voraus erkannt wird.

Weist der Hersteller nach den Bestimmungen dieses Anhangs nach, dass die Emissionen auch bei Totalausfall oder Ausbau eines Systems oder Bauteils die OBD-Schwellenwerte nicht überschreiten, ist eine Leistungsüberwachung dieses Systems oder Bauteils zulässig.

Wird für die Überwachung der Emissionen eines bestimmten Schadstoffs eine im Auspuffrohr angeordnete Sonde verwendet, kann bei allen anderen Überwachungseinrichtungen auf den Vergleich mit im Prüfzyklus ermittelten Emissionen dieses Schadstoffs verzichtet werden. Dieser Verzicht darf jedoch die Einbeziehung dieser Überwachungseinrichtungen in das OBD-System im Rahmen anderer Überwachungsmethoden nicht ausschließen, da diese Einrichtungen benötigt werden, um die Art der Funktionsstörung zu bestimmen.

Eine Funktionsstörung ist stets gemäß Absatz 4.5 nach dem Kriterium seiner Auswirkungen auf die Emissionen zu klassifizieren, unabhängig davon, welche Methode zu ihrer Erkennung angewandt wird.

#### 4.2.2. Bauteilüberwachung (Eingabe-/Ausgabebauteile/-systeme)

Eingabebauteile, die Teil des Motorsystems sind, sind vom OBD-System mindestens auf elektrische Störungen und wenn möglich auch auf Plausibilitätsfehler zu überwachen.

Bei der Überwachung auf Plausibilitätsfehler ist zu prüfen, ob der vom Sensor übermittelte Messwert weder zu groß noch zu klein ist (d. h. es wird „von beiden Seiten“ überwacht).

Soweit möglich und mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde muss das OBD-System Plausibilitätsfehler (z. B. unplausibel hohe oder niedrige Messwerte) und elektrische Störungen (z. B. außerhalb des Arbeitsbereich des jeweiligen Sensors liegende Messsignale) getrennt erfassen. Zusätzlich sind für jede einzelne Funktionsstörung (Signal ober- oder unterhalb des Arbeitsbereichs, unplausibler Messwert) individuelle Diagnose-Fehlercodes zu speichern.

Ausgabebauteile, die Teil des Motorsystems sind, sind vom OBD-System mindestens auf elektrische Störungen und wenn möglich auch auf nicht ordnungsgemäßes Ansprechen auf Rechnerbefehle zu überwachen.

Soweit möglich und mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde muss das OBD-System Funktionsfehler und elektrische Störungen (z. B. außerhalb des Arbeitsbereich des jeweiligen Sensors liegende Messsignale) getrennt erfassen. Zusätzlich sind für jede einzelne Funktionsstörung (Funktionsausfall, Signal ober- oder unterhalb des Arbeitsbereichs,) individuelle Diagnose-Fehlercodes zu speichern.

Das OBD-System muss außerdem die von nicht zum Motorsystem gehörigen Bauteilen eingehenden oder an sie übermittelten Daten auf Plausibilität überwachen, wenn fehlerhafte Daten dieser Art das ordnungsgemäße Arbeiten emissionsmindernder Einrichtungen oder des Motorsystems beeinträchtigen.

##### 4.2.2.1. Fälle, in denen keine Bauteilüberwachung erforderlich ist

Die Überwachung des Motorsystems auf elektrische Störungen und soweit möglich auch auf Funktionsausfall und Plausibilitätsfehler ist nicht erforderlich, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- a) Die von der Störung herrührende Überschreitung der Emissionsgrenzwerte liegt für alle geregelten Schadstoffe unter 50 % und
- b) die Störung führt bei keinem geregelten Schadstoff zu einer Überschreitung des geltenden Emissionsgrenzwertes<sup>(1)</sup> und
- c) die Störung beeinträchtigt nicht die Funktion eines Systems oder Bauteils, von dem das ordnungsgemäße Arbeiten des OBD-Systems abhängt und
- d) die Störung verzögert oder beeinträchtigt nicht in wesentlichem Maße die Fähigkeit der emissionsmindernden Einrichtung, wie ursprünglich geplant zu funktionieren (so kann z. B. das Versagen des Reagen-Erwärmungssystems bei Kälte nicht als Ausnahme betrachtet werden).

Die Auswirkungen der Störung auf das Emissionsverhalten sind auf dem Motorenprüfstand bei stabilisiertem Motor und nach den in diesem Anhang beschriebenen Nachweisverfahren zu ermitteln.

Sollte ein solcher Nachweis bezüglich des Kriteriums d nicht aufschlussreich sein, so muss der Hersteller der Typgenehmigungsbehörde geeignete Konstruktionselemente wie Verweise auf die gute Ingenieurpraxis, technische Erwägungen, Simulationen und Prüfergebnisse vorlegen.

##### 4.2.3. Überwachungshäufigkeit

Überwachungseinrichtungen müssen kontinuierlich arbeiten, wann immer die Bedingungen für die Überwachung erfüllt sind, oder einmal je Betriebszyklus (z. B. Einrichtungen, deren Betrieb zu einer Erhöhung der Emissionen führt).

Auf Antrag des Herstellers kann die Typgenehmigungsbehörde Überwachungseinrichtungen genehmigen, die nicht kontinuierlich arbeiten. In einem solchen Fall muss der Hersteller die Typgenehmigungsbehörde eindeutig informieren und dabei die Bedingungen beschreiben, unter denen die Überwachungseinrichtungen arbeiten; dabei muss er seinen Vorschlag durch geeignete Konstruktionsmerkmale rechtfertigen (beispielsweise die gute Ingenieurpraxis).

<sup>(1)</sup> Es ist der Messwert zugrunde zu legen, wobei die Messtoleranz der Prüfanordnung und die stärkere Streuung des Messergebnisses aufgrund der Störung zu berücksichtigen sind.

Die Überwachungseinrichtungen müssen während des in Absatz 7.2.2 dieses Anhangs festgelegten OBD-Prüfzyklus arbeiten.

Eine Überwachungseinrichtung gilt als kontinuierlich arbeitend, wenn sie mindestens zweimal pro Sekunde aktiv wird und wenn sie binnen 15 Sekunden darüber entscheidet, ob der für sie relevante Fehler vorliegt oder nicht. Werden Daten von einem Ein- oder Ausgabebauteil für die Zwecke der Motorsteuerung weniger als zweimal pro Sekunde erfasst, so gilt die Überwachung ebenfalls als kontinuierlich, wenn die Überwachungseinrichtung bei jeder Erfassung darüber entscheidet, ob der für sie relevante Fehler vorliegt oder nicht.

Bei kontinuierlich überwachten Systemen oder Bauteilen braucht ein Ausgabesystem/-bauteil nicht lediglich für dessen Überwachung aktiviert zu werden.

#### 4.3. Vorschriften für die Speicherung von OBD-Daten

Wurde eine Funktionsstörung erkannt, aber noch nicht bestätigt, ist sie als „potenzielle Störung“ zu betrachten und es ist ein „vorläufiger DTC“ zu speichern. Ein „vorläufiger DTC“ darf zu keiner Aktivierung des Warnsystems nach Absatz 4.6 führen.

Eine erkannte Funktionsstörung kann bereits während des ersten Betriebszyklus als „bestätigt“ betrachtet werden, ohne zunächst als „potenziell“ eingestuft worden zu sein. Der entsprechende Fehlercode erhält dann den Status „vorläufig“ und „bestätigt und aktiv“.

Tritt eine Störung, für die ein Fehlercode mit dem Status „früher aktiv“ gespeichert ist, erneut auf, kann der Hersteller diesen Fehlercode direkt in den Status „vorläufig“ und „bestätigt und aktiv“ versetzen, ohne die Störung zunächst als „potenziell“ einzustufen. Wird die Störung als potenziell eingestuft, muss der entsprechende Fehlercode im Status „früher aktiv“ verbleiben, bis sie bestätigt wird.

Das Überwachungssystem muss vor Ende des auf ihre erste Erkennung folgenden Betriebszyklus erkennen, ob eine Störung weiter besteht. Ist das der Fall, so ist ein „bestätigter und aktiver DTC“ zu speichern, und das Warnsystem ist nach Absatz 4.6 zu aktivieren.

Bei einer rückstellbaren Emissionsminderungsstrategie im Störfall (MECS) (d. h. automatische Rückkehr zum Normalbetrieb und Deaktivierung der MECS beim nächsten Anlassen des Motors) braucht keine „bestätigte und aktive DTC“ gespeichert werden, sofern die MECS nicht vor Ende des nächsten Betriebszyklus erneut aktiviert wird. Ist die MECS nicht rückstellbar, so ist eine „bestätigte und aktive DTC“ zu speichern, sobald die MECS aktiviert wird.

Manche Überwachungseinrichtungen brauchen mehr als zwei Betriebszyklen, um eine Funktionsstörung zu erkennen und zu bestätigen (z. B. solche, die mit statistischen Verfahren arbeiten oder den Verbrauch von Betriebsflüssigkeiten erfassen). In solchen Fällen kann die Typgenehmigungsbehörde für die Überwachung mehr als zwei Betriebszyklen zulassen, wenn der Hersteller belegt (etwa durch technische Argumentation, Versuchsergebnisse oder eigene Erfahrung) dass ein längerer Zeitraum notwendig ist.

Wird eine Funktionsstörung mit dem Status „bestätigt und aktiv“ über einen vollständigen Betriebszyklus vom System nicht mehr erkannt, ist sie zu Beginn des nächsten Betriebszyklus in den Status „früher aktiv“ zu versetzen und in diesem Status zu halten, bis sie nach Absatz 4.4 durch ein Diagnosetool gelöscht oder aus dem Rechnerspeicher entfernt wird.

*Hinweis:* Die Bestimmungen dieses Absatzes werden in Anlage 2 zu diesem Anhang näher erläutert.

#### 4.4. Vorschriften für die Löschung von OBD-Informationen

Ein DTC und die zugehörigen Informationen (einschließlich der Freeze-Frame-Daten) darf vom OBD-System selbst erst gelöscht werden, wenn er über mindestens 40 Aufwärmzyklen oder 200 Motorbetriebsstunden (je nach dem, was zuerst eintritt) im Status „früher aktiv“ gewesen ist. Das OBD-System muss alle DTCs und die zugehörigen Informationen (einschließlich der Freeze-Frame-Daten) löschen, wenn es von einem Lese- oder Wartungsgerät den Befehl dazu erhält.

#### 4.5. Vorschriften für die Klassifizierung von Funktionsstörungen

In diesem Absatz wird festgelegt, wie eine nach Absatz 4.2 dieses Anhangs erkannte Funktionsstörung zu klassifizieren ist.

Die Klassifizierung einer Funktionsstörung gilt für die gesamte Lebensdauer des Fahrzeugs, sofern die Behörde, die die Genehmigung erteilt hat, oder der Hersteller keine Neuklassifizierung für notwendig erachtet.

Ist eine Funktionsstörung je nach dem betroffenen Schadstoff oder je nach den betroffenen anderen Überwachungsfunktionen unterschiedlich zu klassifizieren, so ist sie der Klasse zuzuordnen, die ihren gravierendsten Auswirkungen entspricht und nach der diskriminierenden Anzeigestrategie den Störungsmelder aktiviert.

Wird nach Erkennung einer Funktionsstörung eine MECS aktiviert, so ist die Funktionsstörung nach den Auswirkungen der MECS auf die Emissionen oder auf andere Überwachungsfunktionen zu klassifizieren. Sie ist der Klasse zuzuordnen, die ihren gravierendsten Auswirkungen entspricht und nach der diskriminierenden Anzeigestrategie den Störungsmelder aktiviert.

#### 4.5.1. Funktionsstörungen der Klasse A

Eine Funktionsstörung ist der Klasse A zuzuordnen, wenn sie voraussichtlich zu einer Überschreitung der OBD-Schwellenwerte führt.

Es ist jedoch möglich, dass die Emissionen die OBD-Schwellenwerte tatsächlich nicht überschreiten, wenn eine solche Störung auftritt.

#### 4.5.2. Funktionsstörungen der Klasse B1

Eine Funktionsstörung ist der Klasse B1 zuzuordnen, wenn sie aufgrund der Umstände zu einer Überschreitung der OBD-Schwellenwerte führen kann, ihr Einfluss auf die Emissionen jedoch nicht genau bestimmbar ist, sodass die tatsächlichen Emissionen über oder unter den Schwellenwerten liegen können.

Eine Funktionsstörung der Klasse B1 liegt beispielsweise vor, wenn sie auf der Grundlage von Sensorsignalen oder bei eingeschränkten Überwachungsfunktionen erkannt wird.

Funktionsstörungen, die die Fähigkeit des OBD-Systems zur Erkennung von Funktionsstörungen der Klassen A und B1 beeinträchtigen, sind der Klasse B1 zuzuordnen.

#### 4.5.3. Funktionsstörungen der Klasse B2

Eine Funktionsstörung ist der Klasse B2 zuzuordnen, wenn Umstände bestehen, von denen anzunehmen ist, dass sie die Emissionen beeinflussen, dass sie jedoch nicht zu einer Überschreitung der OBD-Schwellenwerte führen.

Funktionsstörungen, die die Fähigkeit des OBD-Systems zur Erkennung von Funktionsstörungen der Klasse B2 beeinträchtigen, sind der Klasse B1 oder B2 zuzuordnen.

#### 4.5.4. Funktionsstörungen der Klasse C

Eine Funktionsstörung ist der Klasse C zuzuordnen, wenn Umstände bestehen, von denen im Falle ihrer Überwachung anzunehmen wäre, dass sie die Emissionen beeinflussen, dass sie jedoch nicht zu einer Überschreitung der gesetzlichen Emissionsgrenzwerte führen.

Funktionsstörungen, die die Fähigkeit des OBD-Systems zur Erkennung von Funktionsstörungen der Klasse C beeinträchtigen, sind der Klasse B1 oder B2 zuzuordnen.

#### 4.6. Warnsystem

Der Ausfall eines Bauteils des Warnsystems darf nicht den Ausfall des OBD-Systems zur Folge haben.

##### 4.6.1. Vorschriften für den Störungsmelder (MI)

Bei dem Störungsmelder muss es sich um ein optisches Signal handeln, das bei allen Lichtverhältnissen erkennbar sein muss. Er muss aus einem gelben oder orangefarbenen (gemäß UN/ECE-Regelung Nr. 37) Warnsignal bestehen, das dem Symbol Nr. 0640 nach der Norm ISO 7000:2004 entspricht.

##### 4.6.2. Bedingungen für das Aufleuchten der Fehlfunktionsanzeige

Je nach Art der vom OBD-System erkannten Funktionsstörung ist die Fehlfunktionsanzeige nach einem der in nachstehender Tabelle aufgeführten Moden zu aktivieren:

	Aktivierungsmodus 1	Aktivierungsmodus 2	Aktivierungsmodus 3	Aktivierungsmodus 4
Aktivierungsbedingungen	keine Funktionsstörung	Funktionsstörung der Klasse C	Funktionsstörung der Klasse B und B1-Zähler < 200 h	Funktionsstörung der Klasse A oder B1-Zähler < 200 h
Zündung ein, Motor läuft	keine Anzeige	diskriminierende Anzeigestrategie	diskriminierende Anzeigestrategie	diskriminierende Anzeigestrategie
Zündung ein, Motor aus	harmonisierte Anzeigestrategie	harmonisierte Anzeigestrategie	harmonisierte Anzeigestrategie	harmonisierte Anzeigestrategie

Bei der diskriminierenden Anzeigestrategie ist die Aktivierung der Fehlfunktionsanzeige von der Klasse abhängig, der die Funktionsstörung zugeordnet ist. Diese Strategie ist in der Software fest zu programmieren und darf nicht mit einem externen Gerät ohne weiteres zugänglich sein.

Die Strategie zur Aktivierung der Fehlfunktionsanzeige bei eingeschalteter Zündung und stehendem Motor wird in Absatz 4.6.4 beschrieben.

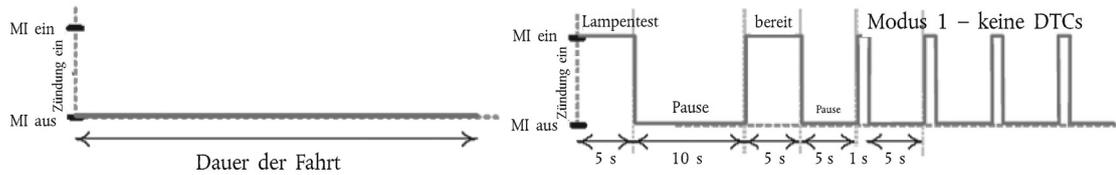
Die vorgeschriebene Aktivierungsstrategie bei eingeschalteter Zündung und laufendem oder stehendem Motor ist in den Abbildungen B1 und B2 dargestellt.

Abbildung B1

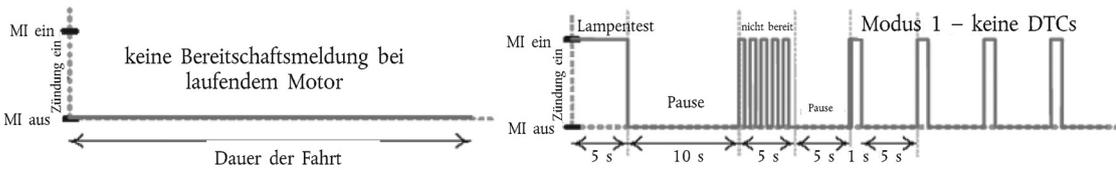
Lampentest und Bereitschaftsanzeige

MOTOR EIN MOTOR AUS

a) MI (Lampe) funktionsfähig, keine Störung zu melden, Bereitschaftsprüfung für alle überwachten Bauteile abgeschlossen



b) MI (Lampe) funktionsfähig, keine Störung zu melden, Bereitschaftsprüfung für mindestens ein überwacht Bauteil nicht abgeschlossen.



c) MI (Lampe) nicht funktionsfähig

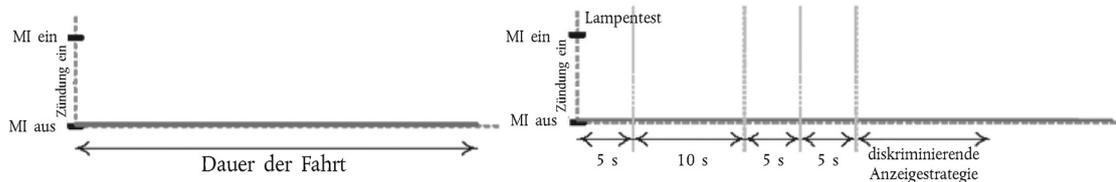
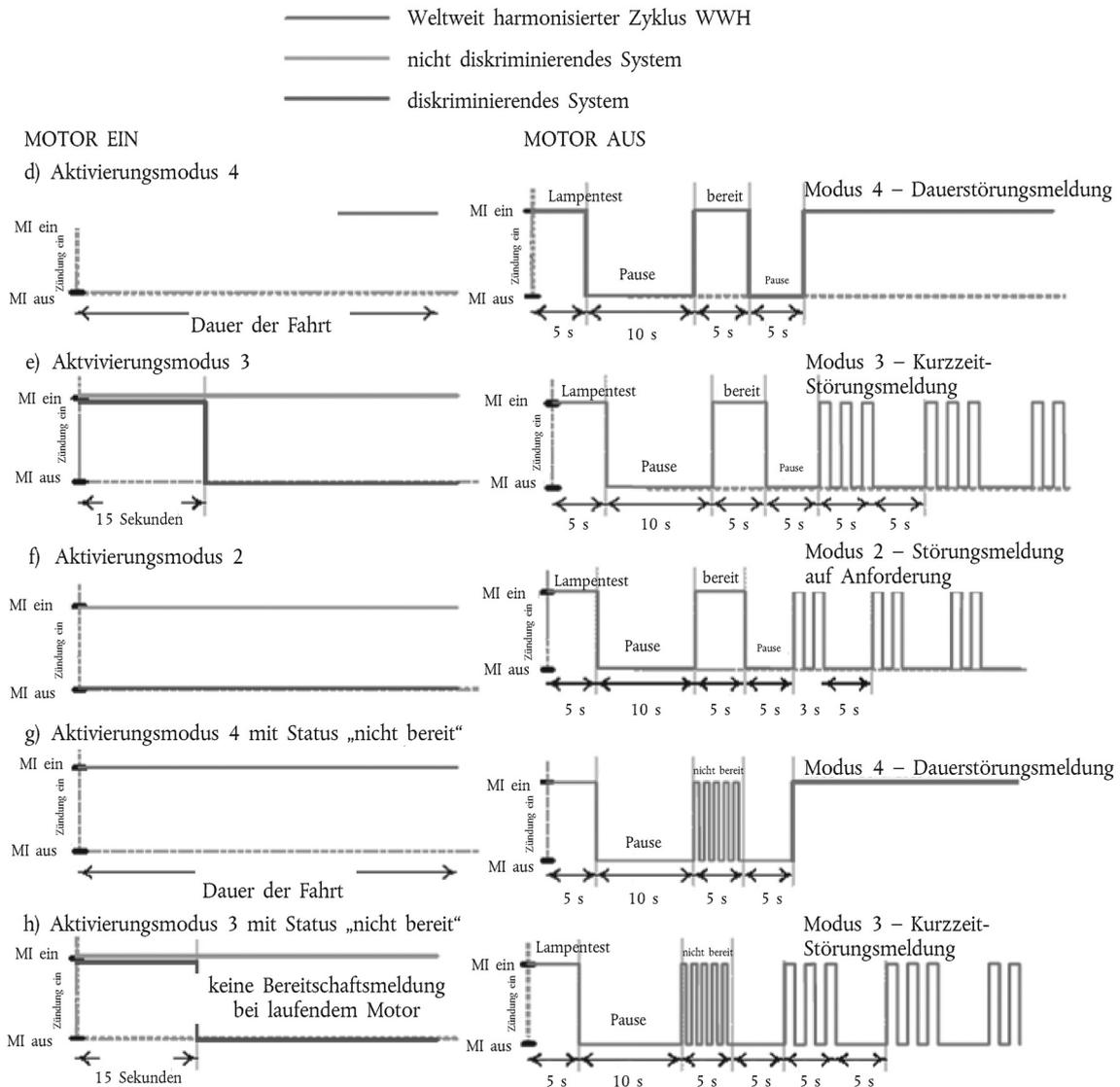


Abbildung B.2

Anzeigestrategie für Funktionsstörungen: Nur die diskriminierende Strategie ist anzuwenden



4.6.3. MI-Aktivierung bei laufendem Motor

Bei eingeschalteter Zündung und laufendem Motor muss die Fehlfunktionsanzeige ausgeschaltet werden, sofern nicht die Bedingungen des Absatzes 4.6.3.1 erfüllt sind.

4.6.3.1. MI-Anzeigestrategie

Bei der Aktivierung der Fehlfunktionsanzeige haben Dauerstörungsmeldungen Vorrang vor Kurzzeit-Störungsmeldungen und Störungsmeldungen auf Anforderung, und Kurzzeit-Störungsmeldungen haben Vorrang vor Störungsmeldungen auf Anforderung.

4.6.3.1.1. Funktionsstörungen der Klasse A

Wurde ein bestätigter DTC für eine Funktionsstörung der Klasse A gespeichert, muss das OBD-System eine Dauerstörungsmeldung veranlassen.

#### 4.6.3.1.2. Funktionsstörungen der Klasse B

Wurde ein bestätigter und aktiver DTC für eine Funktionsstörung der Klasse B gespeichert, muss das OBD-System beim nächsten Einschalten der Zündung eine Kurzzeit-Störungsmeldung veranlassen.

Besteht eine Störung der Klasse B1 seit 200 Motorbetriebsstunden, muss das OBD-System eine Dauerstörungsmeldung veranlassen.

#### 4.6.3.1.3. Funktionsstörungen der Klasse C

Der Hersteller kann Information über Funktionsstörungen der Klasse C bei stehendem Motor manuell abrufbar machen.

#### 4.6.3.1.4. Bedingungen für die Deaktivierung der Fehlfunktionsanzeige

Eine Dauerstörungsmeldung muss in den Kurzzeit-Modus wechseln, wenn bei einem erneuten Überwachungsvorgang festgestellt wird, dass die Störung, die die Dauerstörungsmeldung ausgelöst hat, im laufenden Betriebszyklus nicht mehr erkannt wird und auch keine andere Störung eine Dauerstörungsmeldung ausgelöst hat.

Eine Kurzzeit-Störungsmeldung ist zu deaktivieren, wenn die entsprechende Funktionsstörung während drei aufeinander folgender Betriebszyklen nach dem Betriebszyklus, in dem die Überwachungsfunktion keine Fehlfunktion festgestellt hat, nicht erkannt wird und die Fehlfunktionsanzeige auch nicht wegen einer anderen Funktionsstörung der Klasse A oder B aktiviert wurde.

Die Deaktivierung von Kurzzeit-Störungsmeldungen und Dauerstörungsmeldungen in verschiedenen Anwendungsfällen wird in Anlage 2 Abbildungen 1, 4A und 4B dargestellt.

#### 4.6.4. MI-Aktivierung bei eingeschalteter Zündung und stehendem Motor

Die MI-Aktivierung bei eingeschalteter Zündung und stehendem Motor erfolgt in zwei Phasen, zwischen denen der MI für 5 Sekunden ausgeschaltet wird:

- a) In der ersten Phase werden die Funktionsfähigkeit des MI und die Bereitschaft der überwachten Bauteile geprüft.
- b) In der zweiten Phase wird geprüft, ob eine Funktionsstörung vorliegt und gegebenenfalls ihre Anzeige veranlasst.

Die zweite Phase wiederholt sich so lange, bis der Motor angelassen<sup>(1)</sup> oder die Zündung ausgeschaltet wird.

Auf Antrag des Herstellers kann die Aktivierung nur einmal pro Betriebszyklus erfolgen (beispielsweise bei Start/Stop-Systemen).

##### 4.6.4.1. Prüfung der Funktionsfähigkeit des MI und der Bereitschaft

Der MI muss 5 Sekunden lang leuchten, um seine Funktionsfähigkeit anzuzeigen.

Dann muss der MI für 10 Sekunden erlöschen.

Anschließend muss der MI 5 Sekunden leuchten, um anzuzeigen, dass die Bereitschaftsprüfung aller überwachten Bauteile abgeschlossen ist.

Der MI muss 5 Sekunden lang einmal pro Sekunde blinken, um anzuzeigen, dass die Bereitschaftsprüfung für ein überwachtes Bauteil oder mehrere nicht abgeschlossen ist.

Dann muss der MI für 5 Sekunden erlöschen.

##### 4.6.4.2. Prüfung auf Vorliegen einer Funktionsstörung

Nach dem in Absatz 4.6.4.1 beschriebenen Ablauf muss die Fehlfunktionsanzeige je nach dem im folgenden Absatz beschriebenen Aktivierungsmodus durch mehrmaliges Blinken oder dauerndes Leuchten anzeigen, dass eine Funktionsstörung vorliegt oder durch einmaliges Blinken anzeigen, dass keine Funktionsstörung vorliegt. Beim Blinken muss die Fehlfunktionsanzeige abwechselnd für 1 s aufleuchten und für 1 s erlöschen. Am Ende einer Reihe von Blinksignalen muss die Fehlfunktionsanzeige für 4 s erlöschen.

<sup>(1)</sup> Ein Motor kann als in Betrieb betrachtet werden, wenn er sich im Anlassvorgang befindet.

Vier Aktivierungsmoden werden unterschieden. Dabei hat Aktivierungsmodus 4 Vorrang vor den Aktivierungsmodi 1, 2 und 3; Aktivierungsmodus 3 hat Vorrang vor den Aktivierungsmodi 1 und 2; und Aktivierungsmodus 2 hat Vorrang vor Aktivierungsmodus 1.

#### 4.6.4.2.1. Aktivierungsmodus 1 – keine Funktionsstörung

Die Fehlfunktionsanzeige blinkt einmal.

#### 4.6.4.2.2. Aktivierungsmodus 2 – Störungsmeldung auf Anforderung

Die Fehlfunktionsanzeige blinkt zweimal, wenn das OBD-System nach der in Absatz 4.6.3.1 beschriebenen diskriminierenden Anzeigestrategie eine Störungsmeldung auf Anforderung veranlasst.

#### 4.6.4.2.3. Aktivierungsmodus 3 – Kurzzeit-Störungsmeldung

Die Fehlfunktionsanzeige blinkt dreimal, wenn das OBD-System nach der in Absatz 4.6.3.1 beschriebenen diskriminierenden Anzeigestrategie eine Kurzzeit-Störungsmeldung veranlasst.

#### 4.6.4.2.4. Aktivierungsmodus 4 – Dauerstörungsmeldung

Die Fehlfunktionsanzeige leuchtet dauernd, wenn das OBD-System nach der in Absatz 4.6.3.1 beschriebenen diskriminierenden Anzeigestrategie eine Dauerstörungsmeldung veranlasst.

#### 4.6.5. Zähler für Funktionsstörungen

##### 4.6.5.1. MI-Zähler

##### 4.6.5.1.1. Zähler für Dauerstörungen

Das OBD-System muss einen Zähler umfassen, der die Stunden erfasst, die der Motor mit einer aktiven Dauerstörungsmeldung betrieben worden ist.

Der Zähler muss die größte mit 2 Byte darstellbare Zahl mit einer Auflösung von 1 Stunde erfassen können und den erfassten Wert gespeichert halten, solange die Voraussetzungen für sein Zurücksetzen auf Null nicht erfüllt sind.

Der Zähler für Dauerstörungen muss wie folgt arbeiten:

- a) Ist der Ausgangswert Null, muss die Zählung beginnen, sobald eine Dauerstörungsmeldung aktiviert wird.
- b) Die Zählung muss angehalten und der aktuelle Wert gespeichert werden, wenn die Dauerstörungsmeldung nicht mehr aktiv ist.
- c) Die Zählung muss mit dem gespeicherten Wert als Ausgangswert erneut anlaufen, wenn innerhalb von 3 Betriebszyklen eine Funktionsstörung erkannt wird, die eine Dauerstörungsmeldung auslöst.
- d) Die Zählung muss wieder bei Null beginnen, wenn nach Ablauf von 3 Betriebszyklen eine Funktionsstörung erkannt wird, die eine Dauerstörungsmeldung auslöst.
- e) Der Zähler ist in folgenden Fällen auf Null zurückzusetzen:
  - i) Über 40 Warmlaufzyklen oder 200 Motorbetriebsstunden (je nach dem, was zuerst eintritt) wird keine Funktionsstörung erkannt, die eine Dauerstörungsmeldung auslöst oder
  - ii) das OBD-Lesegerät erteilt dem OBD-System einen Löschbefehl.

Abbildung C1

Schema der Dauerstörungszähler und ihrer Aktivierung

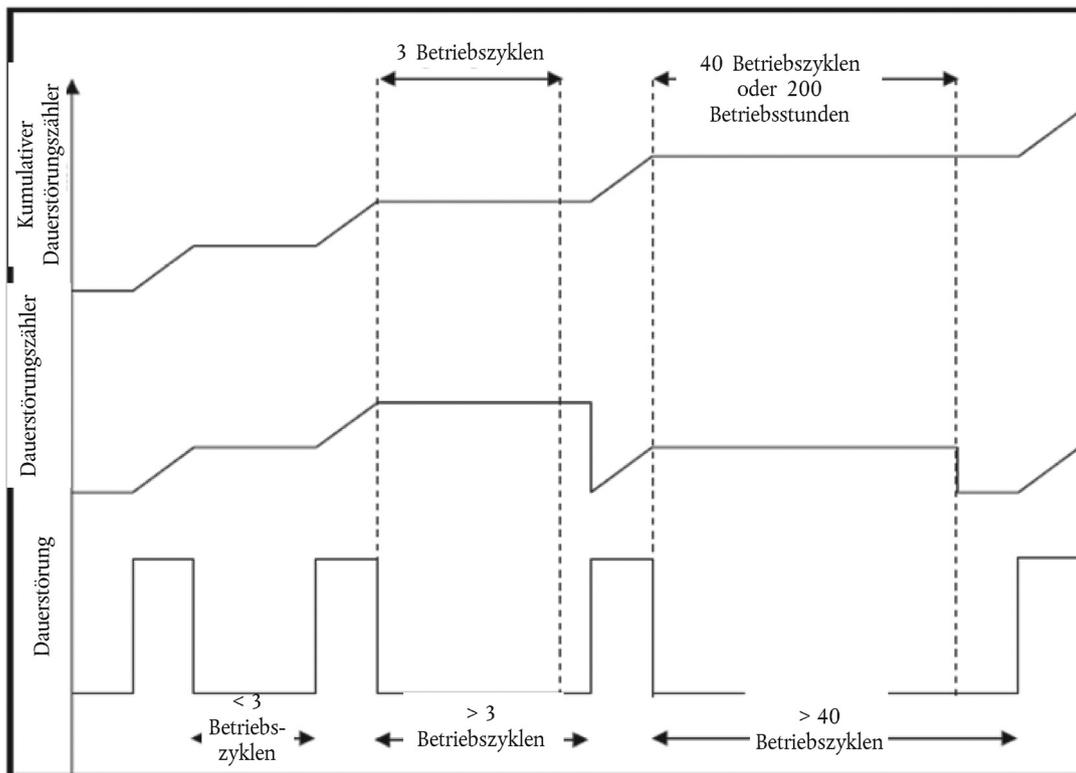
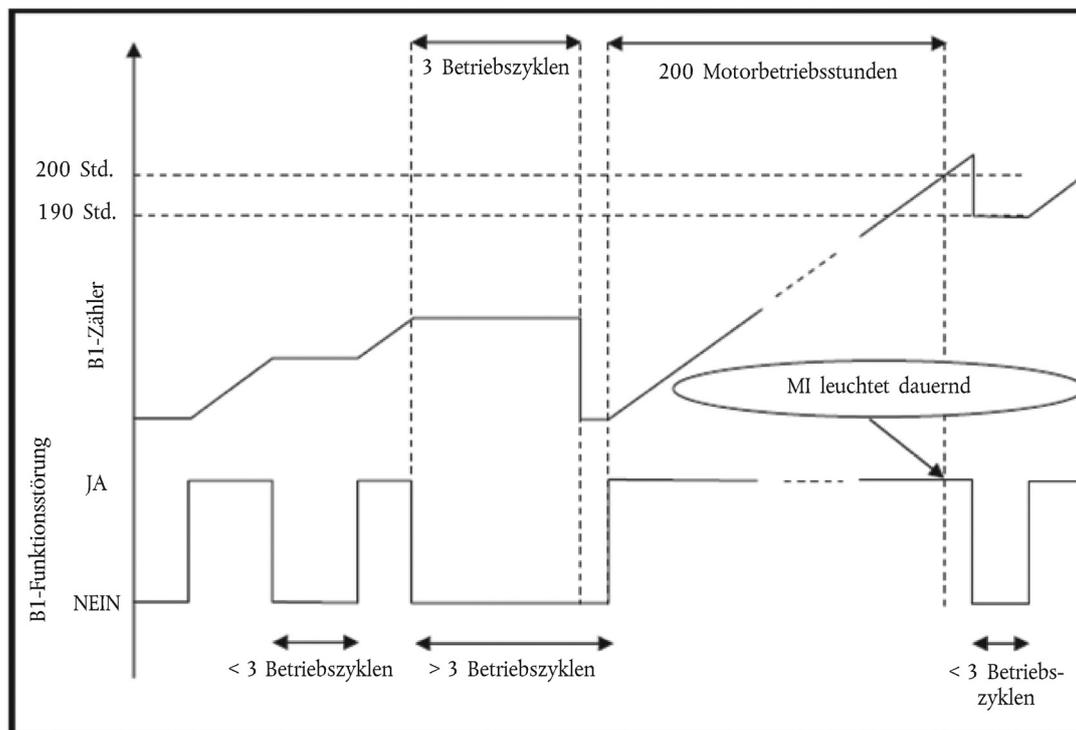


Abbildung C2

Schema des Zählers für Funktionsstörungen der Klasse B1 und seiner Aktivierung



#### 4.6.5.1.2. Kumulativer Zähler für Dauerstörungen

Das OBD-System muss einen Zähler umfassen, der die Stunden erfasst, die der Motor über seine Gesamtlebensdauer mit einer aktiven Dauerstörungsmeldung betrieben worden ist.

Der Zähler muss die größte mit 2 Byte darstellbare Zahl mit einer Auflösung von 1 Stunde erfassen können und den erfassten Wert gespeichert halten.

Der kumulative Zähler für Dauerstörungen darf nicht durch ein OBD-Lesegerät oder durch Abklemmen einer Batterie auf Null zurückgesetzt werden können.

Der kumulative Zähler für Dauerstörungen muss wie folgt arbeiten:

- a) Die Zählung muss beginnen, wenn eine Dauerstörungsmeldung aktiviert wird.
- b) Die Zählung muss angehalten und der aktuelle Wert gespeichert werden, wenn die Dauerstörungsmeldung nicht mehr aktiv ist.
- c) Die Zählung muss mit dem gespeicherten Wert als Ausgangswert erneut anlaufen, wenn eine neue Dauerstörungsmeldung aktiviert wird.

Das Arbeitsprinzip des kumulativen Zählers für Dauerstörungen ist in Abbildung C1 dargestellt; Anlage 2 zu diesem Anhang enthält Beispiele zur Verdeutlichung der Logik.

#### 4.6.5.2. Zähler für Funktionsstörungen der Klasse B1

##### 4.6.5.2.1. Einzelner B1-Zähler

Das OBD-System muss einen Zähler umfassen, der die Stunden erfasst, die der Motor mit einer Funktionsstörung der Klasse B1 gelaufen ist.

Der B1-Zähler muss wie folgt arbeiten:

- a) Die Zählung muss beginnen, sobald eine Funktionsstörung der Klasse B1 erkannt und ein bestätigter und aktiver DTC gespeichert wird.
- b) Die Zählung muss angehalten und der aktuelle Wert gespeichert werden, wenn kein B1-DTC aktiv ist oder alle B1-DTCs von einem Lesegerät gelöscht worden sind.
- c) Die Zählung muss mit dem gespeicherten Wert als Ausgangswert erneut anlaufen, wenn innerhalb von 3 Betriebszyklen eine neue Funktionsstörung der Klasse B1 erkannt wird.

Hat der B1-Zähler mehr als 200 Motorbetriebsstunden gezählt, muss das OBD-System ihn auf 190 Stunden zurücksetzen, wenn es eine B1-DTC nicht mehr als bestätigt und aktiv betrachtet oder wenn alle B1-DTCs von einem Lesegerät gelöscht worden sind. Die Zählung muss mit dem Wert 190 Motorbetriebsstunden als Ausgangswert erneut anlaufen, wenn innerhalb von 3 Betriebszyklen eine neue Funktionsstörung der Klasse B1 erkannt wird.

Der B1-Zähler ist auf Null zurückzusetzen, wenn über drei aufeinander folgende Betriebszyklen keine Funktionsstörung der Klasse B1 erkannt wurde.

*Hinweis:* Der B1-Zähler erfasst nicht, wie lange der Motor mit einer bestimmten Funktionsstörung der Klasse B1 gelaufen ist.

Der B1-Zähler kann die kumulierte Dauer mehrerer Funktionsstörungen der Klasse B1 speichern, von denen keine die angezeigte Dauer erreicht hat.

Der B1-Zähler soll lediglich ermitteln, wann eine Dauerstörungsmeldung zu aktivieren ist.

Das Arbeitsprinzip des B1-Zählers ist in Abbildung C2 dargestellt; Anlage 2 zu diesem Anhang enthält Beispiele zur Verdeutlichung der Logik.

#### 4.6.5.2.2. Mehrere B1-Zähler

Der Hersteller kann mehrere B1-Zähler verwenden. In diesem Fall muss das System in der Lage sein, jeder Funktionsstörung der Klasse B1 einen spezifischen Zähler zuzuordnen.

Die spezifischen Zähler werden in der gleichen Weise gesteuert wie der einzelne Zähler, d. h. jeder von ihnen muss mit der Zählung beginnen, wenn die ihm zugeordnete Art von Störung erkannt wird.

#### 4.7. OBD-Informationen

##### 4.7.1. Aufgezeichnete Information

Die vom OBD-System aufgezeichnete Information muss extern in folgenden Paketen abrufbar sein:

- a) Information über den Zustand des Motors
- b) Information über aktive emissionsrelevante Störungsmeldungen
- c) Information für Reparaturzwecke

##### 4.7.1.1. Information über den Zustand des Motors

Diese Information gibt den Ordnungskräften <sup>(1)</sup> Aufschluss über den Status der Störungsmeldungen und die entsprechenden Daten (etwa über Dauerstörungen und Bereitschaft).

Das OBD-System muss alle Information zur Verfügung stellen (nach der jeweiligen in Anlage 6 zu diesem Anhang aufgeführten Norm), die ein externes Prüfgerät benötigt, um die Daten auszuwerten und Auskunft zu geben über:

- a) die diskriminierende/nicht diskriminierende Anzeigestrategie;
- b) die Fahrzeug-Identifizierungsnummer (VIN);
- c) das Vorliegen einer Dauerstörungsmeldung;
- d) die Bereitschaft des OBD-Systems;
- e) die Zahl der Motorbetriebsstunden, während der zuletzt eine Dauerstörungsmeldung aktiviert war (Stand des Zählers für Dauerstörungen).

Auf diese Information darf nur Lesezugriff bestehen (d. h. keine Löschung möglich).

##### 4.7.1.2. Information über aktive emissionsrelevante Störungsmeldungen

Diese Information umfasst eine Auswahl von motorbezogenen OBD-Daten für Kfz-Prüfstellen <sup>(2)</sup>, u. a. über den Status der Fehlfunktionsanzeige und den Stand der Störungszähler (MI-Zähler), eine Liste der aktiven/bestätigten Funktionsstörungen der Klassen A und B und die Daten der zugehörigen Zähler (z. B. B1-Zähler).

Das OBD-System muss alle Information zur Verfügung stellen (nach der jeweiligen in Anlage 6 zu diesem Anhang aufgeführten Norm), die ein externes Prüfgerät benötigt, um die Daten auszuwerten und Auskunft zu geben über:

- a) Die Nummer der GTR (und ihrer jeweiligen Revision), die in die Typgenehmigungskennzeichnung nach der Regelung Nr. 49 aufzunehmen ist;
- b) die diskriminierende/nicht diskriminierende Anzeigestrategie;
- c) die Fahrzeug-Identifizierungsnummer (VIN);
- d) den Status der Störungsmeldungen;
- e) die Bereitschaft des OBD-Systems;

<sup>(1)</sup> Anhand dieser Information kann etwa geprüft werden, ob das Emissionsverhalten des Motorsystems grundsätzlich den gesetzlichen Vorschriften entspricht.

<sup>(2)</sup> Anhand dieser Information kann etwa geprüft werden, ob das Emissionsverhalten des Motorsystems im Einzelnen den gesetzlichen Vorschriften entspricht.

- f) die Zahl der Warmlaufzyklen und der Motorbetriebsstunden seit der letzten Löschung gespeicherter OBD-Daten;
- g) die Zahl der Motorbetriebsstunden, während der zuletzt eine Dauerstörungsmeldung aktiviert war (Stand des Zählers für Dauerstörungen);
- h) die kumulierten Betriebsstunden mit einer Dauerstörungsmeldung (Stand des kumulativen Zählers für Dauerstörungen);
- i) den Stand des B1-Zählers mit der höchsten Zahl von Motorbetriebsstunden;
- j) die bestätigten und aktiven DTCs für Funktionsstörungen der Klasse A;
- k) die bestätigten und aktiven DTCs für Funktionsstörungen der Klassen B1 und B2;
- l) die bestätigten und aktiven DTCs für Funktionsstörungen der Klasse B1;
- m) die Kennnummer(n) der Softwarekalibrierung;
- n) die Kalibrierungsprüfnummer(n).

Auf diese Information darf nur Lesezugriff bestehen (d. h. keine Löschung möglich).

#### 4.7.1.3. Information für Reparaturzwecke

Diese Information umfasst alle in diesem Anhang beschriebenen OBD-Daten (wie Freeze-Frame-Daten), die zu Reparaturzwecken benötigt werden.

Das OBD-System muss alle Information zur Verfügung stellen (nach der jeweiligen in Anlage 6 zu diesem Anhang aufgeführten Norm), die ein externes Prüfgerät benötigt, um die Daten auszuwerten und dem Reparaturtechniker Auskunft zu geben über:

- a) Die Nummer der GTR (und ihrer jeweiligen Revision), die in die Typgenehmigungskennzeichnung nach der Regelung Nr. 49 aufzunehmen ist;
- b) die Fahrzeug-Identifizierungsnummer (VIN);
- c) den Status der Störungsmeldungen;
- d) die Bereitschaft des OBD-Systems;
- e) die Zahl der Warmlaufzyklen und der Motorbetriebsstunden seit der letzten Löschung gespeicherter OBD-Daten;
- f) den Status jeder seit dem letzten Abstellen des Motors auf Bereitschaft geprüften Überwachungseinrichtung (d. h. für den Rest des Betriebszyklus deaktiviert, im laufenden Betriebszyklus geprüft oder im laufenden Betriebszyklus nicht geprüft);
- g) die Zahl der Motorbetriebsstunden, seit denen eine Dauerstörungsmeldung aktiv ist (Stand des Zählers für Dauerstörungen);
- h) die bestätigten und aktiven DTCs für Funktionsstörungen der Klasse A;
- i) die bestätigten und aktiven DTCs für Funktionsstörungen der Klassen B1 und B2;
- j) die kumulierten Betriebsstunden mit einer Dauerstörungsmeldung (Stand des kumulativen Zählers für Dauerstörungen);
- k) den Stand des B1-Zählers mit der höchsten Zahl von Motorbetriebsstunden;
- l) die bestätigten und aktiven DTCs für Funktionsstörungen der Klasse B1 und den Stand des/der B1-Zähler;
- m) die bestätigten und aktiven DTCs für Funktionsstörungen der Klasse C;
- n) vorläufige DTCs und ihre Klassifizierung;
- o) früher aktive DTCs und ihre Klassifizierung;

- p) Echtzeitwerte von ausgewählten Sensorsignalen, internen Signalen und Ausgabesignalen (siehe Absatz 4.7.2 und Anlage 5 zu diesem Anhang);
- q) die nach diesem Anhang erforderlichen Freeze-Frame-Daten (siehe Absatz 4.7.1.4 und Anlage 5 zu diesem Anhang);
- r) die Kennnummer(n) der Softwarekalibrierung;
- s) die Kalibrierungsprüfnummer(n).

Das OBD-System muss alle gespeicherten Funktionsstörungen des Motorsystems und die ihnen zugeordneten Daten (Betriebszeiten, Freeze-Frame-Daten usw.) nach den Bestimmungen dieses Anhangs löschen, wenn es von einem externen Prüfgerät für Reparaturzwecke nach der in Anlage 6 zu diesem Anhang genannten Norm den Befehl dazu erhält.

#### 4.7.1.4. Freeze-Frame-Daten

Mindestens ein Satz Freeze-Frame-Daten ist zu speichern, sobald nach Wahl des Herstellers entweder ein vorläufiger DTC oder ein bestätigter und aktiver DTC gespeichert wird. Der Hersteller kann die Freeze-Frame-Daten jedes Mal aktualisieren, wenn der vorläufige DTC erneut gespeichert wird.

Die Freeze-Frame-Daten müssen die zum Zeitpunkt der Erkennung einer Funktionsstörung herrschenden Betriebsbedingungen des Fahrzeugs den DTC mit den ihm zugeordneten Daten wiedergeben. Der Freeze-Frame-Datensatz umfasst die in Anlage 5 Tabelle 1 zu diesem Anhang aufgeführten Daten, ferner diejenigen der Anlage 5 Tabellen 2 und 3 zu diesem Anhang aufgeführten Daten, die von der Steuereinheit, die den DTC gespeichert hat, zu Überwachungs- oder Steuerzwecken genutzt werden.

Die Speicherung von Freeze-Frame-Daten zu einer Funktionsstörung der Klasse A hat Vorrang vor der Speicherung solcher Daten zu einer Funktionsstörung der Klasse B1; diese wiederum hat Vorrang vor der Speicherung von Daten zu einer Funktionsstörung der Klasse B2, und letztere hat Vorrang vor der Speicherung von Daten zu einer Funktionsstörung der Klasse C. Die erste erkannte Funktionsstörung hat Vorrang vor der letzten, sofern diese nicht einer höheren Klasse angehört.

Wird eine Einrichtung vom OBD-System überwacht, ist aber nicht in Anlage 5 zu diesem Anhang aufgeführt, so sind die Freeze-Frame-Daten in ähnlicher Weise wie in Anlage 5 zu diesem Anhang beschrieben durch Daten von den Sensoren und Aktuatoren dieser Einrichtung zu ergänzen. Die Vorgehensweise ist von der Typgenehmigungsbehörde zu genehmigen.

#### 4.7.1.5. Bereitschaft

Abgesehen von den in den Absätzen 4.7.1.5.1, 4.7.1.5.2 und 4.7.1.5.3 genannten Ausnahmen ist eine Bereitschaftsprüfung erst in den Status „abgeschlossen“ zu setzen, wenn eine Überwachungseinrichtung oder eine Gruppe solcher Einrichtungen seit der letzten Fehlercode-Löschung auf externe Aufforderung oder externen Befehl hin (z. B. mithilfe eines OBD-Lesegeräts) das Vorliegen (d. h. bestätigter und aktiver Fehlercode) oder Fehlen des für sie relevanten Fehlers angezeigt haben. Eine Bereitschaftsprüfung ist auf externe Aufforderung oder externen Befehl hin (z. B. mithilfe eines OBD-Lesegeräts) in den Status „nicht abgeschlossen“ zu setzen, indem der Fehlercodespeicher gelöscht wird (siehe Absatz 4.7.4).

Ein normales Abstellen des Motors darf den Bereitschaftsstatus nicht verändern.

- 4.7.1.5.1. Der Hersteller kann bei der Typgenehmigungsbehörde beantragen, den Bereitschaftsstatus einer Überwachungseinrichtung auf „Prüfung abgeschlossen“ zu setzen, ohne dass die Prüfung tatsächlich abgeschlossen ist, wenn die Überwachung wegen anhaltend extremer Betriebsbedingungen (wie niedrige Umgebungstemperatur oder große Höhe) für mehrere Betriebszyklen (mindestens 9 Betriebszyklen oder 72 Betriebsstunden) deaktiviert ist. In einem solchen Antrag ist anzugeben, unter welchen Bedingungen das Überwachungssystem deaktiviert wird und über wie viele Betriebszyklen die Bereitschaftsprüfung der Überwachungseinrichtung im Status „nicht abgeschlossen“ bleibt, ehe der Status auf „abgeschlossen“ gesetzt wird. Die im Antrag des Herstellers erwogenen extremen Bedingungen hinsichtlich Umgebungstemperatur oder Höhenlage dürfen in keinem Fall weniger streng sein als die in diesem Anhang genannten Bedingungen für die vorübergehende Deaktivierung des OBD-Systems.

#### 4.7.1.5.2. Überwachungseinrichtungen, die der Bereitschaft unterliegen

Bei jeder der Überwachungseinrichtung oder Gruppe von Überwachungseinrichtungen, die in diesem Anhang genannt werden und gemäß diesem Anhang sowie bei Verweis auf diesen Anhang erforderlich sind – mit Ausnahme der Punkte 11 und 12 von Anlage 3 zu diesem Anhang – muss die Bereitschaft unterstützt werden.

#### 4.7.1.5.3. Bereitschaft bei kontinuierlichen Überwachungseinrichtungen

Bei allen Überwachungseinrichtungen oder Gruppen von Überwachungseinrichtungen, die in den Punkten 1, 7 und 10 von Anlage 3 dieses Anhangs genannt werden und gemäß diesem Anhang sowie bei Verweis auf diesen Anhang erforderlich sind und diesem Anhang gemäß als kontinuierlich arbeitend gelten, muss die Bereitschaft stets „abgeschlossen“ anzeigen.

#### 4.7.2. Streaming-Daten

Das OBD-System muss das Auslesen aller in Anlage 5 Tabellen 1 bis 5 dieses Anhangs aufgeführten Daten in Echtzeit mithilfe eines Lesegeräts ermöglichen (dabei sind reale Signalwerte Ersatzwerten vorzuziehen).

Das OBD-System muss die genauesten Werte für Last und Drehmoment melden, die innerhalb der jeweiligen Steuereinheit (z. B. im Motorsteuergerät) errechnet werden.

Tabelle 1 in Anlage 5 zu diesem Anhang enthält die stets obligatorischen OBD-Daten zu Motorlast und -drehzahl.

Tabelle 3 in Anlage 5 zu diesem Anhang enthält die OBD-Daten, die erforderlich sind, wenn sie vom Emissionsminderungssystem oder vom OBD-System zur Aktivierung oder Deaktivierung von OBD-Überwachungseinrichtungen herangezogen werden.

Tabelle 4 in Anlage 5 zu diesem Anhang enthält die Daten, die benötigt werden, wenn der Motor mit den entsprechenden Einrichtungen ausgestattet ist oder die betreffenden Daten erfasst oder errechnet werden.<sup>(1)</sup> Der Hersteller kann weitere Freeze-Frame-Daten oder Streaming-Daten hinzufügen.

Wird eine Einrichtung (z. B. ein SCR-Katalysator) vom OBD-System überwacht, ist aber nicht in Anlage 5 zu diesem Anhang aufgeführt, so sind die Streaming-Daten in ähnlicher Weise wie in Anlage 5 zu diesem Anhang beschrieben durch Daten von den Sensoren und Aktuatoren dieser Einrichtung zu ergänzen. Die Vorgehensweise ist von der Typgenehmigungsbehörde zu genehmigen.

#### 4.7.3. Zugang zu OBD-Informationen

OBD-Informationen sind ausschließlich nach den in Anlage 6 dieses Anhangs aufgeführten Normen und nach den Bestimmungen dieses Absatzes zugänglich zu machen.<sup>(2)</sup>

OBD-Informationen müssen ohne einen Zugangscode oder ein anderes nur vom Hersteller oder seinen Zulieferern erhältliches Mittel zugänglich sein. Für die Auswertung von OBD-Informationen darf kein spezifisches Decodierverfahren erforderlich sein, es sei denn, es ist öffentlich zugänglich.

Sämtliche OBD-Informationen müssen an einer einzigen Stelle (z. B. über einen einzigen Zugangspunkt/Zugangsknoten) zugänglich sein. Dieses Verfahren muss den Zugang zur Gesamtheit der OBD-Informationen gewähren, die in diesem Anhang gefordert sind. Es müssen auch die in diesem Anhang beschriebenen OBD-Informationenpakete abgerufen werden können (z. B. emissionsrelevante OBD-Daten für die Zwecke der technischen Überwachung).

OBD-Informationen sind nach mindestens einer der folgenden, in Anlage 6 zu diesem Anhang aufgeführten Normenreihen, zugänglich zu machen:

- a) ISO 27145 zusammen mit ISO 15765-4 (CAN-Bus);
- b) ISO 27145 zusammen mit ISO 13400 (TCP/IP-Bus);
- c) SAE J1939-73.

Die Hersteller müssen, soweit möglich, geeignete ISO- oder SAE-definierte Fehlercodes verwenden (z. B. P0xxx, P2xxx, usw.). Ist eine solche Identifizierung nicht möglich, kann der Hersteller Diagnose-Fehlercodes nach den einschlägigen Ziffern in ISO 27145 oder SAE J1939 verwenden. Die Fehlercodes müssen für genormte Diagnosegeräte in Übereinstimmung mit den Bestimmungen dieses Anhangs uneingeschränkt zugänglich sein.

Der Hersteller legt der ISO- oder SAE-Normungsorganisation mittels des geeigneten ISO- oder SAE-Prozesses die emissionsbezogenen Diagnosedaten vor, die nicht in ISO 27145 oder SAE J1939 spezifiziert sind, aber mit diesem Anhang zusammenhängen.

OBD-Informationen müssen über einen Kabelanschluss zugänglich sein.

<sup>(1)</sup> Der Motor braucht nicht zu dem alleinigen Zweck der Übermittlung der in den Tabellen 3 und 4 von Anhang 5 aufgeführten Daten mit solchen Einrichtungen ausgestattet zu werden.

<sup>(2)</sup> Um OBD-Information zugänglich zu machen, kann der Hersteller ein zusätzliches Anzeigesystem wie einen am Armaturenbrett installierten Bildschirm vorsehen. Ein solches Zusatzsystem unterliegt nicht den Bestimmungen dieses Anhangs.

Das OBD-System muss das Auslesen von Daten mit einem Lesegerät nach den in Anlage 6 zu diesem Anhang aufgeführten Normen (Kommunikation mit externen Prüfgeräten) ermöglichen.

#### 4.7.3.1. CAN-Bus

Die Übertragungsrate am Datenleitungsanschluss des OBD-Systems muss 250 kBit/s oder 500 kBit/s betragen.

Es ist Sache des Herstellers, die Übertragungsrate zu wählen und das OBD-System entsprechend den in Anlage 6 zu diesem Anhang aufgeführten Normen zu gestalten, auf die in diesem Anhang verwiesen wird. Das OBD-System muss gegen die automatische Erkennung der Übertragungsrate durch externe Prüfgeräte unempfindlich sein.

Die Verbindung zwischen dem Fahrzeug und externen Diagnoseprüfgeräten (wie Lesegeräte) muss genormt sein und allen Anforderungen von ISO 15031-3 Typ A (12 V-Gleichstromnetz), Typ B (24 V-Gleichstromnetz) oder SAE J1939-13 (12 V- oder 24 V-Gleichstromnetz) entsprechen.

#### 4.7.3.2. (Reserviert für TCP/IP (Ethernet)-Kabelanschluss.)

#### 4.7.3.3. Anordnung des Steckverbinders

Der Steckverbinder ist zwischen der fahrerseitigen Außenwand des Fahrzeugs und der Fahrerseite der Mittelkonsole (bei Fehlen einer Mittelkonsole der Mittelebene des Fahrzeugs) im Fußraum des Fahrerplatzes und in einer Höhe anzuordnen, die nicht über den tiefsten Punkt des Lenkrades in seiner tiefsten möglichen Stellung hinausreicht. Er darf nicht auf oder in der Mittelkonsole angeordnet werden (d. h. weder auf der waagerechten Fläche um den Schalthebel, den Handbremshebel oder den Becherhalter noch auf den senkrechten Flächen in der Nähe der Bedienungsorgane für Radio, Klimaanlage oder Navigationssystem). Der Steckverbinder muss leicht erkennbar und zugänglich sein (etwa zum Anschluss eines externen Geräts). In Fahrzeugen mit einer fahrerseitigen Tür muss der Steckverbinder für eine auf der Fahrerseite stehende oder hockende Person bei geöffneter Fahrertür leicht erkennbar und zugänglich sein.

Die Typgenehmigungsbehörde kann auf Antrag des Herstellers eine andere Anordnung des Steckverbinders genehmigen, wenn er leicht zugänglich und bei normaler Nutzung des Fahrzeugs gegen unbeabsichtigte Beschädigung geschützt ist, d. h. eine Anordnung nach den Normen der Reihe ISO 15031.

Ist der Steckverbinder abgedeckt oder in einem besonderen Gehäuse untergebracht, so muss die Abdeckung oder der Gehäusedeckel mit der deutlich erkennbaren Aufschrift „OBD“ versehen sein und sich von Hand und ohne Werkzeug abnehmen lassen.

Der Hersteller kann seine Fahrzeuge mit zusätzlichen Diagnosesteckverbindern und Datenanschlüssen für andere Funktionen als die vorgeschriebenen OBD-Funktionen ausstatten. Entspricht der zusätzliche Steckverbinder einer der in Anlage 6 zu diesem Anhang genannten Normen, so ist nur der nach diesem Anhang erforderliche Steckverbinder zur Unterscheidung von den anderen Steckverbindern mit der Aufschrift „OBD“ zu kennzeichnen.

#### 4.7.4. Löschen/Zurücksetzen von OBD-Daten mit einem Lesegerät

Folgende Daten können auf Befehl von einem Lesegerät gelöscht oder auf den in diesem Anhang genannten Wert zurückgesetzt werden:

OBD-Daten	löschar	zurücksetzbar <sup>(1)</sup>
Status der Fehlfunktionsanzeige		X
Bereitschaft des OBD-Systems		X
Zahl der Motorbetriebsstunden seit Aktivierung der Fehlfunktionsanzeige (Zähler für Dauerstörungen)	X	
alle DTCs	X	
Stand des B1-Zählers mit der größten Zahl von Motorbetriebsstunden		X
Zahl der von dem/den B1-Zähler(n) erfassten Motorbetriebsstunden		X
nach diesem Anhang erforderliche Freeze-Frame-Daten	X	

<sup>(1)</sup> auf den in dem betreffenden Teil dieses Anhangs genannten Wert.

OBD-Daten dürfen nicht durch das Abklemmen der Fahrzeugbatterie(n) gelöscht werden.

#### 4.8. Eingriffsicherheit

Fahrzeuge, die mit einer emissionsmindernden Einrichtung ausgerüstet sind, müssen gegen vom Hersteller nicht zugelassene Eingriffe geschützt sein. Der Hersteller muss jedoch Eingriffe zulassen, die für die Diagnose, Prüfung, Wartung, Nachrüstung und Reparatur des Fahrzeugs notwendig sind.

Alle umprogrammierbaren Rechnercodes und Betriebsparameter müssen gegen unbefugte Eingriffe mindestens so wirksam geschützt sein wie in der Norm ISO 15031-7 (SAE J2186) oder J1939-73 beschrieben, vorausgesetzt dass für den Austausch sensibler Daten die in diesem Anhang genannten Protokolle und Diagnosesteckverbinder verwendet werden. Alle zur Kalibrierung des Systems dienenden beweglichen Speicherchips müssen vergossen, in ein versiegeltes Gehäuse eingeschlossen oder durch elektronische Algorithmen geschützt und nur mithilfe von Spezialwerkzeugen und -verfahren zu verändern sein.

Eine Veränderung der rechnercodierten Betriebsparameter des Motors darf nur unter Einsatz von Spezialwerkzeugen und -verfahren möglich sein (Schutz z. B. durch verlötete oder vergossene Rechnerbauteile oder versiegelte oder verlötete Rechnergehäuse).

Der Hersteller muss durch geeignete Vorkehrungen die Vollgasstellung vor unerlaubten Eingriffen während des Fahrzeugbetriebs schützen.

