

Dieses Dokument ist lediglich eine Dokumentationshilfe, für deren Richtigkeit die Organe der Union keine Gewähr übernehmen

**► B RICHTLINIE 97/68/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES  
vom 16. Dezember 1997**

**zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen zur Bekämpfung der Emission von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln aus Verbrennungsmotoren für mobile Maschinen und Geräte**

(ABl. L 59 vom 27.2.1998, S. 1)

Geändert durch:

		Amtsblatt		
		Nr.	Seite	Datum
► <u>M1</u>	Richtlinie 2001/63/EG der Kommission vom 17. August 2001	L 227	41	23.8.2001
► <u>M2</u>	Richtlinie 2002/88/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Dezember 2002	L 35	28	11.2.2003
► <u>M3</u>	Richtlinie 2004/26/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. April 2004	L 146	1	30.4.2004
► <u>M4</u>	Richtlinie 2006/105/EG des Rates vom 20. November 2006	L 363	368	20.12.2006
► <u>M5</u>	Verordnung (EG) Nr. 596/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2009	L 188	14	18.7.2009
► <u>M6</u>	Richtlinie 2010/26/EU der Kommission vom 31. März 2010	L 86	29	1.4.2010
► <u>M7</u>	Richtlinie 2011/88/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. November 2011	L 305	1	23.11.2011
► <u>M8</u>	Richtlinie 2012/46/EU der Kommission vom 6. Dezember 2012	L 353	80	21.12.2012

Geändert durch:

► <u>A1</u>	Akte über die Bedingungen des Beitritts der Tschechischen Republik, der Republik Estland, der Republik Zypern, der Republik Lettland, der Republik Litauen, der Republik Ungarn, der Republik Malta, der Republik Polen, der Republik Slowenien und der Slowakischen Republik und die Anpassungen der die Europäische Union begründenden Verträge	L 236	33	23.9.2003
-------------	---	-------	----	-----------

Berichtigt durch:

- C1 Berichtigung, ABl. L 225 vom 25.6.2004, S. 3 (2004/26/EG)
- C2 Berichtigung, ABl. L 75 vom 15.3.2007, S. 27 (2004/26/EG)
- C3 Berichtigung, ABl. L 59 vom 4.3.2011, S. 73 (2010/26/EU)



**RICHTLINIE 97/68/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS  
UND DES RATES**

**vom 16. Dezember 1997**

**zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über  
Maßnahmen zur Bekämpfung der Emission von gasförmigen  
Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln aus  
Verbrennungsmotoren für mobile Maschinen und Geräte**

DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT UND DER RAT DER EUROPÄISCHEN  
UNION —

gestützt auf den Vertrag zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft,  
insbesondere auf Artikel 100a,

auf Vorschlag der Kommission <sup>(1)</sup>,

nach Stellungnahme des Wirtschafts- und Sozialausschusses <sup>(2)</sup>,

gemäß dem Verfahren des Artikels 189b des Vertrags <sup>(3)</sup>, aufgrund des  
vom Vermittlungsausschuß am 11. November 1997 gebilligten gemein-  
samen Entwurfs,

in Erwägung nachstehender Gründe:

- (1) Im Programm der Gemeinschaft für Umweltpolitik und Maßnahmen im Hinblick auf eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung <sup>(4)</sup> wird als grundlegendes Prinzip anerkannt, daß alle Personen wirksam gegen Gesundheitsgefahren infolge der Luftverschmutzung geschützt werden sollen und daß hierzu insbesondere die Begrenzung der Emissionen von Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Partikeln — schwarzem Rauch, und anderen Schadstoffen wie Kohlenstoffmonoxid (CO) notwendig ist. Zur Verhütung der Bildung von Ozon (O<sub>3</sub>) in der Troposphäre und der damit verbundenen Gesundheits- und Umweltschäden sind die Emissionen der Vorläuferstoffe in Form von Stickstoffoxiden (NO<sub>x</sub>) und Kohlenwasserstoffen (HC) zu vermindern. Zur Verringerung der Umweltschäden durch Übersäuerung müssen unter anderem auch die NO<sub>x</sub>- und die HC-Emissionen vermindert werden.
- (2) Im April 1992 unterzeichnete die Gemeinschaft das UN-ECE-Protokoll über flüchtige organische Verbindungen, und im Dezember 1993 trat sie dem Protokoll über die Minderung der NO<sub>x</sub>-Emission bei, die beide mit dem Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen aus dem Jahre 1979 im Zusammenhang stehen, das im Juli 1982 vereinbart wurde.

<sup>(1)</sup> ABl. C 328 vom 7.12.1995, S. 1.

<sup>(2)</sup> ABl. C 153 vom 28.3.1996, S. 2.

<sup>(3)</sup> Stellungnahme des Europäischen Parlaments vom 25. Oktober 1995 (ABl. C 308 vom 20.11.1995, S. 29), gemeinsamer Standpunkt des Rates vom 20. Januar 1997 (ABl. C 123 vom 21.4.1997, S. 1) und Beschluß des Europäischen Parlaments vom 13. Mai 1997 (ABl. C 167 vom 2.7.1997, S. 22). Beschluß des Rates vom 4. Dezember 1997. Beschluß des Europäischen Parlaments vom 16. Dezember 1997.

<sup>(4)</sup> Entschließung des Rates und der im Rat vereinigten Vertreter der Mitgliedstaaten vom 1. Februar 1993 (ABl. C 138 vom 17.5.1993, S. 1).

**▼B**

- (3) Das Ziel einer Verminderung des Schadstoffausstoßes von mobilen Geräten und Maschinen und die Errichtung und das Funktionieren des Binnenmarktes für Motoren und Maschinen lassen sich von den Mitgliedstaaten einzeln nicht befriedigend erreichen; die Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen zur Bekämpfung der Luftverschmutzung durch Motoren für mobile Maschinen und Geräte bietet deshalb bessere Gewähr für ihre Verwirklichung.
- (4) Neueste Untersuchungen der Kommission haben gezeigt, daß die Emission von Verbrennungsmotoren mobiler Maschinen und Geräte einen großen Teil der anthropogenen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe darstellen. Ein beträchtlicher Anteil der Luftverschmutzung durch NO<sub>x</sub> und Partikel, insbesondere im Vergleich zu den Abgasen aus dem Straßenkraftverkehr, geht auf die Kategorie der Motoren mit Kompressionszündung zurück, für die mit dieser Richtlinie eine Regelung erlassen werden soll.
- (5) Emissionen aus mobilen landgebundenen Maschinen und Geräten mit Motoren mit Kompressionszündung, insbesondere NO<sub>x</sub>- und Partikelemissionen, geben in diesem Bereich zu ernsthafter Besorgnis Anlaß. Für diese Emissionsquellen sollte zuerst eine Regelung erlassen werden. Danach wird es jedoch auch zweckdienlich sein, den Geltungsbereich dieser Richtlinie auf die Begrenzung der Emissionen von anderen Motoren — insbesondere von Benzinmotoren — für mobile Maschinen und Geräte, insbesondere mobile Stromerzeugungsaggregate, auf der Grundlage geeigneter Prüfzyklen auszuweiten. Die CO- und HC-Emissionen können durch die vorgesehene Erweiterung des Geltungsbereichs dieser Richtlinie auf Benzinmotoren, beträchtlich vermindert werden.
- (6) So bald wie möglich sollten Vorschriften über die Begrenzung der Emissionen der Motoren von land- und forstwirtschaftlichen Zugmaschinen erlassen werden, die in bezug auf den Umweltschutz dem mit dieser Richtlinie festgelegten Niveau gleichwertig sind und in bezug auf Normen und Anforderungen ohne Einschränkungen mit ihr im Einklang stehen.
- (7) Was die Bescheinigung der Übereinstimmung anbelangt, so wurde das Typgenehmigungsverfahren gewählt, das sich als europäische Methode für die Zulassung von Kraftfahrzeugen und ihren Bauteilen bereits bewährt hat. Als neues Element ist die Genehmigung eines Stammotors einer Gruppe von Motoren (Motorenfamilie) eingeführt worden, in der ähnliche Komponenten nach ähnlichen Konstruktionsprinzipien verwendet werden.
- (8) Die nach den Anforderungen dieser Richtlinie hergestellten Motoren müssen entsprechend gekennzeichnet und den Genehmigungsbehörden gemeldet werden. Um den Verwaltungsaufwand gering zu halten, wurde auf eine direkte behördliche Kontrolle des Motorherstellungsdatums, das für die Einhaltung der verschärften Anforderungen maßgebend ist, verzichtet. Als Gegenleistung hierfür müssen die Hersteller den Behörden die Durchführung von Stichproben erleichtern und regelmäßig die einschlägigen Produktionsplanungsdaten mitteilen. Die strikte Einhaltung der im Rahmen dieses Verfahrens übermittelten Planungsdaten ist nicht zwingend vorgeschrieben, doch würde eine weitgehende Übereinstimmung den Genehmigungsbehörden die Planung von Prüfungen erleichtern und zu einem wachsenden Vertrauen zwischen diesen Behörden und den Herstellern beitragen.

**▼B**

- (9) Genehmigungen, die gemäß der Richtlinie 88/77/EWG <sup>(1)</sup> und der in Anhang IV Teil II der Richtlinie 92/53/EWG <sup>(2)</sup> aufgeführten UN/ECE-Regelung 49 Serie 02 erteilt werden, werden in der ersten Stufe als den aufgrund dieser Richtlinie erteilten Genehmigungen gleichwertig anerkannt.
- (10) Motoren, die den Anforderungen dieser Richtlinie genügen und von ihr erfaßt wurden, müssen in den Mitgliedstaaten in Verkehr gebracht werden können. Für diese Motoren dürfen keine anderen einzelstaatlichen Emissionsvorschriften erlassen werden. Der Mitgliedstaat, der Typpgenehmigungen erteilt, ergreift die erforderlichen Kontrollmaßnahmen.
- (11) Bei der Festlegung der neuen Prüfverfahren und Grenzwerte ist den Betriebszuständen dieser Motorentypen Rechnung zu tragen.
- (12) Diese neuen Anforderungen sollten nach dem bereits erprobten zweistufigen Verfahren eingeführt werden.
- (13) Bei Motoren mit höherer Leistung ist eine deutliche Senkung der Emissionen offenbar leichter, da für sie die für Kraftfahrzeugmotoren entwickelte Technologie verwendet werden kann. Daher wurde eine stufenweise Anwendung der Anforderungen ins Auge gefaßt, wobei mit dem höchsten der drei Leistungsbereiche in der Stufe I begonnen werden soll. Dieser Grundsatz wurde auch für die Stufe II gewählt, mit Ausnahme eines neuen vierten Leistungsbereichs, der mit der Stufe I nicht erfaßt wird.
- (14) Für diesen Sektor von mobilen Maschinen und Geräten, der nun einer Regelung unterworfen ist und mit den landwirtschaftlichen Zugmaschinen im Vergleich zu den Emissionen des Kraftverkehrs an erster Stelle steht, läßt sich dank der Durchführung dieser Richtlinie eine beträchtliche Emissionsminderung erwarten. Aufgrund des meist sehr guten Abgasverhaltens von Motoren mit Kompressionszündung hinsichtlich CO und HC bleibt nur sehr wenig Raum für eine Verbesserung der Gesamtemissionen.
- (15) Um außerordentlichen technischen oder wirtschaftlichen Bedingungen Rechnung zu tragen, sind Verfahren vorgesehen, nach denen Hersteller von der Einhaltung der sich aus dieser Richtlinie ergebenden Verpflichtungen befreit werden können.
- (16) Zur Sicherstellung der „Übereinstimmung der Produktion“ müssen die Hersteller nach Erteilung der Typpgenehmigung für einen Motor die hierzu erforderlichen Vorkehrungen treffen. Für den Fall einer festgestellten Nichteinhaltung sind Bestimmungen vorgesehen, die Informationsverfahren, Korrekturmaßnahmen und ein Zusammenarbeitsverfahren umfassen, um die Schlichtung möglicher Meinungsverschiedenheiten zwischen den Mitgliedstaaten hinsichtlich der Übereinstimmung genehmigter Motoren mit den Vorschriften zu ermöglichen.

<sup>(1)</sup> Richtlinie 88/77/EWG des Rates vom 3. Dezember 1987 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe aus Dieselmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen (ABl. L 36 vom 9.2.1988, S. 33). Richtlinie zuletzt geändert durch die Richtlinie 96/1/EG (ABl. L 40 vom 17.2.1996, S. 1).

<sup>(2)</sup> Richtlinie 92/53/EWG des Rates vom 18. Juni 1992 zur Änderung der Richtlinie 70/156/EWG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Betriebserlaubnis für Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger (ABl. L 225 vom 10.8.1992, S. 1).

**▼B**

- (17) Die Befugnis der Mitgliedstaaten, Vorschriften zum Schutz der Arbeitnehmer bei der Benutzung von mobilen Maschinen und Geräten festzulegen, bleibt von dieser Richtlinie unberührt.
- (18) Die technischen Anforderungen bestimmter Anhänge dieser Richtlinie sollten nach einem Ausschußverfahren ergänzt und bei Bedarf an den technischen Fortschritt angepaßt werden.
- (19) Um sicherzustellen, daß die Motoren in Übereinstimmung mit den Regeln der guten Laborpraxis geprüft werden, sollten entsprechende Vorschriften festgelegt werden.
- (20) Zur Förderung des weltweiten Handels in diesem Sektor müssen die Emissionsvorschriften in der Gemeinschaft soweit wie möglich mit den in Drittländern geltenden oder geplanten Vorschriften abgestimmt werden.
- (21) Es muß die Möglichkeit vorgesehen werden, die Sachlage im Lichte der Frage erneut zu prüfen, ob neue Technologien verfügbar und wirtschaftlich nutzbar sind und inwieweit bei der Verwirklichung der zweiten Stufe Fortschritte erzielt wurden.
- (22) Zwischen dem Europäischen Parlament, dem Rat und der Kommission wurde am 20. Dezember 1994 ein „Modus vivendi“ betreffend die Maßnahmen zur Durchführung der nach dem Verfahren des Artikels 189 b des Vertrags erlassenen Rechtsakte <sup>(1)</sup> vereinbart —

HABEN FOLGENDE RICHTLINIE ERLASSEN:

*Artikel 1*

**Ziele**

Durch diese Richtlinie sollen die Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Emissionsnormen und Typgenehmigungsverfahren für Motoren zum Einbau in mobile Maschinen und Geräte angeglichen werden. Sie wird einen Beitrag zum reibungslosen Funktionieren des Binnenmarktes und zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt leisten.

*Artikel 2*

**Begriffsbestimmungen**

Im Sinne dieser Richtlinie bezeichnet der Ausdruck

- „mobile Maschinen und Geräte“ mobile Maschinen, mobile industrielle Ausrüstungen oder Fahrzeuge mit oder ohne Aufbau, die nicht zur Beförderung von Personen oder Gütern auf der Straße bestimmt sind und in die ein Verbrennungsmotor gemäß der Definition in Anhang I Nummer 1 eingebaut ist;
- „Typgenehmigung“ das Verwaltungsverfahren, durch das ein Mitgliedstaat bestätigt, daß ein Verbrennungsmotortyp oder eine Motorenfamilie hinsichtlich des Niveaus der Emission von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln aus dem Motor (den Motoren) den einschlägigen technischen Anforderungen dieser Richtlinie genügt;

<sup>(1)</sup> ABl. C 102 vom 4.4.1996, S. 1.

**▼ B**

- „Motortyp“ eine Kategorie von Motoren, die sich hinsichtlich der in Anhang II Anlage 1 aufgeführten wesentlichen Merkmale nicht unterscheiden;
- „Motorenfamilie“ eine von einem Hersteller festgelegte Gruppe von Motoren, die konstruktionsbedingt ähnliche Abgas-Emissionseigenschaften aufweisen sollen und den Anforderungen dieser Richtlinie entsprechen;
- „Stammotor“ einen aus einer Motorenfamilie ausgewählten Motor, der den Anforderungen von Anhang I Abschnitt 6 und 7 entspricht;
- „Motorleistung“ die Nutzleistung gemäß Anhang I Abschnitt 2.4;
- „Motorherstellungsdatum“ das Datum, an dem der Motor nach Verlassen des Fertigungsbereichs die Endkontrolle durchläuft; der Motor ist zu diesem Zeitpunkt auslieferungs- bzw. lagerungsbereit;

**▼ M2**

- „Inverkehrbringen“ die entgeltliche oder unentgeltliche erstmalige Bereitstellung eines Motors auf dem Markt zur Lieferung und/oder Benutzung in der Gemeinschaft;

**▼ B**

- „Hersteller“ die gegenüber der Genehmigungsbehörde für alle Belange des Typgenehmigungsverfahrens und die Übereinstimmung der Produktion verantwortliche Person oder Stelle. Diese Person oder Stelle muß nicht unbedingt an allen Stufen der Konstruktion des Motors beteiligt sein;
- „Genehmigungsbehörde“ die Behörde(n) eines Mitgliedstaats, die für alle Belange des Typgenehmigungsverfahrens für einen Motor oder eine Motorenfamilie und für die Ausstellung und den Einzug der Typgenehmigungsbogen zuständig ist (sind), sowie den Genehmigungsbehörden der übrigen Mitgliedstaaten als Anlaufstelle dient (dienen) und die Maßnahmen des Herstellers zur Gewährleistung der Übereinstimmung der Produktion zu überprüfen hat (haben);
- „technischer Dienst“ die Organisation(en) oder Stelle(n), die offiziell als Prüflabor eingesetzt worden ist (sind), um Prüfungen oder Inspektionen für die Genehmigungsbehörde eines Mitgliedstaats durchzuführen; diese Aufgaben können auch von der Genehmigungsbehörde selbst wahrgenommen werden;
- „Beschreibungsbogen“ das Dokument gemäß Anhang II, in dem die vom Antragsteller zu liefernden Angaben festgelegt sind;
- „Beschreibungsmappe“ die Gesamtheit der Daten, Zeichnungen, Fotografien usw., die der Antragsteller dem technischen Dienst oder der Genehmigungsbehörde gemäß den Anforderungen im Beschreibungsbogen einzureichen hat;
- „Beschreibungsunterlagen“ die Beschreibungsmappe zuzüglich aller Prüfberichte und sonstiger Dokumente, die der technische Dienst oder die Genehmigungsbehörde in Ausübung ihrer Funktionen beigefügt haben;

**▼ B**

- „Inhaltsverzeichnis zu den Beschreibungsunterlagen“ das Inhaltsverzeichnis zu den Unterlagen mit Angabe der Seiten oder einer sonstigen Kennzeichnung, die das Auffinden der einzelnen Seiten ermöglicht;

**▼ M2**

- „Austauschmotor“ einen neu gebauten Motor, der zum Austausch eines Motors in einer Maschine bestimmt ist und nur für diesen Zweck geliefert wurde;
- „handgehaltener Motor“ einen Motor, der mindestens eine der folgenden Anforderungen erfüllt:
  - a) Der Motor muss in einem Gerät verwendet werden, das vom Bediener während der gesamten Ausübung der Funktion(en), für die es bestimmt ist, getragen wird;
  - b) der Motor muss in einem Gerät verwendet werden, das zur Ausübung der Funktion(en), für die es bestimmt ist, in verschiedenen Stellungen arbeitet, z. B. nach oben, nach unten oder nach der Seite;
  - c) der Motor muss in einem Gerät verwendet werden, bei dem das Trockengewicht von Motor und Gerät zusammengenommen weniger als 20 Kilogramm beträgt und das außerdem mindestens eines der folgenden Merkmale aufweist:
    - i) Der Bediener muss das Gerät während der Ausübung der Funktion(en), für die es bestimmt ist, entweder halten oder tragen;
    - ii) der Bediener muss das Gerät während der Ausübung der Funktion(en), für die es bestimmt ist, halten oder führen;
    - iii) der Motor muss in einem Generator oder in einer Pumpe verwendet werden;
- „nicht handgehaltener Motor“ einen Motor, der nicht unter die Definition eines handgehaltenen Motors fällt;
- „zum gewerblichen Einsatz in verschiedenen Stellungen verwendbarer handgehaltener Motor“ einen handgehaltenen Motor, der die Anforderungen der Buchstaben a) und b) der Definition handgehaltener Motor erfüllt und für den der Motorenhersteller der Genehmigungsbehörde gegenüber nachgewiesen hat, dass für den Motor eine Dauerhaltbarkeitsperiode der Kategorie 3 (nach Anhang IV Anlage 4 Abschnitt 2.1) gilt;
- „Dauerhaltbarkeitsperiode“ die Zahl der Stunden, die in Anhang IV Anlage 4 für die Ermittlung der Verschlechterungsfaktoren angegeben ist;
- „kleine Serie einer Motorenfamilie“ eine Fremdzündungsmotorenfamilie, bei der das gesamte Jahresproduktionsvolumen weniger als 5 000 Einheiten beträgt;
- „Hersteller kleiner Serien von Fremdzündungsmotoren“ einen Hersteller, dessen gesamtes Jahresproduktionsvolumen weniger als 25 000 Einheiten beträgt;

**▼ M3****▼ C1**

- „Binnenschiffe“ für den Einsatz auf Binnenwasserstraßen bestimmte Schiffe mit einer Länge von 20 m oder mehr und einem Volumen von 100 m<sup>3</sup> oder mehr gemäß der Formel in Anhang I Abschnitt 2 Abschnitt 2.8a oder Schleppboote oder Schubboote, die dazu gebaut sind, Schiffe mit einer Länge von 20 m oder mehr zu schleppen, zu schieben oder seitlich gekuppelt mitzuführen.

**▼ C1**

Diese Begriffsbestimmung umfasst nicht:

- Fahrgastschiffe, die zusätzlich zur Besatzung nicht mehr als 12 Fahrgäste befördern,
- Sportboote mit einer Länge von nicht mehr als 24 m (gemäß der Begriffsbestimmung in Artikel 1 Absatz 2 der Richtlinie 94/25/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Juni 1994 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Sportboote <sup>(1)</sup>),
- Dienstschiffe der Aufsichtsbehörden,
- Feuerlöschboote,
- Militärschiffe,
- im Fischereifahrzeugregister der Gemeinschaft verzeichnete Fischereifahrzeuge,
- Seeschiffe, einschließlich Seeschleppboote und -schubboote, die auf Seeschiffverkehrsstraßen fahren oder halten oder die sich vorübergehend auf Binnenwasserstraßen aufhalten, sofern sie ein gültiges Seefähigkeits- oder Sicherheitszeugnis gemäß Anhang I Abschnitt 2 Abschnitt 2.8b mit sich führen;
- „Originalgerätehersteller (OEM)“ den Hersteller eines Typs von mobilen Maschinen und Geräten;
- „Flexibilitätssystem“ das Verfahren, wonach ein Motorenhersteller während des Zeitraums zwischen zwei aufeinander folgenden Stufen von Grenzwerten eine begrenzte Anzahl von Motoren, die lediglich die Grenzwerte der vorangehenden Stufe einhalten, für den Einbau in mobile Maschinen und Geräte, in Verkehr bringen darf.

**▼ B***Artikel 3***Antrag auf Typgenehmigung**

- (1) Ein Antrag auf Typgenehmigung für einen Motor oder eine Motorenfamilie ist vom Hersteller bei der Genehmigungsbehörde eines Mitgliedstaats zu stellen. Dem Antrag ist eine Beschreibungsmappe beizufügen, deren Inhalt im Beschreibungsbogen in Anhang II angegeben ist. Der für die Genehmigungsprüfungen zuständige technische Dienst erhält einen Motor, der den in Anhang II Anlage 1 aufgeführten wesentlichen Merkmalen des Motorentyps entspricht.
- (2) Stellt die Genehmigungsbehörde im Fall eines Antrags auf Typgenehmigung für eine Motorenfamilie fest, daß der eingereichte Antrag hinsichtlich des ausgewählten Stammotors für die in Anhang II Anlage 2 beschriebene Motorenfamilie nicht vollständig repräsentativ ist, so ist ein anderer und gegebenenfalls ein zusätzlicher, von der Genehmigungsbehörde zu bezeichnender Stammotor zur Genehmigung nach Absatz 1 bereitzustellen.
- (3) Ein Antrag auf Typgenehmigung für einen Motortyp oder eine Motorenfamilie darf nicht in mehr als einem Mitgliedstaat gestellt werden. Für jeden zu genehmigenden Motortyp oder jede zu genehmigende Motorenfamilie ist ein gesonderter Antrag zu stellen.

<sup>(1)</sup> ABl. L 164 vom 30.6.1994, S. 15. Zuletzt geändert durch die Verordnung (EG) Nr. 1882/2003 (ABl. L 284 vom 31.10.2003, S. 1).

▼B

## Artikel 4

## Typgenehmigungsverfahren

(1) Der Mitgliedstaat, in dem der Antrag gestellt wird, erteilt die Typgenehmigung für alle Motortypen oder Motorenfamilien, die der Beschreibung in der Beschreibungsmappe entsprechen und den Vorschriften dieser Richtlinie genügen.

(2) Der Mitgliedstaat füllt für jeden Motortyp oder jede Motorenfamilie, die er genehmigt, alle einschlägigen Teile des Typgenehmigungsbogens aus, dessen Muster in ►M2 Anhang VII ◀ enthalten ist; er erstellt oder prüft das Inhaltsverzeichnis zu den Beschreibungsunterlagen. Typgenehmigungsbogen sind nach dem Verfahren in ►M2 Anhang VIII ◀ zu numerieren. Der ausgefüllte Typgenehmigungsbogen und seine Anlagen sind dem Antragsteller zuzustellen. ►M5 Die Kommission ändert Anhang VIII. Diese Maßnahmen zur Änderung nicht wesentlicher Bestimmungen dieser Richtlinie werden nach dem in Artikel 15 Absatz 2 genannten Regelungsverfahren mit Kontrolle erlassen. ◀

(3) Erfüllt der zu genehmigende Motor seine Funktion oder hat er spezifische Eigenschaften nur in Verbindung mit anderen Teilen der mobilen Maschine oder des mobilen Geräts und kann aus diesem Grund die Einhaltung einer oder mehrerer Anforderungen nur geprüft werden, wenn der zu genehmigende Motor mit anderen echten oder simulierten Maschinen- oder Geräteteilen zusammen betrieben wird, so ist der Geltungsbereich der Typgenehmigung für diesen Motor (diese Motoren) entsprechend einzuschränken. Im Typgenehmigungsbogen für einen Motortyp oder eine Motorenfamilie sind in solchen Fällen alle Einschränkungen ihrer Verwendung sowie sämtliche Einbauvorschriften aufzuführen.

(4) Die Genehmigungsbehörde jedes Mitgliedstaats

a) übermittelt den Genehmigungsbehörden der übrigen Mitgliedstaaten jeden Monat eine Liste der Motoren und Motorenfamilien (mit den Einzelheiten in ►M2 Anhang IX ◀), deren Genehmigung sie in dem betreffenden Monat erteilt, verweigert oder entzogen hat;

b) übermittelt auf Ersuchen der Genehmigungsbehörde eines anderen Mitgliedstaats

— eine Abschrift des Typgenehmigungsbogens für den Motor oder die Motorenfamilie mit/ohne den Beschreibungsunterlagen für jeden Motortyp oder jede Motorenfamilie, deren Genehmigung sie erteilt, verweigert oder entzogen hat, und/oder

— die Liste der Motoren, die entsprechend den erteilten Typgenehmigungen hergestellt wurden, gemäß der Beschreibung in Artikel 6 Absatz 3, die die Einzelheiten gemäß ►M2 Anhang X ◀ enthält und/oder

— eine Abschrift der Erklärung gemäß Artikel 6 Absatz 4.

**▼ B**

(5) Die Genehmigungsbehörde jedes Mitgliedstaats übermittelt der Kommission jährlich oder zusätzlich dazu bei Erhalt eines entsprechenden Antrags eine Abschrift des Datenblatts gemäß ► **M2** Anhang XI ◀ über die Motoren, für die seit der letzten Benachrichtigung eine Genehmigung erteilt worden ist.

**▼ M7**

(6) Kompressionszündungsmotoren zu anderen Zwecken als zum Antrieb von Triebwagen und Binnenschiffen können nach einem Flexibilitätssystem gemäß dem in Anhang XIII und den in den Absätzen 1 bis 5 genannten Verfahren in Verkehr gebracht werden.

**▼ B***Artikel 5***Änderung von Genehmigungen**

(1) Der Mitgliedstaat, der die Typgenehmigung erteilt hat, ergreift die erforderlichen Maßnahmen, um zu gewährleisten, daß ihm jede Änderung der in den Beschreibungsunterlagen erwähnten Einzelheiten mitgeteilt wird.

(2) Der Antrag auf eine Änderung oder Erweiterung einer Typgenehmigung ist ausschließlich an die Genehmigungsbehörde des Mitgliedstaats zu stellen, die die ursprüngliche Typgenehmigung erteilt hat.

(3) Sind in den Beschreibungsunterlagen erwähnte Einzelheiten geändert worden, so stellt die Genehmigungsbehörde des betreffenden Mitgliedstaats folgendes aus:

- soweit erforderlich, korrigierte Seiten der Beschreibungsunterlagen, wobei die Behörde jede einzelne Seite so kennzeichnet, daß die Art der Änderung und das Datum der Neuausgabe deutlich ersichtlich sind. Bei jeder Neuausgabe von Seiten ist das Inhaltsverzeichnis zu den Beschreibungsunterlagen (das dem Typgenehmigungsbogen als Anlage beigefügt ist) entsprechend auf den neuesten Stand zu bringen;
- einen revidierten Typgenehmigungsbogen (mit einer Erweiterungsnummer), sofern Angaben darin (mit Ausnahme der Anhänge) geändert wurden oder die Mindestanforderungen der Richtlinie sich seit dem ursprünglichen Genehmigungsdatum geändert haben. Aus dem revidierten Genehmigungsbogen müssen der Grund für seine Änderung und das Datum der Neuausgabe klar hervorgehen.

Stellt die Genehmigungsbehörde des betreffenden Mitgliedstaats fest, daß wegen einer an den Beschreibungsunterlagen vorgenommenen Änderung neue Versuche oder Prüfungen gerechtfertigt sind, so unterrichtet sie hiervon den Hersteller und stellt die oben angegebenen Unterlagen erst nach der Durchführung erfolgreicher neuer Versuche oder Prüfungen aus.

*Artikel 6***Übereinstimmung**

(1) Der Hersteller bringt an jeder in Übereinstimmung mit dem genehmigten Typ hergestellten Einheit die in Anhang I Abschnitt 3 festgelegten Kennzeichen einschließlich der Typgenehmigungsnummer an.

**▼ B**

(2) Enthält die Typgenehmigung Einschränkungen der Verwendung gemäß Artikel 4 Absatz 3, so fügt der Hersteller jeder hergestellten Einheit detaillierte Angaben über diese Einschränkungen und sämtliche Einbauvorschriften bei. Wird eine Reihe von Motortypen ein und demselben Maschinenhersteller geliefert, so genügt es, daß ihm dieser Beschreibungsbogen, in dem ferner die betreffenden Motoridentifizierungsnummern anzugeben sind, nur einmal übermittelt wird, und zwar spätestens am Tag der Lieferung des ersten Motors.

(3) Der Hersteller übermittelt auf Anforderung der Behörde, die die Typgenehmigung erteilt hat, binnen 45 Tagen nach Ablauf jedes Kalenderjahres und unmittelbar nach jedem Durchführungsdatum, zu dem sich die Anforderungen dieser Richtlinie ändern, und sofort nach jedem von der Behörde angegebenen zusätzlichen Datum eine Liste mit den Identifizierungsnummern aller Motortypen, die in Übereinstimmung mit den Vorschriften dieser Richtlinie seit dem letzten Bericht oder seit dem Zeitpunkt, zu dem die Vorschriften dieser Richtlinie erstmalig anwendbar wurden, hergestellt wurden. Soweit sie nicht durch das Motorkodierungssystem zum Ausdruck kommen, müssen auf dieser Liste die Korrelationen zwischen den Identifizierungsnummern und den entsprechenden Motortypen oder Motorenfamilien und den Typgenehmigungsnummern angegeben werden. Außerdem muß die Liste besondere Informationen enthalten, wenn der Hersteller die Produktion eines genehmigten Motortyps oder einer genehmigten Motorenfamilie einstellt. Muß diese Liste nicht regelmäßig der Genehmigungsbehörde übermittelt werden, so muß der Hersteller die registrierten Daten für einen Zeitraum von mindestens 20 Jahren aufbewahren.

(4) Der Hersteller übermittelt der Behörde, die die Typgenehmigung erteilt hat, binnen 45 Tagen nach Ablauf jedes Kalenderjahres und zu jedem Durchführungsdatum gemäß Artikel 9 eine Erklärung, in der die Motortypen, die Motorenfamilien und die entsprechenden Identifizierungscode der Motoren, die er ab diesem Datum herzustellen beabsichtigt, aufgeführt werden.

**▼ M3****▼ CI**

(5) Kompressionszündungsmotoren, die nach einem „Flexibilitätssystem“ in Verkehr gebracht werden, werden gemäß Anhang XIII gekennzeichnet.

**▼ B***Artikel 7***Anerkennung gleichwertiger Genehmigungen**

(1) Im Rahmen mehrseitiger oder zweiseitiger Übereinkünfte zwischen der Gemeinschaft und Drittländern können das Europäische Parlament und der Rat auf Vorschlag der Kommission die Gleichwertigkeit von Bedingungen und Bestimmungen für die Typgenehmigung von Motoren gemäß dieser Richtlinie mit den entsprechenden Normen in internationalen oder Drittlandsvorschriften anerkennen.

**▼ M2**

(2) Die Mitgliedstaaten erkennen die in Anhang XII aufgeführten Typgenehmigungen und gegebenenfalls die entsprechenden Genehmigungszeichen als mit dieser Richtlinie übereinstimmend an.

▼ M3  
▼ CI

*Artikel 7a*

**Binnenschiffe**

(1) Die folgenden Bestimmungen gelten für Motoren, die in Binnenschiffe eingebaut werden. Die Absätze 2 und 3 finden keine Anwendung, solange die Gleichwertigkeit der Anforderungen dieser Richtlinie mit jenen der Mannheimer Rheinschiffahrtsakte nicht von der Zentralkommission für die Rheinschiffahrt (im Folgenden „ZKR“ genannt) anerkannt und die Kommission davon in Kenntnis gesetzt ist.

(2) Die Mitgliedstaaten dürfen bis zum 30. Juni 2007 das Inverkehrbringen von Motoren nicht verweigern, die den ZKR-Anforderungen der Stufe I, deren Emissionsgrenzwerte in Anhang XIV aufgeführt sind, entsprechen.

(3) Ab dem 1. Juli 2007 und bis zum Inkrafttreten einer weiteren Reihe von Grenzwerten infolge etwaiger weiterer Änderungen dieser Richtlinie dürfen die Mitgliedstaaten das Inverkehrbringen von Motoren nicht verweigern, die den ZKR-Anforderungen der Stufe II, deren Emissionsgrenzwerte in Anhang XV aufgeführt sind, entsprechen.

▼ M5

(4) Die Kommission passt Anhang VII so an, dass er die zusätzlichen und spezifischen Informationen umfasst, die für die Typgenehmigungsbescheinigung für Motoren, die in Binnenschiffe eingebaut werden, verlangt werden können. Diese Maßnahmen zur Änderung nicht wesentlicher Bestimmungen dieser Richtlinie werden nach dem in Artikel 15 Absatz 2 genannten Regelungsverfahren mit Kontrolle erlassen.

▼ M3  
▼ CI

(5) Für die Zwecke dieser Richtlinie gelten bei Binnenschiffen für Hilfsmotoren mit einer Leistung von mehr als 560 kW dieselben Anforderungen wie für Antriebsmotoren.

▼ B

*Artikel 8*

▼ M3  
▼ CI

**Inverkehrbringen**

(1) Die Mitgliedstaaten dürfen das Inverkehrbringen von Motoren unabhängig davon, ob sie bereits in Maschinen oder Geräten eingebaut sind, nicht verweigern, wenn diese Motoren die Anforderungen dieser Richtlinie erfüllen.

▼ B

(2) Die Mitgliedstaaten erlauben die etwaige Registrierung und das Inverkehrbringen neuer Motoren unabhängig davon, ob sie bereits in Maschinen und Geräten eingebaut sind, nur, wenn diese Motoren die Anforderungen dieser Richtlinie erfüllen.

**▼M3****▼C1**

(2a) Die Mitgliedstaaten stellen Fahrzeugen, deren Motoren nicht den Anforderungen der vorliegenden Richtlinie entsprechen, kein Gemeinschaftszeugnis für Binnenschiffe gemäß der Richtlinie 82/714/EWG des Rates vom 4. Oktober 1982 über die technischen Vorschriften für Binnenschiffe <sup>(1)</sup> aus.

**▼B**

(3) Die Genehmigungsbehörde eines Mitgliedstaats, die eine Typgenehmigung erteilt, sorgt hierbei dafür, daß die Identifizierungsnummern der in Übereinstimmung mit den Anforderungen dieser Richtlinie hergestellten Motoren — erforderlichenfalls in Zusammenarbeit mit den Genehmigungsbehörden der anderen Mitgliedstaaten — registriert und kontrolliert werden.

(4) Eine zusätzliche Kontrolle der Identifizierungsnummern kann in Verbindung mit der Kontrolle der Übereinstimmung der Produktion gemäß Artikel 11 erfolgen.

(5) Bezüglich der Kontrolle der Identifizierungsnummern teilen der Hersteller oder seine in der Gemeinschaft niedergelassenen Beauftragten der zuständigen Genehmigungsbehörde auf Anforderung unverzüglich alle erforderlichen Informationen über seine/ihre Direktkäufer sowie die Identifizierungsnummern der Motoren mit, die als gemäß Artikel 6 Absatz 3 hergestellt gemeldet worden sind. Werden Motoren an einen Maschinenhersteller verkauft, so sind keine weitergehenden Informationen erforderlich.

(6) Ist ein Hersteller nicht in der Lage, auf Ersuchen der Genehmigungsbehörde die in Artikel 6 und insbesondere im Zusammenhang mit Absatz 5 dieses Artikels festgelegten Anforderungen einzuhalten, so kann die Genehmigung für den betreffenden Motortyp oder die betreffende Motorenfamilie aufgrund dieser Richtlinie zurückgezogen werden. In einem solchen Fall wird das Informationsverfahren nach Artikel 12 Absatz 4 angewandt.

*Artikel 9***▼M2****Zeitplan-Kompressionszündungsmotoren****▼B****1. ERTEILUNG VON TYPGENEHMIGUNGEN**

Die Mitgliedstaaten können nach dem 30. Juni 1998 die Typgenehmigung für einen Motortyp oder eine Motorenfamilie oder die Ausstellung des Dokuments gemäß ►**M2** Anhang VII ◀ nicht mehr verweigern noch im Zusammenhang mit der Typgenehmigung weitere der Bekämpfung der luftverunreinigenden Emissionen dienende Anforderungen an mobile Maschinen und Geräte, in die ein Motor eingebaut ist, vorsehen, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie in bezug auf die Abgas- und Partikelemissionen erfüllt.

**2. TYPGENEHMIGUNG STUFE I**

(MOTORKATEGORIEN A, B, C)

Die Mitgliedstaaten verweigern nach dem 30. Juni 1998 bei Motoren mit einer Leistung von

<sup>(1)</sup> ABl. L 301 vom 28.10.1982, S. 1. Geändert durch die Beitrittsakte von 2003.

**▼ B**

- A:  $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$ ,
- B:  $75 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ kW}$ ,
- C:  $37 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$

die Typgenehmigung für einen Motortyp oder eine Motorenfamilie und die Ausstellung des Dokuments gemäß ►**M2** Anhang VII ◀ und verweigern auch jegliche andere Typgenehmigung für mobile Maschinen und Geräte, in die ein Motor eingebaut ist, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Abgas- und Partikelemissionen die Grenzwerte der Tabelle in ►**M2** Anhang I Abschnitt 4.1.2.1 ◀ nicht einhalten.

### 3. TYPGENEHMIGUNG STUFE II (MOTORKATEGORIEN D, E, F, G)

**▼ M3****▼ CI**

In Absatz 3 werden die Worte „und verweigern auch jegliche andere Typgenehmigung für mobile Maschinen und Geräte, in die ein Motor eingebaut ist“ durch die Worte „und verweigern auch jegliche andere Typgenehmigung für mobile Maschinen und Geräte, in die ein noch nicht in Verkehr gebrachter Motor eingebaut ist“ ersetzt

**▼ B**

- D: nach dem 31. Dezember 1999 bei Motoren mit einer Leistung von  $18 \text{ kW} \leq P < 37 \text{ kW}$ ,
- E: nach dem 31. Dezember 2000 bei Motoren mit einer Leistung von  $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$ ,
- F: nach dem 31. Dezember 2001 bei Motoren mit einer Leistung von  $75 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ kW}$ ,
- G: nach dem 31. Dezember 2002 bei Motoren mit einer Leistung von  $37 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$

die Typgenehmigung für einen Motortyp oder eine Motorenfamilie und die Ausstellung des Dokuments gemäß ►**M2** Anhang VII ◀ und verweigern auch jegliche andere Typgenehmigung für mobile Maschinen und Geräte, in die ein Motor eingebaut ist, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Abgas- und Partikelemissionen die Grenzwerte der Tabelle in ►**M2** Anhang I Abschnitt 4.1.2.3 ◀ nicht einhalten.

**▼ M3****▼ CI**

### 3a. TYPGENEHMIGUNG FÜR MOTOREN DER STUFE IIIA (MOTORKATEGORIEN H, I, J und K)

Die Mitgliedstaaten verweigern

- H: nach dem 30. Juni 2005 bei Motoren — außer Motoren mit konstanter Drehzahl — mit einer Leistung von  $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$ ,
- I: nach dem 31. Dezember 2005 bei Motoren — außer Motoren mit konstanter Drehzahl — mit einer Leistung von  $75 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ kW}$ ,
- J: nach dem 31. Dezember 2006 bei Motoren — außer Motoren mit konstanter Drehzahl — mit einer Leistung von  $37 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$ ,

▼ **C1**

- K: nach dem 31. Dezember 2005 bei Motoren — außer Motoren mit konstanter Drehzahl — mit einer Leistung von  $19 \text{ kW} \leq P < 37 \text{ kW}$

die Typgenehmigung für die obigen Motortypen oder Motorfamilien und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII und verweigern auch jegliche andere Typgenehmigung für mobile Maschinen und Geräte, in die ein noch nicht in Verkehr gebrachter Motor eingebaut ist, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Partikel- und Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.1.2.4 nicht einhalten.

### 3b. TYPGENEHMIGUNG FÜR MOTOREN MIT KONSTANTER DREHZAHL DER STUFE IIIA (MOTORKATEGORIEN H, I, J und K)

Die Mitgliedstaaten verweigern

- H (Motoren mit konstanter Drehzahl): nach dem 31. Dezember 2009 bei Motoren mit einer Leistung von  $130 \text{ kW} \leq P < 560 \text{ kW}$ ,
- I (Motoren mit konstanter Drehzahl): nach dem 31. Dezember 2009 bei Motoren mit einer Leistung von  $75 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ kW}$ ,
- J (Motoren mit konstanter Drehzahl): nach dem 31. Dezember 2010 bei Motoren mit einer Leistung von  $37 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$ ,
- K (Motoren mit konstanter Drehzahl): nach dem 31. Dezember 2009 bei Motoren mit einer Leistung von  $19 \text{ kW} \leq P < 37 \text{ kW}$

die Typgenehmigung für die obigen Motortypen oder Motorfamilien und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII und verweigern auch jegliche andere Typgenehmigung für mobile Maschinen und Geräte, in die ein noch nicht in Verkehr gebrachter Motor eingebaut ist, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Partikel- und Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.1.2.4 nicht einhalten.

### 3c. TYPGENEHMIGUNG FÜR MOTOREN DER STUFE IIIB (MOTORKATEGORIEN L, M, N und P)

Die Mitgliedstaaten verweigern

- L: nach dem 31. Dezember 2009 bei Motoren — außer Motoren mit konstanter Drehzahl — mit einer Leistung von  $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$ ,
- M: nach dem 31. Dezember 2010 bei Motoren — außer Motoren mit konstanter Drehzahl — mit einer Leistung von  $75 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ kW}$ ,
- N: nach dem 31. Dezember 2010 bei Motoren — außer Motoren mit konstanter Drehzahl — mit einer Leistung von  $56 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$ ,
- P: nach dem 31. Dezember 2011 bei Motoren — außer Motoren mit konstanter Drehzahl — mit einer Leistung von  $37 \text{ kW} \leq P < 56 \text{ kW}$

▼ C1

die Typgenehmigung für die obigen Motortypen oder Motorfamilien und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII und verweigern auch jegliche andere Typgenehmigung für mobile Maschinen und Geräte, in die ein noch nicht in Verkehr gebrachter Motor eingebaut ist, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Partikel- und Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.1.2.5 nicht einhalten.

### 3d. TYPGENEHMIGUNG FÜR MOTOREN DER STUFE IV (MOTORKATEGORIEN Q und R)

Die Mitgliedstaaten verweigern

— Q: nach dem 31. Dezember 2012 bei Motoren — außer Motoren mit konstanter Drehzahl — mit einer Leistung von  $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$ ,

— R: nach dem 30. September 2013 bei Motoren — außer Motoren mit konstanter Drehzahl — mit einer Leistung von  $56 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ kW}$

die Typgenehmigung für die obigen Motortypen oder Motorfamilien und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII und verweigern auch jegliche andere Typgenehmigung für mobile Maschinen und Geräte, in die ein noch nicht in Verkehr gebrachter Motor eingebaut ist, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Partikel- und Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.1.2.6 nicht einhalten.

### 3e. TYPGENEHMIGUNG FÜR ANTRIEBSMOTOREN DER STUFE IIIA, DIE IN BINNENSCHIFFEN VERWENDET WERDEN (MOTORKATEGORIE V)

Die Mitgliedstaaten verweigern

— V1:1: nach dem 31. Dezember 2005 bei Motoren mit einer Leistung von 37 kW oder darüber und einem Hubraum unter 0,9 Litern je Zylinder,

— V1:2: nach dem 30. Juni 2005 bei Motoren mit einem Hubraum von 0,9 Litern oder darüber, jedoch unter 1,2 Litern je Zylinder,

— V1:3: nach dem 30. Juni 2005 bei Motoren mit einem Hubraum von 1,2 Litern oder darüber, jedoch unter 2,5 Litern je Zylinder und einer Leistung von  $37 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$ ,

— V1:4: nach dem 31. Dezember 2006 bei Motoren mit einem Hubraum von 2,5 Litern oder darüber, jedoch unter 5 Litern je Zylinder,

— V2: nach dem 31. Dezember 2007 bei Motoren mit einem Hubraum von 5 Litern oder darüber je Zylinder

die Typgenehmigung für die obigen Motortypen oder Motorfamilien und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Partikel- und Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.1.2.4 nicht einhalten.

**▼ C1****3f. TYPGENEHMIGUNG FÜR ANTRIEBSMOTOREN DER STUFE IIIA, DIE IN TRIEBWAGEN VERWENDET WERDEN**

Die Mitgliedstaaten verweigern

— RC A: nach dem 30. Juni 2005 bei Motoren mit einer Leistung von über 130 kW

die Typgenehmigung für die obigen Motortypen oder Motorfamilien und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Partikel- und Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.1.2.4 nicht einhalten.

**3g. TYPGENEHMIGUNG FÜR ANTRIEBSMOTOREN DER STUFE IIIB, DIE IN TRIEBWAGEN VERWENDET WERDEN**

Die Mitgliedstaaten verweigern

— RC B: nach dem 31. Dezember 2010 bei Motoren mit einer Leistung von über 130 kW

die Typgenehmigung für die obigen Motortypen oder Motorfamilien und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Partikel- und Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.1.2.5 nicht einhalten.

**3h. TYPGENEHMIGUNG FÜR ANTRIEBSMOTOREN DER STUFE IIIA, DIE IN LOKOMOTIVEN VERWENDET WERDEN**

Die Mitgliedstaaten verweigern

— RL A: nach dem 31. Dezember 2005 bei Motoren mit einer Leistung von  $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$ ,

— RH A: nach dem 31. Dezember 2007 bei Motoren mit einer Leistung von  $560 \text{ kW} < P$

die Typgenehmigung für die obigen Motortypen oder Motorfamilien und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Partikel- und Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.1.2.4 nicht einhalten. Dieser Absatz findet auf die genannten Motortypen und Motorfamilien keine Anwendung, wenn vor dem 20. Mai 2004 ein Kaufvertrag für den Motor geschlossen wurde und der Motor höchstens zwei Jahre nach dem für die entsprechende Lokomotivkategorie geltenden Datum in Verkehr gebracht wird.