Für Fahrzeuge, bei denen ein solcher Schutz entbehrlich erscheint, können die Hersteller bei der Typgenehmigungsbehörde eine Freistellung von dieser Vorschrift beantragen. Bei der Entscheidung über einen solchen Freistellungsantrag berücksichtigt die Typgenehmigungsbehörde neben anderen Kriterien die Verfügbarkeit von Mikroprozessoren, die Leistungsfähigkeit des Fahrzeugs und seine zu erwartenden Verkaufszahlen.

Hersteller, die programmierbare Rechnercodesysteme verwenden (z. B. EEPROM – Electrical Erasable Programmable Read-Only Memory), müssen Vorkehrungen zur Verhinderung unbefugter Umprogrammierung treffen. Zur Abwehr unbefugter Eingriffe müssen die Hersteller fortschrittliche Schutzstrategien anwenden und Schreibschutzfunktionen vorsehen, die für den Schreibzugriff den elektronischen Zugang zu einem vom Hersteller außerhalb des Fahrzeugs vorzuhaltenden Rechner erfordern. Alternative Verfahren mit gleicher Schutzwirkung können von der Typgenehmigungsbehörde genehmigt werden.

#### 4.9. Dauerhaltbarkeit des OBD-Systems

Das OBD-System muss so konzipiert und gefertigt sein, dass es während der gesamten Lebensdauer des Fahrzeugs oder des Motorsystems in der Lage ist, Funktionsstörungen zu erkennen.

Alle weiteren Bestimmungen zur Dauerhaltbarkeit von OBD-Systemen finden sich in diesem Anhang.

Ein OBD-System darf nicht so programmiert oder konzipiert sein, dass Teile davon oder das Gesamtsystem während der Lebensdauer des Fahrzeugs in Abhängigkeit von dessen Alter oder Laufleistung deaktiviert werden, und in ihm darf kein Algorithmus und keine Strategie implementiert sein, der/die seine Wirkung mit der Zeit herabsetzt.

### 5. LEISTUNGSANFORDERUNGEN

#### 5.1. OBD-Schwellenwerte

Die für die Überwachungsfunktionen gemäß Anlage 3 zu diesem Anhang geltenden OBD-Schwellenwerte sind im Hauptteil dieser Regelung festgelegt.

#### 5.2. Vorübergehende Deaktivierung des OBD-Systems

Die Behörde kann die vorübergehende Deaktivierung von OBD-Überwachungseinrichtungen genehmigen, wenn eine der im Folgenden genannten Voraussetzungen gegeben ist.

Mit seinem Antrag auf Typgenehmigung muss der Hersteller der Typgenehmigungsbehörde eine ausführliche Beschreibung der einzelnen Strategien für die vorübergehende Deaktivierung von OBD-Überwachungseinrichtungen vorlegen sowie Daten oder ein technisches Gutachten beibringen, aus denen hervorgeht, dass eine Überwachung unter den angegebenen Bedingungen nicht verlässlich oder nicht sinnvoll ist.

Die Überwachung muss in jedem Fall wieder aktiv werden, sobald die Voraussetzungen für ihre Deaktivierung nicht mehr gegeben sind.

##### 5.2.1. Wahrung der Betriebssicherheit des Motors/Fahrzeugs

Der Hersteller kann beantragen, dass die betroffenen OBD-Überwachungseinrichtungen deaktiviert werden, wenn Strategien zur Wahrung der Betriebssicherheit aktiv sind.

Eine OBD-Überwachungseinrichtung braucht fehlerhaft arbeitende Bauteile nicht zu bewerten, wenn die Bewertung die sichere Nutzung des Fahrzeugs gefährden würde.

#### 5.2.2. Umgebungstemperatur und Höhenlage

Der Hersteller kann beantragen, dass OBD-Überwachungseinrichtungen deaktiviert werden,

- a) wenn die Umgebungstemperatur unter 266 K (-7 °C) liegt, wenn die Kühlmitteltemperatur nicht mindestens 333 K (60° C) erreicht hat, oder
- b) wenn die Umgebungstemperatur unter 266 K (-7 °C) liegt und das Reagens gefroren ist, oder
- c) wenn die Umgebungstemperatur unter 308 K (35 °C) liegt, oder
- d) in Höhen von mehr als 2 500 m über dem Meeresspiegel.

Er kann auch die vorübergehende Deaktivierung von OBD-Überwachungseinrichtungen bei anderen Umgebungstemperaturen und Höhenlagen beantragen, wenn er durch Daten oder ein technisches Gutachten nachweist, dass es bei diesen Temperaturen wegen ihrer Wirkung auf das überwachte Bauteil (z. B. Einfrieren des Bauteils, Auswirkungen auf die Verträglichkeit mit Sensortoleranzen) zu einer Fehldiagnose käme.

*Hinweis:* Umgebungsbedingungen können indirekt ermittelt werden, etwa die Umgebungstemperatur anhand der Ansauglufttemperatur.

#### 5.2.3. Niedriger Kraftstoffstand

Die Hersteller können die Genehmigung beantragen, unter folgenden Bedingungen Überwachungssysteme abschalten zu dürfen, deren Funktionstüchtigkeit durch niedrigen Kraftstoffpegel/-druck oder durch Kraftstoffmangel beeinträchtigt wird (z. B. Diagnose einer Funktionsstörung des Kraftstoffsystems oder von Zündaussetzungen):

	Diesel	Gas	
		NG	LPG
a) Die Kraftstoffmenge, die eine Deaktivierung veranlasst, darf höchstens 100 l oder 20 % des Nennvolumens des Kraftstoffbehälters betragen; es gilt der jeweils kleinere Wert.	X		X
b) Der Kraftstoffdruck im Tank, der eine Deaktivierung veranlasst, darf höchstens 20 % des nutzbaren Bereichs des Kraftstofftankdrucks betragen.		X	

#### 5.2.4. Batterie- oder Bordnetzspannung

Der Hersteller kann beantragen, OBD-Überwachungseinrichtungen zu deaktivieren, die bei zu hoher oder zu niedriger Batterie- oder Bordnetzspannung nicht ordnungsgemäß arbeiten.

##### 5.2.4.1. Zu niedrige Spannung

Der Hersteller kann beantragen, dass OBD-Überwachungseinrichtungen deaktiviert werden, wenn die Batterie- oder Bordnetzspannung weniger als 90 % der Nennspannung (oder weniger als 11 V bei einer 12 V-Anlage und weniger als 22 V bei einer 24 V-Anlage) beträgt. Der Hersteller kann die Deaktivierung auch für eine höhere Spannungsschwelle beantragen.

Der Hersteller muss nachweisen, dass unterhalb dieser Spannungsschwelle die Überwachung nicht verlässlich ist und dass längerer Fahrzeugbetrieb unter diesen Bedingungen unwahrscheinlich ist oder dass das OBD-System die Batterie- oder Bordnetzspannung überwacht und bei der Spannung, die die Deaktivierung von Überwachungseinrichtungen veranlasst, eine Funktionsstörung erkennt.

##### 5.2.4.2. Zu hohe Spannung

Der Hersteller kann beantragen, dass emissionsrelevante OBD-Überwachungseinrichtungen deaktiviert werden, wenn die Batterie- oder Bordnetzspannung den von ihm angegebenen Wert überschreitet.

Der Hersteller muss nachweisen, dass oberhalb dieses Wertes die Überwachung nicht verlässlich ist und dass in diesem Fall entweder ein Warnsignal für das Batterieladesystem/den Generator aufleuchtet (oder der Spannungsmesser in den „roten Bereich“ geht) oder dass das OBD-System die Batterie- oder Bordnetzspannung überwacht und bei der Spannung, die die Deaktivierung von Überwachungseinrichtungen veranlasst, eine Funktionsstörung erkennt.

#### 5.2.5. Nebenantrieb aktiv

Der Hersteller kann bei einem Fahrzeug mit Nebenantrieb beantragen, dass für die Dauer, die der Nebenantrieb aktiv ist, OBD-Überwachungseinrichtungen deaktiviert werden, die davon beeinflusst werden.

#### 5.2.6. Erzwungene Regeneration

Der Hersteller kann beantragen, dass während einer von einem Steuergerät veranlassten Regeneration einer emissionsmindernden Einrichtung (etwa eines Partikelfilters) OBD-Überwachungseinrichtungen deaktiviert werden, die durch diesen Vorgang beeinflusst werden.

#### 5.2.7. Zusätzliche Emissionsstrategie (AES)

Der Hersteller kann beantragen, dass OBD-Überwachungseinrichtungen deaktiviert werden, wenn eine AES (auch eine MECS) unter Bedingungen aktiv ist, die nicht bereits in Absatz 5.2 genannt sind, und die Leistung dieser Überwachungseinrichtungen von der AES beeinflusst wird.

#### 5.2.8. Auftanken

Nach dem Auftanken kann der Hersteller eines gasbetriebenen Fahrzeugs das OBD-System vorübergehend deaktivieren, wenn das System das Motorsteuergerät auf eine neue Kraftstoffqualität und -zusammensetzung einstellen muss.

Das OBD-System muss wieder aktiviert werden, sobald der neue Kraftstoff erkannt und die Motorparameter angepasst sind. Die Deaktivierung darf maximal 10 Minuten dauern.

### 6. NACHWEISANFORDERUNGEN

Zum Nachweis der Konformität mit den Vorschriften dieses Anhangs sind folgende wesentliche Verfahren zu durchlaufen:

- a) Auswahl des OBD-Stamm-Motor-Systems: Das Stamm-Motor-System wird vom Hersteller im Einvernehmen mit der Typgenehmigungsbehörde ausgewählt.
- b) Nachweis der korrekten Klassifizierung der Funktionsstörungen: Der Hersteller legt der Typgenehmigungsbehörde die Klassifizierung aller Funktionsstörungen für das OBD-Stamm-Motor-System und die Daten zu ihrer Begründung vor.
- c) Qualifizierung eines verschlechterten Bauteils: Der Hersteller stellt der Typgenehmigungsbehörde auf Verlangen verschlechterte Bauteile für die Prüfung des OBD-Systems zur Verfügung, die auf der Grundlage der von ihm übermittelten Daten qualifiziert werden.
- d) Verfahren zur Wahl des Bezugskraftstoffs im Fall eines Gasmotors

#### 6.1. OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen

Für die Zusammensetzung einer OBD-Motorenfamilie ist der Hersteller verantwortlich. Die Zusammensetzung einer OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen wird vom Hersteller nach fachlichem Ermessen und im Einvernehmen mit der Typgenehmigungsbehörde bestimmt.

Motoren, die nicht derselben Motorenfamilie angehören, können dennoch derselben OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen angehören.

##### 6.1.1. Merkmale zur Bestimmung einer OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen

Eine OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen lässt sich anhand einer Reihe grundlegender Konstruktionsmerkmale definieren, in denen die zu einer solchen Familie gehörenden Motorsysteme übereinstimmen müssen.

Motorsysteme können ein und derselben OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen zugeordnet werden, wenn sie in den nachfolgend aufgeführten wesentlichen Merkmalen übereinstimmen:

- a) Emissionsmindernde Einrichtungen,
- b) OBD-Überwachungsverfahren,
- c) Kriterien der Leistungs- und Bauteilüberwachung,
- d) Merkmale der Überwachung (wie Überwachungshäufigkeit).

Die Übereinstimmung ist vom Hersteller durch technische Analyse oder mit anderen geeigneten Mitteln und im Einvernehmen mit der Typgenehmigungsbehörde nachzuweisen.

Der Hersteller kann die Genehmigung leichter Abweichungen in den Verfahren zur Überwachung/Diagnose der emissionsmindernden Einrichtungen beantragen, wenn diese durch unterschiedliche Motorkonfigurationen bedingt sind, die Verfahren seiner Ansicht nach aber ähnlich sind und

- a) die Abweichungen nur durch die Besonderheiten der jeweiligen Bauteile (wie Größe, Abgasstrom) bedingt sind oder
- b) die Ähnlichkeiten nach bestem fachlichem Ermessen festgestellt wurden.

#### 6.1.2. OBD-Stamm-Motor-System

Der Nachweis der Konformität einer OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen mit den Vorschriften dieses Anhangs wird erbracht, indem die Konformität des Stamm-Motor-Systems dieser Familie nachgewiesen wird.

Das Stamm-Motor-System wird vom Hersteller im Einvernehmen mit der Typgenehmigungsbehörde ausgewählt.

Vor der Prüfung kann die Typgenehmigungsbehörde den Hersteller auffordern, einen weiteren Prüfmotor auszuwählen.

Der Hersteller kann ferner der Typgenehmigungsbehörde die Prüfung zusätzlicher Motoren vorschlagen, um die OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen vollständig zu erfassen.

#### 6.2. Nachweis der korrekten Klassifizierung der Funktionsstörungen

Der Hersteller muss der Typgenehmigungsbehörde die korrekte Klassifizierung jeder einzelnen Funktionsstörung durch Unterlagen nachweisen. Diese Unterlagen umfassen eine Fehleranalyse (z. B. eine Fehlermöglichkeits- und -influssanalyse – FMEA) und kann darüber hinaus Folgendes umfassen:

- a) Simulationsergebnisse,
- b) Prüfergebnisse,
- c) Verweise auf eine früher genehmigte Klassifikation.

Die folgenden Absätze enthalten die Vorschriften für den Nachweis der korrekten Klassifizierung und für die Prüfungen. Die Zahl der Prüfungen beträgt mindestens vier und höchstens das Vierfache der Zahl von Motorenfamilien, die der OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen angehören. Die Typgenehmigungsbehörde kann die Prüfung jederzeit abbrechen, bevor die Höchstzahl der simulierten Funktionsstörungen erreicht ist.

In besonderen Fällen, in denen eine Klassifizierungsprüfung nicht möglich ist (etwa wenn eine MECS aktiv ist und der Motor den erforderlichen Prüflauf nicht ausführen kann), kann die Klassifizierung aufgrund technischer Analyse vorgenommen werden. Diese Ausnahme ist vom Hersteller zu dokumentieren und von der Typgenehmigungsbehörde zu genehmigen.

#### 6.2.1. Einstufung in Klasse A

Die Einstufung einer Funktionsstörung in Klasse A ist nicht durch eine Prüfung zu bestätigen.

Hält die Typgenehmigungsbehörde die Einstufung einer Funktionsstörung in Klasse A nicht für gerechtfertigt, so verlangt sie die Einstufung in eine ihr angemessen erscheinende niedrigere Klasse.

In diesem Fall ist im Genehmigungsdokument festzuhalten, dass die Einstufung der Funktionsstörung auf Verlangen der Typgenehmigungsbehörde vorgenommen wurde.

6.2.2. Einstufung in Klasse B1 (Abgrenzung zwischen den Klassen A und B1)

Damit eine Funktionsstörung in Klasse B1 eingestuft werden kann, müssen die zugehörigen Unterlagen eindeutig belegen, dass sie unter bestimmten Bedingungen <sup>(1)</sup> zu Emissionen unterhalb der OBD-Schwellenwerte führen kann.

Verlangt die Typgenehmigungsbehörde eine Emissionsprüfung zur Bestätigung der Einstufung einer Funktionsstörung in Klasse B1, muss der Hersteller wie folgt nachweisen, dass die von dieser Funktionsstörung verursachten Emissionen unter bestimmten Bedingungen unter den OBD-Schwellenwerten liegen:

- a) Der Hersteller legt die Prüfbedingungen im Einvernehmen mit der Typgenehmigungsbehörde fest.
- b) Der Hersteller braucht nicht nachzuweisen, dass die Emissionen unter anderen Bedingungen tatsächlich die OBD-Schwellenwerte überschreiten.

Kann der Hersteller die Nachweise für die Einstufung einer Funktionsstörung in Klasse B1 nicht erbringen, so ist sie in Klasse A einzustufen.

6.2.3. Einstufung in Klasse B1 (Abgrenzung zwischen den Klassen B2 und B1)

Hält die Typgenehmigungsbehörde die Einstufung einer Funktionsstörung in Klasse B1 für nicht gerechtfertigt, weil nach ihrer Ansicht die OBD-Schwellenwerte nicht überschritten werden, so verlangt sie die Einstufung in Klasse B2 oder C. In diesem Fall ist im Genehmigungsdokument festzuhalten, dass die Einstufung der Funktionsstörung auf Verlangen der Typgenehmigungsbehörde vorgenommen wurde.

6.2.4. Einstufung in Klasse B2 (Abgrenzung zwischen den Klassen B2 und B1)

Damit eine Funktionsstörung in Klasse B2 eingestuft werden kann, muss der Hersteller nachweisen, dass die Emissionen unter den OBD-Schwellenwerten liegen.

Hält die Typgenehmigungsbehörde die Einstufung einer Funktionsstörung in Klasse B2 für nicht gerechtfertigt, weil nach ihrer Ansicht die OBD-Schwellenwerte überschritten werden, kann sie verlangen, dass der Hersteller durch eine Prüfung nachweist, dass die auf die Funktionsstörung zurückzuführenden Emissionen unter den OBD-Schwellenwerten liegen. Gelingt dieser Nachweis nicht, verlangt die Typgenehmigungsbehörde die Einstufung in Klasse A oder B1. Der Hersteller bringt anschließend die Belege für die gewählte Neueinstufung bei und ändert die Unterlagen entsprechend.

6.2.5. Einstufung in Klasse B2 (Abgrenzung zwischen den Klassen B2 und C)

Hält die Typgenehmigungsbehörde die Einstufung einer Funktionsstörung in Klasse B2 für nicht gerechtfertigt, weil nach ihrer Ansicht die OBD-Schwellenwerte nicht überschritten werden, so verlangt sie die Einstufung in Klasse C. In diesem Fall ist im Genehmigungsdokument festzuhalten, dass die Einstufung der Funktionsstörung auf Verlangen der Typgenehmigungsbehörde vorgenommen wurde.

6.2.6. Einstufung in Klasse C

Damit eine Funktionsstörung in Klasse C eingestuft werden kann, muss der Hersteller nachweisen, dass die Emissionen unter den gesetzlich festgelegten Grenzwerten bleiben.

Hält die Typgenehmigungsbehörde die Einstufung einer Funktionsstörung in Klasse C für nicht gerechtfertigt, kann sie verlangen, dass der Hersteller durch Prüfungen nachweist, dass die auf die Funktionsstörung zurückzuführenden Emissionen unter den gesetzlichen Grenzwerten liegen.

Gelingt dieser Nachweis nicht, verlangt die Typgenehmigungsbehörde die Neueinstufung dieser Funktionsstörung. Der Hersteller bringt anschließend die Belege für die gewählte Neueinstufung bei und ändert die Unterlagen entsprechend.

6.3. Nachweis der Leistung des OBD-Systems

Der Hersteller legt der Typgenehmigungsbehörde einen vollständigen Satz Unterlagen vor, die belegen, dass das OBD-System den Anforderungen an seine Überwachungsleistung entspricht. Diese Unterlagen können Folgendes umfassen:

<sup>(1)</sup> Ob und wann OBD-Schwellenwerte überschritten werden hängt beispielsweise vom Alter des Motorsystems ab oder davon, ob die Prüfung an einem neuen oder an einem gealterten Bauteil durchgeführt wird.

- a) Algorithmen und Entscheidungstabellen
- b) Ergebnisse von Prüfungen und/oder Simulationen
- c) den Verweis auf früher genehmigte Überwachungseinrichtungen usw.

Die folgenden Absätze enthalten die Vorschriften für den Nachweis der Leistung des OBD-Systems und für die Prüfungen. Die Zahl der Prüfungen beträgt mindestens das Vierfache der Zahl von Motorenfamilien, die der OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen angehören, mindestens jedoch 8.

Die ausgewählten Überwachungseinrichtungen müssen die verschiedenen in Absatz 4.2 erwähnten Überwachungsmethoden in ausgewogener Art berücksichtigen (d. h. Emissionsschwellenüberwachung, Leistungsüberwachung, Überwachung auf Totalausfall oder Bauteilüberwachung). Die ausgewählten Überwachungseinrichtungen müssen auch die verschiedenen in der Anlage 3 dieses Anhangs aufgelisteten Positionen in ausgewogener Art berücksichtigen.

#### 6.3.1. Nachweis der Leistung des OBD-Systems durch Prüfungen

Außer durch die in Absatz 6.3 genannten Unterlagen muss der Hersteller die ordnungsgemäße Überwachung der einzelnen emissionsmindernden Einrichtungen nachweisen, indem er sie auf dem Motorenprüfstand den in Absatz 7.2 dieses Anhangs beschriebenen Prüfungen unterzieht.

Dafür stellt er die qualifizierten verschlechterten Bauteile oder die elektrischen Einrichtungen zur Verfügung, die zur Simulation einer Funktionsstörung benötigt werden.

Die ordnungsgemäße Erkennung einer Funktionsstörung durch das OBD-System und seine ordnungsgemäße Reaktion darauf (Störungsmeldung, DTC-Speicherung usw.) sind nach den Bestimmungen des Absatzes 7.2 nachzuweisen.

#### 6.3.2. Qualifizierung eines verschlechterten Bauteils (oder Systems)

Dieser Absatz gilt in Fällen, in denen die für den Nachweis ausgewählte Funktionsstörung durch Überwachung der Auspuffemissionen <sup>(1)</sup> festgestellt wird (Emissionsschwellenüberwachung, siehe Absatz 4.2) und eine Emissionsprüfung zur Qualifikation des jeweiligen Bauteils durchgeführt wird.

In besonderen Fällen könnte die Prüfung der Qualifikation verschlechterter Bauteile oder Systeme nicht möglich sein, (etwa wenn eine MECS aktiv ist und der Motor den erforderlichen Prüflauf nicht ausführen kann). Das verschlechterte Bauteil ist dann ohne Prüfung zu qualifizieren. Diese Ausnahme ist vom Hersteller zu dokumentieren und von der Typgenehmigungsbehörde zu genehmigen.

#### 6.3.2.1. Qualifizierung eines verschlechterten Bauteils für die Erkennung von Funktionsstörungen der Klassen A und B1

##### 6.3.2.1.1. Emissionsschwellenüberwachung

Führt die von der Typgenehmigungsbehörde ausgewählte Funktionsstörung zu einer Erhöhung von Auspuffemissionen über einen OBD-Schwellenwert, so muss der Hersteller mit einer Emissionsprüfung nach Absatz 7 nachweisen, dass mit dem verschlechterten Bauteil oder System der jeweils geltende OBD-Schwellenwert um nicht mehr als 20 % überschritten wird.

##### 6.3.2.1.2. Leistungsüberwachung

Auf Antrag des Herstellers und bei Zustimmung der Genehmigungsbehörde kann der OBD-Schwellenwert bei der Leistungsüberwachung um mehr als 20 Prozent überschritten werden. Ein solcher Antrag muss von Fall zu Fall begründet werden.

Ist gemäß Anhang 15 die Leistungsüberwachung einer Unregelmäßigkeit im Verbrauch des gasförmigen Kraftstoffs bei einem Zweistoffmotor oder -fahrzeug erforderlich, so wird ein verschlechtertes Bauteil ohne Bezugnahme auf den OBD-Schwellenwert qualifiziert.

##### 6.3.2.1.3. Bauteilüberwachung

Bei einer Bauteilüberwachung wird ein verschlechtertes Bauteil ohne Bezugnahme auf den OBD-Schwellenwert qualifiziert.

#### 6.3.2.2. Qualifizierung eines verschlechterten Bauteils für die Erkennung von Funktionsstörungen der Klasse B2

Bei Funktionsstörungen der Klasse B2 muss der Hersteller der Typgenehmigungsbehörde auf Verlangen nachweisen, dass mit dem verschlechterten Bauteil oder System der jeweils geltende OBD-Schwellenwert nicht überschritten wird.

<sup>(1)</sup> Dieser Absatz wird zu einem späteren Zeitpunkt um Überwachungseinrichtungen erweitert, mit denen andere Überwachungsfunktionen als die Emissionsschwellenüberwachung durchgeführt werden.

#### 6.3.2.3. Qualifizierung eines verschlechterten Bauteils für die Erkennung von Funktionsstörungen der Klasse C

Bei Funktionsstörungen der Klasse C muss der Hersteller der Typgenehmigungsbehörde auf Verlangen nachweisen, dass mit dem verschlechterten Bauteil oder System der jeweils geltende gesetzliche Emissionsgrenzwert nicht überschritten wird.

#### 6.3.3. Prüfbericht

Der Prüfbericht muss mindestens die in Anlage 4 zu diesem Anhang aufgeführten Informationen enthalten.

#### 6.4. Genehmigung eines OBD-Systems mit Mängeln

##### 6.4.1. Die Genehmigungsbehörde kann auf Antrag des Herstellers ein OBD-System genehmigen, das einen Mangel oder mehrere Mängel aufweist.

Nach Prüfung des Antrags entscheidet die Typgenehmigungsbehörde, ob es möglich ist, das OBD-System in Übereinstimmung mit den Vorschriften dieses Anhangs zu bringen oder ob dies nach vernünftigem Ermessen ausgeschlossen ist.

Dabei berücksichtigt die Typgenehmigungsbehörde unter anderem die Angaben des Herstellers über die technische Durchführbarkeit, die Vorlaufzeit, die Produktionszyklen einschließlich der Einführung oder des Auslaufens von Motorenkonstruktionen und programmierte Aufrüstungen von Rechnern. Ferner prüft sie die Frage, inwieweit das daraus resultierende OBD-System den Vorschriften dieses Anhangs entsprechen wird und ob der Hersteller sich ausreichend bemüht hat, die Vorschriften dieses Anhangs einzuhalten.

Die Typgenehmigungsbehörde gibt dem Antrag nicht statt, wenn eine vorgeschriebene Überwachungseinrichtung (d. h. eine der in Anlage 3 zu diesem Anhang aufgeführten Einrichtungen) völlig fehlt.

##### 6.4.2. Zeitraum, in dem Mängel toleriert werden

Ein Mangel darf noch während eines Zeitraums von einem Jahr ab dem Tag der Erteilung der Genehmigung für das Motorsystem fortbestehen.

Kann der Hersteller der Typgenehmigungsbehörde hinreichend nachweisen, dass umfassende Änderungen am Motor und eine zusätzliche Vorlaufzeit erforderlich sind, um den Mangel zu beheben, so kann der Mangel ein weiteres Jahr toleriert werden. Der Zeitraum, während dessen der Mangel fortbesteht, kann jedoch insgesamt drei Jahre nicht überschreiten (d. h. er kann höchstens zwei Mal um je ein Jahr verlängert werden).

Der Hersteller kann keinen zweiten Antrag auf Genehmigung desselben Mangels stellen.

#### 6.5. Verfahren zur Wahl des Bezugskraftstoffs im Fall eines Gasmotors

Der Beweis der Leistung des OBD und die Klassifizierung der Funktionsstörungen hat mit einem der in Anhang 5 erwähnten Bezugskraftstoffe zu erfolgen, für die der Motor ausgelegt worden ist.

Die Wahl dieses Bezugskraftstoffs wird durch die Typgenehmigungsbehörde vorgenommen, welche dem Prüflabor dann hinreichend Zeit zur Beschaffung des gewählten Bezugskraftstoffs gewähren muss.

### 7. PRÜFVERFAHREN

#### 7.1. Ablauf der Prüfung

Die Bestätigung der Klassifizierung von Funktionsstörungen und der Nachweis der Leistungsfähigkeit eines OBD-Systems sind getrennt zu betrachten. So ist für eine Funktionsstörung der Klasse A keine Prüfung zur Bestätigung ihrer Einstufung erforderlich, wohl aber kann für die ihr zugeordnete Überwachungseinrichtung eine Leistungsprüfung erforderlich sein.

Soweit möglich und sinnvoll kann mit ein und derselben Prüfung die Klassifizierung einer Funktionsstörung bestätigt, die Qualifizierung eines vom Hersteller zur Verfügung gestellten verschlechterten Bauteils vorgenommen und die Überwachungsleistung des OBD-Systems nachgewiesen werden.

Das Motorsystem an dem das OBD-System geprüft wird, muss den Emissionsvorschriften dieser Regelung entsprechen.

##### 7.1.1. Prüfung zur Bestätigung der Klassifizierung von Funktionsstörungen

Verlangt die Typgenehmigungsbehörde nach Absatz 6.2 die Bestätigung der Klassifizierung einer Funktionsstörung durch eine Prüfung, so ist eine Reihe von Emissionsprüfungen vorzunehmen.

Verlangt die Typgenehmigungsbehörde nach Absatz 6.2.2 eine Prüfung zur Bestätigung der Einstufung einer Funktionsstörung in Klasse B1 statt in Klasse A, so muss der Hersteller wie folgt nachweisen, dass die von dieser Funktionsstörung herrührenden Emissionen unter bestimmten Prüfbedingungen unter den OBD-Schwellenwerten liegen:

- a) Der Hersteller legt die Prüfbedingungen im Einvernehmen mit der Typgenehmigungsbehörde fest.
- b) Der Hersteller braucht nicht nachzuweisen, dass die Emissionen unter anderen Bedingungen tatsächlich die OBD-Schwellenwerte überschreiten.

Die Emissionsprüfung kann auf Verlangen des Herstellers bis zu dreimal wiederholt werden.

Werden bei irgendeiner dieser Prüfungen Emissionen unterhalb der jeweils geltenden OBD-Schwellenwerte gemessen, ist die Einstufung der Funktionsstörung in Klasse B1 zu genehmigen.

Verlangt die Typgenehmigungsbehörde eine Prüfung zur Bestätigung der Einstufung einer Funktionsstörung in Klasse B2 statt in Klasse B1 oder in Klasse C statt in Klasse B2, muss die Emissionsprüfung nicht wiederholt werden. Liegen die bei der Prüfung gemessenen Emissionen über den OBD-Schwellenwerten bzw. den gesetzlichen Emissionsgrenzwerten, so ist die Funktionsstörung neu einzustufen.

*Hinweis:* Nach Absatz 6.2.1 gilt dieser Absatz nicht für Funktionsstörungen der Klasse A.

#### 7.1.2. Prüfung zum Nachweis der Leistung des OBD-Systems

Verlangt die Typgenehmigungsbehörde nach Absatz 6.3 einen Nachweis der Leistung des OBD-Systems, so ist wie folgt vorzugehen:

- a) Die Typgenehmigungsbehörde wählt für die Prüfung eine Funktionsstörung aus, und der Hersteller stellt ein verschlechtertes Bauteil oder System zur Verfügung.
- b) Falls sinnvoll und verlangt, weist der Hersteller mit einer Emissionsprüfung nach, dass das verschlechterte Bauteil für die Prüfung einer Überwachungseinrichtung qualifiziert ist.
- c) Der Hersteller muss spätestens am Ende einer Reihe von OBD-Prüfzyklen nachweisen, dass das OBD-System auf die Funktionsstörung in der in diesem Anhang beschriebenen Weise reagiert (Störungsmeldung, DTC-Speicherung usw.).

##### 7.1.2.1. Qualifizierung eines verschlechterten Bauteils

Verlangt die Typgenehmigungsbehörde vom Hersteller die Qualifizierung eines verschlechterten Bauteils durch Prüfung nach Absatz 6.3.2, so ist eine Emissionsprüfung durchzuführen.

Wird festgestellt, dass aufgrund der Anbringung eines verschlechterten Bauteils/Systems am Motorsystem ein Vergleich mit den OBD-Schwellenwerten nicht möglich ist (z. B. weil die statistischen Voraussetzungen für die Validierung des Emissionsprüfzyklus nicht erfüllt sind), gilt die Funktionsstörung an diesem Bauteil/System als qualifiziert, wenn die Typgenehmigungsbehörde, ausgehend von der technischen Begründung des Herstellers, zustimmt.

Kann nach der Anbringung eines verschlechterten Bauteils/Systems am Motorsystem die Vollastkurve (bei ordnungsgemäß arbeitendem Motor) während der Prüfung nicht erreicht werden, gilt das verschlechterte Bauteil/System als qualifiziert, wenn die Typgenehmigungsbehörde, ausgehend von der technischen Begründung des Herstellers, zustimmt.

##### 7.1.2.2. Erkennung von Funktionsstörungen

Jede von der Typgenehmigungsbehörde zur Prüfung auf einem Motorenprüfstand ausgewählte Überwachungseinrichtung muss innerhalb von zwei aufeinander folgenden OBD-Prüfzyklen nach Absatz 7.2.2 auf den Einbau eines qualifizierten verschlechterten Bauteils in der in diesem Anhang beschriebenen Weise reagieren.

Gibt der Hersteller in der Beschreibung einer Überwachungseinrichtung an, dass für den Abschluss eines Überwachungsvorgangs mehr als zwei Betriebszyklen notwendig sind, so kann die Zahl der OBD-Prüfzyklen mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde erhöht werden.

Nach jedem OBD-Prüfzyklus ist der Motor abzustellen. Die Pause bis zum nächsten Anlassen ist so zu bemessen, dass nach dem Abstellen ablaufende Überwachungsvorgänge zum Abschluss kommen und die Voraussetzungen für einen neuen Überwachungsvorgang nach dem Wiederanlassen erfüllt sind.

Die Prüfung gilt als abgeschlossen, sobald das OBD-System in der in diesem Anhang beschriebenen Weise reagiert hat.

## 7.2. Anwendbare Prüfungen

Im Zusammenhang mit diesem Anhang ist:

- a) der Emissionsprüfzyklus der Prüfzyklus, der ausgeführt wird, um bei der Qualifizierung eines verschlechterten Bauteils oder Systems die regulierten Emissionen zu messen,
- b) der OBD-Prüfzyklus der Prüfzyklus, der ausgeführt wird, um die Fähigkeit der OBD-Überwachungseinrichtung zu belegen, eine Funktionsstörung festzustellen.

### 7.2.1. Emissionsprüfzyklus

Der in diesem Anhang beschriebene Emissionsprüfzyklus ist der in Anhang 4 beschriebene WHTC-Prüfzyklus.

### 7.2.2. OBD-Prüfzyklus

Der in diesem Anhang beschriebene OBD-Prüfzyklus ist der heiße Teil des in Anhang 4 beschriebenen WHTC-Zyklus.

Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde kann für eine bestimmte Überwachungseinrichtung ein alternativer OBD-Prüfzyklus (z. B. der kalte Teil des WHTC-Zyklus) verwendet werden. Der Antrag muss Belege (technische Erwägungen, Simulations- und Prüfergebnisse usw.) dafür enthalten,

- a) dass der beantragte Prüfzyklus geeignet ist, zu beweisen, dass die Überwachungsvorgänge unter Bedingungen stattfinden, die denen eines realen Fahrbetriebs entsprechen, und
- b) dass der heiße Teil des WHTC-Zyklus für die betrachteten Überwachungsfunktionen weniger geeignet zu sein scheint (z. B. für die Überwachung des Verbrauchs von Flüssigkeiten).

### 7.2.3. Prüfbedingungen

Die Bedingungen (d. h. Temperatur, Höhe, Kraftstoffqualität usw.) für die Durchführung der in den Absätzen 7.2.1 und 7.2.2 genannten Prüfungen sind dieselben, die für die Durchführung des in Anhang 4 beschriebenen WHTC-Prüfzyklus vorgeschrieben sind.

Soll mit einer Emissionsprüfung die Einstufung einer Funktionsstörung in Klasse B1 bestätigt werden, kann der Hersteller nach Absatz 6.2.2 abweichende Prüfbedingungen festlegen.

## 7.3. Nachweisprozess für die Leistungsüberwachung

Im Fall der Leistungsüberwachung kann der Hersteller die in Anlage 7 zu diesem Anhang genannten Nachweisanforderungen anwenden.

Die Typgenehmigungsbehörde kann genehmigen, dass der Hersteller eine von Anlage 7 zu diesem Anhang abweichende Methode zur Leistungsüberwachung verwendet. Die gewählte Methode der Überwachung ist von dem Hersteller durch stichhaltige technische Fallstudien, die auf Konstruktionsmerkmalen beruhen, nachzuweisen, oder durch die Vorlage von Prüfergebnissen oder durch den Verweis auf vorherige Genehmigungen oder durch eine andere akzeptable Methode, die mindestens genauso stichhaltig, zeitgemäß und effizient ist, wie diejenigen in Anlage 7 zu diesem Anhang.

## 7.4. Prüfberichte

Der Prüfbericht muss mindestens die in Anlage 4 aufgeführten Informationen enthalten.

## 8. ERFORDERLICHE DOKUMENTATION

### 8.1. Für die Genehmigung erforderliche Dokumentation

Der Hersteller muss eine Dokumentation vorlegen, die eine ausführliche Beschreibung des OBD-Systems enthält. Diese Dokumentation ist in zwei Teile zu gliedern:

- a) einen ersten Teil, der knapp gehalten werden kann, sofern er die Beziehungen zwischen Überwachungsfunktionen, Sensoren/Aktoren und Betriebsbedingungen erkennen lässt (d. h. alle Bedingungen für die Aktivierung und Deaktivierung von Überwachungsfunktionen beschreibt). Die Dokumentation muss Funktionen und Arbeitsweise des OBD-Systems und die Hierarchie der Funktionsstörungen beschreiben. Diese Unterlagen sind von der Typgenehmigungsbehörde aufzubewahren. Die Informationen können interessierten Stellen auf Antrag zugänglich gemacht werden;
- b) einen zweiten Teil mit allen Daten, mit denen die o. g. Festlegungen begründet werden, einschließlich Angaben zu den qualifizierten verschlechterten Bauteilen und Systemen und den entsprechenden Prüfergebnissen sowie einer Liste aller Ein- und Ausgangssignale, die das Motorsystem verarbeitet und die vom OBD-System überwacht werden. In diesem zweiten Teil sind für jede einzelne Überwachungsfunktion die Strategie und der Entscheidungsprozess zu beschreiben.

Der zweite Teil der Dokumentation ist streng vertraulich zu behandeln. Er kann von der Typgenehmigungsbehörde oder mit deren Einverständnis auch vom Hersteller aufbewahrt werden, ist aber im letzteren Fall zum Zeitpunkt der Genehmigung und jederzeit während der Gültigkeit der Genehmigung der Typgenehmigungsbehörde zugänglich zu machen.

#### 8.1.1. Dokumentation zu allen überwachten Bauteilen und Systemen

Der zweite Teil der Dokumentation muss zu jedem überwachten Bauteil oder System u. a. folgende Angaben enthalten:

- a) die Funktionsstörungen und die ihnen entsprechenden DTCs,
- b) die zur Erkennung von Funktionsstörungen verwendeten Überwachungsmethoden,
- c) die für die Erkennung von Funktionsstörungen notwendigen Voraussetzungen und die dafür herangezogenen Betriebsgrößen, soweit zutreffend auch die Fehlerkriterien (Leistungs- und Bauteilüberwachung),
- d) die Kriterien für die Speicherung eines DTC,
- e) die „Dauer“ eines Überwachungsvorgangs (d. h. die Betriebszeit oder den Ablauf, die/der für den Abschluss eines Überwachungsvorgangs erforderlich ist) und die Häufigkeit der Überwachung (z. B. kontinuierlich, einmal je Fahrt).

#### 8.1.2. Dokumentation zur Klassifizierung der Funktionsstörungen

Der zweite Teil der Dokumentation muss u. a. folgende Angaben zur Klassifizierung der Funktionsstörungen enthalten:

Die Einstufung jeder DTC in eine Störungsklasse ist zu dokumentieren. Dabei können sich für verschiedene Motortypen derselben OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen verschiedene Einstufungen ergeben (etwa abhängig von der Motorleistung).

Die Angaben müssen die nach Absatz 4.2 dieses Anhangs erforderliche technische Begründung für die Einstufung in eine der Klassen A, B1 oder B2 umfassen.

#### 8.1.3. Dokumentation zur Familie der Emissions-OBD

Der zweite Teil der Dokumentation muss u. a. folgende Angaben zur Klassifizierung der OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen enthalten:

Eine Beschreibung der OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen mit einer Liste der ihr angehörenden Motortypen, der Beschreibung des Stamm-Motor-Systems und allen sonstigen Angaben zur Charakterisierung der Familie nach Absatz 6.1.1 dieses Anhangs.

Umfasst die OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen Motoren, die verschiedenen Motorenfamilien angehören, ist eine kurze Beschreibung dieser Motorenfamilien beizufügen.

Zusätzlich muss der Hersteller für jedes von der Familie der Emissions-OBD verwendete Protokoll eine Liste aller elektronischen Eingaben, Ausgaben und Identifizierungen übergeben.

#### 8.2. Dokumentation zum Einbau eines mit einem OBD-System ausgestatteten Motorsystems in ein Fahrzeug

Der Motorhersteller muss in die Dokumentation zum Einbau seines Motorsystems die Vorschriften aufnehmen, die zu beachten sind, damit das Fahrzeug bei bestimmungsgemäßem Einsatz den Vorschriften dieses Anhangs entspricht. Die Dokumentation muss u. a. Folgendes umfassen:

- a) ausführliche technische Vorschriften für den Einbau einschließlich der Voraussetzungen für die Kompatibilität des Einbaus mit dem OBD-System,
- b) das Verfahren zur Überprüfung der Einhaltung dieser Vorschriften.

Das Vorhandensein von Einbauvorschriften und ihre Angemessenheit können im Zuge des Verfahrens für die Genehmigung des Motorsystems überprüft werden.

*Hinweis:* Beantragt der Hersteller die Genehmigung eines bereits in ein Fahrzeug eingebauten Motorsystems, ist diese Dokumentation nicht erforderlich.

---

*Anlage 1***Genehmigung des Einbaus von OBD-Systemen**

Dieser Anhang behandelt den Fall, in dem ein Fahrzeughersteller die Genehmigung für den Einbau eines oder mehrerer OBD-Systeme aus einer Familie von OBD für Emissionen, die gemäß den Vorschriften dieses Anhangs zertifiziert ist bzw. sind, in ein Fahrzeug beantragt.

In diesem Falle ist zusätzlich zu den allgemeinen Anforderungen dieses Anhangs eine Demonstration des ordnungsgemäßen Einbaus erforderlich. Das geschieht anhand des geeigneten Konstruktionselements, der Ergebnisse von Überprüfungen usw. Nachzuweisen ist die Konformität der folgenden Elemente mit den Vorschriften dieses Anhangs:

- a) Einbau in das Fahrzeug hinsichtlich der Kompatibilität mit dem OBD-System des Motor-Systems;
- b) Fehlfunktionsanzeige MI (Piktogramm, Aktivierungspläne usw.);
- c) verdrahtete Kommunikationsschnittstelle.

Überprüft werden das korrekte Aufleuchten der Fehlfunktionsanzeige MI und die Kommunikation des OBD-Systems mit bordeigenen und externen Systemen. Für keine Prüfung darf es jedoch nötig sein, das Motorsystem auszubauen (elektrische Verbindungen dürfen beispielsweise getrennt werden).

---

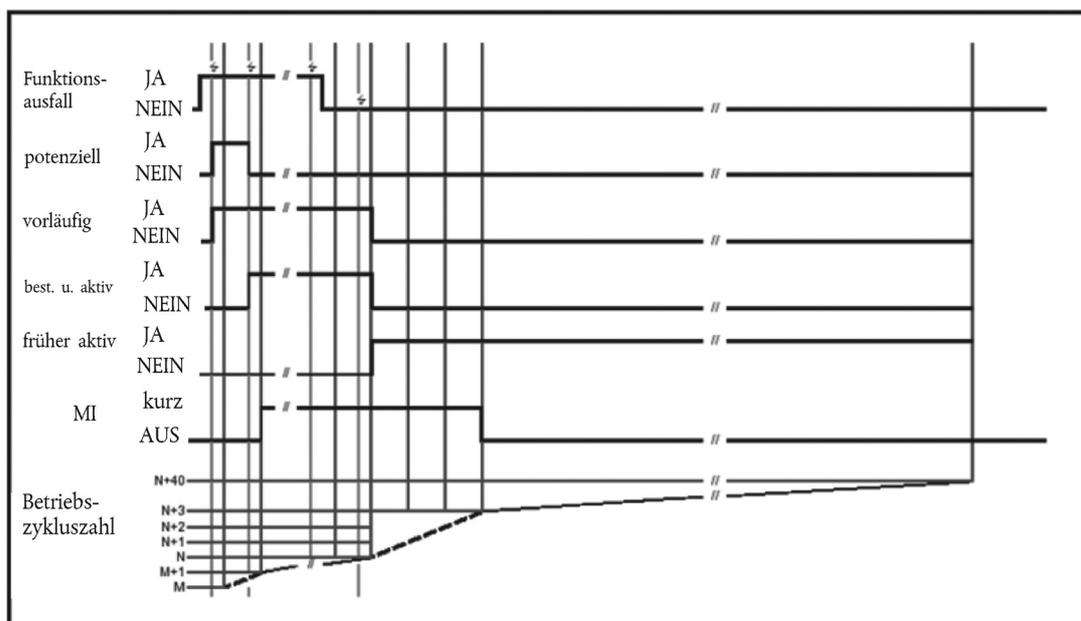
## Anlage 2

**Fehlfunktionen - Veranschaulichung des DTC-Status - Veranschaulichung des Aktivierungsplans für Störungsmelder (MI) und Zähler**

In dieser Anlage sollen die in den Absätzen 4.3 und 4.6.5 dieses Anhangs festgelegten Anforderungen erläutert werden. Sie enthält folgende Abbildungen:

- Abbildung 1: Status des Diagnose-Fehlercodes (DTC) im Fall einer Funktionsstörung der Klasse B1  
 Abbildung 2: Status des Diagnose-Fehlercodes (DTC) bei zwei aufeinanderfolgenden, unterschiedlichen Funktionsstörungen der Klasse B1  
 Abbildung 3: Status des Diagnose-Fehlercodes (DTC) bei erneutem Auftreten einer Störung der Klasse B1  
 Abbildung 4A: Störung der Klasse A – Aktivierung der Fehlfunktionsanzeige und der Zähler der Fehlfunktionsanzeige  
 Abbildung 4B: Darstellung des Prinzips der Deaktivierung des Dauerstörungszählers  
 Abbildung 5: Störung der Klasse B1 – Aktivierung des B1-Zählers in fünf Betriebsfällen

Abbildung 1

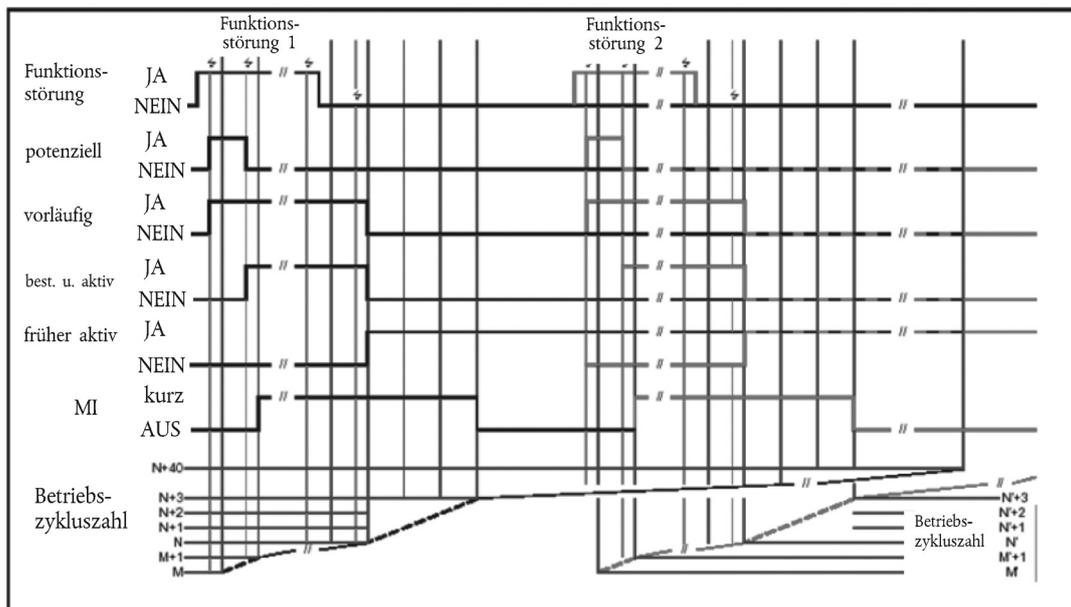
**Status des Diagnose-Fehlercodes (DTC) im Fall einer Funktionsstörung der Klasse B1****Anmerkungen:**

- ↖ bezeichnet den Punkt, an dem die die betreffende Funktionsstörung erkannt wurde.  
 N, M Im Anhang wird verlangt, bestimmte „Schlüssel“-Betriebszyklen, während derer einige Ereignisse auftreten, zu kennzeichnen, und die nachfolgenden Betriebszyklen zu zählen. Um diese Anforderung zu veranschaulichen, wurden den „Schlüssel“-Betriebszyklen die Werte N und M zugeordnet.

So bezeichnet M den ersten Betriebszyklus nach der Erkennung einer potenziellen Funktionsstörung und N der Betriebszyklus, während dessen der Funktionsstörungszähler MI auf AUS gesetzt wird.

Abbildung 2

Status des Diagnose-Fehlercodes (DTC) bei zwei aufeinanderfolgenden, unterschiedlichen Funktionsstörungen der Klasse B1



## Anmerkungen:

☞ bezeichnet den Punkt, an dem die betreffende Funktionsstörung erkannt wurde.

N, M,

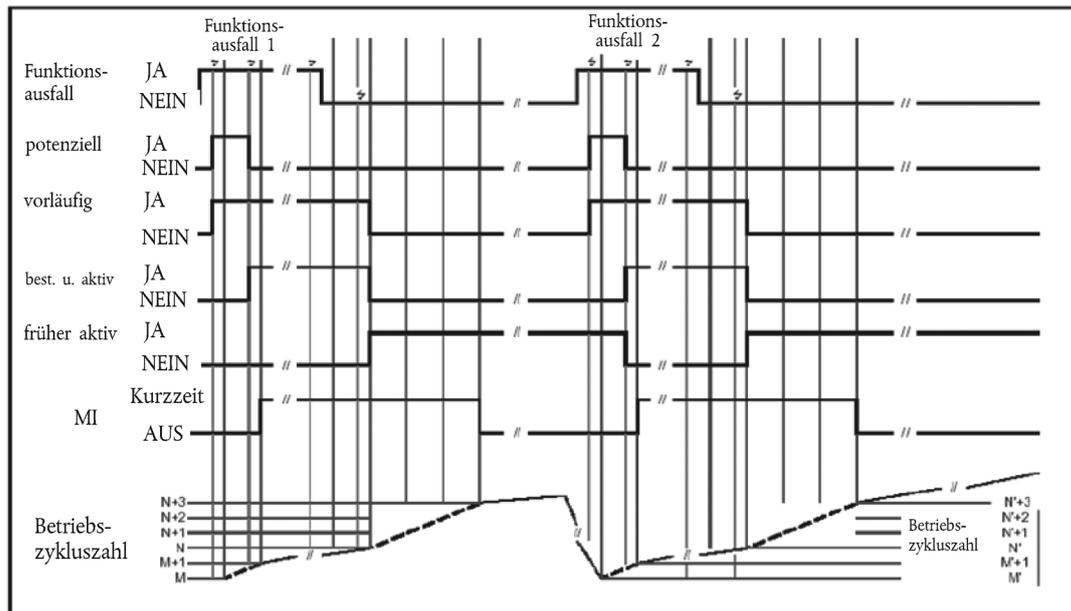
N', M' Im Anhang wird verlangt, bestimmte „Schlüssel“-Betriebszyklen, während derer einige Ereignisse auftreten, zu kennzeichnen, und die nachfolgenden Betriebszyklen zu zählen. Um diese Anforderung zu veranschaulichen, wurden den „Schlüssel“-Betriebszyklen die Werte N und M für die erste bzw. M' und N' für die zweite Funktionsstörung zugeordnet.

So bezeichnet M den ersten Betriebszyklus nach der Erkennung einer potenziellen Funktionsstörung und N der Betriebszyklus, während dessen der Funktionsstörungszähler MI auf AUS gesetzt wird.

N + 40 der 40. Betriebszyklus nach dem ersten Erlöschen der Fehlfunktionsanzeige MI oder nach 200 Betriebsstunden, je nachdem, was zuerst eintritt.

Abbildung 3

## Status des Diagnose-Fehlercodes (DTC) bei erneutem Auftreten einer Störung der Klasse B1



## Anmerkungen:

↖ bezeichnet den Punkt, an dem die die betreffende Funktionsstörung erkannt wurde.

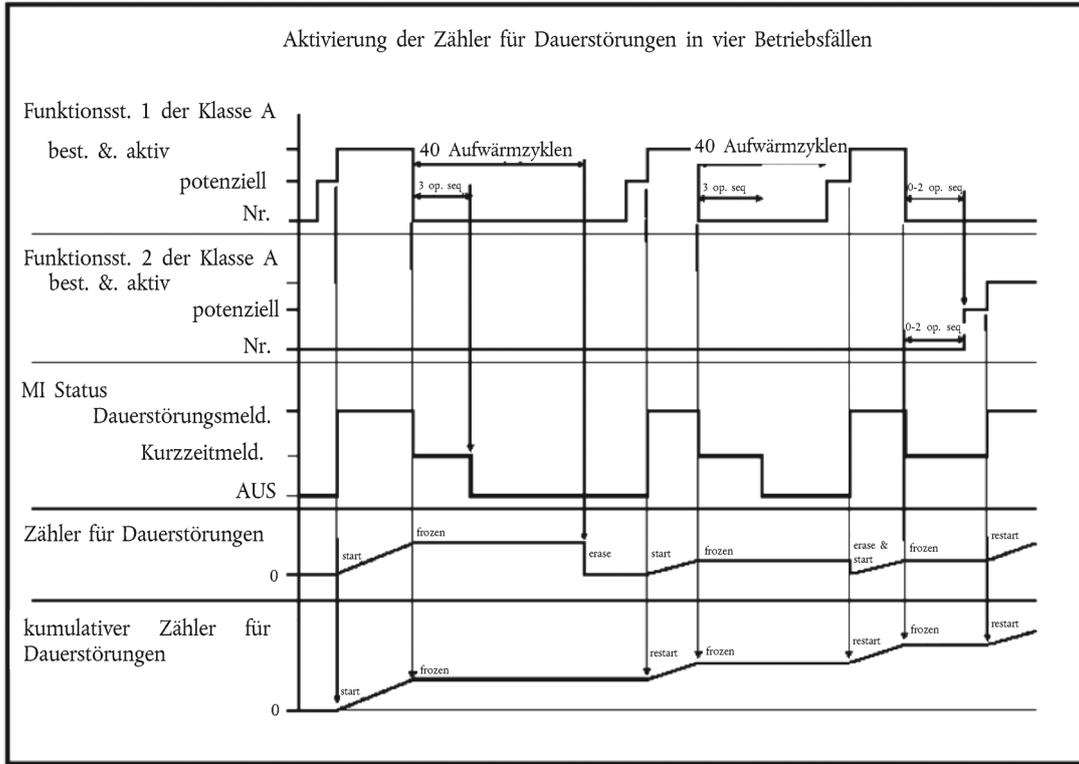
N, M,

N', M' Im Anhang wird verlangt, bestimmte „Schlüssel“-Betriebszyklen, während derer einige Ereignisse auftreten, zu kennzeichnen, und die nachfolgenden Betriebszyklen zu zählen. Um diese Anforderung zu veranschaulichen, wurden den „Schlüssel“-Betriebszyklen die Werte N und M für das Auftreten der ersten Funktionsstörung bzw. M' und N' für das der zweiten zugeordnet.

So bezeichnet M den ersten Betriebszyklus nach der Erkennung einer potenziellen Funktionsstörung und N der Betriebszyklus, während dessen der Funktionsstörungszähler MI auf AUS gesetzt wird.

Abbildung 4A:

**Störung der Klasse A – Aktivierung der Fehlfunktionsanzeige und der Zähler der Fehlfunktionsanzeige**

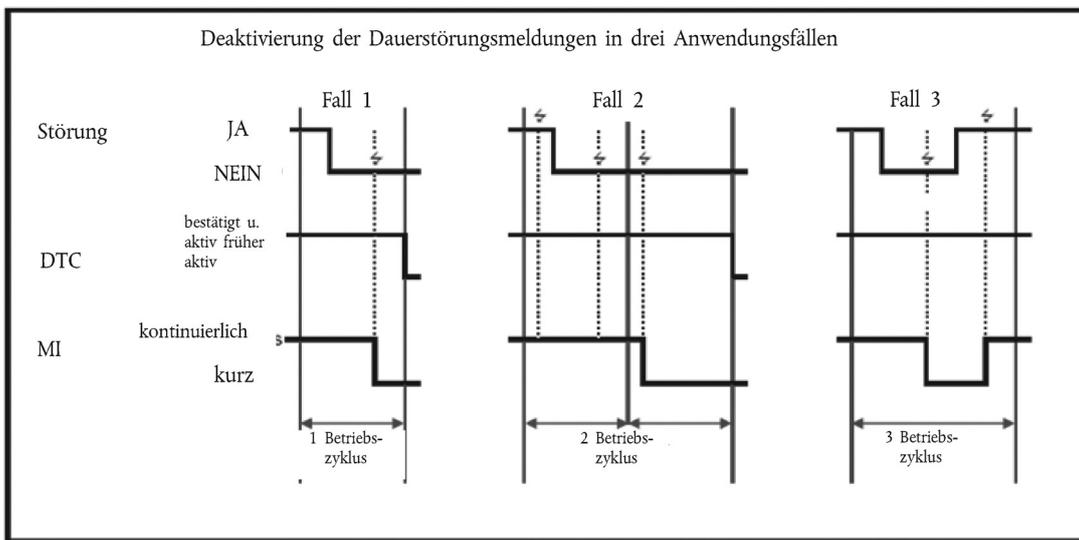


- op. seq. = Betriebszyklus
- start = starten
- frozen = eingefroren
- erase = löschen
- erase & start = löschen und starten
- restart = neu starten

Hinweis: Einzelheiten zur Deaktivierung der Dauerfehlfunktionsanzeige werden in Abbildung 4B für den speziellen Fall veranschaulicht, in dem möglicher Zustand eintritt.

Abbildung 4B:

**Darstellung des Prinzips der Deaktivierung des Dauerstörungszählers**



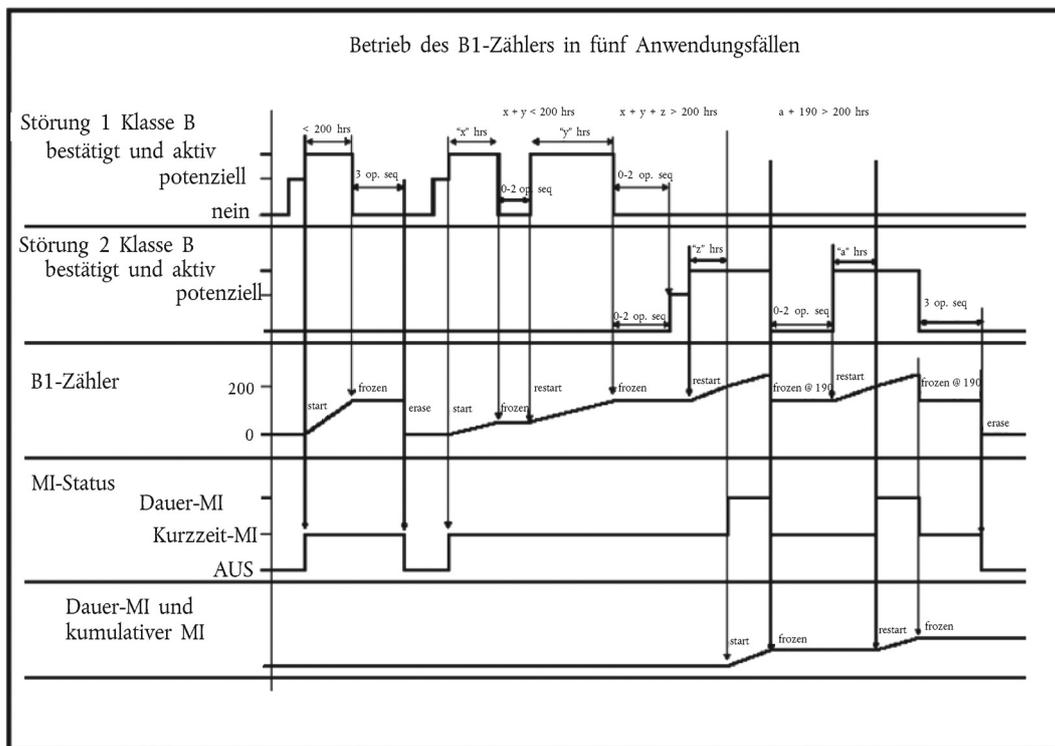
Anmerkungen:

- ↖ bezeichnet den Punkt, an dem die die betreffende Funktionsstörung erkannt wurde.
- M bezeichnet den Betriebszyklus, in dem die Überwachungseinrichtung erstmals erkennt, dass ein bestätigter und aktiver Fehler nicht mehr vorliegt.

- Fall 1 bezeichnet den Fall, in dem die Überwachungseinrichtung im Betriebszyklus M keinen Fehler erkennt.
- Fall 2 bezeichnet den Fall, in dem die Überwachungseinrichtung zuvor im Betriebszyklus M einen Fehler erkannt hat.
- Fall 3 bezeichnet den Fall, in dem die Überwachungseinrichtung im Betriebszyklus M einen Fehler erkennt, nachdem sie zunächst keinen erkannt hat.

Abbildung 5

**Störung der Klasse B1 – Aktivierung des B1-Zählers in fünf Betriebsfällen**



- „x“ hrs = „x“ Stunden
- „y“ hrs = „y“ Stunden
- op. seq. = Betriebszyklus
- start = starten
- frozen = eingefroren
- erase = löschen
- erase & start = löschen und starten
- restart = neu starten

*Hinweis:* In diesem Beispiel wird angenommen, dass ein einziger B1-Zähler vorhanden ist.

## Anlage 3

**Überwachungsanforderungen**

Die in dieser Anlage aufgeführten Positionen entsprechen den Systemen oder Bauteilen, die das OBD-System laut Absatz 4.2 dieses Anhangs überwachen soll. Sofern nicht anders angegeben, gelten die Anforderungen für alle Motorentypen.