**▼ C1**

## 3i. TYPGENEHMIGUNG FÜR ANTRIEBSMOTOREN DER STUFE IIIB, DIE IN LOKOMOTIVEN VERWENDET WERDEN

Die Mitgliedstaaten verweigern

— R B: nach dem 31. Dezember 2010 bei Motoren mit einer Leistung von über 130 kW

die Typgenehmigung für die obigen Motortypen oder Motorfamilien und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Partikel- und Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.1.2.5 nicht einhalten. Dieser Absatz findet auf die genannten Motortypen und Motorfamilien keine Anwendung, wenn vor dem 20. Mai 2004 ein Kaufvertrag für den Motor geschlossen wurde und der Motor höchstens zwei Jahre nach dem für die entsprechende Lokomotivkategorie geltenden Datum in Verkehr gebracht wird.

**▼ B**4. ► **M3** ► **C1** INVERKEHRBRINGEN; MOTORHERSTELLUNGSDATEN ◀ ◀

Mit Ausnahme von Maschinen und Geräten sowie Motoren, die für die Ausfuhr in Drittländer bestimmt sind, erlauben die Mitgliedstaaten die etwaige Registrierung und ► **M2** das Inverkehrbringen von Motoren ◀ unabhängig davon, ob sie bereits in Maschinen und Geräte eingebaut sind oder nicht, nach den nachstehend aufgeführten Terminen nur, wenn sie die Anforderungen dieser Richtlinie erfüllen und der Motor nach einer der Kategorien in Absatz 2 oder 3 genehmigt wurde.

*Stufe I*

— Kategorie A: 31. Dezember 1998

— Kategorie B: 31. Dezember 1998

— Kategorie C: 31. März 1999

*Stufe II*

— Kategorie D: 31. Dezember 2000

— Kategorie E: 31. Dezember 2001

— Kategorie F: 31. Dezember 2002

— Kategorie G: 31. Dezember 2003

Bei Motoren, deren Herstellungsdatum vor den in diesem Absatz aufgeführten Terminen liegt, können die Mitgliedstaaten jedoch bei jeder Kategorie den Zeitpunkt für die Erfüllung der vorgenannten Anforderungen um zwei Jahre verschieben.

Die für Motoren der Stufe I erteilte Genehmigung endet mit der verbindlichen Anwendung der Stufe II.

▼ M3▼ CI

- 4a. Unbeschadet des Artikels 7a und des Artikels 9 Absätze 3g und 3h und mit Ausnahme von Maschinen und Geräten sowie Motoren, die für die Ausfuhr in Drittländer bestimmt sind, erlauben die Mitgliedstaaten das Inverkehrbringen von Motoren unabhängig davon, ob sie bereits in Maschinen und Geräte eingebaut sind oder nicht, nach den nachstehend aufgeführten Terminen nur, wenn sie die Anforderungen dieser Richtlinie erfüllen und der Motor nach einer der Kategorien in Absatz 2 oder 3 genehmigt wurde.

Stufe IIIA andere Motoren als Motoren mit konstanter Drehzahl:

- Kategorie H: 31. Dezember 2005,
- Kategorie I: 31. Dezember 2006,
- Kategorie J: 31. Dezember 2007,
- Kategorie K: 31. Dezember 2006.

Stufe IIIA Motoren für Binnenschiffe:

- Kategorie V1:1: 31. Dezember 2006,
- Kategorie V1:2: 31. Dezember 2006,
- Kategorie V1:3: 31. Dezember 2006,
- Kategorie V1:4: 31. Dezember 2008,
- Kategorien V2: 31. Dezember 2008.

Stufe IIIA Motoren mit konstanter Drehzahl:

- Kategorie H: 31. Dezember 2010,
- Kategorie I: 31. Dezember 2010,
- Kategorie J: 31. Dezember 2011,
- Kategorie K: 31. Dezember 2010.

Stufe IIIA Triebwagenmotoren:

- Kategorie RC A: 31. Dezember 2005.

Stufe IIIA Lokomotivmotoren:

- Kategorie RL A: 31. Dezember 2006,
- Kategorie RH A: 31. Dezember 2008.

Stufe IIIB andere Motoren als Motoren mit konstanter Drehzahl:

Kategorie L: 31. Dezember 2010,

Kategorie M: 31. Dezember 2011,

**▼ C1**

Kategorie N: 31. Dezember 2011,

Kategorie P: 31. Dezember 2012.

Stufe IIIB Triebwagenmotoren:

Kategorie RC B: 31. Dezember 2011.

Stufe IIIB Lokomotivmotoren:

Kategorie R B: 31. Dezember 2011.

Stufe IV andere Motoren als Motoren mit konstanter Drehzahl:

Kategorie Q: 31. Dezember 2013,

Kategorie R: 30. September 2014.

Bei Motoren, deren Herstellungsdatum vor den aufgeführten Terminen liegt, wird bei jeder Kategorie der Zeitpunkt für die Erfüllung der vorgenannten Anforderungen um zwei Jahre verschoben.

Die für eine Stufe von Emissionsgrenzwerten gewährte Ausnahme endet mit dem verbindlichen Inkrafttreten der nächsten Stufe der Grenzwerte.

#### 4b. KENNZEICHNUNG BEI VORZEITIGER ERFÜLLUNG DER ANFORDERUNGEN DER STUFEN IIIA, IIIB und IV

Die Mitgliedstaaten gestatten für Motortypen oder Motorfamilien, die den Grenzwerten der Tabelle in Anhang I Abschnitte 4.1.2.4, 4.1.2.5 und 4.1.2.6 schon vor den in Absatz 4 aufgeführten Terminen entsprechen, eine besondere Kennzeichnung, aus der hervorgeht, dass die betreffenden Maschinen und Geräte den vorgeschriebenen Grenzwerten bereits vor den festgelegten Terminen entsprechen.

**▼ M2**

### Artikel 9a

#### Zeitplan — Fremdzündungsmotoren

##### 1. UNTERTEILUNG IN KLASSEN

Für die Zwecke dieser Richtlinie werden Fremdzündungsmotoren in die folgenden Klassen unterteilt:

Hauptklasse S: Kleinere Motoren mit einer Nutzleistung von  $\leq 19$  kW

Die Hauptklasse S wird in zwei Kategorien unterteilt:

H: Motoren für handgehaltene Maschinen

N: Motoren für nicht handgehaltene Maschinen

Klasse/Kategorie	Hubraum (Kubikzentimeter)
Handgehaltene Motoren Klasse SH:1	< 20
Klasse SH:2	$\geq 20$ < 50
Klasse SH:3	$\geq 50$
Nicht handgehaltene Motoren Klasse SN:1	< 66

▼ **M2**

Klasse/Kategorie	Hubraum (Kubikzentimeter)
Klasse SN:2	≥ 66 < 100
Klasse SN:3	≥ 100 < 225
Klasse SN:4	≥ 225

**2. ERTEILUNG VON TYPGENEHMIGUNGEN**

Ab dem 11. August 2004 dürfen die Mitgliedstaaten weder die Typgenehmigung für einen Fremdzündungs-Motortyp oder eine Motorenfamilie oder die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII verweigern noch im Zusammenhang mit der Typgenehmigung weitere der Bekämpfung der luftverunreinigenden Emissionen dienende Anforderungen an mobile Maschinen und Geräte, in die ein Motor eingebaut ist, vorschreiben, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie in Bezug auf die Abgasemissionen erfüllt.

**3. TYPGENEHMIGUNGEN STUFE I**

Ab dem 11. August 2004 verweigern die Mitgliedstaaten die Erteilung der Typgenehmigung für einen Motortyp oder eine Motorenfamilie und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII sowie die Erteilung anderer Typgenehmigungen für mobile Maschinen und Geräte, in die ein Motor eingebaut ist, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.2.2.1 nicht einhalten.

**4. TYPGENEHMIGUNGEN STUFE II**

Die Mitgliedstaaten verweigern

ab dem 1. August 2004 für die Motorklassen SN:1 und SN:2

ab dem 1. August 2006 für die Motorklasse SN:4

ab dem 1. August 2007 für die Motorklassen SH:1, SH:2 und SN:3

ab dem 1. August 2008 für die Motorklasse SH:3

die Erteilung der Typgenehmigung für einen Motortyp oder eine Motorenfamilie und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII sowie die Erteilung anderer Typgenehmigungen für mobile Maschinen und Geräte, in die ein Motor eingebaut ist, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.2.2.2 nicht einhalten.

**5. INVERKEHRBRINGEN: MOTORHERSTELLUNGSDATUM**

Mit Ausnahme von Maschinen und Motoren, die für die Ausfuhr in Drittländer bestimmt sind, erlauben die Mitgliedstaaten sechs Monate nach den in den Absätzen 3 und 4 für die jeweilige Motorkategorie festgelegten Terminen das Inverkehrbringen von in die Maschinen bereits eingebauten oder nicht eingebauten Motoren nur, wenn sie die Anforderungen dieser Richtlinie erfüllen.

**▼ M2****6. KENNZEICHNUNG BEI VORZEITIGER ERFÜLLUNG DER ANFORDERUNGEN VON STUFE II**

Die Mitgliedstaaten gestatten für Motortypen oder Motorfamilien, die den Grenzwerten der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.2.2.2 schon vor den in Absatz 4 aufgeführten Terminen entsprechen, eine besondere Kennzeichnung, aus der hervorgeht, dass die betreffenden Maschinen und Geräte den vorgeschriebenen Grenzwerten bereits vor den festgelegten Terminen entsprechen.

**7. AUSNAHMEN**

Folgende Maschinen und Geräte sind von der Einhaltung der Termine bezüglich der Emissionsgrenzwertanforderungen der Stufe II für einen Zeitraum von drei Jahren nach Inkrafttreten der genannten Emissionsgrenzwertanforderungen ausgenommen; für diese drei Jahre gelten weiterhin die Emissionsgrenzwertanforderungen der Stufe I:

- handgehaltene Kettensäge: ein handgehaltenes Gerät zum Schneiden von Holz mit einer Sägekette, das mit zwei Händen geführt wird und einen Hubraum von mehr als 45 cm<sup>3</sup> besitzt, in Übereinstimmung mit der Norm EN ISO 11681-1;
- Maschine mit oben angebrachtem Griff (d. h. handgehaltene Bohrer und Kettensägen zur Baumbeschneidung): ein handgehaltenes Gerät mit oben angebrachtem Griff zum Bohren von Löchern oder zum Schneiden von Holz mit einer Sägekette, in Übereinstimmung mit der Norm ISO 11681-2;
- handgehaltener Freischneider mit Verbrennungsmotor: ein handgehaltenes Gerät mit einer rotierenden Klinge aus Metall oder Kunststoff zum Schneiden von Unkraut, Gebüsch, kleinen Bäumen und ähnlichen Pflanzen; es muss sich entsprechend der Norm EN ISO 11806 in mehreren Positionen betreiben lassen, wie beispielsweise horizontal oder nach unten gekehrt, und einen Hubraum von mehr als 40 cm<sup>3</sup> besitzen;
- handgehaltener Heckenschneider: ein handgehaltenes Gerät zum Beschneiden von Hecken und Büschen mit einem Schneidmesser oder mehreren hin- und hergehenden Schneidmessern, in Übereinstimmung mit der Norm EN 774;
- handgehaltene Schneidmaschine mit Verbrennungsmotor: ein handgehaltenes Gerät zum Schneiden von hartem Material wie Stein, Asphalt, Beton oder Stahl mit einem rotierenden Metallschneideblatt und einem Hubraum von mehr als 50 cm<sup>3</sup>, in Übereinstimmung mit der Norm EN 1454;
- nicht handgehaltene Motoren der Klasse SN:3 mit horizontaler Welle: nur solche nicht handgehaltenen Motoren der Klasse SN:3 mit horizontaler Welle und einer Leistung von bis zu 2,5 kW, die hauptsächlich für ausgewählte industrielle Zwecke eingesetzt werden, einschließlich Fräsen, Rollenschneidmaschinen, Rasenbelüfter und Generatoren.

**▼ M6**

Abweichend von Unterabsatz 1 wird in der Klasse der Geräte und Maschinen mit oben angebrachtem Griff für in verschiedenen Stellungen verwendbare handgehaltene Heckenschneider zur gewerblichen Verwendung und für Kettensägen zur Baumbeschneidung, in die jeweils Motoren der Klassen SH:2 oder SH:3 eingebaut sind, der Zeitraum für Ausnahmeregelungen bis zum 31. Juli 2013 verlängert.

**▼ M2****8. FRIST FÜR DIE FAKULTATIVE ERFÜLLUNG**

Bei Motoren, deren Herstellungsdatum vor den in den Absätzen 3, 4 und 5 aufgeführten Terminen liegt, können die Mitgliedstaaten jedoch bei jeder Kategorie den Zeitpunkt für die Erfüllung der vorgenannten Anforderungen um zwei Jahre verschieben.

**▼ B***Artikel 10***Ausnahmen und Alternativverfahren****▼ M3****▼ CI**

(1) Die Anforderungen des Artikels 8 Absätze 1 und 2, des Artikels 9 Absatz 4 und des Artikels 9a Absatz 5 gelten nicht für

— Motoren, die von den Streitkräften benutzt werden sollen,

— nach den Absätzen 1a und 2 ausgenommene Motoren,

— Motoren für den Einsatz in Maschinen und Geräten, die hauptsächlich für das Zuwasserlassen und Einholen von Rettungsbooten bestimmt sind,

— Motoren für den Einsatz in Maschinen und Geräten, die hauptsächlich für das Zuwasserlassen und Einholen von Wasserfahrzeugen bestimmt sind, die vom Strand aus zu Wasser gelassen werden.

(1a) Unbeschadet des Artikels 7a und des Artikels 9 Punkte 3g und 3h müssen Austauschmotoren außer für Antriebsmotoren von Triebwagen, Lokomotiven und Binnenschiffen den Grenzwerten entsprechen, die der zu ersetzende Motor beim ersten Inverkehrbringen zu erfüllen hatte.

**▼ M7**

(1b) Abweichend von Artikel 9 Absätze 3g, 3i und 4a können die Mitgliedstaaten das Inverkehrbringen der folgenden Motoren für Triebwagen und Lokomotiven genehmigen:

a) Austauschmotoren, die den Grenzwerten der Stufe III A entsprechen, zum Austausch von Motoren für Triebwagen und Lokomotiven, die

i) den Normen der Stufe III A nicht genügen oder

ii) zwar den Normen der Stufe III A, jedoch nicht den Normen der Stufe III B genügen;

**▼ M7**

- b) Austauschmotoren, die den Grenzwerten der Stufe III A nicht genügen, zum Austausch von Motoren für Triebwagen ohne Steuereinrichtung und ohne Eigenantrieb, sofern diese Austauschmotoren Normen erfüllen, die mindestens den Normen entsprechen, denen die in den vorhandenen Triebwagen desselben Typs genutzten Motoren genügen.

Genehmigungen aufgrund dieses Artikels können nur dann erteilt werden, wenn nach Überzeugung der Genehmigungsbehörden des Mitgliedstaats der Nachweis erbracht ist, dass die Nutzung eines der neuesten geltenden Emissionsstufe entsprechenden Austauschmotors zum Antrieb des betreffenden Triebwagens bzw. der betreffenden Lokomotive mit großen technischen Schwierigkeiten einhergehen wird.

(1c) An den Motoren, die unter Absatz 1a oder 1b fallen, ist eine Kennzeichnung mit dem Schriftzug „AUSTAUSCHMOTOR“ und der einheitlichen Referenznummer der Ausnahmeregelung anzubringen.

(1d) Die Kommission bewertet die Auswirkungen auf die Umwelt sowie mögliche technische Schwierigkeiten, die sich bei der Einhaltung des Absatzes 1b ergeben. Im Rahmen dieser Bewertung legt die Kommission dem Europäischen Parlament und dem Rat bis zum 31. Dezember 2016 einen Bericht zur Überprüfung von Absatz 1b vor und fügt dem Bericht gegebenenfalls einen Gesetzgebungsvorschlag bei, in dem ein Zeitpunkt für das Ende der Anwendung des genannten Absatzes angegeben ist.

**▼ B**

(2) Jeder Mitgliedstaat kann auf Antrag des Herstellers Motoren aus auslaufenden Serien, die sich noch auf Lager befinden, oder Lagerbestände von mobilen Maschinen und Geräten hinsichtlich ihrer Motoren von der Frist (den Fristen) für das Inverkehrbringen gemäß Artikel 9 Absatz 4 ausnehmen, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Der Hersteller hat vor Wirksamwerden der jeweiligen Frist(en) bei der Genehmigungsbehörde des Mitgliedstaats, die den betreffenden Motorentyp (die betreffenden Motortypen) oder die betreffende(n) Motorenfamilie(n) genehmigt hat, einen Antrag zu stellen.
- Der Antrag des Herstellers muß eine den Bestimmungen des Artikel 6 Absatz 3 entsprechende Liste der neuen Motoren enthalten, die nicht innerhalb der Frist(en) in den Verkehr gebracht werden. Bei Motoren, die erstmals von dieser Richtlinie erfaßt werden, muß er seinen Antrag bei der Typgenehmigungsbehörde des Mitgliedstaats einreichen, in dem die Motoren gelagert werden.
- Der Antrag ist technisch und/oder wirtschaftlich zu begründen.
- Die Motoren müssen einem Typ oder einer Familie, dessen bzw. deren Typgenehmigung abgelaufen ist oder für die zuvor keine Typgenehmigung erforderlich war, entsprechen, jedoch innerhalb der Frist(en) hergestellt worden sein.
- Die Motoren müssen während der Frist(en) tatsächlich in der Gemeinschaft gelagert worden sein.
- Die Höchstzahl der in Anwendung dieser Ausnahmegenehmigung in einem Mitgliedstaat in den Verkehr gebrachten neuen Motoren eines Typs oder mehrerer Typen darf 10 % der in dem betreffenden Mitgliedstaat im Vorjahr in den Verkehr gebrachten neuen Motoren aller betroffenen Typen nicht übersteigen.

**▼ B**

- Wird dem Antrag von dem Mitgliedstaat stattgegeben, so hat dieser den Genehmigungsbehörden der übrigen Mitgliedstaaten binnen einem Monat die Einzelheiten und die Begründung für die dem Hersteller gewährte Ausnahmegenehmigung zu übermitteln.
- Der Mitgliedstaat, der aufgrund dieses Artikels eine Ausnahme genehmigt, muß gewährleisten, daß der Hersteller alle damit verbundenen Auflagen erfüllt.
- Die Genehmigungsbehörde stellt für jeden solchen Motor eine Konformitätsbescheinigung mit einer besonderen Angabe aus. Gegebenenfalls kann ein konsolidiertes Dokument, das alle einschlägigen Motoridentifizierungsnummern enthält, verwendet werden.
- Die Mitgliedstaaten übermitteln der Kommission jedes Jahr eine Liste der erteilten Ausnahmegenehmigungen mit ihrer Begründung.

Diese Möglichkeit ist auf zwölf Monate ab dem Zeitpunkt beschränkt, ab dem die Frist(en) für das Inverkehrbringen der Motoren erstmals galt(en).

**▼ M2**

- (3) Die Erfüllung der Anforderungen von Artikel 9a Absätze 4 und 5 wird für Motorenhersteller kleiner Serien um drei Jahre verschoben.
- (4) Die Anforderungen von Artikel 9a Absätze 4 und 5 werden für Motorenfamilien kleiner Serien bis maximal 25 000 Einheiten durch die entsprechenden Anforderungen der Stufe I ersetzt, vorausgesetzt, dass die einzelnen Motorenfamilien alle unterschiedliche Hubräume haben.

**▼ M3****▼ CI**

- (5) Motoren können nach einem „Flexibilitätssystem“ entsprechend den Bestimmungen des Anhangs XIII in Verkehr gebracht werden.
- (6) Absatz 2 findet keine Anwendung auf Antriebsmotoren zum Einbau in Binnenschiffe.

**▼ M7**

- (7) Die Mitgliedstaaten erlauben nach dem Flexibilitätssystem gemäß den Bestimmungen des Anhangs XIII das Inverkehrbringen von Motoren, die den Begriffsbestimmungen von Anhang I Abschnitt 1 Buchstabe A Ziffern i, ii und v entsprechen.

**▼ B***Artikel 11***Konformität der Produktion**

- (1) Der Mitgliedstaat, der eine Typgenehmigung erteilt, vergewissert sich vorher — erforderlichenfalls in Zusammenarbeit mit den Genehmigungsbehörden der übrigen Mitgliedstaaten —, daß geeignete Vorkehrungen getroffen wurden, um eine wirksame Kontrolle der Konformität der Produktion hinsichtlich der Anforderungen des Anhangs I Abschnitt 5 sicherzustellen.

**▼B**

(2) Der Mitgliedstaat, der eine Typgenehmigung erteilt hat, vergewissert sich — erforderlichenfalls in Zusammenarbeit mit den Genehmigungsbehörden der übrigen Mitgliedstaaten —, daß die in Absatz 1 genannten Vorkehrungen hinsichtlich der Vorschriften des Anhangs I Abschnitt 5 weiterhin ausreichen und jeder gemäß dieser Richtlinie mit einer Typgenehmigungsnummer ausgestattete Motor weiterhin der Beschreibung im Typgenehmigungsbogen und seinen Anhängen für den genehmigten Motortyp oder die genehmigte Motorenfamilie entspricht.

*Artikel 12***Nichtübereinstimmung mit dem genehmigten Typ oder der genehmigten Familie**

(1) Eine Nichtübereinstimmung mit dem genehmigten Typ oder der genehmigten Familie liegt vor, wenn Abweichungen von den Merkmalen im Genehmigungsbogen und/oder von den Beschreibungsunterlagen festgestellt werden, die von dem Mitgliedstaat, der die Typgenehmigung erteilt hat, nicht gemäß Artikel 5 Absatz 3 genehmigt worden sind.

(2) Stellt ein Mitgliedstaat, der eine Typgenehmigung erteilt hat, fest, daß Motoren, die mit einer Konformitätsbescheinigung oder einem Genehmigungszeichen versehen sind, nicht mit dem Typ oder der Familie übereinstimmen, für den oder die er die Genehmigung erteilt hat, so ergreift er die erforderlichen Maßnahmen, um sicherzustellen, daß die in Produktion befindlichen Motoren wieder mit dem genehmigten Typ oder der genehmigten Familie übereinstimmen. Die Genehmigungsbehörden dieses Staates unterrichten die Genehmigungsbehörden der übrigen Mitgliedstaaten von den getroffenen Maßnahmen, die bis zum Entzug der Typgenehmigung gehen können.

(3) Kann ein Mitgliedstaat nachweisen, daß Motoren, die mit einer Typgenehmigungsnummer versehen sind, nicht mit dem genehmigten Typ oder der genehmigten Familie übereinstimmen, so kann er von dem Mitgliedstaat, der die Typgenehmigung erteilt hat, verlangen, daß die in der Produktion befindlichen Motoren auf Konformität mit dem genehmigten Typ oder der genehmigten Familie geprüft werden. Die hierzu notwendigen Maßnahmen sind binnen sechs Monaten nach dem Antragsdatum zu ergreifen.

(4) Die Genehmigungsbehörden der Mitgliedstaaten unterrichten sich gegenseitig binnen einem Monat über jeden Entzug einer Typgenehmigung und die Gründe hierfür.

(5) Bestreitet der Mitgliedstaat, der die Typgenehmigung erteilt hat, den ihm mitgeteilten Mangel an Übereinstimmung, so bemühen sich die beteiligten Mitgliedstaaten, den Streitfall beizulegen. Die Kommission ist auf dem laufenden zu halten; sie nimmt gegebenenfalls die zur Beilegung des Streits erforderlichen Konsultationen vor.

*Artikel 13***Anforderungen an den Schutz der Arbeitnehmer**

Die Vorschriften dieser Richtlinie berühren nicht das Recht der Mitgliedstaaten, in Übereinstimmung mit dem Vertrag Anforderungen festzulegen, die sie zum Schutz der Arbeitnehmer beim Einsatz der in dieser Richtlinie genannten Maschinen und Geräte für erforderlich halten, sofern das Inverkehrbringen der betreffenden Motoren dadurch nicht berührt wird.

**▼M5***Artikel 14*

Die Kommission erlässt alle Änderungen zur Anpassung der Anhänge an den technischen Fortschritt, mit Ausnahme der Anforderungen in Anhang I Abschnitt 1, Abschnitte 2.1 bis 2.8 und Abschnitt 4.

**▼ M5**

Diese Maßnahmen zur Änderung nicht wesentlicher Bestimmungen dieser Richtlinie werden nach dem in Artikel 15 Absatz 2 genannten Regelungsverfahren mit Kontrolle erlassen.

*Artikel 14a*

Die Kommission prüft, ob etwaige technische Probleme auftreten, die die Einhaltung der Anforderungen der Stufe II bei bestimmten Einsatzgebieten der Motoren, insbesondere bei mobilen Maschinen und Geräten, in die Motoren der Klassen SH:2 und SH:3 eingebaut sind, erschweren. Stellt die Kommission bei der Prüfung fest, dass aus technischen Gründen bei bestimmten mobilen Maschinen und Geräten, insbesondere den zum gewerblichen Einsatz in verschiedenen Stellungen verwendbaren handgehaltenen Motoren, diese Anforderungen innerhalb der festgelegten Fristen nicht erfüllt werden können, legt sie bis zum 31. Dezember 2003 einen Bericht zusammen mit geeigneten Vorschlägen für Verlängerungen des in Artikel 9a Absatz 7 genannten Zeitraums und/oder für weitere Ausnahmeregelungen vor, die für solche Maschinen und Geräte, außer in Ausnahmefällen, maximal fünf Jahre gelten dürfen. Diese Maßnahmen zur Änderung nicht wesentlicher Bestimmungen dieser Richtlinie durch Ergänzung werden nach dem in Artikel 15 Absatz 2 genannten Regelungsverfahren mit Kontrolle erlassen.

**▼ M2***Artikel 15***Ausschuss**

(1) Die Kommission wird von dem Ausschuss für die Anpassung der Richtlinien über die Beseitigung der technischen Handelshemmnisse bei Kraftfahrzeugen an den technischen Fortschritt (nachstehend „Ausschuss“ genannt) unterstützt.

**▼ M5**

(2) Wird auf diesen Absatz Bezug genommen, so gelten Artikel 5a Absätze 1 bis 4 und Artikel 7 des Beschlusses 1999/468/EG unter Beachtung von dessen Artikel 8.

**▼ B***Artikel 16***Genehmigungsbehörden und technische Dienste**

Die Mitgliedstaaten teilen der Kommission und den übrigen Mitgliedstaaten die Namen und Anschriften der Genehmigungsbehörden und technischen Dienste mit, die für die Durchführung dieser Richtlinie verantwortlich sind. Die benannten Stellen müssen den Anforderungen des Artikels 14 der Richtlinie 92/53/EWG genügen.

*Artikel 17***Umsetzung in nationales Recht**

(1) Die Mitgliedstaaten erlassen die erforderlichen Rechts- und Verwaltungsvorschriften, um dieser Richtlinie bis zum 30. Juni 1998 nachzukommen. Sie setzen die Kommission unverzüglich davon in Kenntnis.

Wenn die Mitgliedstaaten Vorschriften nach Absatz 1 erlassen, nehmen sie in den Vorschriften selbst oder durch einen Hinweis bei der amtlichen Veröffentlichung auf diese Richtlinie Bezug. Die Mitgliedstaaten regeln die Einzelheiten der Bezugnahme.

**▼B**

(2) Die Mitgliedstaaten teilen der Kommission den Wortlaut der innerstaatlichen Rechtsvorschriften mit, die sie auf dem unter diese Richtlinie fallenden Gebiet erlassen.

*Artikel 18*

**Inkrafttreten**

Diese Richtlinie tritt am zwanzigsten Tag nach ihrer Veröffentlichung im *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften* in Kraft.

*Artikel 19*

**Weitere Senkung der Emissionsgrenzwerte**

Das Europäische Parlament und der Rat beschließen bis Ende 2000 über einen von der Kommission bis Ende 1999 vorzulegenden Vorschlag über eine weitere Senkung der Emissionsgrenzwerte unter Berücksichtigung der allgemeinen Verfügbarkeit von Technologien für die Begrenzung luftverunreinigender Emissionen von Kompressionszündungsmotoren und der Lage in bezug auf die Luftqualität.

*Artikel 20*

**Adressaten**

Diese Richtlinie ist an die Mitgliedstaaten gerichtet.

**▼ M2**

## Verzeichnis der Anhänge

ANHANG I	Anwendungsbereich, Begriffsbestimmungen, Symbole und Abkürzungen, Kennzeichnung der Motoren, Vorschriften und Prüfungen, Vorschriften zur Bewertung der Übereinstimmung der Produktion, Kenndaten für die Festlegung der Motorenfamilie, Auswahl des Stammmotors
Anlage 1	Vorschriften zur Gewährleistung des ordnungsgemäßen Arbeitens von Einrichtungen zur Begrenzung der NO <sub>x</sub> -Emissionen
Anlage 2	Prüfbereichsanforderungen für Motoren der Stufe IV
ANHANG II	Beschreibungsbogen
Anlage 1	Wesentliche Merkmale des (Stamm-)Motors
Anlage 2	Wesentliche Merkmale der Motorfamilie
Anlage 3	Wesentliche Merkmale der Motortypen in der Motorfamilie
ANHANG III	Prüfverfahren für Kompressionszündungsmotoren

**▼ M3****▼ C1**

Anlage 1	Mess- und Probenahmeverfahren
Anlage 2	Kalibrierungsverfahren (NRSC, NRTC1 <sup>(1)</sup> )

**▼ M2**

Anlage 3	► <u>M3</u> ► <u>C1</u> Auswertung der Messwerte und Berechnungen ◀ ◀
----------	---

**▼ M3****▼ C1**

Anlage 4	NRTC-Ablaufplan für den Motorleistungsprüfstand
Anlage 5	Dauerhaltbarkeitsanforderungen

**▼ M2**

Anlage 6	Bestimmung der CO <sub>2</sub> -Emissionen für Motoren der Stufen I, II, IIIA, IIIB und IV
Anlage 7	Alternative Bestimmung von CO <sub>2</sub> -Emissionen
ANHANG IV	Prüfverfahren für Fremdzündungsmotoren
Anlage 1	Mess- und Probenahmeverfahren
Anlage 2	Kalibrierung der Analysegeräte
Anlage 3	Auswertung der Messwerte und Berechnungen
Anlage 4	Verschlechterungsfaktoren
ANHANG V	► <u>M3</u> ► <u>C1</u> Technische Daten des Bezugskraftstoffs für die Prüfungen zur Genehmigung und die Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion ◀ ◀

**▼ M3****▼ C1**

ANHANG VI	Analyse- und Probenahmesystem
-----------	-------------------------------

**▼ M2**

ANHANG VII	Typgenehmigungsbogen
Anlage 1	Prüfbericht für Kompressionszündungsmotoren — Prüfergebnisse
Anlage 2	Prüfergebnisse für Fremdzündungsmotoren
Anlage 3	Ausrüstungen und Hilfseinrichtungen, die bei der Prüfung zur Bestimmung der Motorleistung zu installieren sind

**▼ M2**

ANHANG VIII	Nummerierungsschema für Genehmigungsbögen
ANHANG IX	Aufstellung erteilter Typgenehmigungen für den Motor/die Motorenfamilie
ANHANG X	Aufstellung der hergestellten Motoren
ANHANG XI	Datenblatt für motoren mit typgenehmigung
ANHANG XII	Anerkennung alternativer typgenehmigungen

**▼ M3****▼ C1**

ANHANG XIII	Vorschriften für im Rahmen eines „Flexibilitätssystems“ in Verkehr Gebrachte Motoren
ANHANG XIV	
ANHANG XV	

**▼B***ANHANG I***ANWENDUNGSBEREICH, BEGRIFFSBESTIMMUNGEN, SYMBOLE UND ABKÜRZUNGEN, KENNZEICHNUNG DER MOTOREN, VORSCHRIFTEN UND PRÜFUNGEN, VORSCHRIFTEN ZUR BEWERTUNG DER ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION, KENNDATEN FÜR DIE FESTLEGUNG DER MOTORENFAMILIE, AUSWAHL DES STAMMOTORS**

## 1. ANWENDUNGSBEREICH

**▼M2**

Diese Richtlinie gilt für Motoren zum Einbau in mobile Maschinen und Geräte und für Hilfsmotoren, die in Fahrzeuge eingebaut sind, die für die Beförderung von Personen oder Gütern auf der Straße bestimmt sind.

**▼B**

Sie gilt nicht für Motoren zum Antrieb von

- Kraftfahrzeugen im Sinne der Richtlinien 70/156/EWG <sup>(1)</sup> und 92/61/EWG <sup>(2)</sup>,
- landwirtschaftlichen Zugmaschinen im Sinne der Richtlinie 74/150/EWG <sup>(3)</sup>.

Damit sie unter diese Richtlinie fallen, müssen die Motoren ferner in Maschinen und Geräte eingebaut werden, die folgende Anforderungen erfüllen:

**▼M3****▼CI**

- A. Die Maschinen und Geräte müssen dafür bestimmt und geeignet sein, sich auf oder abseits einer Straße fortzubewegen oder fortbewegt zu werden, und:
- i) mit einem Kompressionszündungsmotor ausgestattet sein, dessen Nutzleistung gemäß Abschnitt 2.4 mindestens 19kW, jedoch nicht mehr als 560kW beträgt und der nicht mit einer einzigen konstanten Drehzahl, sondern mit unterschiedlichen Drehzahlen betrieben wird, oder
  - ii) mit einem Kompressionszündungsmotor ausgestattet sein, dessen Nutzleistung gemäß Abschnitt 2.4 mindestens 19kW, jedoch nicht mehr als 560kW beträgt und der mit einer konstanten Drehzahl betrieben wird. Die Grenzwerte gelten erst ab dem 31. Dezember 2006, oder
  - iii) mit einem benzinbetriebenen Fremdzündungsmotor ausgestattet sein, dessen Nutzleistung gemäß Abschnitt 2.4 nicht mehr als 19kW beträgt, oder
  - iv) mit einem Motor ausgestattet sein, der für den Antrieb von Triebwagen konzipiert ist, die selbstfahrende Schienenfahrzeuge darstellen, die speziell zur Beförderung von Gütern und/oder Fahrgästen ausgelegt sind, oder

<sup>(1)</sup> ABl. L 42 vom 23.2.1970, S. 1. Richtlinie zuletzt geändert durch die Richtlinie 93/81/EWG (ABl. L 264 vom 23.10.1993, S. 49).

<sup>(2)</sup> ABl. L 225 vom 10.8.1992, S. 72.

<sup>(3)</sup> ABl. L 84 vom 28.3.1974, S. 10. Richtlinie zuletzt geändert durch die Richtlinie 88/297/EWG (ABl. L 126 vom 20.5.1988, S. 52).

**▼ C1**

- v) mit einem Motor ausgestattet sein, der für den Antrieb von Lokomotiven konzipiert ist, die selbstfahrende Teile schienengebundener Ausrüstungen zur Fortbewegung oder zum Antrieb von Wagen darstellen, die für die Beförderung von Frachtgut, Fahrgästen und anderen Ausrüstungen ausgelegt sind, die aber selbst nicht für die Beförderung von Frachtgut, Fahrgästen (mit Ausnahme der Personen, die die Lokomotive bedienen) oder anderen Ausrüstungen ausgelegt oder bestimmt sind. Ein Hilfsmotor oder ein Motor, der zum Antrieb von Maschinen oder Geräten für die Ausführung von Instandhaltungs- und Bauarbeiten auf den Schienen bestimmt ist, fällt nicht unter diese Ziffer, sondern unter Zifferi).

**▼ M2**

Die Richtlinie gilt nicht für die folgenden Anwendungsbereiche:

**▼ M3****▼ C1**

- B. Schiffe, mit Ausnahme von Binnenschiffen;

**▼ M2**

- D. Luftfahrzeuge;  
E. Freizeitfahrzeuge, u. a.  
— Motorschlitten;  
— Geländemotorräder;  
— Geländefahrzeuge.

**▼ B**

2. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN, SYMBOLE UND ABKÜRZUNGEN
- Im Sinne dieser Richtlinie bezeichnet der Ausdruck
- 2.1. „Motor mit Kompressionszündung“ einen Motor, der nach dem Prinzip der Kompressionszündung arbeitet (z. B. Dieselmotor);
- 2.2. „gasförmige Schadstoffe“ Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe (ausgedrückt als  $C_1:H_{1,85}$ ) und Stickoxide, letztere ausgedrückt als Stickstoffdioxid-( $NO_2$ ) Äquivalent;
- 2.3. „luftverunreinigende Partikel“ Stoffe, die bei einer Temperatur von höchstens 325 K (52 °C) nach Verdünnung der Abgase des Kompressionszündungsmotors mit gefilterter reiner Luft an einem besonderen Filtermedium abgeschieden werden;
- 2.4. „Nutzleistung“ die Leistung in EWG-Kilowatt (kW), abgenommen auf dem Prüfstand am Ende der Kurbelwelle oder einem entsprechenden Bauteil und ermittelt nach dem EWG-Verfahren zur Messung der Leistung von Verbrennungsmotoren für Kraftfahrzeuge nach der Richtlinie 80/1269/EWG<sup>(1)</sup>, wobei jedoch die Leistung des Motor Kühlgebläses ausgeschlossen wird<sup>(2)</sup> und die Prüfbedingungen sowie der Bezugskraftstoff der vorliegenden Richtlinie entsprechen;

<sup>(1)</sup> ABl. L 375 vom 31.12.1980, S. 46. Richtlinie zuletzt geändert durch die Richtlinie 89/491/EWG (AbI. L 238 vom 15.8.1989, S. 43).

<sup>(2)</sup> Dies bedeutet im Gegensatz zu den Anforderungen des Anhangs I Abschnitt 5.1.1.1 der Richtlinie 80/1269/EWG, daß das Motor Kühlgebläse während der Prüfung zur Ermittlung der Nutzleistung des Motors nicht angebaut sein darf. Führt der Hersteller die Prüfung jedoch mit angebaute Motor Kühlgebläse durch, so muß die vom Gebläse aufgenommene Leistung zu der auf diese Weise ermittelten Leistung hinzuaddiert werden ► **M2** ; dies gilt jedoch nicht für direkt auf die Kurbelwelle montierte Kühlgebläse von luftgekühlten Motoren (siehe Anhang VII Anlage 3) ◀.

**▼ B**

- 2.5. „Nenn Drehzahl“ die vom Regler begrenzte Höchst Drehzahl bei Vollast nach den Angaben des Herstellers;
- 2.6. „Teillastverhältnis“ den prozentualen Anteil des höchsten zur Verfügung stehenden Drehmoments bei einer bestimmten Motordrehzahl;
- 2.7. „Drehzahl bei maximalem Drehmoment“ die Motordrehzahl, bei der nach Angaben des Herstellers das höchste Drehmoment zur Verfügung steht;
- 2.8. „Zwischendrehzahl“ die Motordrehzahl, die eine der folgenden Bedingungen erfüllt:
- Bei Motoren, die für den Betrieb in einem bestimmten Drehzahlbereich auf einer Vollast-Drehmomentkurve ausgelegt sind, ist die Zwischendrehzahl die angegebene Drehzahl bei maximalem Drehmoment, wenn diese innerhalb eines Bereichs von 60 bis 75 % der Nenn Drehzahl liegt.
  - Beträgt die angegebene Drehzahl bei maximalem Drehmoment weniger als 60 % der Nenn Drehzahl, so entspricht die Zwischendrehzahl 60 % der Nenn Drehzahl.
  - Beträgt die angegebene Drehzahl bei maximalem Drehmoment mehr als 75 % der Nenn Drehzahl, so entspricht die Zwischendrehzahl 75 % der Nenn Drehzahl.

**▼ M2**

- Bei Motoren, die nach dem Zyklus G1 zu prüfen sind, entspricht die Zwischendrehzahl 85 % der maximalen Nenn Drehzahl (siehe Anhang IV Abschnitt 3.5.1.2);

**▼ M3****▼ C1**

- 2.8.a. *Volumen von 100 M<sup>3</sup> oder mehr* mit Bezug auf ein Binnenschiff sein anhand der Formel  $L \times B \times T$  berechnetes Volumen, wobei „L“ die größte Länge des Schiffskörpers, ohne Ruder und Bugspriet, „B“ die größte Breite des Schiffskörpers in Metern, gemessen an der Außenseite der Beplattung (ohne Schaufelräder, Scheuerleisten, etc.), und „T“ der senkrechte Abstand vom tiefsten Punkt des Schiffskörpers an der Unterkante der Bodenbeplattung oder des Kiels bis zur Ebene der größten Einsenkung des Schiffskörpers bedeutet;
- 2.8.b. *Gültige Seefähigkeits- oder Sicherheitszeugnisse*
- a) ein Zeugnis über die Einhaltung der Vorschriften des Internationalen Übereinkommens von 1974 zum Schutz des menschlichen Lebens auf See (SOLAS), in der geänderten Fassung, oder ein gleichwertiges Zeugnis, oder
  - b) ein Zeugnis über die Einhaltung der Vorschriften des Internationalen Übereinkommens von 1966 über den Freibord, in der geänderten Fassung, oder ein gleichwertiges Zeugnis und ein IOPP-Zeugnis über die Einhaltung der Vorschriften des Internationalen Übereinkommens zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe (Marpol), in der geänderten Fassung;

**▼ C1**

- 2.8 c. *Abschalteinrichtung* eine Einrichtung, die Betriebsgrößen misst oder erfasst, um den Betrieb eines beliebigen Teils oder einer beliebigen Funktion der emissionsmindernden Einrichtung zu aktivieren, zu verändern, zu verzögern oder zu deaktivieren, so dass die Wirkung der emissionsmindernden Einrichtung unter normalen Betriebsbedingungen verringert wird, es sei denn die Verwendung einer derartigen Abschaltvorrichtung ist wesentlich in das zugrunde gelegte Prüfverfahren zur Bescheinigung des Emissionsverhaltens eingeschlossen;
- 2.8d. *anormale Emissionsminderungs-Strategie* eine Strategie oder Maßnahme, durch die die Wirkung der emissionsmindernden Einrichtung unter normalen Betriebsbedingungen auf weniger als das im jeweiligen Emissionsprüfverfahren geforderte Maß verringert wird;

**▼ M2**

- 2.9. „*einstellbarer Parameter*“ einstellbare Einrichtungen, Systeme oder Konstruktionsteile, die die Emission oder die Motorleistung während der Emissionsprüfung oder des normalen Betriebs beeinträchtigen können;
- 2.10. „*Nachbehandlung*“ den Durchfluss von Abgasen durch eine Einrichtung oder ein System, die bzw. das dazu dient, die Gase vor der Freisetzung in die Atmosphäre chemisch oder physikalisch zu verändern;
- 2.11. „*Fremdzündungsmotor*“ einen nach dem Fremdzündungsprinzip funktionierenden Motor;
- 2.12. „*Hilfs-Emissionsminderungseinrichtung*“ eine Einrichtung, die die Betriebsparameter des Motors erfasst, um den Betrieb aller Teile des Emissionsminderungssystems entsprechend zu steuern;
- 2.13. „*Emissionsminderungseinrichtung*“ eine Einrichtung, ein System oder ein Konstruktionsteil zur Überwachung oder Verminderung der Emissionen;
- 2.14. „*Kraftstoffanlage*“ alle an der Dosierung und Mischung des Kraftstoffs beteiligten Bauteile;
- 2.15. „*Hilfsmotor*“ einen in bzw. an einem Kraftfahrzeug ein- bzw. angebauten Motor, der nicht zum Antrieb des Fahrzeugs dient;
- 2.16. „*Dauer der Prüfphase*“ die Zeit zwischen dem Verlassen der Drehzahl und/oder des Drehmoments der vorherigen Prüfphase oder der Vorkonditionierungsphase und dem Beginn der folgenden Prüfphase. Eingeschlossen ist die Zeit, in der Drehzahl und/oder Drehmoment verändert werden, sowie die Stabilisierung zu Beginn jeder Prüfphase;

**▼ M3****▼ C1**

- 2.17. *Prüfzyklus* eine Abfolge von Prüfphasen mit jeweils einer bestimmten Drehzahl und einem bestimmten Drehmoment, die der Motor unter stationären (NRSC-Prüfung) oder transienten Bedingungen (NRTC-Prüfung) durchlaufen muss;

## ▼M3

## ▼C1

2.18.

**Symbole und Abkürzungen**

2.18.1.

*Symbole für die Prüfkennwerte*

Symbol	Einheit	Begriff
$A/F_{st}$	—	Stöchiometrisches Luft-Kraftstoff-Verhältnis
$A_p$	$m^2$	Querschnittsfläche der isokinetischen Probenahmesonde
$A_T$	$m^2$	Querschnittsfläche des Auspuffrohrs
$A_{ver}$		gewichtete Durchschnittswerte für:
	$m^3/h$	— Volumendurchsatz;
	$kg/h$	— Massendurchsatz
C1	—	C1-äquivalenter Kohlenwasserstoff
$C_d$	—	Durchflusskoeffizient des SSV
Conc	ppm Vol %	Konzentration (mit nachgestellter Bestandteilbezeichnung)
$Conc_c$	ppm Vol %	hintergrundkorrigierte Konzentration
$Conc_d$	ppm Vol %	Konzentration des Schadstoffs, gemessen in der Verdünnungsluft
$Conc_e$	ppm Vol %	Konzentration des Schadstoffs, gemessen im verdünnten Abgas
d	M	Durchmesser
DF	—	Verdünnungsfaktor
$f_a$	—	atmosphärischer Faktor im Labor
$G_{AIRD}$	$kg/h$	Massendurchsatz der Ansaugluft, trocken
$G_{AIRW}$	$kg/h$	Massendurchsatz der Ansaugluft, feucht
$G_{DILW}$	$kg/h$	Massendurchsatz der Verdünnungsluft, feucht
$G_{EDFW}$	$kg/h$	äquivalenter Massendurchsatz des verdünnten Abgases, feucht
$G_{EXHW}$	$kg/h$	Massendurchsatz des Abgases, feucht
$G_{FUEL}$	$kg/h$	Kraftstoffmassendurchsatz
$G_{SE}$	$kg/h$	Abgasmassendurchsatzproben
$G_T$	$cm^3/min$	Tracergasdurchsatz
$G_{TOTW}$	$kg/h$	Massendurchsatz des verdünnten Abgases, feucht
$H_a$	$g/kg$	absolute Feuchtigkeit der Ansaugluft
$H_d$	$g/kg$	absolute Feuchtigkeit der Verdünnungsluft

▼ C1

Symbol	Einheit	Begriff
$H_{REF}$	g/kg	Bezugswert der absoluten Luftfeuchtigkeit (10,71 g/kg)
$i$	—	unterer Index für eine einzelne Prüfphase (für NRSC-Prüfung) oder einen Momentanwert (für NRTC-Prüfung)
$K_H$	—	Feuchtigkeitskorrekturfaktor für $NO_x$
$K_p$	—	Feuchtigkeitskorrekturfaktor für Partikel
$K_V$	—	CFV-Kalibrierfunktion
$K_{W, a}$	—	Korrekturfaktor für Umrechnung vom trockenen zum feuchten Bezugszustand der Ansaugluft
$K_{W, d}$	—	Korrekturfaktor für die Umrechnung vom trockenen zum feuchten Bezugszustand der Verdünnungsluft
$K_{W, e}$	—	Korrekturfaktor für die Umrechnung vom trockenen zum feuchten Bezugszustand des verdünnten Abgases
$K_{W, r}$	—	Korrekturfaktor für die Umrechnung vom trockenen zum feuchten Bezugszustand des Rohabgases
$L$	%	prozentuales Drehmoment, bezogen auf das maximale Drehmoment beim Motor
$M_d$	Mg	abgeschiedene Partikel-Probenahmemasse der Verdünnungsluft
$M_{DIL}$	Kg	Masse der durch die Partikel-Probenahmefilter geleiteten Verdünnungsluftprobe
$M_{EDFW}$	Kg	Masse des äquivalenten verdünnten Abgases über den Zyklus
$M_{EXHW}$	Kg	Gesamtmassendurchsatz über den gesamten Zyklus
$M_f$	Mg	abgeschiedene Partikel-Probenahmemasse
$M_{f, p}$	Mg	abgeschiedene Partikel-Probenahmemasse auf Hauptfilter
$M_{f, b}$	Mg	abgeschiedene Partikel-Probenahmemasse auf Nachfilter
$M_{gas}$	G	Gesamtmasse gasförmiger Schadstoffe über den Zyklus
$M_{PT}$	G	Gesamtmasse von Partikeln über den Zyklus
$M_{SAM}$	Kg	Masse der durch die Partikel-Probenahmefilter geleiteten Probe des verdünnten Abgases
$M_{SE}$	Kg	Abgasmassenproben über den gesamten Zyklus
$M_{SEC}$	kg	Masse der Sekundärverdünnungsluft
$M_{TOT}$	kg	Gesamtmasse der doppelt verdünnten Abgase über den Zyklus

▼ C1

Symbol	Einheit	Begriff
$M_{TOTW}$	kg	Gesamtmasse der durch den Verdünnungstunnel geleiteten verdünnten Abgase über den Zyklus, feucht
$M_{TOTW, I}$	kg	Momentane Masse der durch den Verdünnungstunnel geleiteten verdünnten Abgase, feucht
mass	g/h	unterer Index für den Schadstoffmassendurchsatz
$N_p$	—	PDP-Umdrehungen insgesamt über den Zyklus
$n_{ref}$	$min^{-1}$	Bezugsmotordrehzahl für NRTC-Test
$n_{sp}$	$s^{-2}$	Abgeleitete Motordrehzahl
P	kW	nichtkorrigierte Nutzleistung
$p_1$	kPa	Absenkung des Drucks am Pumpeneinlass der PDP
$P_A$	kPa	Absoluter Druck
$P_a$	kPa	Sättigungsdampfdruck der Motoransaugluft (ISO 3046: $p_{s_y}=PSY$ Umgebungsdruck bei der Prüfung)
$P_{AE}$	kW	angegebene Gesamtleistungsaufnahme durch Hilfseinrichtungen, die für die Prüfung angebracht wurden und nach Abschnitt 2.4. dieses Anhangs nicht erforderlich sind
$P_B$	kPa	atmosphärischer Gesamtdruck (ISO 3046: $P_x = P_X$ Gesamtumgebungsdruck vor Ort $P_y = P_Y$ Gesamtumgebungsdruck bei der Prüfung)
$p_d$	kPa	Sättigungsdampfdruck der Verdünnungsluft
$P_M$	kW	Höchstleistung bei Prüfdrehzahl unter Prüfbedingungen (siehe Anhang VII Anlage 1)
$P_m$	kW	Am Prüfstand gemessene Leistung
$p_s$	kPa	trockener atmosphärischer Druck
q	—	Verdünnungsverhältnis
$Q_s$	$m^3/s$	CVS-Volumendurchsatz
r	—	Verhältnis der SSV-Verengung zum Eintritt absolut, statischer Druck
r		Quotient der Querschnittsflächen der isokinetischen Sonde und des Auspuffrohrs;
$R_a$	%	relative Feuchtigkeit der Ansaugluft
$R_d$	%	relative Feuchtigkeit der Verdünnungsluft
Re	—	Reynoldzahl
$R_f$	—	FID-Ansprechfaktor
T	K	Absolute Temperatur

▼ C1

Symbol	Einheit	Begriff
t	s	Messzeit
T <sub>a</sub>	K	absolute Temperatur der Ansaugluft
T <sub>D</sub>	K	Absolute Taupunkttemperatur
T <sub>ref</sub>	K	Bezugstemperatur (der Verbrennungsluft: 298 K)
T <sub>sp</sub>	N ° m	Gefordertes Drehmoment beim instationären Zyklus
t <sub>10</sub>	s	Zeit zwischen Sprungeingangssignal und 10 % des Ausgangssignals
t <sub>50</sub>	s	Zeit zwischen Sprungeingangssignal und 50 % des Ausgangssignals
t <sub>90</sub>	s	Zeit zwischen Sprungeingangssignals und 90 % des Ausgangssignals
Δt <sub>i</sub>	s	Zeitabstand bei momentaner CFV-Strömung
V <sub>0</sub>	m <sup>3</sup> /rev	PDP-Volumendurchsatz unter tatsächlichen Bedingungen
W <sub>act</sub>	kWh	Tatsächliche Zyklusarbeit von NRTC
WF	—	Wichtungsfaktor
WF <sub>E</sub>	—	Effektiver Wichtungsfaktor
X <sub>0</sub>	m <sup>3</sup> /rev	Kalibrierungsfunktion des PDP-Volumendurchsatzes
Θ <sub>D</sub>	kg/m <sup>2</sup>	Rotationsträgheit des Wirbelstromprüfstands
β	—	Verhältnis des Durchmessers der SSV-Verengung, d, zum inneren Durchmesser des Eintrittrohrs
λ	—	Relatives Luft-Kraftstoff-Verhältnis; tatsächliches A/F-Verhältnis geteilt durch stöchiometrisches A/F-Verhältnis
ρ <sub>EXH</sub>	kg/m <sup>3</sup>	Abgasdichte

2.18.2. *Symbole für chemische Bestandteile*

CH <sub>4</sub>	Methan
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Propan
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Ethan
CO	Kohlenmonoxid
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
DOP	Dioctylphthalat
H <sub>2</sub> O	Wasser
HC	Kohlenwasserstoffe
NO <sub>x</sub>	Stickoxide
NO	Stickstoffmonoxid
NO <sub>2</sub>	Stickstoffdioxid
O <sub>2</sub>	Sauerstoff
PT	Partikel
PTFE	Polytetrafluorethylen

**▼ C1**

2.18.3.	<i>Abkürzungen</i>
	CFV            Venturi-Rohr mit kritischer Strömung
	CLD            Chemilumineszenzdetektor
	CI              Kompressionszündungsmotor
	FID            Flammenionisationsdetektor
	FS              Voller Skalenendwert
	HCLD          Beheizter Chemilumineszenzanalysator
	HFID          beheizter Flammenionisationsdetektor
	NDIR          Nichtdispersiver Ultraviolett-Resonanzabsorber
	NG             Erdgas
	NRSC          stationärer Test für mobile Maschinen und Geräte
	NRTC          dynamischer Test für mobile Maschinen und Geräte
	PDP            Verdrängerpumpe
	SI              Fremdzündungsmotor
	SSV            kritisch betriebene Venturidüse

**▼ B**

3.                    KENNZEICHNUNG DER MOTOREN

**▼ M2**

3.1.                Gemäß dieser Richtlinie genehmigte Kompressionszündungsmotoren müssen folgende Angaben tragen:

**▼ B**

- 3.1.1.             Handelsmarke oder Handelsname des Herstellers des Motors,
- 3.1.2.             Motortyp, (gegebenenfalls) Motorenfamilie sowie eine einmalige Motoridentifizierungsnummer,
- 3.1.3.             die Nummer der EG-Typgenehmigung nach ► **M2** Anhang VIII ◀,

**▼ M3****▼ C1**

3.1.4.             Aufkleber gemäß Anhang XIII, falls der Motor im Rahmen einer flexiblen Regelung in Verkehr gebracht wird.

**▼ M2**

- 3.2.                Gemäß dieser Richtlinie genehmigte Fremdzündungsmotoren müssen folgende Angaben tragen:
- 3.2.1.             Handelsmarke oder Handelsname des Herstellers des Motors;
- 3.2.2.             die Nummer der EG-Typgenehmigung nach Anhang VIII;

**▼ M8**

- 3.2.3.             in Klammern die Nummer der Emissionsstufe in römischen Ziffern, deutlich sichtbar in der Nähe der Typgenehmigungsnummer angebracht;
- 3.2.4.             in Klammern die Buchstabenkombination „SV“, die sich auf Kleinserienhersteller bezieht und die deutlich sichtbar in der Nähe der Typgenehmigungsnummer auf jedem Motor anzubringen ist, der nach der Ausnahmeregelung für Motoren in Kleinserien gemäß Artikel 10 Absatz 4 in Verkehr gebracht wird.

**▼ B**

► **M2** 3.3. ◀     Diese Kennzeichnungen müssen während der gesamten Nutzlebensdauer des Motors haltbar sowie deutlich lesbar und unauslöschbar sein. Werden Aufkleber oder Schilder verwendet, so sind diese so anzubringen, daß darüber hinaus auch die Anbringung während der Nutzlebensdauer des Motors haltbar ist und daß die Aufkleber/Schilder nicht ohne Zerstörung oder Unkenntlichmachung entfernt werden können.

► **M2** 3.4. ◀     Die Kennzeichnung muß an einem Motorteil befestigt sein, das für den üblichen Betrieb des Motors notwendig ist und normalerweise während der Nutzlebensdauer des Motors keiner Auswechslung bedarf.

**▼ B**

- ▶ **M2** 3.4.1. ◀ Sie muß so angebracht sein, daß sie für den durchschnittlichen Betrachter gut sichtbar ist, nachdem der Motor mit allen für den Motorbetrieb erforderlichen Hilfseinrichtungen fertiggestellt ist.
- ▶ **M2** 3.4.2. ◀ Jeder Motor muß ein zusätzliches abnehmbares Schild aus einem dauerhaften Werkstoff aufweisen, das alle Angaben gemäß Abschnitt 3.1 enthalten muß und das erforderlichenfalls so angebracht werden soll, daß die Angaben gemäß Abschnitt 3.1 nach Einbau des Motors in eine Maschine für den durchschnittlichen Betrachter gut sichtbar und leicht zugänglich sind.
- ▶ **M2** 3.5. ◀ Die im Zusammenhang mit den Kennnummern vorgenommene Motorkodierung muß eine eindeutige Bestimmung der Fertigungsfolge ermöglichen.
- ▶ **M2** 3.6. ◀ Bei Verlassen der Fertigungsstraße müssen die Motoren mit sämtlichen Kennzeichnungen versehen sein.
- ▶ **M2** 3.7. ◀ Die genaue Lage der Motorkennzeichnungen ist in ▶ **M2** Anhang VII ◀ Abschnitt 1 anzugeben.

## 4. VORSCHRIFTEN UND PRÜFUNGEN

**▼ M2**4.1 **Kompressionszündungsmotoren****▼ B**▶ **M2** 4.1.1. ◀ *Allgemeines*

Die Teile, die einen Einfluß auf die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel haben können, müssen so entworfen, gebaut und angebracht sein, daß der Motor unter normalen Betriebsbedingungen trotz der Schwingungen, denen er ausgesetzt ist, den Vorschriften dieser Richtlinie genügt.

Der Hersteller muß technische Vorkehrungen treffen, um die wirksame Begrenzung der genannten Emissionen während der üblichen Nutzlebensdauer des Motors und unter normalen Betriebsbedingungen gemäß dieser Richtlinie zu gewährleisten. Diese Bestimmungen gelten als eingehalten, wenn den Bestimmungen der Abschnitte ▶ **M2** 4.1.2.1. ◀, ▶ **M2** 4.1.2.3. ◀ bzw. 5.3.2.1 entsprechen wird.

Bei Verwendung eines Abgaskatalysators und/oder eines Partikelfilters muß der Hersteller durch Haltbarkeitsprüfungen, die er selbst nach guter Ingenieurpraxis durchführen kann, und durch entsprechende Aufzeichnungen nachweisen, daß eine ordnungsgemäße Funktion dieser Nachbehandlungseinrichtungen während der Nutzlebensdauer des Motors zu erwarten ist. Die Aufzeichnungen müssen den Vorschriften von Abschnitt 5.2 und insbesondere Abschnitt 5.2.3 entsprechen. Dem Kunden ist eine entsprechende Garantie zu gewähren. Eine planmäßige Auswechslung der Einrichtung nach einer bestimmten Betriebszeit des Motors ist zulässig. Jede in regelmäßigen Abständen erfolgende Einstellung, Reparatur, Demontage, Reinigung oder Auswechslung der Motorbauteile oder Systeme mit dem Ziel, eine mit der Nachbehandlungseinrichtung zusammenhängende Funktionsstörung des Motors zu verhindern, darf nur in dem Umfang durchgeführt werden, der technisch erforderlich ist, um eine ordnungsgemäße Funktion des Emissionsbegrenzungssystems zu gewährleisten. Die Vorschriften in bezug auf eine dementsprechend geplante Wartung sind in die für den Kunden bestimmte Betriebsanleitung aufzunehmen, fallen unter die obengenannten Garantiebestimmungen und müssen vor Erteilung der Genehmigung genehmigt werden. Der Abschnitt der Betriebsanleitung, der die Wartung/Auswechslung der Nachbehandlungseinrichtung(en) sowie die Garantiebedingungen betrifft, ist den laut Anhang II dieser Richtlinie vorzulegenden Beschreibungsunterlagen beizufügen.

▼ M3▼ CI

Alle Motoren, die mit Wasser vermischte Abgase ausstoßen, werden mit einer Anschlussvorrichtung im Abgassystem des Motors ausgestattet, die dem Motor nachgeschaltet ist und sich vor der Stelle befindet, an der die Abgase mit Wasser (oder einem anderen Kühl- oder Reinigungsmedium) in Kontakt treten, und für den vorübergehenden Anschluss der Geräte zur Entnahme von Gas- oder Partikelemissionsproben bestimmt ist. Es ist wichtig, dass diese Anschlussvorrichtung so lokalisiert ist, dass eine gut durchmischte, repräsentative Stichprobe des Abgases entnommen werden kann. Der Anschluss ist im Innern mit einem Standardrohrgewinde zu versehen, dessen Größe maximal  $1/2$  Zoll beträgt, und mit einem Verschlusszapfen zu verschließen, wenn er nicht genutzt wird (gleichwertige Anschlussvorrichtungen sind zulässig).

▼ B► M2 4.1.2. ◀ *Vorschriften hinsichtlich der Schadstoffemissionen*

Die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus dem zur Prüfung vorgeführten Motor muß nach den in ► M2 Anhang VI ◀ beschriebenen Verfahren gemessen werden.

Andere Systeme oder Analysatoren können zugelassen werden, wenn mit ihnen gegenüber den folgenden Betriebssystemen gleichwertige Ergebnisse erzielt werden:

- bei Messung gasförmiger Emissionen im Rohabgas das in ► M2 Anhang VI ◀ Abbildung 2 dargestellte System;
- bei Messung gasförmiger Emissionen im verdünnten Abgas des Vollstrom-Verdünnungsverfahrens das in ► M2 Anhang VI ◀ Abbildung 3 dargestellte System;
- bei Partikelemissionen das Vollstrom-Verdünnungsverfahren, wobei entweder für jede Verfahrensstufe ein gesonderter Filter oder aber die in ► M2 Anhang VI ◀ Abbildung 13 dargestellte Einzelfiltermethode anzuwenden ist.

Die Bestimmung der Gleichwertigkeit der Systeme muß auf der Grundlage einer sieben (oder mehr) Prüfzyklen umfassenden Korrelationsstudie zwischen dem zu prüfenden System und einem oder zwei der obengenannten Bezugssysteme erfolgen.

Die Gleichwertigkeit ist gegeben, wenn die Durchschnittswerte der gewichteten Emissionswerte des Zyklus mit einer Toleranz von  $\pm 5\%$  übereinstimmen. Zu verwenden ist der in Anhang III Abschnitt 3.6.1 angegebene Zyklus.

Zur Aufnahme eines neuen Systems in die Richtlinie muß bei der Bestimmung der Gleichwertigkeit von der Berechnung der Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit nach ISO 5725 ausgegangen werden.

► M2 4.1.2.1. ◀ Die für Stufe I ermittelten Emissionen von Kohlenstoffmonoxid, Kohlenwasserstoffen, Stickstoffoxiden und Partikeln dürfen die in nachstehender Tabelle angegebenen Werte nicht übersteigen:

Nutzleistung (P) (kW)	Kohlenstoffmonoxid (CO) (g/kWh)	Kohlenwasserstoffe (HC) (g/kWh)	Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partikel (PT) (g/kWh)
$130 \leq P \leq 560$	5,0	1,3	9,2	0,54
$75 \leq P < 130$	5,0	1,3	9,2	0,70
$37 \leq P < 75$	6,5	1,3	9,2	0,85

**▼ B**

- **M2** 4.1.2.2. ◀ Die in Abschnitt ► **M2** 4.1.2.1. ◀ angegebenen Emissionsgrenzwerte sind die Grenzwerte bei Austritt aus dem Motor und müssen vor einer Nachbehandlungseinrichtung für das Abgas erreicht worden sein.
- **M2** 4.1.2.3. ◀ Die für Stufe II ermittelten Emissionen von Kohlenstoffmonoxid, Kohlenwasserstoffen, Stickstoffoxiden und Partikeln dürfen die in nachstehender Tabelle angegebenen Werte nicht übersteigen:

Nutzleistung (P) (kW)	Kohlenstoffmonoxid (CO) (g/kWh)	Kohlenwasserstoffe (HC) (g/kWh)	Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partikel (PT) (g/kWh)
130 ≤ P ≤ 560	3,5	1,0	6,0	0,2
75 ≤ P < 130	5,0	1,0	6,0	0,3
37 ≤ P < 75	5,0	1,3	7,0	0,4
18 ≤ P < 37	5,5	1,5	8,0	0,8

**▼ M3**  
**▼ CI**

4.1.2.4.

Die für Stufe IIIA ermittelten Emissionen von Kohlenmonoxid, die Summe der Emissionen von Kohlenwasserstoffen und Stickstoffoxiden und die Partikelemissionen dürfen die in nachstehender Tabelle angegebenen Werte nicht übersteigen:

Motoren für andere Anwendungen als den Antrieb von Binnenschiffen, Lokomotiven und Triebwagen:

Kategorie: Nutzleistung (P) (kW)	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide (HC+NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partikel (PT) (g/kWh)
H: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	4,0	0,2
I: 75 kW ≤ P < 130 kW	5,0	4,0	0,3
J: 37 kW ≤ P < 75 kW	5,0	4,7	0,4
K: 19 kW ≤ P < 37 kW	5,5	7,5	0,6

Motoren zum Antrieb von Binnenschiffen:

Kategorie: Hubraum/Nutzleistung (SV/P) (Liter pro Zylinder/kW)	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide (HC+NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partikel (PT) (g/kWh)
V1:1 SV < 0,9 and P ≥ 37 kW	5,0	7,5	0,40
V1:2 0,9 ≤ SV < 1,2	5,0	7,2	0,30
V1:3 1,2 ≤ SV < 2,5	5,0	7,2	0,20
V1:4 2,5 ≤ SV < 5	5,0	7,2	0,20
V2:1 5 ≤ SV < 15	5,0	7,8	0,27

▼ C1

Kategorie: Hubraum/Nutzleistung (SV/P) (Liter pro Zylinder/kWh)	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide (HC+NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partikel (PT) (g/kWh)
V2:2 15 ≤ SV < 20 und P < 3 300 kW	5,0	8,7	0,50
V2:3 15 ≤ SV < 20 und P ≥ 3 300 kW	5,0	9,8	0,50
V2:4 20 ≤ SV < 25	5,0	9,8	0,50
V2:5 25 ≤ SV < 30	5,0	11,0	0,50

## Motoren zum Antrieb von Lokomotiven:

Kategorie: Nutzleistung (P) (kW)	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide (HC+NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)		Partikel (PT) (g/kWh)
RL A: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	4,0		0,2
	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Kohlenwasserstoffe (HC) (g/kWh)	Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partikel (PT) (g/kWh)
RH A: P > 560 kW	3,5	0,5	6,0	0,2
RH A Motoren mit P > 2 000 kW und SV > 5 l/Zylinder	3,5	0,4	7,4	0,2

## Motoren zum Antrieb von Triebwagen:

Kategorie: Nutzleistung (P) (kW)	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide (HC+NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partikel (PT) (g/kWh)
RC A: 130 kW < P	3,5	4,0	0,20

## 4.1.2.5.

Die für Stufe IIIB ermittelten Emissionen von Kohlenmonoxid, die Emissionen von Kohlenwasserstoffen und Stickstoffoxiden (oder gegebenenfalls ihre Summe) und die Partikelemissionen dürfen die in nachstehender Tabelle angegebenen Werte nicht übersteigen:

Motoren für andere Anwendungen als den Antrieb von Lokomotiven, Triebwagen und Binnenschiffen:

Kategorie: Nutzleistung (P) (kW)	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Kohlenwasserstoffe (HC) (g/kWh)	Stickstoffoxide (No <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partikel (PT) (g/kWh)
L: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	► <u>C2</u> 0,19 ◀	2,0	0,025

▼ C1

Kategorie: Nutzleistung (P) (kW)	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Kohlenwasserstoffe (HC) (g/kWh)	Stickstoffoxide (No <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partikel (PT) (g/kWh)
M: 75 kW ≤ P < 130 kW	5,0	► <u>C2</u> 0,19 ◀	3,3	0,025
N: 56 kW ≤ P < 75 kW	5,0	0,19	► <u>C2</u> 3,3 ◀	0,025
		Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickoxide (HC+NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)		
RC B: 130 kW < P	5,0	4,7		0,025

Motoren zum Antrieb von Triebwagen:

Kategorie: Nutzleistung (P) (kW)	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Kohlenwasserstoffe (HC) (g/kWh)	Stickstoffoxide (No <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partikel (PT) (g/kWh)
RC B: 130 kW < P	3,5	0,19	2,0	0,025

Motoren zum Antrieb von Lokomotiven:

Kategorie: Nutzleistung (P) (kW)	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide (HC+NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partikel (PT) (g/kWh)
R B: 130 kW < P	3,5	4,0	0,025

## 4.1.2.6.

Die für Stufe IV ermittelten Emissionen von Kohlenmonoxid, die Emissionen von Kohlenwasserstoffen und Stickstoffoxiden (oder gegebenenfalls ihre Summe) und die Partikelemissionen dürfen die in nachstehender Tabelle angegebenen Werte nicht übersteigen:

Motoren für andere Anwendungen als den Antrieb von Lokomotiven, Triebwagen und Binnenschiffen:

Kategorie: Nutzleistung (P) (kW)	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Kohlenwasserstoffe (HC) (g/kWh)	Stickstoffoxide (No <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Partikel (PT) (g/kWh)
Q: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	0,19	0,4	0,025
R: 56 kW ≤ P < 130 kW	5,0	0,19	0,4	0,025

## 4.1.2.7.

Die Grenzwerte in den Abschnitten 4.1.2.4, 4.1.2.5 und 4.1.2.6 schließen die gemäß Anhang III Anlage 5 berechnete Verschlechterung ein.

▼ C1

Im Fall der in den Abschnitten 4.1.2.5 und 4.1.2.6 aufgeführten Grenzwerte dürfen in sämtlichen zufällig ausgewählten Lastzuständen innerhalb eines bestimmten Kontrollbereichs und mit Ausnahme spezifizierter Motorbetriebsbedingungen, die einer solchen Vorschrift nicht unterliegen, die Emissionswerte, die während einer Zeitspanne von nur 30.Sekunden ermittelt werden, die Grenzwerte der vorstehenden Tabellen nicht um mehr als 100 % überschreiten. ► **M5** Die Kommission legt den Kontrollbereich, für den der nicht zu überschreitende Prozentsatz gilt, und die davon ausgenommenen Motorbetriebsbedingungen fest. Diese Maßnahmen zur Änderung nicht wesentlicher Bestimmungen dieser Richtlinie werden nach dem in Artikel 15 Absatz 2 genannten Regelungsverfahren mit Kontrolle erlassen. ◀

▼ B

► **M3** ► **C1** 4.1.2.8. ◀ ◀ Umfaßt eine nach Nummer 6 in Verbindung mit Anhang II Anlage 2 festgelegte Motorenfamilie mehr als einen Leistungsbereich, so müssen die Emissionswerte des Stamm-Motors (Typgenehmigung) und aller Motortypen innerhalb dieser Familie (Übereinstimmung der Produktion) den strengeren Vorschriften für den höheren Leistungsbereich entsprechen. Dem Antragsteller steht es frei, sich bei der Festlegung von Motorenfamilien auf einzelne Leistungsbereiche zu beschränken und den Antrag auf Erteilung der Genehmigung entsprechend zu stellen.

▼ M2

4.2. **Fremdzündungsmotoren**

4.2.1. *Allgemeines*

Die Bauteile, die einen Einfluss auf die Emission gasförmiger Schadstoffe haben können, müssen so entworfen, gebaut und angebracht sein, dass der Motor unter normalen Betriebsbedingungen trotz der Schwingungen, denen er ausgesetzt ist, den Vorschriften dieser Richtlinie genügt.

Der Hersteller muss technische Vorkehrungen treffen, um die wirksame Begrenzung der genannten Emissionen gemäß dieser Richtlinie während der üblichen Nutzlebensdauer des Motors und unter normalen Betriebsbedingungen gemäß Anhang IV Anlage 4 zu gewährleisten.

4.2.2. *Vorschriften hinsichtlich der Schadstoffemissionen*

Die Emission gasförmiger Schadstoffe aus dem zur Prüfung vorgeführten Motor muss nach dem in Anhang VI beschriebenen Verfahren (unter Einbeziehung eventueller Nachbehandlungseinrichtungen) gemessen werden.

Andere Systeme oder Analysatoren können zugelassen werden, wenn mit ihnen gegenüber den folgenden Bezugssystemen gleichwertige Ergebnisse erzielt werden:

— bei Messung gasförmiger Emissionen im Rohabgas das in Anhang VI Abbildung 2 dargestellte System;

▼ M2

— bei Messung gasförmiger Emissionen im verdünnten Abgas des Vollstrom-Verdünnungsverfahrens das in Anhang VI Abbildung 3 dargestellte System.

## 4.2.2.1.

Die für Stufe I ermittelten Emissionen von Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffen, Stickstoffoxiden sowie die Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide dürfen die in der nachstehenden Tabelle angegebenen Werte nicht übersteigen:

Stufe I				
Klasse	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Kohlenwasserstoffe (HC) (g/kWh)	Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> ) (g/kWh)	Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide (g/kWh)
				HC + NO <sub>x</sub>
SH:1	805	295	5,36	
SH:2	805	241	5,36	
SH:3	603	161	5,36	
SN:1	519			50
SN:2	519			40
SN:3	519			16,1
SN:4	519			13,4

## 4.2.2.2.

Die für Stufe II ermittelten Emissionen von Kohlenmonoxid und die Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide dürfen die in nachstehender Tabelle angegebenen Werte nicht übersteigen:

Stufe II (*)		
Klasse	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide (g/kWh)
		HC + NO <sub>x</sub>
SH:1	805	50
SH:2	805	50
SH:3	603	72
SN:1	610	50,0
SN:2	610	40,0
SN:3	610	16,1
SN:4	610	12,1

(\*) Siehe Anhang 4 Anlage 4; unter Berücksichtigung von Verschlechterungsfaktoren.

Die NO<sub>x</sub>-Emissionen dürfen bei allen Motorklassen 10 g/kWh nicht übersteigen.

## 4.2.2.3.

Ungeachtet der Definition für „handgehaltener Motor“ in Artikel 2 dieser Richtlinie müssen Zweitaktmotoren zum Antrieb von Schneeschleudern lediglich die Grenzwerte für SH:1, SH:2 oder SH:3 einhalten.

**▼B**

- 4.3. **Einbau in mobile Maschinen und Geräte**
- Der Einbau des Motors in mobile Maschinen und Geräte darf nur mit den Einschränkungen erfolgen, die im Zusammenhang mit dem Geltungsbereich der Typgenehmigung dargelegt wurden. Darüber hinaus müssen stets folgende Werte eingehalten werden, die eine Voraussetzung für die Genehmigung des Motors bilden:
- 4.3.1. Der Ansaugunterdruck darf den in Anhang II Anlage 1 bzw. 3 für den genehmigten Motor angegebenen Wert nicht überschreiten.
- 4.3.2. Der Abgasgegendruck darf den in Anhang II Anlage 1 bzw. 3 für den genehmigten Motor angegebenen Wert nicht überschreiten.
5. **VORSCHRIFTEN ZUR BEWERTUNG DER ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION**
- 5.1. Bei der Überprüfung des Vorhandenseins der notwendigen Modalitäten und Verfahren zur wirksamen Kontrolle der Übereinstimmung der Produktion vor der Erteilung der Typgenehmigung geht die Genehmigungsbehörde ferner davon aus, daß der Hersteller bei einer Registrierung nach der harmonisierten Norm EN 29002 (deren Anwendungsbereich die betreffenden Motoren einschließt) oder einem gleichwertigen Akkreditierungsstandard die Vorschriften erfüllt. Der Hersteller liefert detaillierte Informationen über die Registrierung und verpflichtet sich, die Genehmigungsbehörde über jede Änderung der Gültigkeit oder des Geltungsbereichs zu unterrichten. Um sicherzustellen, daß die Vorschriften von Abschnitt 4.2 fortlaufend erfüllt werden, sind zweckmäßige Kontrollen der Produktion durchzuführen.
- 5.2. Der Inhaber der Genehmigung muß vor allem
- 5.2.1. sicherstellen, daß Verfahren zur wirksamen Kontrolle der Qualität des Erzeugnisses vorhanden sind;
- 5.2.2. Zugang zu Prüfeinrichtungen haben, die für die Kontrolle der Übereinstimmung mit dem jeweils genehmigten Typ erforderlich sind;
- 5.2.3. sicherstellen, daß die Prüfergebnisse aufgezeichnet werden und die Aufzeichnungen und dazugehörige Unterlagen über einen mit der Genehmigungsbehörde zu vereinbarenden Zeitraum verfügbar bleiben;
- 5.2.4. die Ergebnisse jeder Art von Prüfung genau untersuchen, um die Beständigkeit der Motormerkmale unter Berücksichtigung der in der Serienproduktion üblichen Streuungen nachweisen und gewährleisten zu können;
- 5.2.5. sicherstellen, daß alle Stichproben von Motoren oder Prüfteilen, die bei einer bestimmten Prüfung den Anschein einer Nichtübereinstimmung geliefert haben, Veranlassung geben für eine weitere Musterentnahme und Prüfung. Dabei sind alle erforderlichen Maßnahmen zu treffen, um die Übereinstimmung der Fertigung wiederherzustellen.
- 5.3. Die Behörde, die die Typgenehmigung erteilt hat, kann die in den einzelnen Produktionsstätten angewandten Verfahren zur Kontrolle der Übereinstimmung jederzeit überprüfen.

**▼B**

- 5.3.1. Bei jeder Inspektion werden dem Prüfbeamten die Prüf- und Herstellungsunterlagen zur Verfügung gestellt.
- 5.3.2. Erscheint die Qualität der Prüfungen als nicht zufriedenstellend oder erscheint es angebracht, die Gültigkeit der aufgrund von Abschnitt 4.2 vorgelegten Angaben zu überprüfen, ist folgendes Verfahren anzuwenden:
- 5.3.2.1. Ein Motor wird der Serie entnommen und der Prüfung nach Anhang III unterzogen. Die ermittelten Emissionen von Kohlenstoffmonoxid, Kohlenwasserstoffen, Stickstoffoxiden und Partikeln dürfen die in der Tabelle in Abschnitt 4.2.1 angegebenen Werte vorbehaltlich der Anforderungen nach Abschnitt 4.2.2 bzw. die in der Tabelle in Abschnitt 4.2.3 angegebenen Werte nicht überschreiten.
- 5.3.2.2. Erfüllt ein der Serie entnommener Motor nicht die Anforderungen nach Abschnitt 5.3.2.1, so kann der Hersteller Stichprobenmessungen an einigen der Serie entnommenen Motoren gleicher Bauart verlangen, wobei die Stichprobe den ursprünglich entnommenen Motor enthalten muß. Der Hersteller bestimmt den Umfang „n“ der Stichprobe im Einvernehmen mit dem technischen Dienst. Mit Ausnahme des ursprünglich entnommenen Motors sind die Motoren einer Prüfung zu unterziehen. Das arithmetische Mittel ( $\bar{x}$ ) der mit der Stichprobe ermittelten Ergebnisse muß dann für jeden einzelnen Schadstoff bestimmt werden. Die Serienproduktion gilt als vorschriftsmäßig, wenn folgende Bedingung erfüllt ist:

$$\bar{x} + k \cdot S_t \leq L \text{ (}^1\text{)}$$

Hierbei bezeichnet

L: den zulässigen Grenzwert nach Abschnitt 4.2.1/4.2.3 für jeden untersuchten Schadstoff

k: einen statistischen Faktor, der von „n“ abhängt und in der nachstehenden Tabelle angegeben ist:

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k	0,973	0,613	0,489	0,421	0,376	0,342	0,317	0,296	0,279

n	11	12	13	14	15	16	17	18	19
k	0,265	0,253	0,242	0,233	0,224	0,216	0,210	0,203	0,198

$$\text{wenn } n \geq 20, k = \frac{0,860}{\sqrt{n}}$$

- 5.3.3. Die Genehmigungsbehörde oder der technische Dienst, die/der für die Nachprüfung der Übereinstimmung der Produktion verantwortlich ist, muß die Prüfungen an Motoren vornehmen, die gemäß den Angaben des Herstellers teilweise oder vollständig eingefahren sind.
- 5.3.4. Normalerweise erfolgen die Überprüfungen, zu denen die zuständige Behörde berechtigt ist, einmal pro Jahr. Bei Nichteinhaltung der Vorschriften nach Abschnitt 5.3.2 hat die zuständige Behörde sicherzustellen, daß alle notwendigen Maßnahmen getroffen werden, um die Übereinstimmung der Produktion unverzüglich wiederherzustellen.

<sup>(1)</sup>  $S_t^2 = \sum \frac{(x - \bar{x})^2}{n - 1}$  où x est l'un des résultats obtenus avec l'échantillon n.

**▼ B**

## 6. KENNDATEN FÜR DIE FESTLEGUNG DER MOTORENFAMILIE

Die Motorenfamilie kann anhand grundlegender Konstruktionskenndaten festgelegt werden, die allen Motoren dieser Familien gemeinsam sind. In einigen Fällen ist eine Wechselwirkung zwischen den Kenndaten möglich. Diese Wirkungen müssen ebenfalls berücksichtigt werden, damit sichergestellt ist, daß einer bestimmten Motorenfamilie nur Motoren mit gleichartigen Abgasemissionsmerkmalen zugeordnet werden.

Motoren können ein und derselben Motorenfamilie zugeordnet werden, wenn sie in den nachfolgend aufgeführten wesentlichen Kenndaten übereinstimmen:

## 6.1. Arbeitsweise:

- Zweitakt
- Viertakt

## 6.2. Kühlmittel:

- Luft
- Wasser
- Öl

**▼ M2**

## 6.3. Hubraum des einzelnen Zylinders, zwischen 85 % und 100 % des größten Hubraums innerhalb der Motorenfamilie.

## 6.4. Art der Luftansaugung

## 6.5. Kraftstofftyp

- Diesel
- Benzin

## 6.6. Typ/Beschaffenheit des Brennraums

## 6.7. Ventile und Kanäle — Anordnung, Größe und Anzahl

## 6.8. Kraftstoffanlage

für Diesel

- Pump-line-Einspritzung
- Reiheneinspritzpumpe
- Verteilereinspritzpumpe
- Einzeleinspritzung

— Pumpe-Düse-System

für Benzin

- Vergaser
- Indirekte Einspritzung
- Direkteinspritzung

## 6.9. Sonstige Merkmale

- Abgasrückführung
- Wassereinspritzung/Emulsion

**▼ M2**

- Lufteinblasung
  - Ladeluftkühlung
  - Art der Zündung (Selbstzündung, Fremdzündung)
- 6.10. Abgasnachbehandlung
- Oxidationskatalysator
  - Reduktionskatalysator
  - Dreivegekatalysator
  - Thermoreaktor
  - Partikelfilter

**▼ B**

7. AUSWAHL DES STAMM-MOTORS
- 7.1. Das Hauptkriterium bei der Auswahl des Stamm-Motors der Familie muß die höchste Kraftstoffförderung pro Takt bei der angegebenen Drehzahl bei maximalem Drehmoment sein. Stimmen zwei oder mehrere Motoren in diesem Hauptkriterium überein, so ist die Auswahl des Stamm-Motors anhand eines sekundären Kriteriums, nämlich der höchsten Kraftstoffförderung pro Takt bei Nenndrehzahl, vorzunehmen. Unter Umständen kann die Genehmigungsbehörde zu dem Schluß gelangen, daß es am günstigsten ist, den schlechtesten Emissionswert der Familie durch Überprüfung eines zweiten Motors zu bestimmen. Folglich kann die Genehmigungsbehörde zur Prüfung einen weiteren Motor heranziehen, dessen Merkmale darauf hindeuten, daß er die höchsten Emissionswerte aller Motoren dieser Familie aufweist.
- 7.2. Weisen die Motoren einer Familie sonstige veränderliche Merkmale auf, denen ein Einfluß auf die Abgasemissionen zugeschrieben werden kann, so sind auch diese Merkmale festzuhalten und bei der Auswahl des Stamm-Motors zu berücksichtigen.

**▼ M6**

8. ANFORDERUNGEN AN DIE TYPGENEHMIGUNG NACH DEN STUFEN III B UND IV
- 8.1. Dieser Abschnitt gilt für die Typgenehmigung von elektronisch gesteuerten Motoren, bei denen sowohl die Menge des eingespritzten Kraftstoffs als auch der Zeitpunkt der Einspritzung mittels elektronischer Steuerung bestimmt wird (nachfolgend „Motoren“ genannt). Dieser Abschnitt gilt unabhängig von der Technik, die bei diesen Motoren eingesetzt wird, um die unter den Abschnitten 4.1.2.5 und 4.1.2.6 dieses Anhangs genannten Emissionsgrenzwerte einzuhalten.
- 8.2. **Begriffsbestimmungen**
- Für die Zwecke dieses Abschnitts gelten folgende Begriffsbestimmungen:
- 8.2.1. „*Emissionsminderungsstrategie*“: Kombination aus einer emissionsmindernden Einrichtung mit einer Standard-Emissionsminderungsstrategie und einer Reihe von zusätzlichen Emissionsminderungsstrategien, die innerhalb des Gesamtkonzepts von Motoren oder mobilen Maschinen und Geräten, in die ein Motor eingebaut ist, festgelegt werden.
- 8.2.2. „*Reagens*“: jedes sich verbrauchende oder nicht rückgewinnbare Medium, das für das ordnungsgemäße Arbeiten des Abgasnachbehandlungssystems erforderlich ist und entsprechend verwendet wird.

**▼ M6**

- 8.3 **Allgemeine Anforderungen**
- 8.3.1 *Anforderungen an die Standard-Emissionsminderungsstrategie*
- 8.3.1.1 Die Standard-Emissionsminderungsstrategie, die über den gesamten Drehzahl- und Lastbereich des Motors aktiviert ist, muss so gestaltet sein, dass der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie erfüllt.
- 8.3.1.2 Eine Standard-Emissionsminderungsstrategie, die beim Motorbetrieb zwischen einem genormten Prüfzyklus für die Typgenehmigung und anderen Betriebsbedingungen unterscheiden kann und die zu einer geringeren Emissionsminderungsleistung führt, wenn sie nicht unter den im Typgenehmigungsverfahren vorgesehenen Bedingungen arbeitet, ist unzulässig.
- 8.3.2 *Anforderungen an die zusätzliche Emissionsminderungsstrategie*
- 8.3.2.1 Eine zusätzliche Emissionsminderungsstrategie kann für Motoren oder mobile Maschinen oder Geräte angewendet werden, wenn sie nach ihrer Aktivierung die Standard-Emissionsminderungsstrategie in Abhängigkeit von spezifischen Umgebungs- oder Betriebsdaten ändert, aber die Wirkung der emissionsmindernden Einrichtung nicht dauerhaft mindert.
- a) Wird die zusätzliche Emissionsminderungsstrategie während der Typgenehmigungsprüfung aktiviert, so gelten die Abschnitte 8.3.2.2. und 8.3.2.3. nicht.
- b) Wird die zusätzliche Emissionsminderungsstrategie während der Typgenehmigungsprüfung nicht aktiviert, so muss nachgewiesen werden, dass sie nur so lange aktiv ist, wie dies für die in Abschnitt 8.3.2.3 genannten Zwecke erforderlich ist.

**▼ M8**

- 8.3.2.2 Für die Stufen III B und IV gelten folgende Prüfbedingungen:
- a) Prüfbedingungen für Motoren der Stufe III B:
- i) Höhe nicht mehr als 1 000 m über NN (oder Luftdruck nicht unter 90 kPa);
- ii) Umgebungstemperatur zwischen 275 K und 303 K (2 °C bis 30 °C);
- iii) Motorkühlmitteltemperatur über 343 K (70 °C).
- Wenn der Motor innerhalb der unter den Ziffern i, ii und iii genannten Bedingungen betrieben wird, darf die zusätzliche Emissionsminderungsstrategie nur in Ausnahmefällen aktiviert werden.
- b) Prüfbedingungen für Motoren der Stufe IV:
- i) Luftdruck von mindestens 82,5 kPa;
- ii) Umgebungstemperatur innerhalb des folgenden Bereichs:
- mindestens 266 K (-7 °C);

**▼ M8**

— kleiner oder gleich der Temperatur, die mit folgender Formel für den spezifizierten Luftdruck berechnet wird:  $T_c = -0,4514 \cdot (101,3 - p_b) + 311$ ; dabei gilt:  $T_c$  ist die berechnete Temperatur der Umgebungsluft in K und  $P_b$  ist der Luftdruck in kPa.

iii) Motorkühlmitteltemperatur über 343 K (70 °C).

Wenn der Motor innerhalb der unter den Ziffern i, ii und iii genannten Bedingungen betrieben wird, darf die zusätzliche Emissionsminderungsstrategie nur aktiviert werden, wenn sie nachgewiesenermaßen für die in Abschnitt 8.3.2.3 genannten Zwecke erforderlich ist und von der Typgenehmigungsbehörde genehmigt wurde.

c) Betrieb bei niedrigen Temperaturen

Abweichend von den unter Buchstabe b genannten Anforderungen kann eine zusätzliche Emissionsminderungsstrategie für einen Motor der Stufe IV mit Abgasrückführung (AGR) angewendet werden, wenn die Umgebungstemperatur unter 275 K (2 °C) liegt und eine der beiden folgenden Bedingungen erfüllt ist:

- i) Die Temperatur des Ansaugkrümmers ist kleiner oder gleich der Temperatur, die mittels folgender Gleichung berechnet wird:  $IMT_c = P_{IM}/15,75 + 304,4$ ; dabei gilt:  $IMT_c$  ist die berechnete Temperatur des Ansaugkrümmers in K und  $P_{IM}$  ist der absolute Druck im Ansaugkrümmer in kPa;
- ii) Die Motorkühlmitteltemperatur ist kleiner oder gleich der Temperatur, die mittels folgender Gleichung berechnet wird:  $ECT_c = P_{IM}/14,004 + 325,8$ ; dabei gilt:  $ECT_c$  ist die berechnete Motorkühlmitteltemperatur in K und  $P_{IM}$  ist der absolute Ansaugkrümmerdruck in kPa.

**▼ M6**

8.3.2.3

Eine zusätzliche Emissionsminderungsstrategie kann insbesondere für folgende Zwecke aktiviert werden:

- a) durch fahrzeuginterne Signale zum Schutz des Motors (einschließlich der Einrichtung zum Schutz des Luftsteuerungssystems) oder der mobilen Maschine bzw. des mobilen Geräts, in die bzw. das der Motor eingebaut ist, vor Schaden;

**▼ M8**

- b) aus Gründen der Betriebssicherheit;

**▼ M6**

- c) zur Vermeidung übermäßiger Emissionen beim Kaltstart, beim Warmlaufen oder beim Abschalten;
- d) um unter bestimmten Umgebungs- oder Betriebsbedingungen erhöhte Emissionen eines regulierten Schadstoffes zuzulassen, damit die Emissionen aller anderen regulierten Schadstoffe innerhalb der für den jeweiligen Motor geltenden Grenzen bleiben. Damit sollen natürliche Erscheinungen so kompensiert werden, dass die Emissionen aller Schadstoffe innerhalb annehmbarer Grenzen bleiben.

8.3.2.4

Der Hersteller muss dem technischen Dienst bei der Typgenehmigungsprüfung nachweisen, dass der Betrieb aller etwaigen zusätzlichen Emissionsminderungsstrategien den Anforderungen von Abschnitt 8.3.2 entspricht. Dieser Nachweis besteht in einer Auswertung der in Abschnitt 8.3.3 genannten Dokumentation.

▼ **M6**

- 8.3.2.5 Der Betrieb von zusätzlichen Emissionsminderungsstrategien, die nicht Abschnitt 8.3.2 entsprechen, ist untersagt.
- 8.3.3 *Erforderliche Dokumentation*
- 8.3.3.1 Der Hersteller übergibt dem technischen Dienst bei der Vorführung zur Typgenehmigungsprüfung eine Beschreibungsmappe, die Aufschluss über alle Konstruktionsmerkmale und die Emissionsminderungsstrategie gibt sowie über die Art und Weise, wie Ausgangsgrößen direkt oder indirekt durch die zusätzliche Strategie gesteuert werden. Diese Beschreibungsmappe ist in zwei Teile zu gliedern:
- a) Die Dokumentation, die dem Antrag auf Typgenehmigung beigelegt ist, muss einen vollständigen Überblick über die Emissionsminderungsstrategie enthalten. Es ist der Nachweis zu erbringen, dass alle Ausgangsgrößen berücksichtigt sind, die sich aus jeder möglichen Konstellation der verschiedenen Eingangsgrößen ergeben können. Dieser Nachweis ist der Beschreibungsmappe nach Anhang II beizufügen.
  - b) Die zusätzlichen Unterlagen, die dem technischen Dienst vorgelegt, aber nicht dem Antrag auf Typgenehmigung beigelegt werden, müssen über alle von einer eventuell vorhandenen zusätzlichen Emissionsminderungsstrategie geänderten Parameter und über die Grenzen, innerhalb derer diese Strategie arbeitet, Aufschluss geben, insbesondere durch Folgendes:
    - i) Angaben zur Logik des Kraftstoffregelsystems, zu den Steuerstrategien und zu den Schaltpunkten des Kraftstoff- und anderer wesentlicher Systeme bei allen Betriebszuständen, die zu einer wirksamen Emissionsminderung führen (z. B. Abgasrückführung (AGR) oder Reagensdosierung);
    - ii) eine Begründung der eventuellen Verwendung einer zusätzlichen Emissionsminderungsstrategie für den Motor, einschließlich Material und Prüfergebnissen, aus denen die Wirkung auf die Abgasemissionen ersichtlich wird. Diese Begründung kann auf Prüfdaten, eine eingehende technische Analyse oder eine Kombination aus beidem gestützt werden;
    - iii) eine ausführliche Beschreibung der Algorithmen oder der gegebenenfalls vorhandenen Sensoren für die Ermittlung, Analyse oder Diagnose eines nicht ordnungsgemäßen Arbeitens des Systems zur NO<sub>x</sub>-Minderung;
    - iv) die für die Erfüllung der Anforderungen von Abschnitt 8.4.7.2 unabhängig von den verwendeten Mitteln geltende Toleranz.
- 8.3.3.2 Die unter Abschnitt 8.3.3.1 Buchstabe b erwähnten zusätzlichen Unterlagen werden streng vertraulich behandelt. Sie sind der Typgenehmigungsbehörde auf Verlangen vorzulegen. Die Typgenehmigungsbehörde behandelt diese Unterlagen vertraulich.
- 8.4 **► M8 Anforderungen an Einrichtungen zur Begrenzung der NO<sub>x</sub>-Emissionen von Motoren der Stufe IIIB ◀**
- 8.4.1 Der Hersteller muss ausführliche Angaben über die Funktions- und Betriebsmerkmale der in Anhang II Anlage 1 Abschnitt 2 und in Anhang II Anlage 3 Abschnitt 2 dieser Richtlinie genannten Vorkehrungen zur Begrenzung der NO<sub>x</sub>-Emissionen machen.
- 8.4.2 Arbeitet die Emissionsminderungseinrichtung mit einem Reagens, so müssen die Eigenschaften dieses Reagens (Art, Konzentration in Lösung, Betriebstemperatur, Verweise auf internationale Normen für die Zusammensetzung und Qualität) vom Hersteller in Anhang II Anlage 1 Abschnitt 2.2.1.13 sowie Anhang II Anlage 3 Abschnitt 2.2.1.13 angegeben werden.