## Anlage 3 – Position 1

## Überwachung elektrischer/elektronischer Bauteile

Elektrische oder elektronische Bauteile zur Steuerung oder Überwachung der in dieser Anlage beschriebenen Emissionsminderungssysteme unterliegen der Bauteilüberwachung gemäß Absatz 4.2 dieses Anhangs. Hierzu gehören unter anderem Druckfühler, Temperaturfühler, Abgassonden und Sauerstoffsonden sofern vorhanden, Klopfensoren, in die Abgasanlage eingebaute Kraftstoff- oder Reduktionsmittel-Einspritzdüsen, in die Abgasanlage eingebaute Brenner oder Heizelemente, Glühkerzen und Ansaugluftvorwärmer.

Sofern ein Regelkreis vorhanden ist, muss das OBD-System die Fähigkeit des Systems überwachen, die Regelung entwerfsgemäß aufrecht zu erhalten (d. h. Aufnahme der Regelung innerhalb einer von Hersteller angegebenen Zeitspanne, System hält Regelung nicht aufrecht, Regelung hat die vom Hersteller zugelassenen Nachstellungen vollständig ausgenutzt) – Bauteilüberwachung.

Wird die Kontrolle der Reagensmittel-Einspritzung anhand eines geschlossenen Regelkreissystems durchgeführt, so gelten die in dieser Position genannten Überwachungsanforderungen, doch werden die erkannten Fehler nicht als Fehler der Klasse C eingeordnet.

*Hinweis:* Diese Bestimmungen gelten für alle elektrischen und elektronischen Bauteile, auch wenn sie zu einem der in anderen Positionen dieser Anlage beschriebenen Überwachungseinrichtungen gehören.

## Anlage 3 – Position 2

## DPF-System

Das OBD-System muss die folgenden Teile des AGR-Systems von damit ausgestatteten Motoren auf ordnungsgemäßen Betrieb überwachen:

- a) DPF-Substrat: das Vorhandensein des DPF-Substrats – Überwachung auf vollständigen Funktionsausfall,
- b) DPF-Leistung: Verstopfung des DPF – vollständiger Funktionsausfall,
- c1) DPF-Filterleistung: Die Filterung und kontinuierliche Regeneration des DPF. Diese Anforderung gilt nur für Partikelemissionen – Emissionsschwellenüberwachung

Alternativ dazu muss das OBD-System Folgendes überwachen, wenn dies sinnvoll ist <sup>(1)</sup>:

- (c2) DPF-Leistung: Filter- und Regenerierungsprozesse (d. h. Ansammlung von Partikeln während des Filterns und Entfernung der Partikel während eines erzwungenen Regenerierungslaufs) – Leistungsüberwachung gemäß Anlage 8 dieses Anhangs.

*Hinweis:* Die periodische Regenerierung ist anhand der Fähigkeit der Einrichtung, gemäß ihrer Auslegung zu funktionieren (zum Beispiel die Regenerierung innerhalb des vom Hersteller festgelegten Zeitintervalls durchzuführen, die Regenerierung auf Anfrage durchzuführen usw.), zu überwachen. Dies stellt ein Element der Bauteilüberwachung dar, die von der Einrichtung durchgeführt wird.

## Anlage 3 – Position 3

## Überwachung der selektiven katalytischen Reduktion (SCR)

Im Sinne dieser Position bedeutet SCR die selektive katalytische Reduktion oder einen anderen Mager-NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator. Das OBD-System muss die folgenden Teile des AGR-Systems von damit ausgestatteten Motoren auf ordnungsgemäßen Betrieb überwachen:

- a) Aktives/intrusives Reagensmittel-Einspritzsystem: die Fähigkeit des Systems, die Fördermenge des Reagensmittels ordnungsgemäß zu regulieren, sowohl die Abgabe durch Einspritzung in die Abgasanlage als auch in den Zylinder – Leistungsüberwachung
- b) Aktives/intrusives Reagensmittel: Verfügbarkeit des Reagensmittels an Bord, ordnungsgemäßer Verbrauch des Reagensmittels, wenn ein anderes Reagensmittel verwendet wird als Kraftstoff (z. B. Harnstoff) - Leistungsüberwachung

<sup>(1)</sup> C1 gilt für die Stufen B und C gemäß Tabelle 1 von Anhang 3. C2 gilt für Stufe A gemäß Tabelle 1 von Anhang 3.

- c) Aktives/intrusives Reagensmittel: soweit möglich die Qualität des Reagensmittels, falls ein anderes Reagensmittel verwendet wird als Kraftstoff (z. B. Harnstoff) – Leistungsüberwachung
- d) SCR-Katalysator-Umwandlungseffizienz: die SCR-Fähigkeit des Katalysators zur Umwandlung der Schwellenüberwachung der NO<sub>x</sub>-Emission

## Anlage 3 – Position 4

Mager-NO<sub>x</sub>-Falle/LNT (oder NO<sub>x</sub>-Absorber)

Das OBD-System muss die folgenden Teile des AGR-Systems von damit ausgestatteten Motoren auf ordnungsgemäßen Betrieb überwachen:

- a) LNT-Fähigkeit: Fähigkeit des LNT-Systems, NO<sub>x</sub> zu absorbieren/speichern – Leistungsüberwachung
- b) aktives/intrusives Reagensmittel-Einspritzsystem: die Fähigkeit des Systems, die Fördermenge des Reagensmittels ordnungsgemäß zu regulieren, sowohl die Abgabe durch Einspritzung in die Abgasanlage als auch in den Zylinder – Leistungsüberwachung

## Anlage 3 – Position 5

Überwachung von Oxidationskatalysatoren (einschl. Diesel-Oxidationskatalysatoren - DOC)

Diese Position bezieht sich auf Oxidationskatalysatoren, die getrennt von den Nachbehandlungssystemen angeordnet sind. Solche, die in den Töpfen eines Nachbehandlungssystems eingeschlossen sind, werden in der entsprechenden Position dieser Anlage behandelt.

Das OBD-System muss folgende Teile des Oxidationskatalysators von damit ausgestatteten Motoren auf ordnungsgemäßen Betrieb überwachen:

- a) Grad der HC-Umwandlung: die Fähigkeit des Nachbehandlungsanlagen vorgeschalteten Oxidationskatalysators, HC umzuwandeln – Überwachung auf vollständigen Funktionsausfall
- b) Grad der HC-Umwandlung: die Fähigkeit des Nachbehandlungsanlagen nachgeschalteten Oxidationskatalysators, HC umzuwandeln – Überwachung auf vollständigen Funktionsausfall

## Anlage 3 – Position 6

Überwachung der Abgasrückführungsanlage (AGR)

Das OBD-System muss die folgenden Teile des AGR-Systems von damit ausgestatteten Motoren auf ordnungsgemäßen Betrieb überwachen:

	Diesel	Gas
a1) AGR-Durchfluss hoch/niedrig: Fähigkeit des AGR-Systems, die angeforderte AGR-Durchflussrate aufrecht zu erhalten und sowohl die Zustände „Durchfluss zu niedrig“ als auch „Durchfluss zu hoch“ zu erkennen – Überwachung auf Emissionsschwellenwert	X	
a2) AGR-Durchfluss hoch/niedrig: Fähigkeit des AGR-Systems, die angeforderte AGR-Durchflussrate aufrecht zu erhalten und sowohl die Zustände „Durchfluss zu niedrig“ als auch „Durchfluss zu hoch“ zu erkennen – Leistungsüberwachung		X
a3) AGR-Durchfluss niedrig: Fähigkeit des AGR-Systems, die angeforderte AGR-Durchflussrate aufrecht zu erhalten und den Zustand „Durchfluss zu niedrig“ zu erkennen – Überwachung auf Totalausfall oder Leistungsüberwachung gemäß dieser Position	X	X
b) Langsames Ansprechen der AGR-Stelleinrichtung: Fähigkeit des AGR-Systems, die angeforderte Durchflussrate innerhalb einer vom Hersteller angegebenen Frist nach der Anforderung herbeizuführen – Leistungsüberwachung	X	X
c1) Kühlleistung des AGR-Fühlers: Fähigkeit des AGR-Kühlsystems, die vom Hersteller angegebene Kühlleistung zu erreichen – Leistungsüberwachung	X	X
c2) Kühlleistung des AGR-Fühlers: Fähigkeit des AGR-Kühlsystems, die vom Hersteller angegebene Kühlleistung zu erreichen – Überwachung auf Totalausfall gemäß dieser Position	X	X

- a3) AGR-Durchfluss niedrig (Überwachung auf Totalausfall oder Leistungsüberwachung)

Für den Fall, dass die Emissionen die OBD-Schwellenwerte auch dann nicht überschreiten würden, wenn es zu einem Totalausfall der Fähigkeit des AGR-Systems kommt, die angeforderte AGR-Durchflussrate aufrechtzuerhalten (zum Beispiel aufgrund des einwandfreien Funktionierens eines SCR-Systems auf der Abgasseite des Motors), gilt Folgendes:

1. Wird die Kontrolle der AGR-Durchflussrate anhand eines geschlossenen Regelkreissystems durchgeführt, so muss das OBD-System eine Fehlfunktion erkennen, wenn das AGR-System den AGR-Durchfluss nicht erhöhen kann, um die angeforderte Durchflussrate zu erreichen.

Eine solche Fehlfunktion ist nicht als Fehler der Klasse C einzustufen.

2. Wird die Kontrolle der AGR-Durchflussrate anhand eines offenen Regelkreissystems durchgeführt, so muss das OBD-System eine Fehlfunktion erkennen, wenn das System keinen erkennbaren AGR-Durchfluss aufweist, obwohl ein AGR-Durchfluss zu erwarten ist.

Eine solche Fehlfunktion ist nicht als Fehler der Klasse C einzustufen.

#### c2) Kühlleistung des AGR-Fühlers (Überwachung auf Totalausfall)

Führt der Totalausfall der Fähigkeit des AGR-Kühlersystems, die vom Hersteller angegebene Kühlleistung zu erreichen, nicht dazu, dass das Überwachungssystem eine Fehlfunktion erkennt (da der daraus resultierende Emissionsanstieg nicht den OBD-Schwellenwert für einen Schadstoff erreicht), muss das OBD-System eine Fehlfunktion erkennen, wenn das System keine erkennbare AGR-Kühlung aufweist.

Eine solche Fehlfunktion ist nicht als Fehler der Klasse C einzustufen.

#### Anlage 3 – Position 7

##### Überwachung der Kraftstoffanlage

Das OBD-System muss die folgenden Teile der Kraftstoffanlage von damit ausgestatteten Motoren auf ordnungsgemäßen Betrieb überwachen:

	Diesel	Gas
a) Drucksteuerung der Kraftstoffanlage: Fähigkeit der Kraftstoffanlage, den angeforderten Kraftstoffdruck im Regelkreis herbeizuführen – Leistungsüberwachung	X	
b) Drucksteuerung der Kraftstoffanlage: Fähigkeit der Kraftstoffanlage, den angeforderten Kraftstoffdruck im Regelkreis herbeizuführen, und zwar bei Systemen, bei denen bauartbedingt der Druck unabhängig von anderen Parametern gesteuert werden kann – Leistungsüberwachung	X	
c) Kraftstoffeinspritzzeitpunkt: Fähigkeit der Kraftstoffanlage, den angeforderten Kraftstoffeinspritzzeitpunkt für mindestens eine Einspritzung herbeizuführen, wenn der Motor mit entsprechenden Sensoren ausgestattet ist – Leistungsüberwachung	X	
d) Kraftstoffeinspritzanlage: Fähigkeit, das gewünschte Luft-Kraftstoff- Verhältnis aufrecht zu erhalten (darunter Fähigkeiten der Selbstanpassung) – Leistungsüberwachung		X

#### Anlage 3 – Position 8

##### System zur Steuerung der Luftaufbereitung und des Turbolader-Ladedrucks

Das OBD-System muss die folgenden Teile des Luftaufbereitungs- und Turbolader-Ladedrucksteuerungssystems von damit ausgestatteten Motoren auf ordnungsgemäßen Betrieb überwachen:

	Diesel	Gas
a1) Ladeunter-/überdruck des Turboladers: Fähigkeit des Turboladers, den angeforderten Ladedruck aufrechtzuerhalten und sowohl die Zustände „Ladedruck zu niedrig“ als auch „Ladedruck zu hoch“ zu erkennen – Überwachung auf Emissionsschwellenwert	X	
a2) Ladeunter-/überdruck des Turboladers: Fähigkeit des Turboladers, den angeforderten Ladedruck aufrechtzuerhalten und sowohl die Zustände „Ladedruck zu niedrig“ als auch „Ladedruck zu hoch“ zu erkennen – Leistungsüberwachung.		X

	Diesel	Gas
a3) Ladeunterdruck des Turboladers: Fähigkeit des Turboladers, den angeforderten Ladedruck aufrechtzuerhalten und den Zustand „Ladedruck zu niedrig“ zu erkennen – Überwachung auf Totalausfall oder Leistungsüberwachung gemäß dieser Position.	X	X
b) Langsames Ansprechen von Turboladern mit variabler Schaufelgeometrie (VGT): Fähigkeit des VGT-Systems, die angeforderte Geometrie innerhalb einer vom Hersteller angegebenen Frist herzustellen – Leistungsüberwachung.	X	X
c) Ladeluftkühlung: Wirkung der Ladeluftkühlanlage – vollständiger Funktionsausfall.	X	X

a3) Ladeunterdruck des Turboladers (Überwachung auf Totalausfall)

1. Für den Fall, dass die Emissionen die OBD-Schwellenwerte auch bei einem Totalausfall der Fähigkeit des Lade-Systems, den angeforderten Ladedruck aufrechtzuerhalten, nicht überschreiten und die Kontrolle des Ladedrucks anhand eines geschlossenen Regelkreissystems durchgeführt wird, muss das OBD-System eine Fehlfunktion erkennen, wenn das Ladesystem den Ladedruck nicht erhöhen kann, um den angeforderten Ladedruck zu erreichen.

Eine solche Fehlfunktion ist nicht als Fehler der Klasse C einzustufen.

2. Für den Fall, dass die Emissionen die OBD-Schwellenwerte auch bei einem Totalausfall der Fähigkeit des Ladesystems, den angeforderten Ladedruck aufrechtzuerhalten, nicht überschreiten und die Regelung des Ladedrucks anhand eines offenen Regelkreissystems durchgeführt wird, muss das OBD-System eine Fehlfunktion erkennen, wenn das System keinen erkennbaren Ladedruck aufweist, obwohl Ladedruck zu erwarten ist.

Eine solche Fehlfunktion ist nicht als Fehler der Klasse C einzustufen.

Anlage 3 – Position 9

System für variable Ventilsteuerzeiten (VVT)

Das OBD-System muss die folgenden Teile des Systems für variable Ventilsteuerzeiten (VVT) von damit ausgestatteten Motoren auf ordnungsgemäßen Betrieb überwachen:

- a) VVT-Zielfehler: die Fähigkeit des VVT-Systems, die angeforderten Ventilsteuerzeiten herbeizuführen – Leistungsüberwachung.
- b) Langsames Ansprechen des VVT-Systems: die Fähigkeit des VVT-Systems, die angeforderten Ventilsteuerzeiten innerhalb des vom Hersteller spezifizierten Zeitintervalls herbeizuführen – Leistungsüberwachung.

Anlage 3 – Position 10

Überwachung auf Zündaussetzer

	Diesel	Gas
a) Keine Vorschriften.	X	
b) Zündaussetzer, die zu Beschädigungen von Katalysatoren führen können (z. B. Feststellen eines bestimmten Prozentsatzes von Zündaussetzern innerhalb eines bestimmten Zeitraums) – Leistungsüberwachung.		X

Anlage 3 – Position 11

Überwachung der Kurbelgehäuse-Entlüftungsanlage

Keine Vorschriften.

Anlage 3 – Position 12

Überwachung der Motorkühlanlage

Das OBD-System muss die folgenden Teile der Motorkühlanlage von damit ausgestatteten Motoren auf ordnungsgemäßen Betrieb überwachen:

- a) Kühlmitteltemperatur (Thermostat): Thermostatventil in offener Stellung blockiert. Die Hersteller brauchen das Thermostat nicht zu überwachen, wenn sein Ausfall nicht zum Ausfall anderer OBD-Überwachungseinrichtungen führt – vollständiger Funktionsausfall.

Die Hersteller brauchen die Kühlmitteltemperatur oder den Kühlmitteltemperaturfühler des Motors nicht zu überwachen, wenn diese nicht dazu verwendet werden, die Steuerung eines Emissionsminderungssystems im geschlossenen Regelkreis zu aktivieren und/oder nicht zum Ausfall einer anderen Überwachungseinrichtung führen.

Die Hersteller können die Überwachungseinrichtung außer Betrieb setzen oder mit einem Verzug in Betrieb setzen, bis die Temperatur erreicht ist, falls der Motor sich in einem Betriebszustand befindet, der zu Fehldiagnosen führen könnte (z. B. Fahrzeug während mehr als 50 bis 75 % der Warmlaufzeit im Leerlauf).

#### Anlage 3 – Position 13

##### Überwachung der Abgassonden und Sauerstoffsonden

Das OBD-System muss die folgenden Bauteile überwachen:

	Diesel	Gas
a) die elektrischen Teile der Abgassonden damit ausgestatteter Motoren auf ordnungsgemäßen Betrieb gemäß Position 1 dieser Anlage – Bauteileüberwachung.	X	X
b) sowohl die primären als auch die sekundären Sauerstoffsensoren (Kraftstoffsteuerung). Diese Sensoren werden als Abgassensoren betrachtet, die auf ordnungsgemäßen Betrieb gemäß Position 1 dieser Anlage zu überwachen sind – Bauteileüberwachung.		X

#### Anlage 3 – Position 14

##### Überwachung der Leerlauf-Steuereinrichtung

Das OBD-System muss die elektrischen Teile der Leerlauf-Steuereinrichtung von damit ausgestatteten Motoren auf ordnungsgemäßen Betrieb gemäß Position 1 dieser Anlage überwachen.

#### Anlage 3 – Position 15

##### Dreiwegekatalysator

Das OBD-System muss den Dreiwegekatalysator damit ausgestatteter Motoren auf ordnungsgemäßen Betrieb überwachen:

	Diesel	Gas
a) Wirkungsgrad des Dreiwegekatalysators: die Fähigkeit des Katalysators, NO <sub>x</sub> und CO umzuwandeln – Leistungsüberwachung		X

## Anlage 4

**Bericht über die Übereinstimmung mit den technischen Vorschriften**

Dieser Bericht wird von der Typgenehmigungsbehörde gemäß den Absätzen 6.3.3 und 7.3 dieses Anhangs nach Prüfung eines OBD-Systems oder einer OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen ausgestellt, wenn das System oder die Familie den Vorschriften dieser Anlage entspricht.

Dieser Bericht muss die genaue Bezeichnung (einschließlich der Versionsnummer) dieser Anlage enthalten.

Ferner muss er die genaue Bezugnahme (einschließlich der Versionsnummer) auf diese Regelung enthalten.

Dieser Bericht umfasst ein Deckblatt, auf dem die endgültige Übereinstimmung des OBD-Systems oder der OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen sowie die folgenden fünf Punkte angegeben sind:

Position 1 Angaben über das OBD-System

Position 2 Angaben über die Übereinstimmung des OBD-Systems mit den technischen Vorschriften

Position 3 Angaben über Mängel

Position 4 Angaben über die Nachweisprüfungen des OBD-Systems

Position 5 Prüfprotokoll

Der technische Bericht muss einschließlich seiner Positionen mindestens die Angaben enthalten, die in den folgenden Beispielen wiedergegeben sind.

In den Bericht ist der Vermerk aufzunehmen, dass die Vervielfältigung oder Veröffentlichung dieses Berichts in Auszügen nur mit schriftlicher Genehmigung der unterzeichneten Typgenehmigungsbehörde gestattet ist.

Endgültiger Bericht über die Übereinstimmung

Die Dokumentation und das/die hiermit beschriebene OBD-System/OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen stimmt mit den Vorschriften der folgenden Regelung überein:

Regelung ... / Version ... / Datum des Inkrafttretens ... Kraftstoffart ...

Mit dieser Regelung wird folgende globale technische Regelung (GTR) umgesetzt:

GTR .../A + B/Version .../Datum ...

Der Bericht über die Übereinstimmung mit den technischen Vorschriften umfasst ... Seiten.

Ort, Datum: .....

Verfasser (Name und Unterschrift)

Typgenehmigungsbehörde (Name, Stempel)

Punkt 1 des Berichts über die Übereinstimmung mit den technischen Vorschriften (Beispiel)

Angaben über das OBD-System

1. Art der beantragten Genehmigung

<i>Beantragte Genehmigung</i>	
— Genehmigung eines einzelnen OBD-Systems	JA/NEIN
— Genehmigung einer OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen	JA/NEIN
— Genehmigung eines OBD-Systems als Mitglied einer zertifizierten OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen	JA/NEIN
— Erweiterung zwecks Einbeziehung eines neuen Motorsystems in eine OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen	JA/NEIN
— Erweiterung der Genehmigung zur Berücksichtigung einer Konstruktionsänderung am OBD-System	JA/NEIN
— Erweiterung der Genehmigung zur Berücksichtigung der Neueinstufung einer Funktionsstörung	JA/NEIN

## 2. Angaben über das OBD-System

<i>Genehmigung eines einzelnen OBD-Systems</i>	
— Art(en) <sup>(1)</sup> der Motorsystemfamilie (siehe gegebenenfalls Absatz 6.1 dieses Anhangs), oder Art(en) <sup>(1)</sup> des einzelnen Motorsystems/der einzelnen Motorsysteme	....
— Beschreibung der OBD (vom Hersteller herausgegeben): Zeichen und Datum	....
<i>Genehmigung einer OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen</i>	
— Liste der Motorenfamilie, die von der OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen betroffen werden (siehe gegebenenfalls 6.1)	....
— Typ <sup>(1)</sup> des Stamm-Motor-Systems innerhalb der OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen	....
— Liste der Motorentypen <sup>(1)</sup> innerhalb der OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen	....
— Beschreibung der OBD (vom Hersteller herausgegeben): Zeichen und Datum	....
<i>Genehmigung eines OBD-Systems als Mitglied einer zertifizierten OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen</i>	
— Liste der Motorenfamilie, die von der OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen betroffen werden (siehe gegebenenfalls 6.1)	....
— Typ <sup>(1)</sup> des Stamm-Motor-Systems innerhalb der OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen	....
— Liste der Motorentypen <sup>(1)</sup> innerhalb der OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen	....
— Name der Motorsystemfamilie, die die neue OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen betrifft (soweit anwendbar)	....
— Typ <sup>(1)</sup> des Motorsystems, das von dem neuen OBD-System betroffen ist	....
— Erweiterte Beschreibung der OBD (vom Hersteller herausgegeben): Zeichen und Datum	....
<i>Erweiterung zwecks Einbeziehung eines neuen Motorsystems in eine OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen</i>	
— (falls erforderlich, erweiterte) Liste der Motorenfamilien, die von der OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen betroffen werden (siehe gegebenenfalls 6.1)	....
— (falls erforderlich, erweiterte) Liste der Motorentypen <sup>(1)</sup> innerhalb der OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen	....
— aktualisierter (neuer oder unveränderter) Typ <sup>(1)</sup> des Stamm-Motor-Systems innerhalb der OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen	....
— Erweiterte Beschreibung der OBD (vom Hersteller herausgegeben): Zeichen und Datum	....
<i>Erweiterung der Genehmigung zur Berücksichtigung einer Konstruktionsänderung am OBD-System</i>	
— Liste der Motorfamilien, die (soweit zutreffend) von der Konstruktionsänderung betroffen sind	....
— Liste der Motorentypen, <sup>(1)</sup> die (soweit zutreffend) von der Konstruktionsänderung betroffen sind	....
— aktualisierter (sofern zutreffend, neuer oder unveränderter) Typ <sup>(1)</sup> des Stamm-Motor-Systems innerhalb der OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen	....

Geänderte Beschreibung der OBD (vom Hersteller herausgegeben): Zeichen und Datum	....
<i>Erweiterung der Genehmigung zur Berücksichtigung der Neueinstufung einer Funktionsstörung</i>	
— Liste der Motorfamilien, die (soweit zutreffend) von der Neueinstufung betroffen sind	....
— Liste der Motorentypen, <sup>(1)</sup> die (soweit zutreffend) von der Neueinstufung betroffen sind	....
Geänderte Beschreibung der OBD (vom Hersteller herausgegeben): Zeichen und Datum	....
<sup>(1)</sup> Wie in den Genehmigungsunterlagen angegeben.	

Punkt 2 des Berichts über die Übereinstimmung mit den technischen Vorschriften (Beispiel)

Angaben über die Übereinstimmung des OBD-Systems mit den technischen Vorschriften

1. Dokumentation

Die vom Hersteller in den Unterlagen zur OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen bereitgestellten Angaben sind vollständig und in Übereinstimmung mit den Vorschriften von Absatz 8 dieses Anhangs zu folgenden Positionen:	
— Dokumentation zu allen überwachten Bauteilen und Systemen	JA/NEIN
— Unterlagen zu jedem DTC	JA/NEIN
— -Dokumentation zur Klassifizierung der Funktionsstörungen	JA/NEIN
— Dokumentation zur Familie der Emissions-OBD	JA/NEIN
— Die gemäß Absatz 8.2 dieses Anhangs für den Einbau eines OBD-Systems in ein Fahrzeug erforderlichen Angaben sind vom Hersteller als Teil der Dokumentation vorgelegt worden, sie sind vollständig und entsprechen den Anforderungen dieses Anhangs:	JA/NEIN
— Der Einbau des mit dem OBD-System ausgerüsteten Motorsystems entspricht Anlage 1 dieses Anhangs:	JA/NEIN

2. Inhalt der Dokumentation

<i>Überwachung</i>	
Die Überwachungseinrichtungen entsprechen den Anforderungen von Abschnitt 4.2 dieses Anhangs:	JA/NEIN
<i>Klassifizierung</i>	
Die Klassifizierung der Funktionsstörungen entspricht den Anforderungen von Absatz 4.5 dieses Anhangs:	JA/NEIN
<i>MI-Betätigungsplan</i>	
Laut Absatz 4.6.3 dieses Anhangs ist der MI-Betätigungsplan:	Diskriminierend/ nicht diskrim.
Die Betätigung und das Erlöschen des Funktionsstörungsmelders entsprechen den Vorschriften von Absatz 4.6 dieses Anhangs:	JA/NEIN

<i>Aufzeichnen und Löschen von DTC</i>	
Das Aufzeichnen und Löschen von DTC entsprechen den Vorschriften der Absätze 4.3 und 4.4 dieses Anhangs:	JA/NEIN
<i>Deaktivierung des OBD-Systems</i>	
Die in den Unterlagen beschriebenen Strategien für ein kurzfristiges Abschalten oder Deaktivieren des OBD-Systems entsprechen den Vorschriften von Absatz 5.2 dieses Anhangs:	JA/NEIN
<i>Eingriffssicherheit elektronischer Systeme</i>	
Die vom Hersteller beschriebenen Maßnahmen für die Eingriffssicherheit elektronischer Systeme entsprechen der Vorschrift von Absatz 4.8 dieses Anhangs:	JA/NEIN

Punkt 3 des Berichts über die Übereinstimmung mit den technischen Vorschriften (Beispiel)

Angaben über Mängel

Zahl der Mängel des OBD-Systems	(Beispiel: 4 Mängel)
Die Mängel entsprechen den Vorschriften Absatz 6.4 dieses Anhangs:	JA/NEIN
<i>Mangel Nr. 1</i>	
— Gegenstand des Mangels	z. B. Messung der Harnstoffkonzentration (SCR) innerhalb festgelegter Toleranzen
— Dauer des Mangels	z. B. ein Jahr/sechs Monate nach dem Datum der Genehmigung
(Beschreibung der Mängel 2 bis n-1)	
<i>Mangel Nr. n</i>	
— Gegenstand des Mangels	z. B. Messung der NH <sub>3</sub> -Konzentration hinter dem SCR-System
— Dauer des Mangels	z. B. ein Jahr/sechs Monate nach dem Datum der Genehmigung

Punkt 4 des Berichts über die Übereinstimmung mit den technischen Vorschriften (Beispiel)

Nachweisprüfungen des OBD-Systems

1. Ergebnis der Prüfung des OBD-Systems

<i>Ergebnisse der Prüfung</i>	
Das in der vorstehenden Dokumentation über die Übereinstimmung mit den technischen Vorschriften beschriebene OBD-System ist erfolgreich gemäß Absatz 6 dieses Anhangs über den Nachweis der Übereinstimmung der Überwachungseinrichtungen und der Einstufungen von Funktionsstörungen gemäß Position 5 geprüft worden:	JA/NEIN
Einzelangaben zu den durchgeführten Demonstrationsprüfungen enthält Position 5.	

1.1. OBD-Systemprüfung auf dem Motorprüfstand

<i>Motor</i>	
— Motorname (Hersteller und Handelsnamen):	....

— Motortyp (wie in den Genehmigungsunterlagen angegeben)	....
— Motornummer (Seriennummer):	....
<hr/>	
<i>Von diesem Anhang betroffene Steuereinheiten (einschließlich elektronischer Motorsteuergeräte (ECU))</i>	
— Hauptfunktion:	....
— Kennnummer (Software und Kalibrierung):	....
<hr/>	
<i>Diagnoseinstrument (bei der Prüfung verwendetes Lesegerät)</i>	
— Hersteller:	....
— Typ:	....
— Software/Version	....
<hr/>	
<i>Angaben zur Prüfung</i>	
— Testumgebungsbedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit, Luftdruck):	....
— Ort der Prüfung (einschließlich Höhe über dem Meeresspiegel)	....
— Bezugskraftstoff:	....
— Motorschmieröl:	....
— Datum der Prüfung:	....

## 2. Nachweisprüfungen des Einbaus des OBD-Systems

Zusätzlich zur Demonstration des OBD-Systems/der OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen ist der Einbau des OBD-Systems/der OBD-Systeme innerhalb der OBD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen in einem Fahrzeug gemäß den Vorschriften von Anhang 9B Anlage 1 geprüft worden:	JA/NEIN
---	---------

## 2.1. Ergebnis der Prüfungen des Einbaus des OBD-Systems

<i>Ergebnisse der Prüfung</i>	
Wenn der Einbau des OBD-Systems an einem Fahrzeug geprüft wurde, ist der Einbau des OBD-Systems mit Erfolg gemäß Anhang 9B Anlage 1 geprüft worden?	JA/NEIN

## 2.2. Geprüfter Einbau

Falls der Einbau des OBD-Systems an einem Fahrzeug geprüft worden ist:

<i>Geprüftes Fahrzeug</i>	
— Fahrzeugname (Hersteller und Handelsnamen):	....
— Fahrzeugtyp:	....
— Fahrzeugkennnummer (VIN):	....

---

*Diagnoseinstrument (bei der Prüfung verwendetes Lesegerät)*

— Hersteller: ...

— Typ: ....

— Software/Version: ....

---

*Angaben zur Prüfung*— Ort und Datum: ....

---

Nachweisprüfung eines OBD-Systems																
- Allgemeines -		- Nachweis der Klassifizierung von Ausfällen -							- Nachweis der OBD-Leistung -							
		- Prüfung -		- Emissionsniveau -			- Klassifikation -		- Qualifizierung des verschlechterten Bauteils -			- Aktivierung des Störungsmelders MI -				
fehlerhafter Betriebszustand	Fehler-Code	Geprüft nach Position	Prüfzyklus	Über OTL	Unter OTL	Unter EL + X	Vom Hersteller vorgeschlagene Klassifizierung	Endgültige Klassifizierung (1)	Geprüft nach Position	Prüfzyklus	Qualifiziert	Geprüft nach Position	Prüfzyklus	Dauer-MI nach ... Zyklus	Kurzzeit-MI nach ... Zyklus	MI auf Anforderung nach ... Zyklus
Dosierventil des SCR-Systems	P2...	nicht geprüft		—	—	—	A	A	6.3.2.1	WHTC-Zyklus	ja	6.3.1.	WHTC-Zyklus	2.		
EGR-Ventil, elektrisch	P1...	nicht geprüft					A	B1	6.3.2.1	WHTC-Zyklus	ja	6.3.1.	WHTC-Zyklus		1.	
EGR-Ventil, mechanisch	P1...	nicht geprüft					B1	B1	6.3.2.1	WHTC-Zyklus	ja	6.3.1.	WHTC-Zyklus		2.	
EGR-Ventil, mechanisch	P1...	6.2.2	WHTC-Zyklus		X		B1	B1	nicht geprüft		ja					
EGR-Ventil, mechanisch	P1...	6.2.2	WHTC-Zyklus		X		B1	B1	6.3.2.1	WHTC-Zyklus	ja	6.3.1.	WHTC-Zyklus		2.	
Lufttemperaturfühler, elektrisch	P1...	nicht geprüft					B2	B2	6.3.2.2	WHTC-Zyklus	ja	6.3.1.	WHTC-Zyklus		1.	

- Allgemeines -		- Nachweis der Klassifizierung von Ausfällen -							- Nachweis der OBD-Leistung -							
		- Prüfung -		- Emissionsniveau -			- Klassifikation -		- Qualifizierung des verschlechterten Bauteils -			- Aktivierung des Störungsmelders MI -				
fehlerhafter Betriebszustand	Fehler-Code	Geprüft nach Position	Prüfzyklus	Über OTL	Unter OTL	Unter EL + X	Vom Hersteller vorgeschlagene Klassifizierung	Endgültige Klassifizierung (1)	Geprüft nach Position	Prüfzyklus	Qualifiziert	Geprüft nach Position	Prüfzyklus	Dauer-MI nach ... Zyklus	Kurzzeit-MI nach ... Zyklus	MI auf Anforderung nach ... Zyklus
Öltemperaturfühler, elektrisch	P1...	6.2.6	ETC			X	C	C	nicht geprüft		ja					

Hinweise: 1) Auf Antrag der Genehmigungsbehörde kann der Ausfall in eine andere als die vom Hersteller vorgeschlagene Klasse eingestuft werden.

Auf diesem Blatt sind nur solche Ausfälle aufgeführt, die hinsichtlich der Klassifizierung oder der Leistung geprüft oder die von der Genehmigungsbehörde neu eingestuft worden sind.

Eine Funktionsstörung kann auf ihre Einstufung (Klassifizierung) oder auf ihre Leistung oder auf beides geprüft werden.

Das Beispiel des mechanischen EGR-Ventils zeigt, wie jeder der drei Fälle in der Tabelle berücksichtigt wird.

## Anlage 5

**Information als Freeze Frame oder Datenstrom**

In den folgenden Tabellen sind die in den Absätzen 4.7.1.4. und 4.7.2 dieses Anhangs behandelten Angaben aufgeführt.

Tabelle 1

**Verbindliche Angaben:**

	Freeze Frame	Datenstrom
Berechnete Last (Motordrehmoment in Prozent des bei der jeweiligen Drehzahl verfügbaren Höchstdrehmoments)	x	x
Motordrehzahl	x	x
Kühlmitteltemperatur (oder gleichwertige)	x	x
Luftdruck (unmittelbar gemessen oder geschätzt)	x	x

Tabelle 2

**Fakultative Angaben zur Drehzahl und zur Last:**

	Freeze Frame	Datenstrom
Vom Fahrer angefordertes Motordrehmoment (in Prozent des Höchstdrehmoments des Motors)	x	x
Tatsächliches Motordrehmoment (berechnet in Prozent des Höchstdrehmoments des Motors, das z. B. aus der angeforderten Kraftstoffmengenberechnung berechnet wird)	x	x
Höchstdrehmoment des Bezugsmotors		x
Höchstdrehmoment des Bezugsmotors in Abhängigkeit von der Motordrehzahl		x
Zeitdauer seit dem Starten des Motors	x	x

Tabelle 3

**Fakultative Informationen, falls vom Emissions- oder OBD-System verwendet, um jedwede OBWHSCD-Information zu aktivieren oder zu deaktivieren**

	Freeze Frame	Datenstrom
Kraftstoffstand (z. B. als Prozentsatz des Nennvolumens des Kraftstoffbehälters) oder Kraftstofftankdruck (z. B. als Prozentsatz des nutzbaren Bereichs des Kraftstofftankdrucks), je nachdem, was zutrifft:	x	x
Motoröltemperatur	x	x
Fahrzeuggeschwindigkeit	x	x
Zustand der Kraftstoffqualitätsanpassung (aktiv/nicht aktiv) im Fall eines Gasmotors		x
Spannung des Motorsteuerrechners (für den Hauptsteuerchip)	x	x

Tabelle 4

**Fakultative Informationen, die der Motor (sofern entsprechend bestückt) erfasst oder berechnet:**

	Freeze Frame	Datenstrom
Absolute Drosselklappenstellung/Ansaugluft-Drosselklappenstellung (Stellung des Ventils zur Regelung der Ansaugluft)	x	x
Status des Dieselmotors/Steuerungs-Systems im Fall eines Systems mit geschlossenem Regelkreis (d. h. im Fall eines Kraftstoffdruck-Systems mit geschlossenem Regelkreis)	x	x
Druck im Kraftstoffverteiler	x	x
Einspritzsteuerdruck (d. h. Druck der Flüssigkeit, die die Kraftstoffeinspritzung steuert)	x	x
Repräsentative Kraftstoffeinspritzzeiten (Beginn der ersten Haupteinspritzung)	x	x
Angeforderter Druck im Kraftstoffverteiler	x	x
Angeforderter Einspritzsteuerdruck (d. h. Druck der Flüssigkeit, die die Kraftstoffeinspritzung steuert)	x	x
Ansauglufttemperatur	x	x
Umgebungslufttemperatur	x	x
Lufttemperatur am Einlass/Auslass des Turboladers (Verdichter und Turbine)	x	x
Druck am Einlass/Auslass des Turboladers (Verdichter und Turbine)	x	x
Ladelufttemperatur (hinter ggf. eingebautem Ladeluftkühler)	x	x
Tatsächlicher Ladedruck	x	x
Luftdurchsatz vom Luftmassenmesser	x	x
Angeforderte Betätigung/Stellung des EGR-Ventils (sofern die Abgasrückführung damit ausgestattet ist)	x	x
Tatsächliche Betätigung/Stellung des EGR-Ventils	x	x
Status des Nebenabtriebs (aktiv oder nicht aktiv)	x	x
Stellung des Gaspedals	x	x
Redundante absolute Pedalstellung	x	falls gemessen
Momentaner Kraftstoffverbrauch	x	x
Angeforderter/Ziel-Ladedruck (falls mit dem Ladedruck der Turboladerbetrieb geregelt wird)	x	x
DPF-Einlassdruck	x	x
DPF-Auslassdruck	x	x
DPF-Differenzdruck	x	x
Druck des Abgases beim Verlassen des Motors	x	x
DPF-Einlasstemperatur	x	x

	Freeze Frame	Datenstrom
DPF-Auslasstemperatur	x	x
Temperatur des Abgases beim Verlassen des Motors	x	x
Drehzahl des Turboladers/der Turbine	x	x
Stellung der Turboladerschaufeln mit variabler Geometrie	x	x
Angeforderte Stellung der Turboladerschaufeln mit variabler Geometrie	x	x
Stellung des Überdruckventils	x	x
Ausgabe der Sonde für das Luft-Kraftstoff-Verhältnis		x
Ausgabe der Sauerstoffsonde		x
Sensorausgang des sekundären Sauerstoffsensors (falls zutreffend)		x
Ausgabe der NO <sub>x</sub> -Sonde		x

## Anlage 6

**Bezugsnormentexte**

Diese Anlage enthält die Bezugnahmen auf die Industrienormen, die gemäß den Bestimmungen dieses Anhangs bei der Bereitstellung einer der seriellen Kommunikationsschnittstelle zum Fahrzeug/Motor zu beachten sind. Es werden zwei zulässige Lösungen angegeben:

- a) ISO 27145 entweder mit ISO 15765-4 (CAN-Bus) oder mit ISO 13400 (TCP/IP);
- b) SAE J1939-73.

Darüber hinaus gibt es weitere ISO- oder SAE-Normen, die gemäß den Bestimmungen dieses Anhangs angewendet werden können.

Bei Verweisen in diesem Anhang auf ISO 27145 wird Bezug genommen auf:

- a) ISO 27145-1 Road vehicles — Implementation of WWH-OBD communication requirements — Part 1 — General Information and use case definitions;
- b) ISO 27145-2 Road vehicles — Implementation of WWH-OBD communication requirements — Part 2 — Common emissions-related data dictionary;
- c) ISO 27145-3 Road vehicles — Implementation of WWH-OBD communication requirements — Part 3 — Common message dictionary;
- d) ISO 27145-4 Road vehicles — Implementation of WWH-OBD communication requirements — Part 4 — Connection between vehicle and test equipment.

Bei Verweisen in diesem Anhang auf J1939-73 wird Bezug genommen auf:

J1939-73 „APPLICATION LAYER — DIAGNOSTICS“ aus dem Jahr 2011.

Bei Verweisen in diesem Anhang auf ISO 13400 wird Bezug genommen auf:

- a) FDIS 13400-1: 2011 Road vehicles — Diagnostic communication over Internet Protocol (DoIP) — Part 1: General information and use case definition;
  - b) FDIS 13400-3: 2011 Road vehicles — Diagnostic communication over Internet Protocol (DoIP) — Part 2: Network and transport layer requirements and services;
  - c) FDIS 13400-3: 2011 Road vehicles — Diagnostic communication over Internet Protocol (DoIP) — Part 3: IEEE 802.3 based wired vehicle interface;
  - d) [noch nicht abgeschlossen] 13400-4: 2011 Road vehicles — Diagnostic communication over Internet Protocol (DoIP) — Part 4: Ethernet-based high-speed data link connector.
-

## Anlage 7

**Leistungsüberwachung**

- A.7.1. Allgemeines
- A.7.1.1. Nachfolgend sind die Bestimmungen dazu festgelegt, wie in einigen Fällen der Nachweis der Leistungsüberwachung zu erbringen ist.
- A.7.2. Nachweis der Leistungsüberwachung
- A.7.2.1. Genehmigung der Klassifizierung von Fehlfunktionen
- A.7.2.1.1. Wie in Absatz 4.2.1.1 dieses Anhangs angegeben, ist im Fall der Leistungsüberwachung kein Vergleich mit den aktuellen Emissionswerten notwendig. Die Genehmigungsbehörde kann jedoch Prüfdaten anfordern, um nach Absatz 6.2 dieses Anhangs die Klassifizierung der Funktionsstörungen zu überprüfen.
- A.7.2.2. Genehmigung der vom Hersteller gewählten Leistungsüberwachung
- A.7.2.2.1. Bei der Genehmigungsentscheidung über die Wahl des Herstellers bezüglich der Leistungsüberwachung muss die Typgenehmigungsbehörde die vom Hersteller vorgelegten technischen Unterlagen berücksichtigen.
- A.7.2.2.2. Die vom Hersteller gewählte Leistungsschwelle für die fragliche Überwachungsfunktion ist am Stamm-Motor der OBD-Motorenfamilie festzulegen, und zwar während einer Qualifikationsprüfung, die folgendermaßen durchgeführt wird:
- A.7.2.2.2.1. Die Qualifikationsprüfung wird so durchgeführt, wie sie in Absatz 6.3.2 dieses Anhangs beschrieben ist.
- A.7.2.2.2.2. Die Leistungsabnahme des zu prüfenden Bauteils wird gemessen und dient anschließend als Leistungsschwelle für den Stamm-Motor der OBD-Motorenfamilie.
- A.7.2.2.3. Die für den Stamm-Motor genehmigten Leistungskriterien gelten als auf alle anderen Motoren der OBD-Motorenfamilie ohne weitere Nachweise anwendbar.
- A.7.2.2.4. Im Einvernehmen zwischen dem Hersteller und der Typgenehmigungsbehörde ist eine Anpassung der Leistungsschwelle an andere Motoren der OBD-Motorenfamilie möglich, um unterschiedliche Konstruktionsmerkmale (z. B. die Größe des AGR-Kühlers) zu berücksichtigen. Grundlage eines solchen Einvernehmens müssen technische Elemente sein, aus denen die Relevanz hervorgeht.
- A.7.2.2.4.1. Auf Verlangen der Typgenehmigungsbehörde kann auf einen zweiten Motor der OBD-Motorenfamilie das unter Abschnitt A.7.2.2.2 beschriebene Genehmigungsverfahren angewandt werden.
- A.7.2.3. Qualifizierung eines verschlechterten Bauteils
- A.7.2.3.1. Als Nachweis der OBD-Leistung der ausgewählten Überwachungsfunktion einer OBD-Motorenfamilie gilt ein verschlechtertes Bauteil für den Stamm-Motor einer OBD-Motorenfamilie gemäß Absatz 6.3.2 dieses Anhangs als qualifiziert.
- A.7.2.3.2. Wird gemäß Absatz A.7.2.2.4.1 ein zweiter Motor geprüft, so gilt das verschlechterte Bauteil für diesen zweiten Motor gemäß Abschnitt 6.3.2 dieses Anhangs als qualifiziert.
- A.7.2.4. Nachweis der OBD-Leistung
- A.7.2.4.1. Der Nachweis der OBD-Leistung ist gemäß den Anforderungen in Absatz 7.1.2 dieses Anhangs unter Verwendung des qualifizierten verschlechterten Bauteils, welches für den Gebrauch mit dem Stamm-Motor qualifiziert wurde, durchzuführen.
-

## Anlage 8

**Anforderungen für den Nachweis im Fall der Leistungsüberwachung eines Wandstrom-Partikelfilters (DPF)**

- A.8.1. Allgemeines
  - A.8.1.1. Nachfolgend ist das OBD-Nachweisverfahren beschrieben, das anzuwenden ist, falls der Filterprozess eines Wandstrom-Partikelfilters (DPF) der Leistungsüberwachung unterliegt.
    - A.8.1.2. Ein verschlechterter Wandstrom-DPF kann hergestellt werden, indem beispielsweise Löcher in das DPF-Substrat gebohrt werden oder indem die Abschlusskappen des DPF-Substrats abgeschliffen werden.
  - A.8.2. Qualifikationsprüfung
    - A.8.2.1. Prinzip
      - A.8.2.1.1. Ein verschlechterter Wandstrom-DPF gilt als ein „qualifiziertes verschlechertes Bauteil“, wenn unter den für diese Prüfung angegebenen Betriebsbedingungen des Motors der Druckabfall („Differenzdruck“) dieses verschlechterten Wandstrom-DPF den Druckabfall überschreitet, der in einem sauberen, nicht verschlechterten Wandstrom-DPF des gleichen Typs gemessen wurde, oder mindestens 60 % dieses Druckabfalls beträgt.
        - A.8.2.1.1.1. Der Hersteller muss nachweisen, dass dieser saubere und nicht verschlechterte Wandstrom-DPF zu dem gleichen Abgasgedruck führt wie der verschlechterte DPF vor seiner Verschlechterung.
      - A.8.2.2. Qualifizierungsprozess
        - A.8.2.2.1. Zur Qualifizierung eines verschlechterten Wandstrom-DPF muss der Motor, der mit diesem Wandstrom-DPF ausgestattet ist, unter konstanten Bedingungen betrieben werden und auf die Geschwindigkeit und die Last eingestellt werden, die für Modus 9 im WHSC-Prüfzyklus angegeben sind, welcher in Anhang 4 dieser Regelung beschrieben ist (normierte Drehzahl 55 % und normiertes Drehmoment 50 %).
        - A.8.2.2.2. Um einen verschlechterten Wandstrom-DPF als ein „qualifiziertes verschlechertes Bauteil“ zu qualifizieren, muss der Hersteller nachweisen, dass der Druckabfall dieses verschlechterten Wandstrom-DPF, welcher gemessen wird, wenn das Motorsystem unter den in Abschnitt A.8.2.2.1 angegebenen Bedingungen betrieben wird, nicht unterhalb des Prozentsatzes eines Druckabfalls bei einem sauberen und nicht verschlechterten DPF unter denselben Bedingungen liegt, der gemäß den Abschnitten A.8.2.1.1 und A.8.2.1.2 dieser Anlage anzuwenden ist.
      - A.8.2.3. Nachweis der OBD-Leistung
        - A.8.2.3.1. Der Nachweis der OBD-Leistung ist gemäß den Anforderungen in Absatz 7.1.2 dieses Anhangs mit dem entsprechend qualifizierten verschlechterten Wandstrom-DPF durchzuführen, welcher am Stamm-Motor-System angebracht wurde.

## ANHANG 9C

**TECHNISCHE ANFORDERUNGEN ZUR BEWERTUNG DER BETRIEBSLEISTUNG VON ON-BOARD-DIAGNOSESYSTEMEN (OBD)**

## 1. ANWENDBARKEIT

In der vorliegenden Fassung ist dieser Anhang nur auf mit Selbstzündungsmotor ausgestattete Kraftfahrzeuge anwendbar.

## 2. FREI GELASSEN.

## 3. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

## 3.1. „Betriebsleistungsverhältnis“

Das Betriebsleistungsverhältnis (in-use performance ratio, IUPR) einer spezifischen Überwachungseinrichtung (monitor, m) des OBD-Systems ist:  $IUPR_m = \text{Zähler}_m / \text{Nenner}_m$

## 3.2. „Zähler“

Der Zähler einer spezifischen Überwachungseinrichtung m (Zähler<sub>m</sub>) gibt an, wie viele Male ein Fahrzeug in der Weise betrieben worden ist, dass alle erforderlichen Überwachungsbedingungen erfüllt wurden, damit jene spezifische Überwachungseinrichtung eine Funktionsstörung feststellt.

## 3.3. „Nenner“

Der Nenner einer spezifischen Überwachungseinrichtung m (Nenner<sub>m</sub>) gibt die Anzahl der Fahrereignisse des Fahrzeugs an, unter Berücksichtigung der für jene spezifische Überwachungseinrichtung spezifischen Bedingungen.

## 3.4. „Allgemeiner Nenner“

Der allgemeine Nenner zählt die Male, die ein Fahrzeug unter Berücksichtigung der allgemeinen Bedingungen betrieben worden ist.

## 3.5. Abkürzungen

IUPR Betriebsleistungsverhältnis

$IUPR_m$  Betriebsleistungsverhältnis einer bestimmten Überwachungseinrichtung m

## 4. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

Das OBD-System muss die Fähigkeit haben, die Betriebsleistungsdaten (Absatz 6) der in diesem Absatz spezifizierten OBD-Überwachungseinrichtung zu verfolgen, aufzuzeichnen, in einem Rechnerspeicher abzulegen und sie auf Anforderung hin zu übermitteln (Absatz 7).

Die Betriebsleistungsdaten einer Überwachungseinrichtung bestehen aus dem Zähler und dem Nenner, die die Berechnung des IUPR ermöglichen.

## 4.1. IUPR-Überwachungseinrichtungen

## 4.1.1. Gruppen von Überwachungseinrichtungen

Die Hersteller müssen im OBD-System Software-Algorithmen implementieren, um die Betriebsleistungsdaten der in der Anlage 1 zu diesem Anhang erwähnten Gruppen von Überwachungseinrichtungen zu verfolgen und zu melden.

Die Hersteller müssen im OBD-System keine Software-Algorithmen implementieren, um Betriebsleistungsdaten von gemäß Absatz 4.2.3 des Anhangs 9B kontinuierlich arbeitenden Überwachungseinrichtungen einzeln zu verfolgen und zu melden, wenn diese Überwachungseinrichtungen bereits Teil einer der in der Anlage 1 zu diesem Anhang erwähnten Gruppen von Überwachungseinrichtungen sind.

Die Betriebsleistungsdaten, die innerhalb einer Gruppe von Überwachungseinrichtungen unterschiedlichen Auspuffleitungen oder Motorenbanken zugeordnet sind, müssen gemäß Absatz 6 getrennt verfolgt und aufgezeichnet und gemäß Absatz 7 gemeldet werden.

## 4.1.2. Vielfach-Überwachungseinrichtungen

Für jede Gruppe von Überwachungseinrichtungen, für die eine Meldungsabgabe gemäß Absatz 4.1.1 gefordert ist, muss das OBD-System die Betriebsleistungsdaten für jede einzelne Überwachungseinrichtung jener Gruppe gemäß Absatz 6 getrennt verfolgen.

## 4.2. Beschränkte Nutzung der Betriebsleistungsdaten

Die Betriebsleistungsdaten eines einzelnen Fahrzeugs dienen der statistischen Bewertung der Betriebsleistung des OBD-Systems einer größeren Gruppe von Fahrzeugen.

Im Gegensatz zu anderen OBD-Daten dürfen die Betriebsleistungsdaten nicht für Schlussfolgerungen über die Verkehrstauglichkeit eines einzelnen Fahrzeugs herangezogen werden.

## 5. ANFORDERUNGEN AN DIE BERECHNUNG VON BETRIEBSLEISTUNGSKOEFFIZIENTEN

### 5.1. Berechnung des Betriebsleistungskoeffizienten

Für jede in diesem Anhang betrachtete Überwachungseinrichtung  $m$  wird der Betriebsleistungskoeffizient mit folgender Formel berechnet:

$$\text{IUPR}_m = \text{Zähler}_m / \text{Nenner}_m$$

Dabei werden der Zähler $_m$  und der Nenner $_m$  gemäß den Spezifikationen dieses Absatzes inkrementiert.

#### 5.1.1. Anforderungen an den Koeffizienten, wenn er vom System berechnet und gespeichert wird

Jeder IUPR $_m$ -Koeffizient muss einen Mindestwert von Null und einen Höchstwert von 7,99527 haben, mit einer Auflösung von 0,000122. <sup>(1)</sup>

Für ein bestimmtes Bauteil ist das Verhältnis gleich Null, wenn der entsprechende Zähler gleich Null und gleichzeitig der entsprechende Nenner nicht gleich Null ist.

Für ein bestimmtes Bauteil nimmt das Verhältnis den Höchstwert von 7,99527 an, wenn der entsprechende Nenner gleich Null ist oder wenn das Verhältnis zwischen dem tatsächlichen Zählerwert und dem Nenner den Höchstwert von 7,99527 überschreitet.

### 5.2. Anforderungen an die Inkrementierung des Zählers

Der Zähler darf nicht häufiger als einmal je Fahrzyklus inkrementiert werden.

Der Zähler einer spezifischen Überwachungseinrichtung muss dann, und nur dann, binnen 10 Sekunden inkrementiert werden, wenn in einem einzelnen Fahrzyklus folgende Kriterien erfüllt sind:

- a) Jede Überwachungsbedingung, die für die Überwachungseinrichtung des spezifischen Bauteils erforderlich ist, um eine Funktionsstörung festzustellen und einen potenziellen DTC abzuspeichern, einschließlich der Freigabekriterien, des Vorhandenseins oder Fehlens betreffender DTC, hinreichender Überwachungsdauer sowie einer Zuteilung diagnostischer Ausführungspriorität (z. B. Diagnose A ist vor Diagnose B auszuführen), ist erfüllt.

*Hinweis:* Für die Inkrementierung eines Zählers einer spezifischen Überwachungseinrichtung ist es möglicherweise nicht hinreichend, dass alle Überwachungskriterien erfüllt sind, die die betreffende Überwachungseinrichtung benötigt, um das Nichtvorhandensein einer Funktionsstörung festzustellen.

- b) Für Überwachungseinrichtungen, die innerhalb eines Fahrzyklus mehrere Stufen oder Ereignisse benötigen, um eine Funktionsstörung festzustellen, müssen alle Überwachungsbedingungen, die zum Abschluss aller Ereignisse erforderlich sind, erfüllt sein.
- c) Für Überwachungseinrichtungen, die für die Fehleridentifizierung verwendet werden und die erst nach der Abspeicherung eines potenziellen DTC in Funktion treten, müssen der Zähler und der Nenner gleich denen der Überwachungseinrichtung sein, die die ursprüngliche Funktionsstörung erfasst.
- d) Für Überwachungseinrichtungen, die eines Eingriffs bedürfen, um dem Vorhandensein einer Funktionsstörung nachzugehen, kann der Hersteller für die Inkrementierung des Zählers bei der Typgenehmigungsbehörde ein alternatives Verfahren zur Inkrementierung des Zählers beantragen. Dieses Alternativverfahren muss die gleiche Wirkung haben, wie ein Verfahren, das bei einer Funktionsstörung den Zähler inkrementiert hätte.

Für Überwachungseinrichtungen, die während einer Motorabschaltung laufen oder abgeschlossen haben, muss der Zähler binnen 10 Sekunden inkrementiert werden, nachdem die Überwachungseinrichtung während der Motorabschaltung abgeschlossen hat oder während der ersten 10 Sekunden des Motorstarts des darauffolgenden Fahrzyklus.

### 5.3. Anforderungen an die Inkrementierung des Nenners

#### 5.3.1. Allgemeine Inkrementierungsregeln

Der Nenner muss einmal pro Fahrzyklus inkrementiert werden, wenn während dieses Fahrzyklus

- a) der allgemeine Nenner gemäß Absatz 5.4 inkrementiert wird und
- b) der Nenner nicht gemäß Absatz 5.6 deaktiviert wird und
- c) sofern zutreffend, die einschlägigen Inkrementierungsregeln des Absatzes 5.3.2 erfüllt werden.

<sup>(1)</sup> Dieser Wert entspricht dem Höchstwert eines hexadezimalen Werts von 0xFFFF mit einer Auflösung von 0x1.

### 5.3.2. Zusätzliche, für Überwachungseinrichtungen spezifische Inkrementierungsregeln

#### 5.3.2.1. Spezifischer Nenner für Verdampfungssysteme (frei gelassen)

#### 5.3.2.2. Spezifischer Nenner für Sekundärluftsysteme (frei gelassen)

#### 5.3.2.3. Spezifischer Nenner für Komponenten / Systeme, die nur beim Motorstart wirksam sind

Zusätzlich zu den Anforderungen des Absatzes 5.3.1 Buchstaben a und b muss (müssen) der (die) Nenner für Überwachungseinrichtungen von Komponenten oder Systemen, die nur bei einem Motorstart wirksam sind, inkrementiert werden, wenn die Komponente oder Strategie mindestens 10 Sekunden lang auf „Ein“ gestellt wird.

Bei der Erfassung der Dauer des eingestellten „Ein“-Zustands kann das OBD-System zu einem späteren Zeitpunkt des Fahrzyklus die Eingriffszeiten einer Komponente oder Strategie außer Acht lassen, die lediglich dem Zweck der Überwachung dient.

#### 5.3.2.4. Spezifischer Nenner für Komponenten oder Systeme, die nicht andauernd auf Betrieb eingestellt werden

Zusätzlich zu den Anforderungen des Absatzes 5.3.1 Buchstaben a und b muss (müssen) der (die) Nenner für Überwachungseinrichtungen von Komponenten oder Systeme, die nicht andauernd auf Betrieb eingestellt werden (z. B. Systeme mit variablen Ventilsteuerzeiten – VVT – oder AGR-Ventile), inkrementiert werden, wenn jene Komponente oder jenes System im Verlauf des Fahrzyklus zwei oder mehr Male oder für eine aufgerechnete Dauer von mindestens 10 Sekunden auf Betrieb eingestellt wird (z. B. mit einem Befehl „ein“, „offen“, „geschlossen“, „gesperrt“), je nachdem, was zuerst eintritt.

#### 5.3.2.5. Spezifischer Nenner für Dieselpartikelfilter (DPF)

Zusätzlich zu den Anforderungen des Absatzes 5.3.1 Buchstaben a und b muss (müssen) der (die) Nenner für DPF mindestens in einem Fahrzyklus inkrementiert werden, wenn mindestens aufgerechnet 800 Fahrzeug-km oder mindestens 750 Minuten Motorlaufzeit seit der letzten Inkrementierung des Nenners zurückgelegt worden sind.

#### 5.3.2.6. Spezifischer Nenner für Oxidationskatalysatoren

Zusätzlich zu den Anforderungen des Absatzes 5.3.1 Buchstaben a und b muss (müssen) in mindestens einem Fahrzyklus der (die) Nenner für Überwachungseinrichtungen von Oxidationskatalysatoren, die für eine aktive DPF-Regenerierung eingesetzt werden, inkrementiert werden, wenn ein Regenerierungsereignis für eine Dauer von mindestens 10 Sekunden befohlen wird.

#### 5.3.2.7. Spezifischer Nenner für Hybride (frei gelassen)

### 5.4. Anforderungen an die Inkrementierung des allgemeinen Nenners

Der allgemeine Nenner muss binnen 10 Sekunden inkrementiert werden, wenn und nur wenn alle folgenden Kriterien während eines einzelnen Fahrzyklus erfüllt werden:

a) Seit dem Beginn des Fahrzyklus wurden für eine aufgerechnete Zeit von mindestens 600 Sekunden folgende Bedingungen aufrechterhalten:

i) eine Höhe von weniger als 2 500 m über dem Meeresspiegel und

ii) eine Umgebungstemperatur von mindestens 266 K (-7 °C) und

iii) eine Umgebungstemperatur von höchstens 308 K (35 °C).

b) Aufgerechnete Motorbetriebszeit von mindestens 300 Sekunden bei mindestens 1 150 Umdrehungen pro Minute unter den Bedingungen des obigen Unterabsatzes a; der Hersteller darf alternativ zur Bedingung von 1 150 Umdrehungen pro Minute die Bedingung von mindestens 15 % der errechneten Last oder einen Fahrzeugbetrieb bei mindestens 40 km/h anwenden.

c) Dauerbetrieb im Leerlauf (z. B. bei vom Fahrer freigelassenem Gaspedal eine Fahrzeuggeschwindigkeit von höchstens 1,6 km/h oder eine Motordrehzahl von höchstens 200 Umdrehungen pro Minute über dem normalen Leerlauf im warmgelaufenem Zustand) während mindestens 30 Sekunden unter den Bedingungen des obigen Unterabsatzes a.

### 5.5. Anforderungen für die Inkrementierung des Zündzykluszählers

Der Zündzykluszähler muss einmal, und nur einmal pro Motorstart inkrementiert werden.

### 5.6. Abschaltung der Inkrementierung der Zähler, der Nenner und der allgemeinen Nenner

#### 5.6.1. Binnen 10 Sekunden nach der Feststellung einer Funktionsstörung (d. h. nach dem Abspeichern eines potenziellen oder eines bestätigten und aktiven DTC), die eine Überwachungseinrichtung außer Betrieb setzt, muss das OBD-System für jede außer Betrieb gesetzte Überwachungseinrichtung weitere Inkrementierungen der betreffenden Zähler und Nenner abschalten.

Wenn die Funktionsstörung nicht weiter festgestellt wird (z. B. Löschung des potenziellen DTC durch Selbstabschaltung oder durch ein Diagnosetool), muss die Inkrementierungsfunktion binnen 10 Sekunden wieder eingeschaltet werden.