▼ M6

- 8.4.3 Die Emissionsminderungsstrategie des Motors muss unter allen auf dem Gebiet der Europäischen Union regelmäßig anzutreffenden Umgebungsbedingungen und insbesondere bei niedrigen Umgebungstemperaturen funktionieren.
- 8.4.4 Der Hersteller muss nachweisen, dass die Ammoniakemission während des für das Typgenehmigungsverfahren jeweils vorgeschriebenen Emissionsprüfzyklus bei Verwendung eines Reagens einen Mittelwert von 25 ppm nicht überschreitet.
- 8.4.5 Sind getrennte Reagensbehälter an eine mobile Maschine bzw. ein mobiles Gerät angebaut oder an diese angeschlossen, muss in den Behältern eine Einrichtung vorhanden sein, die das Entnehmen von Reagensproben ermöglicht. Die Probenahmereinrichtung muss leicht und ohne Spezialwerkzeug zugänglich sein.
- 8.4.6 *Anforderungen an Betrieb und Wartung*
- 8.4.6.1 Voraussetzung für die Typgenehmigung gemäß Artikel 4 Absatz 3 ist, dass jedem Bediener von mobilen Geräten und Maschinen schriftliche Anweisungen bereitgestellt werden, die Folgendes enthalten:
- a) Ausführliche Warnhinweise zu möglichen Fehlfunktionen durch unsachgemäßen Betrieb, Verwendung oder Wartung des eingebauten Motors sowie die jeweiligen Abhilfemaßnahmen;
  - b) ausführliche Warnhinweise zu möglichen Fehlfunktionen des eingebauten Motors durch unsachgemäße Benutzung der Maschine/des Geräts sowie die jeweiligen Abhilfemaßnahmen;
  - c) Hinweise zur ordnungsgemäßen Verwendung des Reagens mit Anleitung zum Nachfüllen des Reagens zwischen den planmäßigen Wartungen;
  - d) einen deutlichen Warnhinweis, dass der Typgenehmigungsbogen für den betreffenden Motortyp nur dann gültig ist, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:
    - i) der Motor wird entsprechend den beigefügten Anweisungen betrieben, verwendet und gewartet;
    - ii) bei unsachgemäßem Betrieb, Verwendung oder Wartung sind umgehend Abhilfemaßnahmen im Sinne der Buchstaben a und b ergriffen worden;
    - iii) der Motor ist nicht vorsätzlich unsachgemäß verwendet worden, insbesondere durch Deaktivierung oder unterlassene Wartung eines AGR oder eines Reagens-Dosiersystems.

Die Anweisungen müssen deutlich und in einer für Laien verständlichen Sprache verfasst sein. Dabei müssen dieselben Begriffe verwendet werden wie im Bedienungshandbuch für die mobile Maschine/das mobile Gerät oder den Motor.

**▼ M6**

- 8.4.7 *Reagens-Füllstandsanzeiger (falls zutreffend)*
- 8.4.7.1 Voraussetzung für die Typgenehmigung gemäß Artikel 4 Absatz 3 ist, dass — je nach Auslegung der mobilen Geräte und Maschinen — der Bediener durch Anzeiger oder sonstige geeignete Mittel über Folgendes informiert wird:
- a) den Füllstand im Reagensbehälter. Sinkt der Füllstand unter 10 % der Behälterkapazität, wird ein zusätzliches spezielles Signal aktiviert.
  - b) Wenn der Reagensbehälter leer oder fast leer ist.
  - c) Wenn das Reagens im Behälter nach den eingebauten Analyseinstrumenten nicht die vom Hersteller angegebenen und in Anhang II Anlage 1 Abschnitt 2.2.1.13 und in Anhang II Anlage 3 Abschnitt 2.2.1.13 aufgeführten Eigenschaften aufweist.
  - d) Wenn die Reagenszufuhr bei Motorbetriebsbedingungen, bei denen keine Dosierung erforderlich ist, unterbrochen wird, ohne dass dies vom Motorsteuergerät oder der Dosiersteuerung veranlasst wird. Diese Betriebsbedingungen müssen der Typgenehmigungsbehörde genannt werden.
- 8.4.7.2 Der Hersteller kann auf eine der folgenden Arten nachweisen, dass das Reagens den angegebenen Eigenschaften und der dazu gehörenden Toleranz für die NO<sub>x</sub>-Emission entspricht:
- a) direkt, z. B. durch Verwendung eines Sensors für die Reagensqualität;
  - b) indirekt, z. B. durch den Einsatz eines NO<sub>x</sub>-Sensors im Auspuff, mit dem die Wirksamkeit des Reagens beurteilt werden kann;
  - c) durch eine beliebige andere Methode, vorausgesetzt, sie ist mindestens ebenso zuverlässig wie die unter a und b genannten Verfahren und die wichtigsten Anforderungen dieses Abschnitts werden eingehalten.

**▼ M8**

- 8.5. **Anforderungen an Einrichtungen zur Begrenzung der NO<sub>x</sub>-Emissionen von Motoren der Stufe IV**
- 8.5.1. Der Hersteller muss ausführliche Angaben über die Funktions- und Betriebsmerkmale der in Anhang II Anlage 1 Abschnitt 2 und in Anhang II Anlage 3 Abschnitt 2 genannten Vorkehrungen zur Begrenzung der NO<sub>x</sub>-Emissionen machen.
- 8.5.2. Die Emissionsminderungsstrategie des Motors muss unter allen auf dem Gebiet der Europäischen Union regelmäßig anzutreffenden Umgebungsbedingungen und insbesondere bei niedrigen Umgebungstemperaturen funktionieren. Diese Anforderung ist nicht auf die Bedingungen beschränkt, unter denen eine Standard-Emissionsminderungsstrategie gemäß Absatz 8.3.2.2 anzuwenden ist.
- 8.5.3. Wenn ein Reagens verwendet wird, muss der Hersteller nachweisen, dass die Ammoniakemission während des NRTC mit Warmstart oder NRSC einen Mittelwert von 10 ppm nicht überschreitet.

**▼M8**

- 8.5.4. Sind Reagensbehälter an eine mobile Maschine bzw. ein mobiles Gerät angebaut oder an diese angeschlossen, muss in den Behältern eine Einrichtung vorhanden sein, die das Entnehmen von Reagensproben ermöglicht. Die Probenahmeeinrichtung muss leicht und ohne Spezialwerkzeug zugänglich sein.
- 8.5.5. Voraussetzung für die Typgenehmigung gemäß Artikel 4 Absatz 3 ist Folgendes:
- a) Jedem Bediener von mobilen Geräten und Maschinen werden schriftliche Wartungsvorschriften bereitgestellt;
  - b) dem Erstausrüster sind Unterlagen über den Einbau des Motors bereitzustellen, die sich auch auf den Einbau der emissionsmindernden Einrichtung beziehen, die Teil des genehmigten Motorentyps ist;
  - c) dem Erstausrüster sind Anweisungen für ein Warnsystem für das Bedienpersonal, für ein Aufforderungssystem und gegebenenfalls für den Frostschutz des Reagens bereitzustellen;
  - d) die Vorschriften über die Anweisungen für das Bedienpersonal, die Einbauunterlagen, das Warnsystem für das Bedienpersonal, das Aufforderungssystem und den Frostschutz des Reagens, die in Anlage 1 dieses Anhangs beschrieben werden, werden eingehalten.
- 8.6. **Prüfbereich für Stufe IV**
- Gemäß Absatz 4.1.2.7 dieses Anhangs dürfen bei Motoren der Stufe IV die im Prüfbereich gemäß Anhang I Anlage 2 genommenen Emissionsproben die Grenzwerte in Tabelle 4.1.2.6 dieses Anhangs nicht um mehr als 100 % überschreiten.
- 8.6.1. *Nachweisanforderungen*
- Der technische Dienst wählt im Prüfbereich nach dem Zufallsprinzip bis zu drei Prüfpunkte für Last und Drehzahl aus. Der technische Dienst legt außerdem nach dem Zufallsprinzip eine Reihenfolge für die Prüfung der Punkte fest. Die Prüfung ist gemäß den wichtigsten Bestimmungen des NRSC-Prüfzyklus durchzuführen, doch ist jeder Prüfpunkt einzeln zu bewerten. An jedem Prüfpunkt müssen die in Abschnitt 8.6 festgelegten Grenzwerte eingehalten werden.
- 8.6.2. *Prüfungsanforderungen*
- Die Prüfung ist unmittelbar im Anschluss an die Einzel-Prüfzyklen gemäß Anhang III durchzuführen.
- Beschließt der Hersteller jedoch gemäß Anhang III Abschnitt 1.2.1, das Verfahren von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96, Änderungsserie 03, anzuwenden, so wird die Prüfung wie folgt durchgeführt:
- a) Die Prüfung ist entweder unmittelbar im Anschluss an die Einzel-Prüfzyklen gemäß Absatz 7.8.1.2 von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96, Änderungsserie 03, Buchstaben a bis e, jedoch vor den Nach-Prüfverfahren gemäß Buchstabe f durchzuführen, oder aber nach der Prüfung im gestuften modalen Zyklus (RMC-Prüfung) von Absatz 7.8.2.2 von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96, Änderungsserie 03, Buchstaben a bis d, jedoch vor den Nach-Prüfverfahren gemäß Buchstabe e.

▼ **M8**

- b) Die Prüfungen sind gemäß Absatz 7.8.1.2 Buchstaben b bis e von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96, Änderungsserie 03, unter Anwendung der Mehrfachfiltermethode (ein Filter für jeden Prüfpunkt) für jeden der drei ausgewählten Prüfpunkte durchzuführen.
- c) Für jeden Prüfpunkt wird ein spezifischer Emissionswert (in g/kWh) berechnet.
- d) Emissionswerte können auf Molbasis gemäß Anlage A.7 oder auf Massensbasis gemäß Anlage A.8 berechnet werden, sollten jedoch mit dem für die Messung bei der Einzelprüfung oder der RMC-Prüfung gewählten Verfahren übereinstimmen.
- e) Für die Summenberechnung der gasförmigen Emissionen sollte  $N_{\text{mode}}$  auf 1 gesetzt sein und ein Wichtungsfaktor von 1 angelegt werden.
- f) Für die Berechnung der Partikelemissionen ist die Mehrfachfiltermethode zu verwenden, und für die Summenberechnung muss  $N_{\text{mode}}$  auf 1 gesetzt sein und ein Wichtungsfaktor von 1 verwendet werden.

8.7. **Prüfung der Gasemissionen aus dem Kurbelgehäuse für Motoren der Stufe IV**

8.7.1. Eine Kurbelgehäuseemission direkt in die Umgebungsluft ist nicht zulässig, abgesehen von der Ausnahme in Absatz 8.7.3.

8.7.2. Motoren dürfen Kurbelgehäuseemissionen während des gesamten Betriebs vor Durchströmen einer beliebigen Abgasnachbehandlungseinrichtung in den Auspuff leiten.

8.7.3. Motoren mit Turbolader, Pumpen, Gebläse oder Auflader für die Luftansaugung dürfen Kurbelgehäuseemissionen in die Umgebungsluft freigeben. In einem solchen Fall sind die Kurbelgehäuseemissionen den Auspuffemissionen (physikalisch oder rechnerisch) während der gesamten Dauer der Emissionsprüfungen gemäß Absatz 8.7.3.1 dieses Abschnitts hinzuzufügen.

8.7.3.1. Kurbelgehäuseemissionen

Eine Kurbelgehäuseemission direkt in die Umgebungsluft ist nicht zulässig, abgesehen von folgender Ausnahme: 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) hinzugefügt 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.

**▼ M8**

- c) Im Laboraufbau müssen die Rohrleitungen des Kurbelgehäuses den Angaben des Herstellers für den Gegen-  
druck im Kurbelgehäuse entsprechen.
- d) Die Entlüftungsrohre des Kurbelgehäuses müssen mit dem Rohabgassystem unterhalb aller Nachbehandlungssysteme und einer etwaigen Abgasdrossel sowie hinreichend oberhalb 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.

- 9. AUSWAHL DER MOTORENLEISTUNGSKATEGORIE
- 9.1. Für die Feststellung der Übereinstimmung von Motoren mit variabler Drehzahl gemäß Abschnitt 1.A. i und Abschnitt 1.A. iv dieses Anhangs mit den in Abschnitt 4 dieses Anhangs genannten Emissionsgrenzwerten müssen diese Motoren ausgehend vom Höchstwert der gemäß Absatz 2.4 von Anhang I gemessenen Nutzleistung Leistungsbereichen zuteilt werden.
- 9.2. Bei anderen Motorentypen ist der Nennwert der Nutzleistung zu verwenden.

▼ **M8***Anlage 1***Vorschriften zur Gewährleistung des ordnungsgemäßen Arbeitens von Einrichtungen zur Begrenzung der NO<sub>x</sub>-Emissionen****1. Einleitung**

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 Motoren, die mit einem Reagens arbeiten, um Emissionen zu reduzieren.

**1.1. Begriffsbestimmungen und Abkürzungen**

„Diagnosesystem für NO<sub>x</sub>-Emissionen (NCD)“: ein Motorsystem, das zu Folgendem dient:

- a) Erkennung einer Funktionsstörung des NO<sub>x</sub>-Emissionsminderungssystems;
- b) Bestimmung der wahrscheinlichen Ursache von Funktionsstörungen des NO<sub>x</sub>-Emissionsminderungssystems anhand von im Bordrechner gespeicherten Daten und/oder durch Auslesen dieser Daten in ein Gerät außerhalb des Fahrzeugs;

„Funktionsstörung des NO<sub>x</sub>-Emissionsminderungssystems (NCM)“: ein Versuch, das NO<sub>x</sub>-Emissionsminderungssystem eines Motors zu manipulieren oder eine Funktionsstörung, die dieses System beeinflusst und auf einen Manipulationsversuch zurückgeht; dieser Richtlinie zufolge muss die Entdeckung einer solchen Funktionsstörung zur Aktivierung eines Warnsignals oder eines Aufforderungssystems führen.

„Diagnose-Fehlercode (DTC)“: eine numerische oder alphanumerische Zeichenfolge zur Kennzeichnung einer Funktionsstörung des NO<sub>x</sub>-Emissionsminderungssystems;

„bestätigter und aktiver Fehlercode“: ein Fehlercode, der so lange gespeichert bleibt, wie das NCD-System eine Funktionsstörung erkennt;

„Lesegerät“: externes Prüfgerät, das mit dem NCD-System kommunizieren kann;

„NCD-Motorenfamilie“: eine vom Hersteller vorgenommene Gruppierung von Motorsystemen, bei denen NCM-Funktionsstörungen nach den gleichen Methoden erkannt und diagnostiziert werden.

**2. Grundsätzliche Anforderungen**

Das Motorsystem muss mit einem Diagnosesystem für NO<sub>x</sub>-Emissionen (NCD) ausgerüstet sein, das geeignet ist, die in diesem Anhang genannten Funktionsstörungen des NO<sub>x</sub>-Emissionsminderungssystems (NCMs) zu erkennen. Jedes von diesem Abschnitt erfasste Motorsystem muss so konstruiert, gefertigt 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 Nutzlebensdauer gemäß Anhang III Anlage 5 Absatz 3.1 dieser Richtlinie hinausgeht, die Leistung und Empfindlichkeit des Diagnosesystems für NO<sub>x</sub>-Emissionen (NCD) gemindert ist, so dass die in diesem Anhang festgelegten Grenzwerte überschritten werden können, bevor das Warn- und/oder Aufforderungssystem aktiviert wird/werden.

**2.1. Verlangte Informationen**

- 2.1.1. Arbeitet die Emissionsminderungseinrichtung mit einem Reagens, so müssen die Eigenschaften dieses Reagens (Art, Konzentration in Lösung, Betriebstemperatur, Verweise auf internationale Normen für die Zusammensetzung und Qualität) vom Hersteller in Anhang II Anlage 1 Abschnitt 2.2.1.13 sowie Anhang II Anlage 3 Abschnitt 2.2.1.13 angegeben werden.

▼ **M8**

2.1.2. Der Genehmigungsbehörde sind zum Zeitpunkt des Antrags auf Typgenehmigung ausführliche schriftliche Angaben über die Funktions- und Betriebsmerkmale des Warnsystems für das Bedienpersonal gemäß Abschnitt 4 und des Aufforderungssystems für das Bedienpersonal gemäß Abschnitt 5 zu übermitteln.

2.1.3. Der Hersteller muss Einbauunterlagen vorlegen, die bei Verwendung durch den Erstausrüster gewährleisten, dass der Motor einschließlich der emissionsmindernden Einrichtung, die Teil des genehmigten Motorentyps ist, nach Einbau in die Maschine so mit den notwendigen Maschinenteilen zusammenarbeitet, dass die Anforderungen dieses Anhangs eingehalten werden. Diese Unterlagen müssen die detaillierten technischen Anforderungen sowie die Vorschriften für das Motorsystem (Software, Hardware und Kommunikationssysteme) umfassen, die für den korrekten Einbau des Motorsystems in die Maschine erforderlich sind.

2.2. *Betriebsbedingungen*

2.2.1. Das Diagnosesystem für NO<sub>x</sub>-Emissionen muss bei folgenden Bedingungen einsatzfähig sein:

- a) Umgebungstemperaturen zwischen 266 K und 308 K (-7 °C und 35 °C);
- b) allen Höhenlagen unter 1 600 m;
- c) Motorkühlmitteltemperaturen über 343 K (70 °C).

Dieser Abschnitt gilt nicht für die Überwachung des Füllstands des Reagensbehälters, die unter allen Bedingungen, unter denen die Messung technisch durchführbar ist, vorzunehmen ist (z. B. bei allen Bedingungen, bei denen ein flüssiges Reagensmittel nicht gefroren ist).

2.3. *Frostschutz des Reagens*

2.3.1. Der Reagensbehälter und das Dosiersystem können beheizt oder nicht beheizt sein. Ein beheiztes System muss den Anforderungen in Abschnitt 2.3.2 entsprechen. Ein nicht beheiztes System muss den Anforderungen in Abschnitt 2.3.3 entsprechen.

2.3.1.1. Die Verwendung eines nicht beheizten Reagensbehälters und Dosiersystems ist in den schriftlichen Anweisungen an den Maschinenbesitzer anzugeben.

2.3.2. Reagensbehälter und Dosiersystem

2.3.2.1. Wenn das Reagens gefroren ist, muss es innerhalb von maximal 70 Minuten, nachdem der Motor bei einer Umgebungstemperatur von 266 K (- 7 °C) angelassen wurde, zur Verwendung bereitstehen.

2.3.2.2. Auslegungskriterien für ein beheiztes System

Ein beheiztes System muss so ausgelegt sein, dass es bei der Prüfung gemäß dem festgelegten Verfahren die Leistungsanforderungen dieses Abschnitts erfüllt.

2.3.2.2.1. Der Reagensbehälter und das Dosiersystem werden für 72 Stunden oder bis das Reagens fest geworden ist (je nachdem, was zuerst eintritt) auf 255 K (- 18 °C) abgekühlt.

2.3.2.2.2. Nach der in Abschnitt 2.3.2.2.1 angegebenen Abkühlzeit ist die Maschine/der Motor anzulassen und bei einer Umgebungstemperatur von 266 K (- 7 °C) folgendermaßen zu betreiben:

- a) 10 bis 20 Minuten im Leerlauf,
- b) danach bis zu 50 Minuten bei maximal 40 Prozent der Last.

▼ **M8**

- 2.3.2.2.3. Am Ende des Prüfverfahrens gemäß Abschnitt 2.3.2.2.2 muss das Reagens-Dosiersystem voll funktionsfähig sein.
- 2.3.2.3. Die Beurteilung der Auslegungskriterien kann in einem Kälteprüfraum durchgeführt werden, unter Verwendung einer vollständigen Maschine oder von Bauteilen, die repräsentativ für die an der Maschine zu installierenden Bauteile sind, oder ausgehend von Betriebsprüfungen.
- 2.3.3. Aktivierung des Warn- und Aufforderungssystems für das Bedienpersonal für ein nicht beheiztes System
- 2.3.3.1. Das in Abschnitt 4 beschriebene Warnsystem für das Bedienpersonal wird aktiviert, wenn bei einer Umgebungstemperatur von  $\leq 266$  K ( $-7$  °C) keine Reagensdosierung auftritt.
- 2.3.3.2. Das in Abschnitt 5.4 beschriebene starke Aufforderungssystem wird aktiviert, wenn bei einer Umgebungstemperatur von  $\leq 266$  K ( $-7$  °C) nach maximal 70 Minuten nach Anlassen des Motors keine Reagensdosierung auftritt.
- 2.4. *Diagnoseanforderungen*
- 2.4.1. Das Diagnosesystem für NO<sub>x</sub>-Emissionen (NCD) muss geeignet sein, mithilfe von rechnergespeicherten Diagnosefehlercodes (DTCs) die in diesem Anhang genannten Funktionsstörungen des NO<sub>x</sub>-Emissionsminderungssystems (NCMs) zu erkennen sowie diese Informationen nach außen zu übermitteln.
- 2.4.2. Anforderungen an die Aufzeichnung von Diagnosefehlercodes (DTCs)
- 2.4.2.1. Das NCD-System muss für jede einzelne Funktionsstörung des NO<sub>x</sub>-Emissionsminderungssystems (NCM) einen DTC aufzeichnen.
- 2.4.2.2. Das NCD muss innerhalb von 60 Minuten Motorbetriebszeit feststellen, ob eine erkennbare Funktionsstörung vorliegt. Ist das der Fall, so ist ein „bestätigter und aktiver DTC“ zu speichern, und das Warnsystem ist nach Absatz 4 zu aktivieren.
- 2.4.2.3. In Fällen, in denen mehr als 60 Minuten Betriebszeit erforderlich sind, damit die Überwachungseinrichtungen eine NCM ordnungsgemäß erkennen und bestätigen (z. B. bei Überwachungseinrichtungen, die mit statistischen Verfahren arbeiten oder den Verbrauch von Betriebsflüssigkeiten der Maschine erfassen), kann die Genehmigungsbehörde für die Überwachung einen längeren Zeitraum zulassen, wenn der Hersteller belegt (etwa durch technische Argumentation, Versuchsergebnisse oder eigene Erfahrung) dass ein längerer Zeitraum notwendig ist.
- 2.4.3. Anforderungen an das Löschen von Diagnosefehlercodes (DTCs)
- a) DTCs dürfen durch das NCD-System so lange nicht vom Speicher des Rechners gelöscht werden, bis die dem DTC zugrunde liegende Störung behoben wurde.
- b) Das NCD-System kann alle DTCs auf Veranlassung eines vom Motorenhersteller auf Anfrage zur Verfügung gestellten firmeneigenen Lesegeräts oder Wartungswerkzeugs oder unter Verwendung eines vom Motorenhersteller gelieferten Zugangsschlüssels löschen.
- 2.4.4. Ein NCD-System darf nicht so programmiert oder konzipiert sein, dass Teile davon oder das Gesamtsystem während der Lebensdauer der Maschine in Abhängigkeit vom Alter oder der Laufleistung des Motors deaktiviert werden, und in ihm darf kein Algorithmus und keine Strategie implementiert sein, der/die seine Wirkung mit der Zeit herabsetzt.

**▼ M8**

2.4.5. Alle umprogrammierbaren Rechnercodes oder Betriebsparameter des NCD-Systems müssen gegen unbefugte Eingriffe gesichert sein.

2.4.6. NCD-Motorenfamilie

Für die Zusammensetzung einer NCD-Motorenfamilie ist der Hersteller verantwortlich. Die Zusammensetzung einer NCD-Motorenfamilie wird vom Hersteller nach fachlichem Ermessen und im Einvernehmen mit der Genehmigungsbehörde bestimmt.

Motoren, die nicht derselben Motorenfamilie angehören, können dennoch derselben NCD-Motorenfamilie angehören.

2.4.6.1. Merkmale zur Bestimmung einer NCD-Motorenfamilie

Eine NCD-Motorenfamilie lässt sich anhand einer Reihe grundlegender Konstruktionsmerkmale definieren, in denen die zu einer solchen Familie gehörenden Motorsysteme übereinstimmen müssen.

Motorsysteme können ein und derselben NCD-Motorenfamilie hinsichtlich der Emissionen zugeordnet werden, wenn sie in den nachfolgend aufgeführten wesentlichen Merkmalen übereinstimmen:

- a) emissionsmindernde Einrichtungen,
- b) NCD-Überwachungsverfahren,
- c) Kriterien für die NCD-Überwachung,
- d) Merkmale der Überwachung (wie Überwachungshäufigkeit).

Die Übereinstimmung ist vom Hersteller durch technische Analyse oder mit anderen geeigneten Mitteln und im Einvernehmen mit der Genehmigungsbehörde nachzuweisen.

Der Hersteller kann die Genehmigung leichter Abweichungen in den Verfahren zur Überwachung/Diagnose des NCD-Systems beantragen, wenn diese durch unterschiedliche Motorkonfigurationen bedingt sind, die Verfahren seiner Ansicht nach aber ähnlich sind und sich nur unterscheiden, um besonderen Merkmalen der fraglichen Bauteile gerecht zu werden (z. B. Größe, Abgasstrom usw.) oder wenn die Ähnlichkeiten nach bestem fachlichem Ermessen festgestellt wurden.

### 3. **Wartungsanforderungen**

3.1. Der Hersteller muss allen Besitzern neuer Motoren oder neuer Maschinen schriftliche Anweisungen über das Emissionsminderungssystem und seine ordnungsgemäße Funktion zur Verfügung stellen oder zur Verfügung stellen lassen.

Aus diesen Anweisungen muss hervorgehen, dass das Warnsystem dem Bedienpersonal ein Problem angezeigt, wenn das Emissionsminderungssystem nicht ordnungsgemäß arbeitet, und dass bei Ignorieren dieser Warnung die Aktivierung des Aufforderungssystems für das Bedienpersonal darin resultiert, dass die Maschine nicht in der Lage ist, ihre Aufgaben durchzuführen.

3.2. In den Anweisungen ist anzugeben, wie die Motoren ordnungsgemäß zu betreiben und zu warten sind, um ihre Emissionsminderungsleistung beizubehalten, und gegebenenfalls, ob und welche selbstverbrauchenden Reagenzien zu verwenden sind.

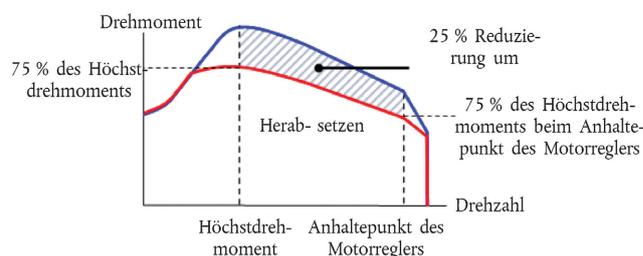
**▼ M8**

- 3.3. Die Anweisungen müssen deutlich und in einer für Laien verständlichen Sprache verfasst sein. Dabei müssen dieselben Begriffe verwendet werden wie in der Betriebsanleitung für die mobile Maschine/das mobile Gerät oder den Motor.
- 3.4. In den Anweisungen ist anzugeben, ob ein selbstverbrauchendes Reagens vom Bedienpersonal zwischen den planmäßigen Wartungen nachgefüllt werden muss. In den Anweisungen muss ferner die erforderliche Reagensqualität angegeben sein. In ihnen muss auch beschrieben sein, wie der Reagensbehälter vom Bedienpersonal zu befüllen ist. Aus diesen Informationen muss ferner hervorgehen, mit welchem Reagensverbrauch beim jeweiligen Motorentyp 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 der Motor den Anforderungen für die Erteilung der Typgenehmigung für diesen Motorentyp entspricht.
- 3.6. In den Anweisungen ist zu erläutern, wie das Warnsystem für das Bedienpersonal und das Aufforderungssystem für das Bedienpersonal funktionieren. Ferner sind die Folgen hinsichtlich der Leistung 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. Warnsystem für das Bedienpersonal**
- 4.1. Die Maschine muss über ein Warnsystem für das Bedienpersonal verfügen, welches das Bedienpersonal durch optische Signale darauf aufmerksam macht, dass der Reagensfüllstand niedrig ist, die Reagensqualität unzureichend ist, die Reagenszufuhr unterbrochen ist oder dass eine Fehlfunktion im Sinne von Absatz 9 erkannt wurde, die das Aufforderungssystem für das Bedienpersonal aktiviert, wenn sie nicht rechtzeitig behoben wird. Das Warnsystem muss auch aktiv bleiben, nachdem das in Absatz 5 beschriebene Aufforderungssystem für das Bedienpersonal aktiviert wurde.
- 4.2. Der Warnhinweis muss sich von demjenigen unterscheiden, der für den Hinweis auf eine Funktionsstörung oder auf sonstige notwendige Wartungsarbeiten am Motor verwendet wird; es kann jedoch dasselbe Warnsystem verwendet werden.
- 4.3. Das Warnsystem für das Bedienpersonal kann aus einer oder mehreren Leuchten bestehen oder kurze Warnhinweise anzeigen, darunter solche, die deutlich auf Folgendes hinweisen:
- die Zeit bis zur Aktivierung der schwachen und/oder starken Aufforderung,
  - den Umfang der schwachen und/oder starken Aufforderung, z. B. den Grad der Drehmomentreduzierung,
  - die Bedingungen, unter denen sich die Maschine wieder starten lässt.
- Werden Meldungen angezeigt, so kann das System für die Anzeige dieser Meldungen dasselbe sein wie das für andere Wartungszwecke genutzte System.
- 4.4. Der Hersteller kann festlegen, dass das Warnsystem ein akustisches Signal abgeben soll, um das Bedienpersonal aufmerksam zu machen. Die Abschaltung von akustischen Signalen durch das Bedienpersonal ist zulässig.
- 4.5. Das Warnsystem für das Bedienpersonal wird gemäß den Abschnitten 2.3.3.1, 6.2, 7.2, 8.4, bzw. 9.3 aktiviert.
- 4.6. Das Warnsystem für das Bedienpersonal muss sich deaktivieren, wenn die Voraussetzungen für seine Aktivierung nicht mehr gegeben sind. Das Warnsystem für das Bedienpersonal darf nur dann automatisch deaktiviert werden, wenn die Ursache seiner Aktivierung beseitigt wurde.

**▼ M8**

- 4.7. Das Warnsystem darf durch andere Warnsignale vorübergehend unterbrochen werden, sofern diese wichtige sicherheitsbezogene Hinweise anzeigen.
- 4.8. Die Verfahren für die Aktivierung und Deaktivierung des Warnsystems für das Bedienpersonal sind in Abschnitt 11 beschrieben.
- 4.9. Ein Hersteller, der einen Antrag auf Typgenehmigung nach dieser Richtlinie stellt, muss die Funktionsweise des Warnsystems für das Bedienpersonal gemäß Abschnitt 11 nachweisen.
5. **Aufforderungssystem für das Bedienpersonal**
- 5.1. Die Maschine muss über ein Aufforderungssystem für das Bedienpersonal verfügen, dem eines der folgenden Prinzipien zugrunde liegt:
- 5.1.1. ein zweistufiges Aufforderungssystem, welches mit einer schwachen Aufforderung (einer Leistungseinschränkung) beginnt, auf die eine starke Aufforderung (effektive Deaktivierung des Maschinenbetriebs) folgt;
- 5.1.2. ein einstufiges System der starken Aufforderung (effektive Deaktivierung des Maschinenbetriebs), welches unter den Bedingungen einer schwachen Aufforderung aktiviert wird gemäß den Abschnitten 6.3.1, 7.3.1, 8.4.1 und 9.4.1.
- 5.2. Mit vorheriger Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde kann der Motor mit einer Funktion ausgestattet werden, mit der im Falle eines von einer nationalen oder regionalen Regierung, deren Notdiensten oder Streitkräften festgestellten Notfalls das Aufforderungssystem für das Bedienpersonal deaktiviert werden kann.
- 5.3. *Schwache Aufforderung*
- 5.3.1. Die schwache Aufforderung muss sich aktivieren, wenn eine der in den Abschnitten 6.3.1, 7.3.1, 8.4.1 und 9.4.1 genannten Bedingungen eingetreten ist.
- 5.3.2. Die schwache Aufforderung muss das verfügbare Höchstdrehmoment des Motordrehzahlbereichs allmählich um mindestens 25 Prozent zwischen der Drehzahl bei maximalem Drehmoment und der Abregeldrehzahl wie in Anlage 1 beschrieben reduzieren. Die Drehmomentreduzierung muss mindestens 1 % pro Minute betragen.
- 5.3.3. Andere Möglichkeiten der Aufforderung dürfen angewendet werden, wenn gegenüber der Typgenehmigungsbehörde nachgewiesen wurde, dass die gleichen oder strengere Anforderungen erfüllt werden.

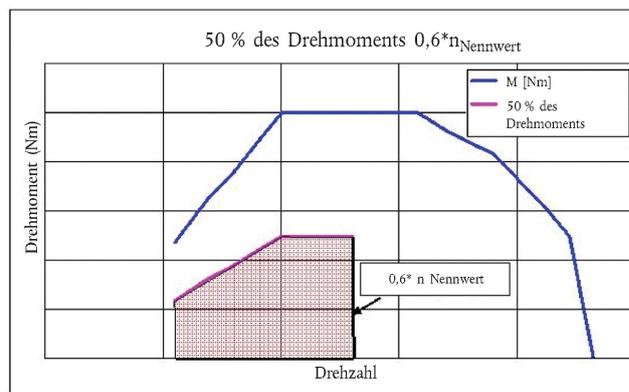
Abbildung 1

**Schema der Drehmomentreduzierung der schwachen Aufforderung**

▼ **M8**

- 5.4. *Starke Aufforderung*
- 5.4.1. Die starke Aufforderung muss sich aktivieren, wenn eine der in den Abschnitten 2.3.3.2, 6.3.2, 7.3.2, 8.4.2 und 9.4.2 genannten Bedingungen eingetreten ist.
- 5.4.2. Die starke Aufforderung muss die Funktion der Maschine bis zu einem Niveau reduzieren, das sich so erschwerend auswirkt, dass das Bedienpersonal die in den Abschnitten 6 bis 9 behandelten Probleme beheben muss. Die folgenden Strategien sind zulässig:
- 5.4.2.1. Das Drehmoment zwischen der Drehzahl bei maximalem Drehmoment und der Abregeldrehzahl ist allmählich vom Drehmoment der schwachen Aufforderung in Abbildung 1 um mindestens 1 % pro Minute bis auf höchstens 50 % des Höchstdrehmoments zu reduzieren; die Motordrehzahl ist allmählich auf höchstens 60 % der Nenn Drehzahl innerhalb des gleichen Zeitraums wie die Drehmomentreduzierung gemäß Abbildung 2 zu reduzieren.

Abbildung 2

**Schema der Drehmomentreduzierung der starken Aufforderung**

- 5.4.2.2. Andere Möglichkeiten der Aufforderung dürfen angewendet werden, wenn gegenüber der Typgenehmigungsbehörde nachgewiesen wurde, dass die gleichen oder strengere Anforderungen erfüllt werden.
- 5.5. Damit Sicherheitsaspekten Rechnung getragen und eine Selbstheilungsdiagnose ermöglicht wird, ist zum Erreichen der vollen Motorleistung die Verwendung einer Übersteuerungsfunktion in Bezug auf das Aufforderungssystem zulässig, vorausgesetzt,
- sie ist nicht länger als 30 Minuten aktiviert, und
  - ihr Einsatz beschränkt sich in jedem Zeitraum, in dem das Aufforderungssystem für das Bedienpersonal aktiviert ist, auf drei Aktivierungen.
- 5.6. Das Aufforderungssystem für das Bedienpersonal muss sich deaktivieren, wenn die Voraussetzungen für seine Aktivierung nicht mehr gegeben sind. Das Aufforderungssystem für das Bedienpersonal darf nur dann automatisch deaktiviert werden, wenn die Ursache seiner Aktivierung beseitigt wurde.
- 5.7. Die Verfahren zur Aktivierung und Deaktivierung des Aufforderungssystems für das Bedienpersonal sind in Abschnitt 11 ausführlich beschrieben.
- 5.8. Ein Hersteller, der einen Antrag auf Typgenehmigung nach dieser Richtlinie stellt, muss die Funktionsweise des Aufforderungssystems für das Bedienpersonal gemäß Abschnitt 11 nachweisen.

▼ **M8****6. Verfügbarkeit des Reagens**6.1. *Anzeige des Reagensfüllstands*

Die Maschine muss über eine Anzeige verfügen, die das Bedienpersonal 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 Warnsystem für das Bedienpersonal, auf das in Abschnitt 4 verwiesen wird, aktiviert. Die Reagensfüllstandsanzeige kann in Form einer analogen oder digitalen Anzeige vorhanden sein und kann den Füllstand als Anteil des Fassungsvermögens des Tanks, die Menge des verbleibenden Reagens oder die geschätzte verbleibende Anzahl an Betriebsstunden anzeigen.

6.2. *Aktivierung des Warnsystems für das Bedienpersonal*

6.2.1. Das in Abschnitt 4 angegebene Warnsystem für das Bedienpersonal muss sich aktivieren, wenn der Füllstand des Reagens weniger als 10 % des Fassungsvermögens des Reagensbehälters beträgt, oder bei einem höheren vom Hersteller festgelegten Prozentsatz.

6.2.2. Der Warnhinweis und die Reagensfüllstandsanzeige müssen dem Bedienpersonal 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 für das Bedienpersonal braucht zunächst nicht ununterbrochen aktiviert zu werden (z. B. muss ein Hinweis nicht ununterbrochen angezeigt 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 Aufforderungssystem für das Bedienpersonal aktiviert wird (z. B. die Frequenz, mit der eine Lampe aufleuchtet). Es muss sich bis auf ein vom Hersteller festgelegtes Niveau steigern, an dem das Bedienpersonal eine Meldung erhält, die an dem Punkt, an dem sich das Aufforderungssystem für das Bedienpersonal gemäß Abschnitt 6.3 aktiviert, hinreichend auffälliger ist, als an dem Punkt, an dem das Warnsystem sich zuerst aktiviert hat.

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 Warnsystem für das Bedienpersonal 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 Aufforderungssystems für das Bedienpersonal*

6.3.1. Die in Abschnitt 5.3 beschriebene schwache Aufforderung muss sich 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 Abschnitt 5.4 beschriebene starke Aufforderung muss sich aktivieren, wenn der Reagensbehälter leer ist (d. h. wenn das Dosiersystem nicht mehr in der Lage ist, Reagens aus dem Behälter zu beziehen) oder, nach Ermessen des Herstellers, wenn der Füllstand unter 2,5 % seines nominalen Fassungsvermögens sinkt.

6.3.3. Mit Ausnahme des in Abschnitt 5.5 erlaubten Umfangs darf sich die schwache oder starke Aufforderung für das Bedienpersonal erst dann abschalten lassen, wenn das Reagens bis zu einem Füllstand nachgefüllt worden ist, der nicht die Aktivierung des Aufforderungssystems erfordert.

**▼ M8**

- 7. Überwachung der Reagensqualität**
- 7.1. Der Motor oder die Maschine muss über eine Möglichkeit verfügen, um das Vorhandensein eines unzureichenden Reagens in einer Maschine zu ermitteln.
- 7.1.1. Der Hersteller muss eine minimal akzeptable Reagenskonzentration  $CD_{min}$  festlegen, die bedingt, dass die  $NO_x$ -Emissionen den Grenzwert von 0,9 g/kWh nicht überschreiten
- 7.1.1.1. Der korrekte Wert von  $CD_{min}$  ist während der Typgenehmigung durch das in Abschnitt 12 festgelegte Verfahren nachzuweisen und in der erweiterten Dokumentation gemäß Anhang I Abschnitt 8 aufzuzeichnen.
- 7.1.2. Jede Reagenskonzentration unter  $CD_{min}$  ist zu ermitteln und gilt für die Zwecke von Abschnitt 7.1 als unzureichendes Reagens.
- 7.1.3. Ein bestimmter Zähler („der Zähler für Reagensqualität“) ist der Reagensqualität zuzuordnen. Der Zähler für Reagensqualität zählt die Motorbetriebsstunden, in denen ein unzureichendes Reagens verwendet wurde.
- 7.1.3.1. Wahlweise kann der Hersteller die Fehlfunktion der Reagensqualität mit einer oder mehreren der in den Abschnitten 8 und 9 aufgeführten Fehlfunktionen auf einem einzelnen Zähler zusammenfassen.
- 7.1.4. Die Aktivierungs- und Deaktivierungskriterien und -mechanismen des Zählers für Reagensqualität sind in Abschnitt 11 beschrieben.
- 7.2. *Aktivierung des Warnsystems für das Bedienpersonal*
- Wenn das Überwachungssystem bestätigt, dass die Reagensqualität unzureichend ist, aktiviert sich das in Abschnitt 4 beschriebene Warnsystem für das Bedienpersonal. Wenn das Warnsystem ein System zur Anzeige von Warnhinweisen beinhaltet, muss ein deutlicher Warnhinweis mit dem Grund der Warnung angezeigt werden (z. B. „falscher Harnstoff erkannt“, „falsches AdBlue erkannt“ oder „falsches Reagens erkannt“).
- 7.3. *Aktivierung des Aufforderungssystems für das Bedienpersonal*
- 7.3.1. Die in Abschnitt 5.3 beschriebene schwache Aufforderung muss sich aktivieren, wenn die Reagensqualität nicht innerhalb von 10 Motorbetriebsstunden nach der Aktivierung des in Abschnitt 7.2 beschriebenen Warnsystems für das Bedienpersonal berichtet wurde.
- 7.3.2. Die in Abschnitt 5.4 beschriebene starke Aufforderung muss sich aktivieren, wenn die Reagensqualität nicht innerhalb von 20 Motorbetriebsstunden nach der Aktivierung des in Abschnitt 7.2 beschriebenen Warnsystems für das Bedienpersonal berichtet wurde.
- 7.3.3. Die Zahl der Stunden vor der Aktivierung des Aufforderungssystems ist im Fall eines wiederholten Auftretens der Fehlfunktion gemäß den in Abschnitt 11 beschriebenen Mechanismen zu reduzieren.
- 8. Dosierung des Reagens**
- 8.1. Der Motor muss mit einer Einrichtung ausgestattet sein, die die Unterbrechung der Reagensdosierung erfasst.

▼ **M8**

- 8.2. *Zähler für die Dosierung des Reagens*
- 8.2.1. Für die Dosierung des Reagens ist ein bestimmter Zähler vorzusehen (der „Zähler für die Dosierung“). Der Zähler muss die Zahl der Motorbetriebsstunden zählen, während derer eine Unterbrechung der Dosierung des Reagens auftritt. Dies ist nicht erforderlich, wenn die Unterbrechung vom elektronischen Motorsteuergerät veranlasst wird, weil die Emissionsminderungsleistung unter den momentanen Betriebsbedingungen der Maschine keine Reagensdosierung erfordert.
- 8.2.1.1. Wahlweise kann der Hersteller die Fehlfunktion der Reagensdosierung mit einer oder mehreren der in den Abschnitten 7 und 9 aufgeführten Fehlfunktionen auf einem einzelnen Zähler zusammenfassen.
- 8.2.2. Die Aktivierungs- und Deaktivierungskriterien und -mechanismen des Zählers für die Reagensdosierung sind in Abschnitt 11 beschrieben.
- 8.3. *Aktivierung des Warnsystems für das Bedienpersonal*
- Das in Abschnitt 4 beschriebene Warnsystem für das Bedienpersonal muss sich aktivieren, wenn die Dosierung unterbrochen wird, was gemäß Abschnitt 8.2.1 den Zähler für die Reagensdosierung aktiviert. Wenn das Warnsystem ein System zur Anzeige von Warnhinweisen beinhaltet, muss ein deutlicher Warnhinweis mit dem Grund der Warnung angezeigt werden (z. B. „Störung der Harnstoffzufuhr“, „Störung der AdBlue-Zufuhr“ oder „Störung der Reagensdosierung“).
- 8.4. *Aktivierung des Aufforderungssystems für das Bedienpersonal*
- 8.4.1. Die in Abschnitt 5.3 beschriebene schwache Aufforderung muss sich aktivieren, wenn eine Unterbrechung der Reagensdosierung nicht innerhalb von höchstens 10 Motorbetriebsstunden nach der Aktivierung des in Abschnitt 8.3 beschriebenen Warnsystems für das Bedienpersonal behoben wurde.
- 8.4.2. Die in Abschnitt 5.4 beschriebene starke Aufforderung muss sich aktivieren, wenn eine Unterbrechung der Reagensdosierung nicht innerhalb von höchstens 20 Motorbetriebsstunden nach der Aktivierung des in Abschnitt 8.3 beschriebenen Warnsystems für das Bedienpersonal behoben wurde.
- 8.4.3. Die Zahl der Stunden vor der Aktivierung der Aufforderungssysteme ist im Fall eines wiederholten Auftretens der Fehlfunktion gemäß den in Abschnitt 11 beschriebenen Mechanismen zu reduzieren.
9. **Überwachungsfehler, die auf Manipulation zurückzuführen sein könnten**
- 9.1. Zusätzlich zu dem Reagens-Füllstand im Behälter, der Reagensqualität und der Unterbrechung der Reagenszufuhr werden die folgenden Fehler überwacht, da sie auf Manipulation zurückzuführen sein könnten:
- i) gestörtes AGR-Ventil;
  - ii) Fehler des Diagnosesystems für NO<sub>x</sub>-Emissionen (NCD) gemäß Abschnitt 9.2.1.
- 9.2. *Überwachungsanforderungen*
- 9.2.1. Das Diagnosesystem für NO<sub>x</sub>-Emissionen (NCD) ist auf elektrische Störungen und auf die Entfernung oder Deaktivierung von Sonden hin zu überwachen, durch die die Diagnose weiterer Fehler nach den Abschnitten 6 bis 8 unmöglich wird (Bauteilüberwachung).

▼ **M8**

Eine nicht erschöpfende Liste an Sonden, deren Deaktivierung die Diagnoseleistung beeinträchtigt, umfasst beispielsweise solche, die die  $\text{NO}_x$ -Konzentration direkt messen, Ureasonden, 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 der dem gestörten AGR-Ventil entsprechende Diagnose-Fehlercode aktiviert ist.
- 9.2.2.1.1. Wahlweise kann der Hersteller den Fehler „gestörtes AGR-Ventil“ mit einem oder mehreren der in den Abschnitten 7, 8 und 9.2.3 aufgeführten Fehlfunktionen auf einem einzelnen Zähler zusammenfassen.
- 9.2.2.2. Die Aktivierungs- und Deaktivierungskriterien und -mechanismen des Zählers für das AGR-Ventil sind in Abschnitt 11 beschrieben.
- 9.2.3. NCD-System-Zähler
- 9.2.3.1. Jedem der in Abschnitt 9.1 ii genannten Überwachungsfehler ist ein bestimmter Zähler zuzuordnen. Die NCD-System-Zähler müssen die Zahl der Motorbetriebsstunden zählen, wenn bestätigt wird, dass der Diagnose-Fehlercode, der einer Fehlfunktion des NCD-Systems zugeordnet ist, aktiviert ist. Die Zusammenfassung mehrerer Fehlfunktionen auf einen einzelnen Zähler ist zulässig.
- 9.2.3.1.1. Wahlweise kann der Hersteller die Fehlfunktion des NCD-Systems mit einer oder mehreren der in den Abschnitten 7, 8 und 9.2.2 aufgeführten Fehlfunktionen auf einem einzelnen Zähler zusammenfassen.
- 9.2.3.2. Die Aktivierungs- und Deaktivierungskriterien und -mechanismen des/der Zähler(s) für das NCD-System sind in Abschnitt 11 beschrieben.
- 9.3. *Aktivierung des Warnsystems für das Bedienpersonal*
- Das in Abschnitt 4 beschriebene Warnsystem für das Bedienpersonal muss sich aktivieren, wenn einer der in Abschnitt 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 Aufforderungssystems für das Bedienpersonal*
- 9.4.1. Die in Abschnitt 5.3 beschriebene schwache Aufforderung muss sich aktivieren, wenn ein in Abschnitt 9.1 beschriebener Fehler nicht innerhalb von höchstens 36 Motorbetriebsstunden nach der Aktivierung des in Abschnitt 9.3 beschriebenen Warnsystems für das Bedienpersonal behoben wurde.
- 9.4.2. Die in Abschnitt 5.4 beschriebene starke Aufforderung muss sich aktivieren, wenn ein in Abschnitt 9.1 beschriebener Fehler nicht innerhalb von höchstens 100 Motorbetriebsstunden nach der Aktivierung des in Abschnitt 9.3 beschriebenen Warnsystems für das Bedienpersonal 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 Abschnitt 11 beschriebenen Mechanismen zu reduzieren.
- 9.5. Alternativ zu den Vorschriften in Abschnitt 9.2 dürfen die Hersteller eine  $\text{NO}_x$ -Sonde verwenden, die sich in den Auspuffabgasen befindet. In diesem Fall gilt:

— der  $\text{NO}_x$ -Wert darf 0,9 g/kWh nicht überschreiten,

**▼M8**

- die Verwendung eines einzelnen Fehlers „hoher NO<sub>x</sub>-Ausstoß — Ursache unbekannt“ ist zulässig,
- Abschnitt 9.4.1 lautet „innerhalb von 10 Motorbetriebsstunden“,
- Abschnitt 9.4.2 lautet „innerhalb von 20 Motorbetriebsstunden“.

**10. Nachweisforderungen****10.1. Allgemeine Bestimmungen**

Die Übereinstimmung mit den Anforderungen dieses Anhangs ist im Laufe der Typgenehmigung durch das Erbringen der folgenden Nachweise gemäß Tabelle 1 und diesem Abschnitt zu belegen:

- a) Nachweis der Aktivierung des Warnsystems
- b) Nachweis der Aktivierung der schwachen Aufforderung, falls zutreffend
- c) Nachweis der Aktivierung der starken Aufforderung

Tabelle 1

**Veranschaulichung des Inhalts des Nachweisprozesses gemäß den Bestimmungen in den Abschnitten 10.3 und 10.4 dieser Anlage**

Mechanismus	Nachweiselemente
Aktivierung des Warnsystems gemäß Abschnitt 10.3 dieser Anlage	— 2 Aktivierungsprüfungen (einschließlich Reagensmangel) — Zusätzliche Nachweiselemente, je nach Fall
Aktivierung der schwachen Aufforderung gemäß Abschnitt 10.4 dieser Anlage	— 2 Aktivierungsprüfungen (einschließlich Reagensmangel) — Zusätzliche Nachweiselemente, je nach Fall — 1 Prüfung der Drehmomentreduzierung
Aktivierung der starken Aufforderung gemäß Abschnitt 10.4.6 dieser Anlage	— 2 Aktivierungsprüfungen (einschließlich Reagensmangel) — Zusätzliche Nachweiselemente, je nach Fall

**10.2. Motorenfamilien und NCD-Motorenfamilien**

Die Übereinstimmung einer Motorenfamilie oder einer NCD-Motorenfamilie mit den Anforderungen dieses Abschnitts 10 kann durch die Prüfung eines Motors der betrachteten Familie nachgewiesen werden, sofern der Hersteller gegenüber der Genehmigungsbehörde nachweist, dass die für die Übereinstimmung mit den Anforderungen dieses Anhangs erforderlichen Überwachungssysteme innerhalb der Familie ähnlich sind.

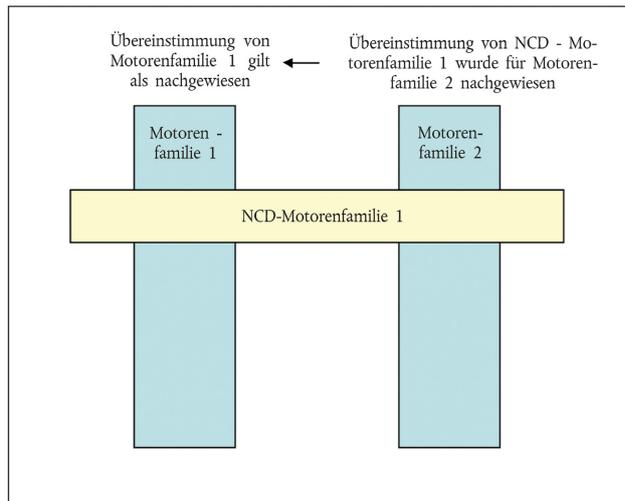
- 10.2.1. Der Nachweis, dass die Überwachungssysteme innerhalb der NCD-Familie ähnlich sind, kann durch Vorlage von Algorithmen, Funktionsanalysen usw. bei der Genehmigungsbehörde erbracht werden.
- 10.2.2. Der Prüfmotor wird vom Hersteller im Einvernehmen mit der Genehmigungsbehörde ausgewählt. Bei dem Prüfmotor kann es sich um den Stammmotor der betrachteten Familie handeln.

▼ **M8**

- 10.2.3. Im Fall von Motoren einer Motorenfamilie, die zu einer NCD-Motorenfamilie gehören, welche bereits gemäß Abschnitt 10.2.1 (Abbildung 3) typgenehmigt wurde, gilt die Übereinstimmung dieser Motorenfamilie als nachgewiesen, ohne dass zusätzliche Prüfungen erforderlich sind, 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 NCD-Motorenfamilie ähnlich sind.

Abbildung 3

**Vorheriger Nachweis der Übereinstimmung einer NCD-Motorenfamilie**



- 10.3. *Nachweis der Aktivierung des Warnsystems*
- 10.3.1. Die Übereinstimmung der Aktivierung des Warnsystems ist durch zwei Prüfungen nachzuweisen: Mangel an Reagens und eine der in den Abschnitten 7 bis 9 dieses Anhangs genannten Fehlerkategorien.
- 10.3.2. Auswahl der zu prüfenden Fehler
- 10.3.2.1. Für den Nachweis der Aktivierung des Warnsystems im Fall einer falschen Reagensqualität ist ein Reagens mit einer Verdünnung des Wirkstoffes zu wählen, die gleich oder größer ist, als die, die vom Hersteller gemäß den Anforderungen in Abschnitt 7 dieses Anhangs mitgeteilt wurde.
- 10.3.2.2. Für den Nachweis der Aktivierung des Warnsystems im Fall von Fehlern, die auf Manipulation gemäß der Begriffsbestimmung in Abschnitt 9 dieses Anhangs zurückzuführen sein könnten, ist die Auswahl gemäß den folgenden Anforderungen zu treffen:
- 10.3.2.2.1. Der Hersteller muss der Genehmigungsbehörde eine Liste der möglichen Fehler vorlegen.
- 10.3.2.2.2. Der bei der Prüfung zu berücksichtigende Fehler ist von der Genehmigungsbehörde aus der in Abschnitt 10.3.2.2.1 genannten Liste auszuwählen.

**▼M8**

- 10.3.3. Nachweis
- 10.3.3.1. Für diesen Nachweis ist eine separate Prüfung für jeden in Abschnitt 10.3.1 berücksichtigten Fehler durchzuführen.
- 10.3.3.2. Während einer Prüfung darf kein anderer Fehler auftreten als derjenige, der der Prüfung unterzogen wird.
- 10.3.3.3. Vor Beginn einer Prüfung sind alle Diagnose-Fehlcodes zu löschen.
- 10.3.3.4. Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde können die Fehler, die der Prüfung unterliegen, simuliert werden.
- 10.3.3.5. Erkennung anderer Fehler neben dem Reagensmangel
- Für andere Fehler als den des Reagensmangels ist die Erkennung des Fehlers, sobald er bedingt oder simuliert wurde, folgendermaßen durchzuführen:
- 10.3.3.5.1. Das NCD-System muss auf einen von der Typgenehmigungsbehörde ausgewählten und bedingten Fehler gemäß den Bestimmungen dieser Anlage reagieren. Der Nachweis gilt als erbracht, wenn die Aktivierung innerhalb von zwei aufeinanderfolgenden NCD-Prüfzyklen gemäß Abschnitt 10.3.3.7 dieser Anlage erfolgt.
- Ist in der Beschreibung einer Überwachungseinrichtung angegeben, dass für den Abschluss eines Überwachungsvorgangs mehr als zwei NCD-Prüfzyklen notwendig sind, so kann die Zahl der NCD-Prüfzyklen mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde auf drei NCD-Prüfzyklen erhöht werden.
- Nach jedem NCD-Prüfzyklus kann der Motor abgestellt werden. 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.
- 10.3.3.5.2. Der Nachweis der Aktivierung des Warnsystems gilt als erbracht, wenn sich am Ende jeder Nachweisprüfung, die gemäß Abschnitt 10.3.2.1 durchgeführt wurde, das Warnsystem ordnungsgemäß aktiviert hat und der Diagnose-Fehlercode für den gewählten Fehler den Status „bestätigt und aktiv“ hat.
- 10.3.3.6. Feststellen eines Reagensmangels
- Für den Nachweis der Aktivierung des Warnsystems im Fall eines Reagensmangels ist das Motorsystem nach Ermessen des Herstellers über einen oder mehrere NCD-Prüfzyklen zu betreiben.
- 10.3.3.6.1. Der Nachweis muss mit einem Füllstand des Reagensbehälters beginnen, auf den sich der Hersteller und die Genehmigungsbehörde geeinigt haben, der aber nicht weniger als 10 % des nominalen Fassungsvermögens des Behälters beträgt.
- 10.3.3.6.2. 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 und
  - 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 Abschnitt 6 dieses Anhangs festgelegt wurde.

▼ **M8**

- 10.3.3.7. NCD-Prüfzyklus
- 10.3.3.7.1. Bei dem in diesem Abschnitt 10 behandelten NCD-Prüfzyklus für den Nachweis der korrekten Funktionsweise des NCD-Systems handelt es sich um den NRTC-Warmstart-Zyklus.
- 10.3.3.7.2. Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde kann für eine bestimmte Überwachungseinrichtung ein alternativer NCD-Prüfzyklus (z. B. der NRSC-Zyklus) verwendet werden. Der Antrag muss Belege (technische Überlegungen, Simulations- und Prüfergebnisse usw.) dafür enthalten, dass
- a) die Überwachungsvorgänge im alternativen Prüfzyklus denen im realen Fahrbetrieb entsprechen,
  - b) der geltende einschlägige NCD-Prüfzyklus nach Abschnitt 10.3.3.7.1 zur Prüfung der jeweiligen Überwachungsfunktionen weniger geeignet ist.
- 10.3.4. Der Nachweis der Aktivierung des Warnsystems gilt als erbracht, wenn sich am Ende jeder Nachweisprüfung, die gemäß Abschnitt 10.3.3 durchgeführt wurde, das Warnsystem ordnungsgemäß aktiviert hat.
- 10.4. *Nachweis der Aktivierung des Aufforderungssystems*
- 10.4.1. Der Nachweis der Aktivierung des Aufforderungssystems ist anhand von Prüfungen auf einem Motorprüfstand zu erbringen.
- 10.4.1.1. Bauteile oder Teilsysteme, die nicht in das Motorsystem eingebaut sind, wie beispielsweise Umgebungstemperatursensoren, Füllstandssensoren sowie Warn- und Informationssysteme für das Bedienpersonal, die erforderlich sind, um die Nachweise zu erbringen, müssen zu diesem Zweck zur Zufriedenheit der Genehmigungsbehörde mit dem Motorsystem verbunden werden oder simuliert werden.
- 10.4.1.2. Der Hersteller kann sich vorbehaltlich der Zustimmung der Genehmigungsbehörde dafür entscheiden, dass die Nachweisprüfungen an einer vollständigen Maschine oder einem vollständigen Gerät durchgeführt werden, entweder indem diese bzw. dieses auf einen passenden Prüfstand gestellt wird oder indem sie bzw. es auf einer Prüfstrecke unter kontrollierten Bedingungen betrieben wird.
- 10.4.2. Die Prüffolge soll die Aktivierung des Aufforderungssystems im Fall eines Reagensmangels und im Fall eines der Fehler, die in den Abschnitten 7, 8 oder 9 dieses Anhangs beschrieben sind, nachweisen.
- 10.4.3. Für die Zwecke dieses Nachweises:
- a) muss die Genehmigungsbehörde neben dem Reagensmangel einen der in den Abschnitten 7, 8 oder 9 dieses Anhangs beschriebenen Fehler auswählen, der zuvor bei dem Nachweis für die Aktivierung des Warnsystems verwendet wurde;
  - b) ist es zulässig, dass der Hersteller mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde die Prüfung beschleunigt durchführt, indem er das Erreichen einer bestimmten Zahl an Motorbetriebsstunden simuliert.
  - c) Das Erreichen der Drehmomentreduzierung, die für eine schwache Aufforderung erforderlich ist, kann zu dem Zeitpunkt nachgewiesen werden, wenn der allgemeine Prozess zur Genehmigung der Motorleistung gemäß dieser Richtlinie durchgeführt wird. Eine separate Drehmomentmessung im Laufe des Nachweises für das Aufforderungssystem ist in diesem Fall nicht erforderlich.
  - d) Die starke Aufforderung ist gemäß den Anforderungen in Abschnitt 10.4.6 dieser Anlage nachzuweisen.

**▼ M8**

10.4.4. Ferner muss der Hersteller den Betrieb des Aufforderungssystems unter denjenigen in den Abschnitten 7, 8 oder 9 dieses Anhangs beschriebenen Fehlerbedingungen nachweisen, die nicht für die Verwendung in Nachweisprüfungen ausgewählt wurden, die in den Abschnitten 10.4.1 bis 10.4.3 beschrieben werden.

Diese zusätzlichen Nachweise können erbracht werden, indem der Genehmigungsbehörde eine technische Fallstudie unter Verwendung von Belegen wie Algorithmen, Funktionsanalysen und dem Ergebnis von vorherigen Prüfungen vorgelegt wird.

10.4.4.1. Diese zusätzlichen Nachweise sollen zur Zufriedenheit der Genehmigungsbehörde insbesondere die Einbindung der korrekten Drehmomentreduzierungsmechanismen in das elektronische Motorsteuergerät belegen.

10.4.5. Nachweisprüfung der schwachen Aufforderung

10.4.5.1. Dieser Nachweis beginnt, wenn das Warnsystem, oder gegebenenfalls das „Dauer-Warnsystem“, aufgrund der Erkennung eines von der Genehmigungsbehörde gewählten Fehlers aktiviert wurde.

10.4.5.2. 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 % des nominalen Fassungsvermögens des Behälters oder den vom Hersteller gemäß Abschnitt 6.3.1 dieses Anhangs angegebenen Wert erreicht hat, bei dem sich die schwache Aufforderung aktivieren soll.

10.4.5.2.1. Der Hersteller kann mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde den kontinuierlichen Betrieb simulieren, indem er Reagens aus dem Tank entnimmt, entweder bei laufendem oder bei abgeschaltetem Motor.

10.4.5.3. 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 3 in dieser Anlage zu betreiben, oder, auf Entscheidung des Herstellers hin, bis der entsprechende Zähler den Wert erreicht hat, bei dem sich die schwache Aufforderung aktiviert.

10.4.5.4. Der Nachweis der schwachen Aufforderung gilt als erbracht, wenn am Ende jeder gemäß den Abschnitten 10.4.5.2 und 10.4.5.3 durchgeführten Nachweisprüfung der Hersteller gegenüber der Genehmigungsbehörde nachgewiesen hat, dass das elektronische Motorsteuergerät den Drehmomentreduzierungsmechanismus aktiviert hat.

10.4.6. Nachweisprüfung der starken Aufforderung

10.4.6.1. 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.

10.4.6.2. Wenn das System auf seine Reaktion im Fall eines Reagensmangels im Behälter geprüft wird, so ist das Motorsystem zu betreiben, bis entweder der Reagensbehälter leer ist oder der Füllstand unter 2,5 % des nominalen Fassungsvermögens des Behälters gesunken ist, bei dem gemäß Hersteller die Aktivierung der starken Aufforderung einsetzt.

10.4.6.2.1. Der Hersteller kann mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde den kontinuierlichen Betrieb simulieren, indem er Reagens aus dem Tank entnimmt, entweder bei laufendem oder bei abgeschaltetem Motor.

▼ **M8**

- 10.4.6.3. 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 3 in dieser Anlage zu betreiben, oder, auf die Entscheidung des Herstellers hin, bis der entsprechende Zähler den Wert erreicht hat, bei dem sich die starke Aufforderung aktiviert.
- 10.4.6.4. Der Nachweis der starken Aufforderung gilt als erbracht, wenn am Ende jeder gemäß den Abschnitten 10.4.6.2 und 10.4.6.3 durchgeführten Nachweisprüfung der Hersteller gegenüber der Genehmigungsbehörde nachgewiesen hat, dass der erforderliche Mechanismus zur Aktivierung der starken Aufforderung eingesetzt hat.
- 10.4.7. Vorbehaltlich der Zustimmung der Genehmigungsbehörde kann der Hersteller alternativ entscheiden, dass der Nachweis der Funktionstüchtigkeit der Mechanismen zur Aktivierung der Aufforderung gemäß den Anforderungen in Abschnitt 5.4 an einer vollständigen Maschine durchgeführt wird, entweder indem die Maschine auf einen passenden Prüfstand gestellt wird oder indem sie auf einer Prüfstrecke unter kontrollierten Bedingungen betrieben wird.
- 10.4.7.1. Die Maschine ist zu betreiben, bis der dem gewählten Fehler zugeordnete Zähler die entsprechende Zahl an Betriebsstunden, die in Tabelle 3 dieser Anlage angegeben ist, erreicht hat, oder gegebenenfalls bis entweder der Reagensbehälter leer ist oder der Füllstand unter 2,5 % des nominalen Fassungsvermögens des Behälters gesunken ist, bei dem gemäß Hersteller die Aktivierung der starken Aufforderung einsetzt.
11. **Beschreibung der Aktivierungs- und Deaktivierungsmechanismen des Warnsystems und des Aufforderungssystems für das Bedienpersonal**
- 11.1. Zur Ergänzung der in diesem Anhang genannten Anforderungen hinsichtlich der Aktivierungs- und Deaktivierungsmechanismen des Warnsystems und des Aufforderungssystems sind nachfolgend die technischen Anforderungen für eine Umsetzung dieser Aktivierungs- und Deaktivierungsmechanismen festgelegt.
- 11.2. *Aktivierungs- und Deaktivierungsmechanismen des Warnsystems*
- 11.2.1. Das Warnsystem für das Bedienpersonal muss sich aktivieren, wenn der Diagnose-Fehlercode, welcher einer NCM-Funktionsstörung zugeordnet ist, die die Aktivierung des Warnsystems bedingt, den in Tabelle 2 dieser Anlage definierten Status aufweist.

Tabelle 2

**Aktivierung des Warnsystems für das Bedienpersonal**

Art des Fehlers	Status des Diagnose-Fehlercodes für die Aktivierung des Warnsystems
Unzureichende Reagensqualität	Bestätigt und aktiv
Unterbrechung der Zufuhr	Bestätigt und aktiv
Gestörtes AGR-Ventil	Bestätigt und aktiv
Fehlfunktion des Überwachungssystems	Bestätigt und aktiv
Ggf. NO <sub>x</sub> -Emissionsgrenzwert	Bestätigt und aktiv

▼ **M8**

- 11.2.2. Das Warnsystem für das Bedienpersonal 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.
- 11.2.2.1. Vorschriften für die Löschung von „Informationen über die Minderung von NO<sub>x</sub>-Emissionen“
- 11.2.2.1.1. Löschen/Zurücksetzen von „Informationen über die Minderung von NO<sub>x</sub>-Emissionen“ mit einem Lesegerät
- Folgende Daten können auf Befehl von einem Lesegerät gelöscht oder auf den in dieser Anlage genannten Wert zurückgesetzt werden (siehe Tabelle 3):

Tabelle 3

**Löschen/Zurücksetzen von „Informationen über die Minderung von NO<sub>x</sub>-Emissionen“ mit einem Lesegerät**

Information über die Minderung von NO <sub>x</sub> -Emissionen	Löschbar	Zurücksetzbar
Alle Diagnose-Fehlercodes	X	
Stand des Zählers mit der höchsten Zahl von Motorbetriebsstunden		X
Zahl der Motorbetriebsstunden in dem/den NCD-Zähler(n)		X

- 11.2.2.1.2. Information über die Minderung von NO<sub>x</sub>-Emissionen dürfen nicht durch das Abklemmen der Batterie(n) der Maschine gelöscht werden.
- 11.2.2.1.3. Das Löschen von „Informationen über die Minderung von NO<sub>x</sub>-Emissionen“ darf nur bei „stehendem Motor“ möglich sein.
- 11.2.2.1.4. Wenn „Informationen über die Minderung von NO<sub>x</sub>-Emissionen“, einschließlich Diagnose-Fehlercodes, gelöscht werden, dürfen die Zählerwerte nicht gelöscht werden, die diesen Fehlfunktionen zugeordnet sind und die in diesem Anhang als Zählerwerte definiert sind, die nicht gelöscht werden dürfen; sie sind stattdessen auf den im einschlägigen Abschnitt dieses Anhangs genannten Wert zurückzusetzen.
- 11.3. *Aktivierungs- und Deaktivierungsmechanismen des Aufforderungssystems für das Bedienpersonal*
- 11.3.1. Das Aufforderungssystem für das Bedienpersonal muss sich aktivieren, wenn das Warnsystem aktiv ist und der Zähler, welcher für die Art von NCM-Funktionsstörung relevant ist, die die Aktivierung des Aufforderungssystems bedingt, den Wert in Tabelle 4 dieser Anlage erreicht.
- 11.3.2. Das Aufforderungssystem für das Bedienpersonal muss sich deaktivieren, wenn das System keine Fehlfunktion, die die Aktivierung des Aufforderungssystems bedingt, mehr erkennt oder wenn die Daten, einschließlich der den NCM-Funktionsstörungen entsprechenden Diagnose-Fehlercodes, die die Aktivierung des Aufforderungssystems bedingen, durch ein Lesegerät oder ein Wartungswerkzeug gelöscht wurden.
- 11.3.3. Das Warnsystem für das Bedienpersonal und das Aufforderungssystem für das Bedienpersonal müssen nach der Bewertung der Reagensqualität im Reagensbehälter gemäß den Bestimmungen in Abschnitt 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.

**▼M8**

- 11.4. *Zähler-Mechanismus*
- 11.4.1. Allgemeines
- 11.4.1.1. Zwecks Übereinstimmung mit den Anforderungen dieses Anhangs muss das System mindestens vier Zähler beinhalten, um die Zahl der Stunden zu erfassen, die der Motor gelaufen ist, während das System eine der folgenden Fehlfunktionen erkannt hat:
- a) unzureichende Reagensqualität;
  - b) Unterbrechung der Reagenszufuhr;
  - c) gestörtes AGR-Ventil;
  - d) Funktionsausfall des NCD-Systems gemäß Abschnitt 9.1 Ziffer ii dieses Anhangs.
- 11.4.1.1.1. Wahlweise kann der Hersteller einen einzelnen oder mehrere Zähler verwenden, um die in Abschnitt 11.4.1.1 aufgeführten Fehlfunktionen in Gruppen einzuordnen.
- 11.4.1.2. 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.
- 11.4.1.3. Der Hersteller kann einen einzelnen oder mehrere NCD-System-Zähler verwenden. Ein Einzelzähler kann die kumulierte Dauer von zwei oder mehreren unterschiedlichen, für diese Art von Zähler relevanten Funktionsstörungen speichern, von denen keine die vom Einzelzähler angezeigte Dauer erreicht hat.
- 11.4.1.3.1. Wenn der Hersteller entscheidet, mehrere NCD-System-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.
- 11.4.2. Prinzip des Zähler-Mechanismus
- 11.4.2.1. Jeder Zähler muss wie folgt arbeiten:
- 11.4.2.1.1. 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 2 festgelegten Status aufweist.
- 11.4.2.1.2. Im Fall von wiederholten Fehlern wird nach Wahl des Herstellers eine der folgenden Bestimmungen angewandt:
- i) 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, muss der Zähler anhalten und seinen momentanen Wert gespeichert halten. Hört der Zähler auf zu zählen, wenn die starke Aufforderung aktiv ist, muss er entweder bei dem in Tabelle 4 dieser Anlage definierten Wert oder bei einem Wert, der mindestens so groß ist wie der Zählerwert für die starke Aufforderung minus 30 Minuten eingeforen werden.

▼ **M8**

ii) Der Zähler muss entweder bei dem in Tabelle 4 dieser Anlage definierten Wert oder bei einem Wert, der mindestens so groß ist wie der Zählerwert für die starke Aufforderung minus 30 Minuten eingefroren werden.

11.4.2.1.3. Im Fall eines einzelnen Überwachungssystem-Zählers muss dieser Zähler weiterzählen, wenn eine für diesen Zähler relevante NCM-Funktionsstörung erkannt wurde und deren entsprechender Diagnose-Fehlercode den Status „bestätigt und aktiv“ aufweist. Der Zähler muss anhalten und einen der in Abschnitt 11.4.2.1.2 angegebenen Werte gespeichert halten, wenn keine NCM-Funktionsstörung, 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 4

**Zähler und Aufforderungssystem**

	Status des Diagnose-Fehlercodes für die erste Aktivierung des Zählers	Wert des Zählers für die schwache Aufforderung	Wert des Zählers für die starke Aufforderung	Eingefrorener Wert des Zählers
Zähler für Reagensqualität	Bestätigt und aktiv	≤ 10 Stunden	≤ 20 Stunden	≥ 90 % des Werts des Zählers für die starke Aufforderung
Zähler für die Dosierung	Bestätigt und aktiv	≤ 10 Stunden	≤ 20 Stunden	≥ 90 % des Werts des Zählers für die starke Aufforderung
Zähler für das AGR-Ventil	Bestätigt und aktiv	≤ 36 Stunden	≤ 100 Stunden	≥ 95 % des Werts des Zählers für die starke Aufforderung
Zähler für das Überwachungssystem	Bestätigt und aktiv	≤ 36 Stunden	≤ 100 Stunden	≥ 95 % des Werts des Zählers für die starke Aufforderung
Ggf. NO <sub>x</sub> -Emissionsgrenzwert	Bestätigt und aktiv	≤ 10 Stunden	≤ 20 Stunden	≥ 90 % des Werts des Zählers für die starke Aufforderung

11.4.2.1.4. 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 40 Motorbetriebsstunden seit letztemaligem Anhalten des Zählers (siehe Abbildung 4) erkannt wurde.

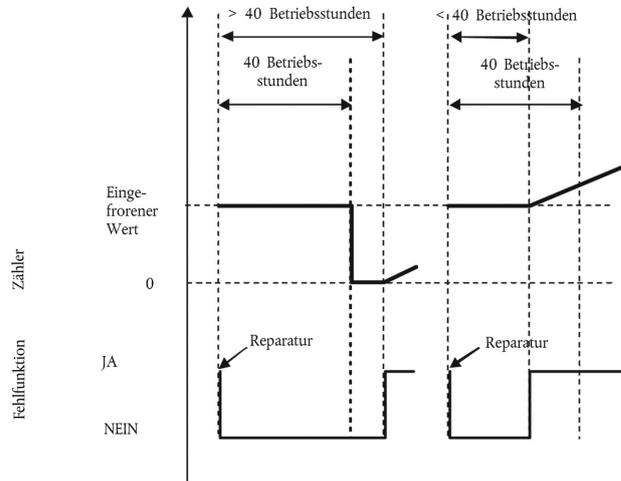
11.4.2.1.5. Der Zähler muss bei dem Wert erneut anfangen zu zählen, bei dem er angehalten wurde, falls eine für diesen Zähler relevante Fehlfunktion während des Zeitraums, in dem der Zähler eingefroren war (siehe Abbildung 4), erkannt wurde.

11.5. *Veranschaulichung der Aktivierungs-, Deaktivierungs- und Zähler-Mechanismen*

11.5.1. Nachfolgend werden die Aktivierungs-, Deaktivierungs- und Zähler-Mechanismen für einige typische Fälle veranschaulicht. Die in den Abschnitten 11.5.2, 11.5.3 und 11.5.4 dargestellten Abbildungen und Beschreibungen sind ausschließlich für den Zweck der Veranschaulichung in diesem Anhang bestimmt und sollten nicht als Beispiele für die Anforderungen dieser Richtlinie oder als definitive Erklärungen der beteiligten Prozesse genannt werden. Die Zählerstunden in den Abbildungen 6 und 7 beziehen sich auf die Höchstwerte für die starke Aufforderung in Tabelle 4. 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.

## ▼ M8

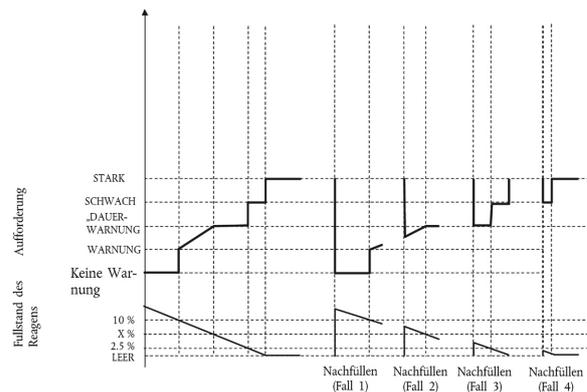
Abbildung 4

**Erneute Aktivierung und Zurücksetzen auf Null eines Zählers nach einem Zeitraum, in dem sein Wert eingefroren war**


11.5.2. Abbildung 5 veranschaulicht die Funktion der Aktivierungs- und Deaktivierungsmechanismen während der Überwachung der Verfügbarkeit des Reagensmittels in fünf Fällen:

- Betriebsfall 1: Das Bedienpersonal betreibt die Maschine trotz der Warnung weiter, bis der Maschinenbetrieb deaktiviert wird.
- Nachfüllen, Fall 1 („ausreichendes“ Nachfüllen): Das Bedienpersonal füllt den Reagensbehälter auf, so dass ein Füllstand über der 10 %-Schwelle erreicht wird. Warnungs- und Aufforderungssystem werden deaktiviert.
- Nachfüllen, Fälle 2 und 3 („unzulängliches“ Nachfüllen): Das Warnsystem ist aktiviert. Die Stufe der Warnung hängt von der verfügbaren Reagensmenge ab.
- Nachfüllen, Fall 4 („sehr unzulängliches“ Nachfüllen): Die schwache Aufforderung aktiviert sich sofort.

Abbildung 5

**Verfügbarkeit des Reagens**


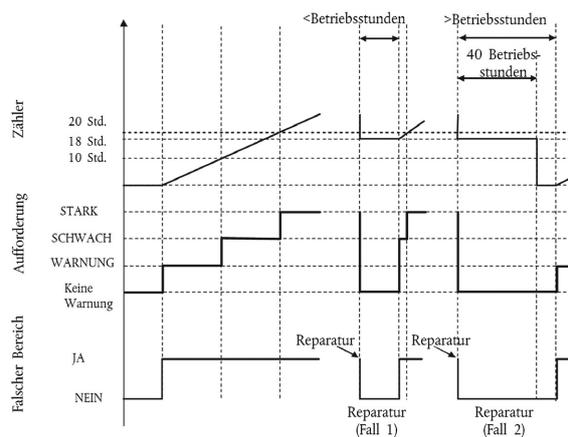
## ▼M8

11.5.3. Abbildung 6 veranschaulicht drei Fälle mit falscher Reagensqualität:

- Betriebsfall 1: Das Bedienpersonal betreibt die Maschine trotz der Warnung weiter, bis der Maschinenbetrieb deaktiviert wird.
- Reparaturfall 1 („schlechte“ oder „unlautere“ Reparatur): Nach der Deaktivierung der Maschine wechselt das Bedienpersonal 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 Maschinenbetrieb wird nach zwei Motorbetriebsstunden deaktiviert.
- Reparaturfall 2 („gute“ Reparatur): Nach der Deaktivierung der Maschine berichtigt das Bedienpersonal die Reagensqualität. Allerdings tauscht es 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 6

**Nachfüllen eines Reagens mit niedriger Qualität**



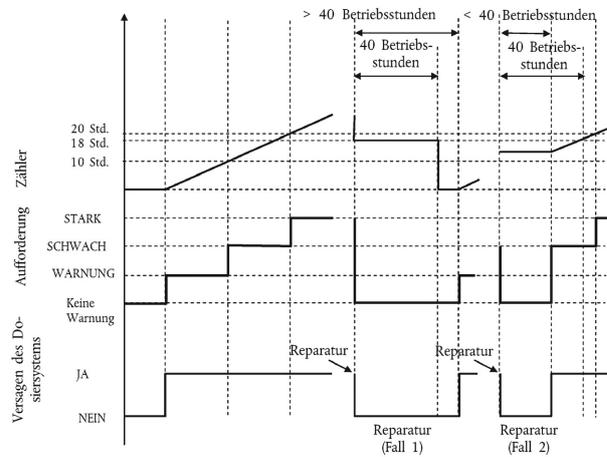
11.5.4. Abbildung 7 veranschaulicht drei Fälle von Fehlern beim Harnstoff-Dosiersystem. Diese Abbildung veranschaulicht auch den Prozess, der im Fall von den in Abschnitt 9 dieses Anhangs beschriebenen Überwachungsfehlern Anwendung findet.

- Betriebsfall 1: Das Bedienpersonal betreibt die Maschine trotz der Warnung weiter, bis der Maschinenbetrieb deaktiviert wird.
- Reparaturfall 1 („gute“ Reparatur): Nach der Deaktivierung der Maschine repariert das Bedienpersonal das Dosiersystem. Allerdings versagt das Dosiersystem nach einiger Zeit erneut. Das Warn- und Aufforderungssystem sowie die Zählprozesse beginnen wieder bei Null.
- Reparaturfall 2 („gute“ Reparatur): Während des Zeitraums, in dem die schwache Aufforderung aktiv ist (Drehmomentreduzierung), repariert das Bedienpersonal 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.

## ▼ M8

Abbildung 7

## Fehler beim Reagens-Dosiersystem



12. **Nachweis der minimal akzeptablen Reagenskonzentration  $CD_{min}$** 
  - 12.1. Der Hersteller muss den korrekten Wert von  $CD_{min}$  während des Typgenehmigungsverfahrens nachweisen, indem er unter Verwendung eines Reagens mit der Konzentration  $CD_{min}$  den Warmstart-Teil des NRTC-Zyklus durchführt.
  - 12.2. Die Prüfung muss auf den (die) entsprechenden NCD-Zyklus (NCD-Zyklen) oder auf den vom Hersteller festgelegten Vorkonditionierungszyklus folgen, der einem geschlossenen Regelkreissystem zur Minderung der  $NO_x$ -Emissionen ermöglicht, sich an die Reagensqualität mit der Konzentration  $CD_{min}$  anzupassen.
  - 12.3. Die Schadstoffemissionen bei dieser Prüfung müssen unter den in Abschnitt 7.1.1 dieses Anhangs festgelegten  $NO_x$ -Grenzwerten liegen.

▼ **M8***Anlage 2***Prüfbereichsanforderungen für Motoren der Stufe IV****1. Motorprüfbereich**

Der Prüfbereich (siehe Abbildung 1) ist folgendermaßen definiert:

Drehzahlbereich: Drehzahl A bis hohe Drehzahl;

dabei gilt:

Drehzahl A = niedrige Drehzahl + 15 % (hohe Drehzahl – niedrige Drehzahl);

Hohe Drehzahl und niedrige Drehzahl entsprechend der Definition in Anhang III oder, falls der Hersteller gemäß der Option in Abschnitt 1.2.1 von Anhang III das Verfahren von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 anwendet, entsprechend der Definition von Absatz 2.1.33 und 2.1.37 der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03.

Liegt die Abweichung der gemessenen Motordrehzahl A von der vom Hersteller angegebenen Motordrehzahl bei höchstens  $\pm 3\%$ , so sind die angegebenen Motordrehzahlen zu verwenden. Überschreitet eine der Prüfdrehzahlen diese Toleranz, so sind die gemessenen Motordrehzahlen zu verwenden.

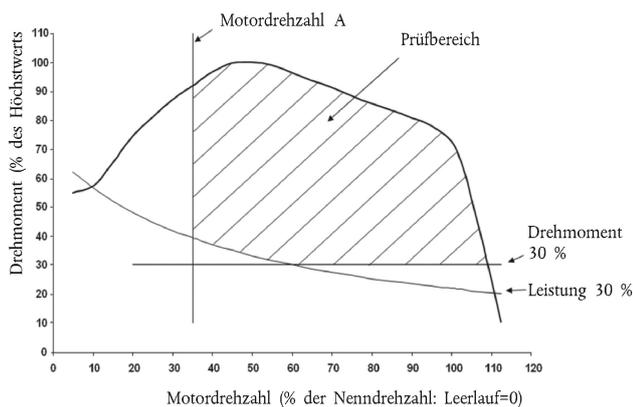
**2. Die folgenden Betriebszustände bleiben bei der Prüfung unberücksichtigt:**

a) Punkte unterhalb von 30 % des höchsten Drehmoments;

b) Punkte unterhalb von 30 % der Höchstleistung.

Der Hersteller kann beim Technischen Dienst beantragen, dass bei der Zertifizierung/Typgenehmigung bestimmte Betriebspunkte aus dem in den Abschnitten 1 und 2 dieser Anlage definierten Prüfbereich ausgeklammert werden. Sofern die Genehmigungsbehörde eine befürwortende Stellungnahme abgibt, kann der Technische Dienst diese Ausnahme akzeptieren, wenn der Hersteller beweisen kann, dass der Motor in keiner Maschinenkombination in der Lage ist, bei diesen Betriebspunkten zu arbeiten.

*Abbildung 1*

**Prüfbereich**



## ANHANG II

## BESCHREIBUNGSBOGEN Nr. ...

zur Typgenehmigung, betreffend Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Verbrennungsmotoren, die für den Einbau in mobile Maschinen und Geräte bestimmt sind

(Richtlinie 97/68/EG, zuletzt geändert durch die Richtlinie .../.../EG)

Stamm-Motor/Motortyp<sup>(1)</sup>: .....

## 0. Allgemeines

0.1. Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers): .....

0.2. Typ und allgemeine Handelsbezeichnung des/der Stamm- und (falls zutreffend) des/der Familienmotors/-motoren<sup>(1)</sup>: .....

0.3. Herstellerseitige Typenkodierung entsprechend den Angaben am Motor<sup>(1)</sup>: .....

0.4. Angabe der Einrichtungen, die vom Motor angetrieben werden sollen<sup>(2)</sup>: .....

0.5. Name und Anschrift des Herstellers: .....

Gegebenenfalls Name und Anschrift des Beauftragten des Herstellers: .....

0.6. Lage, Kodierung und Art der Anbringung der Motorkennnummer: .....

0.7. Lage und Art der Anbringung des EG-Genehmigungszeichens: .....

0.8. Anschrift(en) der Fertigungsstätte(n): .....

## Anlagen

1.1. Wesentliche Merkmale des Stamm-Motors (siehe Anlage 1)

1.2. Wesentliche Merkmale der Motorfamilie (siehe Anlage 2)

1.3. Wesentliche Merkmale der Motortypen in der Motorfamilie (siehe Anlage 3)

2. (Gegebenenfalls) Merkmale der mit dem Motor verbundenen Fahrzeugteile der mobilen Maschine/des Geräts

3. Fotografien des Stamm-Motors

4. Sonstige Anlagen (führen Sie hier gegebenenfalls weitere Anlagen auf)

Datum, Ablagenummer

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

<sup>(2)</sup> Gemäß Anhang I Abschnitt 1 (z. B. „A“).



## Anlage 1

WESENTLICHE MERKMALE DES (STAMM-)MOTORS<sup>(1)</sup>

1. BESCHREIBUNG DES MOTORS
  - 1.1. Hersteller: .....
  - 1.2. Motorkennnummer des Herstellers: .....
  - 1.3. Arbeitsweise: Viertakt/Zweitakt<sup>(2)</sup>
  - 1.4. Bohrung: ..... mm
  - 1.5. Hub: ..... mm
  - 1.6. Anzahl und Anordnung der Zylinder: .....
  - 1.7. Hubraum: ..... cm<sup>3</sup>
  - 1.8. Nenndrehzahl: .....
  - 1.9. Drehzahl bei maximalem Drehmoment: .....
  - 1.10. Volumetrisches Verdichtungsverhältnis<sup>(3)</sup>: .....
  - 1.11. Beschreibung der Verbrennungsanlage: .....
  - 1.12. Zeichnung(en) des Brennraums und des Kolbenbodens .....
  - 1.13. Mindestquerschnitt der Einlaß- und Auslaßkanäle: .....
  - 1.14. **Kühlsystem**
    - 1.14.1. *Flüssigkeitskühlung*
      - 1.14.1.1. Art der Flüssigkeit: .....
      - 1.14.1.2. Kühlmittelpumpe(n): ja/nein<sup>(2)</sup>
      - 1.14.1.3. Kenndaten oder Marke(n) und Typ(en) (falls zutreffend): .....
      - 1.14.1.4. Übersetzungsverhältnis(se) des Antriebs (falls zutreffend): .....
    - 1.14.2. *Luftkühlung*
      - 1.14.2.1. Gebläse: ja/nein<sup>(2)</sup>
      - 1.14.2.2. Kenndaten oder Marke(n) und Typ(en) (falls zutreffend): .....
      - 1.14.2.3. Übersetzungsverhältnis(se) des Antriebs (falls zutreffend): .....
  - 1.15. **Vom Hersteller zugelassene Temperatur**
    - 1.15.1. Flüssigkeitskühlung: höchste Temperatur am Motoraustritt: ..... K
    - 1.15.2. Luftkühlung: Bezugspunkt: .....  
Höchste Temperatur am Bezugspunkt: ..... K
    - 1.15.3. Höchste Ladelufttemperatur am Austritt des Zwischenkühlers (falls zutreffend): ..... K
    - 1.15.4. Höchste Abgastemperatur an der Anschlußstelle zwischen Auspuffsammelrohr(en) und Auspuffkrümmer(n): ..... K
    - 1.15.5. Schmiermitteltemperatur: mindestens ..... K  
höchstens ..... K

<sup>(1)</sup> Bei Vorhandensein mehrerer Stamm-Motoren jeweils gesondert vorzulegen.

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

<sup>(3)</sup> Toleranz angeben.

**▼ B**

- 1.16. Auflader: ja/nein<sup>(1)</sup>
- 1.16.1. Marke: .....
- 1.16.2. Typ: .....
- 1.16.3. Beschreibung des Systems (z. B. maximaler Ladedruck, Druckablaßventil (wastegate), falls zutreffend): .....
- 1.16.4. Zwischenkühler: ja/nein<sup>(1)</sup>
- 1.17. Ansaugsystem: höchstzulässiger Ansaugunterdruck bei Motornendrehzahl und bei Vollast: ..... kPa
- 1.18. Auspuffanlage: höchstzulässiger Abgasgegendruck bei Motornendrehzahl und Vollast: ... kPa

**▼ M6**

- 2. MASSNAHMEN GEGEN LUFTVERUNREINIGUNG
- 2.1. Einrichtung zur Rückführung der Kurbelgehäusegase: ja/nein<sup>(1)</sup> .....
- 2.2. Zusätzliche Einrichtungen zur Abgasreinigung (falls vorhanden und nicht in einem anderen Abschnitt aufgeführt)
- 2.2.1. Katalysator: ja/nein<sup>(1)</sup>
- 2.2.1.1. Marke(n): .....
- 2.2.1.2. Type(n): .....
- 2.2.1.3. Anzahl der Katalysatoren und Monolithen: .....
- 2.2.1.4. Abmessungen und Volumen des Katalysators (der Katalysatoren): .....
- 2.2.1.5. Art der katalytischen Reaktion: .....
- 2.2.1.6. Gesamtbeschichtung mit Edelmetall: .....
- 2.2.1.7. Konzentrationsverhältnis der Edelmetalle: .....
- 2.2.1.8. Trägerkörper (Aufbau und Werkstoff): .....
- 2.2.1.9. Zellendichte: .....
- 2.2.1.10. Art des (der) Katalysatorgehäuse(s): .....
- 2.2.1.11. Lage des Katalysators (der Katalysatoren) (Ort und Höchst-/Mindestentfernung vom Motor): .....
- 2.2.1.12. Normaler Betriebstemperaturbereich (K): .....
- 2.2.1.13. Gegebenenfalls erforderliches Reagens: .....
- 2.2.1.13.1. Art und Konzentration des für die katalytische Reaktion erforderlichen Reagens: .....
- 2.2.1.13.2. Normaler Betriebstemperaturbereich des Reagens: .....
- 2.2.1.13.3. Gegebenenfalls geltende internationale Norm: .....
- 2.2.1.14. NO<sub>x</sub>-Sonde: ja/nein<sup>(1)</sup>
- 2.2.2. Sauerstoffsonde: ja/nein<sup>(1)</sup>
- 2.2.2.1. Marke(n): .....
- 2.2.2.2. Typ: .....
- 2.2.2.3. Lage: .....
- 2.2.3. Lufterinblasung: ja/nein<sup>(1)</sup>
- 2.2.3.1. Art (Selbstansaugung, Luftpumpe usw.): .....
- 2.2.4. Abgasrückführung: ja/nein<sup>(1)</sup>
- 2.2.4.1. Eigenschaften (gekühlt/nicht gekühlt, Hochdruck/Niederdruck usw.): .....
- 2.2.5. Partikelfilter: ja/nein<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Nicht Zutreffendes streichen.

**▼ M6**

- 2.2.5.1. Abmessungen und Volumen des Partikelfilters: .....
- 2.2.5.2. Typ und Aufbau des Partikelfilters: .....
- 2.2.5.3. Lage (Ort und Höchst-/Mindestentfernung vom Motor): .....
- 2.2.5.4. Verfahren/Einrichtung zur Regenerierung: Beschreibung und/oder Zeichnung .....
- 2.2.5.5. Normaler Betriebstemperaturbereich (K) und Betriebsdruckbereich (kPa): .....
- 2.2.6. Andere Einrichtungen: ja/nein <sup>(1)</sup>
- 2.2.6.1. Beschreibung und Wirkungsweise: .....

**▼ B**

- 3. ►<sup>(1)</sup> KRAFTSTOFFSYSTEM FÜR DIESELMOTOREN ◀
- 3.1. **Kraftstoffpumpe**
  - Druck<sup>(2)</sup> oder Kennlinie: ..... kPa
- 3.2. **Einspritzanlage**
  - 3.2.1. *Pumpe*
    - 3.2.1.1. Marke(n): .....
    - 3.2.1.2. Typ(en): .....
    - 3.2.1.3. Einspritzmenge: ... und ... mm<sup>3</sup> <sup>(2)</sup> je Hub oder Takt bei ... min<sup>-1</sup> der Pumpe (Nenn Drehzahl) bzw. ... min<sup>-1</sup> (maximales Drehmoment) oder Kennlinie  
Angabe des angewandten Verfahrens: am Motor/auf dem Pumpenprüfstand<sup>(1)</sup>
    - 3.2.1.4. Einspritzzeitpunkt
      - 3.2.1.4.1. Verstellkurve des Spritzverstellers<sup>(2)</sup>: .....
      - 3.2.1.4.2. Einstellung des Einspritzzeitpunkts<sup>(2)</sup>: .....
  - 3.2.2. *Einspritzleitungen*
    - 3.2.2.1. Länge: ..... mm
    - 3.2.2.2. Innendurchmesser: ..... mm
  - 3.2.3. *Einspritzdüse(n)*
    - 3.2.3.1. Marke(n): .....
    - 3.2.3.2. Typ(en): .....
    - 3.2.3.3. Öffnungsdruck<sup>(2)</sup> oder Kennlinie: ..... kPa
  - 3.2.4. *Regler*
    - 3.2.4.1. Marke(n): .....
    - 3.2.4.2. Typ(en): .....
    - 3.2.4.3. Abregeldrehzahl bei Vollast<sup>(2)</sup>: ..... min<sup>-1</sup>
    - 3.2.4.4. Größte Drehzahl ohne Last<sup>(2)</sup>: ..... min<sup>-1</sup>
    - 3.2.4.5. Leerlaufdrehzahl<sup>(2)</sup>: ..... min<sup>-1</sup>
- 3.3. **Kaltstarteinrichtung**
  - 3.3.1. Marke(n): .....
  - 3.3.2. Typ(en): .....
  - 3.3.3. Beschreibung: .....