- 5.6.2. Binnen 10 Sekunden nach dem Betriebsbeginn eines Nebenabtriebs (PTO), wobei gemäß Absatz 5.2.5 des Anhangs 9B eine Überwachungseinrichtung abgeschaltet werden darf, muss das OBD-System für jede abgeschaltete Überwachungseinrichtung die weitere Inkrementierung der entsprechenden Zähler und Nenner abstellen.

Wenn der PTO-Betrieb endet, muss die Inkrementierungsfunktion der entsprechenden Zähler und Nenner binnen 10 Sekunden wieder eingeschaltet werden.

- 5.6.3. Im Fall einer Funktionsstörung (d. h. Abspeicherung eines potenziellen oder bestätigten und aktiven DTC), die die Feststellung verhindert, ob die in Absatz 5.3 erwähnten Kriterien für den  $Nenner_m$  einer Überwachungseinrichtung  $m$  erfüllt sind <sup>(1)</sup>, muss das OBD-System weitere Inkrementierungen der  $Zähler_m$  und  $Nenner_m$  binnen 10 Sekunden unterdrücken.

Die Inkrementierungsfunktion der  $Zähler_m$  und  $Nenner_m$  muss binnen 10 Sekunden nach dem Beheben der Funktionsstörung (z. B. Löschen des potenziellen DTC durch Selbstabschaltung oder durch ein Diagnosetool) wieder eingeschaltet werden.

- 5.6.4. Im Fall einer Funktionsstörung (d. h. Abspeichern eines potenziellen oder bestätigten und aktiven DTC), die es verhindert festzustellen, ob die in Absatz 5.4 genannten Kriterien für den allgemeinen Nenner erfüllt sind, muss das OBD-System eine weitere Inkrementierung des allgemeinen Nenners binnen 10 Sekunden unterdrücken.

Die Inkrementierungsfunktion für den allgemeinen Nenner muss binnen 10 Sekunden wieder aktiviert werden, nachdem die Funktionsstörung nicht mehr vorhanden ist (z. B. ein durch Selbstabschaltung oder durch den Befehl eines Diagnosetools gelöschter vorläufiger Code).

Die Inkrementierung des allgemeinen Nenners darf durch keine andere Bedingung deaktiviert werden.

## 6. ANFORDERUNGEN FÜR DAS VERFOLGEN UND AUFZEICHNEN VON BETRIEBSLEISTUNGSDATEN

Für jede in der Anlage 1 dieses Anhangs erwähnte Gruppe von Überwachungseinrichtungen muss das OBD-System die Zähler und Nenner für jede der spezifischen Überwachungseinrichtungen, die in der Anlage 3 des Anhangs 9B aufgelistet sind und zu jener Gruppe gehören, getrennt verfolgen.

Es soll lediglich der Zähler und Nenner für jene spezifische Überwachungseinrichtung gemeldet werden, deren numerisches Verhältnis das kleinste ist.

Wenn zwei oder mehr spezifische Überwachungseinrichtungen das gleiche Verhältnis aufweisen, sind Zähler und Nenner für jene spezifische Überwachungseinrichtung zu melden, deren Nenner den höchsten Wert innerhalb der spezifischen Gruppe von Überwachungseinrichtungen hat.

Um unvoreingenommen die geringste Verhältniszahl einer Gruppe zu bestimmen, dürfen nur die explizit als jener Gruppe zugehörig bezeichneten Überwachungseinrichtungen in Betracht gezogen werden (z. B. wird ein  $NO_x$ -Sensor in der Gruppe der Überwachungseinrichtungen von „Abgassensoren“ berücksichtigt und nicht in der Gruppe der „SCR-Sensoren“, falls er als eine der im Anhang 9B Anlage 3 Position 3 „SCR“ aufgelisteten Überwachungseinrichtungen eingesetzt wird).

Das OBD-System muss auch den allgemeinen Nenner und den Zündzykluszähler verfolgen und melden.

*Hinweis:* Nach Absatz 4.1.1 sind die Hersteller nicht dazu verpflichtet, in den OBD-Systemen Softwarealgorithmen zu implementieren, um Zähler und Nenner von dauernd funktionierenden Überwachungseinrichtungen zu verfolgen und zu melden.

## 7. ANFORDERUNGEN FÜR DAS SPEICHERN UND KOMMUNIZIEREN VON BETRIEBSLEISTUNGSDATEN

Das Kommunizieren der Betriebsleistungsdaten ist ein neuer Anwendungsfall, der in den drei vorhandenen Anwendungsfällen, die sich auf das Vorhandensein möglicher Funktionsstörungen beziehen, nicht enthalten ist.

### 7.1. Information über Betriebsleistungsdaten

Die im OBD-System gespeicherte Information über Betriebsleistungsdaten muss auf Off-Board-Anforderung gemäß Absatz 7.2 hin verfügbar sein.

Diese Information wird Typpenehmigungsbehörden mit Betriebsleistungsdaten versorgen.

Das OBD-System muss alle Information zur Verfügung stellen (nach der jeweiligen in Anlage 6 zu Anhang 9B aufgeführten Norm), die ein externes IUPR-Prüfgerät benötigt, um die Daten auszuwerten und Auskunft zu geben über:

- die Fahrzeug-Identifizierungsnummer (VIN);
- den Zähler und Nenner jeder Gruppe von Überwachungseinrichtungen, die vom System gemäß Absatz 6 gespeichert ist;
- den allgemeinen Nenner;
- den Wert des Zündzykluszählers;

<sup>(1)</sup> z. B. Fahrzeuggeschwindigkeit / Motordrehzahl / berechnete Last, Umgebungstemperatur, Höhe über dem Meeresspiegel, Leerlauf oder Betriebszeit.

- e) die Motorbetriebsstunden insgesamt;
- f) die bestätigten und aktiven DTCs für Funktionsstörungen der Klasse A;
- g) die bestätigten und aktiven DTCs für Funktionsstörungen der Klassen B1 und B2.

Diese Information muss über einen Nur-Lese-Zugang (d. h. ohne Möglichkeit zum Löschen) zugänglich sein.

#### 7.2. Zugang zu Betriebsleistungsdaten

Der Zugang zu Betriebsleistungsdaten ist nur gemäß den Normen der Anlage 6 des Anhangs 9B und der folgenden Absätze zu gewähren<sup>(1)</sup>.

Der Zugang zu den Betriebsleistungsdaten darf nicht von irgendeinem Zugangscode oder einer anderen Vorrichtung bzw. einem anderen Verfahren abhängen, die nur beim Hersteller oder seinen Lieferanten bezogen werden können. Die Interpretation der Betriebsleistungsdaten darf keine spezifische Entschlüsselungsinformation erfordern, sofern diese nicht öffentlich zugänglich ist.

Das Zugangsverfahren (d. h. der Zugangspunkt/Zugangsknoten) zu Betriebsleistungsdaten muss das gleiche sein, das für den Zugriff auf die gesamte OBD-Information angewendet wird. Dieses Verfahren muss den Zugang zur Gesamtheit der Betriebsleistungsdaten gewähren, die in diesem Anhang gefordert sind.

#### 7.3. Neuinitialisierung von Betriebsleistungsdaten

##### 7.3.1. Zurücksetzen auf Null

Jede Zahl darf nur dann auf Null zurückgesetzt werden, wenn die Zurücksetzung eines nichtflüchtigen Direktzugriffsspeichers (NVRAM) stattfindet (z. B. bei einer Umprogrammierung). Zahlen dürfen unter keinen anderen Umständen auf Null zurückgesetzt werden, selbst nicht, wenn der Befehl eines Diagnosetools zum Löschen von Fehlercodes empfangen wird.

##### 7.3.2. Zurücksetzen im Fall eines Speicherüberlaufs

Wenn entweder der Zähler oder der Nenner für eine spezifische Überwachungseinrichtung den Wert von  $65\,535 \pm 2$  erreicht, müssen zur Vermeidung von Überlaufproblemen beide Werte durch Zwei dividiert werden, bevor einer von beiden weiter inkrementiert wird.

Wenn der Zündzykluszähler den Höchstwert von  $65\,535 \pm 2$  erreicht, kann der Zündzykluszähler beim folgenden Zündzyklus auf Null durchdrehen, um Überlaufprobleme zu vermeiden.

Wenn der allgemeine Nenner den Höchstwert von  $65\,535 \pm 2$  erreicht, kann der allgemeine Nenner beim folgenden, der Definition des allgemeinen Nenners entsprechenden Fahrzyklus, auf Null durchdrehen, um Überlaufprobleme zu vermeiden.

---

<sup>(1)</sup> Der Hersteller darf eine zusätzliche Anzeige für die On-Board-Diagnose einsetzen, um Zugang zu Betriebsleistungsdaten zu erhalten, wie zum Beispiel ein am Armaturenbrett eingebautes Videogerät. Ein solches Zusatzsystem unterliegt nicht den Bestimmungen dieses Anhangs.

*Anlage 1***Gruppen von Überwachungseinrichtungen**

Die in diesem Anhang betrachteten Gruppen von Überwachungseinrichtungen sind:

**A Oxidationskatalysatoren**

Die Auflistung der spezifisch zu dieser Gruppe gehörenden Überwachungseinrichtungen befindet sich in Position 5 der Anlage 3 zu Anhang 9B.

**B Selektive katalytische Reduktionssysteme (SCR)**

Die Auflistung der spezifisch zu dieser Gruppe gehörenden Überwachungseinrichtungen befindet sich in Position 3 der Anlage 3 zu Anhang 9B.

**C Abgas- und Sauerstoffsensoren**

Die Auflistung der spezifisch zu dieser Gruppe gehörenden Überwachungseinrichtungen befindet sich in Position 13 der Anlage 3 zu Anhang 9B.

**D AGR-Systeme und VVT-Systeme**

Die Auflistung der spezifisch zu dieser Gruppe gehörenden Überwachungseinrichtungen befindet sich in den Positionen 6 und 9 der Anlage 3 zu Anhang 9B.

**E DPF-Systeme**

Die Auflistung der spezifisch zu dieser Gruppe gehörenden Überwachungseinrichtungen befindet sich in Position 2 der Anlage 3 zu Anhang 9B.

**F Ladedruckregler**

Die Auflistung der spezifisch zu dieser Gruppe gehörenden Überwachungseinrichtungen befindet sich in Position 8 der Anlage 3 zu Anhang 9B.

**G NO<sub>x</sub>-Adsorber**

Die Auflistung der spezifisch zu dieser Gruppe gehörenden Überwachungseinrichtungen befindet sich in Position 4 der Anlage 3 zu Anhang 9B.

**H Dreiwegekatalysator**

Die Auflistung der spezifisch zu dieser Gruppe gehörenden Überwachungseinrichtungen befindet sich in Position 15 der Anlage 3 zu Anhang 9B.

**I Verdampfungssteuerungssysteme (frei gelassen)****J Sekundärluftsysteme (frei gelassen)**

Eine bestimmte Überwachungseinrichtung darf nur einer dieser Gruppen zugehören.

---

## ANHANG 10

**ANFORDERUNGEN ZUR BEGRENZUNG DER OFF-CYCLE-EMISSIONEN (OCE) UND DER IM BETRIEB ABGEBENEN EMISSIONEN**

## 1. ANWENDBARKEIT

Nachfolgend sind die Leistungsanforderungen und das Verbot von Abschaltstrategien für Motoren und Fahrzeuge beschrieben, die nach der vorliegenden Regelung typgenehmigt wurden; mit ihnen soll eine wirksame Kontrolle der Emissionen in einem breiten Spektrum von Motorbetriebszuständen und Umgebungsbedingungen erreicht werden, die während des normalen Fahrzeugbetriebs auftreten. Nachfolgend sind auch die Prüfverfahren zur Prüfung der Off-Cycle-Emissionen während der Typgenehmigung und im tatsächlichen Betrieb des Fahrzeugs beschrieben.

Diesem Anhang liegt die weltweit harmonisierte Globale Technische Regelung (GTR) Nr. 10 für OCE zugrunde.

2. Frei gelassen. <sup>(1)</sup>

## 3. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

3.1. „Anlassen des Motors“ bedeutet den Vorgang vom Beginn des Anlassens des Motors bis zum Erreichen einer Motordrehzahl von  $150 \text{ min}^{-1}$ , unter der normalen Drehzahl im warmgelaufenen Betrieb (wie sie für Fahrzeuge mit einem automatischen Getriebe als Antriebsposition festgelegt ist).

3.2. „Warmlaufen des Motors“ bedeutet die hinreichende Betriebszeit des Fahrzeugs, bis die Kühlmitteltemperatur die Mindesttemperatur von  $70 \text{ °C}$  erreicht hat.

3.3. „Nenn Drehzahl“ bedeutet die vom Hersteller in seinen Kunden- und Werkstattunterlagen angegebene Motordrehzahl, bei der bei Volllast der Drehzahlbegrenzer einsetzt oder, wenn kein Drehzahlbegrenzer vorhanden ist, die Drehzahl, bei der die vom Hersteller in seinen Kunden- und Werkstattunterlagen angegebene Höchstleistung des Motors erreicht wird.

3.4. „Geregelte Schadstoffe“ bedeutet „gasförmige Schadstoffe“ und „Feinstaub“ (PM) gemäß Absatz 2 dieser Regelung.

## 4. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

Jedes Motorsystem und jedes Gestaltungselement, das die Emission der regulierten Schadstoffe beeinflussen kann, muss derart entworfen, konstruiert, zusammengebaut und montiert werden, dass der Motor und das Fahrzeug die Bestimmungen dieses Anhangs erfüllen können.

## 4.1. Verbot von Abschaltstrategien

Motorsysteme und Fahrzeuge dürfen nicht mit Abschaltstrategien bestückt werden.

4.2. Frei gelassen. <sup>(2)</sup>

## 5. LEISTUNGSANFORDERUNGEN

## 5.1. Emissionsstrategien

Emissionsstrategien müssen derart gestaltet sein, dass das Motorsystem im Normalbetrieb die Bestimmungen dieses Anhangs erfüllen kann. Der Normalbetrieb beschränkt sich nicht auf die Betriebsbedingungen des Absatzes 6.

## 5.1.1. Anforderungen an Standard-Emissionsstrategien (BES)

Eine BES darf nicht unterscheiden zwischen Betrieb gemäß einer einschlägigen Typgenehmigungs- oder Zertifizierungsprüfung und anderen Betriebsarten und darf nicht einen geringeren Emissionsschutz unter Bedingungen bieten, die in den einschlägigen Typgenehmigungs- oder Zertifizierungsprüfungen nicht ausdrücklich enthalten sind.

<sup>(1)</sup> Die Nummerierung der Absätze dieses Anhangs entspricht der der OCE-GTR Nr. 10. Einige Absätze der Globalen Technischen OCE-Regelung sind jedoch in diesem Anhang nicht von Belang.

<sup>(2)</sup> Die Nummerierung der Absätze dieses Anhangs entspricht der der OCE-GTR Nr. 10. Einige Absätze der Globalen Technischen OCE-Regelung sind jedoch in diesem Anhang nicht von Belang.

### 5.1.2. Anforderungen an zusätzliche Emissionsstrategien (AES)

Eine AES darf unter Betriebsbedingungen, die im normalen Fahrzeugbetrieb zu erwarten ist, die Wirksamkeit der Emissionskontrolle gegenüber einer BES nicht herabsetzen, es sei denn, die AES erfüllt eine der folgenden spezifischen Ausnahmen:

- a) Ihre Betriebsart ist in den einschlägigen Typprüfungen ausdrücklich enthalten, einschließlich der Off-Cycle-Prüfverfahren in Absatz 7 dieses Anhangs und in den Vorschriften über die Übereinstimmung im Betrieb, die in Absatz 9 dieser Regelung angegeben sind.
- b) Sie wird zu dem Zweck aktiviert, den Motor und/oder das Fahrzeug vor Schaden oder Unfällen zu schützen.
- c) Sie wird nur während des Startens und des Warmlaufens des Motors gemäß diesem Anhang aktiviert.
- d) Sie wird ersatzweise betrieben, um über die Kontrolle eines Typs regulierter Emissionen einen anderen Typ regulierter Emissionen unter speziellen Umgebungs- und Betriebsbedingungen zu kontrollieren, die in den Typprüfungs- oder Zertifizierungsprüfungen nicht ausdrücklich enthalten sind. Die Gesamtwirkung einer solchen AES muss darin bestehen, extreme Umweltbedingungen derart zu kompensieren, dass eine annehmbare Kontrolle aller regulierten Emissionen erzielt wird.

### 5.2. Weltweit harmonisierte nicht zu überschreitende Grenzwerte (World-harmonized Not-To-Exceed, WNTE) für gas- und partikelförmige Abgasemissionen

5.2.1. Abgasemissionen dürfen die einschlägigen Emissionsgrenzwerte des Absatzes 5.2.2 nicht überschreiten.

5.2.2. Es gelten folgende Emissionsgrenzwerte:

- a) für CO: 2 000 mg/kWh
- b) für THC: 220 mg/kWh
- c) für NO<sub>x</sub>: 600 mg/kWh
- d) für PM: 16 mg/kWh

### 6. UMGEBUNGS- UND BETRIEBSBEDINGUNGEN

Die WNTE-Emissionsgrenzwerte müssen eingehalten werden:

- a) bei jedem Luftdruck von mindestens 82,5 kPa;
- b) bei jeder Temperatur kleiner oder gleich dem mit Formel 5 für den spezifizierten Luftdruck berechneten Wert:

$$T = -0,4514 \times (101,3 - p_b) + 311 \quad (5)$$

Dabei gilt:

T die Temperatur der Umgebungsluft, K,

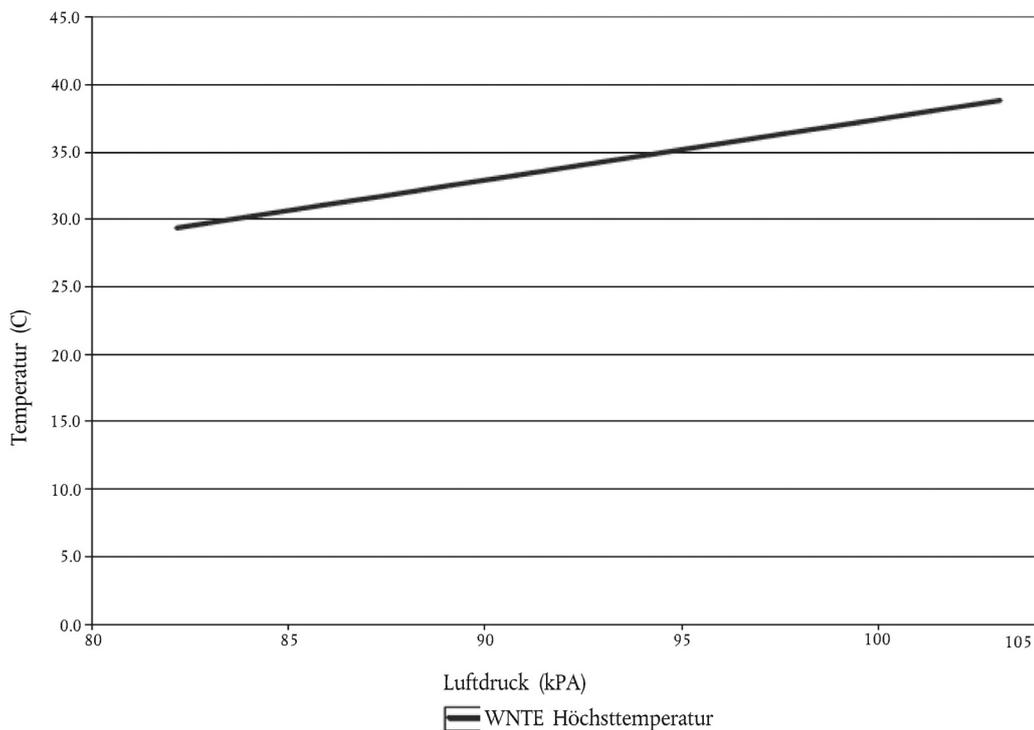
p<sub>b</sub> der barometrische Gesamtdruck, kPa,

- c) bei Motorkühlmitteltemperaturen über 343 K (70 °C).

Der anwendbare Druck der Umgebungsluft und die Temperaturbedingungen sind in der Abbildung 1 dargestellt.

WNTE-Bereich des Luftdrucks und der Lufttemperatur

Abbildung 1

**Darstellung des Drucks der Umgebungsluft und der Temperaturbedingungen****7. OFF-CYCLE-LABORPRÜFUNGEN UND FAHRZEUGMOTORPRÜFUNGEN BEI DER TYPGENEHMIGUNG**

Die Anforderungen an die Off-Cycle-Laborprüfungen gelten nicht für die Typgenehmigung von Fremdzündungsmotoren gemäß dieser Regelung.

**7.1. WNT-E-Kontrollbereich**

Der Kontrollbereich innerhalb der weltweit harmonisierten Grenzwerte (WNT-E-Kontrollbereich) ist durch die in den Absätzen 7.1.1 bis 7.1.6 definierten Bereiche der Motordrehzahl und Belastungspunkte definiert. Abbildung 2 veranschaulicht das Beispiel eines WNT-E-Kontrollbereichs.

**7.1.1. Motordrehzahlbereich**

Der WNT-E-Kontrollbereich muss alle Betriebsdrehzahlen enthalten, die zwischen dem 30-Prozent-Wert der kumulativen Drehzahlverteilung während des WHTC-Prüfzyklus liegen, einschließlich Leerlauf, ( $n_{30}$ ) und der Höchstdrehzahl, bei der 70 Prozent der Maximalleistung anfällt ( $n_{hi}$ ). Abbildung 3 zeigt ein Beispiel der kumulativen WNT-E-Drehzahlverteilung eines bestimmten Motors.

**7.1.2. Motordrehmomentbereich**

Der WNT-E-Kontrollbereich muss alle Belastungspunkte des Motors einschließen, bei denen das Drehmoment mindestens 30 Prozent des höchsten Drehmoments des Motors beträgt.

**7.1.3. Motorleistungsbereich**

Unbeschadet der Bestimmungen der Absätze 7.1.1 und 7.1.2 sind Drehzahl- und Belastungspunkte unter 30 Prozent der Maximalleistung des Motors vom WNT-E-Kontrollbereich der Emissionen auszuschließen.

**7.1.4. Anwendung des Konzepts der Motorenfamilie**

Grundsätzlich hat jeder Motor einer Familie für seine spezielle Drehmoment/Leistungskurve einen eigenen WNT-E-Kontrollbereich. Für Prüfungen unter Betriebsbedingungen muss der individuelle WNT-E-Kontrollbereich des jeweiligen Motors angewandt werden. Für Typgenehmigungsprüfungen (Zertifizierungen) nach dem Motorenfamilien-Konzept WHDC-GTR darf der Hersteller für die Motorenfamilie einen einheitlichen WNT-E-Kontrollbereich unter folgenden Maßgaben anwenden:

- a) Es darf ein einheitlicher Motordrehzahlbereich des WNTe-Kontrollbereichs angewendet werden, wenn die gemessenen Motordrehzahlen  $n_{30}$  und  $n_{hi}$  innerhalb  $\pm 3\%$  der vom Hersteller angegebenen Motordrehzahl liegen. Überschreitet eine der Motordrehzahlen diese Toleranz, so sind die gemessenen Motordrehzahlen für die Bestimmung des WNTe-Kontrollbereichs zu verwenden.
  
- b) Es darf ein einheitlicher Motordrehmoment-/Motorleistungs-Bereich des WNTe-Kontrollbereichs angewendet werden, wenn er den gesamten Bereich vom größten bis zum kleinsten Kennwert der Familie abdeckt. Alternativ dazu dürfen Motorkennwerte in unterschiedlichen WNTe-Kontrollbereichen gruppiert werden.

Abbildung 2

**Beispiel für einen WNTe-Kontrollbereich**

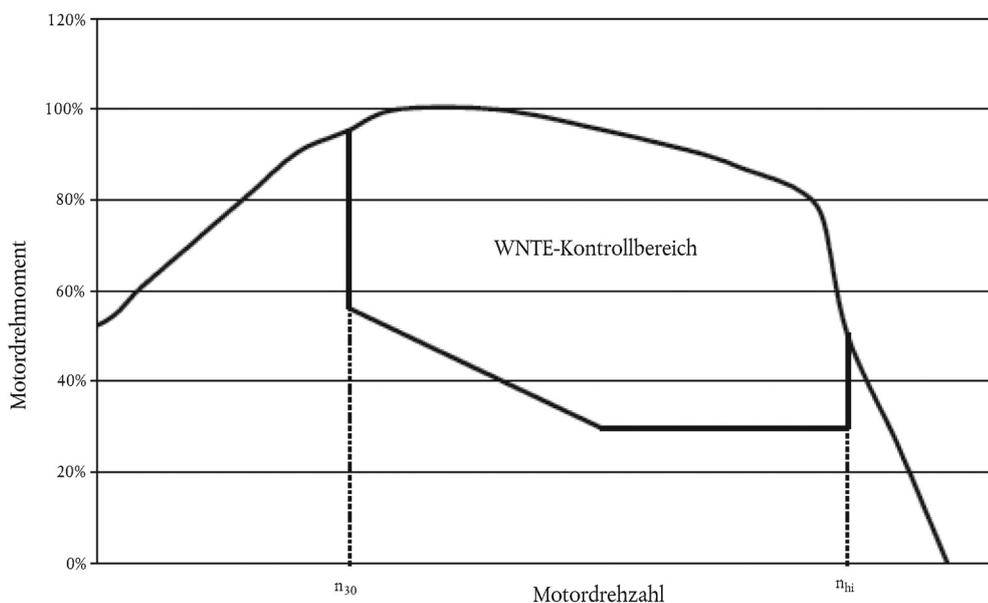
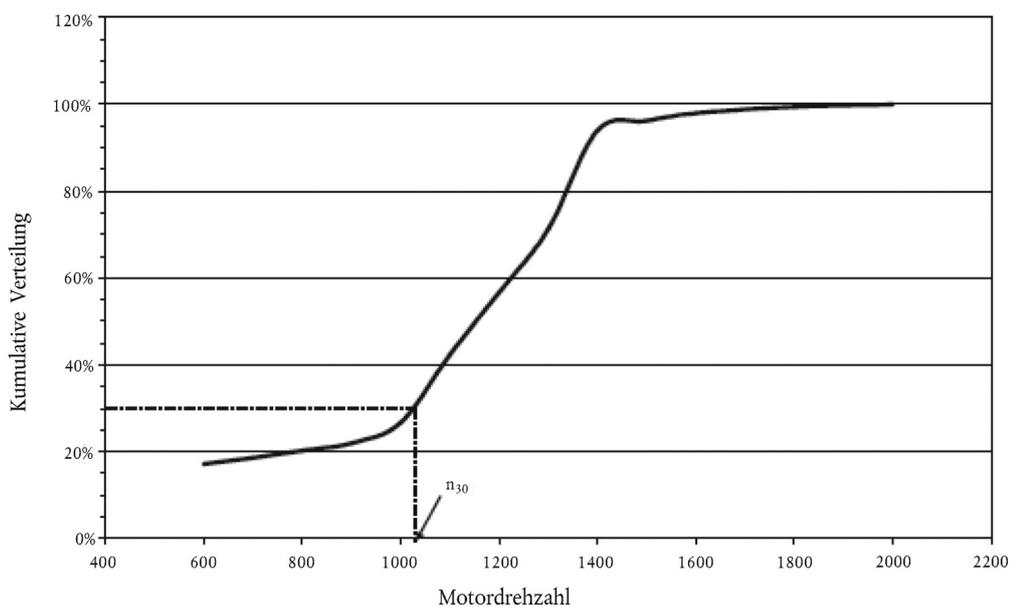


Abbildung 3

**Beispiel der kumulativen WNTe-Drehzahlverteilung**



#### 7.1.5. Ausklammern bestimmter WNTe-Betriebspunkte aus der Konformitätspflicht

Der Hersteller kann bei der Typgenehmigungsbehörde beantragen, dass bei der Zertifizierung/Typgenehmigung bestimmte Betriebspunkte aus dem in den Absätzen 7.1.1 bis 7.1.4 definierten WNTe-Kontrollbereich ausgeklammert werden. Die Typgenehmigungsbehörde kann diese Ausnahme genehmigen, wenn der Hersteller beweisen kann, dass der Motor in keiner Fahrzeugkombination in der Lage ist, bei diesen Betriebspunkten zu arbeiten.

#### 7.2. Mindestdauer und Probenahmefrequenz der WNTe-Prüfungen

7.2.1. Für die Feststellung der Übereinstimmung mit den WNTe-Emissionsgrenzwerten des Abschnittes 5.2 muss der Motor während mindestens 30 Sekunden innerhalb des WNTe-Kontrollbereichs gemäß Abschnitt 7.1 arbeiten und seine Emissionswerte müssen gemessen und integriert werden. Ein WNTe-Ereignis ist definiert als ein einzelner Satz von über die Zeit integrierten Emissionen. Wenn der Motor beispielsweise während 65 aufeinanderfolgenden Sekunden innerhalb des WNTe-Kontrollbereichs und der entsprechenden Umweltbedingungen arbeitet, stellt dies ein einzelnes WNTe-Ereignis dar und die Emissionen sind über die gesamten 65 Sekunden zu mitteln. Bei Laborprüfungen ist der in Abschnitt 7.5 angegebene Integrationszeitraum anzuwenden.

7.2.2. Wenn bei Motoren, die mit emissionsmindernden Vorrichtungen versehen sind, die periodische Regenerierungsereignisse einschließen, das Regenerierungsereignis während einer WNTe-Prüfung stattfindet, so muss der Mittelungszeitraum mindestens so lang sein wie die Zeit zwischen den Ereignissen, multipliziert mit der Anzahl kompletter Regenerierungsereignisse, die während der Beprobungsperiode stattfinden. Diese Anforderung gilt nur für Motoren, die ein elektronisches Startsignal für das Regenerierungsereignis abgeben.

7.2.3. Ein WNTe-Ereignis ist eine Sequenz von Datenerfassungen, die während des Motorbetriebs im WNTe-Kontrollbereich und während der Mindestdauer oder länger mit einer Frequenz von mindestens 1 Hz erfolgen. Die gemessenen Emissionsdaten sind über die Dauer jedes WNTe-Ereignisses zu mitteln.

#### 7.3. Betriebsprüfungen

Eine Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmesseinrichtungen (PEMS) ist bei der Typgenehmigung durchzuführen, indem der Stamm-Motor in einem Fahrzeug gemäß dem in Anlage 1 dieses Anhangs beschriebenen Verfahren geprüft wird.

7.3.1. Der Hersteller kann das für die Prüfung vorgesehene Fahrzeug auswählen, jedoch unterliegt die Fahrzeugauswahl der Zustimmung durch die Typgenehmigungsbehörde. Die Merkmale des für die Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmesseinrichtungen (PEMS) verwendeten Fahrzeugs müssen für die Fahrzeugklasse repräsentativ sein, die für das Motorsystem bestimmt ist. Bei dem Fahrzeug kann es sich um einen Prototyp handeln.

7.3.2. Auf Verlangen der Typgenehmigungsbehörde kann in einem Fahrzeug ein zusätzlicher Motor innerhalb der Motorenfamilie oder ein gleichartiger Motor, der einer anderen Fahrzeugklasse entspricht, geprüft werden.

#### 7.4. WNTe-Laborprüfungen

Wenn die Bestimmungen dieses Anhangs auf Laborprüfungen angewandt werden, gilt Folgendes:

7.4.1. Die spezifischen Massenemissionen geregelter Schadstoffe muss anhand auf Zufallsbasis im WNTe-Kontrollbereich bestimmter Messpunkte ermittelt werden. Alle diese Punkte müssen in drei über den Kontrollbereich auf Zufallsbasis definierten Rasterzellen liegen. Das Raster muss bei Motoren mit einer Nenndrehzahl unter  $3\,000\text{ min}^{-1}$  9 Zellen enthalten, bei Motoren mit einer Nenndrehzahl über  $3\,000\text{ min}^{-1}$  müssen es 12 Zellen sein. Die Raster sind folgendermaßen definiert:

a) Die Außengrenzen des Rasters fluchten mit dem WNTe-Kontrollbereich;

b) für 9-Zellen-Raster zwei vertikale Geraden, die mit gleichem Abstand zwischen den Motordrehzahlen  $n_{30}$  und  $n_{hi}$  verlaufen, für 12-Zellen-Raster drei vertikale Geraden, die mit gleichem Abstand zwischen den Motordrehzahlen  $n_{30}$  und  $n_{hi}$  verlaufen, und

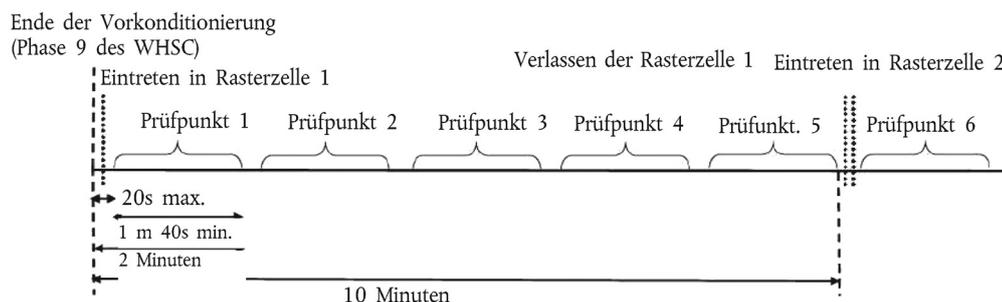
c) zwei Kurven des Motordrehmoments, welche jede vertikale Gerade innerhalb des Kontrollbereichs zwischen der Ober- und Untergrenze des WNTe gleich verteilt (in  $1/3$ -Abständen) schneiden.

Beispiele von Rastern für spezifische Motoren sind in den Abbildungen 5 und 6 dargestellt.

- 7.4.2. Von den drei ausgewählten Rasterzellen muss jede 5 auf Zufallsbasis bestimmte Prüfpunkte enthalten, so dass insgesamt 15 Zufallspunkte innerhalb des WNTE-Kontrollbereichs geprüft werden. Die Rasterzellen sind nacheinander zu prüfen, d. h. also, dass alle 5 Punkte einer Zelle geprüft worden sind, bevor man zur nächsten Rasterzelle übergeht. Die Prüfpunkte werden zu einem gestuften stationären Prüfzyklus zusammengefasst.
- 7.4.3. Die Reihenfolge der Rasterzellen und der Prüfpunkte innerhalb der Zellen sind auf einer Zufallsbasis zu bestimmen. Die 3 zu prüfenden Rasterzellen, die 15 Prüfpunkte, die Prüffolge der Rasterzellen und die Prüffolge der Punkte innerhalb einer Rasterzelle werden von der Typgenehmigungs- und Zertifizierungsbehörde unter Einsatz anerkannter statistischer Zufallsgenerierungsverfahren bestimmt.
- 7.4.4. Die mittlere spezifische Massenemission geregelter gasförmiger Schadstoffe darf die WNTE-Grenzwerte des Absatzes 5.2 nicht überschreiten, wenn sie über einen der Prüfzyklen in einer Rasterzelle mit 5 Prüfpunkten gemessen wird.
- 7.4.5. Die mittlere spezifische Massenemission geregelter partikelförmiger Schadstoffe darf die WNTE-Grenzwerte des Absatzes 5.2 nicht überschreiten, wenn sie über den vollen Prüfzyklus aller 15 Prüfpunkte gemessen wird.
- 7.5. Laborprüfverfahren
- 7.5.1. Nach dem Abschluss des WHSC-Prüfzyklus muss der Motor gemäß Phase 9 des WHSC während drei Minuten vorkonditioniert werden. Die Prüfsequenz muss unmittelbar nach dem Abschluss der Vorkonditionierungsphase beginnen.
- 7.5.2. Der Motor muss während 2 Minuten bei jedem der zufallsbestimmten Prüfpunkte betrieben werden. Diese Zeit schließt die Übergangsstufe vom vorhergehenden stationären Betriebspunkt mit ein. Die Übergänge zwischen den Prüfpunkten müssen für Motordrehzahl und Last linear verlaufen und eine Dauer von  $20 \pm 1$  Sekunden haben.
- 7.5.3. Die gesamte Prüfzeit vom Start bis zum Abschluss muss 30 Minuten betragen. Die Prüfung jedes Satzes von 5 gewählten Zufallspunkten in einer Rasterzelle muss 10 Minuten dauern, gemessen vom Start der Anfangsstufe am 1. Punkt bis zum Ende der stationären Messung am 5. Punkt. Abbildung 5 zeigt den Ablauf des Prüfverfahrens.
- 7.5.4. Die WNTE-Laborprüfung muss die Validierungsstatistik des Absatzes 7.7.2 von Anhang 4 erfüllen.
- 7.5.5. Die Messung der Emissionen muss gemäß den Absätzen 7.5, 7.7 und 7.8 des Anhangs 4 erfolgen.
- 7.5.6. Die Prüfergebnisse müssen gemäß Absatz 8 des Anhangs 4 berechnet werden.

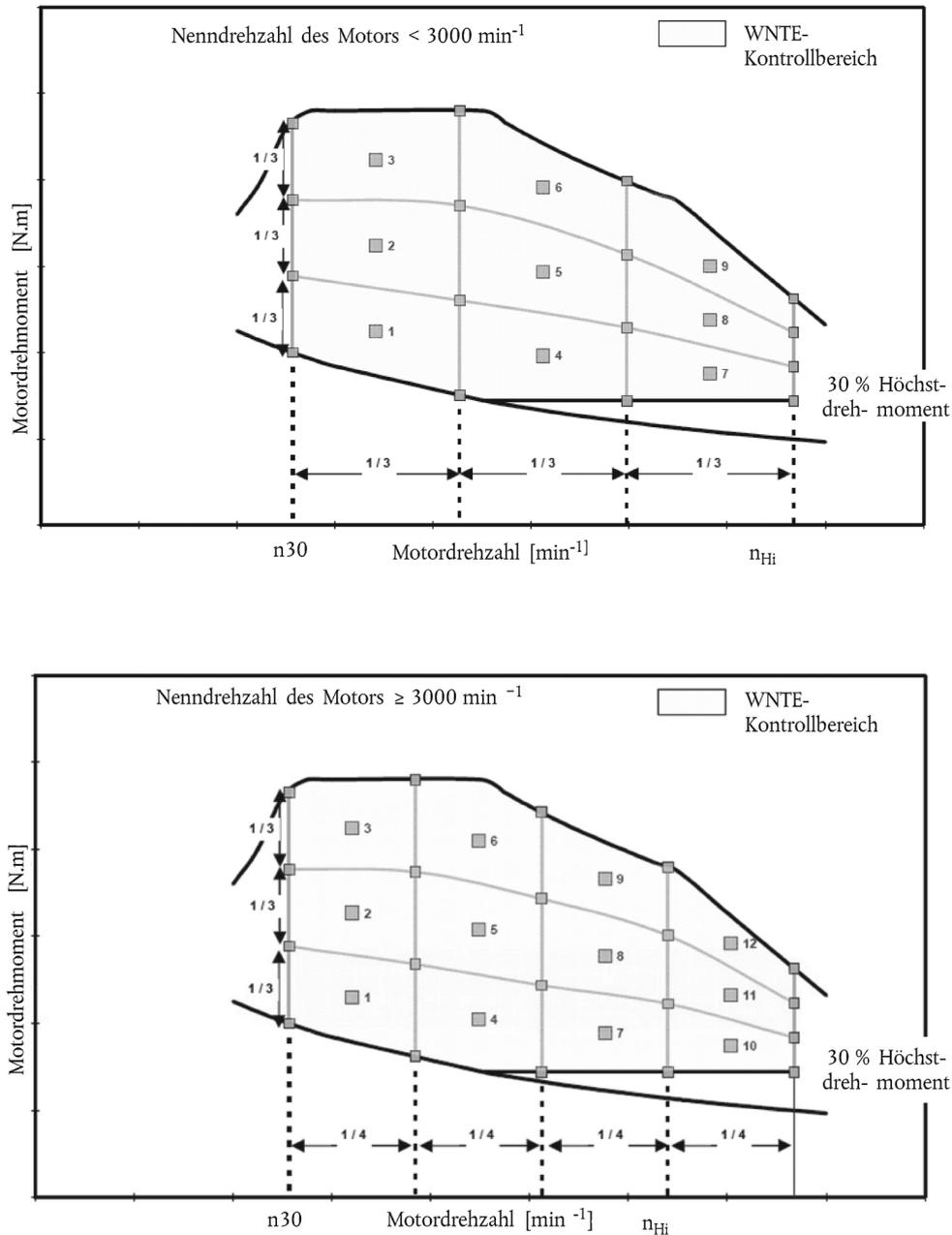
Abbildung 4

**Schema des Beginns des WNTE-Prüfzyklus**



Abbildungen 5 und 6

## Rasterung des WNTe-Prüfzyklus



## 7.6. Rundung

Jedes endgültige Prüfergebnis muss in einem Schritt auf die Anzahl der Dezimalstellen gerundet werden, die in der einschlägigen WHDC-Emissionsnorm angegeben ist, plus einer zusätzlichen signifikanten Stelle gemäß ASTM E 29-06. Es darf kein Zwischenergebnis, das zum endgültigen bremspezifischen Emissionsergebnis führt, gerundet werden.

8. FREI GELASSEN.
9. FREI GELASSEN.
10. ERKLÄRUNG ÜBER DIE ÜBEREINSTIMMUNG DER OFF-CYCLE-EMISSIONEN

Für den Antrag auf Typgenehmigung muss der Hersteller eine Erklärung vorlegen, aus der hervorgeht, dass die Motorenfamilie oder das Fahrzeug mit den Anforderungen dieser Regelung zur Begrenzung von Off-Cycle-Emissionen übereinstimmt. Neben dieser Erklärung ist die Übereinstimmung mit den geltenden Emissionsgrenzwerten und den Anforderungen im Betrieb anhand von zusätzlichen Prüfungen nachzuweisen.

#### 10.1. Muster einer Konformitätserklärung zu Off-cycle-Emissionen

Es folgt ein Muster einer Konformitätserklärung:

„(Name des Herstellers) bestätigt, dass die Motoren dieser Motorenfamilie alle Anforderungen dieses Anhangs erfüllen. (Name des Herstellers) gibt diese Erklärung in gutem Glauben ab, nachdem er eine angemessene technische Untersuchung der Emissionseigenschaften der Motoren seiner Motorenfamilie über den zutreffenden Bereich der Betriebs- und Umgebungsbedingungen durchgeführt hat.“

#### 10.2. Grundlage der Konformitätserklärung zu Off-cycle-Emissionen

Der Hersteller muss an seinem Standort die Belege aufbewahren, die alle Prüfdaten, technischen Untersuchungen und jede andere Information enthalten, auf denen seine OCE-Konformitätserklärung beruht. Der Hersteller muss der Zertifizierungs- oder Typgenehmigungsbehörde derartige Belege auf Anfrage vorlegen.

#### 11. DOKUMENTATION

Die Typgenehmigungsbehörde kann vom Hersteller die Einreichung einer Dokumentation verlangen. Diese muss alle Konstruktionsmerkmale und Emissionsminderungsstrategien des Motorsystems beschreiben sowie die Mittel, mit denen dessen Ausgangsvariablen kontrolliert werden, ob auf direktem oder indirektem Wege.

Die einzureichende Information enthält eine vollständige Beschreibung der Emissionsminderungsstrategie. Außerdem enthält sie Informationen über den Betrieb aller zusätzlichen Emissionsstrategien (AES) und Standard-Emissionsstrategien (BES), einschließlich einer Beschreibung der von jeder AES veränderten Parameter und der Grenzen, innerhalb derer die AES arbeiten, sowie Angaben darüber, welche AES und BES unter den Bedingungen des Prüfverfahrens dieses Anhangs voraussichtlich aktiv sind.

---

## Anlage 1

**Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmesseinrichtungen (PEMS) bei der Typgenehmigung**

## A.1.1. Vorbemerkung

In dieser Anlage wird das für die Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmesseinrichtungen (PEMS) bei der Typgenehmigung anzuwendende Verfahren beschrieben.

## A.1.2. Prüffahrzeug

A.1.2.1. Das für die Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmesseinrichtungen (PEMS) verwendete Fahrzeug muss für die Fahrzeugklasse repräsentativ sein, die für das Motorsystem bestimmt ist. Bei dem Fahrzeug kann es sich um einen Prototyp oder um ein angepasstes Serienfahrzeug handeln.

A.1.2.2. Die Verfügbarkeit und die Übereinstimmung der ECU-Streaming-Daten ist nachzuweisen (z. B. gemäß den Vorschriften von Anhang 8 Abschnitt 5 dieser Regelung).

## A.1.3. Prüfbedingungen

## A.1.3.1. Fahrzeugnutzlast

Im Einklang mit Anhang II beträgt die Fahrzeugnutzlast 50 – 60 Prozent der maximalen Fahrzeugnutzlast.

## A.1.3.2. Umgebungsbedingungen

Die Prüfung muss unter den in Anhang 8 Abschnitt 4.2 beschriebenen Umgebungsbedingungen durchgeführt werden.

A.1.3.3. Die Kühlmitteltemperatur richtet sich nach Absatz 4.3 von Anhang 8.

## A.1.3.4. Kraftstoff, Schmiermittel und Reagens

Kraftstoff, Schmieröl und Reagens für das Abgasnachbehandlungssystem richten sich nach den Vorschriften von Abschnitt 4.4 von Anhang 8.

## A.1.3.5. Anforderungen an die Fahrt und Betriebsanforderungen

Die Anforderungen an die Fahrt und die Betriebsanforderungen entsprechen den in Anhang 8 Abschnitte 4.5 bis 4.6.8 genannten.

## A.1.4. Bewertung der Emissionen

A.1.4.1. Die Prüfungen und die Prüfergebnisse sind nach den Bestimmungen von Anhang 8 Absatz 6 durchzuführen bzw. zu berechnen.

## A.1.5. Bericht

A.1.5.1. In einem technischen Bericht mit einer Beschreibung der Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmeseinrichtungen (PEMS) müssen die Tätigkeiten und Ergebnisse aufgeführt und mindestens die folgenden Angaben enthalten sein:

- a) Allgemeine Angaben gemäß Anhang 8 Absatz 10.1.1;
  - b) eine Erläuterung dahingehend, inwiefern das (die) für die Prüfung verwendete(n) Fahrzeug(e) für die Fahrzeugklasse repräsentativ ist (sind), die für das Motorsystem bestimmt ist;
  - c) Angaben zur Prüfausrüstung und zu den Prüfdaten gemäß Anhang 8 Absätze 10.1.3 und 10.1.4;
  - d) Angaben zum geprüften Motor gemäß Anhang 8 Absatz 10.1.5;
  - e) Angaben zum Fahrzeug, das für die Prüfung verwendet wird, gemäß Anhang 8 Absatz 10.1.6;
  - f) Angaben zur Prüfstrecke gemäß Anhang 8 Absatz 10.1.7;
  - g) Angaben zu momentan gemessenen und momentan errechneten Daten gemäß Anhang 8 Absätze 10.1.8 und 10.1.9;
  - h) Angaben zu durchschnittlichen und integrierten Daten gemäß Anhang 8 Absatz 10.1.10;
  - i) Positive/negative Ergebnisse gemäß Anhang 8 Absatz 10.1.11;
  - j) Angaben zum geprüften Motor gemäß Anhang 8 Absatz 10.1.12.
-

## ANHANG 11

**VORSCHRIFTEN ZUR GEWÄHRLEISTUNG DER VOLLEN WIRKUNG DER VORKEHRUNGEN FÜR DIE MINDERUNG DER NO<sub>x</sub>-EMISSIONEN**

## 1. VORBEMERKUNG

Nachfolgend sind die Anforderungen beschrieben, durch die das ordnungsgemäße Arbeiten von Einrichtungen zur Begrenzung der NO<sub>x</sub>-Emissionen gewährleistet wird. Dies beinhaltet auch Anforderungen für Fahrzeuge, die mit einem Reagens arbeiten, um Emissionen zu reduzieren.

## 2. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

Jedes Motorsystem, für das dieser Anhang gilt, muss so ausgelegt, konstruiert und eingebaut sein, dass es diese Anforderungen während der normalen Motorlebensdauer unter normalen Betriebsbedingungen erfüllt. Dabei ist es akzeptabel, wenn bei Motoren, deren Fahrleistung über die in Absatz 5 4 dieser Regelung festgelegte angemessene Einsatzdauer hinausgeht, die Leistung und Empfindlichkeit des Überwachungssystems gemindert ist.

## 2.1. Alternativgenehmigung

2.1.1. Frei gelassen. <sup>(1)</sup>

## 2.2. Vorgeschriebene Angaben

## 2.2.1. Für Motorsysteme, für die dieser Anhang gilt, macht der Hersteller in dem in Anhang 1 Anlage 4 genannten Formular ausführliche Angaben über die Funktions- und Betriebsmerkmale.

## 2.2.2. In seinem Antrag auf Typgenehmigung gibt der Hersteller die Eigenschaften aller Reagenzien an, die von einem Emissionsminderungssystem verbraucht werden. Diese Angaben umfassen die Arten und Konzentrationen, Betriebstemperaturen und Verweise auf internationale Normen.

## 2.2.3. Ausführliche schriftliche Angaben über die Funktions- und Betriebsmerkmale des Fahrerwarnsystems gemäß Absatz 4 und des Fahreraufforderungssystems gemäß Absatz 5 sind der Typgenehmigungsbehörde zum Zeitpunkt des Antrags auf Typgenehmigung zu übermitteln.

## 2.2.4. Beantragt ein Hersteller die Genehmigung eines Motors oder einer Motorenfamilie als selbstständige technische Einheit, so muss dieser Antrag in der in den Absätzen 3.1.3, 3.2.3 oder 3.3.3 dieser Regelung genannten Dokumentation die entsprechenden Anforderungen enthalten, die sicherstellen, dass das Fahrzeug bei Betrieb auf der Straße oder gegebenenfalls andernorts den Anforderungen dieses Anhangs entspricht. Diese Dokumentation muss Folgendes enthalten:

a) die ausführlichen technischen Anforderungen einschließlich der Bestimmungen für die Gewährleistung der Kompatibilität mit den Überwachungs-, Warn- und Aufforderungssystemen, die zum Zweck der Übereinstimmung mit den Anforderungen dieses Anhangs im Motorsystem vorhanden sind;

b) das Überprüfungsverfahren, das für den Einbau des Motors in das Fahrzeug eingehalten werden muss. Das Vorhandensein von Einbauvorschriften und ihre Angemessenheit können im Zuge des Verfahrens für die Genehmigung des Motorsystems überprüft werden.

Die in Buchstaben a und b genannte Dokumentation ist nicht erforderlich, wenn der Hersteller die Typgenehmigung eines Fahrzeugs hinsichtlich der Emissionen beantragt.

## 2.3. Betriebsbedingungen

## 2.3.1. Jedes Motorsystem, für das dieser Anhang gilt, muss seine emissionsmindernde Funktion unter allen auf dem Gebiet der betreffenden Region (z. B. Europäische Union) regelmäßig anzutreffenden Bedingungen und insbesondere bei niedrigen Umgebungstemperaturen gemäß Anhang 10 beibehalten.

## 2.3.2. Das System zur Überwachung der emissionsmindernden Einrichtungen muss unter folgenden Bedingungen arbeiten:

a) bei allen Umgebungstemperaturen zwischen 266 K und 308 K (-7 °C und 35 °C);

b) in allen Höhenlagen unter 1 600 m;

c) bei Motorkühlmitteltemperaturen über 343 K (70 °C).

Dieser Absatz gilt nicht für die Überwachung des Füllstands des Reagensbehälters, die unter allen Bedingungen, unter denen die Messung technisch durchführbar ist, vorzunehmen ist, einschließlich aller Bedingungen, bei denen ein flüssiges Reagensmittel nicht gefroren ist.

## 2.4. Frostschutz des Reagens

## 2.4.1. Der Hersteller kann gemäß den allgemeinen Anforderungen in Absatz 2.3.1 einen beheizten oder nicht beheizten Reagensbehälter und ein beheiztes oder nicht beheiztes Dosiersystem verwenden. Ein beheiztes System muss den Anforderungen in Absatz 2.4.2 entsprechen. Ein nicht beheiztes System muss den Anforderungen in Absatz 2.4.3 entsprechen.

<sup>(1)</sup> Dieser Absatz ist für künftige Alternativgenehmigungen bestimmt (z. B. Umsetzung der Euro VI-Bestimmungen in der Regelung Nr. 83).

- 2.4.1.1. Die Verwendung eines nicht beheizten Reagensbehälters und Dosiersystems ist in den schriftlichen Anweisungen an den Fahrzeugbesitzer anzugeben.
- 2.4.2. Beheizter Reagensbehälter und beheiztes Dosiersystem
- 2.4.2.1. Wenn das Reagens gefroren ist, muss der Hersteller gewährleisten, dass es innerhalb von maximal 70 Minuten, nachdem das Fahrzeug bei einer Umgebungstemperatur von 266 K (-7 °C) angelassen wurde, zur Verwendung bereitsteht.
- 2.4.2.2. Nachweis
- 2.4.2.2.1. Der Reagensbehälter und das Dosiersystem werden für 72 Stunden oder bis der Großteil des Reagens fest geworden ist auf 255 K (-18 °C) abgekühlt.
- 2.4.2.2.2. Nach der in Absatz 2.4.2.2.1 angegebenen Abkühlzeit ist der Motor anzulassen und bei einer Umgebungstemperatur von 266 K (-7 °C) folgendermaßen zu betreiben: 10 bis 20 Minuten im Leerlauf, danach bis zu 50 Minuten bei maximal 40 Prozent der Last.
- 2.4.2.2.3. Das Reagens-Dosiersystem muss am Ende der Prüfverfahren, die in den Absätzen 2.4.2.2.1 und 2.4.2.2.2 beschrieben sind, voll funktionsfähig sein.
- 2.4.2.2.4. Der Nachweis der Übereinstimmung mit den Anforderungen in Absatz 2.4.2.2 kann in einem Kälteprüfraum durchgeführt werden, der mit einem Motorprüfstand oder Fahrzeugprüfstand ausgestattet ist, oder kann auf Fahrzeugfeldprüfungen basieren, je nach Genehmigung der Typgenehmigungsbehörde.
- 2.4.3. Nicht beheizter Reagensbehälter und nicht beheiztes Dosiersystem
- 2.4.3.1. Das in Absatz 4 beschriebene Fahrerwarnsystem wird aktiviert, wenn bei einer Umgebungstemperatur von  $\leq 266$  K (-7 °C) keine Reagensdosierung auftritt.
- 2.4.3.2. Die in Absatz 5.4 beschriebene starke Aufforderungsmethode wird aktiviert, wenn bei einer Umgebungstemperatur von  $\leq 266$  K (-7 °C) nach maximal 70 Minuten nach Anlassen des Motors keine Reagensdosierung auftritt.
- 2.5. Jeder im Fahrzeug eingebaute Reagensbehälter muss mit einer Einrichtung ausgestattet sein, die das Entnehmen von Reagensproben ermöglicht, ohne dass dabei Informationen benötigt werden, die nicht an Bord des Fahrzeugs gespeichert sind. Die Probenahmereinrichtung muss leicht und ohne Spezialwerkzeug zugänglich sein. Schlüssel oder Systeme, die sich normalerweise an Bord des Fahrzeugs befinden und mit denen der Reagensbehälter verschlossen wird, gelten für den Zweck dieses Absatzes nicht als Spezialwerkzeuge.
3. ANWEISUNGEN FÜR DEN BETREIBER
- 3.1. Der Hersteller muss allen Besitzern neuer Fahrzeuge oder neuer Motoren, die gemäß dieser Verordnung typgenehmigt wurden, schriftliche Anweisungen über das Emissionsminderungssystem und seine ordnungsgemäße Funktion zukommen lassen.
- In diesen Anweisungen muss angegeben sein, dass der Fahrer von dem Warnsystem über ein Problem informiert wird, wenn das Emissionsminderungssystem nicht ordnungsgemäß arbeitet, und dass der Betrieb des Aufforderungssystems, wenn diese Warnung ignoriert wird, darin resultiert, dass das Fahrzeug nicht in der Lage ist, seine Aufgaben effizient durchzuführen.
- 3.2. Die Anweisungen müssen Anforderungen für die ordnungsgemäße Verwendung und die Instandhaltung der Fahrzeuge beinhalten, um deren Emissionsminderungsleistung beizubehalten, einschließlich gegebenenfalls für die ordnungsgemäße Verwendung von selbstverbrauchenden Reagenzien.
- 3.3. Die Anweisungen müssen klar, für Laien verständlich und in der Amtssprache oder den Amtssprachen des Mitgliedstaats abgefasst sein, in dem ein neues Fahrzeug oder ein neuer Motor in Verkehr gebracht oder zugelassen wird.
- 3.4. In den Anweisungen ist anzugeben, ob ein selbstverbrauchendes Reagens vom Fahrzeugbetreiber zwischen den planmäßigen Wartungen nachgefüllt werden muss. In den Anweisungen muss auch die erforderliche Reagensqualität angegeben sein. Darin muss auch beschrieben werden, wie der Reagensbehälter vom Fahrzeugbetreiber zu befüllen ist. Aus diesen Informationen muss auch hervorgehen, mit welchem Reagensverbrauch beim jeweiligen Fahrzeugtyp zu rechnen ist und wie häufig das Reagens nachgefüllt werden muss.
- 3.5. In den Anweisungen ist darauf hinzuweisen, dass die Verwendung und Nachfüllung eines erforderlichen Reagens der vorgeschriebenen Spezifikation wesentlich ist, damit das Fahrzeug den Anforderungen für die Ausstellung einer Übereinstimmungsbescheinigung für diesen Fahrzeugtyp entspricht.
- 3.6. In den Anweisungen ist deutlich zu machen, dass es strafbar sein kann, ein Fahrzeug zu betreiben, das nicht das für die Minderung seiner Schadstoffemissionen vorgeschriebene Reagens verbraucht.
- 3.7. In den Anweisungen ist zu erläutern, wie das Warnsystem und das Fahreraufforderungssystem funktionieren. Ferner sind die Folgen hinsichtlich der Fahrzeugleistung und der Störungsprotokolle zu erläutern, die entstehen, wenn das Warnsystem ignoriert wird, das Reagens nicht wieder aufgefüllt wird oder ein Problem nicht behoben wird.

#### 4. FAHRERWARNSYSTEM

- 4.1. Das Fahrzeug muss über ein Warnsystem verfügen, das den Fahrer durch ein optisches Signal darauf aufmerksam macht, dass der Reagensfüllstand niedrig ist, die Reagensqualität ungenügend ist, der Reagensverbrauch zu niedrig ist oder dass eine Fehlfunktion erkannt wurde, die durch einen unbefugten Eingriff entstanden sein könnte und das Fahreraufforderungssystem aktiviert, wenn sie nicht rechtzeitig behoben wird. Das Warnsystem muss auch dann aktiv sein, wenn das in Absatz 5 beschriebene Fahreraufforderungssystem aktiviert wurde.
- 4.2. Das in Anhang 9B beschriebene OBD-Anzeigesystem darf nicht für das Anzeigen der in Absatz 4.1 beschriebenen optischen Signale verwendet werden. Der Warnhinweis muss sich von jenem unterscheiden, der für die On-Board-Diagnose (d. h. MI – Fehlfunktionsanzeige) oder als Hinweis auf andere notwendige Wartungsarbeiten am Motor verwendet wird. Das Warnsystem oder die optischen Signale dürfen sich erst dann mittels eines Lesegerätes abschalten lassen, wenn die Ursache für die Aktivierung des Warnsignals behoben wurde. Die Bedingungen der Aktivierung und Deaktivierung des Warnsystems und der optischen Signale sind in Anlage 2 dieses Anhangs beschrieben.
- 4.3. Das Fahrerwarnsystem kann kurze Warnhinweise anzeigen, darunter Warnhinweise, die Folgendes deutlich anzeigen:
- a) die Entfernung, die noch gefahren werden kann oder die Zeit bis zur Aktivierung der schwachen oder einer starken Aufforderung,
  - b) die Drehmomentreduzierung,
  - c) die Bedingungen, unter denen sich das Fahrzeug wieder starten lässt.
- Das System, das verwendet wird, um die in diesem Abschnitt genannten Warnhinweise anzuzeigen, kann dasselbe sein, das auch für die On-Board-Diagnose oder andere Instandhaltungszwecke genutzt wird.
- 4.4. Der Hersteller kann festlegen, dass das Warnsystem ein akustisches Signal abgeben soll, um den Fahrer aufmerksam zu machen. Die Abschaltung von akustischen Signalen durch den Fahrer ist zulässig.
- 4.5. Das Fahrerwarnsystem wird gemäß den Absätzen 6.2, 7.2, 8.4 und 9.3 aktiviert.
- 4.6. Das Fahrerwarnsystem muss sich deaktivieren, wenn die Voraussetzungen für seine Aktivierung nicht mehr gegeben sind. Das Fahrerwarnsystem darf nur dann automatisch deaktiviert werden, wenn die Ursache seiner Aktivierung beseitigt wurde.
- 4.7. Das Warnsystem darf durch andere Warnsignale vorübergehend unterbrochen werden, sofern diese wichtige sicherheitsbezogene Hinweise anzeigen.
- 4.8. Eine Einrichtung, die dem Fahrer ermöglicht, die optischen Signale des Warnsystems zu dimmen, kann in Fahrzeugen zur Verfügung gestellt werden, die von Rettungskräften genutzt werden, oder in Fahrzeugen, die für den Einsatz durch die Streitkräfte, den Katastrophenschutz, die Feuerwehr und die Ordnungskräfte konstruiert und gebaut sind.
- 4.9. Die Verfahren zur Aktivierung und Deaktivierung des Fahrerwarnsystems sind in Anlage 2 zu diesem Anhang ausführlich beschrieben.
- 4.10. Ein Hersteller, der einen Antrag auf Typp Genehmigung nach dieser Regelung stellt, muss die Funktionsweise des Fahrerwarnsystems gemäß Anlage 1 zu diesem Anhang nachweisen.