<sup>(1)</sup> Nichtzutreffendes streichen.<sup>(2)</sup> Toleranz angeben.►<sup>(1)</sup> **M8**

**▼ B**

- <sup>(1)</sup> 4. KRAFTSTOFFSYSTEM FÜR BENZINMOTOREN <sup>(1)</sup>
- 4.1. Vergaser: .....
- 4.1.1. Fabrikmarke(n): .....
- 4.1.2. Typ(en): .....
- 4.2. Indirekte Einspritzung: Einpunkt oder Mehrpunkt: .....
- 4.2.1. Fabrikmarke(n): .....
- 4.2.2. Typ(en): .....
- 4.3. Direkteinspritzung: .....
- 4.3.1. Fabrikmarke(n): .....
- 4.3.2. Typ(en): .....
- 4.4. Kraftstoffdurchfluss (g/h) und Luft-/Kraftstoff-Verhältnis bei Nenndrehzahl und voll geöffneter Drosselklappe: ◀

► <sup>(1)</sup> **M8****▼ M8**

5. VENTILEINSTELLUNG
- 5.1. Maximale Ventilhöhe und Öffnungs- sowie Schließwinkel, bezogen auf die Totpunkte, oder entsprechende Angaben: .....
- 5.2. **Bezugsgrößen- und/oder Einstellbereiche <sup>(1)</sup>:**
- 5.3. **Variable Ventileinstellung (sofern anwendbar und an welcher Stelle: Einlass und/oder Auslass)**
- 5.3.1. Typ: kontinuierlich oder ein/aus <sup>(1)</sup>
- 5.3.2. Winkel der verdrehbaren Nockenwelle(n): .....
6. ANSAUG- UND AUSPUFFKANALANORDNUNG
- 6.1. Lage, Größe und Zahl:
7. ZÜNDANLAGE
- 7.1. **Zündspule:**
- 7.1.1. Fabrikmarke(n): .....
- 7.1.2. Typ(en): .....
- 7.1.3. Anzahl: .....
- 7.2. Zündkerze(n): .....
- 7.2.1. Fabrikmarke(n): .....
- 7.2.2. Typ(en): .....
- 7.3. Magnetzündung: .....
- 7.3.1. Fabrikmarke(n): .....
- 7.3.2. Typ(en): .....
- 7.4. Zündeneinstellung: .....
- 7.4.1. Zündzeitpunkt in Bezug zum oberen Totpunkt (in Grad Kurbelwinkel): .....
- 7.4.2. Gegebenenfalls Verstellkurve: .....

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

▼ **B**

## Anlage 2

## WESENTLICHE MERKMALE DER MOTORFAMILIE

1. GEMEINSAME KENNDATEN<sup>(1)</sup>:
  - 1.1. Arbeitsweise: .....
  - 1.2. Kühlmittel: .....
  - 1.3. Luftansaugmethode: .....
  - 1.4. Typ/Beschaffenheit des Brennraums: .....
  - 1.5. Ventile und Schlitzauslegung — Anordnung, Größe und Anzahl:
  - 1.6. Kraftstoffanlage: .....
  - 1.7. Motoren-Funktionssysteme:
 

Identitätsnachweis gemäß Skizze(n) Nummer:

    - Ladeluftkühlung: .....
    - Abgasrückführung<sup>(2)</sup>: .....
    - Wassereinspritzung/Emulsion<sup>(2)</sup>: .....
    - Luftenblasung<sup>(2)</sup>: .....
  - ▶<sup>(1)</sup> 1.8. Abgasnachbehandlungssystem<sup>(2)</sup>: ..... ◀
2. AUFSTELLUNG DER MOTORFAMILIE
  - 2.1. Bezeichnung der Motorfamilie: .....
  - 2.2. Spezifikation von Motoren dieser Familie:

▶ <sup>(3)</sup>	Stamm-Motor <sup>(1)</sup>	Motoren innerhalb der Familie <sup>(2)</sup>			
Motortyp					
Anzahl der Zylinder					
Nenn Drehzahl (min <sup>-1</sup> )					
Kraftstofffördermenge je Hub (mm <sup>3</sup> ) für Dieselmotoren, Kraftstoffdurchfluss (g/h) für Benzinmotoren beim maximalen Nennwert der Nutzleistung					
Nennwert der Nutzleistung (kW)					
Drehzahl bei maximaler Leistung (min <sup>-1</sup> )					
Maximale Nutzleistung (kW)					
Drehzahl bei maximalem Drehmoment (min <sup>-1</sup> )					
Kraftstofffördermenge je Hub (mm <sup>3</sup> ) für Dieselmotoren, Kraftstoffdurchfluss (g/h) für Benzinmotoren bei maximalem Drehmoment					
Maximales Drehmoment (Nm)					
Niedrige Leerlaufdrehzahl (min <sup>-1</sup> )					
Zylinderhubraum (% des Stamm-Motors)	100				

<sup>(1)</sup> Ausführliche Beschreibung siehe Anlage 1.  
<sup>(2)</sup> Ausführliche Beschreibung siehe Anlage 3. ◀

- ▶<sup>(2)</sup> <sup>(1)</sup> Unter Berücksichtigung der in Anhang I Abschnitte 6 und 7 angegebenen Vorschriften auszufüllen.  
<sup>(2)</sup> ggf. „n.z.“ für „nicht zutreffend“ angeben. ◀

▶<sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup> **M8**



## Anlage 3

WESENTLICHE MERKMALE DER MOTORTYPEN IN DER MOTORFAMILIE<sup>(1)</sup>

1. BESCHREIBUNG DES MOTORS
  - 1.1. Hersteller: .....
  - 1.2. Motorkennnummer des Herstellers: .....
  - 1.3. Arbeitsweise: Viertakt/Zweitakt<sup>(2)</sup>
  - 1.4. Bohrung: ..... mm
  - 1.5. Hub: ..... mm
  - 1.6. Anzahl und Anordnung der Zylinder: .....
  - 1.7. Hubraum: ..... cm<sup>3</sup>
  - 1.8. Nenndrehzahl: .....
  - 1.9. Drehzahl bei maximalem Drehmoment: .....
  - 1.10. Volumetrisches Verdichtungsverhältnis<sup>(3)</sup>: .....
  - 1.11. Beschreibung des Verbrennungsprinzips: .....
  - 1.12. Zeichnung(en) des Brennraums und des Kolbenbodens: .....
  - 1.13. Mindestquerschnitt der Einlaß- und Auslaßkanäle: .....
  - 1.14. **Kühlsystem**
    - 1.14.1. *Flüssigkeitskühlung*
      - 1.14.1.1. Art der Flüssigkeit: .....
      - 1.14.1.2. Kühlmittelpumpe(n): ja/nein<sup>(2)</sup>
      - 1.14.1.3. Kenndaten oder Marke(n) und Typ(en) (falls zutreffend): .....
      - 1.14.1.4. Übersetzungsverhältnis(se) des Antriebs (falls zutreffend): .....
    - 1.14.2. *Luftkühlung*
      - 1.14.2.1. Gebläse: ja/nein<sup>(2)</sup>
      - 1.14.2.2. Kenndaten oder Marke(n) und Typ(en) (falls zutreffend): .....
      - 1.14.2.3. Übersetzungsverhältnis(se) des Antriebs (falls zutreffend): .....
  - 1.15. **Vom Hersteller zugelassene Temperatur**
    - 1.15.1. Flüssigkeitskühlung: höchste Temperatur am Motoraustritt: ..... K
    - 1.15.2. Luftkühlung: Bezugspunkt: .....  
Höchste Temperatur am Bezugspunkt: ..... K
    - 1.15.3. Höchste Ladelufttemperatur am Austritt des Zwischenkühlers (falls zutreffend): ..... K
    - 1.15.4. Höchste Abgastemperatur an der Anschlußstelle zwischen Auspuffsammelrohr(en) und Auspuffkrümmer(n): .....

<sup>(1)</sup> Für jeden Motor der Motorfamilie gesondert vorzulegen.

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

<sup>(3)</sup> Toleranz angeben.

**▼ B**

- 1.15.5. Schmiermitteltemperatur: mindestens ..... K  
höchstens ..... K
- 1.16. Auflader: ja/nein<sup>(1)</sup>
- 1.16.1. Marke: .....
- 1.16.2. Typ: .....
- 1.16.3. Beschreibung des Systems (z. B. maximaler Ladedruck, Druckablaßventil (wastegate), falls zutreffend): .....
- 1.16.4. Zwischenkühler: ja/nein<sup>(1)</sup>
- 1.17. Ansaugsystem: höchstzulässiger Ansaugunterdruck bei Motornendrehzahl und bei Vollast: ..... kPa
- 1.18. Auspuffanlage: höchstzulässiger Abgasgegendruck bei Motornendrehzahl und Vollast: ..... kPa

**▼ M6**

2. MASSNAHMEN GEGEN LUFTVERUNREINIGUNG
- 2.1. Einrichtung zur Rückführung der Kurbelgehäusegase: ja/nein<sup>(1)</sup>.....
- 2.2. Zusätzliche Einrichtungen zur Abgasreinigung (falls vorhanden und nicht in einem anderen Abschnitt aufgeführt)
- 2.2.1. Katalysator: ja/nein<sup>(1)</sup>
- 2.2.1.1. Marke(n): .....
- 2.2.1.2. Type(n): .....
- 2.2.1.3. Anzahl der Katalysatoren und Monolithen: .....
- 2.2.1.4. Abmessungen und Volumen des Katalysators (der Katalysatoren): .....
- 2.2.1.5. Art der katalytischen Reaktion: .....
- 2.2.1.6. Gesamtbeschichtung mit Edelmetall: .....
- 2.2.1.7. Konzentrationsverhältnis der Edelmetalle: .....
- 2.2.1.8. Trägerkörper (Aufbau und Werkstoff): .....
- 2.2.1.9. Zellendichte: .....
- 2.2.1.10. Art des (der) Katalysatorgehäuse(s): .....
- 2.2.1.11. Lage des Katalysators (der Katalysatoren) (Ort und Höchst-/Mindestentfernung vom Motor): .....
- 2.2.1.12. Normaler Betriebstemperaturbereich (K): .....
- 2.2.1.13. Gegebenenfalls erforderliches Reagens: .....
- 2.2.1.13.1. Art und Konzentration des für die katalytische Reaktion erforderlichen Reagens: .....
- 2.2.1.13.2. Normaler Betriebstemperaturbereich des Reagens: .....
- 2.2.1.13.3. Gegebenenfalls geltende internationale Norm: .....
- 2.2.1.14. NO<sub>x</sub>-Sonde: ja/nein<sup>(1)</sup>
- 2.2.2. Sauerstoffsonde: ja/nein<sup>(1)</sup>
- 2.2.2.1. Marke(n): .....
- 2.2.2.2. Typ: .....
- 2.2.2.3. Lage: .....
- 2.2.3. Lufteinblasung: ja/nein<sup>(1)</sup>
- 2.2.3.1. Art (Selbstansaugung, Luftpumpe usw.): .....
- 2.2.4. Abgasrückführung: ja/nein<sup>(1)</sup>
- 2.2.4.1. Eigenschaften (gekühlt/nicht gekühlt, Hochdruck/Niederdruck usw.): .....

<sup>(1)</sup> Nicht Zutreffendes streichen.

**▼ M6**

- 2.2.5.2. Typ und Aufbau des Partikelfilters: .....
- 2.2.5.3. Lage (Ort und Höchst-/Mindestentfernung vom Motor): .....
- 2.2.5.4. Verfahren/Einrichtung zur Regenerierung: Beschreibung und/oder Zeichnung .....
- 2.2.5.5. Normaler Betriebstemperaturbereich (K) und Betriebsdruckbereich (kPa): .....
- 2.2.6. Andere Einrichtungen: ja/nein <sup>(1)</sup>
- 2.2.6.1. Beschreibung und Wirkungsweise: .....

**▼ B**

- 3. ► <sup>(1)</sup> KRAFTSTOFFSYSTEM FÜR DIESELMOTOREN ◀
- 3.1. **Kraftstoffpumpe**
  - Druck <sup>(2)</sup> oder Kennlinie: ..... kPa
- 3.2. **Einspritzanlage**
  - 3.2.1. *Pumpe*
    - 3.2.1.1. Marke(n): .....
    - 3.2.1.2. Typ(en): .....
    - 3.2.1.3. Einspritzmenge: ... und ... mm<sup>3</sup> <sup>(2)</sup> je Hub oder Takt bei ... min<sup>-1</sup> der Pumpe (Nenn Drehzahl) bzw. ... min<sup>-1</sup> (maximales Drehmoment) oder Kennlinie  
Angabe des angewandten Verfahrens: am Motor/auf dem Pumpenprüfstand <sup>(1)</sup> .....
    - 3.2.1.4. **Einspritzzeitpunkt**
      - 3.2.1.4.1. Verstellkurve des Spritzverstellers <sup>(2)</sup>: .....
      - 3.2.1.4.2. Einstellung des Einspritzzeitpunkts <sup>(2)</sup>: .....
  - 3.2.2. *Einspritzleitungen*
    - 3.2.2.1. Länge: ..... mm
    - 3.2.2.2. Innendurchmesser: ..... mm
  - 3.2.3. *Einspritzdüse(n)*
    - 3.2.3.1. Marke(n): .....
    - 3.2.3.2. Typ(en): .....
    - 3.2.3.3. Öffnungsdruck <sup>(2)</sup> oder Kennlinie: ..... kPa
  - 3.2.4. *Regler*
    - 3.2.4.1. Marke(n): .....
    - 3.2.4.2. Typ(en): .....
    - 3.2.4.3. Abregeldrehzahl bei Vollast <sup>(2)</sup>: ..... min<sup>-1</sup>
    - 3.2.4.4. Größte Drehzahl ohne Last <sup>(2)</sup>: ..... min<sup>-1</sup>
    - 3.2.4.5. Leerlaufdrehzahl <sup>(2)</sup>: ..... min<sup>-1</sup>

<sup>(1)</sup> Nichtzutreffendes streichen.<sup>(2)</sup> Toleranz angeben.► <sup>(1)</sup> **M2**

**▼ B**

- 3.3. **Kaltstarteinrichtung**
  - 3.3.1. Marke(n): .....
  - 3.3.2. Typ(en): .....
  - 3.3.3. Beschreibung: .....
- ▶<sup>(1)</sup> 4. **KRAFTSTOFFSYSTEM FÜR BENZINMOTOREN**
  - 4.1. Vergaser .....
  - 4.1.1. Marke(n): .....
  - 4.1.2. Typ(en): .....
  - 4.2. Indirekte Einspritzung: Einpunkt oder Mehrpunkt .....
  - 4.2.1. Marke(n): .....
  - 4.2.2. Typ(en): .....
  - 4.3. Direkteinspritzung .....
  - 4.3.1. Marke(n): .....
  - 4.3.2. Typ(en): .....
  - 4.4. Kraftstoffdurchfluss [g/h] und Luft/Kraftstoff-Verhältnis bei Nenndrehzahl und weit geöffneter Drosselklappe ◀
- ▶<sup>(2)</sup> 5. ◀ **VENTILEINSTELLUNG**
  - ▶<sup>(3)</sup> 5.1. ◀ Maximale Ventilhübe und Öffnungs- sowie Schließwinkel, bezogen auf die Totpunkte, oder entsprechende Angaben: .....
  - ▶<sup>(4)</sup> 5.2. ◀ Bezugs- und/oder Einstellbereiche<sup>(1)</sup>: .....
  - ▶<sup>(5)</sup> 5.3. Variable Ventileinstellung (sofern anwendbar und an welcher Stelle: Einlass und/oder Auslass)
    - 5.3.1. Typ: kontinuierlich oder ein/aus
    - 5.3.2. Nockenverstellwinkel ◀
- ▶<sup>(6)</sup> 6. **SCHLITZANORDNUNG**
  - 6.1. Lage, Größe und Anzahl ◀
- ▶<sup>(7)</sup> 7. **ZÜNDANLAGE**
  - 7.1. Zündspule
    - 7.1.1. Marke(n): .....
    - 7.1.2. Typ(en): .....
    - 7.1.3. Anzahl: .....
  - 7.2. Zündkerze(n)
    - 7.2.1. Marke(n): .....
    - 7.2.2. Typ(en): .....
  - 7.3. Magnetzündung
    - 7.3.1. Marke(n): .....
    - 7.3.2. Typ(en): .....
  - 7.4. ZündEinstellung
    - 7.4.1. Zündzeitpunkt vor OT [°KW] .....
    - 7.4.2. Zündverstellkurve, sofern vorhanden: .....

(1) Nichtzutreffendes streichen.

**▼ B***ANHANG III***▼ M2****PRÜFVERFAHREN FÜR KOMPRESSIONSZÜNDUNGSMOTOREN****▼ B**

## 1. EINLEITUNG

**▼ M6**

- 1.1. In diesem Anhang wird das Verfahren zur Messung der gasförmigen Schadstoffe und luftverunreinigenden Partikel aus den zu prüfenden Motoren beschrieben.

Folgende Prüfzyklen werden angewendet:

- der NRSC-Zyklus (stationärer Test für mobile Maschinen und Geräte), der zur Ermittlung der Emissionen von Kohlenstoffmonoxid, Kohlenwasserstoffen, Stickstoffoxiden und Partikeln für die Stufen I, II, III A, III B und IV bei den Motoren nach Anhang I Abschnitt 1.A Ziffern i und ii verwendet wird, und
- der NRTC-Zyklus (instationärer Test für mobile Maschinen und Geräte) für die Ermittlung der Emissionen von Kohlenstoffmonoxid, Kohlenwasserstoffen, Stickstoffoxiden und Partikeln für die Stufen III B und IV bei den Motoren nach Anhang I Abschnitt 1.A Ziffer i,
- das ISO-Prüfverfahren gemäß ISO 8178-4:2002 und IMO <sup>(1)</sup> MARPOL <sup>(2)</sup> 73/78, Anhang VI (NO<sub>x</sub> Code), für Motoren, die zur Verwendung in Binnenschiffen bestimmt sind,
- ein NRSC-Zyklus zur Messung von Gas- und Partikelemissionen für Stufe III A und Stufe III B für Motoren, die zum Antrieb von Triebwagen bestimmt sind,
- ein NRSC-Zyklus zur Messung von Gas- und Partikelemissionen für Stufe III A und Stufe III B für Motoren, die zum Antrieb von Lokomotiven bestimmt sind.

**▼ M8**1.2. **Auswahl des Prüfverfahrens**

Für die Prüfung ist der Motor auf einer entsprechenden Prüfeinrichtung aufzubauen und an einen Leistungsprüfstand anzuschließen.

1.2.1. *Prüfverfahren für die Stufen I, II, IIIA, IIIB und IV*

Die Prüfung ist gemäß dem Verfahren in diesem Anhang oder nach Wahl des Herstellers gemäß dem Verfahren von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 durchzuführen.

Zusätzlich gelten folgende Anforderungen:

- i) Dauerhaltbarkeitsanforderungen nach Anlage 5 dieses Anhangs;
- ii) Vorschriften für den Motorprüfbereich gemäß Abschnitt 8.6 von Anhang I (nur Motoren der Stufe IV);

<sup>(1)</sup> IMO: International Maritime Organization — Internationale Seeschiffahrtsorganisation.

<sup>(2)</sup> MARPOL: International Convention for the Prevention of Pollution from Ships — Internationales Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe.

**▼ M8**

- iii) Bestimmungen für die Meldung von CO<sub>2</sub>-Emissionen gemäß Anlage 6 dieses Anhangs für Motoren, die nach dem Verfahren dieses Anhangs geprüft werden. Bei Motoren, die gemäß dem Verfahren von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 geprüft werden, gilt Anlage 7 dieses Anhangs;
  - iv) der in Anhang V dieser Richtlinie genannte Bezugskraftstoff ist für Motoren zu verwenden, die nach den Vorschriften dieses Anhangs geprüft werden. Der in Anhang V dieser Richtlinie genannte Bezugskraftstoff ist für Motoren zu verwenden, die nach den Vorschriften von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 geprüft werden.
- 1.2.1.1. Entscheidet sich der Hersteller gemäß Anhang I Abschnitt 8.6.2, das Prüfverfahren nach Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 für die Prüfung von Motoren der Stufen I, II, IIIA oder IIIB anzuwenden, sind die in Abschnitt 3.7.1 genannten Prüfzyklen durchzuführen.

**▼ M3****▼ CI**

- 1.3. **Messmethode:**
- Die zu messenden Abgase umfassen gasförmige Bestandteile (Kohlenmonoxid, gesamte Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide) und Partikel. Zusätzlich wird oft Kohlendioxid als Trägergas zur Bestimmung des Verdünnungsverhältnisses von Teilstrom- und Vollstrom-Verdünnungssystemen verwendet. Nach guter technischer Praxis empfiehlt sich die allgemeine Messung von Kohlendioxid als ausgezeichnetes Mittel zum Feststellen von Messproblemen während des Prüflaufs.
- 1.3.1. *NRSC-Prüfung:*
- Unter einer vorgeschriebenen Abfolge von Betriebsbedingungen bei warmgefahrenem Motor sind die Mengen der vorstehend genannten Abgasemissionen durch Probenahme aus dem Rohabgas kontinuierlich zu prüfen. Der Prüfzyklus besteht aus einer Reihe von Drehzahl- und Drehmoment-(Last)prüfphasen, die den typischen Betriebsbereich von Dieselmotoren abdecken. In jeder Prüfphase sind die Konzentration jedes gasförmigen Schadstoffs, der Abgasstrom und die Leistung zu bestimmen sowie die gemessenen Werte zu gewichten. Die Partikelprobe ist mit konditionierter Umgebungsluft zu verdünnen. Über das gesamte Prüfverfahren ist eine Probe zu nehmen und auf geeigneten Filtern abzuscheiden.
- Alternativ dazu können für jede Prüfphase eine Probe auf separaten Filtern genommen und die gewichteten Ergebnisse des Prüfzyklus berechnet werden.
- Die pro Kilowattstunde ausgestoßenen Gramm jedes Schadstoffs sind wie in Anlage 3 beschrieben zu berechnen.

**▼ M6**

- 1.3.2. *NRTC-Prüfung:*
- Der vorgeschriebene instationäre Prüfzyklus (eng angelehnt an die Betriebsbedingungen von Dieselmotoren in mobilen Maschinen und Geräten) wird zweimal durchgeführt:
- Beim ersten Mal (Kaltstart), wenn der Motor auf Raumtemperatur abgekühlt ist und sich die Temperaturen von Motor Kühlmittel und Motoröl, die Nachbehandlungseinrichtungen und sämtliche Motorsteuerungshilfsmittel zwischen 20 und 30 °C stabilisiert haben.

**▼ M6**

- Beim zweiten Mal (*Warmstart*) nach einem 20minütigen Abkühlen, das unmittelbar nach Beendigung des Kaltstart-Zyklus beginnt.

Während dieser Prüfreihe sind die vorstehend genannten Schadstoffe zu messen. Die Prüfreihe besteht aus einem Kaltstart-Zyklus mit anschließender natürlicher Kühlung oder Zwangskühlung des Motors, einer Abkühlphase und einem Warmstart-Zyklus und wird mit einer kombinierten Emissionsberechnung abgeschlossen. Unter Verwendung der Motormoment- und -drehzahlmesssignale des Motorleistungsprüfstands ist die Leistung entsprechend der Dauer des Prüfzyklus zu integrieren, dessen Ergebnis die Arbeit des Motors über den Zyklus ist. Die Konzentrationen der gasförmigen Bestandteile sind über den Prüfzyklus zu bestimmen, entweder im Rohabgas durch Integration des Signals des Analysegeräts gemäß Anlage 3 oder im verdünnten Abgas eines CVS-Vollstrom-Verdünnungssystems durch Integration oder Probenahmebeutel gemäß Anlage 3. Für Partikel ist eine verhältnismäßige Probe aus dem verdünnten Abgas auf einem besonderen Filter bei Teilstrom- oder Vollstromverdünnung zu nehmen. Je nach dem verwendeten Verfahren ist für die Berechnung der Masseemissionswerte der Schadstoffe der Durchsatz des verdünnten oder unverdünnten Abgases über den Zyklus zu bestimmen. Die Masseemissionswerte sind zur Motorarbeit in Bezug zu setzen, um den Ausstoß jedes Schadstoffs in Gramm pro Kilowattstunde angeben zu können.

Die Emissionen (g/kWh) sind sowohl während des Kaltstart- als auch des Warmstart-Zyklus zu messen. Ein gewichteter Emissionsmischwert ist zu berechnen durch Gewichtung der Kaltstartergebnisse mit 10 % und der Warmstartergebnisse mit 90 %. Der gewichtete Mischwert muss den Grenzwerten entsprechen.

**▼ B**

## 2. PRÜFBEDINGUNGEN

2.1. **Allgemeine Vorschriften**

Das Volumen und der Volumendurchsatz sind stets bezogen auf 273 K (0 °C) und 101,3 kPa anzugeben.

2.2. **Bedingungen für die Prüfung des Motors**

- 2.2.1. Die absolute Temperatur  $T_a$  (Kelvin) der Verbrennungsluft am Einlaß des Motors und der trockene atmosphärische Druck  $p_s$  (in kPa) sind zu messen, und die Kennzahl  $f_a$  ist nach folgender Formel zu berechnen:

Bei Saugmotoren und mechanisch aufgeladenen Motoren:

$$f_a = \left( \frac{99}{p_s} \right) \left( \frac{T}{298} \right)^{0,7}$$

**▼ B**

Bei turbo-aufgeladenen Motoren mit oder ohne Ladeluftkühlung:

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

2.2.2. *Gültigkeit der Prüfung*

Eine Prüfung ist dann als gültig anzusehen, wenn die Kennzahl  $f_a$ :

**▼ M1**

$$0,96 \leq f_a \leq 1,06$$

**▼ M3****▼ CI**2.2.3. *Motoren mit Ladeluftkühlung*

Die Ladelufttemperatur ist aufzuzeichnen und muss bei der angegebenen Nenndrehzahl und Volllast  $\pm 5\text{K}$  der vom Hersteller angegebenen Ladelufthöchsttemperatur betragen. Die Temperatur des Kühlmittels muss mindestens 293K (20°C) betragen.

Bei Verwendung einer Prüfstandanlage oder eines externen Gebläses ist die Ladelufttemperatur auf  $\pm 5\text{K}$  der vom Hersteller angegebenen Ladelufthöchsttemperatur bei der Drehzahl der angegebenen Höchstleistung und Volllast einzustellen. Kühlmitteltemperatur und Kühlmitteldurchsatz des Ladeluftkühlers am vorstehend festgesetzten Punkt dürfen während des gesamten Prüfzyklus nicht verändert werden. Das Volumen des Ladeluftkühlers muss auf guter technischer Praxis und typischen Fahrzeugen/Maschinen und Geräten basieren.

Wahlweise kann der Ladeluftkühler gemäß SAEJ1937 in der im Januar 1995 veröffentlichten Fassung eingestellt werden.

**▼ B**2.3. **Ansaugsystem des Motors****▼ M3****▼ CI**

Der zu prüfende Motor muss mit einem Ansaugsystem versehen sein, dessen Lufteinlasswiderstand innerhalb des vom Hersteller angegebenen Wertes von  $\pm 300\text{Pa}$  für einen sauberen Luftfilter bei dem Betriebszustand des Motors liegt, bei dem sich nach Angaben des Herstellers der größte Luftdurchsatz ergibt. Die Widerstände sind auf Nenndrehzahl und Volllast einzustellen. Eine Prüfstandanlage kann verwendet werden, wenn sie die tatsächlichen Motorbetriebsbedingungen wiedergibt.

**▼ B**2.4. **Motorauspuffanlage****▼ M3****▼ CI**

Der zu prüfende Motor muss mit einer Auspuffanlage versehen sein, deren Abgasgegendruck innerhalb  $\pm 650\text{Pa}$  des vom Hersteller angegebenen Wertes bei den Motorbetriebsbedingungen entspricht, die zur angegebenen Höchstleistung führen.

Ist der Motor mit einer Abgasnachbehandlungseinrichtung ausgerüstet, so muss der Durchmesser des Auspuffrohrs genauso groß sein wie er in der Praxis für wenigstens vier Rohrdurchmesser oberhalb des Einlasses am Beginn der Nachbehandlungseinrichtung enthaltenden Ausdehnungsabschnitts verwendet wird. Der Abstand von der Auspuffkrümmeranschlussstelle bzw. vom Turboladerauslass bis zur Abgasnachbehandlungseinrichtung muss so groß sein wie in der Maschinenkonfiguration oder in den Abstandsangaben des Herstellers angegeben. Abgasgegendruck bzw. -widerstand müssen den vorstehend angeführten Kriterien entsprechen und können mittels eines Ventils eingestellt werden. Für Blindprüfungen und die Motorabbildung kann der Behälter der Nachbehandlungseinrichtung entfernt und durch einen gleichartigen Behälter mit inaktivem Katalysatorträger ersetzt werden.

**▼ B**2.5. **Kühlsystem**

Ein Motorkühlsystem mit einer Leistungsfähigkeit, die es ermöglicht, die vom Hersteller vorgegebenen normalen Betriebstemperaturen des Motors aufrechtzuerhalten.

2.6. **Schmieröl**

Die Kenndaten des zur Prüfung verwendeten Schmieröls sind aufzuzeichnen und zusammen mit den Prüfergebnissen vorzulegen.

2.7. **Prüfkraftstoff**

Es ist der in ► **M2** Anhang V ◀ beschriebene Bezugskraftstoff zu verwenden.

Die Cetanzahl und der Schwefelgehalt des für die Prüfung verwendeten Bezugskraftstoffs sind in ► **M2** Anhang VII ◀ Anlage 1 Abschnitte 1.1.1 und 1.1.2 aufzuzeichnen.

Die Kraftstofftemperatur am Einlaß der Einspritzpumpe muß 306-316 K (33—43 °C) betragen.

**▼ M3****▼ CI**

**▼ C1**

## 3. DURCHFÜHRUNG DER PRÜFUNG (NRSC-TEST)

3.1. **Bestimmung der Einstellungen des Leistungsprüfstands**

Die Grundlage der Messung der spezifischen Emissionen bildet die nichtkorrigierte Nutzleistung gemäß ISO 14396: 2002.

Bestimmte Hilfseinrichtungen, die nur für den Betrieb der Maschine erforderlich und möglicherweise am Motor angebracht sind, sollten zur Prüfung entfernt werden. Folgende unvollständige Liste dient als Beispiel:

- Kompressor für Bremsen,
- Servolenkungscompressor,
- Klimaanlagekompressor,
- Pumpen für Hydraulikantrieb.

Wurden Hilfseinrichtungen nicht entfernt, ist zur Berechnung der Einstellungen des Leistungsprüfstands die von diesen Einrichtungen bei den Prüfdrehzahlen aufgenommene Leistung zu bestimmen; ausgenommen sind Motoren, bei denen derartige Hilfseinrichtungen einen integralen Bestandteil des Motors bilden (z.B. Kühlgebläse bei luftgekühlten Motoren).

Der Lufteinlasswiderstand und der Abgasgegendruck sind entsprechend den Abschnitten 2.3 und 2.4 auf die vom Hersteller angegebenen Obergrenzen einzustellen.

Die maximalen Drehmomentwerte sind bei den vorgegebenen Prüfdrehzahlen durch Messung zu ermitteln, um die Drehmomentwerte für die vorgeschriebenen Prüfphasen berechnen zu können. Bei Motoren, die nicht für den Betrieb über einen bestimmten Drehzahlbereich auf der Vollast-Drehmomentkurve ausgelegt sind, ist das maximale Drehmoment bei den jeweiligen Prüfdrehzahlen vom Hersteller anzugeben.

Die Motoreinstellung für jede Prüfphase ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$S = \left( (P_M + P_{AE}) \times \frac{L}{100} \right) - P_{AE}$$

Bei einem Verhältnis von

$$\frac{P_{AE}}{P_M} \geq 0,03$$

kann der Wert von  $P_{AE}$  durch die technische Behörde überprüft werden, die die Typgenehmigung erteilt.

**▼ B****► M3 ► C1 3.2. ◀ ◀ Vorbereitung der Probenahmefilter**

Wenigstens eine Stunde vor der Prüfung ist jedes einzelne Filter(paar) in einer verschlossenen, aber nicht abgedichteten Petrischale zur Stabilisierung in eine Wägekammer zu bringen. Nach der Stabilisierungsphase ist jedes Filter(paar) zu wägen und das Taragewicht aufzuzeichnen. Dann ist das Filter(paar) in einer verschlossenen Petrischale oder einem verschlossenen Filterhalter bis zur Verwendung aufzubewahren. Wird das Filter(paar) nicht binnen acht Stunden nach seiner Entnahme aus der Wägekammer verwendet, so muß es vor seiner Verwendung erneut gewogen werden.

**► M3 ► C1 3.3. ◀ ◀ Anbringung der Meßgeräte**

Die Geräte und die Probenahmesonden sind wie vorgeschrieben anzubringen. Wird zur Verdünnung der Auspuffgase ein Vollstrom-Verdünnungssystem verwendet, so ist das Abgasrohr an das System anzuschließen.

**► M3 ► C1 3.4. ◀ ◀ Inbetriebnahme des Verdünnungssystems und des Motors**

Das Verdünnungssystem ist zu starten und der Motor anzulassen, bis alle Temperaturen und Drücke bei Vollast und Nenn-drehzahl stabil sind (Abschnitt 3.6.2).

**▼ M3****▼ C1****3.5. Einstellung des Verdünnungsverhältnisses**

Das Partikel-Probenahmesystem ist zu starten und bei Anwendung der Einfachfiltermethode auf Bypass zu betreiben (bei der Mehrfachfiltermethode wahlfrei). Der Partikelhintergrund der Verdünnungsluft kann bestimmt werden, indem Verdünnungsluft durch die Partikelfilter geleitet wird. Bei Verwendung gefilterter Verdünnungsluft kann eine Messung zu einem beliebigen Zeitpunkt vor, während oder nach der Prüfung erfolgen. Wird die Verdünnungsluft nicht gefiltert, so muss die Messung an einer für die Dauer der Prüfung genommenen Probe erfolgen.

Die Verdünnungsluft ist so einzustellen, dass die Filteranströmtemperatur bei jeder Prüfphase zwischen 315 K (42°C) und 325 K (52°C) beträgt. Das Gesamtverdünnungsverhältnis darf nicht weniger als vier betragen.

*Anmerkung:* Beim Verfahren unter stationären Bedingungen kann anstelle der Einhaltung des Temperaturbereichs von 42°C—52°C die Filtertemperatur auf oder unter der Höchsttemperatur von 325 K (52°C) gehalten werden.

Bei der Einfach- und der Mehrfachfiltermethode in Vollstromsystemen muss der Probemassendurchsatz durch den Filter bei allen Prüfphasen in einem konstanten Verhältnis zum Massendurchsatz des verdünnten Abgases stehen. Dieses Masseverhältnis muss — mit Ausnahme der ersten 10 Sekunden der Prüfphase bei Systemen ohne Bypassmöglichkeit — mit einer Toleranz von  $\pm 5\%$  in Bezug auf den mittleren Wert der Prüfphase eingehalten werden. Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen mit Einfachfiltermethode muss der Massendurchsatz durch den Filter — mit Ausnahme der ersten 10 Sekunden jeder Prüfphase bei Systemen ohne Bypassmöglichkeit — mit einer Toleranz von  $\pm 5\%$  in Bezug auf den mittleren Wert der Prüfphase konstant gehalten werden.

**▼ C1**

Bei CO<sub>2</sub>- oder NO<sub>x</sub>-konzentrationsgeregelten Systemen ist der CO<sub>2</sub>- bzw. NO<sub>x</sub>-Gehalt der Verdünnungsluft zu Beginn und Ende jeder Prüfung zu messen. Die vor der Prüfung gemessene CO<sub>2</sub>- bzw. NO<sub>x</sub>-Hintergrundkonzentration der Verdünnungsluft darf von der nach der Prüfung gemessenen Konzentration um höchstens 100ppm bzw. 5ppm abweichen.

Bei Verwendung eines mit verdünntem Abgas arbeitenden Analysesystems sind die jeweiligen Hintergrundkonzentrationen zu bestimmen, indem über die gesamte Prüffolge hinweg Verdünnungsluftproben in einem Probenahmebeutel geleitet werden.

Die fortlaufende Hintergrundkonzentration (ohne Beutel) kann an mindestens drei Punkten (zu Beginn, am Ende und nahe der Zyklusmitte) bestimmt und der Durchschnitt der Werte ermittelt werden. Auf Antrag des Herstellers kann auf Hintergrundmessungen verzichtet werden.

**▼ B****► M3 ► C1 3.6. ◀ ◀ Überprüfung der Analysegeräte**

Die Geräte für die Emissionsanalyse sind auf Null einzustellen und der Meßbereich ist zu kalibrieren.

**► M3 ► C1 3.7. ◀ ◀ Prüfzyklus****▼ M6**

3.7.1. Vorschriften für Maschinen und Geräte nach Anhang I Abschnitt 1 A:

3.7.1.1. **Vorschrift A:**

Die Prüfung des Prüfmotors auf dem Leistungsprüfstand ist für in Anhang I Abschnitt 1A Ziffern i und iv erfasste Motoren nach dem folgenden 8-Phasen-Zyklus <sup>(1)</sup> durchzuführen:

Prüfphase	Motordrehzahl (U/min)	Last (%)	Wichtungsfaktor
1	Nenndrehzahl oder Bezugsdrehzahl (*)	100	0,15
2	Nenndrehzahl oder Bezugsdrehzahl (*)	75	0,15
3	Nenndrehzahl oder Bezugsdrehzahl (*)	50	0,15
4	Nenndrehzahl oder Bezugsdrehzahl (*)	10	0,10
5	Zwischendrehzahl	100	0,10
6	Zwischendrehzahl	75	0,10
7	Zwischendrehzahl	50	0,10
8	Leerlauf	—	0,15

(\*) Die Bezugsdrehzahl ist in Anhang III Abschnitt 4.3.1 festgelegt.

<sup>(1)</sup> Identisch mit dem Zyklus C1 gemäß Absatz 8.3.1.1 der ISO-Norm 8178-4: 2007 (berichtigte Fassung vom 1.7.2008).

▼ **M6**3.7.1.2. **Vorschrift B:**

Die Prüfung des Prüfmotors auf dem Leistungsprüfstand ist für in Anhang I Abschnitt 1A Ziffer ii erfasste Motoren nach dem folgenden 5-Phasen-Zyklus <sup>(1)</sup> durchzuführen:

Prüfphase	Motordrehzahl (U/min)	Last (%)	Wichtungsfaktor
1	Nenndrehzahl	100	0,05
2	Nenndrehzahl	75	0,25
3	Nenndrehzahl	50	0,30
4	Nenndrehzahl	25	0,30
5	Nenndrehzahl	10	0,10

Die Lastzahlen sind Prozentwerte des Drehmoments entsprechend der Grundleistungsangabe, die definiert wird als die während einer Folge mit variabler Leistung verfügbare maximale Leistung, die für eine unbegrenzte Anzahl von Stunden pro Jahr erbracht werden kann, und zwar zwischen angegebenen Wartungsintervallen und unter den angegebenen Umgebungsbedingungen, wenn die Wartung wie vom Hersteller vorgeschrieben durchgeführt wird.

3.7.1.3. **Vorschrift C**

Für Antriebsmotoren <sup>(2)</sup>, die zur Verwendung in Binnenschiffen bestimmt sind, ist das ISO-Prüfverfahren gemäß ISO 8178-4:2002 und IMO MARPOL 73/78, Anhang VI (NO<sub>x</sub>-Code), zu verwenden.

Antriebsmotoren, die Propeller mit fester Blattsteigung antreiben, werden auf einem Leistungsprüfstand unter Heranziehung des nachstehenden stationären 4-Phasen-Zyklus <sup>(3)</sup> geprüft, der entwickelt wurde, um den laufenden Betrieb von Dieselmotoren in kommerziellen Schiffsanwendungen darzustellen:

Prüfphase	Motordrehzahl (U/min)	Last (%)	Wichtungsfaktor
1	100 % (Nenndrehzahl)	100	0,20
2	91 %	75	0,50
3	80 %	50	0,15
4	63 %	25	0,15

Antriebsmotoren für Binnenschiffe, die mit fester Drehzahl (Propeller mit variabler Blattsteigung oder elektrisch gekoppelte) Propeller antreiben, werden auf einem Leistungsprüfstand unter Verwendung des nachstehenden stationären 4-Phasen-Zyklus <sup>(4)</sup> geprüft, bei dem die gleichen Lastwerte und Wichtungsfaktoren gegeben sind wie bei dem vorstehenden Zyklus, jedoch mit einem Motor, der in jeder Phase auf Nenndrehzahl läuft:

<sup>(1)</sup> Identisch mit dem Zyklus D2 gemäß Absatz 8.4.1 der ISO-Norm 8178-4: 2002(E).

<sup>(2)</sup> Hilfsmotoren mit konstanter Drehzahl sind aufgrund des Belastungszyklus ISO D2 zu zertifizieren, d.h. des stationären 5-Phasen-Zyklus gemäß Abschnitt 3.7.1.2; Hilfsmotoren mit variabler Drehzahl sind aufgrund des Belastungszyklus ISO C1 zu zertifizieren, d. h. des stationären 8-Phasen-Zyklus entsprechend Abschnitt 3.7.1.1.

<sup>(3)</sup> Identisch mit dem Zyklus E3 gemäß den Abschnitten 8.5.1, 8.5.2 und 8.5.3 der Norm ISO 8178- 4: 2002(E). Die vier Phasen liegen auf einer durchschnittlichen Propellerkurve, die auf Messungen bei laufendem Betrieb basieren.

<sup>(4)</sup> Identisch mit dem Zyklus E2 gemäß den Abschnitten 8.5.1, 8.5.2 und 8.5.3 der Norm ISO 8178- 4: 2002(E).

▼ M6

Prüfphase	Motordrehzahl (U/min)	Last (%)	Wichtungsfaktor
1	Nenndrehzahl	100	0,20
2	Nenndrehzahl	75	0,50
3	Nenndrehzahl	50	0,15
4	Nenndrehzahl	25	0,15

## 3.7.1.4. Vorschrift D

Motoren, die unter Anhang I Abschnitt 1A Ziffer v fallen, sind auf dem Leistungsprüfstand nach dem folgenden 3-Phasen-Zyklus<sup>(1)</sup> zu prüfen:

Prüfphase	Motordrehzahl (U/min)	Last (%)	Wichtungsfaktor
1	► <u>C3</u> Zwischendrehzahl ◀	100	0,25
2	► <u>C3</u> Zwischendrehzahl ◀	50	0,15
3	Leerlauf	—	0,60

▼ B► M3 ► C1 3.7.2. ◀ ◀ *Konditionierung des Motors*

Der Motor und das System sind bei Höchstdrehzahl und maximalem Drehmoment warmzufahren, um die Motorkennwerte entsprechend den Empfehlungen des Herstellers zu stabilisieren.

*Anmerkung:* Durch diese Konditionierungszeit soll auch der Einfluß von Ablagerungen in der Auspuffanlage, die aus einer früheren Prüfung stammen, verhindert werden. Ferner ist zwischen den Prüfphasen eine Stabilisierungsperiode vorgeschrieben, die der weitestgehenden Ausschaltung einer gegenseitigen Beeinflussung bei den einzelnen Prüfphasen dient.

► M2 ► M3 ► C1 3.7.3. ◀ ◀ *Prüffolge* ◀▼ M3▼ C1

Die Prüffolge ist zu beginnen. Die Prüfung ist in aufsteigender Reihenfolge der oben angegebenen Prüfphasen der Prüfzyklen durchzuführen.

Nach der einleitenden Übergangsperiode muss bei jeder Phase des jeweiligen Prüfzyklus die vorgeschriebene Drehzahl innerhalb des höheren Wertes von entweder  $\pm 1\%$  der Nenndrehzahl oder  $\pm 3\text{min}^{-1}$  gehalten werden; dies gilt nicht für die untere Leerlaufdrehzahl, bei der die vom Hersteller angegebenen Toleranzen einzuhalten sind. Das angegebene Drehmoment ist so zu halten, dass der Durchschnitt für den Zeitraum der Messungen mit einer Toleranz von  $\pm 2\%$  dem maximalen Drehmoment bei der Prüfdrehzahl entspricht.

Für jeden Messpunkt wird eine Mindestzeit von zehn Minuten benötigt. Sind bei der Prüfung eines Motors längere Probenahmezeiten erforderlich, damit sich eine ausreichende Partikelmasse auf dem Messfilter sammelt, kann die Dauer der Prüfphase nach Bedarf verlängert werden.

Die Dauer der Prüfphasen ist aufzuzeichnen und anzugeben.

<sup>(1)</sup> Identisch mit dem Zyklus F der Norm ISO 8178-4:2002(E).

**▼ C1**

Die Konzentrationswerte der gasförmigen Emissionen sind während der letzten drei Minuten der Prüfphase zu messen und aufzuzeichnen.

Die Partikelentnahme und Messung der Abgasemissionen sollten nicht vor Eintritt der Motorstabilisierung gemäß den Anweisungen des Herstellers erfolgen und müssen gleichzeitig beendet werden.

Die Kraftstofftemperatur muss am Einlass der Kraftstoffeinspritzpumpe oder nach Vorschrift des Herstellers gemessen werden, und die Stelle der Messung ist aufzuzeichnen.

**▼ B****► M3 ► C1** 3.7.4. ◀ ◀ *Ansprechverhalten der Analysegeräte*

Das Ansprechverhalten der Analysatoren ist auf einem Bandschreiber aufzuzeichnen oder mit einem gleichwertigen Datenerfassungssystem zu messen, wobei das Abgas mindestens während der letzten drei Minuten jeder Prüfphase durch die Analysatoren strömen muß. Wird für die Messung des verdünnten CO und CO<sub>2</sub> ein Probenahmebeutel verwendet (siehe Anlage 1 Abschnitt 1.4.4), so ist die Probe während der letzten drei Minuten jeder Prüfphase in den Beutel zu leiten, und die Beutelprobe ist zu analysieren und aufzuzeichnen.

**► M3 ► C1** 3.7.5. ◀ ◀ *Partikel-Probenahme*

Die Partikel-Probenahme kann nach der Einfachfiltermethode oder nach der Mehrfachfiltermethode erfolgen (Anlage 1 Abschnitt 1.5). Da die Ergebnisse bei diesen Methoden leichte Abweichungen aufweisen können, muß zusammen mit den Ergebnissen auch die verwendete Methode angegeben werden.

Bei der Einfachfiltermethode müssen die im Prüfzyklusverfahren angegebenen Wichtungsfaktoren für die jeweiligen Prüfphasen bei der Probenahme berücksichtigt werden, indem der Probandurchsatz und/oder die Probenahmezeit entsprechend eingestellt werden/wird.

Die Probenahme muß bei jeder Prüfphase so spät wie möglich erfolgen. Die Probenahme je Prüfphase muß bei der Einfachfiltermethode mindestens 20 Sekunden und bei der Mehrfachfiltermethode mindestens 60 Sekunden dauern. Bei Systemen ohne Bypassmöglichkeit muß die Probenahme je Prüfphase bei Einfach- und Mehrfachfiltermethode mindestens 60 Sekunden dauern.

**► M3 ► C1** 3.7.6. ◀ ◀ *Motorbedingungen*

Motordrehzahl und Last, Ansauglufttemperatur, Kraftstoffdurchsatz und Luft- oder Abgasdurchsatz sind nach Stabilisierung des Motors bei jeder Prüfphase zu messen.

Ist die Messung des Abgasdurchsatzes oder die Messung der Verbrennungsluft und des Kraftstoffverbrauchs nicht möglich, so kann eine Berechnung nach der Kohlenstoff-/Sauerstoffbilanzmethode vorgenommen werden (siehe Anlage 1 Abschnitt 1.2.3).

Alle zusätzlich für die Berechnung erforderlichen Daten sind aufzuzeichnen (siehe Anlage 3 Abschnitte 1.1 und 1.2).

**► M3 ► C1** 3.8. ◀ ◀ *Erneute Überprüfung der Analysegeräte*

Nach der Emissionsprüfung werden ein Nullgas und dasselbe Kalibriergas zur erneuten Überprüfung verwendet. Die Prüfung ist als gültig anzusehen, wenn die Differenz zwischen den beiden Meßergebnissen weniger als 2 % beträgt.