#### 5. FAHRERAUFFORDERUNGSSYSTEM

- 5.1. Das Fahrzeug muss über ein zweistufiges Fahreraufforderungssystem verfügen, welches mit einer schwachen Aufforderung (einer Leistungseinschränkung) beginnt, auf die eine starke Aufforderung (effektive Deaktivierung des Fahrzeugbetriebs) folgt.
- 5.2. Die Anforderungen für ein Fahreraufforderungssystem gelten nicht für Motoren oder Fahrzeuge, die von Rettungskräften genutzt werden, oder für die Motoren bzw. Fahrzeuge, die für den Einsatz durch die Streitkräfte, den Katastrophenschutz, die Feuerwehr und die Ordnungskräfte konstruiert und gebaut sind. Die dauerhafte Deaktivierung des Fahreraufforderungssystems darf nur vom Motor- oder Fahrzeughersteller vorgenommen werden.
- 5.3. Schwache Aufforderung
- Die schwache Aufforderung muss das verfügbare Höchstdrehmoment des Motordrehzahlbereichs um 25 Prozent zwischen der Drehzahl bei maximalem Drehmoment und dem Anhaltepunkt des Motorreglers wie in Anlage 3 zu diesem Anhang beschrieben reduzieren. Das verfügbare reduzierte Höchstdrehmoment des Motors unterhalb des maximalen Drehmoments darf vor der Verringerung des Drehmoments das reduzierte Drehmoment bei dieser Drehzahl nicht übersteigen.
- Die schwache Aufforderung muss sich beim ersten Halt des Fahrzeugs aktivieren, nachdem die in den Absätzen 6.3, 7.3, 8.5 und 9.4 genannten Bedingungen eingetreten sind.
- 5.4. Starke Aufforderung
- Der Fahrzeug- oder Motorhersteller muss mindestens eine der in den Absätzen 5.4.1 bis 5.4.3 genannten starken Aufforderungsmethoden und das in Absatz 5.4.4 genannte System zur „Deaktivierung nach bestimmter Zeit“ einbauen.

- 5.4.1. Ein System zur „Deaktivierung nach Neustart“ muss die Fahrzeuggeschwindigkeit auf 20 km/h („Kriechgang“) beschränken, nachdem der Motor durch den Fahrer ausgeschaltet wurde („Zündung aus“).
- 5.4.2. Ein System zur Deaktivierung nach dem Tanken muss die Fahrzeuggeschwindigkeit auf 20 km/h („Kriechgang“) beschränken, nachdem der Füllstand des Kraftstofftanks um eine bestimmte Menge gestiegen ist, die 10 Prozent des Fassungsvermögens des Kraftstofftanks nicht übersteigen darf und von der Typgenehmigungsbehörde auf Grundlage der technischen Fähigkeiten der Füllstandsanzeige und einer Erklärung des Herstellers genehmigt wird.
- 5.4.3. Ein System zur Deaktivierung nach dem Parken muss die Fahrzeuggeschwindigkeit auf 20 km/h („Kriechgang“) beschränken, nachdem das Fahrzeug für eine Dauer von über einer Stunde abgestellt wurde.
- 5.4.4. Ein System zur Deaktivierung nach bestimmter Zeit muss die Fahrzeuggeschwindigkeit auf 20 km/h („Kriechgang“) beschränken, nachdem das Fahrzeug zum ersten Mal nach achtstündigem Motorbetrieb abgestellt wird, wenn vorher keines der Systeme, die in den Absätzen 5.4.1 bis 5.4.3 beschrieben sind, aktiviert wurde.
- 5.5. Das Fahreraufforderungssystem muss sich gemäß den Absätzen 6.3, 7.3, 8.5 und 9.4 aktivieren.
- 5.5.1. Wenn das Fahreraufforderungssystem die Aktivierung einer starken Aufforderung bedingt, bleibt die schwache Aufforderung aktiviert, bis die Fahrzeuggeschwindigkeit auf 20 km/h („Kriechgang“) beschränkt wurde.
- 5.6. Das Fahreraufforderungssystem muss sich deaktivieren, wenn die Voraussetzungen für seine Aktivierung nicht mehr gegeben sind. Das Aufforderungssystem darf nur dann automatisch deaktiviert werden, wenn die Ursache seiner Aktivierung beseitigt wurde.
- 5.7. Die Verfahren zur Aktivierung und Deaktivierung des Fahreraufforderungssystems sind in Anlage 2 zu diesem Anhang ausführlich beschrieben.
- 5.8. Ein Hersteller, der einen Antrag auf Typgenehmigung nach dieser Verordnung stellt, muss die Funktionsweise des Fahreraufforderungssystems gemäß Anlage 1 zu diesem Anhang nachweisen.
6. VERFÜGBARKEIT DES REAGENSMITTELS
- 6.1. Anzeige des Reagensfüllstands
- Das Fahrzeug muss über eine spezielle Anzeige auf dem Armaturenbrett verfügen, die den Fahrer deutlich über den Füllstand des Reagens in dessen Behälter informiert. Die minimal akzeptable Leistungsebene der Reagensfüllstandsanzeige beinhaltet, dass sie kontinuierlich den Füllstand anzeigt, während sich das Fahrerwarnsystem, auf das in Absatz 4 verwiesen wird, aktiviert, um Probleme hinsichtlich der Verfügbarkeit des Reagensmittels anzuzeigen. Die Reagens-Füllstandsanzeige kann in Form einer analogen oder digitalen Anzeige vorhanden sein und kann den Füllstand als Anteil des Fassungsvermögens des Tanks, die Menge des verbleibenden Reagensmittels oder die geschätzte verbleibende Fahrstrecke anzeigen.
- Die Reagens-Füllstandsanzeige ist in unmittelbarer Nähe der Kraftstoff-Füllstandsanzeige anzuordnen.
- 6.2. Aktivierung des Fahrerwarnsystems
- 6.2.1. Das in Absatz 4 angegebene Fahrerwarnsystem muss sich aktivieren, wenn der Füllstand des Reagensmittels weniger als 10 Prozent des Fassungsvermögens des Reagensbehälters beträgt, oder bei einem höheren vom Hersteller festgelegten Prozentsatz.
- 6.2.2. Der Warnhinweis muss dem Fahrer unmissverständlich anzeigen, dass der Reagensfüllstand niedrig ist. Wenn das Warnsystem ein System zur Anzeige von Warnhinweisen beinhaltet, muss das optische Signal mit einem Warnhinweis anzeigen, dass der Reagensfüllstand niedrig ist (z. B.: „niedriger Harnstoffpegel“, „niedriger AdBlue-Pegel“ oder „niedriger Reagenspegel“).
- 6.2.3. Das Warnsystem braucht zunächst nicht ununterbrochen aktiviert zu werden, die Aktivierung muss sich jedoch bis zur dauerhaften Aktivierung steigern, wenn sich der Füllstand des Reagens einem sehr niedrigen Prozentsatz des Fassungsvermögens des Reagensbehälters und dem Punkt nähert, an dem das Fahreraufforderungssystem aktiviert wird. Wenn die Aktivierung eine vom Hersteller festgelegte Ebene erreicht, muss der Fahrer eine Meldung erhalten, die hinreichend auffälliger ist, als diejenige an dem Punkt, an dem sich das Aufforderungssystem des Fahrers gemäß Absatz 6.3 aktiviert.
- 6.2.4. Die Dauerwarnung darf nicht einfach abgeschaltet werden oder unbeachtet bleiben können. Wenn das Warnsystem ein System zur Anzeige von Warnhinweisen beinhaltet, muss ein deutlicher Warnhinweis angezeigt werden (z. B.: „Harnstoff nachfüllen“, „AdBlue nachfüllen“ oder „Reagens nachfüllen“). Die Dauerwarnung darf durch andere Warnsignale vorübergehend unterbrochen werden, sofern diese wichtige sicherheitsbezogene Hinweise anzeigen.
- 6.2.5. Das Fahrerwarnsystem darf sich erst dann abschalten lassen, wenn das Reagens bis zu einem Füllstand nachgefüllt worden ist, der nicht die Aktivierung des Warnsystems erfordert.
- 6.3. Aktivierung des Fahreraufforderungssystems
- 6.3.1. Die in Absatz 5.3 beschriebene schwache Aufforderung ist in Betrieb zu setzen und muss sich dann gemäß den Bestimmungen des selben Abschnitts aktivieren, wenn der Füllstand im Reagensbehälter unter 2,5 % seines nominalen Fassungsvermögens sinkt oder unter einen vom Hersteller festgelegten höheren Prozentsatz.

- 6.3.2. Die in Absatz 5.4 beschriebene starke Aufforderung ist in Betrieb zu setzen und muss sich dann gemäß den Bestimmungen des selben Abschnitts aktivieren, wenn der Reagensbehälter leer ist (d. h. wenn das Dosiersystem nicht mehr in der Lage ist, Reagensmittel aus dem Behälter zu beziehen) oder, nach Ermessen des Herstellers, wenn der Füllstand unter 2,5 % seines nominalen Fassungsvermögens sinkt.
- 6.3.3. Die schwache oder starke Fahreraufforderung darf sich erst dann abschalten lassen, wenn das Reagens bis zu einem Füllstand nachgefüllt worden ist, der nicht die Aktivierung des Aufforderungssystems erfordert.
7. Überwachung der Reagensmittelqualität
- 7.1. Das Fahrzeug muss über eine Möglichkeit verfügen, um das Vorhandensein eines unzureichenden Reagensmittels an Bord eines Fahrzeugs zu ermitteln.
- 7.1.1. Der Hersteller muss eine minimal akzeptable Reagenskonzentration  $CD_{min}$  festlegen, die bedingt, dass die Abgasemissionen die in Absatz 5.3 dieser Regelung angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.
- 7.1.1.1. Während der in Absatz 4.10.7 dieser Regelung angegebenen Übergangszeit und auf Antrag des Herstellers für die Zwecke von Absatz 7.1.1 ist die Bezugnahme auf den in Absatz 5.3 dieser Regelung angegebenen  $NO_x$ -Emissionsgrenzwert durch den Wert 900 mg/kWh zu ersetzen.
- 7.1.1.2. Der korrekte Wert von  $CD_{min}$  ist während der Typgenehmigung durch das in Anlage 6 zu diesem Anhang festgelegte Verfahren nachzuweisen und in der erweiterten Dokumentation gemäß Absatz 5.1.4 dieser Regelung aufzuzeichnen.
- 7.1.2. Jede Reagenskonzentration unter  $CD_{min}$  ist zu ermitteln und gilt für die Zwecke von Absatz 7.1 als unzureichendes Reagensmittel.
- 7.1.3. Ein bestimmter Zähler („der Zähler für Reagensmittelqualität“) ist der Reagensmittelqualität zuzuordnen. Der Zähler für Reagensmittelqualität zählt die Motorbetriebsstunden, in denen ein unzureichendes Reagensmittel verwendet wurde.
- 7.1.4. Die Aktivierungs- und Deaktivierungskriterien und -mechanismen des Zählers für Reagensmittelqualität sind in Anlage 2 zu diesem Anhang ausführlich beschrieben.
- 7.1.5. Die Daten des Zählers für Reagensmittelqualität sind einheitlich gemäß den Bestimmungen in Anlage 5 zu diesem Anhang zur Verfügung zu stellen.
- 7.2. Aktivierung des Fahrerwarnsystems
- Wenn das Überwachungssystem erkennt oder gegebenenfalls bestätigt, dass die Reagensmittelqualität unzureichend ist, aktiviert sich das in Absatz 4 beschriebene Fahrerwarnsystem. Wenn das Warnsystem ein System zur Anzeige von Warnhinweisen beinhaltet, muss ein Warnhinweis angezeigt werden, aus dem der Grund für die Warnung hervorgeht (z. B.: „unzureichender Harnstoff erkannt“, „unzureichendes AdBlue erkannt“ oder „unzureichendes Reagens erkannt“).
- 7.3. Aktivierung des Fahreraufforderungssystems
- 7.3.1. Die in Absatz 5.3 beschriebene schwache Aufforderung muss in Betrieb genommen werden und sich anschließend gemäß den darin enthaltenen Bestimmungen aktivieren, wenn die Reagensmittelqualität nicht innerhalb von 10 Motorbetriebsstunden nach der Aktivierung des in Absatz 7.2 beschriebenen Fahrerwarnsystems berichtigt wurde.
- 7.3.2. Die in Absatz 5.4 beschriebene starke Aufforderung muss in Betrieb genommen werden und sich anschließend gemäß den darin enthaltenen Bestimmungen aktivieren, wenn die Reagensmittelqualität nicht innerhalb von 20 Motorbetriebsstunden nach der Aktivierung des in Absatz 7.2 beschriebenen Fahrerwarnsystems berichtigt wurde.
- 7.3.3. Die Zahl der Stunden vor der Aktivierung des Aufforderungssystems sind im Fall eines wiederholten Auftretens der Fehlfunktion gemäß den in Anlage 2 zu diesem Anhang beschriebenen Mechanismen zu reduzieren.
8. ÜBERWACHUNG DES REAGENSVERBRAUCHS
- 8.1. Das Fahrzeug muss mit einer Einrichtung ausgestattet sein, die den Reagensverbrauch erfasst und Daten zum Reagensverbrauch extern abrufbar macht.
- 8.2. Zähler für Verbrauch und Dosierung des Reagens
- 8.2.1. Dem Reagensverbrauch ist ein bestimmter Zähler zuzuordnen (der „Zähler für den Reagensverbrauch“) und ein weiterer der Dosierung des Reagens (der „Zähler für die Dosierung“). Die Zähler müssen die Zahl der Motorbetriebsstunden zählen, während derer ein inkorrekt er Reagensverbrauch bzw. eine Unterbrechung der Zufuhr des Reagensmittels auftritt.
- 8.2.2. Die Aktivierungs- und Deaktivierungskriterien und -mechanismen des Zählers für den Reagensverbrauch und des Zählers für die Dosierung sind in Anlage 2 zu diesem Anhang ausführlich beschrieben.

- 8.2.3. Die Daten des Zählers für den Reagensverbrauch und des Zählers für die Dosierung sind einheitlich gemäß den Bestimmungen in Anlage 5 zu diesem Anhang zur Verfügung zu stellen.
- 8.3. Überwachungsbedingungen
- 8.3.1. Der maximale Zeitraum für die Feststellung eines inkorrekten Reagensverbrauchs beträgt 48 Stunden oder eine Dauer, die dem Reagensbedarf von mindestens 15 Litern entspricht, je nachdem, welcher Zeitraum länger ist.
- 8.3.2. Zur Überwachung des Reagensverbrauchs sind mindestens folgende Betriebsgrößen des Fahrzeugs oder des Motors zu erfassen:
- a) der Füllstand des Reagensbehälters
  - b) der Reagensstrom oder die eingespritzte Reagensmenge, und zwar möglichst nahe am Punkt der Einleitung in das Abgasnachbehandlungssystem.
- 8.4. Aktivierung des Fahrerwarnsystems
- 8.4.1. Das in Absatz 4 beschriebene Fahrerwarnsystem aktiviert sich, wenn eine Abweichung von über 20 % zwischen dem durchschnittlichen Reagensverbrauch und dem durchschnittlichen Reagensbedarf des Motorsystems über einen vom Hersteller definierten Zeitraum erkannt wird, der nicht länger ist, als der in Absatz 8.3.1 beschriebene maximale Zeitraum. Wenn das Warnsystem ein System zur Anzeige von Warnhinweisen beinhaltet, muss ein Warnhinweis angezeigt werden, aus dem der Grund für die Warnung hervorgeht (z. B.: „Störung der Harnstoffzufuhr“, „Störung der AdBlue-Zufuhr“ oder „Störung der Reagenszufuhr“).
- 8.4.1.1. Bis zum Ende der in Absatz 4.10.7 dieser Regelung beschriebenen Übergangszeit aktiviert sich das in Absatz 4 beschriebene Fahrerwarnsystem, wenn eine Abweichung von über 50 % zwischen dem durchschnittlichen Reagensverbrauch und dem durchschnittlichen Reagensbedarf des Motorsystems über einen vom Hersteller definierten Zeitraum erkannt wird, der nicht länger ist als der in Absatz 8.3.1 beschriebene maximale Zeitraum.
- 8.4.2. Das in Absatz 4 beschriebene Fahrerwarnsystem aktiviert sich im Fall einer Unterbrechung der Reagenszufuhr. Wenn das Warnsystem ein System zur Anzeige von Warnhinweisen beinhaltet, muss ein entsprechender Warnhinweis angezeigt werden. Diese Aktivierung ist nicht erforderlich, wenn die Unterbrechung vom elektronischen Motorsteuergerät veranlasst wird, weil die Emissionsminderungsleistung unter den momentanen Betriebsbedingungen des Fahrzeugs keine Reagensdosierung erfordert.
- 8.5. Aktivierung des Fahreraufforderungssystems
- 8.5.1. Die in Absatz 5.3 beschriebene schwache Aufforderung muss in Betrieb genommen werden und sich anschließend gemäß den darin enthaltenen Bestimmungen aktivieren, wenn ein Fehler im Reagensverbrauch oder eine Unterbrechung der Reagenszufuhr nicht innerhalb von 10 Motorbetriebsstunden nach der Aktivierung des in den Absätzen 8.4.1 und 8.4.2 beschriebenen Fahrerwarnsystems berichtigt wurde.
- 8.5.2. Die in Absatz 5.4 beschriebene starke Aufforderung muss in Betrieb genommen werden und sich anschließend gemäß den darin enthaltenen Bestimmungen aktivieren, wenn ein Fehler im Reagensverbrauch oder eine Unterbrechung der Reagenszufuhr nicht innerhalb von 20 Motorbetriebsstunden nach der Aktivierung des in den Absätzen 8.4.1 und 8.4.2 beschriebenen Fahrerwarnsystems berichtigt wurde.
- 8.5.3. Die Zahl der Stunden vor der Aktivierung des Aufforderungssystems sind im Fall eines wiederholten Auftretens der Fehlfunktion gemäß den in Anlage 2 zu diesem Anhang beschriebenen Mechanismen zu reduzieren.
9. ÜBERWACHUNGSFEHLER, DIE AUF MANIPULATIONEN ZURÜCKZUFÜHREN SEIN KÖNNTEN
- 9.1. Zusätzlich zu dem Reagens-Füllstand im Behälter, der Reagensqualität und dem Reagensverbrauch werden die folgenden Fehler von dem System gegen unbefugte Eingriffe überwacht, da sie auf Manipulation zurückzuführen sein könnten:
- a) Störung der Funktion des AGR-Ventils;
  - b) Fehler des Systems zur Überwachung unbefugter Eingriffe, wie in Absatz 9.2.1 beschrieben.
- 9.2. Überwachungsanforderungen
- 9.2.1. Das System zur Überwachung unbefugter Eingriffe ist auf elektrische Störungen und auf die Entfernung oder Deaktivierung von Sonden hin zu überwachen, durch die die Diagnose von Fehlern nach den Absätzen 6 bis 8 unmöglich wird (Bauteilüberwachung).
- Eine nicht erschöpfende Liste an Sonden, deren Deaktivierung die Diagnoseleistung beeinträchtigt, umfasst beispielsweise solche, die die NO<sub>x</sub>-Konzentration direkt messen, Harnstoffsonden, Umgebungssonden und Sonden, die zur Überwachung von Reagenszufuhr, Reagensfüllstand oder Reagensverbrauch dienen.
- 9.2.2. Zähler für das AGR-Ventil
- 9.2.2.1. Einem AGR-Ventil, dessen Funktion gestört ist, ist ein bestimmter Zähler zuzuordnen. Der Zähler für das AGR-Ventil muss die Zahl der Motorbetriebsstunden zählen, wenn bestätigt wird, dass ein dem gestörten AGR-Ventil entsprechender Diagnose-Fehlercode aktiviert ist.

- 9.2.2.2. Die Aktivierungs- und Deaktivierungskriterien und -mechanismen des Zählers für das AGR-Ventil sind in Anlage 2 zu diesem Anhang ausführlich beschrieben.
- 9.2.2.3. Die Daten des Zählers für das AGR-Ventil sind einheitlich gemäß den Bestimmungen in Anlage 5 zu diesem Anhang zur Verfügung zu stellen.
- 9.2.3. Zähler für das Überwachungssystem
- 9.2.3.1. Jedem der in Buchstabe b Absatz 9.1 genannten Überwachungsfehler ist ein bestimmter Zähler zuzuordnen. Die Zähler für das Überwachungssystem müssen die Zahl der Motorbetriebsstunden zählen, wenn bestätigt wird, dass der Diagnose-Fehlercode, der einer Fehlfunktion des Überwachungssystems zugeordnet ist, aktiviert ist. Die Zusammenfassung mehrerer Fehlfunktionen auf einen einzelnen Zähler ist zulässig.
- 9.2.3.2. Die Aktivierungs- und Deaktivierungskriterien und -mechanismen der Zähler für das Überwachungssystem sind in Anlage 2 zu diesem Anhang ausführlich beschrieben.
- 9.2.3.3. Die Daten des Zählers für das Überwachungssystem sind einheitlich gemäß den Bestimmungen in Anlage 5 zu diesem Anhang zur Verfügung zu stellen.
- 9.3. Aktivierung des Fahrerwarnsystems
- Das in Absatz 4 beschriebene Fahrerwarnsystem muss sich aktivieren, wenn einer der in Absatz 9.1 genannten Fehler auftritt, und anzeigen, dass eine dringende Reparatur erforderlich ist. Wenn das Warnsystem ein System zur Anzeige von Warnhinweisen beinhaltet, muss ein deutlicher Warnhinweis mit dem Grund der Warnung angezeigt werden (z. B. „Dosierventil des Reagens abgetrennt“ oder „kritischer Emissionsfehler“).
- 9.4. Aktivierung des Fahreraufforderungssystems
- 9.4.1. Die in Absatz 5.3 beschriebene schwache Aufforderung muss in Betrieb genommen werden und sich anschließend gemäß den darin enthaltenen Bestimmungen aktivieren, wenn ein in Absatz 9.1 beschriebener Fehler nicht innerhalb von 36 Motorbetriebsstunden nach der Aktivierung des in Absatz 9.3 beschriebenen Fahrerwarnsystems behoben wurde.
- 9.4.2. Die in Absatz 5.4 beschriebene starke Aufforderung muss in Betrieb genommen werden und sich anschließend gemäß den darin enthaltenen Bestimmungen aktivieren, wenn ein in Absatz 9.1 beschriebener Fehler nicht innerhalb von 100 Motorbetriebsstunden nach der Aktivierung des in Absatz 9.3 beschriebenen Fahrerwarnsystems behoben wurde.
- 9.4.3. Die Zahl der Stunden vor der Aktivierung des Aufforderungssystems sind im Fall eines wiederholten Auftretens der Fehlfunktion gemäß den in Anlage 2 zu diesem Anhang beschriebenen Mechanismen zu reduzieren.
-

## Anlage 1

**Nachweisanforderungen**

- A.1.1. Allgemeines
- A.1.1.1 Der Hersteller muss der Typpgenehmigungsbehörde eine vollständige Dokumentation vorlegen, welche die Übereinstimmung des SCR-Systems mit den Anforderungen dieses Anhangs hinsichtlich dessen Fähigkeiten zur Überwachung und Aktivierung des Fahrerwarn- und -aufforderungssystems nachweist. Diese kann Folgendes beinhalten:
- a) Algorithmen und Entscheidungstabellen
  - b) Ergebnisse von Prüfungen und/oder Simulationen
  - c) den Verweis auf früher genehmigte Überwachungseinrichtungen usw.
- A.1.1.2. Die Übereinstimmung mit den Anforderungen dieses Anhangs ist im Laufe der Typpgenehmigung durch das Erbringen der folgenden Nachweise gemäß Tabelle 1 und dieser Anlage zu belegen:
- a) Nachweis der Aktivierung des Warnsystems;
  - b) Nachweis der Aktivierung der schwachen Aufforderung;
  - c) Nachweis der Aktivierung der starken Aufforderung.

Tabelle 1

**Veranschaulichung des Inhalts des Nachweisprozesses gemäß den Bestimmungen in den Absätzen A.1.3, A.1.4 und A.1.5.**

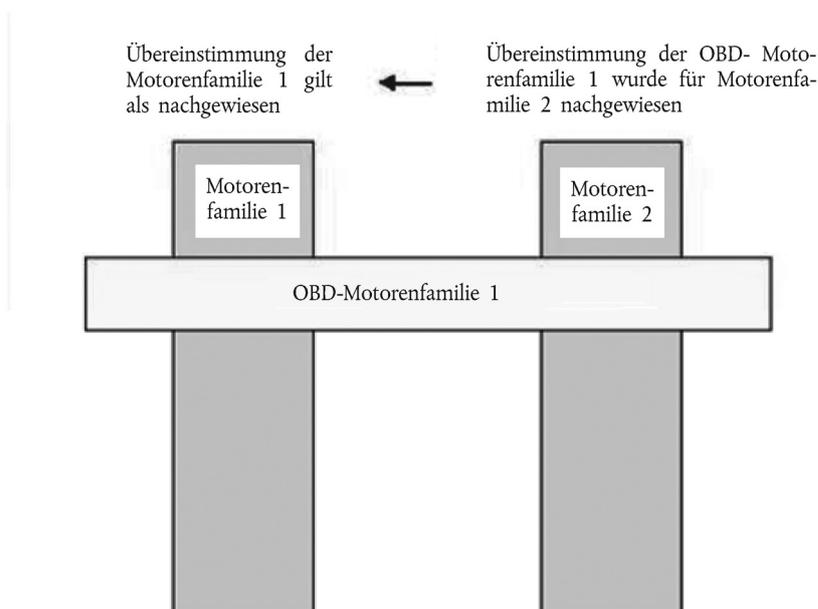
	Nachweiselemente
Aktivierung des Warnsystems gemäß Absatz A.1.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) 4 Aktivierungsprüfungen (einschließlich Reagenzmangel)</li> <li>b) Zusätzliche Nachweiselemente, je nach Fall</li> </ul>
Aktivierung der schwachen Aufforderung gemäß Absatz A.1.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) 2 Aktivierungsprüfungen (einschließlich Reagenzmangel)</li> <li>b) Zusätzliche Nachweiselemente</li> <li>c) 1 Prüfung der Drehmomentreduzierung</li> </ul>
Aktivierung der starken Aufforderung gemäß Absatz A.1.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) 2 Aktivierungsprüfungen (einschließlich Reagenzmangel)</li> <li>b) Zusätzliche Nachweiselemente, je nach Fall</li> <li>c) Nachweiselemente für das korrekte Fahrzeugverhalten während der Aufforderung</li> </ul>

- A.1.2. Motorenfamilien oder OBD-Motorenfamilien
- Die Übereinstimmung einer Motorenfamilie oder einer OBD-Motorenfamilie mit den Anforderungen dieses Anhangs kann durch die Prüfung eines Motors der betrachteten Familie nachgewiesen werden, sofern der Hersteller gegenüber der Typpgenehmigungsbehörde nachweist, dass die für die Übereinstimmung mit den Anforderungen dieses Anhangs erforderlichen Überwachungssysteme innerhalb der Familie ähnlich sind.
- A.1.2.1. Dieser Nachweis kann durch Vorlage von Algorithmen, Funktionsanalysen usw. bei der Genehmigungsbehörde erbracht werden.
- A.1.2.2. Der Prüfmotor wird vom Hersteller im Einvernehmen mit der Typpgenehmigungsbehörde ausgewählt. Bei dem Prüfmotor kann es sich um den Stamm-Motor der betrachteten Familie handeln.

- A.1.2.3. Im Fall von Motoren einer Motorenfamilie, die zu einer OBD-Motorenfamilie gehören, welche bereits typgenehmigt wurde, gilt die Übereinstimmung dieser Motorenfamilie als nachgewiesen, ohne dass zusätzliche Prüfungen erforderlich sind (Abbildung 1), sofern der Hersteller gegenüber der Genehmigungsbehörde nachweisen kann, dass die für die Übereinstimmung mit den Anforderungen dieses Anhangs erforderlichen Überwachungssysteme innerhalb der berücksichtigten Motorenfamilie und OBD-Motorenfamilie ähnlich sind.

Abbildung 1

#### Vorheriger Nachweis der Übereinstimmung einer OBD-Motorenfamilie



- A.1.3. Nachweis der Aktivierung des Warnsystems
- A.1.3.1. Die Übereinstimmung der Aktivierung des Warnsystems ist durch eine Prüfung jeder in den Absätzen 6 bis 9 dieses Anhangs genannten Fehlerkategorie nachzuweisen, wie beispielsweise: Mangel an Reagens, niedrige Reagensqualität, niedriger Reagensverbrauch, Fehler an Bauteilen des Überwachungssystems.
- A.1.3.2. Auswahl der zu prüfenden Fehler
- A.1.3.2.1. Für den Nachweis der Aktivierung des Warnsystems im Fall einer falschen Reagensqualität ist ein Reagens mit einer Wirkstoffkonzentration zu wählen, die gleich oder größer als die minimal akzeptable Reagenskonzentration  $CD_{\min}$  ist und vom Hersteller gemäß den Anforderungen in Absatz 7.1.1 dieses Anhangs mitgeteilt wurde.
- A.1.3.2.2. Für den Nachweis der Aktivierung des Warnsystems im Fall eines inkorrekten Reagensverbrauchs ist es ausreichend, für eine Unterbrechung der Zufuhr zu sorgen.
- A.1.3.2.2.1. Wenn die Aktivierung des Warnsystems durch eine Unterbrechung der Zufuhr nachgewiesen wurde, muss der Hersteller der Typgenehmigungsbehörde zusätzlich Belege wie Algorithmen, Funktionsanalysen, Ergebnisse von vorherigen Prüfungen usw. vorlegen, um nachzuweisen, dass sich das Warnsystem im Fall eines inkorrekten Reagensverbrauchs aufgrund anderer Ursachen ordnungsgemäß aktiviert.
- A.1.3.2.3. Für den Nachweis der Aktivierung des Warnsystems im Fall von Fehlern, die auf Manipulation gemäß der Begriffsbestimmung in Absatz 9 dieses Anhangs zurückzuführen sein könnten, ist die Auswahl gemäß den folgenden Anforderungen zu treffen:
- A.1.3.2.3.1. Der Hersteller muss der Typgenehmigungsbehörde eine Liste der möglichen Fehler vorlegen.
- A.1.3.2.3.2. Der bei der Prüfung zu berücksichtigende Fehler ist von der Typgenehmigungsbehörde aus der in Absatz A.1.3.2.3.1 genannten Liste auszuwählen.

- A.1.3.3. Nachweis
- A.1.3.3.1. Für den Nachweis der Aktivierung des Warnsystems ist eine separate Prüfung für jeden in Absatz A.1.3.1 berücksichtigten Fehler durchzuführen.
- A.1.3.3.2. Während einer Prüfung darf kein anderer Fehler auftreten, als derjenige, der der Prüfung unterzogen wird.
- A.1.3.3.3. Vor Beginn einer Prüfung sind alle Diagnose-Fehlcodes zu löschen.
- A.1.3.3.4. Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde können die Fehler, die der Prüfung unterliegen, simuliert werden.
- A.1.3.3.5. Für andere Fehler als die des Reagensmangels ist die Erkennung dieses Fehlers gemäß Absatz 7.1.2.2 in Anhang 9B durchzuführen, sobald der Fehler bedingt oder simuliert wurde.
- A.1.3.3.5.1. Der Fehlererkennungsvorgang kann gestoppt werden, sobald der Diagnose-Fehlercode der gewählten Fehlfunktion den Status „bestätigt und aktiv“ hat.
- A.1.3.3.6. Für den Nachweis der Aktivierung des Warnsystems im Fall eines Reagensmangels ist das Motorsystem mit dem Einverständnis des Herstellers über einen oder mehrere Betriebszyklen zu betreiben.
- A.1.3.3.6.1. Der Nachweis muss mit einem Füllstand des Reagensbehälters beginnen, auf den sich der Hersteller und die Typgenehmigungsbehörde geeinigt haben, der aber nicht weniger als 10 Prozent des nominalen Fassungsvermögens des Behälters beträgt.
- A.1.3.3.6.2. Das Warnsystem gilt als ordnungsgemäß funktionierend, wenn die folgenden Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:
- a) Das Warnsystem wurde aktiviert mit einer Verfügbarkeit des Reagensmittels von größer oder gleich 10 % des Fassungsvermögens des Reagensbehälters;
  - b) das „Dauer“-Warnsystem hat sich aktiviert bei einer Verfügbarkeit des Reagensmittels von größer oder gleich dem Wert, der vom Hersteller gemäß den Bestimmungen in Absatz 6 dieses Anhangs festgelegt wurde.
- A.1.3.4. Der Nachweis der Aktivierung des Warnsystems gilt für Änderungen des Reagensfüllstands als erbracht, wenn sich am Ende jeder Nachweisprüfung, die gemäß Absatz A.1.3.2.1 durchgeführt wurde, das Warnsystem ordnungsgemäß aktiviert hat.
- A.1.3.5. Der Nachweis der Aktivierung des Warnsystems gilt für von Diagnose-Fehlercodes ausgelöste Meldungen als erbracht, wenn sich am Ende jeder Nachweisprüfung, die gemäß Absatz A.1.3.2.1 durchgeführt wurde, das Warnsystem ordnungsgemäß aktiviert hat und der Diagnose-Fehlercode für den gewählten Fehler den in Anlage 2 Tabelle 1 dieses Anhangs gezeigten Status hat.
- A.1.4. Nachweis für das Aufforderungssystem
- A.1.4.1. Der Nachweis für das Aufforderungssystem ist anhand von Prüfungen auf einem Motorprüfstand zu erbringen.
- A.1.4.1.1. Zusätzliche Fahrzeugbauteile oder Teilsysteme, wie beispielsweise Umgebungstemperatursensoren, Füllstandsensoren sowie Fahrerwarn- und Informationssysteme, die erforderlich sind, um die Nachweise zu erbringen, müssen zu diesem Zweck zur Zufriedenheit der Typgenehmigungsbehörde mit dem Motorsystem verbunden werden oder simuliert werden.
- A.1.4.1.2. Der Hersteller kann sich vorbehaltlich der Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde dafür entscheiden, dass die Nachweisprüfungen an einem vollständigen Fahrzeug durchgeführt werden, entweder indem das Fahrzeug auf einen passenden Prüfstand gestellt wird oder indem es auf einer Prüfstrecke unter kontrollierten Bedingungen betrieben wird.
- A.1.4.2. Die Prüffolge soll die Aktivierung des Aufforderungssystems im Fall eines Reagensmangels und im Fall einer der Fehler, die in den Absätzen 7, 8 oder 9 dieses Anhangs beschrieben sind, nachweisen.
- A.1.4.3. Für die Zwecke dieses Nachweises:
- a) muss die Typgenehmigungsbehörde neben dem Reagensmangel einen der in den Absätzen 7, 8 oder 9 dieses Anhangs beschriebenen Fehler auswählen, die zuvor bei dem Nachweis für das Warnsystem verwendet wurde;

- b) ist es zulässig, dass der Hersteller mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde das Erreichen einer bestimmten Zahl an Motorbetriebsstunden simuliert;
- c) kann das Erreichen der Drehmomentreduzierung, die für eine schwache Aufforderung erforderlich ist, zu dem Zeitpunkt nachgewiesen werden, wenn der allgemeine Prozess zur Genehmigung der Motorleistung gemäß dieser Verordnung durchgeführt wird. Eine separate Drehmomentmessung im Laufe des Nachweises für das Aufforderungssystem ist in diesem Fall nicht erforderlich. Die für die starke Aufforderung erforderliche Geschwindigkeitsbegrenzung ist gemäß den Anforderungen in Absatz 5 dieses Anhangs nachzuweisen.
- A.1.4.4. Ferner muss der Hersteller den Betrieb des Aufforderungssystems unter den in den Absätzen 7, 8 oder 9 dieses Anhangs beschriebenen Fehlerbedingungen nachweisen, welche nicht für die Verwendung in Nachweisprüfungen ausgewählt wurden, die in den Absätzen A.1.4.1, A.1.4.2 und A.1.4.3 beschrieben werden. Diese zusätzlichen Nachweise können erbracht werden, indem der Typgenehmigungsbehörde eine technische Fallstudie unter Verwendung von Belegen wie Algorithmen, Funktionsanalysen und den Ergebnissen von vorherigen Prüfungen vorlegt wird.
- A.1.4.4.1. Diese zusätzlichen Nachweise sollen zur Zufriedenheit der Typgenehmigungsbehörde insbesondere die Einbindung der korrekten Drehmomentreduzierungsmechanismen in das elektronische Motorsteuergerät belegen.
- A.1.4.5. Nachweisprüfung der schwachen Aufforderung
- A.1.4.5.1. Dieser Nachweis beginnt, wenn das Warnsystem, oder gegebenenfalls das „Dauer“-Warnsystem, aufgrund der Erkennung eines von der Typgenehmigungsbehörde gewählten Fehlers aktiviert wurde.
- A.1.4.5.2. Wenn das System auf seine Reaktion im Fall eines Reagensmangels im Behälter geprüft wird, so ist das Motorsystem zu betreiben, bis die Verfügbarkeit des Reagens einen Wert von 2,5 Prozent des nominalen Fassungsvermögens des Behälters oder den vom Hersteller gemäß Absatz 6.3.1 dieses Anhangs angegebenen Wert erreicht hat, bei dem sich die schwache Aufforderung aktivieren soll.
- A.1.4.5.2.1. Der Hersteller kann mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde den kontinuierlichen Betrieb simulieren, indem er Reagens aus dem Tank entnimmt, entweder bei laufendem oder bei abgeschaltetem Motor.
- A.1.4.5.3. Wenn das System auf seine Reaktion im Fall eines anderen Fehlers als Reagensmangel im Behälter geprüft wird, so ist das Motorsystem für die entsprechende Zahl an Motorbetriebsstunden gemäß der Tabelle 2 in Anlage 2 zu betreiben, oder, auf Entscheidung des Herstellers hin, bis der entsprechende Zähler den Wert erreicht hat, bei dem sich die schwache Aufforderung aktiviert.
- A.1.4.5.4. Der Nachweis der schwachen Aufforderung gilt als erbracht, wenn am Ende jeder gemäß den Absätzen A.1.4.5.2 und A.1.4.5.3 durchgeführten Nachweisprüfung der Hersteller gegenüber der Typgenehmigungsbehörde nachgewiesen hat, dass das elektronische Motorsteuergerät den Drehmomentreduzierungsmechanismus aktiviert hat.
- A.1.4.6. Nachweisprüfung der starken Aufforderung
- A.1.4.6.1. Dieser Nachweis beginnt bei einem Zustand, in dem die schwache Aufforderung vorher bereits aktiviert war, und kann als Fortsetzung der Prüfungen durchgeführt werden, die unternommen wurden, um die schwache Aufforderung nachzuweisen.
- A.1.4.6.2. Wenn das System auf seine Reaktion im Fall eines Reagensmangels im Behälter geprüft wird, so ist das Motorsystem zu betreiben, bis der Reagensbehälter leer ist (d. h. wenn das Dosiersystem nicht mehr in der Lage ist, Reagensmittel aus dem Behälter zu beziehen) oder der Füllstand unter 2,5 Prozent seines nominalen Fassungsvermögens sinkt; einem Punkt an dem sich laut Herstellerinformationen die starke Aufforderung aktiviert.
- A.1.4.6.2.1. Der Hersteller kann mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde den kontinuierlichen Betrieb simulieren, indem er Reagens aus dem Tank entnimmt, entweder bei laufendem oder bei abgeschaltetem Motor.
- A.1.4.6.3. Wenn das System auf seine Reaktion im Fall eines anderen Fehlers als Reagensmangel im Behälter geprüft wird, so ist das Motorsystem für die entsprechende Zahl an Motorbetriebsstunden gemäß Tabelle 2 in Anlage 2 zu betreiben, oder, auf die Entscheidung des Herstellers hin, bis der entsprechende Zähler den Wert erreicht hat, bei dem sich die starke Aufforderung aktiviert.
- A.1.4.6.4. Der Nachweis der starken Aufforderung gilt als erbracht, wenn am Ende jeder gemäß den Absätzen A.1.4.6.2 und A.1.4.6.3 durchgeführten Nachweisprüfung der Hersteller gegenüber der Typgenehmigungsbehörde nachgewiesen hat, dass der erforderliche Mechanismus zur Reduzierung der Fahrzeuggeschwindigkeit aktiviert wurde.
- A.1.5. Nachweis der Begrenzung der Fahrzeuggeschwindigkeit nach Aktivierung der starken Aufforderung

- A.1.5.1. Der Nachweis der Begrenzung der Fahrzeuggeschwindigkeit nach Aktivierung der starken Aufforderung ist zu erbringen, indem der Typgenehmigungsbehörde eine technische Fallstudie unter Verwendung von Belegen wie Algorithmen, Funktionsanalysen und den Ergebnissen von vorherigen Prüfungen vorlegt wird.
- A.1.5.1.1. Vorbehaltlich der Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde kann der Hersteller alternativ entscheiden, dass der Nachweis der Begrenzung der Fahrzeuggeschwindigkeit gemäß den Anforderungen in Absatz A.1.5.4 an einem vollständigen Fahrzeug durchgeführt wird, entweder indem das Fahrzeug auf einen passenden Prüfstand gestellt wird oder indem es auf einer Prüfstrecke unter kontrollierten Bedingungen betrieben wird.
- A.1.5.2. Beantragt der Hersteller die Genehmigung eines Motors oder einer Motorenfamilie als selbständige technische Einheit, so muss er gegenüber der Typgenehmigungsbehörde nachweisen, dass die Einbau-Dokumentation mit den Bestimmungen in Absatz 2.2.4 dieses Anhangs übereinstimmt, welche die Maßnahmen betreffen, die sicherstellen, dass das Fahrzeug bei Betrieb auf der Straße oder gegebenenfalls andernorts den Anforderungen dieses Anhangs hinsichtlich der starken Aufforderung entspricht.
- A.1.5.3. Befindet die Typgenehmigungsbehörde, dass der vom Hersteller vorgelegte Nachweis des ordnungsgemäßen Betriebs der starken Aufforderung nicht zufriedenstellend ist, kann sie einen Nachweis an einem einzelnen repräsentativen Fahrzeug beantragen, um den ordnungsgemäßen Betrieb des Systems zu bestätigen. Der Nachweis an dem Fahrzeug ist gemäß den Anforderungen in Absatz A.1.5.4 zu führen.
- A.1.5.4. Zusätzliche Nachweise zur Bestätigung der Aktivierung der starken Aufforderung an einem Fahrzeug
- A.1.5.4.1. Dieser Nachweis ist auf Antrag der Typgenehmigungsbehörde durchzuführen, wenn sie den vom Hersteller vorgelegten Nachweis des ordnungsgemäßen Betriebs der starken Aufforderung als nicht zufriedenstellend befindet. Dieser Nachweis ist mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde zum ersten möglichen Termin durchzuführen.
- A.1.5.4.2. Gemäß der Vereinbarung des Herstellers und der Typgenehmigungsbehörde ist einer der in den Absätzen 6 bis 9 dieses Anhangs definierten Fehler vom Hersteller auszuwählen und am Motorsystem zu bedingen oder zu simulieren.
- A.1.5.4.3. Das Aufforderungssystem ist vom Hersteller in einen Zustand zu versetzen, in dem die schwache Aufforderung bereits aktiviert ist, die starke Aufforderung allerdings noch nicht.
- A.1.5.4.4. Das Fahrzeug ist zu betreiben, bis der dem gewählten Fehler zugeordnete Zähler die entsprechende Zahl an Betriebsstunden, die in Tabelle 2 Anlage 2 angegeben ist, erreicht hat, oder gegebenenfalls bis entweder der Reagensbehälter leer ist oder der Füllstand unter 2,5 Prozent des nominalen Fassungsvermögens des Behälters gesunken ist, bei dem gemäß Hersteller die Aktivierung der starken Aufforderung einsetzt.
- A.1.5.4.5. Hat sich der Hersteller für den Ansatz der „Deaktivierung nach Neustart“ entschieden, auf den in Absatz 5.4.1 dieses Anhangs verwiesen wird, ist das Fahrzeug bis zum Ende des momentanen Betriebszyklus zu betreiben, der einen Nachweis beinhalten muss, dass das Fahrzeug schneller als 20 km/h fahren kann. Nach dem Neustart ist die Fahrzeuggeschwindigkeit auf maximal 20 km/h zu begrenzen.
- A.1.5.4.6. Hat sich der Hersteller für den Ansatz der „Deaktivierung nach dem Tanken“ entschieden, auf den in Absatz 5.4.2 dieses Anhangs verwiesen wird, ist das Fahrzeug über eine kurze, vom Hersteller gewählte Strecke zu betreiben, nachdem es in einen Zustand versetzt wurde, in dem der Füllstand des Tanks das Tanken der in Absatz 5.4.2 dieses Anhangs definierten Kraftstoffmenge zulässt. Der Fahrzeugbetrieb vor dem Tanken muss einen Nachweis beinhalten, dass das Fahrzeug schneller als 20 km/h fahren kann. Nach dem Tanken der in Absatz 5.4.2 dieses Anhangs definierten Kraftstoffmenge ist die Fahrzeuggeschwindigkeit auf maximal 20 km/h zu begrenzen.
- A.1.5.4.7. Hat sich der Hersteller für den Ansatz der „Deaktivierung nach dem Parken“ entschieden, auf den in Absatz 5.4.3 dieses Anhangs verwiesen wird, ist das Fahrzeug abzustellen, nachdem es über eine kurze, vom Hersteller gewählte Strecke betrieben wurde, die ausreicht, um nachzuweisen, dass das Fahrzeug schneller als 20 km/h fahren kann. Nachdem das Fahrzeug für über eine Stunde abgestellt wurde, ist die Fahrzeuggeschwindigkeit auf maximal 20 km/h zu begrenzen.
-

## Anlage 2

**Beschreibung der Aktivierungs- und Deaktivierungsmechanismen des Fahrerwarnsystems und des Fahreraufforderungssystems**

A.2.1 Zur Ergänzung der in diesem Anhang genannten Anforderungen hinsichtlich der Aktivierungs- und Deaktivierungsmechanismen des Fahrerwarnsystems und des Fahreraufforderungssystems sind nachfolgend die technischen Anforderungen für eine Umsetzung dieser Aktivierungs- und Deaktivierungsmechanismen in Übereinstimmung mit den OBD-Vorschriften in Anhang 9B festgelegt.

Alle in Anhang 9B verwendeten Begriffsbestimmungen gelten für diese Anlage.

A.2.2. Aktivierungs- und Deaktivierungsmechanismen des Fahrerwarnsystems

A.2.2.1. Das Fahrerwarnsystem muss sich aktivieren, wenn der Diagnose-Fehlercode, welcher einer Fehlfunktion zugeordnet ist, die die Aktivierung des Fahrerwarnsystems bedingt, den in Tabelle 1 definierten Status aufweist.

Tabelle 1

**Aktivierung des Fahrerwarnsystems**

Art des Fehlers	Status des Diagnose-Fehlercodes für die Aktivierung des Fahrerwarnsystems
unzureichende Reagensqualität	Bestätigt und aktiv
niedriger Reagensverbrauch	potenziell (wenn nach 10 Stunden erkannt), sonst potenziell oder bestätigt und aktiv
keine Reagens-Dosierung	Bestätigt und aktiv
gestörtes AGR-Ventil	Bestätigt und aktiv
Fehlfunktion des Überwachungssystems	Bestätigt und aktiv

A.2.2.1.1. Wenn der dem relevanten Fehler zugeordnete Zähler nicht bei Null ist und somit anzeigt, dass die Überwachungsfunktion eine Situation erkannt hat, in der der Fehler ein zweites oder weiteres Mal aufgetreten sein könnte, muss sich das Fahrerwarnsystem aktivieren, wenn der Status des Diagnose-Fehlercodes „vorläufig“ ist.

A.2.2.2. Das Fahrerwarnsystem muss sich deaktivieren, wenn das Diagnosesystem erkennt, dass der der Warnung entsprechende Fehler nicht mehr vorhanden ist, oder wenn die Daten, einschließlich der Diagnose-Fehlercodes, welche den Fehlern entsprechen, die die Aktivierung des Warnsystems bedingen, durch ein Lesegerät gelöscht wurden.

A.2.2.2.1. Löschen von Fehler-Daten anhand eines Lesegeräts

A.2.2.2.1.1. Das Löschen von Daten, einschließlich der den Fehlern entsprechenden Diagnose-Fehlercodes, die die Aktivierung des Fahrerwarnsystems und die entsprechenden Daten bedingen, ist gemäß Anhang 9B anhand eines Lesegeräts durchzuführen.

A.2.2.2.1.2. Das Löschen von Fehler-Daten darf nur bei „stehendem Motor“ möglich sein.

A.2.2.2.1.3. Wenn Fehler-Daten, einschließlich Diagnose-Fehlercodes, gelöscht werden, dürfen die Zähler nicht gelöscht werden, die diesen Fehlfunktionen zugeordnet sind und die in diesem Anhang als Zähler definiert sind, die nicht gelöscht werden dürfen.

A.2.3. Aktivierungs- und Deaktivierungsmechanismus des Fahreraufforderungssystems

A.2.3.1. Das Fahreraufforderungssystem muss sich aktivieren, wenn das Warnsystem aktiv ist und der Zähler, welcher für die Art von Fehlfunktion relevant ist, die die Aktivierung des Aufforderungssystems bedingt, den Wert in Tabelle 2 erreicht.

A.2.3.2. Das Fahreraufforderungssystem muss sich deaktivieren, wenn das System keine Fehlfunktion, die die Aktivierung des Aufforderungssystems bedingt, mehr erkennt oder wenn die Daten, einschließlich der den Fehlern entsprechenden Diagnose-Fehlercodes, die die Aktivierung des Aufforderungssystems bedingen, durch ein Lesegerät oder ein Wartungswerkzeug gelöscht wurden.

A.2.3.3. Das Fahrerwarnsystem und das Fahreraufforderungssystem müssen nach der Bewertung der Reagensqualität im Reagensbehälter gemäß den Bestimmungen in Absatz 6 dieses Anhangs sofort aktiviert oder gegebenenfalls deaktiviert werden. In diesem Fall sind die Aktivierungs- und Deaktivierungsmechanismen nicht vom Status eines zugeordneten Diagnose-Fehlercodes abhängig.

- A.2.4. Zählermechanismus
- A.2.4.1. Allgemeines
- A.2.4.1.1. Zwecks Übereinstimmung mit den Anforderungen dieses Anhangs muss das System mindestens fünf Zähler beinhalten, um die Zahl der Stunden zu erfassen, die der Motor gelaufen ist, während das System eine der folgenden Fehlfunktionen erkannt hat:
- unzureichende Reagensqualität;
  - inkorrekt Reagensverbrauch;
  - Unterbrechung der Reagenszufuhr;
  - gestörtes AGR-Ventil;
  - ein Fehler des Überwachungssystems, wie in Absatz 9.1 Buchstabe b dieses Anhangs beschrieben.
- A.2.4.1.2. Jeder der Zähler muss die größte mit 2 Byte darstellbare Zahl mit einer Auflösung von 1 Stunde erfassen können und den erfassten Wert gespeichert halten, solange die Voraussetzungen für sein Zurücksetzen auf Null nicht erfüllt sind.
- A.2.4.1.3. Der Hersteller kann einen einzelnen oder mehrere Überwachungssystem-Zähler verwenden.
- Ein einzelner Zähler kann die Stundenzahl von zwei oder mehr Fehlfunktionen aufzeichnen, die dieser Art von Zähler entsprechen.
- A.2.4.1.3.1. Wenn der Hersteller entscheidet, mehrere Zähler für das Überwachungssystem zu verwenden, muss das System in der Lage sein, jeder Fehlfunktion, die gemäß diesem Anhang für diese Art von Zähler relevant ist, einen spezifischen Überwachungssystem-Zähler zuzuordnen.
- A.2.4.2. Prinzip des Zähler-Mechanismus
- A.2.4.2.1. Jeder Zähler muss wie folgt arbeiten:
- A.2.4.2.1.1. Wenn er bei Null beginnt, muss der Zähler anfangen zu zählen, sobald eine dem Zähler entsprechende Fehlfunktion erkannt wird und der entsprechende Diagnose-Fehlercode den in Tabelle 1 beschriebenen Status aufweist.
- A.2.4.2.1.2. Der Zähler muss anhalten und seinen momentanen Wert gespeichert halten, wenn ein einzelnes Überwachungsereignis auftritt und die Fehlfunktion, die den Zähler ursprünglich aktiviert hat, nicht mehr erkannt wird oder wenn der Fehler durch ein Lesegerät oder ein Wartungswerkzeug gelöscht wurde.
- A.2.4.2.1.2.1. Hört der Zähler auf zu zählen, wenn die starke Aufforderung aktiv ist, muss er bei dem in Tabelle 2 definierten Wert eingefroren werden.
- A.2.4.2.1.2.2. Im Fall eines einzelnen Überwachungssystem-Zählers muss dieser Zähler weiterzählen, wenn eine für diesen Zähler relevante Fehlfunktion erkannt wurde und deren entsprechender Diagnose-Fehlercode den Status „bestätigt und aktiv“ aufweist. Der Zähler muss anhalten und den in Absatz A.2.4.2.1.2 oder gegebenenfalls A.2.4.2.1.2.1 angegebenen Wert gespeichert halten, wenn keine Fehlfunktion, die die Aktivierung des Zählers bedingen würde, erkannt wird oder wenn alle dem Zähler entsprechenden Fehler durch ein Lesegerät oder ein Wartungswerkzeug gelöscht wurden.

Tabelle 2

**Zähler und Aufforderungssystem**

	Status des Diagnose-Fehlercodes für die erste Aktivierung des Zähler	Wert des Zählers für die schwache Aufforderung	Wert des Zählers für die starke Aufforderung	Eingefrorener Wert des Zählers während des Zeitraums kurz nach der starken Aufforderung
Zähler für Reagensqualität	Bestätigt und aktiv	10 Stunden	20 Stunden	18 Stunden
Zähler für den Reagensverbrauch	Potenziell oder bestätigt und aktiv (siehe Tabelle 1)	10 Stunden	20 Stunden	18 Stunden
Zähler für die Dosierung	Bestätigt und aktiv	10 Stunden	20 Stunden	18 Stunden
Zähler für das AGR-Ventil	Bestätigt und aktiv	36 Stunden	100 Stunden	95 Stunden

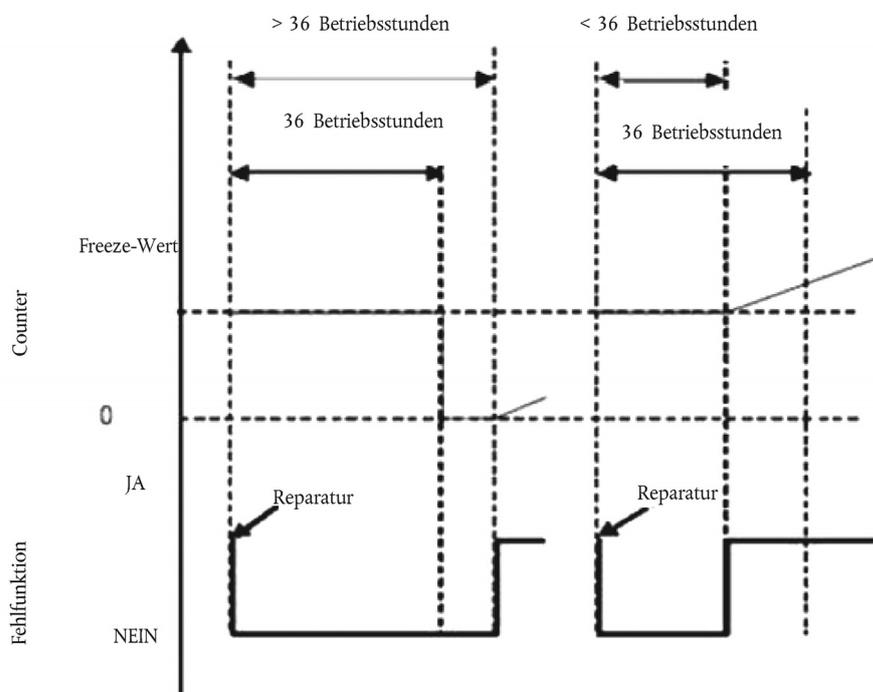
	Status des Diagnose-Fehlercodes für die erste Aktivierung des Zähler	Wert des Zählers für die schwache Aufforderung	Wert des Zählers für die starke Aufforderung	Eingefrorener Wert des Zählers während des Zeitraums kurz nach der starken Aufforderung
Zähler für das Überwachungssystem	Bestätigt und aktiv	36 Stunden	100 Stunden	95 Stunden

A.2.4.2.1.3. Sobald er eingefroren ist, ist der Zähler auf Null zurückzusetzen, wenn die für diesen Zähler relevanten Überwachungsfunktionen mindestens einmal ihren Überwachungszyklus durchlaufen haben, ohne dass sie eine Fehlfunktion erkannt haben, und keine für diesen Zähler relevante Fehlfunktion in den 36 Motorbetriebsstunden seit letztmaligem Anhalten des Zählers (siehe Abbildung 1) erkannt wurde.

A.2.4.2.1.4. Der Zähler muss bei dem Wert erneut anfangen zu zählen, bei dem er angehalten wurde, falls eine für diesen Zähler relevante Fehlfunktion während des Zeitraums, in dem der Zähler eingefroren war (siehe Abbildung 1), erkannt wurde.

Abbildung 1

**Erneute Aktivierung und Zurücksetzen auf Null eines Zählers nach einem Zeitraum, in dem sein Wert eingefroren war**



A.2.5. Veranschaulichung der Aktivierungs-, Deaktivierungs- und Zähler-Mechanismen

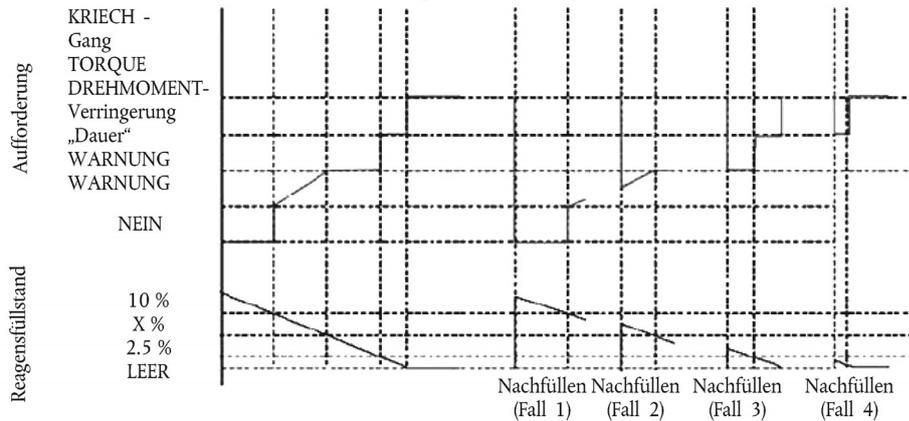
A.2.5.1. Nachfolgend werden die Aktivierungs-, Deaktivierungs- und Zähler-Mechanismen für einige typische Fälle veranschaulicht. Die in den Absätzen A.2.4.2, A.2.4.3 und A.2.4.4 dargestellten Abbildungen und Beschreibungen sind ausschließlich für den Zweck der Veranschaulichung in diesem Anhang bestimmt und sollten nicht als Beispiele für die Anforderungen dieser Regelung oder als definitive Erklärungen der beteiligten Prozesse genannt werden. Aus Gründen der Vereinfachung wurde beispielsweise die Tatsache, dass das Warnsystem auch aktiv sein wird, wenn das Aufforderungssystem aktiv ist, nicht in den Veranschaulichungen erwähnt.

A.2.5.2. Abbildung 2 veranschaulicht die Funktion der Aktivierungs- und Deaktivierungsmechanismen während der Überwachung der Verfügbarkeit des Reagensmittels in fünf Fällen:

- Betriebsfall 1: Der Fahrer betreibt das Fahrzeug trotz der Warnung weiter, bis der Fahrzeugbetrieb deaktiviert wird.
- Reparaturfall 1 („ausreichendes“ Nachfüllen): Der Fahrer füllt den Reagensbehälter auf, so dass ein Füllstand über der 10 %-Schwelle erreicht wird. Warnungs- und Aufforderungssystem werden deaktiviert.
- Reparaturfälle 2 und 3 („unzulängliches“ Nachfüllen): Das Warnsystem ist aktiviert. Die Stufe der Warnung hängt von der verfügbaren Reagensmenge ab.
- Reparaturfall 4 („sehr unzulängliches“ Nachfüllen): Die schwache Aufforderung aktiviert sich sofort.

Abbildung 2

**Verfügbarkeit des Reagensmittels**

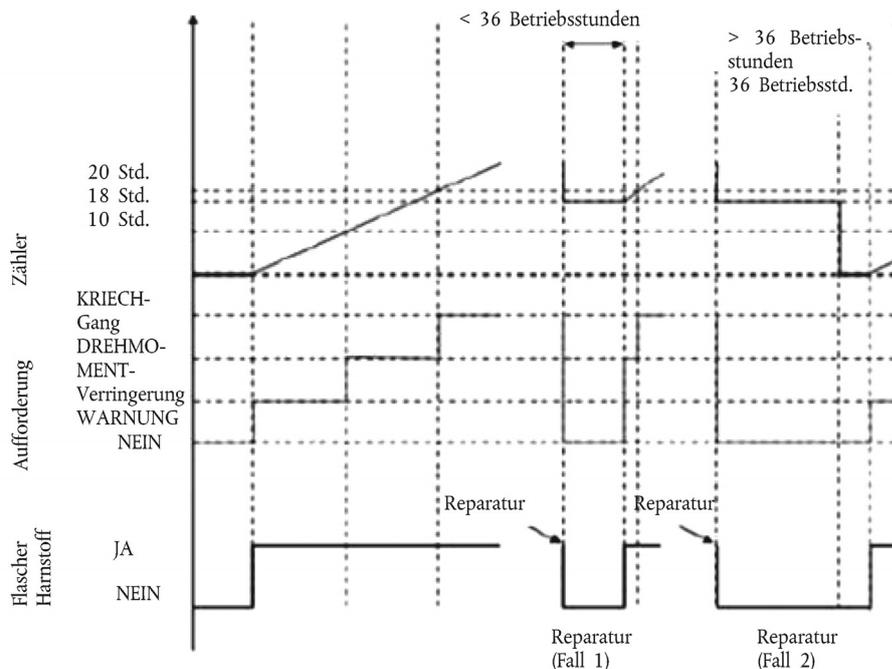


A.2.5.3. Abbildung 3 veranschaulicht drei Fälle mit falscher Harnstoffqualität:

- a) Betriebsfall 1: Der Fahrer betreibt das Fahrzeug trotz der Warnung weiter, bis der Fahrzeugbetrieb deaktiviert wird.
- b) Reparaturfall 1 („schlechte“ oder „unlautere“ Reparatur): Nach der Deaktivierung des Fahrzeugs wechselt der Fahrer das Reagens gegen ein Reagens mit höherer Reagensqualität aus, tauscht dieses Reagens aber nach kurzer Zeit wieder gegen ein Reagens mit niedrigerer Qualität aus. Das Aufforderungssystem aktiviert sich sofort erneut und der Fahrzeugbetrieb wird nach zwei Motorbetriebsstunden deaktiviert.
- c) Reparaturfall 2 („gute“ Reparatur): Nach der Deaktivierung des Fahrzeugs berichtigt der Fahrer die Reagensqualität. Allerdings tauscht er das Reagens nach einiger Zeit wieder gegen ein Reagens mit einer niedrigen Qualität aus. Das Warn- und Aufforderungssystem sowie die Zählprozesse beginnen wieder bei Null.