▼ **M3**▼ **C1**

## 4. DURCHFÜHRUNG DER PRÜFUNG (NRTC-TEST)

4.1. **Einleitung**

Der dynamische Test für mobile Maschinen und Geräte (NRTC) ist in Anhang III Anlage 4 aufgeführt als je Sekunde wechselnde Folge normierter Drehzahl- und Drehmomentwerte, die für alle unter diese Richtlinie fallenden Dieselmotoren gilt. Zur Durchführung der Prüfung an einer Motorprüfzelle werden die normierten Werte auf der Grundlage der Motorabbildungskurve in die tatsächlichen Werte für den einzelnen geprüften Motor umgerechnet. Diese Umrechnung wird als Entnormierung bezeichnet, der entwickelte Prüfzyklus als Bezugsprüfzyklus des zu prüfenden Motors. Mit diesen Bezugswerten für Drehzahl und Drehmoment wird der Zyklus in der Prüfzelle durchgeführt, die Drehzahl- und -drehmomentmesswerte werden aufgezeichnet. Um den Prüflauf zu validieren, muss eine Regressionsanalyse der Bezugswerte und der Drehzahl- und -drehmomentmesswerte bis zum Abschluss der Prüfung durchgeführt werden.

4.1.1. Die Verwendung von Abschaltvorrichtungen und der Einsatz anormaler Emissionsminderungsstrategien sind untersagt.

4.2. **Motorabbildungsverfahren**

Zur Einrichtung des NRTC in der Prüfzelle muss der Motor vor dem Prüfzyklus abgebildet werden, um die Drehzahl-Drehmoment-Kurve zu bestimmen.

4.2.1. *Bestimmung des Abbildungsdrehzahlbereichs*

Die niedrigste und die höchste Abbildungsdrehzahl sind wie folgt definiert:

niedrigste Abbildungsdrehzahl = Leerlaufdrehzahl

höchste Abbildungsdrehzahl =  $n_{hi} \times 1,02$  oder, falls niedriger, die Drehzahl, bei der das Vollast-Drehmoment auf Null sinkt (wobei  $n_{hi}$  die hohe Drehzahl ist, definiert als die höchste Drehzahl, bei der 70 % der Nennleistung geliefert werden).

4.2.2. *Motorabbildungskurve*

Der Motor ist bei Höchstleistung warmzufahren, um die Motorleistungsdaten entsprechend den Empfehlungen des Herstellers und der guten Ingenieurpraxis zu stabilisieren. Wenn der Motor stabilisiert ist, wird die Motorleistungsabbildung wie folgt erstellt.

4.2.2.1. **Transient Abbildung**

a) Der Motor wird entlastet und bei Leerlaufdrehzahl betrieben.

b) Der Motor ist bei Vollast/vollständig geöffneter Drosselklappe mit niedrigster Abbildungsdrehzahl zu betreiben.

c) Die Motordrehzahl ist mit einer mittleren Geschwindigkeit von  $8 \pm 1$  min<sup>-1</sup>/s von der niedrigsten zur höchsten Abbildungsdrehzahl zu steigern. Motordrehzahl- und -drehmomentpunkte sind bei einer Abtastfrequenz von mindestens einem Punkt pro Sekunde aufzuzeichnen.

▼ **C1**

- 4.2.2.2. **Schrittabbildung**
- a) Der Motor wird entlastet und bei Leerlaufdrehzahl betrieben.
  - b) Der Motor ist bei Volllast/vollständig geöffneter Drosselklappe mit niedrigster Abbildungsdrehzahl zu betreiben.
  - c) Bei Volllast ist die niedrigste Abbildungsdrehzahl für mindestens 15s zu halten und das mittlere Drehmoment der letzten 5s ist aufzuzeichnen. Die maximale Drehmomentkurve von der niedrigsten bis zur höchsten Abbildungsdrehzahl ist mit einem Drehzahlanstieg von nicht mehr als  $100 \pm 20/\text{min}$  zu bestimmen. Jeder Prüfpunkt ist für mindestens 15s zu halten und das mittlere Drehmoment der letzten 5s ist aufzuzeichnen.

- 4.2.3. **Erzeugung der Abbildungskurve**
- Alle gemäß Abschnitt 4.2.2 aufgezeichneten Messwertpunkte sind mittels linearer Interpolation zwischen den Punkten miteinander zu verbinden. Die resultierende Drehmomentkurve ist die Abbildungskurve. Ihre Verwendung erfolgt gemäß der Beschreibung in Abschnitt 4.3.3 für die Umrechnung der normierten Drehmomentwerte des Ablaufplans für den Motorleistungsprüfstand in Anhang IV in tatsächliche Drehmomentwerte für den Prüfzyklus.

- 4.2.4. **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 Abschnitt beschriebenen Abbildungstechniken aufgrund sicherheitstechnischer Belange oder zugunsten einer besseren Repräsentativität müssen zusammen mit der entsprechenden Begründung von den beteiligten Parteien zu billigen. Auf keinen Fall jedoch darf die Drehmomentkurve für geregelte Motoren oder Turbomotoren mit sinkenden Motordrehzahlen erstellt werden.

- 4.2.5. **Wiederholungsprüfungen**
- Ein Motor muss nicht vor jedem einzelnen Prüfzyklus abgebildet werden. Eine erneute Abbildung ist vor einem Prüfzyklus durchzuführen, wenn:
- ein nach technischem Ermessen unangemessen langer Zeitraum seit der letzten Abbildung vergangen ist oder
  - am Motor mechanische Veränderungen oder Nachkalibrierungen vorgenommen wurden, die sich möglicherweise auf die Motorleistung auswirken.

4.3. **Erstellung des Bezugsprüfzyklus**

▼ **M6**

- 4.3.1. **Bezugsdrehzahl:**
- Die Bezugsdrehzahl ( $n_{\text{ref}}$ ) entspricht den im Ablaufplan für den Motorleistungsprüfstand in Anhang III Anlage 4 genannten auf 100 % normierten Drehzahlwerten. Der sich aus der Entnormierung der Bezugsdrehzahl ergebende tatsächliche Motorzyklus hängt weitgehend von der Wahl der ordnungsgemäßen Bezugsdrehzahl ab. Die Bezugsdrehzahl wird anhand folgender Formel festgelegt:

**▼ M6**

$$n_{\text{ref}} = \text{niedrige Drehzahl} + 0,95 \times (\text{hohe Drehzahl} - \text{niedrige Drehzahl})$$

(die hohe Drehzahl ist die höchste Drehzahl, bei der 70 % der Nennleistung abgegeben werden, die niedrige Drehzahl ist die niedrigste Drehzahl, bei der 50 % der Nennleistung abgegeben werden).

Entspricht die ermittelte Bezugsdrehzahl der vom Hersteller angegebenen Bezugsdrehzahl (+/-3 %), darf die angegebene Bezugsdrehzahl für die Emissionsprüfung verwendet werden. Wird die Toleranz überschritten, ist die ermittelte Bezugsdrehzahl für die Emissionsprüfung zu verwenden. (1).

**▼ C1**4.3.2. *Entnormierung der Motordrehzahl*

Die Drehzahl wird nach folgender Gleichung entnormiert:

$$\text{Tatsächliche Drehzahl} = \frac{\% \text{ Drehz.} \times (\text{Bezugsdrehz.} - \text{Leerlauf})}{100} + \text{Leerlauf}$$

4.3.3. *Entnormierung des Motormoments*

Die Drehmomentwerte im Ablaufplan für den Motorleistungsprüfstand in Anhang III Anlage 4 werden auf das höchste Drehmoment bei der jeweiligen Drehzahl normiert. Die Drehmomentwerte des Bezugsprüfzyklus sind unter Verwendung der gemäß Abschnitt 4.2.2 festgelegten Abbildungskurve wie folgt zu entnormieren:

$$\text{Tatsächliches Drehmoment} = \frac{\% \text{ Drehm.} \times \text{max. Drehm.}}{100} \quad (5)$$

für die jeweilige tatsächliche Drehzahl wie in Abschnitt 4.3.2 festgelegt.

4.3.4. *Beispiel für ein Entnormierungsverfahren*

Es folgt ein Beispiel, bei dem der folgende Prüfpunkt entnormiert werden soll:

$$\% \text{ Drehzahl} = 43 \%$$

$$\% \text{ Drehmoment} = 82 \%$$

Es gelten folgende Werte:

$$\text{Bezugsdrehzahl} = 2\,200/\text{min}$$

$$\text{Leerlaufdrehzahl} = 600/\text{min}$$

Daraus folgt

$$\text{Tatsächliche Drehzahl} = \frac{43 \times (2\,200 - 600)}{100} + 600 = 1\,288/\text{min}$$

wobei das in der Abbildungskurve beobachtete höchste Drehmoment 1 288/min 700Nm beträgt.

$$\text{Tatsächliches Drehmoment} = \frac{82 \times 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

(1) Dies entspricht der ISO-Norm 8178-11:2006.

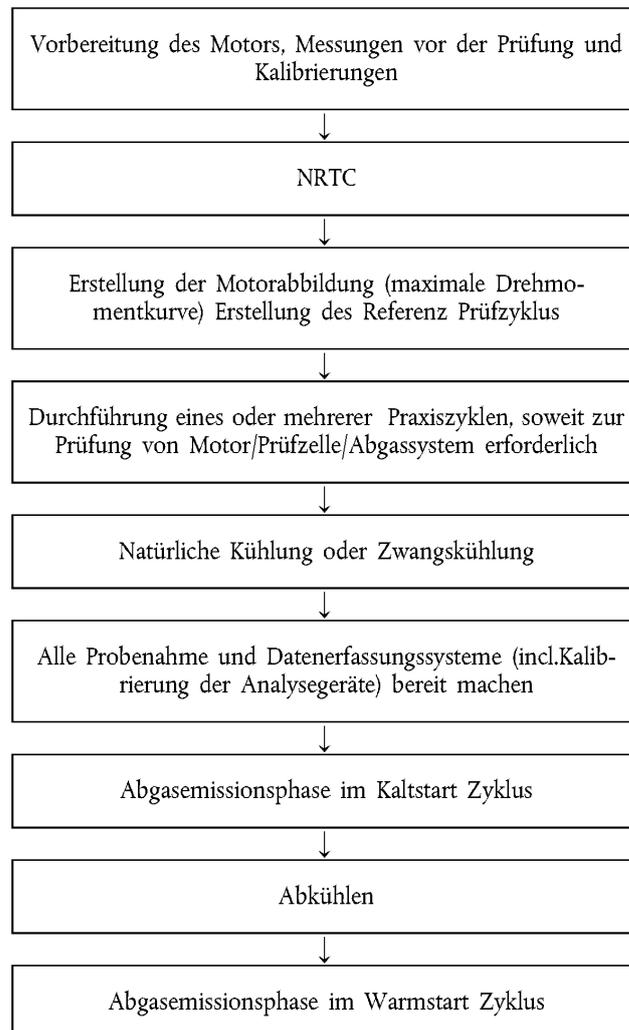
**▼ C1****4.4. Leistungsprüfstand**

4.4.1. Bei Verwendung eines Kraftaufnehmers wird das Drehmoment-signal auf die Motorachse übertragen, wobei die Trägheit des Leistungsprüfstands zu berücksichtigen ist. Tatsächliches Motordrehmoment ist das auf dem Kraftaufnehmer abgelesene Drehmoment plus dem Trägheitsmoment der Bremsen multipliziert mit der Winkelbeschleunigung. Das Kontrollsystem muss diese Berechnung in Echtzeit durchführen.

4.4.2. Wird der Motor mit einem Wirbelstromprüfstand geprüft, so empfiehlt es sich, dass die Zahl der Punkte, bei denen die Differenz  $T_{sp} - 2 \times \pi \times \dot{n}_{sp} \times \Theta_{fz}$  unter  $-5\%$  des höchsten Drehmoments liegt, 30 nicht überschreitet (dabei ist  $T_{sp}$  das geforderte Drehmoment,  $\dot{n}_{sp}$  die Ableitung der Motordrehzahl und  $\Theta_{fz}$  die Rotationsträgheit des Wirbelstromprüfstands).

**▼ M6****4.5. Durchführung der Emissionsprüfung**

Im folgenden Flussdiagramm wird der Prüfablauf skizziert.



**▼ M6**

Ein oder mehrere Praxiszyklen können durchgeführt werden, soweit dies vor dem Messzyklus zur Prüfung von Motor, Prüfwelle und Abgassystem erforderlich ist.

**4.5.1. *Vorbereitung der Probenahmefilter***

Wenigstens eine Stunde vor der Prüfung ist jedes einzelne Filter in einer gegen Staubkontamination geschützten Petrischale, die Luftaustausch ermöglicht, zur Stabilisierung in eine Wägekammer zu bringen. Nach der Stabilisierungsphase ist jedes Filter zu wiegen und das Gewicht aufzuzeichnen. Dann ist das Filter in einer verschlossenen Petrischale oder einem verschlossenen Filterhalter bis zur Verwendung aufzubewahren. Das Filter ist binnen acht Stunden nach seiner Entnahme aus der Wägekammer zu verwenden. Das Gewicht des unbeladenen Filters ist aufzuzeichnen.

**4.5.2. *Anbringung der Messgeräte***

Die Geräte und die Probenahmesonden sind wie vorgeschrieben anzubringen. Wird ein Vollstrom-Verdünnungssystem verwendet, so ist das Abgasrohr an das System anzuschließen.

**4.5.3. *Inbetriebnahme des Verdünnungssystems***

Das Verdünnungssystem ist zu starten. Der Durchfluss des gesamten verdünnten Abgases eines Vollstrom-Verdünnungssystems oder der Durchfluss des Abgases 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.

**4.5.4. *Inbetriebnahme des Partikel-Probenahmesystems***

Das Partikel-Probenahmesystem ist zu starten und auf Bypass zu betreiben. Der Partikelhintergrund der Verdünnungsluft kann bestimmt werden, indem Verdünnungsluftproben vor Eintritt des Abgases in den Verdünnungstunnel genommen werden. Partikelhintergrundproben sind vorzugsweise während des dynamischen Tests zu nehmen, sofern ein anderes Partikel-Probenahmesystem verfügbar ist. Anderenfalls kann das Partikel-Probenahmesystem verwendet werden, das zur Sammlung der Partikel während der dynamischen Prüfung benutzt wird. Bei Verwendung gefilterter Verdünnungsluft kann eine Messung vor oder nach der Prüfung erfolgen. Wird die Verdünnungsluft nicht gefiltert, so sind vor und nach Ende des Prüfzyklus Messungen durchzuführen und die Durchschnittswerte zu ermitteln.

**4.5.5. *Überprüfung der Analysegeräte***

Die Geräte für die Emissionsanalyse sind auf Null zu stellen, und der Messbereich ist zu kalibrieren. Werden Probenahmebeutel verwendet, sind diese luftleer zu machen.

**4.5.6. *Vorschriften für die Kühlung***

Der Motor kann entweder natürlich abkühlen oder zwangsgesüht 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, oder dem Motorkühlmittel oder 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.

▼ M6

Die Abgasemissionsprüfung im Kaltstart-Zyklus darf nach einer Abkühlung erst dann beginnen, wenn sich die Temperaturen von Motoröl, Motorkühlmittel und Nachbehandlungseinrichtungen für mindestens fünfzehn Minuten zwischen 20 und 30 °C stabilisiert haben.

4.5.7. *Durchführung des Prüfzyklus*4.5.7.1. **Kaltstart-Zyklus**

Die Prüfreihe hat nach abgeschlossener Abkühlung mit dem Kaltstart-Zyklus zu beginnen, wenn alle Voraussetzungen nach Abschnitt 4.5.6 gegeben sind.

Der Motor ist gemäß dem vom Hersteller im Fahrzeughandbuch empfohlenen Anlassverfahren mit Hilfe eines handelsüblichen Anlassers oder des Prüfstands zu starten.

Bei Anlaufen des Motors ist ein Leerlaufzähler zu starten. Während  $23 \pm 1$  s den Motor ohne Last leerlaufen lassen. Der instationäre Motorzyklus ist so einzuleiten, dass die ersten Aufzeichnungen, die nicht im Leerlauf vorgenommen werden, nach  $23 \pm 1$  s erfolgen. Die Leerlaufzeit ist in diesen  $23 \pm 1$  s enthalten.

Die Prüfung muss gemäß dem in Anhang III Anlage 4 erläuterten Bezugsprüfzyklus durchgeführt werden. Die Motordrehzahl- und Drehmomentführungssollwerte sind mit mindestens 5 Hz (empfohlen 10 Hz) auszugeben. Die Sollwerte sind mittels linearer Interpolation zwischen den festgesetzten Punkten bei 1 Hz und dem Bezugszyklus zu berechnen. Gemessene Motordrehzahl- und -drehmoment sind während des Prüfzyklus wenigstens in Sekundenschritten aufzuzeichnen, und die Signale können elektronisch gefiltert werden.

4.5.7.2. **Ansprechverhalten der Analysegeräte**

Beim Anlassen des Motors sind gleichzeitig folgende Messungen zu starten:

- Sammeln oder Analysieren der Verdünnungsluft, sofern ein Vollstrom-Verdünnungssystem verwendet wird,
- Sammeln oder Analysieren von unverdünntem oder verdünntem Abgas, abhängig vom verwendeten Verfahren,
- Messen der Menge von verdünntem Abgas sowie der erforderlichen Temperaturen und Drücke,
- Aufzeichnen des Abgasmassendurchsatzes, wenn ein mit Rohabgas arbeitendes Abgasanalyzesystem verwendet wird,
- Aufzeichnen der Messwerte von Drehzahl und Drehmoment des Leistungsprüfstands.

Werden die Messungen im Rohabgas vorgenommen, so sind die Emissionskonzentrationen (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. Für analoge Analysegeräte ist das Ansprechverhalten aufzuzeichnen, die Kalibrierdaten können online oder offline während der Datenauswertung angewandt werden.

▼ M6

Bei Verwendung eines Vollstrom-Verdünnungssystems sind HC und NO<sub>x</sub> im Verdünnungstunnel kontinuierlich mit einer Frequenz von mindestens 2 Hz zu messen. Die durchschnittlichen Konzentrationen sind durch Integrieren der Signale der Analysegeräte über den Prüfzyklus zu bestimmen. Die Systemansprechzeit darf nicht höher sein als 20 s und muss gegebenenfalls mit den CVS-Strömungsschwankungen und den Sammelzeiten-/Prüfzyklusabweichungen abgestimmt werden. Durch Integrieren oder Analysieren der über den Zyklus im Probenahmebeutel gesammelten Konzentrationen erfolgt die Bestimmung von CO und CO<sub>2</sub>. Die Konzentrationen der gasförmigen Schadstoffe in der Verdünnungsluft sind durch Integrieren oder Sammeln im Hintergrundbeutel zu bestimmen. Alle übrigen Werte sind mit mindestens einer Messung pro Sekunde (1 Hz) aufzuzeichnen.

## 4.5.7.3. Partikel-Probenahme

Beim Anlassen des Motors ist das Partikelprobenahmesystem von Bypass auf Partikelsammlung umzuschalten.

Bei Verwendung eines Teilstrom-Verdünnungssystems ist/sind die Probenahmepumpe(n) so einzustellen, dass der Durchsatz durch die Partikel-Probenahmesonde bzw. das Übertragungsrohr proportional zum Abgasmassendurchsatz konstant bleibt.

Bei Verwendung eines Vollstrom-Verdünnungssystems ist/sind die Probenahmepumpe(n) so einzustellen, dass der Durchsatz durch die Partikel-Probenahmesonde oder das Übertragungsrohr auf  $\pm 5\%$  des eingestellten Durchsatzes konstant bleibt. Wird eine Durchflussmengenkompensation (d. h. Proportionalregelung des Probenstroms) verwendet, muss bewiesen werden, dass das Verhältnis von Haupttunnelstrom zu Partikelprobenstrom um höchstens  $\pm 5\%$  seines Sollwertes schwankt (ausgenommen die ersten 10 Sekunden der Probenahme).

*ANMERKUNG:* Bei Doppelverdünnungsbetrieb ist der Probenstrom die Nettodifferenz zwischen dem Probenfilter-Durchsatz und dem Sekundär-Verdünnungsluftdurchsatz.

Die Mittelwerte von Temperatur und Druck am Einlass des/der Gasmess- oder Durchflussmessgeräte sind aufzuzeichnen. Die Prüfung ist ungültig, wenn es wegen einer hohen Partikel-Filterbelastung nicht möglich ist, den eingestellten Durchsatz über den gesamten Zyklus hinweg mit einer Toleranz von  $\pm 5\%$  aufrechtzuerhalten. Die Prüfung ist mit einem geringeren Durchsatz und/oder einem Filter mit größerem Durchmesser zu wiederholen.

## 4.5.7.4. Abwürgen des Motors während des Kaltstart-Prüfzyklus

Wird der Motor zu einem beliebigen Zeitpunkt während des Kaltstart-Prüfzyklus abgewürgt, so muss er vorkonditioniert und die Abkühlung wiederholt werden; anschließend ist der Motor neu zu starten, und die Prüfung ist zu wiederholen. Tritt bei einem während des Prüfzyklus erforderlichen Messgeräte eine Fehlfunktion auf, so ist die Prüfung ungültig.

**▼ M6****4.5.7.5. Arbeitsgänge im Anschluss an den Kaltstart-Zyklus**

Zum Abschluss des Kaltstart-Prüfzyklus werden die Messung des Abgasmassendurchsatzes, des Volumens des verdünnten Abgases, der Gasstrom in die Sammelbeutel und die Partikelprobenahmepumpe angehalten. Bei einem integrierten Analysesystem ist die Probenahme fortzusetzen, bis die Systemansprechzeiten abgelaufen sind.

Die Konzentrationen in den gegebenenfalls verwendeten Sammelbeuteln sind so rasch wie möglich und keinesfalls später als 20 Minuten nach Beendigung des Prüfzyklus zu analysieren.

Nach der Emissionsprüfung sind die Analysatoren mit Hilfe eines Nullgases und desselben Kalibrierungsgases neu zu überprüfen. Für die Gültigkeit der Prüfung muss die Differenz zwischen den Ergebnissen vor und nach der Prüfung weniger als 2 % des Kalibrierungswertes betragen.

Die Partikelfilter sind spätestens eine Stunde nach Abschluss der Prüfung in die Wägekammer zurückzubringen. Sie sind in einer gegen Staubkontamination geschützten Petrischale, die Luftaustausch ermöglicht, mindestens eine Stunde lang zu konditionieren und dann zu wiegen. Das Gewicht der beladenen Filter ist aufzuzeichnen.

**4.5.7.6. Abkühlen**

Unmittelbar nach Abschalten des Motors ist das Motorkühlgebläse, sofern in Betrieb, abzuschalten; gleichfalls ist das CVS-Gebläse, sofern in Betrieb, abzuschalten (oder die Auspuffanlage vom CVS-System zu trennen).

Den Motor  $20 \pm 1$  Minuten abkühlen lassen. Motor und Leistungsprüfstand für die Warmstart-Prüfung vorbereiten. Die luftleer gemachten Probenahmebeutel an die Systeme zur Entnahme der verdünnten Auspuffgas- und Luft-Proben anschließen. CVS-System starten (falls verwendet und nicht bereits in Betrieb) oder Auspuffanlage an CVS-System anschließen (falls getrennt). Die Entnahmepumpen (außer die Partikelentnahmepumpe(n)), das Motorgebläse und das Datenerfassungssystem einschalten.

Der Wärmetauscher der Entnahmesysteme mit konstantem Volumen (CVS) (falls verwendet) und die beheizten Teile kontinuierlicher Probenahmesysteme (falls zutreffend) sind vor Beginn der Prüfung auf ihre Betriebstemperatur vorzuwärmen.

Den Probenahmedurchsatz auf den gewünschten Wert bringen und das CVS-Abgasstrom-Messgerät auf Null setzen. Sorgfältig einen sauberen Partikelfilter in jeden Filterhalter einsetzen und die montierten Filterhalter in die Probenstromleitung einbauen.

**4.5.7.7. Warmstart-Prüfzyklus**

Bei Anlaufen des Motors ist ein Leerlaufzähler zu starten. Während  $23 \pm 1$  s den Motor ohne Last leerlaufen lassen. Der instationäre Motorzyklus ist so einzuleiten, dass die ersten Aufzeichnungen, die nicht im Leerlauf vorgenommen werden, nach  $23 \pm 1$  s erfolgen. Die Leerlaufzeit ist in diesen  $23 \pm 1$  s enthalten.

**▼ M6**

Die Prüfung muss gemäß dem in Anhang III Anlage 4 erläuterten Bezugsprüfzyklus durchgeführt werden. Die Motordrehzahl- und -Drehmomentführungssollwerte sind mit mindestens 5 Hz (empfohlen 10 Hz) auszugeben. Die Sollwerte sind mittels linearer Interpolation zwischen den festgesetzten Punkten bei 1 Hz und dem Bezugszyklus zu berechnen. Gemessene Motordrehzahl- und -drehmoment sind während des Prüfzyklus wenigstens in Sekundenschritten aufzuzeichnen, und die Signale können elektronisch gefiltert werden.

Die in 4.5.7.2 und 4.5.7.3 beschriebenen Schritte sind daraufhin zu wiederholen.

4.5.7.8. **Abwürgen des Motors während des Warmstart-Prüfzyklus**

Wird der Motor zu einem beliebigen Zeitpunkt während des Warmstart-Prüfzyklus abgewürgt, kann man ihn abschalten und erneut 20 Minuten abkühlen lassen. Daraufhin kann der Warmstart-Prüfzyklus wiederholt werden. Zulässig sind lediglich eine einzige erneute Abkühlung und eine einzige Wiederholung des Warmstart-Prüfzyklus.

4.5.7.9. **Arbeitsgänge im Anschluss an den Warmstart-Prüfzyklus**

Zum Abschluss des Warmstart-Prüfzyklus werden die Messung des Abgasmassendurchsatzes, des Volumens des verdünnten Abgases, der Gasstrom in die Sammelbeutel und die Partikelprobenahmepumpe angehalten. Bei einem integrierten Analyzesystem ist die Probenahme fortzusetzen, bis die Systemansprechzeiten abgelaufen sind.

Die Konzentrationen in den gegebenenfalls verwendeten Sammelbeuteln sind so rasch wie möglich und keinesfalls später als 20 Minuten nach Beendigung des Prüfzyklus zu analysieren.

Nach der Emissionsprüfung sind die Analytoren mit Hilfe eines Nullgases und desselben Kalibriergases neu zu überprüfen. Für die Gültigkeit der Prüfung muss die Differenz zwischen den Ergebnissen vor und nach der Prüfung weniger als 2 % des Kalibriergaswertes betragen.

Die Partikelfilter sind spätestens eine Stunde nach Abschluss der Prüfung in die Wägekammer zurückzubringen. Sie sind in einer gegen Staubkontamination geschützten Petrischale, die Luftaustausch ermöglicht, mindestens eine Stunde lang zu konditionieren und dann zu wiegen. Das Gewicht der beladenen Filter ist aufzuzeichnen.

**▼ C1**

4.6. **Überprüfung des Prüfdurchlaufs**

4.6.1. *Datenverschiebung*

Zur Verringerung der Verzerrungswirkung der Zeitverzögerung zwischen den Messwerten und den Bezugszykluswerten kann die gesamte Motordrehzahl- und -drehmomentmesssignalfolge zeitlich nach vorn oder hinten verschoben werden (bezogen auf die Bezugsdrehzahl und -drehmomentfolge). Bei einer Verschiebung der Messsignale müssen Drehzahl und Drehmoment um den gleichen Umfang und in die gleiche Richtung verschoben werden.

▼ C14.6.2. *Berechnung der Zyklusarbeit*

Die tatsächliche Zyklusarbeit  $W_{\text{act}}$  (kWh) ist unter Verwendung jeweils eines Paares von aufgezeichneten Motordrehzahl- und -drehmomentmesswerten zu berechnen. Die tatsächliche Zyklusarbeit  $W_{\text{act}}$  wird für den Vergleich mit der Bezugszyklusarbeit  $W_{\text{ref}}$  und zur Berechnung der bremspezifischen Emissionen verwendet. Die gleiche Methodik ist bei der Integration sowohl der Bezugs- als auch der tatsächlichen Motorleistung anzuwenden. Sind zwischen benachbarten Bezugswerten oder benachbarten Messwerten Werte zu bestimmen, so ist die lineare Interpolation anzuwenden.

Bei der Integration der Bezugszyklusarbeit und der tatsächlichen Zyklusarbeit sind alle negativen Drehmomentwerte auf Null zu setzen und einzuschließen. Findet die Integration bei einer Frequenz von unter 5Hertz statt und verändert sich das Vorzeichen des Drehmomentwertes in einem gegebenen Zeitabschnitt von plus zu minus oder von minus zu plus, so ist der negative Anteil zu berechnen und gleich Null zu setzen. Der positive Anteil ist in den integrierten Wert einzuschließen.

$W_{\text{act}}$  muss zwischen  $-15\%$  und  $+5\%$  von  $W_{\text{ref}}$  liegen.

4.6.3. *Validierungsstatistik für den Prüfzyklus*

Für Drehzahl, Drehmoment und Leistung sind lineare Regressionen von Messwerten auf die Bezugswerte auszuführen. Dies erfolgt im Anschluss an die Messdatenverschiebung, sofern diese Option gewählt wird. Es ist die Fehlerquadratmethode anzuwenden, wobei eine Gleichung der folgenden Form für die beste Anpassung verwendet wird:

$$y = mx + b$$

Darin bedeuten:

$y$  = (tatsächlicher) Messwert von Drehzahl ( $\text{min}^{-1}$ ), Drehmoment (Nm) oder Leistung (kW)

$m$  = Steigung der Regressionsgeraden

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

$b$  = Y-Achsabschnitt der Regressionsgeraden

Die Standardabweichung vom Schätzwert (SE) von Y eingetragen über X und der Bestimmungskoeffizient ( $r^2$ ) sind für jede Regressionsgerade zu berechnen.

Es empfiehlt sich, diese Analyse bei 1Hertz auszuführen. Für die Gültigkeit der Prüfung müssen die Kriterien von Tabelle 1 erfüllt sein.

## ▼ C1

Tabelle 1 — Zulässige Abweichung der Regressionsgeraden

	Drehzahl	Drehmoment	Leistung
Standardabweichung vom Schätzwert (SE) von Y über X	max. 100 min <sup>-1</sup>	max. 13 % des höchsten Motormoments entsprechend Leistungsabbildung	max. 8 % der höchsten Motorleistung entsprechend Leistungsabbildung
Steigung der Regressionsgeraden, m	0,95 bis 1,03	0,83—1,03	0,89—1,03
Bestimmungskoeffizient, r <sup>2</sup>	min. 0,9700	min. 0,8800	min. 0,9100
Y-Achsenabschnitt der Regressionsgeraden, b	± 50 min <sup>-1</sup>	± 20 Nm oder, falls größer, ± 2 % des höchsten Drehmoments	± 4 kW oder, falls größer, ± 2 % der höchsten Leistung

Nur zu Regressionszwecken sind Punktstreichungen vor Berechnung der Regression wie in Tabelle 2 angegeben zulässig. Diese Punkte dürfen jedoch zur Berechnung der Zyklusarbeit und der Emissionen nicht gestrichen werden. Eine Leerlaufphase wird definiert als Phase mit normiertem Bezugsdrehmoment von 0 % und einer normierten Bezugsdrehzahl von 0 %. Die Punktstreichung kann auf den gesamten Zyklus oder auf jeden Teil des Zyklus angewandt werden.

Tabelle 2 — Zulässige Punktstreichungen aus der Regressionsanalyse (Punkte, auf die die Punktstreichung angewandt wird, sind anzugeben)

Bedingung	Drehzahl- und/oder Drehmoment- und/oder Leistungsphasen, die in Bezug auf die in der linken Spalte aufgeführten Bedingungen gestrichen werden dürfen
Erste 24 (± 1) s und letzte 25 s	Drehzahl, Drehmoment und Leistung
Vollständig geöffnete Drosselklappe und Drehmomentmesswert < 95 % des Bezugsdrehmoments	Drehmoment und/oder Leistung
vollständig geöffnete Drosselklappe und Drehzahlmesswert < 95 % der Bezugsdrehzahl	Drehzahl und/oder Leistung
Geschlossene Drosselklappe, Drehzahlmesswert > Leerlaufpunkt + 50 min <sup>-1</sup> und Drehmomentmesswert > 105 % Bezugsdrehmoment	Drehmoment und/oder Leistung
Geschlossene Drosselklappe, Drehzahlmesswert ≤ Leerlaufpunkt + 50 min <sup>-1</sup> und Drehmomentmesswert = vom Hersteller festgelegtes/gemessenes Drehmoment im Leerlauf ± 2 % des höchsten Drehmoments	Drehzahl und/oder Leistung
Geschlossene Drosselklappe und Drehzahlmesswert > 105 % der Bezugsdrehzahl	Drehzahl und/oder Leistung

## Anlage 1

## MESS- UND PROBENAHMEVERFAHREN

1. MESS- UND PROBENAHMEVERFAHREN (NRSC-PRÜFUNG)
- Die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus dem zur Prüfung vorgeführten Motor muss nach den in Anhang VI beschriebenen Verfahren gemessen werden. Die Beschreibung dieser Methoden in Anhang VI umfasst auch eine Darstellung der empfohlenen analytischen Systeme für die gasförmigen Emissionen (Abschnitt 1.1) und der empfohlenen Partikelverdünnungs- und probenahmesysteme (Abschnitt 1.2).
- 1.1. **Leistungsprüfstand**
- Es ist ein Motorleistungsprüfstand zu verwenden, der entsprechende Eigenschaften aufweist, um den in Anhang III Abschnitt 3.7.1 beschriebenen Prüfzyklus durchzuführen. Die Messgeräte für Drehmoment und Drehzahl müssen die Messung der Leistung innerhalb der vorgegebenen Grenzwerte ermöglichen. Zusätzliche Berechnungen können erforderlich sein. Die Messgeräte müssen eine solche Messgenauigkeit aufweisen, dass die Höchsttoleranzen der in Abschnitt 1.3 angegebenen Werte nicht überschritten werden.
- 1.2. **Abgasdurchsatz**
- Der Abgasdurchsatz ist nach einer der in den Abschnitten 1.2.1 bis 1.2.4 genannten Methoden zu ermitteln.
- 1.2.1. *Direkte Messung*
- Direkte Messung des Abgasdurchsatzes durch eine Durchflussdüse oder ein gleichwertiges Messsystem (Einzelheiten siehe ISO 5167:2000).
- Anmerkung:* Die direkte Messung des Gasdurchsatzes ist ein kompliziertes Verfahren. Es müssen Vorkehrungen zur Vermeidung von Messfehlern getroffen werden, die Auswirkungen auf die Emissionswertfehler haben.
- 1.2.2. *Luft- und Kraftstoffmessung*
- Messung des Luftdurchsatzes und des Kraftstoffdurchsatzes.
- Die verwendeten Geräte zur Messung des Luft- und Kraftstoffdurchsatzes müssen die in Abschnitt 1.3 angegebene Messgenauigkeit aufweisen.
- Die Berechnung des Abgasdurchsatzes wird wie folgt vorgenommen:
- $$G_{\text{EXHW}} = G_{\text{AIRW}} + G_{\text{FUEL}} \text{ (für feuchte Abgasmasse)}$$
- 1.2.3. *Kohlenstoffbilanzmethode*
- Berechnung der Abgasmasse auf der Grundlage des Kraftstoffverbrauchs und der Abgaskonzentrationen nach der Kohlenstoffbilanzmethode (Anhang III Anlage 3).
- 1.2.4. *Tracergasmessung*
- Diese Methode erfordert die Messung der Konzentration des Tracer-gases im Auspuff. Eine bekannte Menge eines Inertgases (z.B. Helium) ist als Tracergas in den Abgasstrom einzuspritzen. Das Gas wird mit dem Abgas vermischt und dadurch verdünnt, darf aber nicht im Auspuffrohr reagieren. Dann wird die Konzentration des Gases 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) unterhalb 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 oberhalb des Motors überprüft wird.

▼ C1

Der Tracergasdurchsatz ist so einzustellen, dass die Tracergaskonzentration im Leerlauf des Motors nach der Vermischung unter dem vollen Skalenendwert des Tracergasanalysegeräts liegt.

Die Berechnung des Abgasdurchsatzes wird wie folgt vorgenommen:

$$G_{EXHW} = \frac{G_T \times \rho_{EXH}}{60 \times (conc_{mix} - conc_a)}$$

In dieser Formel bedeutet:

$G_{EXHW}$  = momentaner Abgasmassendurchsatz (kg/s)

$G_T$  = Tracergasdurchsatz (cm<sup>3</sup>/min)

$conc_{mix}$  = momentane Konzentration des Tracergases nach Vermischung (ppm)

$\rho_{EXH}$  = Abgasdichte (kg/m<sup>3</sup>)

$Conc_a$  = Hintergrundkonzentration des Tracergases in der Ansaugluft (ppm)

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

Liegt die Hintergrundkonzentration unter 1 % der Konzentration des Tracergases nach der Vermischung ( $conc_{mix}$ ) bei höchstem Abgasdurchsatz, kann die Hintergrundkonzentration außer Acht gelassen werden.

Das gesamte System muss die Anforderungen an die Messgenauigkeit beim Abgasstrom erfüllen und ist gemäß Anlage 2 Abschnitt 1.11.2 zu kalibrieren.

#### 1.2.5. Messung von Luftdurchsatz und Luft-Kraftstoff-Verhältnis

Diese Methode erfordert eine Berechnung der Abgasmasse auf der Grundlage des Luftdurchsatzes und des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses. Die Berechnung des momentanen Abgasmassendurchsatzes wird wie folgt vorgenommen:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} \times \left( 1 + \frac{1}{A/F_{st} \times \lambda} \right)$$

$$A/F_{st} = 14,5$$

$$\lambda = \frac{\left( 100 - \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{2} - conc_{HC} \times 10^{-4} \right) + \left( 0,45 \times \frac{1 - \frac{2 \times conc_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times conc_{CO_2}}}{1 + \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times conc_{CO_2}}} \right) \times (conc_{CO_2} + conc_{CO} \times 10^{-4})}{6,9078 \times (conc_{CO_2} + conc_{CO} \times 10^{-4} + conc_{HC} \times 10^{-4})}$$

Dabei ist:

In dieser Formel bedeutet:

$A/F_{st}$  = Stöchiometrisches Luft-Kraftstoff-Verhältnis (kg/kg)

$\lambda$  = Relatives Luft-Kraftstoff-Verhältnis

▼ **C1**

$\text{conc}_{\text{CO}_2}$  = CO<sub>2</sub>-Konzentration im trockenen Bezugszustand (%)

$\text{conc}_{\text{CO}}$  = CO-Konzentration im trockenen Bezugszustand (ppm)

$\text{conc}_{\text{HC}}$  = HC-Konzentration (ppm)

*Anmerkung:* Die Berechnung bezieht sich auf einen Dieselmotorkraftstoff mit einem H/C-Verhältnis gleich 1,8.

Der Durchflussmesser muss die Anforderungen an die Messgenauigkeit gemäß Tabelle 3 erfüllen, das verwendete CO<sub>2</sub>-Analysegerät muss die Anforderungen des Abschnitts 1.4.1 erfüllen und das gesamte System muss den Anforderungen an die Messgenauigkeit für den Abgasdurchsatz genügen.

Wahlweise können zur Messung des relativen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses auch Messeinrichtungen für das Luft-Kraftstoff-Verhältnis vom Typ Zirkonsensor eingesetzt werden, die die Anforderungen gemäß Abschnitt 1.4.4 erfüllen.

#### 1.2.6. Gesamtdurchsatz des verdünnten Abgases

Bei Verwendung eines Vollstrom-Verdünnungssystems muss der Gesamtstrom des verdünnten Abgases ( $G_{\text{TOTW}}$ ) mit einer PDP oder einem CFV oder einer SSV gemessen werden (Anhang VI Abschnitt 1.2.1.2). Die Messgenauigkeit muss den Bestimmungen von Anhang III Anlage 2 Abschnitt 2.2 entsprechen.

#### 1.3. Messgenauigkeit

Die Kalibrierung aller Messgeräte muss auf nationale oder internationale Normen rückführbar sein und den Vorschriften in Tabelle 3 entsprechen:

Tabelle 3: Genauigkeit der Messgeräte

Nr.	Messgerät	Messgenauigkeit
1	Motordrehzahl	± 2 % des Ablesewertes oder, falls größer, ± 1 % des Höchstwertes des Motors
2	Drehmoment	± 2 % des Ablesewertes oder, falls größer, ± 1 % des Höchstwertes des Motors
3	Kraftstoffverbrauch	± 2 % des Höchstwertes des Motors
4	Luftverbrauch	± 2 % des Ablesewertes oder, falls größer, ± 1 % des Höchstwertes des Motors
5	Abgasstrom	± 2,5 % des Ablesewertes oder, falls größer, ± 1,5 % des Höchstwertes des Motors
6	Temperatur ≤ 600 K	± 2 K absolut
7	Temperatur > 600 K	± 1 % des Ablesewertes
8	Abgasdruck	± 0,2 kPa absolut
9	Ansaugluftunterdruck	± 0,05 kPa absolut
10	Atmosphärischer Druck	± 0,1 kPa absolut
11	Andere Drücke	± 0,1 kPa absolut
12	Absolute Luftfeuchtigkeit	± 5 % des Ablesewertes
13	Verdünnungsluftdurchfluss	± 2 % des Ablesewertes
14	Durchfluss des verdünnten Abgases	± 2 % des Ablesewertes

▼ **C1**1.4. **Bestimmung der gasförmigen Bestandteile**1.4.1. *Allgemeine Vorschriften für Analysegeräte*

Die Analysegeräte müssen einen Messbereich haben, der den Anforderungen an die Genauigkeit bei der Messung der Konzentrationen der Abgasbestandteile entspricht (Abschnitt 1.4.1.1). Es wird empfohlen, die Analysegeräte so zu bedienen, dass die gemessene Konzentration zwischen 15 % und 100 % des vollen Skalenendwertes liegt.

Liegt der volle Skalenendwert bei 155ppm (oder ppmC) oder darunter oder werden Ablesesysteme (Computer, Datenerfasser) verwendet, die unterhalb von 15 % des vollen Skalenendwertes eine ausreichende Genauigkeit und Auflösung aufweisen, sind auch Konzentrationen unter 15 % des vollen Skalenendwertes zulässig. In diesem Fall müssen zusätzliche Kalibrierungen vorgenommen werden, um die Genauigkeit der Kalibrierkurven zu gewährleisten (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 1.5.5.2).

Die elektromagnetische Verträglichkeit der Geräte muss so hoch sein, dass zusätzliche Fehler weitestgehend ausgeschlossen sind.

1.4.1.1. **Messfehler**

Das Analysegerät darf höchstens um  $\pm 2\%$  des Ablesewerts vom Nennwert jedes Kalibrierpunktes oder, falls größer, um höchstens  $\pm 0,3\%$  vom Skalenendwert abweichen.

*Anmerkung:* Im Sinne dieses Standards wird Messgenauigkeit definiert als die Abweichung des Ablesewerts des Analysegeräts von den Nennwerten der Kalibrierpunkte unter Verwendung eines Kalibriergases ( $\equiv$  tatsächlicher Wert).

1.4.1.2. **Wiederholbarkeit**

Die Wiederholbarkeit, definiert als das 2,5fache der Standardabweichung zehn wiederholter Ansprechreaktionen auf ein bestimmtes Kalibriergas, darf höchstens  $\pm 1\%$  der vollen Skalenendkonzentration für jeden verwendeten Messbereich über 155 ppm (oder ppm C) oder  $\pm 2\%$  für jeden verwendeten Messbereich unter 155ppm (oder ppm C) betragen.

1.4.1.3. **Rauschen**

Das Peak-to-Peak-Ansprechen der Analysatoren auf Null- und Kalibriergase darf während eines Zeitraums von zehn Sekunden 2 % des vollen Skalenendwertes bei allen verwendeten Bereichen nicht überschreiten.

1.4.1.4. **Nullpunktdrift**

Die Nullpunktdrift während eines Zeitraums von einer Stunde muss weniger als 2 % des vollen Skalenendwertes beim niedrigsten verwendeten Bereich betragen. Der Nullpunktwert wird definiert als mittleres Ansprechen (einschließlich Rauschen) auf ein Nullgas in einem Zeitabschnitt von 30Sekunden.

1.4.1.5. **Messbereichsdrift**

Die Messbereichsdrift während eines Zeitraums von einer Stunde muss weniger als 2 % des vollen Skalenendwertes beim niedrigsten verwendeten Bereich betragen. Als Messbereich wird die Differenz zwischen Kalibrierausschlag und Nullpunktwert definiert. Der Messbereichskalibrierausschlag wird definiert als mittlerer Ausschlag (einschließlich Rauschen) auf ein Messbereichskalibriergas in einem Zeitabschnitt von 30Sekunden.

1.4.2. *Gastrocknung*

Das wahlweise zu verwendende Gastrocknungsgerät muss die Konzentration der gemessenen Gase so gering wie möglich beeinflussen. Die Anwendung chemischer Trockner zur Entfernung von Wasser aus der Probe ist nicht zulässig.

**▼ C1**1.4.3. *Analysegeräte*

Die bei der Messung anzuwendenden Grundsätze werden in den Abschnitten 1.4.3.1 bis 1.4.3.5 dieser Anlage beschrieben. Eine ausführliche Darstellung der Messsysteme ist in Anhang VI enthalten.

Die zu messenden Gase sind mit den nachfolgend aufgeführten Geräten zu analysieren. Bei nichtlinearen Analysatoren ist die Verwendung von Linearisierungsschaltkreisen zulässig.

## 1.4.3.1. Kohlenmonoxid-(CO-)Analyse

Der Kohlenmonoxidanalysator muss ein nichtdispersiver Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) sein.

1.4.3.2. Kohlendioxid-(CO<sub>2</sub>-)Analyse

Der Kohlendioxidanalysator muss ein nichtdispersiver Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) sein.

## 1.4.3.3. 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 K (190 °C) ± 10 K gehalten wird.

1.4.3.4. Stickoxid-(NO<sub>x</sub>-)Analyse

Der Stickoxidanalysator muss ein Chemilumineszenzanalysator (CLD) oder beheizter Chemilumineszenzanalysator (HCLA) mit einem NO<sub>2</sub>/NO-Konverter sein, wenn die Messung im trockenen Bezugszustand erfolgt. Bei Messung im feuchten Bezugszustand ist ein auf über 328 K (55 °C) gehaltener HCLD mit Konverter zu verwenden, vorausgesetzt, die Prüfung auf Wasserdampfquerempfindlichkeit (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 1.9.2.2) ist erfüllt.

Sowohl für CLD als auch für HCLD muss der Probenweg bis zum Konverter (bei Messung im trockenen Bezugszustand) bzw. bis zum Analysegerät (bei Messung im feuchten Bezugszustand) auf einer Wandtemperatur von über 328 bis 473 K (55 °C bis 200 °C) gehalten werden.

1.4.4. *Messung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses*

Bei der zur Bestimmung des Abgasstroms gemäß Abschnitt 1.2.5 verwendeten Messeinrichtung für das Luft-Kraftstoff-Verhältnis muss es sich um eine Breitband-Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Sonde oder eine Zirkon-Lambdasonde handeln.

Die Sonde ist unmittelbar am Auspuffrohr anzubringen, wo die Abgastemperatur so hoch ist, dass keine Wasserkondensation auftritt.

Die Messgenauigkeit der Sonde mit eingebauter Elektronik muss liegen zwischen:

± 3 % des Ablesewertes  $\lambda < 2$

± 5 % des Ablesewertes  $2 \leq \lambda < 5$

± 10 % des Ablesewertes  $5 \leq \lambda$

Um die vorstehend genannte Messgenauigkeit zu erfüllen, ist die Sonde entsprechend den Angaben des Herstellers zu kalibrieren.

▼ **C1**1.4.5. *Probenahme von Emissionen gasförmiger Schadstoffe*

Die Probenahmesonden für gasförmige Emissionen müssen so angebracht sein, dass sie mindestens 0,5 m oder um das Dreifache des Durchmessers des Auspuffrohrs (je nachdem, welcher Wert höher ist) oberhalb vom Austritt der Auspuffanlage — soweit zutreffend — entfernt sind und sich so nahe am Motor befinden, dass eine Abgas-temperatur von mindestens 343 K (70 °C) an der Sonde gewährleistet ist.