Abbildung 3

**Nachfüllen eines Reagens mit niedriger Qualität**

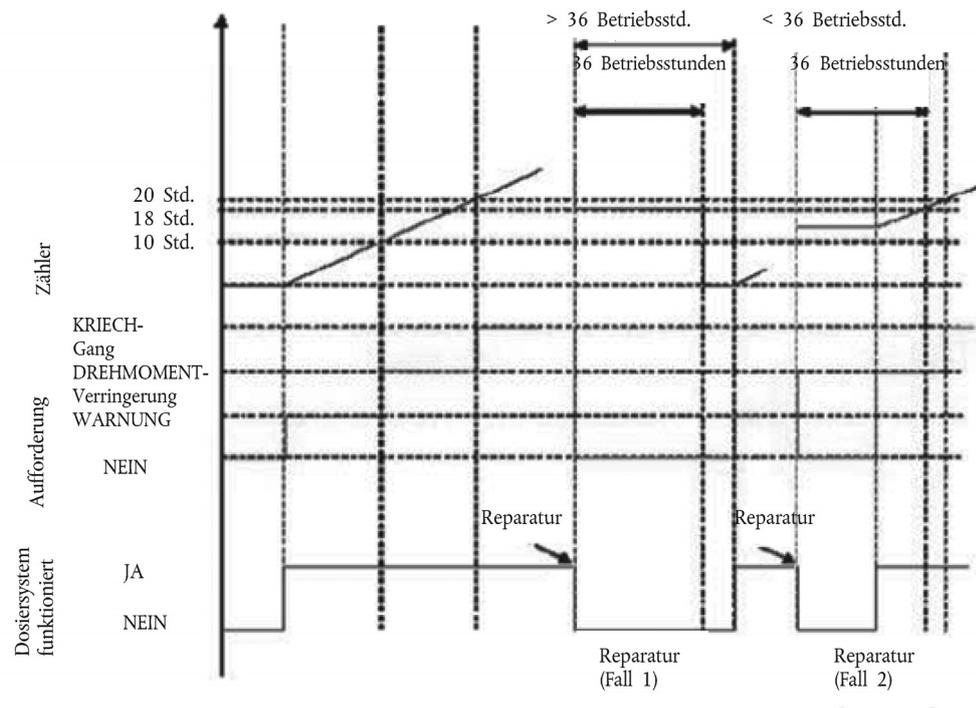


A.2.5.4. Abbildung 4 veranschaulicht drei Fälle von Fehlern beim Harnstoff-Dosiersystem. Diese Abbildung veranschaulicht auch den Prozess, der im Fall von den in Absatz 9 dieses Anhangs beschriebenen Überwachungsfehlern Anwendung findet.

- a) Betriebsfall 1: Der Fahrer betreibt das Fahrzeug trotz der Warnung weiter, bis der Fahrzeugbetrieb deaktiviert wird.
- b) Reparaturfall 1 („gute“ Reparatur): Nach der Deaktivierung des Fahrzeugs repariert der Fahrer das Dosiersystem. Allerdings versagt das Dosiersystem nach einiger Zeit erneut. Das Warn- und Aufforderungssystem sowie die Zählprozesse beginnen wieder bei Null.
- c) Reparaturfall 2 („schlechte“ Reparatur): Während des Zeitraums, in dem die schwache Aufforderung aktiv ist (Drehmomentreduzierung), repariert der Fahrer das Dosiersystem. Allerdings versagt das Dosiersystem nach kurzer Zeit erneut. Die schwache Aufforderung aktiviert sich sofort erneut, und der Zähler fängt bei dem Wert wieder an zu zählen, den er vor der Reparatur angezeigt hat.

Abbildung 4

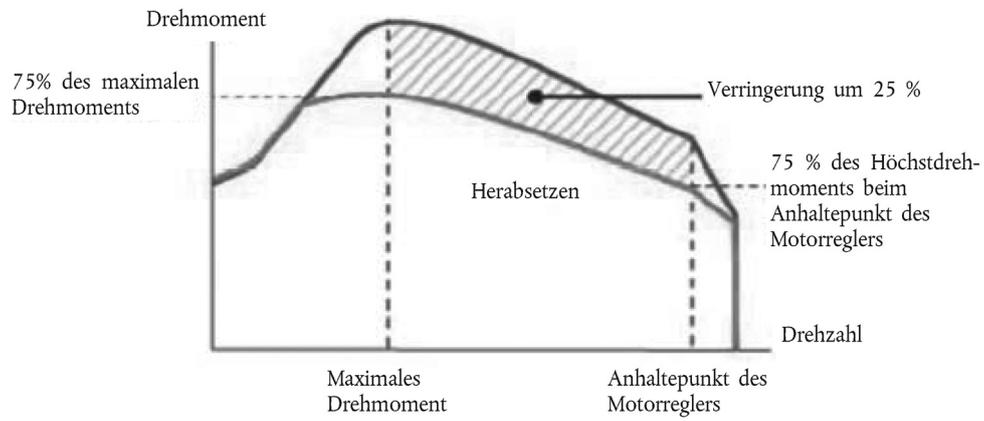
## Fehler beim Reagens-Dosiersystem



## Anlage 3

**Schema der Drehmomentreduzierung der schwachen Aufforderung**

Das Diagramm veranschaulicht die Bestimmungen von Absatz 5.3 dieses Anhangs zur Drehmomentreduzierung.



*Anlage 4***Nachweis des ordnungsgemäßen Einbaus in ein Fahrzeug im Fall von Motoren, die als selbständige technische Einheit typgenehmigt wurden**

Diese Anlage findet Anwendung, wenn der Fahrzeughersteller eine Typgenehmigung eines Fahrzeugs mit einem genehmigten Motor hinsichtlich der Emissionen gemäß dieser Regelung beantragt.

In diesem Falle ist zusätzlich zu den Einbauanforderungen in Absatz 6 dieser Regelung ein Nachweis über den ordnungsgemäßen Einbau erforderlich. Der Nachweis ist zu erbringen, indem der Typgenehmigungsbehörde eine technische Fallstudie unter Verwendung von Belegen wie technischen Zeichnungen, Funktionsanalysen und den Ergebnissen von vorherigen Prüfungen vorlegt wird.

Gegebenenfalls, und wenn sich der Hersteller dafür entscheidet, können die Belege den Einbau von Systemen oder Bauteilen in echte oder simulierte Fahrzeuge umfassen, sofern der Hersteller nachweisen kann, dass der dargelegte Einbau den Standard, der bei der Herstellung erreicht werden wird, ordnungsgemäß repräsentiert.

Nachzuweisen ist die Übereinstimmung der folgenden Elemente mit den Anforderungen dieses Anhangs:

- a) der Einbau in Fahrzeuge hinsichtlich seiner Übereinstimmung mit dem Motorsystem (Hardware, Software und Kommunikationssysteme);
- b) die Warn- und Aufforderungssysteme (beispielsweise Piktogramme, Aktivierungspläne usw.);
- c) der Reagensbehälter und die Elemente (beispielsweise Sensoren), die zum Zweck der Übereinstimmung mit diesem Anhang am Fahrzeug angebracht wurden.

Die korrekte Aktivierung des Warn- und Aufforderungssystems sowie der Datenspeicherung und der bordeigenen und externen Kommunikationssysteme kann geprüft werden. Die Prüfung dieser Systeme darf weder den Ausbau des Motorsystems oder von Bauteilen erfordern, noch darf sie eine unnötige Prüfungslast verursachen, indem sie Prozesse erfordert, wie beispielsweise den Wechsel der Harnstoffqualität oder den Betrieb des Fahrzeugs oder des Motors über lange Zeiträume. Um die Belastung des Fahrzeugherstellers zu minimieren, sind soweit möglich elektrische Unterbrechungen und die Simulation von Zählern mit hohen Betriebsstunden als Prüfungen bei diesen Systemen auszuwählen.

---

## Anlage 5

**Zugang zu „Informationen über die Minderung von NO<sub>x</sub>-Emissionen“**

- A.5.1. Nachfolgend sind die Vorschriften beschrieben, die den Zugang zu Informationen ermöglichen, welche erforderlich sind, um den Fahrzeugstatus hinsichtlich des ordnungsgemäßen Betriebs des Systems zur Minderung von NO<sub>x</sub>-Emissionen („Informationen über die Minderung von NO<sub>x</sub>-Emissionen“) zu überprüfen.
- A.5.2. Zugangsmethoden
- A.5.2.1. Die „Informationen über die Minderung von NO<sub>x</sub>-Emissionen“ sind ausschließlich gemäß der Norm oder den Normen zur Verfügung zu stellen, die im Zusammenhang mit dem Abrufen von Motorsystem-Informationen vom OBD-System verwendet werden.
- A.5.2.2. Der Zugang zu den „Informationen über die Minderung von NO<sub>x</sub>-Emissionen“ darf nicht von einem Zugangscode oder einer anderen, nur vom Hersteller oder seinen Zulieferern erhältlichen Einrichtung oder Methode abhängig sein. Für die Auswertung dieser Informationen darf kein fachbezogenes oder spezifisches Decodierverfahren erforderlich sein, es sei denn, die Informationen sind öffentlich zugänglich.
- A.5.2.3. Es muss möglich sein, alle „Informationen über die Minderung von NO<sub>x</sub>-Emissionen“ von dem System unter Verwendung der Zugangsmethode abzurufen, die genutzt wird, um gemäß Anhang 9A OBD-Informationen abzurufen.
- A.5.2.4. Es muss möglich sein, alle „Informationen über die Minderung von NO<sub>x</sub>-Emissionen“ von dem System unter Verwendung der Prüfgeräte abzurufen, die genutzt werden, um gemäß Anhang 9A OBD-Informationen abzurufen.
- A.5.2.5. Die „Informationen über die Minderung von NO<sub>x</sub>-Emissionen“ müssen über einen Nur-Lese-Zugang zugänglich sein (d. h., es darf nicht möglich sein, die Daten zu bereinigen, zurückzusetzen, zu löschen oder zu ändern).
- A.5.3. Informationsinhalt
- A.5.3.1. Die „Informationen über die Minderung von NO<sub>x</sub>-Emissionen“ umfassen mindestens folgende Informationen:
- a) die Fahrzeug-Identifizierungsnummer (VIN);
  - b) den Status des Warnsystems (aktiv, nicht aktiv);
  - c) den Status der schwachen Aufforderung (aktiv, bereit, nicht aktiv);
  - d) den Status der starken Aufforderung (aktiv, bereit, nicht aktiv);
  - e) die Zahl der Warmlaufzyklen und der Motorbetriebsstunden seit der aufgrund von Wartungsmaßnahmen oder Reparaturen erfolgten Löschung gespeicherter „Informationen über die Minderung von NO<sub>x</sub>-Emissionen“;
  - f) die Arten von Zählern, die für diesen Anhang relevant sind (Reagensqualität, Reagensverbrauch, Dosiersystem, AGR-Ventil, Überwachungssystem) und die Zahl der Motorbetriebsstunden, die von jedem dieser Zähler angezeigt wird; werden mehrere Zähler genutzt, so ist der für die Zwecke der „Informationen über die Minderung von NO<sub>x</sub>-Emissionen“ zu berücksichtigende Wert der Wert jedes Zählers im Verhältnis zur untersuchten Fehlfunktion mit dem höchsten Wert;
  - g) die Diagnose-Fehlercodes, die den für diesen Anhang relevanten Fehlern zugeordnet sind und ihr Status („potenziell“, „bestätigt und aktiv“ usw.).
-

*Anlage 6***Nachweis der akzeptablen Minimal-Reagenskonzentration  $CD_{min}$** 

- A.6.1. Der Hersteller muss den korrekten Wert von  $CD_{min}$  während des Typgenehmigungsverfahrens nachweisen, indem er gemäß den Bestimmungen in Anhang 4 unter Verwendung eines Reagens mit der Konzentration  $CD_{min}$  des heißen Teils des WHTC-Zyklus durchführt.
  - A.6.2. Die Prüfung muss auf einen entsprechenden Vorkonditionierungszyklus folgen, der einem geschlossenen Regelkreissystem zur Minderung der  $NO_x$ -Emissionen ermöglicht, sich an die Reagensqualität mit der Konzentration  $CD_{min}$  anzupassen.
  - A.6.3. Die Schadstoffemissionen bei dieser Prüfung müssen unter den in den Absätzen 7.1.1 und 7.1.1.1 dieses Anhangs festgelegten Emissionsgrenzwerten liegen.
-

## ANHANG 12

**CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN UND KRAFTSTOFFVERBRAUCH**

## 1. VORBEMERKUNG

- 1.1. Nachfolgend sind die Bestimmungen und Prüfverfahren für die Meldung von Kohlendioxidemissionen und des Kraftstoffverbrauchs beschrieben.

## 2. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

- 2.1. Die Kohlendioxidemissionen und der Kraftstoffverbrauch sind während der WHTC- und WHSC-Prüfzyklen gemäß Anhang 4 Absätze 7.2 bis 7.8 zu ermitteln.
- 2.2. Die Prüfergebnisse sind als bremspezifische, auf den Zyklus gemittelte Werte in der Einheit g/kWh zu übermitteln.

3. BESTIMMUNG VON CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN

## 3.1. Messung der Rohabgase

Dieser Absatz findet Anwendung, wenn das Kohlendioxid in den Rohabgasen gemessen wird.

## 3.1.1. Messung

Die Kohlendioxidemissionen in den Rohabgasen des zu prüfenden Motors sind mit einem nicht dispersiven Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) gemäß Anhang 4 Absatz 9.3.2.3 und Anhang 4 Anlage 2 zu messen.

Das Messsystem muss den Linearitätsanforderungen in Anhang 4 Absatz 9.2 und Tabelle 7 entsprechen.

Das Messsystem muss den Anforderungen der Absätze 9.3.1, 9.3.4 und 9.3.5 von Anhang 4 entsprechen.

## 3.1.2. Datenauswertung

Die emissionsrelevanten Daten müssen gemäß Anhang 4 Absatz 7.6.6 registriert und gespeichert werden. Die Messkurven der aufgezeichneten Konzentrationen und die Messkurve des Abgasmassendurchsatzes müssen um die in Anhang 4 Absatz 3.1 definierte Wandlungszeit zeitlich abgeglichen werden.

## 3.1.3. Berechnung der auf den Zyklus gemittelten Emissionen

Wird im trockenen Bezugszustand gemessen, so sind die momentanen Konzentrationswerte nach Anhang 4 Absatz 8.1 in den feuchten Bezugszustand umzurechnen, ehe sie für weitere Berechnungen verwendet werden.

Die CO<sub>2</sub>-Masse (g/Prüfung) ist durch Berechnung der momentanen aus der CO<sub>2</sub>-Konzentration im Rohabgas emittierten Massen und dem Abgasmassendurchsatz zu bestimmen, wobei eine Korrektur um die nach Anhang 4 Absatz 8.4.2.2 ermittelten Wandlungszeiten vorzunehmen ist, die Momentanwerte über den Zyklus zu integrieren sind und der Integralwert mit den *u*-Werten für das CO<sub>2</sub> aus Tabelle 5 Anhang 4 zu multiplizieren ist.

Hierzu dient die folgende Formel:

$$m_{\text{CO}_2} = \sum_{i=1}^{i=n} u_{\text{CO}_2} \times c_{\text{CO}_2,i} \times q_{\text{mew},i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{in g/Prüfung})$$

Dabei ist:

$u_{\text{CO}_2}$  das Verhältnis von CO<sub>2</sub>-Dichte und Dichte der Abgase

$c_{\text{CO}_2,i}$  die momentane CO<sub>2</sub>-Konzentration in den Abgasen in ppm

$q_{\text{mew},i}$  der momentane Massendurchsatz des Abgases, kg/s,

$f$  die Datenabtastrfrequenz in Hz

$n$  die Anzahl der Messungen.

Optional kann die CO<sub>2</sub>-Masse gemäß Anhang 4 Absatz 8.4.2.4 unter Verwendung einer CO<sub>2</sub>-Molmasse ( $M_{\text{CO}_2}$ ) von 44,01 g/mol berechnet werden.

## 3.2. Messung im verdünnten Gas

Dieser Absatz findet Anwendung, wenn das Kohlendioxid in den verdünnten Abgasen gemessen wird.

## 3.2.1. Messung

Die Kohlendioxidemissionen in den verdünnten Abgasen des zu prüfenden Motors sind mit einem nicht dispersiven Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) gemäß Anhang 4 Absatz 9.3.2.3 und Anhang 4 Anlage 2 zu messen. Die Abgase sind mit gefilterter Umgebungsluft, synthetischer Luft oder Stickstoff zu verdünnen. Die Durchflussleistung des Verdünnungssystems muss so groß sein, dass Wasserkondensation im Verdünnungs- und im Probenahmesystem vollständig verhindert wird.

Das Messsystem muss den Linearitätsanforderungen in Anhang 4 Absatz 9.2 und Tabelle 7 entsprechen.

Das Messsystem muss den Anforderungen der Absätze 9.3.1, 9.3.4 und 9.3.5 von Anhang 4 entsprechen.

## 3.2.2. Datenauswertung

Die emissionsrelevanten Daten müssen gemäß Anhang 4 Absatz 7.6.6 registriert und gespeichert werden.

## 3.2.3. Berechnung der auf den Zyklus gemittelten Emissionen

Wird im trockenen Bezugszustand gemessen, so ist die Trocken-Feucht-Korrektur nach Absatz 8.1 Anhang 4 vorzunehmen.

Bei Systemen mit konstantem Massendurchsatz (mit Wärmetauscher) ist die CO<sub>2</sub>-Masse (g/Prüfung) anhand der folgenden Gleichung zu berechnen:

$$m_{\text{CO}_2} = 0,001519 \times c_{\text{CO}_2} \times m_{\text{ed}} \text{ (in g/Prüfung)}$$

Dabei ist:

$c_{\text{CO}_2}$  die durchschnittliche hintergrundkorrigierte CO<sub>2</sub>-Konzentration in ppm

0,001519 das Verhältnis von CO<sub>2</sub>-Dichte und Dichte der Luft ( $u$ -Faktor)

$m_{\text{ed}}$  die Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den Zyklus, kg.

Bei Systemen mit Durchflussmengenkompensation (ohne Wärmetauscher) ist die CO<sub>2</sub>-Masse (g/Prüfung) durch Berechnen der momentanen Emissionsmasse und Integrieren der momentanen Werte über den gesamten Zyklus zu bestimmen. Darüber hinaus ist die Hintergrundkorrektur direkt auf die momentanen Konzentrationswerte anzuwenden. Hierzu dient die folgende Formel:

$$m_{\text{CO}_2} = \sum_{i=1}^n [(m_{\text{ed},i} \times c_{\text{CO}_2,e} \times 0,001519)] - [(m_{\text{ed}} \times c_{\text{CO}_2,d} \times (1 - 1/D) \times 0,001519)]$$

Dabei ist:

$c_{\text{CO}_2,e}$  die im verdünnten Abgas gemessene CO<sub>2</sub>-Konzentration in ppm

$c_{\text{CO}_2,d}$  die in der Verdünnungsluft gemessene CO<sub>2</sub>-Konzentration in ppm

0,001519 das Verhältnis von CO<sub>2</sub>-Dichte und Dichte der Luft ( $u$ -Faktor)

$m_{\text{ed},i}$  die momentane Masse des verdünnten Abgases, kg

$m_{\text{ed}}$  die Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den gesamten Zyklus, kg

$D$  der Verdünnungsfaktor.

Optional kann der  $u$ -Faktor mit der Gleichung 57 in Anhang 4 Absatz 8.5.2.3.1 unter Verwendung einer CO<sub>2</sub>-Molmasse ( $M_{\text{CO}_2}$ ) von 44,01 g/mol berechnet werden.

Die CO<sub>2</sub>-Werte müssen gemäß Anhang 4 Absatz 8.5.2.3.2 hintergrundkorrigiert werden.

## 3.3. Berechnung der bremspezifischen Emissionen

Die für die Berechnung der bremspezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen erforderliche Zyklusarbeit ist gemäß Anhang 4 Absatz 7.8.6 zu bestimmen.

## 3.3.1. WHTC-Zyklus

Die bremspezifischen Emissionen  $e_{\text{CO}_2}$  (g/kWh) sind folgendermaßen zu berechnen:

$$e_{\text{CO}_2} = \frac{(0,14 \times m_{\text{CO}_2,\text{cold}}) + (0,86 \times m_{\text{CO}_2,\text{hot}})}{(0,14 \times W_{\text{act,cold}}) + (0,86 \times W_{\text{act,hot}})}$$

Dabei ist:

$m_{\text{CO}_2,\text{cold}}$  die CO<sub>2</sub>-Emissionsmenge bei der Prüfung mit Kaltstart in g/Prüfung

$m_{\text{CO}_2, \text{ hot}}$  die CO<sub>2</sub>-Emissionsmenge bei der Prüfung mit Warmstart in g/Prüfung

$W_{\text{act, cold}}$  die tatsächliche Zyklusarbeit bei der Prüfung mit Kaltstart in kWh

$W_{\text{act, hot}}$  die tatsächliche Zyklusarbeit bei der Prüfung mit Warmstart in kWh.

### 3.3.2. WHSC-Zyklus

Die bremspezifischen Emissionen  $e_{\text{CO}_2}$  (g/kWh) sind folgendermaßen zu berechnen:

$$e_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{W_{\text{act}}}$$

Dabei ist:

$m_{\text{CO}_2}$  die CO<sub>2</sub>-Emissionsmasse in g/Prüfung

$W_{\text{act}}$  die tatsächliche Zyklusarbeit in kWh.

## 4. BESTIMMUNG DES KRAFTSTOFFVERBRAUCHS

### 4.1. Messung

Die Messung des momentanen Kraftstoffdurchsatzes ist durch Systeme vorzunehmen, die die Masse möglichst direkt messen, wie die folgenden:

- Massendurchsatz-Sensor
- Kraftstoffwägung
- Coriolis-Messer.

Das Kraftstoffdurchsatzmesssystem muss folgende Eigenschaften haben:

- eine Genauigkeit von  $\pm 2$  Prozent vom Ablesewert oder  $\pm 0,3$  Prozent vom Skalenendwert. Es gilt der jeweils bessere Wert;
- eine Präzision von  $\pm 1$  Prozent des Skalenendwerts oder besser;
- eine Anstiegszeit, die 5 s nicht übersteigt.

Das Kraftstoffdurchsatzmesssystem muss den Linearitätsanforderungen in Anhang 4 Absatz 9.2 und Tabelle 7 entsprechen.

Es sind Vorkehrungen gegen Messfehler zu treffen. Diese Vorkehrungen umfassen zumindest Folgendes:

- das sorgfältige Anbringen des Messgerätes nach den Empfehlungen des Herstellers und guter technischer Praxis;
- die erforderliche Konditionierung des Durchsatzes, um Wellen, Wirbel, zirkulierende Ströme oder Pulsationen der Ströme zu vermeiden, die die Genauigkeit oder Präzision des Kraftstoffdurchsatzsystems beeinträchtigen;
- Berücksichtigung des Kraftstoffes, der den Motor umgeht oder vom Motor zum Kraftstofftank zurückgeleitet wird.

### 4.2. Datenauswertung

Die emissionsrelevanten Daten müssen gemäß Anhang 4 Absatz 7.6.6 registriert und gespeichert werden.

### 4.3. Berechnung des auf den Zyklus gemittelten Kraftstoffverbrauchs

Die Kraftstoffmasse (g/Prüfung) ist anhand der Summe der Momentanwerte über den gesamten Zyklus folgendermaßen zu bestimmen:

$$q_{mf} = \sum_{i=1}^{i=n} q_{mf,i} \times \frac{1}{f} \times 1\,000$$

Dabei ist:

$q_{mf,i}$  der momentane Kraftstoffdurchsatz in kg/s

$f$  die Datenabtastfrequenz in Hz

$n$  die Anzahl der Messungen.

### 4.4. Berechnung des bremspezifischen Kraftstoffverbrauchs

Die für die Berechnung des bremspezifischen Kraftstoffverbrauchs erforderliche Zyklusarbeit ist gemäß Anhang 4 Absatz 7.8.6 zu bestimmen.

## 4.4.1. WHTC-Zyklus

Der bremspezifische Kraftstoffverbrauch  $e_f$  (g/kWh) ist folgendermaßen zu berechnen:

$$e_f = \frac{(0,14 \times q_{mf,cold}) + (0,86 \times q_{mf,hot})}{(0,14 \times W_{act,cold}) + (0,86 \times W_{act,hot})}$$

Dabei ist:

- $q_{mf, cold}$  die Kraftstoffmenge bei der Prüfung mit Kaltstart in g/Prüfung
- $q_{mf, hot}$  die Kraftstoffmenge bei der Prüfung mit Warmstart in g/Prüfung
- $W_{act, cold}$  die tatsächliche Zyklusarbeit bei der Prüfung mit Kaltstart in kWh
- $W_{act, hot}$  die tatsächliche Zyklusarbeit bei der Prüfung mit Warmstart in kWh.

## 4.4.2. WHSC-Zyklus

Der bremspezifische Kraftstoffverbrauch  $e_f$  (g/kWh) ist folgendermaßen zu berechnen:

$$e_f = \frac{q_{mf}}{W_{act}}$$

Dabei ist:

- $q_{mf}$  die Kraftstoffmenge in g/Prüfung
  - $W_{act}$  die tatsächliche Zyklusarbeit in kWh.
-

## Anlage 1

**Vorschriften zu Kohlendioxidemissionen und zum Kraftstoffverbrauch zur Erweiterung einer Typgenehmigung eines nach dieser Regelung typgenehmigten Fahrzeugs mit einer Bezugsmasse von mehr als 2 380 kg, aber nicht mehr als 2 610 kg**

## A.1.1. Vorbemerkung

A.1.1.1. Nachfolgend sind die Bestimmungen und Prüfverfahren für die Meldung von Kohlendioxidemissionen und des Kraftstoffverbrauchs zur Erweiterung einer Typgenehmigung eines nach dieser Regelung typgenehmigten Fahrzeugs mit einer Bezugsmasse von mehr als 2 380 kg, aber nicht mehr als 2 610 kg beschrieben.

## A.1.2. Allgemeine Anforderungen

A.1.2.1. Für die Erweiterung einer Typgenehmigung eines Fahrzeugs hinsichtlich seines Motortyps, das gemäß dieser Regelung mit einer Bezugsmasse über 2 380 kg, aber nicht mehr als 2 610 kg, typgenehmigt wurde, hat der Hersteller die in Regelung Nr. 101 aufgeführten Anforderungen zu erfüllen, mit den nachfolgend definierten Ausnahmen.

A.1.2.1.2. Absatz 5.2.4 der Regelung Nr. 101 ist wie folgt zu verstehen:

1) Dichte: am Prüfkraftstoff nach ISO 3675 oder nach einem gleichwertigen Verfahren gemessen. Für Benzin, Diesel, Ethanol (E85) und Ethanol für bestimmte Selbstzündungsmotoren (ED95) wird die bei 288 K (15 °C) gemessene Dichte verwendet; für Flüssiggas und Erdgas/Biomethan wird jeweils folgende Bezugsdichte verwendet:

0,538 kg/l für Flüssiggas

0,654 kg/m<sup>3</sup> für Erdgas

2) Wasserstoff-Kohlenstoff-Sauerstoff-Verhältnis: Es werden festgelegte Werte verwendet, und zwar

C<sub>1</sub>H<sub>1,93</sub>O<sub>0,032</sub> für Benzin (E10);

C<sub>1</sub>H<sub>1,86</sub>O<sub>0,006</sub> für Diesel (B7);

C<sub>1</sub>H<sub>2,525</sub> für Flüssiggas (LPG);

CH<sub>4</sub> für Erdgas (NG) und Biomethan;

C<sub>1</sub>H<sub>2,74</sub>O<sub>0,385</sub> für Ethanol (E85);

C<sub>1</sub>H<sub>2,92</sub>O<sub>0,46</sub> für Ethanol für bestimmte Selbst- zündungsmotoren (ED95).

A.1.2.1.3. Absatz 1.4.3 von Anhang 6 der Regelung Nr. 101 ist wie folgt zu verstehen:

„1.4.3. Der Kraftstoffverbrauch, der (bei Benzin, Flüssiggas, Ethanol (E85 und ED95) und Dieselmotoren) in Litern pro 100 km oder in m<sup>3</sup> pro 100 km (bei Erdgas/Biomethan) ausgedrückt ist, wird mit Hilfe der nachstehenden Formeln berechnet:

a) bei Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotor für Benzin (E10):

$$FC = (0,120/D) \cdot [(0,831 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)]$$

b) bei Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotor für Flüssiggas:

$$FC_{\text{norm}} = (0,1212/0,538) \cdot [(0,825 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)]$$

Wenn sich die Zusammensetzung des bei der Prüfung verwendeten Kraftstoffs von der Zusammensetzung unterscheidet, die bei der Berechnung des Normverbrauchs angenommen wird, kann auf Antrag des Herstellers ein Korrekturfaktor cf wie folgt verwendet werden:

$$FC_{\text{norm}} = (0,1212/0,538) \cdot (cf) \cdot [(0,825 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)]$$

Der zu verwendende Korrekturfaktor cf wird wie folgt bestimmt:

$$cf = 0,825 + 0,0693 n_{\text{actual}}$$

Dabei ist:

$n_{\text{actual}}$  das tatsächliche Wasserstoff-Kohlenstoff-Verhältnis des verwendeten Kraftstoffs

c) bei Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotor für Erdgas/Biomethan:

$$FC_{\text{norm}} = (0,1336/0,654) \cdot [(0,749 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)]$$

d) bei Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotor für Ethanol (E85):

$$FC = (0,1742/D) \cdot [(0,574 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)]$$

e) bei Fahrzeugen mit Selbstzündungsmotor für Dieseldieselkraftstoff (B7):

$$FC = (0,1165/D) \cdot [(0,859 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)]$$

f) bei Fahrzeugen mit einem bestimmten Selbstzündungsmotor für Ethanol (ED95):

$$FC = (0,186/D) \cdot [(0,538 \cdot HC) + (0,429 \cdot CO) + (0,273 \cdot CO_2)]$$

In diesen Formeln ist

FC der Kraftstoffverbrauch in Litern pro 100 km (bei Benzin, Ethanol, Flüssiggas, Dieseldieselkraftstoff oder Biodiesel) oder in m<sup>3</sup> pro 100 km (bei Erdgas),

HC die gemessene Kohlenwasserstoffemission in g/km,

CO die gemessene Kohlenmonoxidemission in g/km,

CO<sub>2</sub> die gemessene Kohlendioxidemission in g/km,

D die Dichte des Prüfkraftstoffs.

Bei gasförmigen Kraftstoffen ist dies die Dichte bei 288 K (15 °C).“

---

## ANHANG 13

**TYPGENEHMIGUNG VON EMISSIONSMINDERNDEN EINRICHTUNGEN FÜR DEN AUSTAUSCH ALS SELBSTÄNDIGE TECHNISCHE EINHEIT**

1. VORBEMERKUNG
  - 1.1. Dieser Anhang enthält ergänzende Anforderungen für die Typgenehmigung von emissionsmindernden Einrichtungen für den Austausch als selbständige technische Einheiten.
  - 1.2. Begriffsbestimmungen
    - 1.2.1. „Typ einer emissionsmindernden Einrichtung“ sind Katalysatoren und Partikelfilter, die sich in folgenden wesentlichen Merkmalen nicht unterscheiden:
      - a) Zahl der Trägerkörper, Struktur und Werkstoff,
      - b) Wirkungsart der einzelnen Trägerkörper,
      - c) Volumen, Verhältnis von Stirnfläche zu Länge des Trägerkörpers,
      - d) verwendete Katalysatorwerkstoffe,
      - e) Verhältnis der verwendeten Katalysatorwerkstoffe,
      - f) Zellendichte,
      - g) Abmessungen und Form,
      - h) Wärmeschutz.
2. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN
  - 2.1. Kennzeichnung
    - 2.1.1. Jede emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch muss mindestens folgende Kennzeichnungen tragen:
      - a) Herstellername oder Handelsmarke;
      - b) Fabrikmarke und Teilenummer der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch, wie in dem Beschreibungsbogen angegeben, der in Übereinstimmung mit dem Muster in Anlage 1 zu diesem Anhang ausgestellt wurde.
    - 2.1.2. Jede emissionsmindernde Original-Einrichtung für den Austausch muss mindestens folgende Kennzeichnungen tragen:
      - a) Name oder Handelsmarke des Fahrzeug- oder Motorherstellers;
      - b) die Fabrikmarke und die Teilenummer der emissionsmindernden Original-Einrichtung für den Austausch wie in den in Absatz 2.3 genannten Informationen angegeben.
  - 2.2. Dokumentation
    - 2.2.1. Jeder emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch müssen folgende Informationen beiliegen:
      - a) Herstellername oder Handelsmarke;
      - b) Fabrikmarke und Teilenummer der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch, wie in dem Beschreibungsbogen angegeben, der in Übereinstimmung mit dem Muster in Anlage 1 zu diesem Anhang ausgestellt wurde;
      - c) Angabe der Fahrzeuge oder der Motoren (einschließlich Herstellungsjahr), für die die emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch zugelassen ist, und gegebenenfalls die Angabe, ob die emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch für den Einbau in ein mit ODB-System ausgestattetes Fahrzeug geeignet ist;
      - d) Einbauanweisungen.

Die in diesem Abschnitt genannten Informationen sind in den Produktkatalog aufzunehmen, den der Hersteller der emissionsmindernden Einrichtungen für den Austausch den Verkaufsstellen zur Verfügung stellt.
    - 2.2.2. Jeder emissionsmindernden Original-Einrichtung für den Austausch müssen folgende Informationen beiliegen:
      - a) Name oder Handelsmarke des Fahrzeug- oder Motorherstellers;
      - b) Fabrikmarke und Teilenummer der emissionsmindernden Original-Einrichtung für den Austausch wie in den in Absatz 2.3 genannten Informationen angegeben;
      - c) Angabe der Fahrzeuge oder Motoren, für die die emissionsmindernde Original-Einrichtung für den Austausch einem in Anhang I Teil 1 Absatz 3.2.12.2.1 angegebenen Typ entspricht, und gegebenenfalls die Angabe, ob die emissionsmindernde Original-Einrichtung für den Austausch zum Einbau in ein mit OBD-System ausgestattetes Fahrzeug geeignet ist;

d) Einbauanweisungen.

Die in diesem Abschnitt genannten Informationen sind in den Produktkatalog aufzunehmen, den der Fahrzeug- oder Motorhersteller den Verkaufsstellen zur Verfügung stellt.

- 2.3. Für eine emissionsmindernde Original-Einrichtung für den Austausch muss der Fahrzeug- oder Motorhersteller der Typgenehmigungsbehörde in elektronischer Form die notwendigen Informationen zur Verfügung stellen, die die Verknüpfung der Teilenummern mit den entsprechenden Typgenehmigungsunterlagen ermöglichen.

Diese Informationen bestehen aus:

- a) Fabrikmarke(n) und Typ(en) des Fahrzeugs oder Motors;
- b) Fabrikmarke(n) und Typ(en) der emissionsmindernden Original-Einrichtung für den Austausch;
- c) Teilenummer(n) der emissionsmindernden Original-Einrichtung für den Austausch;
- d) Typgenehmigungsnummer(n) des/der entsprechenden Fahrzeug- oder Motortyps/Fahrzeug- oder Motortypen.

### 3. TYPGENEHMIGUNGSZEICHEN FÜR SELBSTÄNDIGE TECHNISCHE EINHEITEN

- 3.1. Jede emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch, die dem nach dieser Regelung als selbständige technische Einheit genehmigten Typ entspricht, muss ein Typgenehmigungszeichen tragen.

- 3.2. Das in Absatz 3.1 genannte Typgenehmigungszeichen besteht aus:

- 3.2.1. einem Kreis, in dem sich der Buchstabe „E“ und die Kennzahl des Landes befinden, das die Genehmigung erteilt hat (siehe Absatz 4.12.3.1 dieser Regelung);
- 3.2.2. der Nummer dieser Regelung mit dem nachgestellten Buchstaben „R“, einem Bindestrich und der Genehmigungsnummer rechts neben dem Kreis nach Absatz 3.2.1;
- 3.2.3. den Buchstaben „RD“ nach der Kennzahl des Landes, zur Verdeutlichung, dass die Typgenehmigung für eine emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch erteilt wurde.

- 3.3. Das Typgenehmigungszeichen ist auf der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch dauerhaft und deutlich lesbar anzubringen. Nach dem Einbau der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch in das Fahrzeug muss es möglichst sichtbar bleiben.

- 3.4. Ein Beispiel für das Typgenehmigungszeichen für eine selbständige technische Einheit befindet sich in Anlage 3 zu diesem Anhang.

- 3.5. Über die Erteilung, Erweiterung, oder Versagung einer Genehmigung oder die endgültige Einstellung der Produktion für eine emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch nach dieser Regelung sind die Vertragsparteien des Übereinkommens von 1958, die diese Regelung anwenden, mit einem Mitteilungsblatt zu unterrichten, das dem Muster in Anlage 2 zu diesem Anhang entspricht. In der Typprüfung gemessene Werte sind ebenfalls anzugeben.

### 4. TECHNISCHE ANFORDERUNGEN

#### 4.1. Allgemeine Anforderungen

- 4.1.1. Die emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch muss so ausgelegt und gebaut sein sowie derart montiert werden können, dass der Motor und das Fahrzeug in der Lage sind, die Bestimmungen, die sie ursprünglich eingehalten haben, zu erfüllen; außerdem müssen die Schadstoffemissionen während der gesamten normalen Lebensdauer des Fahrzeugs unter normalen Benutzungsbedingungen wirksam begrenzt werden.

- 4.1.2. Die emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch muss an der gleichen Stelle wie die emissionsmindernde Einrichtung für die Erstausrüstung eingebaut werden, und die Position der Abgas-, Temperatur- und Druckfühler an der Abgasleitung darf nicht verändert werden.

- 4.1.3. Weist die emissionsmindernde Einrichtung für die Erstausrüstung Wärmeschutzvorrichtungen auf, so muss auch die emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch entsprechende Schutzvorrichtungen haben.

- 4.1.4. Auf Ersuchen des Antragstellers, der eine Typgenehmigung für das Ersatzteil beantragt, stellt die Typgenehmigungsbehörde, die die ursprüngliche Typgenehmigung des Motorsystems erteilt hat, zu gleichen Bedingungen für jeden geprüften Motor die Informationen zur Verfügung, die in den Absätzen 3.2.12.2.6.8.1.1 und 3.2.12.2.6.8.2.1 in Teil 1 des Beschreibungsbogens in Anhang I genannt sind.

#### 4.2. Allgemeine Anforderungen an die Dauerhaltbarkeit

Die emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch muss dauerhaft sein, das heißt, sie muss so ausgelegt und gebaut sein sowie derart montiert werden können, dass sie gegen Korrosions- und Oxidationseinflüsse, denen sie je nach der Benutzung des Fahrzeugs ausgesetzt ist, hinreichend geschützt ist.

Die emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch muss so ausgelegt sein, dass die aktiven Elemente der emissionsmindernden Einrichtung angemessen vor mechanischen Erschütterungen geschützt sind, um sicherzustellen, dass Schadstoffemissionen während der normalen Lebensdauer des Fahrzeugs unter normalen Benutzungsbedingungen wirksam begrenzt werden.

Der Antragsteller, der eine Typgenehmigung beantragt, muss der Typgenehmigungsbehörde Details der Prüfung, mit der der Schutz gegen mechanische Erschütterungen festgestellt wird, sowie die Ergebnisse dieser Prüfung, zur Verfügung stellen.

#### 4.3. Anforderungen hinsichtlich der Emissionen

##### 4.3.1. Beschreibung des Bewertungsverfahrens für Emissionen

Die in Absatz 3.4.4 Buchstabe a dieser Regelung angegebenen Motoren mit einem vollständigen Emissionsminderungssystem einschließlich der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch des Typs, für den die Genehmigung beantragt wird, sind Prüfungen zu unterziehen, die für den Verwendungszweck gemäß Anhang 4 angemessen sind, um ihre Leistung mit dem Original-Emissionsminderungssystem gemäß dem unten beschriebenen Verfahren zu vergleichen.

##### 4.3.1.1. Umfasst die emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch nicht das vollständige Emissionsminderungssystem, so sind nur neue Einrichtungen für die Erstausrüstung oder neue emissionsmindernde Originalbauteile für den Austausch zu verwenden, um das Emissionsminderungssystem zu vervollständigen.

##### 4.3.1.2. Das Emissionsminderungssystem ist gemäß dem in Absatz 4.3.2.4 beschriebenen Verfahren zu altern und erneut zu prüfen, um die Dauerhaltbarkeit seiner Emissionsminderungsleistung festzustellen.

Die Dauerhaltbarkeit einer emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch wird anhand eines Vergleichs von zwei aufeinanderfolgenden Sätzen von Abgasemissionsprüfungen bestimmt.

a) Der erste Satz wird mit einer emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch durchgeführt, die während zwölf WHSC-Zyklen eingefahren wurde.

b) Der zweite Satz wird mit einer emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch durchgeführt, die gemäß den unten beschriebenen Verfahren gealtert wurde.

Wird ein Genehmigungsantrag für verschiedene Motortypen desselben Motorherstellers gestellt und sind diese unterschiedlichen Motortypen mit einem identischen Emissionsminderungssystem für die Erstausrüstung ausgestattet, kann die Prüfung auf minimal zwei Motoren begrenzt werden, die nach Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde ausgewählt werden.

##### 4.3.2. Verfahren zur Bewertung der Emissionsminderungsleistung einer emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch

##### 4.3.2.1. Der Motor oder die Motoren sind gemäß Absatz 4.1.4 dieser Regelung mit einer neuen emissionsmindernden Einrichtung für die Erstausrüstung auszustatten.

Das Abgasnachbehandlungssystem ist mit zwölf WHSC-Zyklen vorzukonditionieren. Nach dieser Vorkonditionierung sind die Motoren gemäß den WHDC-Prüfverfahren zu prüfen, die in Anhang 4 beschrieben sind. Für jeden Typ sind drei entsprechende Abgasprüfungen durchzuführen.

Die Prüfmotoren mit dem Original-Abgasnachbehandlungssystem oder dem Original-Abgasnachbehandlungssystem für den Austausch müssen die Grenzwerte gemäß der Typgenehmigung des Motors oder des Fahrzeugs einhalten.

##### 4.3.2.2. Abgasprüfung mit der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch

Die zu bewertende emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch ist an dem Abgasnachbehandlungssystem anzubringen, welches gemäß den Anforderungen in Absatz 4.3.2.1 geprüft wird, und ersetzt die entsprechende Originaleinrichtung.

Das Abgasnachbehandlungssystem mit der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch ist dann mit zwölf WHSC-Zyklen vorzukonditionieren. Nach dieser Vorkonditionierung sind die Motoren gemäß den WHDC-Verfahren zu prüfen, die in Anhang 4 beschrieben sind. Für jeden Typ sind drei entsprechende Abgasprüfungen durchzuführen.

##### 4.3.2.3. Ursprüngliche Bewertung der Schadstoffemissionen von Motoren, die mit emissionsmindernden Einrichtungen für den Austausch ausgestattet sind

Die Anforderungen an die Emissionen von Motoren, die mit emissionsmindernden Einrichtungen für den Austausch ausgestattet sind, gelten als erfüllt, wenn die Ergebnisse für jeden regulierten Schadstoff (CO, HC, NMHC, Methan, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, Partikelmasse und Partikelzahl je nach Typgenehmigung des Motors) den folgenden Bedingungen entsprechen:

$$1) M \leq 0,85S + 0,4G$$

$$2) M \leq G$$

Dabei ist:

M: der Mittelwert der Emissionen eines Schadstoffs, der aus den drei Prüfungen mit der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch errechnet wurde;

S: der Mittelwert der Emissionen eines Schadstoffs, der aus den drei Prüfungen mit der emissionsmindernden Einrichtung für die Erstausrüstung oder der emissionsmindernden Original-Einrichtung für den Austausch errechnet wurde;

G: der Grenzwert der Emissionen eines Schadstoffs gemäß der Typgenehmigung des Fahrzeugs.

#### 4.3.2.4. Dauerhaltbarkeit der Emissionsminderungsleistung

Das nach Absatz 4.3.2.2 geprüfte Abgasnachbehandlungssystem mit der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch ist den Dauerhaltbarkeitsprüfverfahren gemäß Anlage 4 zu diesem Anhang zu unterziehen.

#### 4.3.2.5. Abgasprüfung mit der gealterten emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch

Das gealterte Abgasnachbehandlungssystem mit der gealterten emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch ist an den gemäß den Absätzen 4.3.2.1 und 4.3.2.2 verwendeten Prüfmotor anzubringen.

Das gealterte Abgasnachbehandlungssystem ist während zwölf WHSC-Zyklen vorzukonditionieren und anschließend unter Verwendung der WHDC-Verfahren, die in Anhang 4 beschrieben sind, zu prüfen. Für jeden Typ sind drei entsprechende Abgasprüfungen durchzuführen.

#### 4.3.2.6. Bestimmung des Alterungsfaktors (AF) für die emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch

Der Alterungsfaktor für jeden Schadstoff ist das Verhältnis der angewendeten Emissionswerte am Ende der Lebensdauer und am Anfang der Betriebsakkumulation. (Beispiel: Wenn die Emissionen des Schadstoffs A am Ende der Lebensdauer 1,50 g/kWh und die am Anfang der Betriebsakkumulation 1,82 g/kWh betragen, dann beträgt der Alterungsfaktor  $1,82/1,50 = 1,21$ .)

#### 4.3.2.7. Bewertung der Schadstoffemissionen von Motoren, die mit emissionsmindernden Einrichtungen für den Austausch ausgestattet sind.

Die Anforderungen an die Emissionen von Motoren, die mit gealterten emissionsmindernden Einrichtungen für den Austausch ausgestattet sind (wie in Absatz 4.3.2.5 beschrieben), gelten als erfüllt, wenn die Ergebnisse für jeden regulierten Schadstoff (CO, HC, NMHC, Methan, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, Partikelmasse und Partikelzahl je nach Typgenehmigung des Motors) der folgenden Bedingung entsprechen:

$$M * AF \leq G$$

Dabei ist:

M: der Mittelwert der Emissionen eines Schadstoffs, der aus den drei Prüfungen mit der vorkonditionierten emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch vor ihrer Alterung errechnet wurde (d. h. die Ergebnisse aus Absatz 4.3.2);

AF: der Alterungsfaktor für einen Schadstoff;

G: der Grenzwert der Emissionen eines Schadstoffs gemäß der Typgenehmigung des/der Fahrzeugs/Fahrzeuge

#### 4.3.3. Technologiefamilie für emissionsmindernde Einrichtungen für den Austausch

Der Hersteller kann anhand von grundlegenden Eigenschaften, die die Einrichtungen einer Familie gemeinsam haben, eine Technologiefamilie für emissionsmindernde Einrichtungen für den Austausch festlegen.

Um zu derselben Technologiefamilie für emissionsmindernde Einrichtungen für den Austausch zu gehören, müssen die emissionsmindernden Einrichtungen für den Austausch folgende Merkmale haben:

- a) die gleichen emissionsmindernden Mechanismen (Oxidationskatalysator, Dreiwegekatalysator, Partikelfilter, selektive katalytische Reduktion für NO<sub>x</sub> usw.);
- b) dasselbe Substratmaterial (selbe Art von Keramik oder selbe Art von Metall);
- c) dieselbe Substratart und Zellendichte;
- d) dieselben katalytisch aktiven Materialien und, bei mehreren, dasselbe Verhältnis an katalytisch aktiven Materialien;
- e) dieselbe Gesamtbeschichtung mit katalytisch aktiven Materialien;
- f) dieselbe Art von Zwischenschicht, die durch dasselbe Verfahren aufgebracht wird.

#### 4.3.4. Bewertung der Dauerhaltbarkeit der Emissionsminderungsleistung einer emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch unter Verwendung des Alterungsfaktors einer Technologiefamilie

Hat der Hersteller eine Technologiefamilie für emissionsmindernde Einrichtungen für den Austausch festgelegt, können die in Absatz 4.3.2 beschriebenen Verfahren verwendet werden, um die Alterungsfaktoren für jeden Schadstoff für die Stammeinrichtung dieser Familie zu bestimmen. Der Motor, an dem diese Prüfungen durchgeführt werden, muss über einen Mindesthubraum von 0,75 dm<sup>3</sup> pro Zylinder verfügen.

#### 4.3.4.1. Bestimmung der dauerhaften Leistung der Einrichtungen einer Familie

Für eine emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch A in einer Familie, die für die Anbringung an einen Motor mit einem Hubraum CA ausgelegt ist, gelten dieselben Alterungsfaktoren wie für die emissionsmindernde Stammeinrichtung P, die an einem Motor mit einem Hubraum CP bestimmt wurden, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

$$VA/CA \geq VP/CP$$

Dabei ist:

VA: das Substratvolumen (in dm<sup>3</sup>) der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch A,

VP: das Substratvolumen (in dm<sup>3</sup>) der emissionsmindernden Stammeinrichtung für den Austausch P derselben Familie

und

beide Motoren verwenden dieselbe Methode für die Regenerierung jeglicher emissionsmindernder Einrichtungen, die am Original-Abgasnachbehandlungssystem angebracht sind. Diese Anforderung gilt nur, wenn Einrichtungen, die eine Regenerierung erfordern, an das Original-Abgasnachbehandlungssystem angebracht sind.

Wenn diese Bedingungen erfüllt sind, kann die Dauerhaltbarkeit der Emissionsminderungsleistung der anderen Einrichtungen der Familie anhand der Emissionsergebnisse (S) derjenigen Einrichtung einer Familie bestimmt werden, die nach den Anforderungen in den Absätzen 4.3.2.1, 4.3.2.2 und 4.3.2.3 festgelegt wird und für die die Alterungsfaktoren der Stammeinrichtung dieser Familie verwendet werden.

#### 4.4. Anforderungen hinsichtlich des Abgasgedrucks

Der Abgasgedruck darf nicht dazu führen, dass das vollständige Abgassystem den in Absatz 6.1.2 dieser Regelung angegebenen Wert übersteigt.

#### 4.5. Anforderungen an die OBD-Kompatibilität (gilt nur für emissionsmindernde Einrichtungen für den Austausch, die für den Einbau in Fahrzeuge mit OBD-System bestimmt sind)

##### 4.5.1. Der Nachweis der OBD-Kompatibilität ist nur erforderlich, wenn die emissionsmindernde Einrichtung für die Erstausrüstung in der ursprünglichen Konfiguration überwacht wurde.

##### 4.5.2. Für den Nachweis der OBD-Kompatibilität von emissionsmindernden Einrichtungen für den Austausch sind die in Anhang 9B beschriebenen Verfahren für solche emissionsmindernden Einrichtungen für den Austausch anzuwenden, die in gemäß dieser Regelung typgenehmigte Motoren oder Fahrzeuge eingebaut werden sollen.

##### 4.5.3. Die Bestimmungen dieser Regelung, die für andere Bauteile als für emissionsmindernde Einrichtungen gelten, finden keine Anwendung.

##### 4.5.4. Der Hersteller von emissionsmindernden Einrichtungen für den Austausch kann das gleiche Vorkonditionierungs- und Prüfverfahren wie bei der ursprünglichen Typgenehmigung anwenden. In diesem Fall muss die Typgenehmigungsbehörde, die die ursprüngliche Typgenehmigung des Motors eines Fahrzeugs erteilt hat, auf Anfrage und zu gleichen Bedingungen die Anlage „Angaben zu den Prüfbedingungen“ zu Anhang I vorlegen, welche die Zahl und den Typ der Vorkonditionierungs-Zyklen enthält sowie den Typ des Prüfzyklus, der vom Hersteller der Erstausrüstung für die OBD-Prüfung der emissionsmindernden Einrichtung genutzt wurde.

##### 4.5.5. Damit der ordnungsgemäße Einbau und das ordnungsgemäße Funktionieren aller anderen vom OBD-System überwachten Bauteile überprüft werden kann, darf das OBD-System vor dem Einbau einer emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch keine Fehlfunktion und keine gespeicherten Fehlercodes anzeigen. Um das festzustellen, kann der Status des OBD-Systems nach Abschluss der in den Absätzen 4.3.2 bis 4.3.2.7 beschriebenen Prüfungen bewertet werden.

##### 4.5.6. Die Fehlfunktionsanzeige darf sich während des nach den Absätzen 4.3.2 bis 4.3.2.7 erforderlichen Fahrzeugbetriebs nicht aktivieren.

#### 5. ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION

##### 5.1. Es werden Maßnahmen zur Gewährleistung der Übereinstimmung der Produktion nach Absatz 8 dieser Regelung getroffen.

##### 5.2. Besondere Bestimmungen

##### 5.2.1. Die Überprüfungen nach Anlage 2 zum Übereinkommen von 1958 (E/ECE/324//E/ECE/TRANS/505/Rev.2) müssen die Übereinstimmung mit den unter Absatz 1.2.1 festgelegten Merkmalen für den „Typ der emissionsmindernden Einrichtung“ umfassen.

##### 5.2.2. Zur Anwendung von Absatz 8 dieser Regelung können die in Absatz 4.3 dieses Anhangs (Anforderungen hinsichtlich der Emissionen) beschriebenen Prüfungen durchgeführt werden. In diesem Fall kann, falls der Inhaber der Typgenehmigung dies wünscht, statt der emissionsmindernden Einrichtung für die Erstausrüstung die emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch, die bei den Typgenehmigungsprüfungen verwendet wurde, als Vergleichsbasis genommen werden (oder ein anderes Muster, das nachweislich mit dem genehmigten Typ übereinstimmt). Die gemessenen Emissionswerte des zu beurteilenden Musters dürfen durchschnittlich nicht mehr als 15 % über den Mittelwerten liegen, die beim Bezugsmuster gemessen werden.

Anlage 1

Muster des Beschreibungsbogens

Beschreibungsbogen Nr. ...

betreffend die Typgenehmigung von emissionsmindernden Einrichtungen für den Austausch

Die nachstehenden Angaben sind zusammen mit dem Verzeichnis der beiliegenden Unterlagen in dreifacher Ausfertigung einzureichen. Liegen Zeichnungen bei, so müssen diese im Format A4 ausgeführt oder auf dieses Format gefaltet sein und hinreichende Einzelheiten in geeignetem Maßstab enthalten. Liegen Fotografien bei, so müssen diese hinreichende Einzelheiten enthalten.

Weisen die Systeme, Bauteile oder selbständigen technischen Einheiten elektronisch gesteuerte Funktionen auf, so sind Angaben zu ihren Leistungsmerkmalen zu machen.

- 0. Allgemeines
  - 0.1. Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers): .....
  - 0.2. Typ: .....
  - 0.2.1. Handelsname(n), sofern vorhanden: .....
  - 0.3. Merkmale zur Typidentifizierung: .....
  - 0.5. Name und Anschrift des Herstellers: .....
  - 0.7. Bei Bauteilen und selbständigen technischen Einheiten Lage und Anbringungsart des Genehmigungszeichens: .....
  - 0.8. Name(n) und Anschrift(en) der Fertigungsstätte(n): .....
  - 0.9 (Ggf.) Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers: .....
- 1. Beschreibung des Systems
  - 1.1. Typ der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch (Oxidations-, Dreiwegekatalysator, SCR-Katalysator, Partikelfilter usw.): .....
  - 1.2. Zeichnungen der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch, aus denen sämtliche unter der Begriffsbestimmung „Typ der emissionsmindernden Einrichtung“ in Absatz 1.2.1 dieses Anhangs genannten Merkmale hervorgehen: .....
  - 1.3. Beschreibung des Fahrzeugtyps/der Fahrzeugtypen, für den/die die emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch bestimmt ist: .....
  - 1.3.1. Nummer(n) und/oder Zeichen, die den Motor- und den (die) Fahrzeugtyp(en) kennzeichnen: .....
  - 1.3.2. Nummer(n) und/oder Zeichen, die die emissionsmindernde(n) Einrichtung(en) für die Erstausrüstung kennzeichnen, die durch die emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch ersetzt werden soll: .....
  - 1.3.3. Soll die emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch mit den Anforderungen für OBD-Systeme kompatibel sein? (ja/nein) (!)
  - 1.3.4. Soll die emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch mit bestehenden Fahrzeug-/Motorsteuerungssystemen kompatibel sein? (ja/nein) (!)
  - 1.4. Beschreibung und Zeichnungen, aus denen die Lage der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch zum (zu den) Abgaskrümmern(n) des Motors ersichtlich ist: .....

(!) Nichtzutreffendes streichen.

Anlage 2

Mitteilung betreffend die Genehmigung einer emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch nach der Regelung Nr. 49, Änderungsserie 06

(Größtformat: A4 (210 × 297 mm))



ausgestellt von: Bezeichnung der Behörde

.....  
.....  
.....

- über die <sup>(2)</sup>: Erteilung der Genehmigung
- Erweiterung der Genehmigung
- Versagung der Genehmigung
- Rücknahme der Genehmigung
- Endgültige Einstellung der Produktion

einer emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch als Bauteil/selbständige technische Einheit nach der Regelung Nr. 49, Änderungsserie 06

Nummer der Genehmigung .....

Nummer der Erweiterung .....

Grund für die Erweiterung .....

ABSCHNITT I

0.1. Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers): .....

0.2. Typ: .....

0.3. Merkmale zur Typidentifizierung, sofern auf dem Bauteil/der selbständigen technischen Einheit vorhanden <sup>(3)</sup> (Teilenummer): .....

0.3.1. Anbringungsstelle dieser Merkmale: .....

0.4. Name und Anschrift des Herstellers: .....

0.5. Bei Bauteilen und selbständigen technischen Einheiten Lage und Anbringungsart des Genehmigungszeichens: ...

0.6. Name(n) und Anschrift(en) der Fertigungsstätte(n): .....

0.7. Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers: .....

ABSCHNITT II

1. Zusätzliche Angaben

1.1. Fabrikmarke und Typ der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch (Oxidations-, Dreiwegekatalysator, SCR-Katalysator, Partikelfilter usw.):

1.2. Motor- und Fahrzeugtyp(en), für den (die) der Typ der emissionsmindernden Einrichtung als Ersatzteil geeignet ist:

<sup>(1)</sup> Kennzahl des Landes, das die Genehmigung erteilt/erweitert/versagt oder zurückgenommen hat.

<sup>(2)</sup> Nichtzutreffendes streichen.

<sup>(3)</sup> Enthalten die Merkmale zur Typidentifizierung Zeichen, die für die Beschreibung des Fahrzeugs, des Bauteils oder der selbständigen technischen Einheit gemäß diesem Informationsdokument nicht relevant sind, so werden diese Schriftzeichen in den Unterlagen durch das Symbol „?“ (z. B. ABC??123??) wiedergegeben.

- 1.3. Motortyp(en), in dem (denen) die emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch geprüft wurde:
  - 1.3.1. Wurde die Kompatibilität der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch mit den Anforderungen für OBD-Systeme nachgewiesen (ja/nein) <sup>(1)</sup>?
2. Technischer Dienst, der für die Durchführung der Prüfungen zuständig ist:
3. Datum des Prüfberichts:
4. Nummer des Prüfberichts:
5. Hinweise:
6. Ort:
7. Datum:
8. Unterschrift:

Anlagen: Beschreibungsunterlagen  
Prüfbericht

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

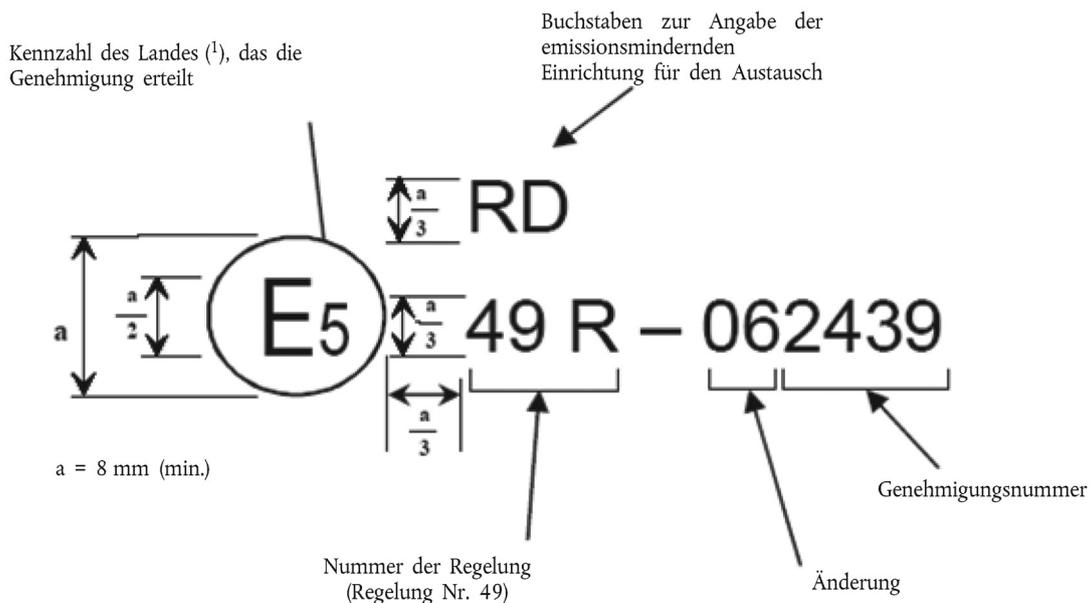
<sup>(1)</sup> Nichtzutreffendes streichen.

Anlage 3

**Muster des Genehmigungszeichens**

Diese Anlage beschreibt die Bestandteile eines nach Absatz 3 dieses Anhangs ausgegebenen und an einer emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch angebrachten Genehmigungszeichens.

In der folgenden schematischen Darstellung werden die allgemeine Auslegung, die Größenverhältnisse und die Inhalte der Kennzeichnungen gezeigt. Die Bedeutung der Zahlen und alphabetischen Zeichen wird angegeben und es wird ferner auf Quellen verwiesen, die es ermöglichen, die entsprechenden Alternativen für jeden Genehmigungsfall festzustellen.



<sup>(1)</sup> Kennzahl des Landes gemäß der Fußnote in Absatz 4.12.3.1 dieser Regelung.

## Anlage 4

**Alterungsverfahren zur Bewertung der Dauerhaltbarkeit**

1. Nachfolgend sind die Verfahren zur Alterung einer emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch zum Zweck der Bewertung der Dauerhaltbarkeit beschrieben.
2. Für den Nachweis der Dauerhaltbarkeit muss die emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch den Anforderungen in Anhang 7 Absätze 1 bis 3.4.2 entsprechen.
- 2.1. Für den Nachweis der Dauerhaltbarkeit der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch können die Mindest-Betriebsakkumulationszeiträume gemäß Tabelle 1 verwendet werden.

Tabelle 1

**Mindest-Betriebsakkumulationszeitraum**

Fahrzeugklasse, für die der Motor bestimmt ist	Mindest-Betriebsakkumulationszeitraum
Fahrzeuge der Klasse N <sub>1</sub>	
Fahrzeuge der Klasse N <sub>2</sub>	
Fahrzeuge der Klasse N <sub>3</sub> mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse bis 16 t	
Fahrzeuge der Klasse N <sub>3</sub> mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse über 16 t	
Fahrzeuge der Klasse M <sub>1</sub>	
Fahrzeuge der Klasse M <sub>2</sub>	
Fahrzeuge der Klasse M <sub>3</sub> , Unterklassen I, II, A und B mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse bis 7,5 t	
Fahrzeuge der Klasse M <sub>3</sub> , Unterklassen III und B mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse über 7,5 t	

## ANHANG 14

## ZUGANG ZU OBD-INFORMATIONEN VON FAHRZEUGEN

1. ZUGANG ZU OBD-INFORMATIONEN
  - 1.1. Anträgen auf Typgenehmigung oder auf Änderung einer Typgenehmigung sind die einschlägigen Informationen über das OBD-System des Motors oder des Fahrzeugs beizufügen. Diese Informationen müssen die Hersteller von Ersatz- oder Nachrüstteilen in die Lage versetzen, die von ihnen hergestellten Teile dem jeweiligen Fahrzeug-OBD-System anzupassen, damit ein fehlerfreier Betrieb möglich ist und der Fahrzeugnutzer vor Funktionsstörungen sicher sein kann. Entsprechend müssen derartige Informationen die Hersteller von Prüf- und Diagnosegeräten in die Lage versetzen, Geräte herzustellen, die eine genaue Diagnose von Motor- oder Fahrzeug-Emissionsminderungssystemen ermöglichen.
  - 1.2. Auf Anfrage wird Absatz 2.1 dieses Anhangs, der die einschlägigen Informationen über das OBD-System enthält, allen interessierten Herstellern von Bauteilen, Diagnose- oder Prüfgeräten zu gleichen Bedingungen von der Typgenehmigungsbehörde zur Verfügung gestellt.
  - 1.3. Werden bei einer Typgenehmigungsbehörde Informationen über das OBD-System eines Motorsystems oder eines Fahrzeugs, für das eine Typgenehmigung gemäß einer früheren Fassung der Regelung erteilt wurde, durch interessierte Hersteller von Bauteilen, Diagnose- oder Prüfgeräten beantragt,
    - fordert die Typgenehmigungsbehörde den Hersteller des Fahrzeugs innerhalb von 30 Tagen auf, die gemäß Absatz 2.1 dieses Anhangs erforderlichen Informationen zur Verfügung zu stellen;
    - legt der Hersteller diese Informationen der Typgenehmigungsbehörde innerhalb von zwei Monaten nach dieser Aufforderung zur Verfügung vor;
    - leitet die Typgenehmigungsbehörde diese Informationen an die zuständigen Typgenehmigungsbehörden der Vertragsparteien weiter, und die Typgenehmigungsbehörde, die die ursprüngliche Typgenehmigung ausgestellt hat, fügt diese Informationen dem Anhang 1 dieser Regelung sowie den Typgenehmigungsinformationen des Motorsystems oder Fahrzeugtyps bei.
  - 1.4. Diese Vorschrift beeinträchtigt weder die Gültigkeit von zu einem früheren Zeitpunkt auf der Grundlage dieser Regelung erteilten Genehmigungen noch verhindert sie Erweiterungen derartiger Genehmigungen nach den Bestimmungen der Regelung, unter der sie ursprünglich erteilt wurden.
  - 1.5. Informationen können ausschließlich angefordert werden für Ersatzteile, die der UN-Typgenehmigung unterliegen, oder für Bauteile, die Teile eines Systems sind, das der UN-Typgenehmigung unterliegt.
  - 1.6. Bei der Anforderung der Informationen sind die genauen technischen Daten des Motorsystems oder Fahrzeugmodells anzugeben, für das die Informationen angefordert werden. Dabei ist zu bestätigen, dass die Informationen für die Entwicklung von Ersatz- oder Nachrüstteilen oder von Diagnose- oder Prüfgeräten angefordert werden.
2. OBD-DATEN
  - 2.1. Die folgenden zusätzlichen Informationen sind vom Hersteller des Motors oder des Fahrzeugs bereitzustellen, damit die Herstellung von OBD-kompatiblen Ersatzteilen und Diagnose- und Prüfgeräten ermöglicht wird, es sei denn, dass an diesen Informationen geistige Eigentumsrechte bestehen oder dass sie spezielles Know-how entweder des Herstellers oder des (der) OEM-Zulieferer(s) (Erstaurüster) darstellen.
    - 2.1.1. Angabe der Art und Zahl der für die ursprüngliche Typgenehmigung des Motors oder Fahrzeugs durchlaufenen Vorkonditionierungszyklen.
    - 2.1.2. Beschreibung des für die ursprüngliche Typgenehmigung des Motors oder Fahrzeugs verwendeten OBD-Prüfzyklus für das von dem OBD-System überwachte Bauteil.
    - 2.1.3. Umfassende Unterlagen, in denen alle Bauteile beschrieben sind, die im Rahmen der Strategie zur Erkennung von Fehlfunktionen und zur Aktivierung der Fehlfunktionsanzeige überwacht werden (feste Anzahl von Fahrzyklen oder statistische Methode), einschließlich eines Verzeichnisses einschlägiger sekundär ermittelter Parameter für jedes Bauteil, das durch das OBD-System überwacht wird, sowie eine Liste aller vom OBD-System verwendeten Ausgabecodes und -formate (jeweils mit Erläuterung jedes Codes und Formats) für einzelne emissionsrelevante Bauteile des Antriebsstrangs und für einzelne nicht emissionsrelevante Bauteile, wenn die Überwachung des Bauteils die Aktivierung der Fehlfunktionsanzeige bestimmt. In particular, in the case of vehicle types that use a communication link in accordance with ISO 15765-4 "Road vehicles — Diagnostics on Controller Area Network (CAN) - Part 4: Requirements for emissions-related systems", a comprehensive explanation for the data given in service \$ 05 Test ID \$ 21 to FF and the data given in service \$ 06, and a comprehensive explanation for the data given in service \$06 Test ID \$ 00 to FF, for each OBD monitor ID supported, shall be provided.

Werden andere Normen für Kommunikationsprotokolle verwendet, so sind gleichwertige ausführliche Erläuterungen vorzulegen.

2.1.4. Die nach diesem Absatz erforderlichen Angaben können u. a. in Form der nachstehenden Tabelle gemacht werden:

Bauteil	Fehlercode	Überwachungsstrategie	Kriterien für die Meldung von Fehlfunktionen	Kriterien für die Aktivierung des Störungsmelders	Sekundärparameter	Vorkonditionierung	Nachweisprüfung
SCR-Katalysator	P20EE	Signale der NO <sub>x</sub> -Sonden 1 und 2	Unterschied zwischen den Signalen von Sonde 1 und Sonde 2	zweiter Zyklus	Motordrehzahl, Motorlast, Katalysatortemperatur, Aktivität des Reagens, Massendurchsatz des Abgases	ein OBD-Prüfzyklus (WHTC, heißer Teil)	OBD-Prüfzyklus (WHTC, heißer Teil)

## ANHANG 15

**TECHNISCHE VORSCHRIFTEN FÜR MIT DIESEL/GAS BETRIEBENE ZWEISTOFFMOTOREN UND  
-FAHRZEUGE**

## 1. ANWENDUNGSBEREICH

Die Bestimmungen dieses Anhangs gelten für Zweistoffmotoren und Zweistofffahrzeuge

## 2. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN UND ABKÜRZUNGEN

- 2.1. „Gas-Energie-Verhältnis“ (Gas Energy Ratio - GER) bezeichnet bei Zweistoffmotoren das Verhältnis (ausgedrückt als prozentualer Anteil) des Energiegehalts des gasförmigen Kraftstoffes <sup>(1)</sup> zum Gesamtenergiegehalt beider Kraftstoffe (Diesel und Gas).
- 2.2. „Durchschnittlicher Gasanteil“ bezeichnet das durchschnittliche, über einen bestimmten Betriebszyklus berechnete Gas-Energie-Verhältnis.
- 2.3. „Zweistoff-Schwerlastmotor (HDDF) vom Typ 1A“ (Heavy-Duty Dual-Fuel Engine) bezeichnet einen Zweistoffmotor, der über den heißen Teil des WHTC-Prüfzyklus mit einem durchschnittlichen Gasanteil von mindestens 90 % ( $GER_{WHTC} \geq 90\%$ ) betrieben wird, der im Leerlauf nicht ausschließlich mit Dieseldieselkraftstoff betrieben wird und der nicht über eine Dieseldieselbetriebsart verfügt.
- 2.4. „Zweistoff-Schwerlastmotor (HDDF) vom Typ 1B“ bezeichnet einen Zweistoffmotor, der über den heißen Teil des WHTC-Prüfzyklus mit einem durchschnittlichen Gasanteil von mindestens 90 % ( $GER_{WHTC} \geq 90\%$ ) betrieben wird, der im Leerlauf bei Zweistoffbetrieb nicht ausschließlich mit Dieseldieselkraftstoff betrieben wird und der über eine Dieseldieselbetriebsart verfügt.
- 2.5. „Zweistoff-Schwerlastmotor (HDDF) vom Typ 2A“ bezeichnet einen Zweistoffmotor, der über den heißen Teil des WHTC-Prüfzyklus mit einem durchschnittlichen Gasanteil zwischen 10 % und 90 % ( $10\% < GER_{WHTC} < 90\%$ ) betrieben wird und der nicht über eine Dieseldieselbetriebsart verfügt, oder der über den heißen Teil des WHTC-Prüfzyklus mit einem durchschnittlichen Gasanteil von mindestens 90 % ( $GER_{WHTC} \geq 90\%$ ) betrieben wird, der aber im Leerlauf ausschließlich mit Dieseldieselkraftstoff betrieben wird und der nicht über eine Dieseldieselbetriebsart verfügt.
- 2.6. „Zweistoff-Schwerlastmotor (HDDF) vom Typ 2B“ bezeichnet einen Zweistoffmotor, der über den heißen Teil des WHTC-Prüfzyklus mit einem durchschnittlichen Gasanteil zwischen 10 % und 90 % ( $10\% < GER_{WHTC} < 90\%$ ) betrieben wird und der über eine Dieseldieselbetriebsart verfügt, oder der über den heißen Teil des WHTC-Prüfzyklus mit einem durchschnittlichen Gasanteil von mindestens 90 % ( $GER_{WHTC} \geq 90\%$ ) betrieben wird, der aber im Leerlauf bei Zweistoffbetrieb ausschließlich mit Dieseldieselkraftstoff betrieben werden kann, und der über eine Dieseldieselbetriebsart verfügt.
- 2.7. „Zweistoff-Schwerlastmotor (HDDF) vom Typ 3B“ <sup>(2)</sup> bezeichnet einen Zweistoffmotor, der über den heißen Teil des WHTC-Prüfzyklus mit einem durchschnittlichen Gasanteil von höchstens 10 % ( $GER_{WHTC} \leq 10\%$ ) betrieben wird und der über eine Dieseldieselbetriebsart verfügt.

## 3. ZWEISTOFFSPEZIFISCHE ZUSÄTZLICHE GENEHMIGUNGSANFORDERUNGEN

## 3.1. Zweistoff-Motorenfamilie

## 3.1.1. Kriterien für die Einstufung in eine Zweistoff-Motorenfamilie

Alle Motoren innerhalb einer Zweistoff-Motorenfamilie gehören denselben, in Abschnitt 2 <sup>(3)</sup> definierten Zweistoffmotorentypen an und werden mit denselben Kraftstofftypen oder gegebenenfalls mit den gemäß dieser Regelung als gleichwertig hinsichtlich der Kraftstoffgruppe geltenden Kraftstoffen betrieben.

Alle Motoren innerhalb einer Zweistoff-Motorenfamilie erfüllen die in dieser Regelung definierten Kriterien für die Einstufung in eine Selbstzündungsmotorenfamilie.

Der Unterschied zwischen dem höchsten und dem niedrigsten  $GER_{WHTC}$  (d. h. das höchste  $GER_{WHTC}$  minus dem niedrigsten  $GER_{WHTC}$ ) innerhalb einer Zweistoffmotorenfamilie darf 30 % nicht überschreiten.

## 3.1.2. Wahl des Stamm-Motors

Der Stamm-Motor einer Zweistoffmotorenfamilie ist gemäß den Kriterien auszuwählen, die in dieser Regelung für die Wahl des Stamm-Motors einer Selbstzündungsmotorenfamilie definiert sind.

<sup>(1)</sup> ausgehend vom unteren Heizwert.

<sup>(2)</sup> HDDF-Motoren vom Typ 3A werden nach dieser Regelung weder definiert noch zugelassen.

<sup>(3)</sup> Zum Beispiel HDDF Typ 1A oder HDDF Typ 2B usw.

4. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN
- 4.1. Betriebsarten von Zweistoffmotoren und Zweistofffahrzeugen
- 4.1.1. Bedingungen für den Dieselbetrieb bei Zweistoffmotoren
- Ein Zweistoffmotor darf nur dann in Dieselbetrieb laufen, wenn er für den Dieselbetrieb hinsichtlich aller den Dieselbetrieb betreffenden Anforderungen dieser Regelung genehmigt ist.
- Im Falle eines Zweistoffmotors, der eine Weiterentwicklung eines bereits genehmigten Dieselmotors darstellt, wird eine erneute Genehmigung für den Dieselbetrieb erforderlich.
- 4.1.2. Bedingungen für den ausschließlichen Dieselbetrieb eines Zweistoff-Schwerlastmotors (HDDF) im Leerlauf
- 4.1.2.1. Bei HDDF-Motoren vom Typ 1A ist ein ausschließlicher Dieselbetrieb im Leerlauf nur unter den in Absatz 4.1.3 genannten Bedingungen für das Warmlaufen und den Start zulässig.
- 4.1.2.2. Bei HDDF-Motoren vom Typ 1B ist in der Zweistoffbetriebsart ein ausschließlicher Dieselbetrieb im Leerlauf nicht zulässig.
- 4.1.2.3. Bei HDDF-Motoren vom Typ 2A, 2B und 3B ist ein ausschließlicher Dieselbetrieb im Leerlauf zulässig.
- 4.1.3. Bedingungen für den ausschließlichen Dieselbetrieb eines Zweistoff-Schwerlastmotors (HDDF) für das Warmlaufen und den Start
- 4.1.3.1. Bei Zweistoffmotoren vom Typ 1B, 2B oder 3B ist ein ausschließlicher Dieselbetrieb für das Warmlaufen und den Start zulässig. In diesem Fall ist jedoch die Dieselbetriebsart erforderlich.
- 4.1.3.2. Bei Zweistoffmotoren vom Typ 1A oder 2A ist ein ausschließlicher Dieselbetrieb für das Warmlaufen und den Start zulässig. In diesem Fall ist jedoch AES als Strategie zu wählen und die folgenden zusätzlichen Anforderungen müssen erfüllt sein:
- 4.1.3.2.1. Die Strategie endet, wenn die Kühlmitteltemperatur einen Wert von 343 K (70 °C) erreicht hat, oder innerhalb von 15 Minuten nach ihrer Aktivierung, je nachdem, was zuerst eintritt und
- 4.1.3.2.2. der Wartungsbetrieb muss aktiviert sein, während die Strategie aktiv ist.
- 4.2. Wartungsbetrieb
- 4.2.1. Bedingungen für den Wartungsbetrieb bei Zweistoffmotoren und Zweistofffahrzeugen
- Befindet sich der Motor eines Zweistofffahrzeugs im Wartungsbetrieb, so gilt für dieses Fahrzeug eine Betriebsbeschränkung und es ist vorübergehend von den in dieser Regelung enthaltenen, in Bezug auf Abgasemissionen, OBD-Systeme und Einrichtungen zur Begrenzung der NO<sub>x</sub>-Emissionen geltenden Anforderungen ausgenommen.
- 4.2.2. Betriebsbeschränkung im Wartungsbetrieb
- Bei der für Zweistofffahrzeuge im Wartungsbetrieb geltenden Betriebsbeschränkung handelt es sich um die Beschränkung, die durch die in Anhang 11 genannte „starke Aufforderung“ aktiviert wird.
- Die Betriebsbeschränkung darf weder durch die Aktivierung noch durch die Deaktivierung der in Anhang 11 genannten Warn- und Aufforderungssysteme deaktiviert werden.
- Die Aktivierung und die Deaktivierung des Wartungsbetriebs darf die in Anhang 11 genannten Warn- und Aufforderungssysteme weder aktivieren noch deaktivieren.
- Abbildungen in Bezug auf die Anforderungen an die Betriebsbeschränkung sind in Anlage 2 enthalten.
- 4.2.2.1. Aktivierung der Betriebsbeschränkung
- Die Betriebsbeschränkung muss sich automatisch aktivieren, wenn der Wartungsbetrieb aktiviert ist.
- Ist der Wartungsbetrieb gemäß Absatz 4.2.3 wegen einer Fehlfunktion der Gasversorgung oder einer Unregelmäßigkeit im Gasverbrauch aktiviert, muss die Betriebsbeschränkung nach dem nächsten Zeitraum, in dem das Fahrzeug abgestellt wurde, oder spätestens nach einer 30-minütigen Betriebszeit nach der Aktivierung des Betriebsmodus, aktiviert sein.

Ist der Wartungsbetrieb wegen eines leeren Gastanks aktiviert, muss sich die Betriebsbeschränkung aktivieren, sobald der Wartungsbetrieb aktiviert ist.

#### 4.2.2.2. Deaktivierung der Betriebsbeschränkung

Die Betriebsbeschränkung muss sich deaktivieren, sobald das Fahrzeug nicht mehr im Wartungsbetrieb ist.

#### 4.2.3. Nichtverfügbarkeit von gasförmigem Kraftstoff bei Zweistoffbetrieb

Damit nach der Erkennung eines leeren Gastanks, einer Fehlfunktion in der Gasversorgung gemäß Absatz 7.2 oder einer Unregelmäßigkeit im Gasverbrauch bei Zweistoffbetrieb gemäß Absatz 7.3 das Fahrzeug weiter bewegt werden und es den Verkehr verlassen kann, muss

a) bei Zweistoffmotoren von Typ 1A und 2A der Wartungsbetrieb und

b) bei Zweistoffmotoren von Typ 1B, 2B und 3B der Dieselbetrieb aktiviert werden.

#### 4.2.3.1. Nichtverfügbarkeit von gasförmigem Kraftstoff – leerer Gastank

Bei einem leeren Gastank muss sich der Wartungsbetrieb oder gegebenenfalls gemäß Absatz 4.2.3 der Dieselbetrieb aktivieren, sobald das Motorsystem einen leeren Tank erkannt hat.

Wenn die Verfügbarkeit von Gas im Tank das Niveau erreicht, durch das die Aktivierung des in Absatz 4.3.2 beschriebenen Füllstandwarnsystems für leeren Tank ausgelöst wurde, kann der Wartungsbetrieb deaktiviert oder gegebenenfalls der Zweistoffbetrieb wieder aktiviert werden.

#### 4.2.3.2. Nichtverfügbarkeit von gasförmigem Kraftstoff – Fehlfunktion in der Gasversorgung

Bei einer Fehlfunktion in der Gasversorgung gemäß Absatz 7.2 muss sich der Wartungsbetrieb oder, gegebenenfalls, gemäß Absatz 4.2.3 der Dieselbetrieb aktivieren, wenn der sich auf diese Fehlfunktion beziehende Fehlercode den Status „bestätigt und aktiv“ hat.

Sobald das Diagnosesystem feststellt, dass die Fehlfunktion nicht mehr besteht, oder wenn die Information, durch die es aktiviert wurde, einschließlich des sich auf diese Fehlfunktion beziehenden Fehlercodes, von einem Lesegerät gelöscht worden ist, kann der Wartungsbetrieb deaktiviert oder, gegebenenfalls, der Zweistoffbetrieb wieder aktiviert werden.

#### 4.2.3.2.1. Steht der in Absatz 4.4 genannte, einer Fehlfunktion der Gasversorgung zugeordnete Zähler nicht auf Null und zeigt dieser somit an, dass die Überwachungsfunktion eine Situation erkannt hat, in der der Fehler ein zweites oder weiteres Mal aufgetreten sein könnte, muss sich der Wartungsbetrieb oder, gegebenenfalls, der Dieselbetrieb aktivieren, wenn der Diagnose-Fehlercode den Status „potenziell“ hat.

#### 4.2.3.3. Nichtverfügbarkeit von gasförmigem Kraftstoff – Unregelmäßigkeit im Gasverbrauch

Bei einer Unregelmäßigkeit im Gasverbrauch im Zweistoffbetrieb gemäß Absatz 7.3 muss sich der Wartungsbetrieb oder, gegebenenfalls, gemäß Absatz 4.2.3 der Dieselbetrieb aktivieren, wenn der sich auf diese Fehlfunktion beziehende Fehlercode den Status „potenziell“ hat.

Sobald das Diagnosesystem feststellt, dass die Fehlfunktion nicht mehr besteht, oder wenn die Information, durch die es aktiviert wurde, einschließlich des sich auf diese Fehlfunktion beziehenden Fehlercodes, von einem Lesegerät gelöscht worden ist, kann der Wartungsbetrieb deaktiviert oder, gegebenenfalls, der Zweistoffbetrieb wieder aktiviert werden.

#### 4.3. Kraftstoffanzeiger für den Zweistoffbetrieb

##### 4.3.1. Zweistoffbetriebsanzeiger

Zweistoffmotoren und Zweistofffahrzeuge müssen über eine Anzeige verfügen, durch die der Fahrer die Betriebsart erkennt, in der der Motor betrieben wird (Zweistoff-, Diesel- oder Wartungsbetrieb).

Die Merkmale und die Einbaustelle dieser Anzeige können vom Hersteller frei gewählt werden und Teil eines bereits bestehenden Anzeigesystems sein.

Diese Anzeige kann durch einen Warnhinweis ergänzt werden. Das System, das verwendet wird, um die in diesem Absatz genannten Warnhinweise anzuzeigen, kann dasselbe sein, das auch für die On-Board-Diagnose, das ordnungsgemäße Arbeiten der Einrichtungen zur Begrenzung der NO<sub>x</sub>-Emissionen oder andere Instandhaltungszwecke genutzt wird.

Das Sichtelement des Zweistoffbetriebsanzeigers darf nicht dasselbe sein, wie das für OBD-Zwecke (d. h. die Fehlfunktionsanzeige MI), das ordnungsgemäße Arbeiten der Einrichtungen zur Begrenzung der NO<sub>x</sub>-Emissionen oder andere Instandhaltungszwecke genutzte.

Sicherheitswarnungen müssen den Hinweisen zur Betriebsanzeige stets übergeordnet sein.

4.3.1.1. Der Zweistoffbetriebsanzeiger muss auf Wartungsbetrieb schalten, sobald der Wartungsbetrieb aktiviert ist (d. h., noch bevor dieser tatsächlich aktiv wird), und die Anzeige muss während der gesamten Dauer des aktiven Wartungsbetriebs sichtbar bleiben.

4.3.1.2. Der Zweistoffbetriebsanzeiger muss für mindestens eine Minute auf Zweistoffbetrieb oder Dieselpetrieb schalten, sobald der Motor in Zweistoffbetrieb oder Dieselpetrieb läuft. Diese Anzeige muss beim Einschalten der Zündung für mindestens eine Minute sichtbar sein. Die Anzeige muss außerdem auf Anforderung durch den Fahrer sichtbar werden.

4.3.2. Füllstandwarnsystem für leeren Tank (Zweistoff-Warnsystem)

Ein Zweistofffahrzeug muss mit einem Zweistoff-Warnsystem ausgerüstet sein, durch das der Fahrer vor der bevorstehenden Entleerung des Tanks für gasförmigen Kraftstoff gewarnt wird.

Das Zweistoff-Warnsystem muss aktiviert bleiben, bis der Füllstand des Tanks ein Niveau erreicht, oberhalb dessen das Warnsystem aktiviert wird.

Das Zweistoff-Warnsystem darf durch andere Warnsignale vorübergehend unterbrochen werden, sofern diese wichtige sicherheitsbezogene Hinweise anzeigen.

Das Zweistoff-Warnsystem darf sich erst dann mittels eines Lesegerätes abschalten lassen, wenn die Ursache für die Aktivierung des Warnsignals behoben wurde.

4.3.2.1. Merkmale des Zweistoff-Warnsystems

Das Zweistoff-Warnsystem besteht aus einem visuellen Warnsystem (Bildsymbol, Piktogramm usw.), dessen Ausgestaltung dem Hersteller überlassen bleibt.

Es kann auf Wahl des Herstellers eine Audio-Komponente enthalten. Ist eine solche Komponente vorhanden, so ist die Möglichkeit der Abschaltung durch den Fahrer gestattet.

Das Sichtelement des Zweistoff-Warnsystems darf nicht dasselbe sein, wie das für OBD-Zwecke (d. h. die Fehlfunktionsanzeige MI), das ordnungsgemäße Arbeiten der Einrichtungen zur Begrenzung der NO<sub>x</sub>-Emissionen oder andere Instandhaltungszwecke genutzte.

Das Zweistoff-Warnsystem kann außerdem kurze Hinweise anzeigen, darunter Hinweise, die deutlich die Entfernung, die noch gefahren werden kann oder die Zeit bis zur Aktivierung der Betriebsbeschränkung angeben.

Das System, das verwendet wird, um die in diesem Absatz genannten Hinweise anzuzeigen, kann dasselbe sein, wie das auch für die Anzeige von zusätzlichen OBD-Hinweisen, Hinweisen in Bezug auf das ordnungsgemäße Arbeiten der Einrichtungen zur Begrenzung der NO<sub>x</sub>-Emissionen oder Hinweisen in Bezug auf andere Instandhaltungszwecke genutzte.

Eine Einrichtung, die dem Fahrer ermöglicht, die optischen Signale des Warnsystems zu dimmen, kann in Fahrzeugen zur Verfügung gestellt werden, die von Rettungskräften genutzt werden, oder in Fahrzeugen, die für den Einsatz durch die Streitkräfte, den Katastrophenschutz, die Feuerwehr und die Ordnungskräfte konstruiert und gebaut sind.

4.4. Fehlfunktion des Zählers der Gasversorgung

Das System muss einen Zählmechanismus beinhalten, um die Zahl der Stunden zu erfassen, die der Motor gelaufen ist, während das System eine Fehlfunktion in der Gasversorgung gemäß Absatz 7.2 erkannt hat.

4.4.1. Die Aktivierungs- und Deaktivierungskriterien und -mechanismen des Zählers müssen den Vorschriften von Anlage 2 entsprechen.

4.4.2. Ein Zähler gemäß Absatz 4.4 ist nicht erforderlich, wenn der Hersteller gegenüber der Typgenehmigungsbehörde nachweisen kann (z. B. mittels einer Strategiebeschreibung, Versuchsergebnissen usw.), dass der Zweistoffmotor automatisch auf Dieselpetrieb umschaltet, wenn eine Funktionsstörung erkannt wird.

- 4.5. Nachweis für die Zweistoffbetriebsanzeiger und die Betriebsbeschränkung  
Ein Hersteller, der einen Antrag auf Typgenehmigung nach dieser Regelung stellt, muss die Funktionsweise der Zweistoffbetriebsanzeiger und der Betriebsbeschränkung gemäß Anlage 3 nachweisen.
- 4.6. Mitgeteiltes Drehmoment
- 4.6.1. Mitgeteiltes Drehmoment bei einem Zweistoffmotor im Zweistoffbetrieb  
Bei einem Zweistoffmotor im Zweistoffbetrieb:
- a) Bei der Bezugsdrehmomentkurve, die gemäß den Anforderungen hinsichtlich Streaming-Daten nach Anhang 9B und gemäß der Bezugnahme in Anhang 8 abrufbar sein muss, handelt es sich um diejenige, die nach Anhang 4 bestimmt wird, indem der Motor bei Zweistoffbetrieb auf einem Motorprüfstand geprüft wird;
  - b) die aufgezeichneten tatsächlichen Werte für das Drehmoment (angezeigtes Drehmoment und Reibungsdrehmoment) dürfen nicht aus dem ausschließlichen Dieselpetrieb stammen, sondern müssen das Ergebnis der Verbrennung im Zweistoffbetrieb sein.
- 4.6.2. Mitgeteiltes Drehmoment bei einem Zweistoffmotor im Dieselpetrieb  
Bei einem Zweistoffmotor im Dieselpetrieb handelt es sich bei der Bezugsdrehmomentkurve, die gemäß den Anforderungen hinsichtlich Streaming-Daten nach Anhang 9B und gemäß der Bezugnahme in Anhang 8 abrufbar sein muss, um diejenige, die nach Anhang 4 bestimmt wird, indem der Motor bei Dieselpetrieb auf einem Motorprüfstand geprüft wird.
- 4.7. Anforderungen zur Begrenzung der Off-Cycle-Emissionen (OCE) und der im Betrieb abgegebenen Emissionen  
Zweistoffmotoren unterliegen den Anforderungen von Anhang 10, unabhängig davon, ob sie im Zweistoffbetrieb oder, im Falle von Motoren vom Typ 1B, 2B und 3B, in der Dieselpetriebsart laufen.
- 4.7.1. Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmeseinrichtungen (PEMS) bei der Zertifizierung  
Die Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmeseinrichtungen (PEMS) bei der Typgenehmigung nach Anhang 10 ist am Stamm-Motor einer Zweistoffmotorenfamilie in Zweistoffbetrieb durchzuführen.
- 4.7.1.1. Bei Zweistoffmotoren vom Typ 1B, 2B und 3B ist zusätzlich eine Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmeseinrichtungen (PEMS) an demselben Motor und Fahrzeug bei Dieselpetrieb unmittelbar nach oder vor der Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmeseinrichtungen (PEMS) bei Zweistoffbetrieb durchzuführen.  
  
In diesem Fall kann die Zertifizierung nur erfolgen, wenn sowohl die Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmeseinrichtungen (PEMS) bei Zweistoffbetrieb als auch die Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmeseinrichtungen (PEMS) bei Dieselpetrieb bestanden wurde.
- 4.7.2. Zusätzliche Anforderungen
- 4.7.2.1. Anpassungsstrategien eines Zweistoffmotors sind zulässig, wenn die folgenden Anforderungen erfüllt sind:
- a) Für den Motor gilt stets die Einstufung in den HDDF-Typ (d. h. Typ 1A, 2B usw.), der für die Typgenehmigung angegeben wurde, und
  - b) bei einem Motor vom Typ 2 überschreitet der Unterschied zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Wert des  $GER_{WHTC}$  innerhalb der Familie zu keinem Zeitpunkt den in Absatz 3.1.1 genannten Wert, und
  - c) diese Strategien werden angegeben und erfüllen die Anforderungen von Anhang 10.
5. LEISTUNGSANFORDERUNGEN
- 5.1. Für HDDF-Motoren vom Typ 1A und 1B geltende Emissionsgrenzwerte
- 5.1.1. Für HDDF-Motoren vom Typ 1A und 1B im Zweistoffbetrieb gelten die Emissionsgrenzwerte, die in Absatz 5.3 dieser Regelung für Fremdzündungsmotoren festgelegt sind.
- 5.1.2. Für HDDF-Motoren vom Typ 1B im Dieselpetrieb gelten die Emissionsgrenzwerte, die in Absatz 5.3 dieser Regelung für Selbstzündungsmotoren festgelegt sind.

- 5.2. Für HDDF-Motoren vom Typ 2A und 2B geltende Emissionsgrenzwerte
- 5.2.1. Im WHSC-Prüfzyklus geltende Emissionsgrenzwerte
- 5.2.1.1. Für HDDF-Motoren vom Typ 2A und 2B im Zweistoffbetrieb gelten im WHSC-Prüfzyklus die Emissionsgrenzwerte (und der Grenzwert für die Partikelzahl), die in der Tabelle von Absatz 5.3 dieser Regelung für Selbstzündungsmotoren im WHSC-Prüfzyklus festgelegt sind.
- 5.2.1.2. Für HDDF-Motoren vom Typ 2B im Dieselpetrieb gelten im WHSC-Prüfzyklus die Emissionsgrenzwerte (und der Grenzwert für die Partikelzahl), die in Absatz 5.3 dieser Regelung für Selbstzündungsmotoren festgelegt sind.
- 5.2.2. Im WHTC-Prüfzyklus geltende Emissionsgrenzwerte
- 5.2.2.1. Emissionsgrenzwerte für CO, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> und die Partikelmasse  
Für HDDF-Motoren vom Typ 2A und 2B im Zweistoffbetrieb gelten im WHTC-Prüfzyklus für CO, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> und die Partikelmasse die Emissionsgrenzwerte, die in Absatz 5.3 dieser Regelung für Selbstzündungsmotoren und Fremdzündungsmotoren im WHTC-Prüfzyklus festgelegt sind.
- 5.2.2.2. Emissionsgrenzwerte für Kohlenwasserstoffe
- 5.2.2.2.1. Mit Flüssiggas (NG) betriebene Motoren  
Die Emissionsgrenzwerte für THC, NMHC und CH<sub>4</sub>, die im WHTC-Prüfzyklus für mit Erdgas betriebene HDDF-Motoren vom Typ 2A und 2B im Zweistoffbetrieb gelten, werden auf der Grundlage der in Absatz 5.3 dieser Regelung für Selbstzündungsmotoren und Fremdzündungsmotoren im WHTC-Prüfzyklus festgelegten Emissionsgrenzwerte berechnet. Das Berechnungsverfahren ist in Absatz 5.3 dieses Anhangs beschrieben.
- 5.2.2.2.2. Mit Flüssiggas (LPG) betriebene Motoren  
Für mit Flüssiggas betriebene HDDF-Motoren vom Typ 2A und 2B im Zweistoffbetrieb gelten im WHTC-Prüfzyklus die Emissionsgrenzwerte für THC, die für Selbstzündungsmotoren im WHTC-Prüfzyklus gelten und in Absatz 5.3 dieser Regelung festgelegt sind.
- 5.2.2.3. Emissionsgrenzwerte für die Partikelzahl
- 5.2.2.3.1. Für HDDF-Motoren vom Typ 2A und 2B im Zweistoffbetrieb gelten im WHTC-Prüfzyklus für die Partikelzahl die Grenzwerte, die in Absatz 5.3 dieser Regelung für Selbstzündungsmotoren im WHTC-Prüfzyklus festgelegt sind. Wird in Absatz 5.3 dieser Regelung für Fremdzündungsmotoren ein Grenzwert für die Partikelzahl im WHTC-Prüfzyklus festgelegt, so gelten die Vorschriften von Absatz 5.2.4 für die Berechnung des für HDDF-Motoren vom Typ 2A und 2B in diesem Zyklus geltenden Grenzwerts.
- 5.2.2.3.2. Für HDDF-Motoren vom Typ 2B im Dieselpetrieb gelten im WHTC-Prüfzyklus die Emissionsgrenzwerte (und der Grenzwert für die Partikelzahl), die in Absatz 5.3 dieser Regelung für Selbstzündungsmotoren festgelegt sind.
- 5.2.3. Für HDDF-Motoren vom Typ 2A und 2B im Zweistoffbetrieb geltende Grenzwerte für Kohlenwasserstoffe (in mg/kWh) im WHTC-Prüfzyklus

Das folgende Berechnungsverfahren gilt für HDDF-Motoren vom Typ 2A und 2B, die im WHTC-Prüfzyklus bei Zweistoffbetrieb geprüft werden:

Das durchschnittliche GER<sub>WHTC</sub> ist über den heißen Teil des WHTC-Prüfzyklus berechnet.

Das entsprechende THC<sub>GER</sub> in mg/kWh ist sodann mit folgender Formel zu berechnen:

$$\text{THC}_{\text{GER}} = \text{NMHC}_{\text{PI}} + (\text{CH}_4_{\text{PI}} * \text{GER}_{\text{WHTC}})$$

Der anzuwendende THC-Grenzwert in mg/kWh ist nach folgendem Verfahren zu bestimmen:

Wenn  $\text{THC}_{\text{GER}} \leq \text{CH}_{4\text{PI}}$ , dann

- a) THC-Grenzwert =  $\text{THC}_{\text{GER}}$ ; und
- b) kein Grenzwert für  $\text{CH}_4$  und NMHC

Wenn  $\text{THC}_{\text{GER}} > \text{CH}_{4\text{PI}}$ , dann

- a) kein Grenzwert für THC und
- b) die Grenzwerte für  $\text{NMHC}_{\text{PI}}$  und  $\text{CH}_{4\text{PI}}$  gelten.

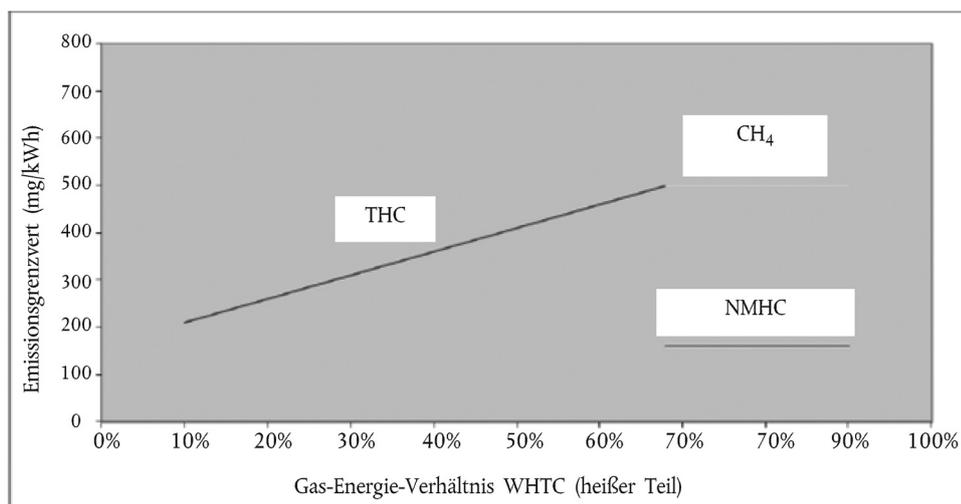
Bei diesem Verfahren

ist  $\text{NMHC}_{\text{PI}}$  der Emissionsgrenzwert für NMHC im WHTC-Prüfzyklus und gilt gemäß Absatz 5.3 dieser Regelung für Fremdzündungsmotoren;

ist  $\text{CH}_{4\text{PI}}$  der Emissionsgrenzwert für  $\text{CH}_4$  im WHTC-Prüfzyklus und gilt gemäß Absatz 5.3 dieser Regelung für Fremdzündungsmotoren.

Abbildung 1

**Darstellung der HC-Grenzwerte bei einem HDDF-Motor vom Typ 2 bei Zweistoffbetrieb im WHTC-Prüfzyklus (mit Erdgas betriebene Zweistoffmotoren)**



5.2.4. Für HDDF-Motoren vom Typ 2A und 2B in Zweistoffbetrieb geltender Grenzwert für die Partikelzahl (in #/kWh) im WHTC-Prüfzyklus.

Wird in Absatz 5.3 dieser Regelung für Fremdzündungsmotoren ein Grenzwert für die Partikelzahl im WHTC-Prüfzyklus festgelegt, so ist das folgende Berechnungsverfahren auf HDDF-Motoren vom Typ 1A, 1B, 2A und 2B bei Zweistoffbetrieb im WHTC-Zyklus anzuwenden:

Zunächst ist das durchschnittliche Gas-Energie-Verhältnis WHTC ( $\text{GER}_{\text{WHTC}}$ ) über den heißen Teil des WHTC-Prüfzyklus zu berechnen; dann

sind die Grenzwerte für die Partikelzahl ( $\text{PN limit}_{\text{WHTC}}$ ) in #/kWh für den WHTC-Prüfzyklus mit folgender Formel (lineare Interpolation zwischen den Grenzwerten für die Partikelzahl bei Selbstzündungsmotoren (CI) und Fremdzündungsmotoren (PI)) zu berechnen:

$$\text{PN limit}_{\text{WHTC}} = \text{PN limit}_{\text{CI/WHTC}} + (\text{PN limit}_{\text{PI/WHTC}} - \text{PN limit}_{\text{CI/WHTC}}) * \text{GER}_{\text{WHTC}}$$

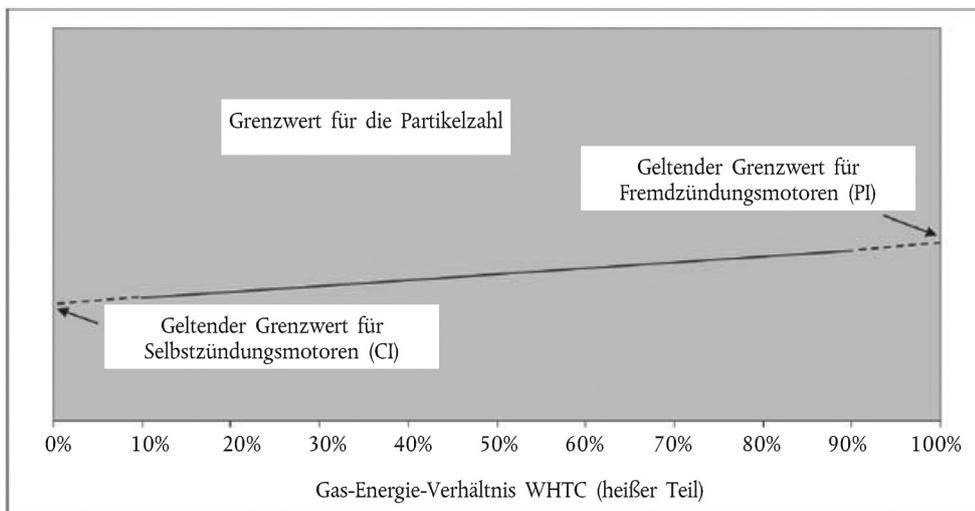
Dabei ist:

$\text{PN limit}_{\text{PI/WHTC}}$  der für Fremdzündungsmotoren (PI) geltende Grenzwert für die Partikelzahl im WHTC-Prüfzyklus;

$\text{PN limit}_{\text{CI/WHTC}}$  der für Selbstzündungsmotoren (CI) geltende Grenzwert für die Partikelzahl im WHTC-Prüfzyklus.

Abbildung 2

**Darstellung der PN-Grenzwerte bei einem HDDF-Motor vom Typ 2 bei Zweistoffbetrieb im WHTC-Prüfzyklus**



5.3. Emissionsgrenzwerte für HDDF-Motoren vom Typ 3B bei Zweistoffbetrieb

Für HDDF-Motoren vom Typ 3B sowohl bei Zweistoff- als auch Dieselpetrieb gelten die Emissionsgrenzwerte, die auch für Selbstzündungsmotoren gelten.

5.4. Übereinstimmungsfaktoren

Der bei einer Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmeseinrichtungen (PEMS) für die Anwendung des Übereinstimmungsfaktors geltende Emissionsgrenzwert ist auf der Grundlage des tatsächlichen Gas-Energie-Verhältnisses GER zu bestimmen, das aus dem beim Straßentest gemessenen Kraftstoffverbrauch berechnet wird; dabei ist es unerheblich, ob die Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmeseinrichtungen (PEMS) anlässlich der Zertifizierung oder anlässlich der Prüfung und des Nachweises der Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Motoren und Fahrzeuge erfolgt.

Steht jedoch keine ausreichend verlässliche Methode zur Messung des Gas- oder Dieselpkraftstoffverbrauchs zur Verfügung, so kann der Hersteller  $GER_{WHTC}$  verwenden, das über den heißen Teil des WHTC-Prüfzyklus ermittelt wurde.

6. NACHWEISANFORDERUNGEN

6.1. Zweistoffmotoren sind den in Tabelle 1 enthaltenen Laborprüfungen zu unterziehen.

Tabelle 1

**Laborprüfungen, die an einem Zweistoffmotor durchzuführen sind**

	Typ 1A	Typ 1B	Typ 2A	Typ 2B	Typ 3B
WHTC-Zyklus	NMHC CH <sub>4</sub> ; CO; NO <sub>x</sub> ; PM; PN; NH <sub>3</sub>	<u>Zweistoff-betrieb:</u> NMHC; CH <sub>4</sub> ; CO; NO <sub>x</sub> ; PM; PN; NH <sub>3</sub>	THC; NMHC; CH <sub>4</sub> ; CO; NO <sub>x</sub> ; PM; PN; NH <sub>3</sub>	<u>Zweistoff-betrieb:</u> THC; NMHC; CH <sub>4</sub> ; CO; NO <sub>x</sub> ; PM; PN; NH <sub>3</sub>	THC; CO; NO <sub>x</sub> ; PM; PN; NH <sub>3</sub>
		<u>Dieselpetrieb:</u> THC; CO; NO <sub>x</sub> ; PM; PN; NH <sub>3</sub>		<u>Dieselpetrieb:</u> THC; CO; NO <sub>x</sub> ; PM; PN; NH <sub>3</sub>	

	Typ 1A	Typ 1B	Typ 2A	Typ 2B	Typ 3B
WHSC-Zyklus	keine Prüfung	<u>Zweistoffbetrieb:</u> keine Prüfung	NMHC; CO; NO <sub>x</sub> ; PM; PN; NH <sub>3</sub>	<u>Zweistoffbetrieb:</u> NMHC; CO; NO <sub>x</sub> ; PM; PN; NH <sub>3</sub>	THC; CO; NO <sub>x</sub> ; PM; PN; NH <sub>3</sub>
		<u>Dieseltreib:</u> THC; CO; NO <sub>x</sub> ; PM; PN; NH <sub>3</sub>		<u>Dieseltreib:</u> THC; CO; NO <sub>x</sub> ; PM; PN; NH <sub>3</sub>	
WNTE-Laborprüfung	keine Prüfung	<u>Zweistoffbetrieb:</u> keine Prüfung	[HC]; CO; NO <sub>x</sub> ; PM	<u>Zweistoffbetrieb:</u> [HC]; CO; NO <sub>x</sub> ; PM	THC; CO; NO <sub>x</sub> ; PM
		<u>Dieseltreib:</u> THC; CO; NO <sub>x</sub> ; PM		<u>Dieseltreib:</u> THC; CO; NO <sub>x</sub> ; PM	

## 6.2. Nachweise beim Einbau typgenehmigter HDDF-Motoren

Zusätzlich zu den Anforderungen dieser Regelung in Bezug auf den Einbau eines typgenehmigten Motors als selbständige technische Einheit ist ein Nachweis über den ordnungsgemäßen Einbau eines Zweistoffmotors in ein Fahrzeug anhand des geeigneten Konstruktionselements, der Ergebnisse von Überprüfungen usw. erforderlich. Nachzuweisen ist die Übereinstimmung der folgenden Elemente mit den Anforderungen dieses Anhangs:

- Zweistoffbetriebsanzeiger und Warnhinweise gemäß diesem Anhang (Piktogramm, Aktivierungspläne usw.);
- Kraftstoffspeichersystem;
- Leistung des Fahrzeugs im Wartungsbetrieb.

Die ordnungsgemäße Aktivierung der Anzeigebeleuchtung und der Warnhinweise ist zu überprüfen. Für keine Prüfung darf es jedoch nötig sein, das Motorsystem auszubauen (elektrische Verbindungen dürfen beispielsweise getrennt werden).

## 6.3. Nachweisanforderungen für einen Motor vom Typ 2

Der Hersteller legt der Typgenehmigungsbehörde Nachweise vor, die belegen, dass die GER<sub>WHTC</sub>-Messbereichsgrenze aller Motoren der Zweistoff-Motorenfamilie innerhalb des in Absatz 3.1.1 genannten Wertes (in Prozent) liegt (z. B. Algorithmen, Funktionsanalysen, Berechnungen, Simulationen, Ergebnisse von vorherigen Prüfungen usw.).

## 6.4. Zusätzliche Nachweisanforderungen für eine Typgenehmigung aufgrund von Vielstofffähigkeit

Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde können die letzten 10 Minuten des WHTC-Prüfzyklus maximal zweimal zum Anpassungslauf zwischen den Nachweisprüfungen hinzuaddiert werden.

## 6.5. Nachweisanforderungen für die Dauerhaltbarkeit eines Zweistoffmotors

Es gelten die Vorschriften von Anhang 7.

## 7. OBD-ANFORDERUNGEN

### 7.1. Allgemeine OBD-Anforderungen

Alle Zweistoffmotoren und Zweistofffahrzeuge müssen den für Dieselmotoren geltenden Anforderungen von Anhang 9A entsprechen, unabhängig davon, ob sie in Zweistoff- oder Dieseltreib laufen.

Ist ein Zweistoffmotorsystem mit einer Sauerstoffsonde ausgestattet, muss der Motor den für Gasmotoren geltenden Anforderungen von Anhang 9B Anlage 3 Punkt 13 entsprechen.

Ist ein Zweistoffmotorsystem mit einem Drei-Wege-Katalysator ausgestattet, muss der Motor den für Gasmotoren geltenden Anforderungen von Anhang 9B Anlage 3 Punkte 7, 10 und 15 entsprechen.

- 7.1.1. Zusätzliche allgemeine OBD-Anforderungen bei Zweistoffmotoren und Zweistofffahrzeugen vom Typ 1B, Typ 2B und Typ 3B
- 7.1.1.1. Bei Fehlfunktionen, deren Erkennung nicht von der Betriebsart des Motors abhängt, dürfen die in Anhang 9B genannten Mechanismen, die dem Status des Diagnose-Fehlercodes zugeordnet werden, nicht von der Betriebsart des Motors abhängen (z. B.: Wenn ein Diagnose-Fehlercode bei Zweistoffbetrieb den Status „potenziell“ erhält, muss er bei der nächsten Erkennung der Fehlfunktion selbst bei Dieselpetrieb den Status „bestätigt und aktiv“ erhalten).
- 7.1.1.2. Bei Fehlfunktionen, deren Erkennung von der Betriebsart des Motors abhängt, dürfen die Diagnose-Fehlercodes einen ursprünglichen Status „aktiv“ nicht in einer anderen Betriebsart erhalten als in jener, in der sie den Status „bestätigt und aktiv“ erhalten haben.
- 7.1.1.3. Ein Wechsel in der Betriebsart (von Zweistoffbetrieb zu Dieselpetrieb oder umgekehrt) darf die OBD-Mechanismen (Zähler usw.) weder unterbrechen noch zurücksetzen. Bei Fehlfunktionen jedoch, deren Erkennung von der tatsächlichen Betriebsart abhängt, dürfen die diesen Fehlfunktionen zugeordneten Zähler auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde:
- a) anhalten und gegebenenfalls den aktuellen Wert beibehalten, wenn sich die Betriebsart ändert;
- b) wieder mit der Zählung beginnen bzw. diese bei dem Zählerstand fortsetzen, bei dem sie angehalten wurden, wenn der Motor wieder von der einen Betriebsart in die andere wechselt.
- 7.1.1.4. Ein möglicher Einfluss der Betriebsart auf die Erkennung von Fehlfunktionen darf nicht dazu verwendet werden, die Zeit zu verlängern, bis eine Betriebsbeschränkung aktiv wird;
- 7.1.1.5. Bei Zweistoffmotoren vom Typ 1B, 2B oder 3B ist vom Hersteller anzugeben, welche Fehlfunktionen von der jeweiligen Betriebsart abhängen. Die Begründung für die Abhängigkeit von der Betriebsart muss in den in Anhang 9B Absatz 8.1 Buchstabe b vorgeschriebenen Beschreibungsunterlagen enthalten sein.
- 7.1.1.5. Der folgende Eintrag ist in Anhang 9B Anlage 5 der Tabelle 1 hinzuzufügen.

	Freeze Frame	Datenstrom
Bei Zweistoffmotoren vom Typ 1B, 2B und 3B Betriebsart des Zweistoffmotors (Zweistoff oder Diesel)	x	x

- 7.2. Überwachung des Gasversorgungssystems
- Bei HDDF-Motoren und -Fahrzeugen muss das Gasversorgungssystem innerhalb des Motorsystems (einschließlich der von außerhalb des Motorsystems kommenden Signale) gemäß den Bestimmungen von Anhang 9B Anlage 3 Punkt 1 – Bauteilüberwachung erfolgen.
- 7.3. Überwachung des Verbrauchs von gasförmigem Kraftstoff
- Zweistofffahrzeuge müssen mit einer Einrichtung ausgestattet sein, die den Verbrauch von gasförmigem Kraftstoff erfasst und Daten zum Verbrauch extern abrufbar macht. Unregelmäßigkeiten im Verbrauch von gasförmigem Kraftstoff (z. B. eine 50 %-ige Abweichung vom normalen Verbrauch von gasförmigem Kraftstoff) sind zu überwachen – Leistungsüberwachung.
- Die Überwachungseinrichtung für ungenügenden Verbrauch von gasförmigem Kraftstoff muss bei Zweistoffbetrieb ohne Unterbrechung aktiv sein, jedoch beträgt der maximale Zeitraum für die Erkennung 48 Stunden bei Zweistoffbetrieb.
- Die Überwachungseinrichtung unterliegt nicht den Anforderungen in Bezug auf den Betriebsleistungsbeizienten (IUPR).
- 7.4. OBD-Mängel
- Die in Anhang 9B enthaltenen und für Dieselpmotoren geltenden Vorschriften in Bezug auf Mängel gelten auch für Zweistoffmotoren.
- Ist ein Mangel sowohl bei Dieselp- als auch bei Zweistoffbetrieb vorhanden, so ist dieser Mangel nicht für jede Betriebsart getrennt zu zählen.

- 7.5. Löschen von Fehler-Daten anhand eines Lesegeräts
- 7.5.1. Das Löschen von Fehler-Daten anhand eines Lesegeräts, einschließlich der DTC-Fehlercodes, die sich auf die in diesem Anhang genannten Fehlfunktionen beziehen, muss gemäß Anhang 9B erfolgen.
- 7.5.2. Das Löschen von Fehler-Daten darf nur bei „stehendem Motor“ möglich sein.
- 7.5.3. Wenn Fehler-Daten in Bezug auf die Gasversorgung, einschließlich der Diagnose-Fehlercodes, gemäß Absatz 7.2 gelöscht werden, darf der Zähler, der der jeweiligen Fehlfunktion zugeordnet ist, nicht gelöscht werden.
8. VORSCHRIFTEN ZUR GEWÄHRLEISTUNG DER VOLLEN WIRKUNG DER VORKEHRUNGEN FÜR DIE MINDERUNG DER NO<sub>x</sub>-EMISSIONEN
- 8.1. Anhang 11 (hinsichtlich des ordnungsgemäßen Arbeitens der Vorkehrungen für die Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen) gilt für HDDF-Motoren und Fahrzeuge, unabhängig davon, ob sie in Zweistoff- oder Dieseltreibetrieb laufen.
- 8.2. Zusätzliche allgemeine OBD-Anforderungen bei Zweistoffmotoren und Zweistofffahrzeugen vom Typ 1B, 2B und 3B
- 8.2.1. Bei HDDF-Motoren vom Typ 1B, 2B und 3B muss das Drehmoment, bei der die in Anhang 11 genannte schwache Aufforderung wirken soll, das mit dem niedrigsten in Dieseltreib- und in Zweistoffbetrieb erhaltenen Wert sein.
- 8.2.2. Die Anforderungen von Absatz 7.1.1 hinsichtlich zusätzlicher allgemeiner OBD-Anforderungen bei Zweistoffmotoren und Zweistofffahrzeugen vom Typ 1B, 2B und 3B gelten auch für das Diagnosesystem hinsichtlich des ordnungsgemäßen Betriebs des Systems zur Minderung von NO<sub>x</sub>-Emissionen.
- Insbesondere:
- 8.2.2.1. darf ein möglicher Einfluss der Betriebsart auf die Erkennung von Fehlfunktionen nicht dazu verwendet werden, die Zeit zu verlängern, bis eine Betriebsbeschränkung aktiv wird;
- 8.2.2.2. darf ein Wechsel in der Betriebsart (von Zweistoffbetrieb zu Dieseltreibbetrieb oder umgekehrt) die Mechanismen, die zur Einhaltung der Bestimmungen von Anhang 11 eingesetzt werden, weder unterbrechen noch zurücksetzen (Zähler usw.). Hängt jedoch einer dieser Mechanismen (z. B. ein Diagnosesystem) von der tatsächlichen Betriebsart ab, darf der diesem Mechanismus zugeordnete Zähler auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde:
- a) anhalten und gegebenenfalls den aktuellen Wert beibehalten, wenn sich die Betriebsart ändert;
- b) wieder mit der Zählung beginnen bzw. diese bei dem Zählerstand fortsetzen, bei dem er angehalten wurde, wenn der Motor wieder von der einen Betriebsart in die andere Betriebsart wechselt.
9. ÜBEREINSTIMMUNG IN BETRIEB BEFINDLICHER MOTOREN ODER FAHRZEUGE/MOTOREN
- Die Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Zweistoffmotoren und -fahrzeuge ist gemäß den Bestimmungen von Anhang 8 festzustellen.
- Die Nachweisprüfungen mit transportablen Emissionsmessenrichtungen (PEMS) sind im Zweistoffbetrieb durchzuführen.
- 9.1. Bei Zweistoffmotoren vom Typ 1B, 2B und 3B ist zusätzlich eine Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmessenrichtungen (PEMS) an demselben Motor und Fahrzeug bei Dieseltreibbetrieb unmittelbar nach oder vor einer Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmessenrichtungen (PEMS) bei Zweistoffbetrieb durchzuführen.
- In diesem Fall erfolgt die positive oder negative Entscheidung in Bezug auf das im statistischen Verfahren nach Anhang 8 geprüfte Los auf folgender Grundlage:
- a) Eine positive Entscheidung wird für ein einzelnes Fahrzeug gefällt, wenn sowohl die Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmessenrichtungen (PEMS) bei Zweistoffbetrieb als auch die Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmessenrichtungen (PEMS) bei Dieseltreibbetrieb positiv ist.
- b) Eine negative Entscheidung wird für ein einzelnes Fahrzeug gefällt, wenn entweder die Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmessenrichtungen (PEMS) bei Zweistoffbetrieb oder die Nachweisprüfung mit transportablen Emissionsmessenrichtungen (PEMS) bei Dieseltreibbetrieb negativ ist.
10. ZUSÄTZLICHE PRÜFVERFAHREN
- 10.1. Zusätzliche Anforderungen an die Emissionsprüfungen von Zweistoffmotoren
- 10.1.1. Zweistoffmotoren müssen bei Emissionsprüfungen zusätzlich zu den Anforderungen dieser Regelung (einschließlich Anhang 4) auch den Anforderungen von Anlage 4 entsprechen.

- 10.2. Zusätzliche Anforderungen an die PEMS-Emissionsprüfungen von Zweistoffmotoren
- 10.2.1. Zweistoffmotoren müssen bei PEMS-Emissionsprüfungen zusätzlich zu den anderen Anforderungen dieser Regelung hinsichtlich PEMS auch den Anforderungen von Anlage 5 entsprechen.
- 10.2.2. Korrektur des Drehmoments
- Der Hersteller kann das ECU-Drehmomentsignal korrigieren, wenn er dies, beispielsweise wegen einer sich ändernden Zusammensetzung des gasförmigen Kraftstoffs, für erforderlich hält. In diesem Fall müssen die folgenden Anforderungen erfüllt sein:
- 10.2.2.1. Korrektur des PEMS-Drehmomentsignals
- Der Hersteller legt der Typgenehmigungsbehörde eine Beschreibung der Beziehung vor, die es ermöglicht, das tatsächliche Drehmoment auf der Grundlage der bei den Emissionsprüfungen mit den zwei entsprechenden Bezugskraftstoffen ermittelten Drehmomentwerte und des tatsächlich im ECU abrufbaren Drehmoments zu extrapolieren.
- 10.2.2.1.1. Wenn davon ausgegangen werden kann, dass sich die anhand der beiden Bezugskraftstoffe ermittelten Drehmomentwerte nicht wesentlich voneinander unterscheiden (d. h. um nicht mehr als 7 % gemäß Absatz 9.4.2.5 dieser Regelung), dann ist die Verwendung des korrigierten ECU-Wertes nicht erforderlich.
- 10.2.2.2. Bei PEMS-Emissionsprüfungen zu berücksichtigender Drehmomentwert
- Für PEMS-Emissionsprüfungen (Arbeitsfenster) ist der korrigierte Drehmomentwert durch diese Interpolation zu ermitteln.
- 10.2.2.3. Übereinstimmung des ECU-Drehmomentsignals
- Die in Anhang 8 Anlage 4 beschriebene Methode des „höchsten Drehmoments“ besteht darin, nachzuweisen, dass ein Punkt auf der Bezugskurve des maximalen Drehmoments als Funktion der Motordrehzahl während der Prüfung der Fahrzeuge erreicht wurde.
- Der Wert dieses Punktes ist mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde zu schätzen; diese Schätzung erfolgt auf der Grundlage der so nahe wie möglich am Motor durchgeführten Probenahme der tatsächlichen Kraftstoffzusammensetzung sowie der Leistungskurven, die mit jedem der Bezugskraftstoffe bei der Emissionszertifizierungsprüfung ermittelt wurden.
- 10.3. Zusätzliche zweistoffspezifische Vorschriften zur Bestimmung von CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Anhang 12 Absatz 3.1 in Bezug auf die Bestimmung von CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Messung von Rohabgasen gilt nicht für Zweistoffmotoren. Stattdessen gelten die folgenden Vorschriften:
- Der gemessene und prüfungsgemittelte Kraftstoffverbrauch nach Anhang 12 Absatz 4.3 ist als Grundlage für die Berechnung der prüfungsgemittelten CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verwenden.
- Die Masse jeder der beiden verbrauchten Kraftstoffarten ist zu verwenden, um gemäß Absatz A.6.4. dieses Anhangs das Molverhältnis für Wasserstoff und die Massenanteile des Kraftstoffgemischs zu bestimmen.
- Die Gesamtkraftstoffmasse ist gemäß den Gleichungen 23 und 24 zu bestimmen.
- $$m_{\text{fuel,corr}} = m_{\text{fuel}} - \left( m_{\text{THC}} + \frac{A_{\text{C}} + \alpha \times A_{\text{H}}}{M_{\text{CO}}} \times m_{\text{CO}} + \frac{W_{\text{GAM}} + W_{\text{DEL}} + W_{\text{EPS}}}{100} \times m_{\text{fuel}} \right) \quad (23)$$
- $$m_{\text{CO}_2,\text{fuel}} = \frac{M_{\text{CO}_2}}{A_{\text{C}} + \alpha \times A_{\text{H}}} \times m_{\text{fuel,corr}} \quad (24)$$
- Dabei ist:
- $m_{\text{fuel,corr}}$  die korrigierte Kraftstoffmenge beider Kraftstoffarten, g/Prüfung
- $m_{\text{fuel}}$  die Gesamtkraftstoffmasse beider Kraftstoffarten, g/Prüfung
- $m_{\text{THC}}$  die Masse der Emissionen der Gesamtkohlenwasserstoffe im Abgas, g/Prüfung
- $m_{\text{CO}}$  die Masse der Emissionen von Kohlenmonoxid im Abgas, g/Prüfung
- $m_{\text{CO}_2,\text{fuel}}$  die Masse der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Kraftstoff, g/Prüfung
- $w_{\text{GAM}}$  der Schwefelgehalt der Kraftstoffarten in Massen-%
- $w_{\text{DEL}}$  der Stickstoffgehalt der Kraftstoffarten in Massen-%
- $w_{\text{EPS}}$  der Sauerstoffgehalt der Kraftstoffarten in Massen-%
- $\alpha$  das Molverhältnis der Kraftstoffarten für Wasserstoff (H/C)
- $A_{\text{C}}$  die Atommasse von Kohlenstoff: 12,011 g/mol

- $A_H$  die Atommasse von Wasserstoff: 1,0079 g/mol.  
 $M_{CO}$  die Molekülmasse von Kohlenmonoxid: 28,011 g/mol  
 $M_{CO_2}$  die Molekülmasse von Kohlendioxid: 44,01 g/mol.

Die auf Harnstoff zurückzuführende  $CO_2$ -Emission wird mittels Gleichung 25 berechnet:

$$m_{CO_2,urea} = \frac{c_{urea}}{100} \times \frac{M_{CO_2}}{M_{CO(NH_2)_2}} \times m_{urea} \quad (25)$$

Dabei ist:

- $m_{CO_2,urea}$  die Masse der  $CO_2$ -Emissionen, die auf Harnstoff zurückzuführen sind, g/Prüfung  
 $c_{urea}$  die Harnstoff-Konzentration, %  
 $m_{urea}$  der Gesamtverbrauch an Harnstoffmasse, g/Prüfung  
 $M_{CO(NH_2)_2}$  die Molekülmasse von Harnstoff: 60,056 g/mol

Die  $CO_2$ -Gesamtemission wird mittels Gleichung 26 berechnet:

$$m_{CO_2} = m_{CO_2,fuel} + m_{CO_2,urea} \quad (26)$$

Die bremspezifischen  $CO_2$ -Emissionen  $e_{CO_2}$  werden gemäß Anhang 12 Absatz 3.3 berechnet.

## 11. ERFORDERLICHE DOKUMENTATION

### 11.1. Dokumentation zum Einbau eines typgenehmigten HDDF-Motors in ein Fahrzeug

Der Hersteller eines Zweistoffmotors, der als selbständige technische Einheit typgenehmigt ist, muss in die Dokumentation zum Einbau seines Motorsystems die Vorschriften aufnehmen, die zu beachten sind, damit das Fahrzeug bei bestimmungsgemäßem Einsatz den Vorschriften dieses Anhangs entspricht. Die Dokumentation muss u. a. Folgendes umfassen:

- a) ausführliche technische Vorschriften für den Einbau einschließlich der Voraussetzungen für die Kompatibilität des Einbaus mit dem OBD-System,
- b) das Verfahren zur Überprüfung der Einhaltung dieser Vorschriften.

Das Vorhandensein von Einbauvorschriften und ihre Angemessenheit können im Zuge des Verfahrens für die Genehmigung des Motorsystems überprüft werden.

#### 11.1.1. Handelt es sich beim Hersteller, der eine Genehmigung für den Einbau des Motorsystems in das Fahrzeug beantragt, um denselben Hersteller, der die Typgenehmigung für den Zweistoffmotor als selbständige technische Einheit erhalten hat, so ist die in Absatz 11.2 genannte Dokumentation nicht erforderlich.

## Anlage 1

**Typen von HDDF-Motoren und -Fahrzeugen – Veranschaulichung der Definitionen und wichtigsten Anforderungen**

	$GER_{WHTC}^{(1)}$	Leerlauf Diesel	Warmlauf mit Diesel	Betrieb nur mit Diesel	Betrieb bei Fehlen von Gas	Bemerkungen
Typ 1A	$GER_{WHTC} \geq 90 \%$	NICHT zulässig.	Nur im Wartungsbetrieb zulässig.	Nur im Wartungsbetrieb zulässig.	Wartungsbetrieb	
Typ 1B	$GER_{WHTC} \geq 90 \%$	Nur im Dieselmotorbetrieb zulässig.	Nur im Dieselmotorbetrieb zulässig.	Nur im Dieselmotor- und Wartungsbetrieb zulässig.	Dieselmotorbetrieb	
Typ 2A	$10 \% < GER_{WHTC} < 90 \%$	Zulässig.	Nur im Wartungsbetrieb zulässig.	Nur im Wartungsbetrieb zulässig.	Wartungsbetrieb	$GER_{WHTC} \geq 90 \%$ zulässig.
Typ 2B	$10 \% < GER_{WHTC} < 90 \%$	Zulässig.	Nur im Dieselmotorbetrieb zulässig.	Nur im Dieselmotor- und Wartungsbetrieb zulässig.	Dieselmotorbetrieb	$GER_{WHTC} \geq 90 \%$ zulässig.
Typ 3A	WEDER FESTGELEGT NOCH ERLAUBT.					
Typ 3B	$GER_{WHTC} \leq 10 \%$	Zulässig.	Nur im Dieselmotorbetrieb zulässig.	Nur im Dieselmotor- und Wartungsbetrieb zulässig.	Dieselmotorbetrieb	

<sup>(1)</sup> Dieses durchschnittliche Gas-Energie-Verhältnis  $GER_{WHTC}$  wird über den heißen Teil des WHTC-Zyklus berechnet.

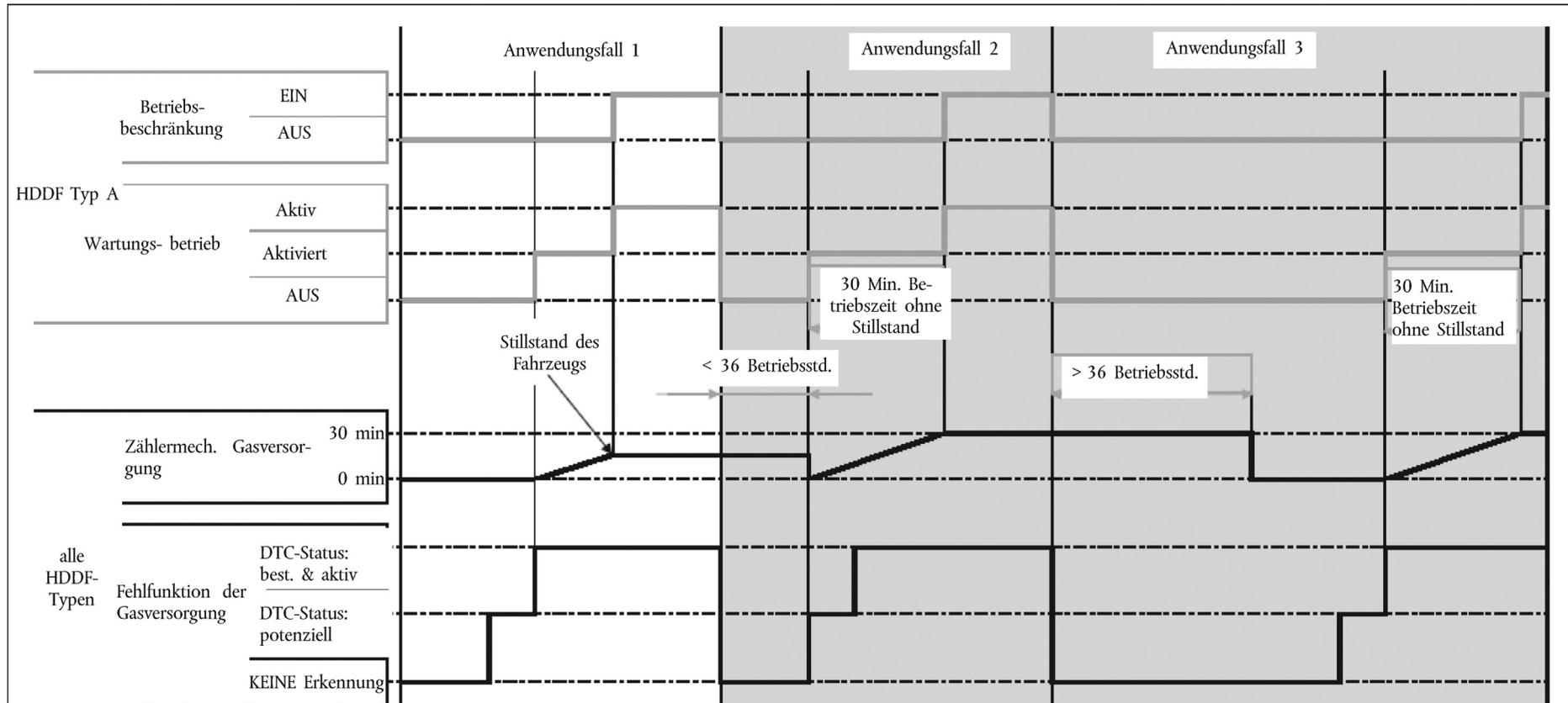
## Anlage 2

**Aktivierungs- und Deaktivierungsmechanismen des (der) Zähler(s), Warnsystem, Betriebsbeschränkung, Wartungsbetrieb bei Zweistoffmotoren und Zweistofffahrzeugen – Beschreibung und Abbildungen**

- A.2.1 Beschreibung des Zählermechanismus
- A.2.1.1 Allgemeines
- A.2.1.1.1 Zwecks Übereinstimmung mit den Anforderungen dieses Anhangs muss das System einen Zähler beinhalten, um die Zahl der Stunden zu erfassen, die der Motor gelaufen ist, während das System eine Fehlfunktion der Gasversorgung erkannt hat:
- A.2.1.1.2 Dieser Zähler muss bis zu 30 Minuten Betriebszeit zählen können. Die Zählerintervalle dürfen nicht länger als 3 Minuten sein. Wenn der höchste vom System erlaubte Wert erreicht wird, sollte der Zähler diesen Wert so lange speichern, bis die Voraussetzungen für sein Zurücksetzen auf Null erfüllt sind.
- A.2.1.2 Prinzip des Zähler-Mechanismus
- A.2.1.2.1 Die Zähler müssen wie folgt arbeiten:
- A.2.1.2.1.1 Wenn er bei Null beginnt, muss der Zähler anfangen zu zählen, sobald eine Fehlfunktion der Gasversorgung gemäß Absatz 7.2 dieses Anhangs erkannt wird und der entsprechende DTC den Status „bestätigt und aktiv“ aufweist.
- A.2.1.2.1.2 Der Zähler muss anhalten und seinen momentanen Wert gespeichert halten, wenn ein einzelnes Überwachungsereignis auftritt und die Fehlfunktion, die den Zähler ursprünglich aktiviert hat, nicht mehr erkannt wird oder wenn der Fehler durch ein Lesegerät oder ein Werkzeug gelöst wurde.
- A.2.1.2.1.2.1 Der Zähler muss auch anhalten und seinen aktuellen Wert gespeichert halten, wenn der Wartungsbetrieb aktiviert wird.
- A.2.1.2.1.3 Sobald er eingefroren ist, ist der Zähler auf Null zurückzusetzen und muss wieder zu zählen beginnen, wenn eine dem Zähler entsprechende Fehlfunktion erkannt wird und der Wartungsbetrieb aktiviert wird.
- A.2.1.2.1.3.1 Wenn er eingefroren ist, ist der Zähler ebenfalls auf Null zurückzusetzen, wenn die für diesen Zähler relevanten Überwachungsfunktionen mindestens einmal ihren Überwachungszyklus durchlaufen haben, ohne dass sie eine Fehlfunktion erkannt haben, und in den 36 Motorbetriebsstunden seit letztem Anhalten des Zählers keine für diesen Zähler relevante Fehlfunktion erkannt wurde.
- A.2.1.3 Darstellung des Zählermechanismus
- In den Abbildungen A2.1.1 bis A2.1.3 wird der Zählermechanismus anhand von drei Anwendungsfällen illustriert.

Abbildung A2.1.1

Darstellung des Zählermechanismus der Gasversorgung (HDDF Typ A) - Anwendungsfall 1



Erstmalige Feststellung einer Fehlfunktion der Gasversorgung.

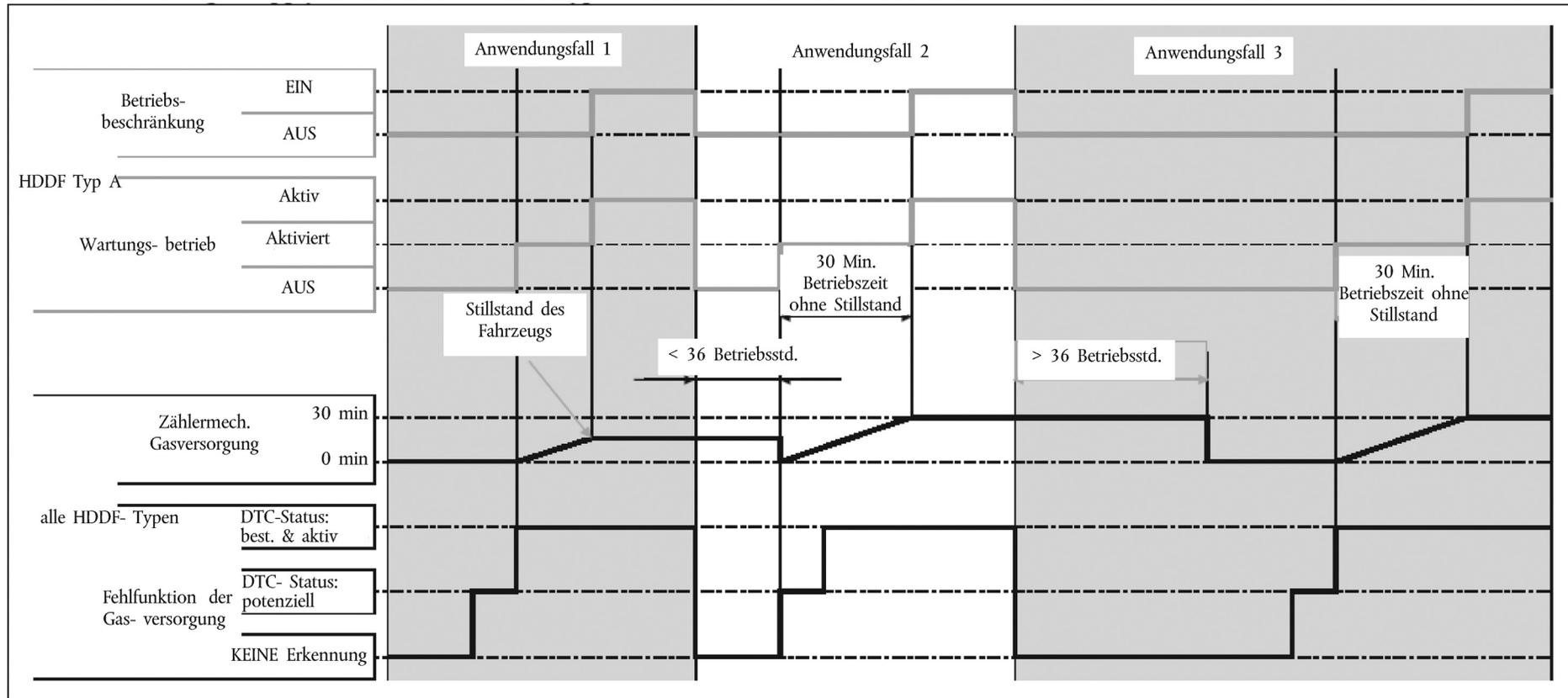
Der Betriebsmodus wird aktiviert und der Zähler fängt an zu zählen, sobald dem DTC der Status „bestätigt und aktiv“ zugewiesen wird (2. Erkennung).

Das Fahrzeug kommt zum Stillstand, bevor 30 Minuten Betriebszeit seit der Aktivierung des Betriebsmodus erreicht sind.

Der Betriebsmodus wird aktiviert und die Fahrzeuggeschwindigkeit wird auf 20 km/h begrenzt (siehe Abschnitt 4.2.2.1 dieses Anhangs).

Der Zähler wird auf seinem aktuellen Stand eingefroren.

Darstellung des Zählermechanismus der Gasversorgung (HDDF Typ A) - Anwendungsfall 2



Feststellung einer Fehlfunktion der Gasversorgung während der Zähler für die Fehlfunktion der Gasversorgung nicht auf Null steht (in diesem Fall zeigt er den Wert an, der im Anwendungsfall 1 erreicht wurde, als das Fahrzeug zum Stillstand kam).

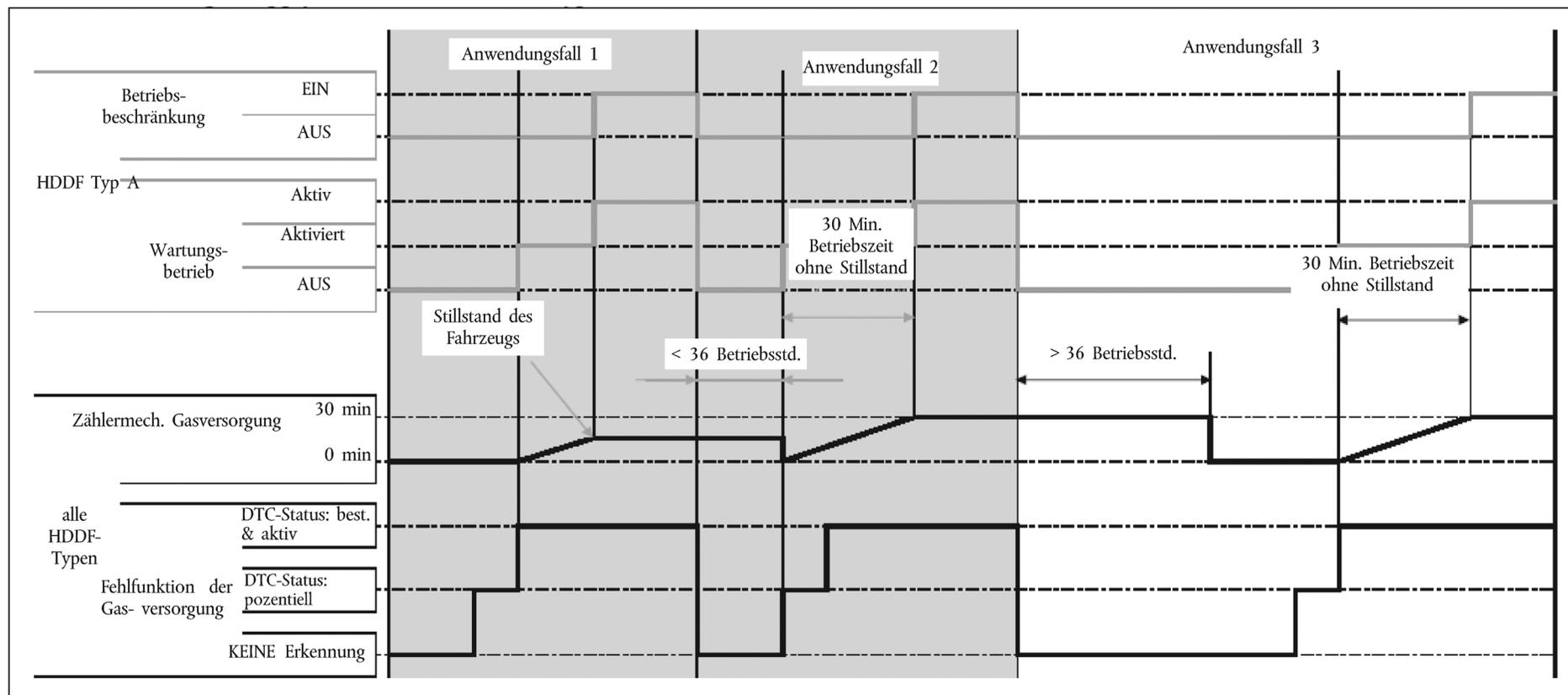
Der Betriebsmodus wird aktiviert und der Zähler fängt wieder von Null an zu zählen, sobald der DTC in den Status „potenziell“ gesetzt wird (1. Entdeckung: siehe Absatz 4.2.3.2.1 dieses Anhangs).

Nach 30 Minuten Betrieb ohne Stillstand wird der Betriebsmodus aktiviert und die Fahrzeuggeschwindigkeit wird auf 20 km/h begrenzt (siehe Abschnitt 4.2.2.1 dieses Anhangs).

Der Zähler wird bei einem Wert von 30 Minuten Betriebszeit eingefroren.

Abbildung A2.1.3

Darstellung des Zählermechanismus der Gasversorgung (HDDF Typ A) - Anwendungsfall 3



Nach 36 Betriebsstunden ohne Entdeckung einer Fehlfunktion der Gasversorgung wird der Zähler auf Null zurückgesetzt (siehe Absatz A.2.1.2.3.2.1).

Erneute Entdeckung einer Fehlfunktion der Gasversorgung während der Zähler für die Fehlfunktion der Gasversorgung auf Null steht (1. Entdeckung).

Der Betriebsmodus wird aktiviert und der Zähler fängt an zu zählen, sobald dem DTC der Status „bestätigt und aktiv“ zugewiesen wird (2. Erkennung).

Nach 30 Minuten Betrieb ohne Stillstand wird der Betriebsmodus aktiviert und die Fahrzeuggeschwindigkeit wird auf 20 km/h begrenzt (siehe Abschnitt 4.2.2.1 dieses Anhangs).

Der Zähler wird bei einem Wert von 30 Minuten Betriebszeit eingefroren.

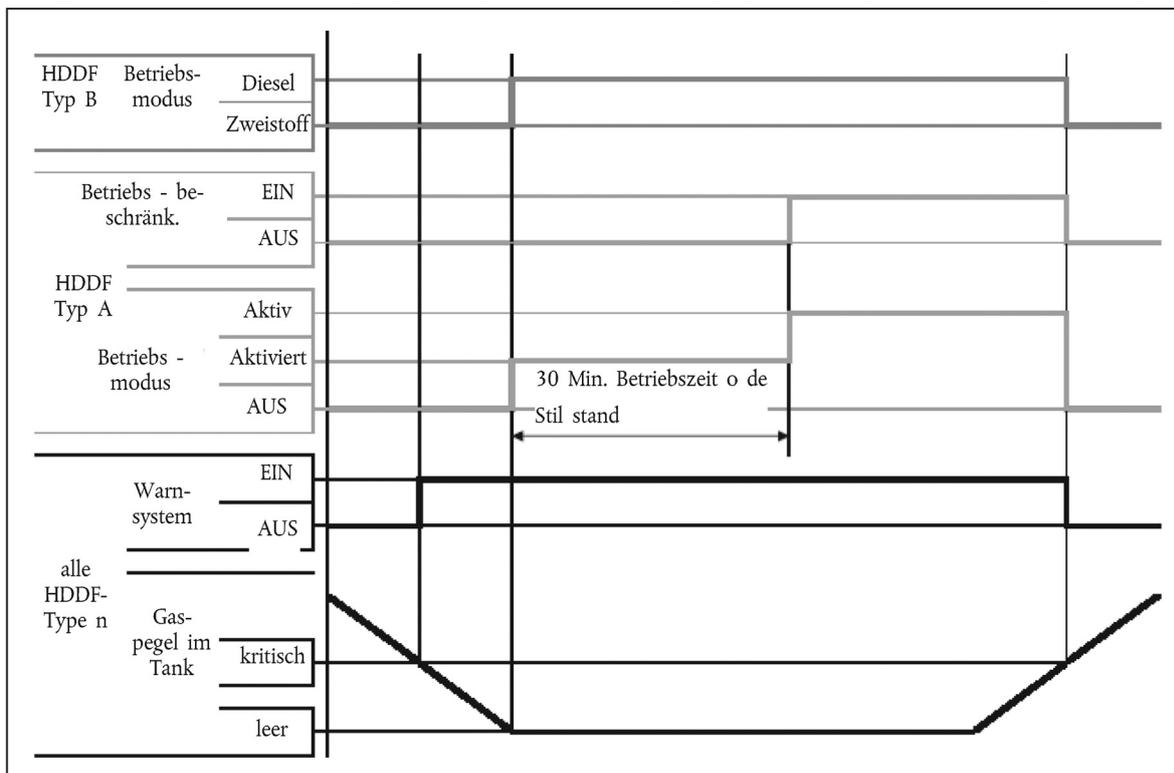
## A.2.2. Veranschaulichung der sonstigen Aktivierungs- und Deaktivierungsmechanismen

## A.2.2.1. Leerer Gastank

Abbildung A2.2 bietet einen Überblick über die Ereignisse, die eintreten, wenn bei einem HDDF-Fahrzeug in einem typischen Anwendungsfall ein Gastank leer wird.

Abbildung A2.2

## Darstellung der Ereignisse bei einem leeren Gastank (HDDF Typen A und B)



In diesem Anwendungsfall gilt Folgendes:

- Das in Absatz 4.3.2 dieses Anhangs beschriebene Warnsystem wird aktiviert, wenn der Gaspegel den vom Hersteller festgelegten kritischen Pegel erreicht.
- Der Betriebsmodus wird aktiviert (bei HDDF Typ A) oder der Motor schaltet auf Dieselmotorbetrieb um (bei HDDF Typ B).

Bei einem HDDF Typ A wird nach dem nächsten Zeitraum, in dem das Fahrzeug abgestellt wurde, oder nach einer 30-minütigen Betriebszeit ohne Stillstand der Betriebsmodus aktiviert und die Fahrzeuggeschwindigkeit wird auf 20 km/h begrenzt (siehe Absatz 4.2.2.1 dieses Anhangs).

Der Gastank wird wieder befüllt.

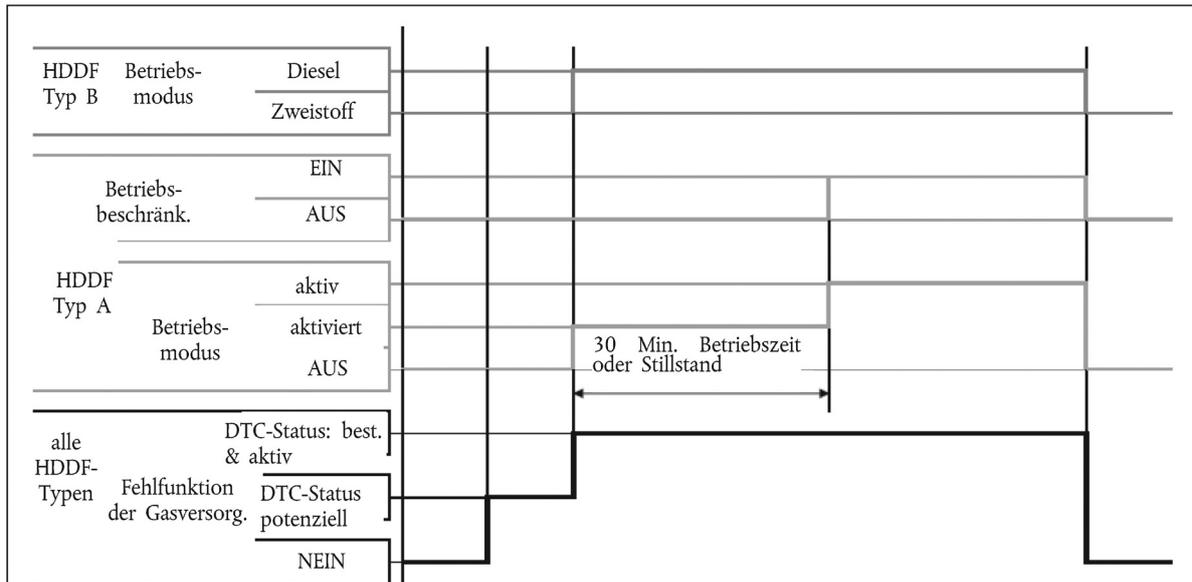
Das Fahrzeug funktioniert wieder im Zweistoffbetrieb, sobald der Tank oberhalb des kritischen Pegels befüllt ist.

## A.2.2.2. Fehlfunktion der Gasversorgung

Abbildung A2.3 bietet anhand eines typischen Anwendungsfalls einen Überblick über die Ereignisse, die bei einer Fehlfunktion der Gasversorgung eintreten. Diese Darstellung sollte als Ergänzung zu der Darstellung in Abschnitt A.2.1 verstanden werden, die den Zählermechanismus veranschaulicht.

Abbildung A2.3

## Darstellung der Ereignisse bei einer Fehlfunktion der Gasversorgung (HDDF Typen A und B)



In diesem Anwendungsfall gilt Folgendes:

- Es kommt zum ersten Mal zu einer Fehlfunktion der Gasversorgung. Der DTC erhält den Status „potenziell“ (1. Entdeckung).
- Der Betriebsmodus wird aktiviert (bei HDDF Typ A ) oder der Motor schaltet auf Dieselpetrieb um (bei HDDF Typ B), sobald dem DTC der Status „bestätigt und aktiv“ zugewiesen wird (2. Erkennung).

Bei einem HDDF Typ A wird nach dem nächsten Zeitraum, in dem das Fahrzeug abgestellt wurde, oder nach einer 30-minütigen Betriebszeit ohne Stillstand der Betriebsmodus aktiviert und die Fahrzeuggeschwindigkeit wird auf 20 km/h begrenzt (siehe Absatz 4.2.2.1 dieses Anhangs).

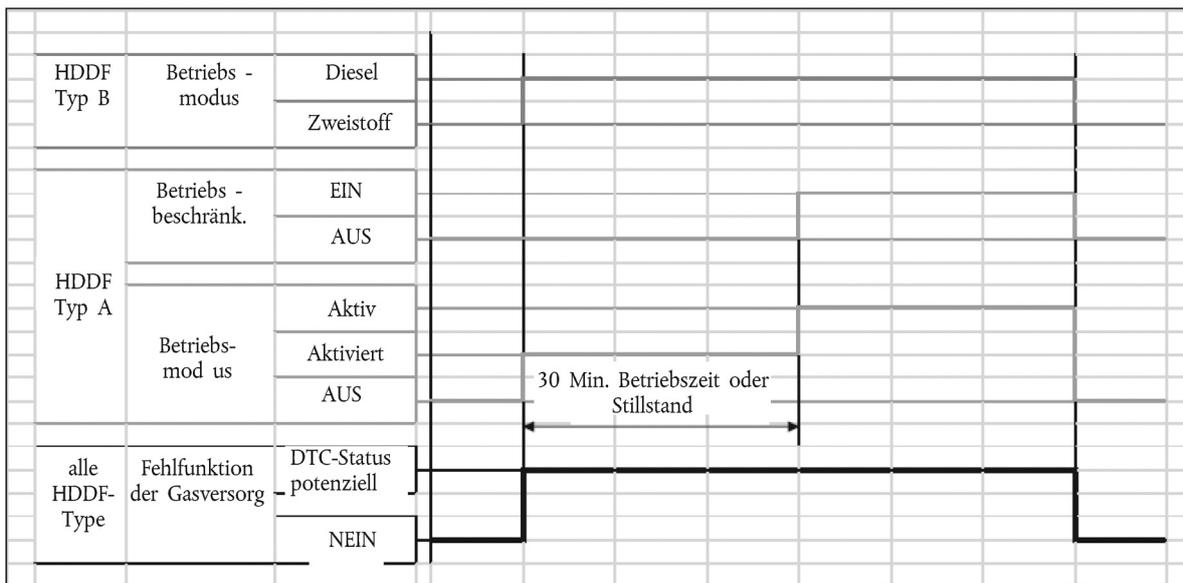
Das Fahrzeug funktioniert wieder im Zweistoffbetrieb, sobald die Fehlfunktion behoben ist.

#### A.2.2.3. Unregelmäßigkeit im Gasverbrauch

Abbildung A2.4 bietet anhand eines typischen Anwendungsfalls einen Überblick über die Ereignisse, die bei einer Unregelmäßigkeit im Gasverbrauch eintreten.

Abbildung A2.4

Darstellung der Ereignisse bei Unregelmäßigkeiten im Gasverbrauch (HDDF Typen A und B)



In diesem Anwendungsfall wird der Betriebsmodus aktiviert (bei HDDF Typ A ) oder schaltet der Motor auf Dieselmotorbetrieb um (bei HDDF Typ B), sobald dem DTC der Status „potenziell“ zugewiesen wird (1. Erkennung).

Bei einem HDDF Typ A wird nach dem nächsten Zeitraum, in dem das Fahrzeug abgestellt wurde, oder nach einer 30-minütigen Betriebszeit ohne Stillstand der Betriebsmodus aktiviert und die Fahrzeuggeschwindigkeit wird auf 20 km/h begrenzt (siehe Absatz 4.2.2.1 dieses Anhangs).

Das Fahrzeug funktioniert wieder im Zweistoffbetrieb, sobald die Unregelmäßigkeit behoben ist.

## Anlage 3

**Kraftstoffanzeiger für HDDF, Warnsystem, Betriebsbeschränkung - Nachweisanforderungen**

## A.3.1. Kraftstoffanzeiger für den Zweistoffbetrieb

## A.3.1.1. Zweistoffbetriebsanzeiger

Wenn ein Zweistoffmotor als selbständige technische Einheit typgenehmigt wird, muss bei der Typgenehmigung nachgewiesen werden, dass das Motorsystem in der Lage ist, beim Zweistoffbetrieb den Zweistoffbetriebsanzeiger zu aktivieren.

Wenn ein Zweistofffahrzeug hinsichtlich seiner Emissionen typgenehmigt wird, muss bei der Typgenehmigung nachgewiesen werden, dass beim Zweistoffbetrieb der Zweistoffbetriebsanzeiger aktiviert wird.

Hinweis: Die Einbauvorschriften für den Zweistoffbetriebsanzeiger eines genehmigten Zweistoffmotors sind in Absatz 6.2 dieses Anhangs festgelegt.

## A.3.1.2. Dieselbetriebsanzeiger

Wenn ein Zweistoffmotor Typ 1B, 2B oder 3B als selbständige technische Einheit typgenehmigt wird, muss bei der Typgenehmigung nachgewiesen werden, dass das Motorsystem in der Lage ist, beim Dieselbetrieb den Dieselbetriebsanzeiger zu aktivieren.

Wenn ein Zweistoffmotor Typ 1B, 2B oder 3B hinsichtlich seiner Emissionen typgenehmigt wird, muss bei der Typgenehmigung nachgewiesen werden, dass beim Dieselbetrieb der Dieselbetriebsanzeiger aktiviert wird.

Hinweis: Die Einbauvorschriften für den Dieselbetriebsanzeiger eines genehmigten Zweistoffmotors des Typs 1B, des Typs 2B oder des Typs 3B sind in Absatz 6.2 dieses Anhangs festgelegt.

## A.3.1.3. Wartungsbetriebsanzeiger

Wenn ein Zweistoffmotor als selbständige technische Einheit typgenehmigt wird, muss bei der Typgenehmigung nachgewiesen werden, dass das Motorsystem in der Lage ist, beim Wartungsbetrieb den Wartungsbetriebsanzeiger zu aktivieren.

Wenn ein Zweistofffahrzeug hinsichtlich seiner Emissionen typgenehmigt wird, muss bei der Typgenehmigung nachgewiesen werden, dass beim Wartungsbetrieb der Wartungsbetriebsanzeiger aktiviert wird.

Hinweis: Die Einbauvorschriften für den Wartungsbetriebsanzeiger eines genehmigten Zweistoffmotors sind in Absatz 6.2 dieses Anhangs festgelegt.

## A.3.1.3.1. Bei einer derartigen Ausrüstung reicht es aus, den Nachweis hinsichtlich des Wartungsbetriebsanzeigers dadurch zu erbringen, dass ein Schalter für die Aktivierung des Wartungsbetriebs betätigt wird und dass der Typgenehmigungsbehörde ein Beleg dafür vorgelegt wird, dass die Aktivierung erfolgt, wenn der Wartungsbetrieb vom Motorsystem selbst angefordert wird (z. B. durch Algorithmen, Simulationen, Ergebnisse eigener Prüfungen usw.).

## A.3.2. Warnsystem

Wenn ein Zweistoffmotor als selbständige technische Einheit typgenehmigt wird, muss bei der Typgenehmigung nachgewiesen werden, dass das Motorsystem in der Lage ist, das Warnsystem zu aktivieren, wenn die Gasmenge im Tank unter den Warnpegel sinkt.

Wenn ein Zweistofffahrzeug hinsichtlich seiner Emissionen typgenehmigt wird, muss bei der Typgenehmigung nachgewiesen werden, dass das Warnsystem aktiviert wird, wenn die Gasmenge im Tank unter den Warnpegel sinkt. Dafür kann auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde die tatsächliche Gasmenge simuliert werden.

Hinweis: Die Einbauvorschriften für das Warnsystem eines genehmigten Zweistoffmotors sind in Absatz 6.2 dieses Anhangs festgelegt.

## A.3.3. Betriebsbeschränkung

Wenn ein Zweistoffmotor des Typs 1A oder des Typs 2A als selbständige technische Einheit typgenehmigt wird, muss bei der Typgenehmigung nachgewiesen werden, dass das Motorsystem in der Lage ist, während des Zweistoffbetriebs bei der Entdeckung eines leeren Gastanks, einer Fehlfunktion in der Gasversorgung und einer Unregelmäßigkeit im Gasverbrauch dafür zu sorgen, dass die Betriebsbeschränkung aktiviert wird.

Wenn ein Zweistofffahrzeug des Typs 1A oder des Typs 2A hinsichtlich seiner Emissionen typgenehmigt wird, muss bei der Typgenehmigung nachgewiesen werden, dass während des Zweistoffbetriebs bei der Entdeckung eines leeren Gastanks, einer Fehlfunktion in der Gasversorgung und einer Unregelmäßigkeit im Gasverbrauch die Betriebsbeschränkung aktiviert wird.

Hinweis: Die Einbauvorschriften für der Betriebsbeschränkung eines genehmigten Zweistoffmotors sind in Absatz 6.2 dieses Anhangs festgelegt.

- A.3.3.1. Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde können die Fehlfunktion der Gasversorgung und die Unregelmäßigkeit im Gasverbrauch simuliert werden.
  - A.3.3.2. Es reicht aus, wenn der Nachweis für einen typischen Anwendungsfall erbracht wird, der im Einvernehmen mit der Genehmigungsbehörde ausgewählt wird, und der Behörde Belege dafür vorzulegen, dass die Betriebsbeschränkung auch in den anderen möglichen Anwendungsfällen auftritt (z. B. durch Algorithmen, Simulationen, Ergebnisse eigener Prüfungen usw.).
-

## Anlage 4

**Zusätzliche Anforderungen an die Emissionsprüfungen von Zweistoffmotoren**

## A.4.1. Allgemeines

In dieser Anlage werden die zusätzlichen Anforderungen und Ausnahmen hinsichtlich Anhang 4 dieser Regelung beschrieben, die erforderlich sind, um die Emissionsprüfung von Zweistoffmotoren zu ermöglichen, und zwar unabhängig davon, ob es sich nur um Abgasemissionen handelt oder auch um Kurbelgehäuseemissionen, die den Abgasemissionen gemäß Anhang 4 Absatz 6.10 beigefügt sind.

Die Emissionsprüfung eines Zweistoffmotors ist deshalb kompliziert, weil der vom Motor verbrannte Kraftstoff entweder aus reinem Dieseldieselkraftstoff oder aber aus einem Gemisch aus überwiegend gasförmigem Kraftstoff und einer kleinen Menge an Dieseldieselkraftstoff als Zündquelle bestehen kann. Das Verhältnis der von einem Zweistoffmotor verbrannten Kraftstoffe kann sich auch dynamisch ändern, je nach Betriebsbedingung des Motors. Infolgedessen gelten für die Emissionsprüfung solcher Motoren besondere Vorkehrungen und Einschränkungen.

## A.4.2. Prüfbedingungen (Anhang 4 Abschnitt 6)

## A.4.2.1. Bedingungen für Laborprüfungen (Anhang 4 Abschnitt 6.1)

Der Parameter  $f_a$  für Zweistoffmotoren wird anhand der Formel a) (2) in Anhang 4 Absatz 6.1 dieser Regelung ermittelt.

## A.4.3. Prüfverfahren (Anhang 4 Abschnitt 7)

## A.4.3.1. Messverfahren (Anhang 4 Absatz 7.1.3)

Als Messverfahren für Zweistoffmotoren wird Verfahren b) in Anhang 4 Absatz 7.1.3 empfohlen (CVS-System).

Bei diesem Messverfahren ist gewährleistet, dass die sich während der Prüfung ändernde Kraftstoffzusammensetzung nur auf die Messung der Kohlenwasserstoffe auswirkt. Dies wird durch eines der in Abschnitt 4.4 beschriebenen Verfahren kompensiert.

Andere Messverfahren wie z. B. Verfahren a) in Absatz 7.1.3 von Anhang 4 (Rohabgas-/Teilstrom-Messung) können angewandt werden, wenn entsprechende Vorkehrungen bei der Bestimmung des Abgasmassendurchsatzes und den Berechnungsverfahren getroffen werden. Als Kraftstoffparameter und  $u_{gas}$ -Werte werden festgelegte Werte gemäß Anlage 6 verwendet.

## A.4.4. Berechnung der Emissionen (Anhang 4 Abschnitt 8)

Emissionsberechnungen auf molarer Basis, entsprechend dem Anhang 7 der Globalen Technischen Regelung Nr. 11 hinsichtlich des Prüfprotokolls für Abgasemissionen mobiler Maschinen (NRMM), sind nicht zulässig.

## A.4.4.1. Trocken-Feucht-Umrechnung (Anhang 4 Abschnitt 8.1)

## A.4.4.1.1. Rohabgas (Anhang 4 Absatz 8.1.1)

Die Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugszustand ist anhand der Gleichungen in Anhang 4 Absatz 8.1.1 durchzuführen.

Die kraftstoffspezifischen Parameter sind anhand der Abschnitte A.6.2 und A.6.3 von Anlage 6 zu bestimmen.

## A.4.4.1.2. Verdünntes Abgas (Anhang 4 Absatz 8.1.2)

Die Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugszustand ist anhand der Gleichungen 19 und 20 in Anhang 4 Absatz 8.1.2 durchzuführen.

Für die Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugszustand ist das Molverhältnis für Wasserstoff  $\alpha$  der Kombination der beiden Kraftstoffe zugrunde zu legen. Dieses Molverhältnis ist ausgehend von den Messwerten für den Kraftstoffverbrauch der beiden Kraftstoffe gemäß Abschnitt A.6.4 von Anlage 6 zu berechnen.

A.4.4.2. Feuchtekorrektur der  $\text{NO}_x$ -Konzentration (Anhang 4 Abschnitt 8.2.)

Für die Bestimmung der Feuchtigkeitskorrektur für  $\text{NO}_x$  bei Zweistoffmotoren wird die Feuchtigkeitskorrektur für  $\text{NO}_x$  bei Selbstzündungsmotoren gemäß Anhang 4 Absatz 8.2.1 herangezogen.

$$k_{h,D} = \frac{15,698 \times H_a}{1\,000} + 0,832 \quad (\text{A4.1})$$

Dabei ist:

$H_a$  die Feuchtigkeit der Ansaugluft, g Wasser je kg trockener Luft,

#### A.4.4.3. Teilstromverdünnung und Messung im Rohabgas (Anhang 4 Abschnitt 8.4.)

##### A.4.4.3.1. Berechnung des Rohabgas-Massendurchsatzes (Anhang 4 Absatz 8.4.1.)

Der Abgasmassendurchsatz wird mittels Direktmessung gemäß Absatz 8.4.1.3 bestimmt.

Alternativ kann das Verfahren für die Messung des Luftdurchsatzes und des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses von Absatz 8.4.1.6 (Gleichungen 30, 31 und 32) angewendet werden, wenn nur die Werte  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  und  $\epsilon$  gemäß den Abschnitten A.6.2 und A.6.3 von Anlage 6 bestimmt werden. Die Verwendung einer Zirkonsonde zur Bestimmung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses ist nicht zulässig.

##### A.4.4.3.2. Bestimmung der gasförmigen Bestandteile (Anhang 4 Absatz 8.4.2)

Die Berechnungen sind gemäß Anhang 4 Abschnitt 8 durchzuführen, doch sind die  $u_{\text{gas}}$ -Werte und Molverhältnisse gemäß Anlage 6 Abschnitte A.6.2 und A.6.3 anzuwenden.

##### A.4.4.3.3. Partikelbestimmung (Anhang 4 Abschnitt 8.4.3)

Zur Bestimmung der Partikelemissionen durch Messung der Teilstromverdünnung ist die Berechnung gemäß Anhang 4 Abschnitt 8.4.3.2 durchzuführen.

Für die Kontrolle des Verdünnungsverhältnisses kann eine der beiden folgenden Verfahren verwendet werden:

- die Direktmessung des Massendurchsatzes gemäß Beschreibung in Absatz 8.4.1.3;
- das Verfahren für die Messung des Luftdurchsatzes und des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses von Absatz 8.4.1.6 (Gleichungen 30, 31 und 32) darf nur angewendet werden, wenn es mit dem Verfahren mit vorausschauender Steuerung gemäß Abschnitt 8.4.1.2 kombiniert wird und die Werte  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  und  $\epsilon$  gemäß den Abschnitten A.6.2 und A.6.3 von Anlage 6 bestimmt werden.

Bei jeder Messung ist die Qualitätsprüfung gemäß Absatz 9.4.6.1 durchzuführen.

##### A.4.4.3.4. Zusätzliche Anforderungen an den Abgasmassendurchsatzmesser

Der in den Absätzen A.4.4.3.1 und A.4.4.3.3. genannte Durchflussmesser muss gegen Änderungen der Zusammensetzung und Dichte des Abgases unempfindlich sein. Kleine Fehler, z. B. bei Messung am Pitotrohr oder einer Öffnung (entsprechend der Quadratwurzel der Abgasdichte) können vernachlässigt werden.

##### A.4.4.4. Vollstrom-Verdünnungssystem (CVS) (Anhang 4, Absatz 8.5)

Die mögliche Schwankung in der Kraftstoffzusammensetzung wird sich nur auf die Berechnung der Ergebnisse der Messung der Kohlenwasserstoffe auswirken. Bei allen anderen Bestandteilen sind die entsprechenden Gleichungen in Anhang 4 Absatz 8.5.2 anzuwenden.

Zur Berechnung der Kohlenwasserstoffemission sind die richtigen Gleichungen anzuwenden, wobei das Molverhältnis der Bestandteile angelegt wird, das sich bei den Messungen des Verbrauchs beider Kraftstoffe gemäß Abschnitt A.6.4. von Anlage 6 ergibt.

##### A.4.4.4.1. Bestimmung der hintergrundkorrigierten Konzentrationen (Anhang 4, Absatz 8.5.2.3.2)

Zur Bestimmung des stöchiometrischen Faktors wird das Molverhältnis des Kraftstoffs für Wasserstoff  $\alpha$  als durchschnittliches Molverhältnis des Kraftstoffgemisches für Wasserstoff während der Prüfung gemäß Anlage 6 Abschnitt A.6.4 berechnet.

Alternativ dazu kann der  $F_{\text{C}}$ -Wert des gasförmigen Kraftstoffs mit den Gleichungen 59 oder 60 von Anhang 4 verwendet werden.

#### A.4.5. Gerätespezifikation und Überprüfung (Anhang 4, Abschnitt 9)

##### A.4.5.1. Gase zur Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit (Anhang 4, Absatz 9.3.3.4)

Die für Zweistoffmotoren erforderlichen Sauerstoffkonzentrationen entsprechen den in Anhang 4 Absatz 9.3.3.4 Tabelle 8 aufgeführten Konzentrationen für Selbstzündungsmotoren.

##### A.4.5.2. Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit (Anhang 4 Absatz 9.3.7.3)

Die zur Messung von Zweistoffmotoren verwendeten Instrumente müssen anhand derselben Verfahren überprüft werden wie diejenigen, die zur Messung von Selbstzündungsmotoren verwendet werden. Es ist das Gasgemisch mit 21 % Sauerstoffgehalt zu verwenden, das gemäß Anhang 4 Absatz 9.3.7.3 Buchstabe b vorgeschrieben ist.

A.4.5.3. Prüfung auf Wasserdampf-Querempfindlichkeit (Anhang 4 Absatz 9.3.7.3)

Die Prüfung auf Wasserdampf-Querempfindlichkeit gemäß Anhang 4 Absatz 9.3.9.2.2 dieser Regelung gilt nur für Messungen der Konzentration der feuchten  $\text{NO}_x$ . Für Zweistoffmotoren, die mit Erdgas betrieben werden, sollte Prüfung mit einem angenommenen Wasserstoff-Kohlenstoff-Verhältnis von 4 (Methan) durchgeführt werden. In diesem Fall gilt:  $H_m = 2 \times A$ . Für Zweistoffmotoren, die mit Flüssiggas betrieben werden, sollte Prüfung mit einem angenommenen Wasserstoff-Kohlenstoff-Verhältnis von 2,525 durchgeführt werden. In diesem Fall gilt:  $H_m = 1,25 \times A$ .

---

*Anlage 5***Zusätzliche Anforderungen an die PEMS-Emissionsprüfungen von Zweistoffmotoren**

## A.5.1. Allgemeines

In dieser Anlage werden die zusätzlichen Anforderungen und Ausnahmen von Anhang 8 dieser Regelung beschrieben, die erforderlich sind, um die PEMS-Emissionsprüfung von Zweistoffmotoren zu ermöglichen.

Die Emissionsprüfung eines Zweistoffmotors ist deshalb kompliziert, weil der vom Motor verbrannte Kraftstoff entweder aus reinem Dieselmotorkraftstoff oder aber aus einem Gemisch aus überwiegend gasförmigem Kraftstoff und einer kleinen Menge an Dieselmotorkraftstoff als Zündquelle bestehen kann. Das Verhältnis der von einem Zweistoffmotor verbrannten Kraftstoffe kann sich auch dynamisch ändern, je nach Betriebsbedingung des Motors. Infolgedessen gelten für die Emissionsprüfung solcher Motoren besondere Vorkehrungen und Einschränkungen.

## A.5.2. Es gelten die folgenden Änderungen an Anhang 8 Anlage 1:

## A.5.2.1. Anmerkung 2 zu Tabelle 1 in Absatz A.1.2.2 muss wie folgt lauten:

(<sup>2</sup>) Nur für mit Erdgas betriebene Motoren.

## A.5.2.2. Absatz A.1.3.3 „Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugszustand“ muss wie folgt lauten:

Wird die Konzentration für den trockenen Bezugszustand gemessen, so ist sie nach Absatz 8.1 von Anhang 4 und Absatz 4.1.1 von Anlage 4 zu diesem Anhang in den feuchten Bezugszustand umzurechnen.

## A.5.2.3. Absatz A.1.3.5 „Berechnung der momentanen gasförmigen Emissionen“ muss wie folgt lauten:

Die Emissionsmasse wird gemäß Anhang 4 Absatz 8.4.2.3 bestimmt. Die Werte von  $u_{\text{gas}}$  sind anhand Anhang 15 Anlage 6 Abschnitte A.6.2 und A.6.3 zu bestimmen.

---

## Anlage 6

**Bestimmung der Molverhältnisse und  $u_{\text{gas}}$ -Werte für Zweistoffmotoren**

## A.6.1. Allgemeines

In dieser Anlage werden die Bestimmung der Molverhältnisse der Bestandteile und der  $u_{\text{gas}}$ -Werte für den Trocken-/Feucht-Faktor und die Emissionsberechnungen für die Emissionsprüfung für Zweistoffmotoren festgelegt.

## A.6.2. Zweistoffbetrieb

A.6.2.1. Bei Zweistoffmotoren vom Typ 1A oder 1B im Zweistoffbetrieb sind die Molverhältnisse der Bestandteile und  $u_{\text{gas}}$ -Werte des gasförmigen Kraftstoffs zu verwenden.

A.6.2.2. Bei Zweistoffmotoren vom Typ 2A oder 2B im Zweistoffbetrieb sind die Molverhältnisse der Bestandteile und  $u_{\text{gas}}$ -Werte der Tabellen A6.1 und A6.2 zu verwenden.

Tabelle A6.1

**Molverhältnisse bei einem Gemisch aus 50 % gasförmigem Kraftstoff und 50 % Dieselmkraftstoff (Massenanteil)**

Gasförmiger Kraftstoff	$\alpha$	$\gamma$	$\delta$	$\epsilon$
CH <sub>4</sub>	2,8681	0	0	0,0040
G <sub>R</sub>	2,7676	0	0	0,0040
G <sub>23</sub>	2,7986	0	0,0703	0,0043
G <sub>25</sub>	2,7377	0	0,1319	0,0045
Propan	2,2633	0	0	0,0039
Butan	2,1837	0	0	0,0038
LPG	2,1957	0	0	0,0038
LPG Kraftstoff A	2,1740	0	0	0,0038
LPG Kraftstoff B	2,2402	0	0	0,0039

Tabelle A6.2

 **$u_{\text{gas}}$ -Werte für das Rohabgas und Dichte der Abgasbestandteile bei einem Gemisch aus 50 % gasförmigem Kraftstoff und 50 % Dieselmkraftstoff (Massen-%)**

Gasförmiger Kraftstoff	$\rho_e$	Gas					
		NO <sub>x</sub>	CO	HC	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
				$\rho_{\text{gas}}$ [kg/m <sup>3</sup> ]			
		2,053	1,250	( <sup>e</sup> )	1,9636	1,4277	0,716
				$u_{\text{gas}}$ ( <sup>b</sup> )			
CNG/LNG ( <sup>c</sup> )	1,2786	0,001606	0,000978	0,000528 ( <sup>d</sup> )	0,001536	0,001117	0,000560
Propan	1,2869	0,001596	0,000972	0,000510	0,001527	0,001110	0,000556
Butan	1,2883	0,001594	0,000971	0,000503	0,001525	0,001109	0,000556
LPG ( <sup>e</sup> )	1,2881	0,001594	0,000971	0,000506	0,001525	0,001109	0,000556

(<sup>e</sup>) kraftstoffabhängig

(<sup>b</sup>) bei  $\lambda = 2$ , trockener Luft, 273 K und 101,3 kPa

(<sup>c</sup>)  $u$ -Werte  $\pm 0,2$  % für folgende Massenverteilung: C = 58 - 76 %; H = 19 - 25 %; N = 0 - 14 % (CH<sub>4</sub>, G<sub>20</sub>, G<sub>R</sub>, G<sub>23</sub> and G<sub>25</sub>)

(<sup>d</sup>) NMHC auf der Basis von CH<sub>2,93</sub> (für Gesamt-HC ist der  $u_{\text{gas}}$ -Faktor für CH<sub>4</sub> zu verwenden)

(<sup>e</sup>)  $u$ -Werte  $\pm 0,2$  % für folgende Massenverteilung: C3 = 27 - 90 %; C4 = 10 - 73 % (LPG Kraftstoffe A und B)

A.6.2.3. Bei Zweistoffmotoren vom Typ 3B im Zweistoffbetrieb sind die Molverhältnisse der Bestandteile und  $u_{\text{gas}}$ -Werte des Dieselmotorkraftstoffs zu verwenden.

A.6.2.4. Für die Berechnung der Kohlenwasserstoffemissionen aller Typen von Zweistoffmotoren im Zweistoffbetrieb gilt Folgendes:

- Für die Berechnung der THC-Emissionen wird der  $u_{\text{gas}}$ -Wert des gasförmigen Kraftstoffs verwendet.
- Für die Berechnung der NMHC-Emissionen wird der  $u_{\text{gas}}$ -Wert auf der Basis von  $\text{CH}_{2,93}$  verwendet.
- Für die Berechnung der  $\text{CH}_4$ -Emissionen wird der  $u_{\text{gas}}$ -Wert von  $\text{CH}_4$  verwendet.

A.6.3. Dieselbetrieb

Bei Zweistoffmotoren vom Typ 1B, 2B oder 3B im Dieselbetrieb sind die Molverhältnisse der Bestandteile und die  $u_{\text{gas}}$ -Werte des Dieselmotorkraftstoffs zu verwenden.

A.6.4. Bestimmung der Molverhältnisse, wenn das Kraftstoffgemisch bekannt ist

A.6.4.1. Berechnung der Bestandteile des Kraftstoffgemischs

$$w_{\text{ALF}} = \frac{w_{\text{ALF1}} \times q_{\text{mf1}} + w_{\text{ALF2}} \times q_{\text{mf2}}}{q_{\text{mf1}} + q_{\text{mf2}}} \quad (\text{A6.1})$$

$$w_{\text{BET}} = \frac{w_{\text{BET1}} \times q_{\text{mf1}} + w_{\text{BET2}} \times q_{\text{mf2}}}{q_{\text{mf1}} + q_{\text{mf2}}} \quad (\text{A6.2})$$

$$w_{\text{GAM}} = \frac{w_{\text{GAM1}} \times q_{\text{mf1}} + w_{\text{GAM2}} \times q_{\text{mf2}}}{q_{\text{mf1}} + q_{\text{mf2}}} \quad (\text{A6.3})$$

$$w_{\text{DEL}} = \frac{w_{\text{DEL1}} \times q_{\text{mf1}} + w_{\text{DEL2}} \times q_{\text{mf2}}}{q_{\text{mf1}} + q_{\text{mf2}}} \quad (\text{A6.4})$$

$$w_{\text{EPS}} = \frac{w_{\text{EPS1}} \times q_{\text{mf1}} + w_{\text{EPS2}} \times q_{\text{mf2}}}{q_{\text{mf1}} + q_{\text{mf2}}} \quad (\text{A6.5})$$

Dabei ist:

$q_{\text{mf1}}$	Massendurchsatz von Kraftstoff 1 in kg/s
$q_{\text{mf2}}$	Massendurchsatz von Kraftstoff 2 in kg/s
$w_{\text{ALF}}$	Wasserstoffgehalt des Kraftstoffes in Massen-%
$w_{\text{BET}}$	Kohlenstoffgehalt des Kraftstoffes in Massen-%
$w_{\text{GAM}}$	Schwefelgehalt des Kraftstoffes in Massen-%
$w_{\text{DEL}}$	Stickstoffgehalt des Kraftstoffes in Massen-%
$w_{\text{EPS}}$	Sauerstoffgehalt des Kraftstoffes in Massen-%

A.6.4.2. Berechnung der Molverhältnisse von H, C, S, N und O im Verhältnis zu C für das Kraftstoffgemisch (gemäß ISO8178-1, Anhang A-A.2.2.2).

$$\alpha = 11,9164 \times \frac{w_{\text{ALF}}}{w_{\text{BET}}} \quad (\text{A6.6})$$

$$\gamma = 0,37464 \times \frac{w_{\text{GAM}}}{w_{\text{BET}}} \quad (\text{A6.7})$$

$$\delta = 0,85752 \times \frac{w_{\text{DEL}}}{w_{\text{BET}}} \quad (\text{A6.8})$$

$$\varepsilon = 0,75072 \times \frac{w_{\text{EPS}}}{w_{\text{BET}}} \quad (\text{A6.9})$$

Dabei ist:

$w_{\text{ALF}}$	Wasserstoffgehalt des Kraftstoffes in Massen-%
$w_{\text{BET}}$	Kohlenstoffgehalt des Kraftstoffes in Massen-%
$w_{\text{GAM}}$	Schwefelgehalt des Kraftstoffes in Massen-%
$w_{\text{DEL}}$	Stickstoffgehalt des Kraftstoffes in Massen-%
$w_{\text{EPS}}$	Sauerstoffgehalt des Kraftstoffes in Massen-%

---

$\alpha$	Molverhältnis für Wasserstoff (H/C)
$\gamma$	Molverhältnis für Schwefel (S/C)
$\delta$	Molverhältnis für Stickstoff (N/C)
$\varepsilon$	Molverhältnis für Sauerstoff (O/C)

bezogen auf einen Kraftstoff  $\text{CH}_a\text{O}_e\text{N}_d\text{S}_g$ .

#### A.6.4.3. Berechnung der $u_{\text{gas}}$ -Werte für ein Kraftstoffgemisch

Die  $u_{\text{gas}}$ -Werte für das Rohabgas eines Kraftstoffgemischs können mithilfe der exakten Gleichungen in Absatz 8.4.2.4 von Anhang 4 und die Molverhältnisse anhand des vorliegenden Abschnitts berechnet werden.

Bei Systemen mit konstantem Massendurchsatz wird für die Berechnung der  $u_{\text{gas}}$ -Werte des verdünnten Abgases Gleichung 57 in Absatz 8.5.2.3.1 von Anhang 4 benötigt.

---