Bei einem Mehrzylindermotor mit einem verzweigten Auspuffkrümmer muss der Einlass der Sonde so weit in Strömungsrichtung entfernt sein, dass die Probe für die durchschnittlichen Abgasemissionen aus allen Zylindern repräsentativ ist. Bei einem Mehrzylindermotor mit einzelnen Gruppen von Auspuffkrümmern, wie z.B. bei einem VMotor, ist die Entnahme individueller Proben von jeder Gruppe und die Berechnung der durchschnittlichen Abgasemission zulässig. Es können auch andere Methoden angewandt werden, die den obigen Methoden nachweislich entsprechen. Bei der Berechnung der Abgasemissionen ist der gesamte Abgasmassendurchsatz des Motors zugrunde zu legen.

Wird die Zusammensetzung des Abgases durch eine Anlage zur Abgasnachbehandlung beeinflusst, so muss die Abgasprobe bei Prüfungen der Stufe I vor dieser Anlage und bei Prüfungen der Stufe II hinter dieser Anlage entnommen werden. Bei Verwendung eines Vollstrom-Verdünnungssystems für die Partikelbestimmung können die gasförmigen Emissionen auch im verdünnten Abgas bestimmt werden. Die Probenahmesonden müssen sich nahe der Partikel-Probenahmesonde im Verdünnungstunnel befinden (Anhang VI Abschnitt 1.2.1.2 für DT und Abschnitt 1.2.2. für PSP). CO und CO<sub>2</sub> können wahlweise auch durch Probenahme in einen Beutel und nachfolgende Messung der Konzentration im Probenahmebeutel bestimmt werden.

1.5. **Bestimmung der Partikel**

Die Bestimmung der Partikel erfordert ein Verdünnungssystem. Die Verdünnung kann mit einem Teilstrom- oder Vollstrom-Verdünnungssystem erfolgen. Die Durchflussleistung des Verdünnungssystems muss so groß sein, dass keine Wasserkondensation im Verdünnungs- und Probenahmesystem auftritt und dass die Temperatur des verdünnten Abgases unmittelbar oberhalb der Filterhalter zwischen 315 K (42 °C) und 325 K (52 °C) gehalten werden kann. Bei hoher Luftfeuchtigkeit ist es zulässig, die Verdünnungsluft vor Eintritt in das Verdünnungssystem zu entfeuchten. Bei einer Umgebungstemperatur von weniger als 293 K (20 °C) wird ein Vorheizen der Verdünnungsluft über den Temperaturgrenzwert von 303 K (30 °C) hinaus empfohlen. Jedoch darf die Temperatur der Verdünnungsluft vor der Einleitung des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht überschreiten.

*Anmerkung:* Beim Verfahren unter stationären Bedingungen kann anstelle der Einhaltung des Temperaturbereichs von 42 °C—52 °C die Filtertemperatur auf oder unter der Höchsttemperatur von 325 K (52 °C) gehalten werden.

Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen muss die Partikel-Probenahmesonde in der Nähe und (gegen den Strom gerichtet) oberhalb der Sonde für die gasförmigen Emissionen nach Abschnitt 4.4 sowie entsprechend Anhang VI Abschnitt 1.2.1.1, Abbildungen 4 bis 12 (EP und SP), angebracht sein.

Das Teilstrom-Verdünnungssystem muss so beschaffen sein, dass eine Teilung des Abgasstroms erfolgt, wobei der kleinere Teil mit Luft verdünnt und anschließend zur Partikelmessung verwendet wird. Demzufolge ist eine sehr genaue Bestimmung des Verdünnungsverhältnisses erforderlich. Es können verschiedene Teilungsmethoden verwendet werden, wobei die Art der Teilung wesentlichen Einfluss auf die zu verwendenden Probenahmegeräte und -verfahren hat (Anhang VI Abschnitt 1.2.1.1).

▼ C1

Zur Bestimmung der Partikelmasse werden ein Partikel-Probenahmesystem, Partikel-Probenahmefilter, eine Mikrogramm-Waage und eine Wägekammer mit kontrollierter Temperatur und Luftfeuchtigkeit benötigt.

Die Partikel-Probenahme kann nach zwei Methoden erfolgen:

- Bei der Einzelfiltermethode wird für alle Prüfphasen des Prüfzyklus ein Filterpaar verwendet (Abschnitt 1.5.1.3). Während der Probenahmezeit der Prüfung muss streng auf die Probenahmezeiten und die Durchsätze geachtet werden. Andererseits wird je Prüfzyklus nur ein Filterpaar benötigt.
- Bei der Mehrfachfiltermethode muss für jede einzelne Prüfphase des Prüfzyklus ein eigenes Filterpaar verwendet werden (Abschnitt 1.5.1.3). Diese Methode gestattet ein weniger strenges Probenahmeverfahren, doch werden mehr Filter verbraucht.

1.5.1. *Partikel-Probenahmefilter*

## 1.5.1.1. Spezifikation der Filter

Für die Zertifizierungsprüfungen werden fluorkohlenstoffbeschichtete Glasfaserfilter oder Fluorkohlenstoffmembranfilter benötigt. Für besondere Anwendungen können andere Filtermaterialien verwendet werden. Bei allen Filtertypen muss der Abscheidegrad von 0,3 µm DOP (Dioctylphthalat) bei einer Anströmgeschwindigkeit des Gases zwischen 35 und 100 cm/s mindestens 99 % betragen. Werden Korrelationstests zwischen Prüfstellen oder zwischen einem Hersteller und einer Genehmigungsbehörde durchgeführt, so sind Filter von gleicher Qualität zu verwenden.

## 1.5.1.2. Filtergröße

Die Partikelfilter müssen einen Mindestdurchmesser von 47 mm haben (37 mm wirksamer Durchmesser). Filter mit größerem Durchmesser sind zulässig (Abschnitt 1.5.1.5).

## 1.5.1.3. Haupt- und Nachfilter

Die verdünnten Abgase werden während der Prüffolge durch ein hintereinander angeordnetes Filterpaar (Hauptfilter und Nachfilter) geleitet. Das Nachfilter darf nicht weiter als 100 mm hinter dem Hauptfilter liegen und dieses nicht berühren. Die Filter können getrennt oder paarweise — die wirksamen Seiten einander zugekehrt — gewogen werden.

## 1.5.1.4. Filteranströmgeschwindigkeit

Eine Gasanströmgeschwindigkeit durch den Filter von 35 bis 100 cm/s muss erreicht werden. Der Druckabfall darf zwischen Beginn und Ende der Prüfung um nicht mehr als 25 kPa zunehmen.

## 1.5.1.5. Filterbeladung

Die empfohlenen minimalen Filterbeladungen für die gebräuchlichsten Filtergrößen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen. Für größere Filter beträgt die minimale Filterbeladung 0,065 mg/1 000 mm<sup>2</sup> Filterbereich.

Filterdurchmesser (mm)	Empfohlener Durchmesser des wirksamen Filterbereichs (mm)	Empfohlene minimale Filterbeladung (mg)
47	37	0,11
70	60	0,25
90	80	0,41
110	100	0,62

▼ C1

Bei der Mehrfachfiltermethode wird als minimale Filterbelastung das Produkt aus dem entsprechenden obigen Wert und der Quadratwurzel der Gesamtzahl der Prüfphasen empfohlen.

1.5.2. *Spezifikation für die Wägekammer und die Analysenwaage*1.5.2.1. *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 K (22 °C)  $\pm$  3 K zu halten. Die Luftfeuchtigkeit ist auf einem Taupunkt von 282,5 K (9,5 °C)  $\pm$  3 K und auf einer relativen Feuchtigkeit von 45  $\pm$  8 % zu halten.

1.5.2.2. *Vergleichsfilterwägung*

Die Umgebungsluft der Wägekammer (oder des Wägeraums) muss frei von jeglichen Schmutzstoffen (beispielsweise Staub) sein, die sich während der Stabilisierung der Partikelfilter auf diesen absetzen könnten. Störungen der in Abschnitt 1.5.2.1 dargelegten Spezifikationen für den Wägeraum sind zulässig, wenn ihre Dauer 30 Minuten nicht überschreitet. Der Wägeraum soll den vorgeschriebenen Spezifikationen entsprechen, ehe das Personal ihn betritt. Wenigstens zwei unbenutzte Vergleichsfilter oder Vergleichsfilterpaare sind vorzugsweise gleichzeitig mit den Probenahmefiltern zu wägen, höchstens jedoch in einem Abstand von vier Stunden zu diesen. Die Vergleichsfilter müssen dieselbe Größe haben und aus demselben Material bestehen wie die Probenahmefilter.

Wenn sich das Durchschnittsgewicht der Vergleichsfilter(-paare) bei den Wägungen der Probenahmefilter um mehr als 10  $\mu$ g ändert, sind alle Probenahmefilter zu entfernen, und die Abgasemissionsprüfung ist zu wiederholen.

Wenn die unter Abschnitt 1.5.2.1. angegebenen Stabilitätskriterien für den Wägeraum nicht erfüllt sind, aber bei der Wägung des Vergleichsfilters(filterpaares) die obigen Kriterien eingehalten wurden, kann der Hersteller entweder die ermittelten Gewichte der Probenahmefilter anerkennen oder die Prüfungen für ungültig erklären, wobei das Kontrollsystem des Wägeraums zu justieren und die Prüfung zu wiederholen ist.

1.5.2.3. *Analysenwaage*

Die zur Bestimmung der Gewichte sämtlicher Filter benutzte Analysenwaage muss eine Genauigkeit (Standardabweichung) von 2  $\mu$ g und eine Auflösung von 1  $\mu$ g (1 Stelle = 1  $\mu$ g) haben (nach Angaben des Waagenherstellers).

1.5.2.4. *Vermeidung elektrostatischer Reaktionen*

Zur Vermeidung elektrostatischer Reaktionen sind die Filter vor dem Wiegen zu neutralisieren, so beispielsweise durch einen Poloniumneutralisator oder ein Gerät mit ähnlicher Wirkung.

1.5.3. *Zusatzbestimmungen für die Partikelmessung*

Alle mit den Rohabgasen oder verdünnten Abgasen in Berührung kommenden Teile des Verdünnungssystems und des Probenahmesystems vom Auspuffrohr bis zum Filterhalter sind so auszulegen, dass die Ablagerung der Partikel darauf und die Veränderung der Partikel so gering wie möglich gehalten werden. Alle Teile müssen aus elektrisch leitendem Material bestehen, das mit den Bestandteilen der Abgase keine Verbindung eingeht; es muss zur Vermeidung elektrostatischer Reaktionen geerdet sein.

▼ **C1**

## 2. MESS- UND PROBENAHMEVERFAHREN (NRTC-PRÜFUNG)

2.1. **Einleitung**

Die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus dem zur Prüfung vorgeführten Motor muss nach den Verfahren des Anhangs VI gemessen werden. Die Beschreibung dieser Methoden in Anhang VI umfasst auch eine Darstellung der empfohlenen analytischen Systeme für die gasförmigen Emissionen (Abschnitt 1.1) und der empfohlenen Partikelverdünnungs- und -probenahmesysteme (Abschnitt 1.2).

2.2. **Leistungsprüfstand und Prüfzellausstattung**

Für die Abgasemissionsprüfung der Motoren an Leistungsprüfständen ist die nachstehend beschriebene Anlage zu verwenden.

2.2.1. *Motorleistungsprüfstand*

Es ist ein Motorleistungsprüfstand zu verwenden, der entsprechende Eigenschaften aufweist, um den in Anlage 4 beschriebenen Prüfzyklus durchzuführen. Die Messgeräte für Drehmoment und Drehzahl müssen die Messung der Leistung innerhalb der vorgegebenen Grenzwerte ermöglichen. Zusätzliche Berechnungen können erforderlich sein. Die Messgeräte müssen eine solche Messgenauigkeit aufweisen, dass die Höchsttoleranzen der in Tabelle 3 angegebenen Werte nicht überschritten werden.

2.2.2. *Andere Geräte*

Geräte zur Messung des Kraftstoffverbrauchs, des Luftdurchsatzes, der Kühlmitteltemperatur, der Schmiermitteltemperatur, des Abgasdrucks, des Ansaugkrümmerunterdrucks, der Abgastemperatur, der Ansauglufttemperatur, des Luftdrucks, der Feuchtigkeit und der Kraftstofftemperatur. Diese Geräte müssen den Anforderungen in Tabelle 3 genügen:

Tabelle 3: Genauigkeit der Messgeräte

Nr.	Messgerät	Messgenauigkeit
1	Motordrehzahl	$\pm 2\%$ des Ablesewertes oder, falls größer, $\pm 1\%$ des Höchstwertes des Motors
2	Drehmoment	$\pm 2\%$ des Ablesewertes oder, falls größer, $\pm 1\%$ des Höchstwertes des Motors
3	Kraftstoffverbrauch	$\pm 2\%$ des Höchstwertes des Motors
4	Luftverbrauch	$\pm 2\%$ des Ablesewertes oder, falls größer, $\pm 1\%$ des Höchstwertes des Motors
5	Abgasdurchsatz	$\pm 2,5\%$ des Ablesewertes oder, falls größer, $\pm 1,5\%$ des Höchstwertes des Motors
6	Temperatur $\leq 600$ K	$\pm 2$ K absolut
7	Temperatur $> 600$ K	$\pm 1\%$ des Ablesewertes
8	Abgasdruck	$\pm 0,2$ kPa absolut
9	Ansaugluftunterdruck	$\pm 0,05$ kPa absolut
10	Atmosphärischer Druck	$\pm 0,1$ kPa absolut
11	Andere Drücke	$\pm 0,1$ kPa absolut

## ▼ C1

Nr.	Messgerät	Messgenauigkeit
12	Absolute Luftfeuchtigkeit	± 5 % des Ablesewertes
13	Verdünnungsluftdurchfluss	± 2 % des Ablesewertes
14	Durchfluss des verdünnten Abgases	± 2 % des Ablesewertes

2.2.3. *Durchfluss des Rohabgases*

Zur Berechnung der Emissionen im Rohabgas und zur Regelung eines Teilstrom-Verdünnungssystems muss der Abgasmassendurchsatz bekannt sein. Zur Bestimmung des Abgasmassendurchsatzes kann eines der nachstehend beschriebenen Verfahren verwendet werden.

Zur Berechnung der Emissionen darf die Ansprechzeit bei jedem nachstehend beschriebenen Verfahren höchstens der vorgeschriebenen Ansprechzeit der Analysegeräte gemäß Anlage 2 Abschnitt 1.11.1 betragen.

Zur Regelung eines Teilstrom-Verdünnungssystems sind kürzere Ansprechzeiten erforderlich. Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen mit online-Regelung ist eine Ansprechzeit von  $\leq 0,3s$  vorgeschrieben. Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen mit Look-Ahead-Funktion auf der Grundlage eines zuvor aufgezeichneten Prüflaufs ist eine Ansprechzeit des Abgasdurchsatzmesssystems von  $\leq 5s$  mit einer Anstiegszeit von  $\leq 1s$  erforderlich. Die Systemansprechzeit ist nach den Angaben des Geräteherstellers einzustellen. Die kombinierten Vorschriften für die Ansprechzeit für den Abgasdurchsatz und das Teilstrom-Verdünnungssystem sind in Abschnitt 2.4 angegeben.

**Direkte Messung**

Die direkte Messung des momentanen Abgasdurchsatzes kann erfolgen mit Systemen wie:

- Differenzdruckmessgeräten, wie einer Durchflussdüse (Einzelheiten siehe ISO 5167:2000),
- Ultraschall-Durchflussmesser,
- Wirbeldurchflussmesser.

Es müssen Vorkehrungen zur Vermeidung von Messfehlern getroffen werden, die Auswirkungen auf die Emissionswertfehler haben. Zu diesen Vorkehrungen zählen das sorgfältige Anbringen des Messgeräts in der Motorauspuffanlage nach den Empfehlungen des Herstellers und guter technischer Praxis. Vor allem Motorleistung und Emissionen dürfen durch den Einbau des Geräts nicht beeinflusst werden.

Die Durchflussmesser müssen die Anforderungen an die Messgenauigkeit gemäß Tabelle 3 erfüllen.

**Luft- und Kraftstoffmessung**

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

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} + G_{FUEL} \text{ (für feuchte Abgasmasse)}$$

Die Durchflussmesser müssen die Anforderungen an die Messgenauigkeit gemäß Tabelle 3 und gleichzeitig die Anforderungen an die Messgenauigkeit für den Abgasdurchsatz erfüllen.

▼ C1

## Tracergasmessung

Dazu gehört die Messung der Konzentration des Tracergases im Abgase.

Eine bekannte Menge eines Inertgases (z. B. Helium) ist als Tracergas in den Abgasstrom einzuspritzen. Das Gas wird mit dem Abgas vermischt und dadurch verdünnt, darf aber nicht im Auspuffrohr reagieren. Dann wird die Konzentration des Gases 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) unterhalb 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 oberhalb des Motors überprüft wird.

Der Tracergasdurchsatz ist so einzustellen, dass die Tracergaskonzentration im Leerlauf des Motors nach der Vermischung unter dem vollen Skalenendwert des Tracergasanalysegeräts liegt.

Die Berechnung des Abgasdurchsatzes wird wie folgt vorgenommen:

$$G_{EXHW} = \frac{G_T \times \rho_{EXH}}{60 \times (\text{conc}_{\text{mix}} - \text{conc}_a)}$$

In dieser Formel bedeutet:

$G_{EXHW}$  = momentaner Abgasmassendurchsatz (kg/s)

$G_T$  = Tracergasstrom (cm<sup>3</sup>/min)

$\text{conc}_{\text{mix}}$  = momentane Konzentration des Tracergases nach Vermischung (ppm)

$\rho_{EXH}$  = Abgasdichte (kg/m<sup>3</sup>)

$\text{conc}_a$  = Hintergrundkonzentration des Tracergases in der Ansaugluft (ppm)

Die Hintergrundkonzentration des Tracergases ( $\text{conc}_a$ ) kann bestimmt werden, indem die durchschnittliche Hintergrundkonzentration unmittelbar vor und nach dem Prüflauf gemessen wird.

Liegt die Hintergrundkonzentration unter 1 % der Konzentration des Tracergases nach der Vermischung ( $\text{conc}_{\text{mix}}$ ) bei höchstem Abgasdurchsatz, kann die Hintergrundkonzentration außer Acht gelassen werden.

Das gesamte System muss die Anforderungen an die Messgenauigkeit beim Abgasstrom erfüllen und ist gemäß Anlage 2 Abschnitt 1.11.2 zu kalibrieren.

▼ **C1**

## Messung von Luftdurchsatz und Luft-Kraftstoff-Verhältnis

Dies erfordert eine Berechnung der Abgasmasse auf der Grundlage des Luftdurchsatzes und des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses. Die Berechnung des momentanen Abgasmassendurchsatzes wird wie folgt vorgenommen:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} \times \left( 1 + \frac{1}{A/F_{st} \times \lambda} \right)$$

$$\lambda = \frac{\left( 100 - \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{2} - conc_{HC} \times 10^{-4} \right) + \left( 0,45 \times \frac{1 - \frac{2 \times conc_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times conc_{CO_2}}}{1 + \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times conc_{CO_2}}} \right) \times (conc_{CO_2} + conc_{CO} \times 10^{-4})}{6,9078 \times (conc_{CO_2} + conc_{CO} \times 10^{-4} + conc_{HC} \times 10^{-4})}$$

Dabei ist:

In dieser Formel bedeutet:

$A/F_{st}$  = Stöchiometrisches Luft-Kraftstoff-Verhältnis (kg/kg)

$\lambda$  = Relatives Luft-Kraftstoff-Verhältnis

$conc_{CO_2}$  = CO<sub>2</sub>-Konzentration im trockenen Bezugszustand(%)

$conc_{CO}$  = CO-Konzentration im trockenen Bezugszustand (ppm)

$conc_{HC}$  = HC-Konzentration (ppm)

*Anmerkung:* Die Berechnung bezieht sich auf einen Dieseldieselkraftstoff mit einem H/C-Verhältnis gleich 1,8.

Der Durchflussmesser muss die Anforderungen an die Messgenauigkeit gemäß Tabelle 3 erfüllen, das verwendete CO<sub>2</sub>-Analysegerät muss die Anforderungen des Abschnitts 2.3.1 erfüllen und das gesamte System muss den Anforderungen an die Messgenauigkeit für den Abgasdurchsatz genügen.

Wahlweise können zur Messung der Luftüberschusszahl auch Messeinrichtungen für das Luft-Kraftstoff-Verhältnis vom Typ Zirkonsonde eingesetzt werden, die die Anforderungen gemäß Abschnitt 2.3.4 erfüllen.

2.2.4. *Durchsatz des verdünnten Abgases*

Zur Berechnung der Emissionen des verdünnten Abgases muss der Massendurchsatz des verdünnten Abgases bekannt sein. Der Durchfluss des gesamten verdünnten Abgases über den Zyklus (kg/Prüfung) berechnet sich aus den Messwerten über den Zyklus und den entsprechenden Kalibrierdaten des Durchflussmessgeräts ( $V_0$  für PDP,  $K_V$  für CFV,  $C_d$  für SSV) anhand der jeweiligen in Anlage 3 Abschnitt 2.2.1. beschriebenen Verfahren. Überschreitet die Proben-gesamtmasse der Partikel und gasförmigen Schadstoffe 0,5 % des gesamten CVS-Durchsatzes, so ist der CVS-Durchsatz zu korrigieren oder der Strom der Partikelprobe ist vor der Durchflussmeseinrichtung zum CVS zurückzuführen.

▼ **C1****2.3. Bestimmung der gasförmigen Bestandteile**2.3.1. *Allgemeine Vorschriften für Analysegeräte*

Die Analysegeräte müssen einen Messbereich haben, der den Anforderungen an die Genauigkeit bei der Messung der Konzentrationen der Abgasbestandteile entspricht (Abschnitt 1.4.1.1). Es wird empfohlen, die Analysegeräte so zu bedienen, dass die gemessene Konzentration zwischen 15 % und 100 % des vollen Skalenendwertes liegt.

Liegt der volle Skalenendwert bei 155ppm (oder ppmC) oder darunter oder werden Ablesesysteme (Computer, Datenerfasser) verwendet, die unterhalb von 15 % des vollen Skalenendwertes eine ausreichende Genauigkeit und Auflösung aufweisen, sind auch Konzentrationen unter 15 % des vollen Skalenendwertes zulässig. In diesem Fall müssen zusätzliche Kalibrierungen vorgenommen werden, um die Genauigkeit der Kalibrierkurven zu gewährleisten (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 1.5.5.2).

Die elektromagnetische Verträglichkeit der Geräte muss so hoch sein, das zusätzliche Fehler weitestgehend ausgeschlossen sind.

2.3.1.1. **Messfehler**

Das Analysegerät darf höchstens um  $\pm 2\%$  des Ablesewerts vom Nennwert jedes Kalibrierpunktes oder, falls größer, um höchstens  $\pm 0,3\%$  vom Skalenendwert abweichen.

*Anmerkung:* Im Sinne dieses Standards wird Messgenauigkeit definiert als die Abweichung des Ablesewerts des Analysegeräts von den Nennwerten der Kalibrierpunkte unter Verwendung eines Kalibriergases ( $\equiv$  tatsächlicher Wert).

2.3.1.2. **Wiederholbarkeit**

Die Wiederholbarkeit, definiert als das 2,5 fache der Standardabweichung zehn wiederholter Ansprechreaktionen auf ein bestimmtes Kalibriergas, darf höchstens  $\pm 1\%$  der vollen Skalenendkonzentration für jeden verwendeten Messbereich über 155 ppm (oder ppmC) oder  $\pm 2\%$  für jeden verwendeten Messbereich unter 155 ppm (oder ppmC) betragen.

2.3.1.3. **Rauschen**

Das Peak-to-Peak-Ansprechen der Analysatoren auf Null- und Kalibriergase darf während eines Zeitraums von zehn Sekunden 2 % des vollen Skalenendwertes bei allen verwendeten Bereichen nicht überschreiten.

2.3.1.4. **Nullpunktdrift**

Die Nullpunktdrift während eines Zeitraums von einer Stunde muss weniger als 2 % des vollen Skalenendwertes beim niedrigsten verwendeten Bereich betragen. Der Nullpunktwert wird definiert als mittleres Ansprechen (einschließlich Rauschen) auf ein Nullgas in einem Zeitabschnitt von 30 Sekunden.

2.3.1.5. **Messbereichsdrift**

Die Messbereichsdrift während eines Zeitraums von einer Stunde muss weniger als 2 % des vollen Skalenendwertes beim niedrigsten verwendeten Bereich betragen. Als Messbereich wird die Differenz zwischen Kalibrierausschlag und Nullpunktwert definiert. Der Messbereichskalibrierausschlag wird definiert als mittlerer Ausschlag (einschließlich Rauschen) auf ein Messbereichskalibriergas in einem Zeitabschnitt von 30 Sekunden.

2.3.1.6. **Anstiegszeit**

Bei einem Abgasanalyse-System für Rohabgas darf die Anstiegszeit des im Messsystem angebrachten Analysegeräts 2,5s nicht überschreiten.

▼ C1

*Anmerkung:* Allein durch Bewertung der Ansprechzeit des Analysegeräts lässt sich nicht eindeutig bestimmen, ob das gesamte System für die dynamische Prüfung geeignet ist. Massen und insbesondere Totvolumen im System wirken sich nicht nur auf die Beförderungszeit von der Sonde zum Analysegerät, sondern auch auf die Anstiegszeit aus. Auch Beförderungszeiten innerhalb eines Analysegeräts sind als Ansprechzeit des Analysegeräts zu definieren, wie die Konverter oder Wasserabscheider in  $\text{NO}_x$ -Analysegeräten. Die Bestimmung der Gesamtansprechzeit des Systems ist in Anlage 2 Abschnitt 1.11.1 erläutert.

2.3.2. *Gastrocknung*

Es gelten die gleichen Spezifikationen wie für die NRSC-Prüfung (Abschnitt 1.4.2) wie nachstehend beschrieben.

Das wahlweise zu verwendende Gastrocknungsgerät muss die Konzentration der gemessenen Gase so gering wie möglich beeinflussen. Die Anwendung chemischer Trockner zur Entfernung von Wasser aus der Probe ist nicht zulässig.

2.3.3. *Analysegeräte*

Es gelten die gleichen Spezifikationen wie für die NRSC-Prüfung (Abschnitt 1.4.3) wie nachstehend beschrieben.

Die zu messenden Gase sind mit den nachfolgend aufgeführten Geräten zu analysieren. Bei nichtlinearen Analysatoren ist die Verwendung von Linearisierungsschaltkreisen zulässig.

2.3.3.1. *Kohlenmonoxid-(CO-)Analyse*

Der Kohlenmonoxidanalysator muss ein nichtdispersiver Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) sein.

2.3.3.2. *Kohlendioxid-(CO<sub>2</sub>-)Analyse*

Der Kohlendioxidanalysator muss ein nichtdispersiver Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) sein.

2.3.3.3. *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 K (190 °C) ± 10 K gehalten wird.

2.3.3.4. *Stickoxid-(NO<sub>x</sub>-)Analyse*

Der Stickoxidanalysator muss ein Chemilumineszenzanalysator (CLD) oder beheizter Chemilumineszenzanalysator (HCLD) mit einem  $\text{NO}_2/\text{NO}$ -Konverter sein, wenn die Messung im trockenen Bezugszustand erfolgt. Bei Messung im feuchten Bezugszustand ist ein auf über 328 K (55 °C) gehaltener HCLD mit Konverter zu verwenden, vorausgesetzt, die Prüfung auf Wasserdampfquerempfindlichkeit (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 1.9.2.2) ist erfüllt.

Sowohl für CLD als auch für HCLD muss der Probenweg bis zum Konverter (bei Messung im trockenen Bezugszustand) bzw. bis zum Analysegerät (bei Messung im feuchten Bezugszustand) auf einer Wandtemperatur von über 328 bis 473 K (55 °C bis 200 °C) gehalten werden.

2.3.4. *Messung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses*

Bei der zur Bestimmung des Abgasdurchsatzes gemäß Abschnitt 2.2.3. verwendeten Messeinrichtung für das Luft-Kraftstoff-Verhältnis muss es sich um eine Breitband-Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Sonde oder eine Zirkon-Lambdasonde handeln.

▼ C1

Die Sonde ist unmittelbar am Auspuffrohr anzubringen, wo die Abgastemperatur so hoch ist, dass keine Wasserkondensation auftritt.

Die Messgenauigkeit der Sonde mit eingebauter Elektronik muss liegen zwischen:

$\pm 3\%$  des Ablesewerts  $\lambda < 2$

$\pm 5\%$  des Ablesewerts  $2 \leq \lambda < 5$

$\pm 10\%$  des Ablesewerts  $5 \leq \lambda$

Um die vorstehend genannte Messgenauigkeit zu erfüllen, ist die Sonde entsprechend den Angaben des Herstellers zu kalibrieren.

2.3.5. *Probenahme von Emissionen gasförmiger Schadstoffe*

## 2.3.5.1. Rohabgasdurchsatz

Für die Berechnung der Emissionen im Rohabgas gelten die gleichen Spezifikationen wie für den NRSC-Test (Abschnitt 1.4.4) wie nachstehend beschrieben.

Die Probenahmesonden für gasförmige Emissionen müssen so angebracht sein, dass sie mindestens 0,5 M oder um das Dreifache des Durchmessers des Auspuffrohrs (je nachdem, welcher Wert höher ist) oberhalb vom Austritt der Auspuffanlage — soweit zutreffend — entfernt sind und sich so nahe am Motor befinden, dass eine Abgastemperatur von mindestens 343 K (70 °C) an der Sonde gewährleistet ist.

Bei einem Mehrzylindermotor mit einem verzweigten Auspuffkrümmer muss der Einlass der Sonde so weit in Strömungsrichtung entfernt sein, dass die Probe für die durchschnittlichen Abgasemissionen aus allen Zylindern repräsentativ ist. Bei einem Mehrzylindermotor mit einzelnen Gruppen von Auspuffkrümmern, wie z.B. bei einem VMotor, ist die Entnahme individueller Proben von jeder Gruppe und die Berechnung der durchschnittlichen Abgasemission zulässig. Es können auch andere Methoden angewandt werden, die den obigen Methoden nachweislich entsprechen. Bei der Berechnung der Abgasemissionen ist der gesamte Abgasmassendurchsatz des Motors zugrunde zu legen.

Wird die Zusammensetzung des Abgases durch eine Anlage zur Abgasnachbehandlung beeinflusst, so muss die Abgasprobe bei Prüfungen der Stufe I vor dieser Anlage und bei Prüfungen der Stufe II hinter dieser Anlage entnommen werden.

## 2.3.5.2. Durchsatz des verdünnten Abgases

Wird ein Vollstrom-Verdünnungssystem verwendet, so gelten die folgenden Spezifikationen.

Das Auspuffrohr zwischen dem Motor und dem Vollstrom-Verdünnungssystem muss den Bestimmungen von Anhang VI entsprechen.

Die Probenahmesonde(n) für gasförmige Emissionen ist/sind im Verdünnungstunnel an einer Stelle, wo Verdünnungsluft und Abgase gut vermischt sind, und nahe der Partikel-Probenahmesonde angebracht sein.

Die Probenahme kann in der Regel auf zwei Arten erfolgen:

- die Schadstoffproben werden über den gesamten Prüfzyklus hinweg in einen Probenahmebeutel geleitet und nach Abschluss der Prüfung gemessen,
- die Schadstoffproben werden über den gesamten Prüfzyklus hinweg fortlaufend entnommen und integriert; für HC und NO<sub>x</sub> ist diese Methode vorgeschrieben.

▼ **C1**

Die Hintergrundkonzentrationen werden oberhalb des Verdünnungstunnels in einen Probenahmebeutel geleitet und von der Emissionskonzentration gemäß Anlage 3 Abschnitt 2.2.3 subtrahiert.

2.4. **Bestimmung der Partikel**

Die Bestimmung der Partikel erfordert ein Verdünnungssystem. Die Verdünnung kann mit einem Teilstrom- oder Vollstrom-Verdünnungssystem erfolgen. Die Durchflussleistung des Verdünnungssystems muss so groß sein, dass keine Wasserkondensation im Verdünnungs- und Probenahmesystem auftritt und dass die Temperatur des verdünnten Abgases unmittelbar oberhalb der Filterhalter zwischen 315 K (42 °C) und 325 K (52 °C) gehalten werden kann. Bei hoher Luftfeuchtigkeit ist es zulässig, die Verdünnungsluft vor Eintritt in das Verdünnungssystem zu entfeuchten. Bei einer Umgebungstemperatur von weniger als 293 K (20 °C) wird ein Vorheizen der Verdünnungsluft über den Temperaturgrenzwert von 303 K (30 °C) hinaus empfohlen. Jedoch darf die Temperatur der Verdünnungsluft vor der Einleitung des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht überschreiten.

Die Partikel-Probenahmesonde muss sich nahe der Probenahmesonde für die gasförmigen Emissionen befinden und die Einrichtung muss den Vorschriften in Abschnitt 2.3.5 entsprechen.

Zur Bestimmung der Partikelmasse werden ein Partikel-Probenahmesystem, Partikel-Probenahmefilter, eine Mikrogramm-Waage und eine Wägekammer mit kontrollierter Temperatur und Luftfeuchtigkeit benötigt.

## Spezifikationen für das Teilstrom-Verdünnungssystem

Das Teilstrom-Verdünnungssystem muss so beschaffen sein, dass eine Teilung des Abgasstroms erfolgt, wobei der kleinere Teil mit Luft verdünnt und anschließend zur Partikelmessung verwendet wird. Demzufolge ist eine sehr genaue Bestimmung des Verdünnungsverhältnisses erforderlich. Es können verschiedene Teilungsmethoden verwendet werden, wobei die Art der Teilung wesentlichen Einfluss auf die zu verwendenden Probenahmegeräte und -verfahren hat (Anhang VI Abschnitt 1.2.1.1).

Zur Regelung eines Teilstrom-Verdünnungssystems ist eine schnelle Systemansprechzeit erforderlich. Die Umwandlungszeit des Systems ist nach dem in Anlage 2 Abschnitt 1.11.1 beschriebenen Verfahren zu bestimmen.

Liegt die kombinierte Umwandlungszeit des Abgasdurchflusssystem (siehe vorstehender Abschnitt) und des Teilstromsystems unter 0,3s, so können online-Kontrollsysteme verwendet werden. Überschreitet die Transformationszeit 0,3s muss eine auf einem zuvor auf gezeichneten Prüflauf basierende Look-Ahead-Funktion verwendet werden. In diesem Fall muss die Anstiegszeit  $\leq 1$ s und die Verzögerungszeit der Kombination  $\leq 10$ s betragen.

Die Gesamtansprechzeit des Systems ist so zu gestalten, dass eine repräsentative Partikelprobe  $G_{SE}$  proportional zum Abgasmassendurchsatz gewährleistet ist. Zur Bestimmung der Proportionalität ist eine Regressionsanalyse  $G_{SE}$ - $G_{EXHW}$  mit einer Datenerfassungsrate von mindestens 5Hz durchzuführen, wobei folgende Kriterien erfüllt sein müssen:

- Der Korrelationskoeffizient  $r^2$  der linearen Regression zwischen  $G_{SE}$  und  $G_{EXHW}$  darf nicht geringer als 0,95 sein.
- Die Standardabweichung vom Schätzwert von  $G_{SE}$  über  $G_{EXHW}$  darf 5 % von  $G_{SE}$  max. nicht überschreiten.
- $G_{SE}$ -Achsenabschnitt der Regressionsgeraden darf  $\pm 2$  % von  $G_{SE}$  max. nicht überschreiten.

## ▼ C1

Wahlweise kann eine Vorprüfung durchgeführt werden und der Abgasmassendurchsatzsignalgeber der Vorprüfung kann zur Regelung des Probenstroms in das Partikelsystem verwendet werden („Look-Ahead-Funktion“). Ein solches Verfahren ist vorgeschrieben, wenn die Umwandlungszeit des Partikelsystems,  $t_{50,P}$  oder/und die Umwandlungszeit des Abgasmassendurchsatzsignalgebers,  $t_{50,F} > 0,3$  s betragen. Eine ordnungsgemäße Regelung des Teilstrom-Verdünnungssystems erzielt man, wenn die Zeitspur von  $G_{EXHW,pre}$  aus der Vorprüfung, die  $G_{SE}$  regelt, um eine „Look-Ahead“-Zeit von  $t_{50,P} + t_{50,F}$  verschoben wird.

Zur Ermittlung der Korrelation zwischen  $G_{SE}$  und  $G_{EXHW}$  sind die während der tatsächlichen Prüfung gesammelten Daten zu verwenden, wobei  $G_{EXHW}$  um  $t_{50,P}$  bezogen auf  $G_{SE}$  zeitlich angeglichen wird (kein Einfluss von  $t_{50,P}$  auf die zeitliche Angleichung). Das heißt, die Zeitverschiebung zwischen  $G_{EXHW}$  und  $G_{SE}$  ist die Differenz ihrer Umwandlungszeiten, die gemäß Anlage 2 Abschnitt 2.6. bestimmt wurden.

Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen ist die Genauigkeit des Probenstroms  $G_{SE}$  von besonderer Bedeutung, die zwar nicht direkt gemessen, sondern durch Differenzdruckmessung bestimmt wird:

$$G_{SE} = G_{TOTW} - G_{DILW}$$

In diesem Fall ist eine Genauigkeit von  $\pm 2\%$  für  $G_{TOTW}$  und  $G_{DILW}$  nicht ausreichend, um annehmbare Genauigkeit von  $G_{SE}$  sicherzustellen. Wird die Gasströmung durch Differenzdruckmessung bestimmt, so darf der Fehler der Differenz höchstens so groß sein, dass die Genauigkeit von  $G_{SE}$  innerhalb einer Toleranz von  $\pm 5\%$  liegt, wobei das Verdünnungsverhältnis weniger als 15 beträgt. Die Berechnung kann durch Bilden der mittleren Quadratwurzel der Fehler jedes Geräts erfolgen.

Annehmbare Genauigkeit von  $G_{SE}$  kann mit einer der folgenden Methoden erzielt werden:

- a) Die absolute Genauigkeit von  $G_{TOTW}$  und  $G_{DILW}$  beträgt  $\pm 0,2\%$ , wodurch eine Genauigkeit für  $G_{SE}$  von  $\leq 5\%$  bei einem Verdünnungsverhältnis von 15 gewährleistet ist. Bei höheren Verdünnungsverhältnissen treten jedoch größere Fehler auf.
- b) Die Kalibrierung von  $G_{DILW}$  im Verhältnis zu  $G_{TOTW}$  erfolgt so, dass die gleiche Genauigkeit für  $G_{SE}$  wie unter a) erreicht wird. Einzelheiten dieser Kalibrierung sind Anlage 2 Abschnitt 2.6 zu entnehmen.
- c) Die Genauigkeit von  $G_{SE}$  wird indirekt durch die Genauigkeit des durch ein Tracergas, z.B.  $CO_2$ , bestimmten Verdünnungsverhältnisses bestimmt. Auch hier ist eine der Methode a) für  $G_{SE}$  äquivalente Genauigkeit erforderlich.
- d) Die absolute Genauigkeit von  $G_{TOTW}$  und  $G_{DILW}$  beträgt  $\pm 2\%$  des vollen Skalenendwertes, der Fehler der Differenz zwischen  $G_{TOTW}$  und  $G_{DILW}$  beträgt höchstens  $0,2\%$  und der Linearitätsfehler beträgt  $\pm 0,2\%$  des während der Prüfung beobachteten höchsten  $G_{TOTW}$ .

#### 2.4.1. Partikel-Probenahmefilter

##### 2.4.1.1. Spezifikation der Filter

Für die Zertifizierungsprüfungen werden fluorkohlenstoffbeschichtete Glasfaserfilter oder Fluorkohlenstoffmembranfilter benötigt. Für besondere Anwendungen können andere Filtermaterialien verwendet werden. Bei allen Filtertypen muss der Abscheidegrad von  $0,3\ \mu\text{m}$  DOP (Dioctylphthalat) bei einer Anströmgeschwindigkeit des Gases zwischen 35 und 100 cm/s mindestens 99 % betragen. Werden Korrelationstests zwischen Prüfstellen oder zwischen einem Hersteller und einer Genehmigungsbehörde durchgeführt, so sind Filter von gleicher Qualität zu verwenden.

▼ **C1**

## 2.4.1.2. Filtergröße

Die Partikelfilter müssen einen Mindestdurchmesser von 47 mm haben (37 mm wirksamer Durchmesser). Filter mit größerem Durchmesser sind zulässig (Abschnitt 2.4.1.5).

## 2.4.1.3. Haupt- und Nachfilter

Die verdünnten Abgase werden während der Prüffolge durch ein hintereinander angeordnetes Filterpaar (Hauptfilter und Nachfilter) geleitet. Das Nachfilter darf nicht weiter als 100 mm hinter dem Hauptfilter liegen und dieses nicht berühren. Die Filter können getrennt oder paarweise — die wirksamen Seiten einander zugekehrt — gewogen werden.

## 2.4.1.4. Filteranströmgeschwindigkeit

Eine Gasanströmgeschwindigkeit durch den Filter von 35 bis 100 cm/s muss erreicht werden. Der Druckabfall darf zwischen Beginn und Ende der Prüfung um nicht mehr als 25 Pa zunehmen.

## 2.4.1.5. Filterbelastung

Die empfohlenen minimalen Filterbelastungen für die gebräuchlichsten Filtergrößen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen. Für größere Filter beträgt die minimale Filterbelastung 0,065 Mg/1 000mm<sup>2</sup> Filterbereich.

Filterdurchmesser (mm)	Empfohlener Durchmesser des wirksamen Filterbereichs (mm)	Empfohlene minimale Filterbelastung (mg)
47	37	0,11
70	60	0,25
90	80	0,41
110	100	0,62

## 2.4.2. Spezifikation für die Wägekammer und die Analysenwaage

## 2.4.2.1. 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 K (22 °C) ± 3 K zu halten. Die Luftfeuchtigkeit ist auf einem Taupunkt von 282,5 K (9,5 °C) ± 3 K und auf einer relativen Feuchtigkeit von 45± 8 % zu halten.

## 2.4.2.2. Vergleichsfilterwägung

Die Umgebungsluft der Wägekammer (oder des Wägeraums) muss frei von jeglichen Schmutzstoffen (beispielsweise Staub) sein, die sich während der Stabilisierung der Partikelfilter auf diesen absetzen könnten. Störungen der in Abschnitt 2.4.2.1 dargelegten Spezifikationen für den Wägeraum sind zulässig, wenn ihre Dauer 30 Minuten nicht überschreitet. Der Wägeraum soll den vorgeschriebenen Spezifikationen entsprechen, ehe das Personal ihn betritt. Wenigstens zwei unbenutzte Vergleichsfilter oder Vergleichsfilterpaare sind vorzugsweise gleichzeitig mit den Probenahmefiltern zu wägen, höchstens jedoch in einem Abstand von vier Stunden zu diesen. Die Vergleichsfilter müssen dieselbe Größe haben und aus demselben Material bestehen wie die Probenahmefilter.

**▼ C1**

Wenn sich das Durchschnittsgewicht der Vergleichsfilter(-paare) bei den Wägungen der Probenahmefilter um mehr als 10 µg ändert, sind alle Probenahmefilter zu entfernen, und die Abgasemissionsprüfung ist zu wiederholen.

Wenn die unter Abschnitt 2.4.2.1 angegebenen Stabilitätskriterien für den Wägeraum nicht erfüllt sind, aber bei der Wägung des Vergleichsfilters(filterpaares) die obigen Kriterien eingehalten wurden, kann der Hersteller entweder die ermittelten Gewichte der Probenahmefilter anerkennen oder die Prüfungen für ungültig erklären, wobei das Kontrollsystem des Wägeraums zu justieren und die Prüfung zu wiederholen ist.

**2.4.2.3. Analysenwaage**

Die zur Bestimmung der Gewichte sämtlicher Filter benutzte Analysenwaage muss eine Genauigkeit (Standardabweichung) von 2 µg und eine Auflösung von 1 µg (1 Stelle = 1 µg) haben (nach Angaben des Waagenherstellers).

**2.4.2.4. Vermeidung elektrostatischer Reaktionen**

Zur Vermeidung elektrostatischer Reaktionen sind die Filter vor dem Wiegen zu neutralisieren, so beispielsweise durch einen Poloniumneutralisator oder ein Gerät mit ähnlicher Wirkung.

**2.4.3. Zusatzbestimmungen für die Partikelmessung**

Alle mit den Rohabgasen oder verdünnten Abgasen in Berührung kommenden Teile des Verdünnungssystems und des Probenahmesystems vom Auspuffrohr bis zum Filterhalter sind so auszulegen, dass die Ablagerung der Partikel darauf und die Veränderung der Partikel so gering wie möglich gehalten werden. Alle Teile müssen aus elektrisch leitendem Material bestehen, das mit den Bestandteilen der Abgase keine Verbindung eingeht; es muss zur Vermeidung elektrostatischer Reaktionen geerdet sein.

▼ M3▼ C1*Anlage 2*▼ C2**KALIBRIERUNGSVERFAHREN (NRSC, NRTC <sup>(1)</sup>)**▼ B

## 1. KALIBRIERUNG DER ANALYSEGERÄTE

1.1. **Einleitung**

Jedes Analysegerät ist so oft wie nötig zu kalibrieren, damit es den in diesem Standard festgelegten Anforderungen an die Genauigkeit entspricht. Das bei den Analysegeräten nach Anlage 1 Abschnitt 1.4.3 anzuwendende Kalibrierverfahren ist in diesem Abschnitt beschrieben.

1.2. **Kalibriergase**

Die Haltbarkeitsdauer aller Kalibriergase ist zu beachten.

Das vom Hersteller angegebene Verfallsdatum der Kalibriergase ist aufzuzeichnen.

1.2.1. *Reine Gase*

Die erforderliche Reinheit der Gase ergibt sich aus den untenstehenden Grenzwerten der Verschmutzung. Folgende Gase müssen verfügbar sein:

— Gereinigter Stickstoff

(Verschmutzung  $\leq 1$  ppm C,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,1$  ppm NO)

— Gereinigter Sauerstoff

(Reinheitsgrad  $> 99,5$  Vol.-% O<sub>2</sub>)

— Wasserstoff-Helium-Gemisch

( $40 \pm 2$  % Wasserstoff, Rest Helium)

(Verschmutzung  $\leq 1$  ppm C,  $\leq 400$  ppm ► M1 CO<sub>2</sub> ◀)

— Gereinigte synthetische Luft

(Verschmutzung  $\leq 1$  ppm C,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,1$  ppm NO)

(Sauerstoffgehalt 18—21 Vol.-%).

1.2.2. *Kalibriergase*

Gasgemische mit folgender chemischer Zusammensetzung müssen verfügbar sein:

— C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> und gereinigte synthetische Luft (siehe Abschnitt 1.2.1),

— CO und gereinigter Stickstoff,

— NO und gereinigter Stickstoff (die in diesem Kalibriergas enthaltene NO<sub>2</sub>-Menge darf 5 % des NO-Gehalts nicht übersteigen),

— O<sub>2</sub> und gereinigter Stickstoff,

— 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.

<sup>(1)</sup> Das Kalibrierungsverfahren ist gleich für die NRSC- und die NRTC Prüfung, mit Ausnahme der in den Abschnitten 1.11 und 2.6 genannten Anforderungen.

**▼ B**

*Anmerkung:* Andere Gaskombinationen sind zulässig, sofern die Gase nicht miteinander reagieren.

Die tatsächliche Konzentration eines Kalibrierungsgases muß innerhalb von  $\pm 2\%$  des Nennwertes liegen. Alle Kalibrierungsgaskonzentrationen sind als Volumenanteil auszudrücken (Volumenprozent oder ppm als Volumenanteil).

Die zur Kalibrierung verwendeten Gase können auch mit Hilfe eines Gasteilers durch Zusatz von gereinigtem  $N_2$  oder gereinigter synthetischer Luft gewonnen werden. Die Mischvorrichtung muß so genau sein, daß die Konzentrationen der Kalibrierungsgasgemische mit einer Genauigkeit von  $\pm 2\%$  bestimmt werden können.

**▼ M3****▼ CI**

Dabei müssen zur Mischung verwendete Primärgase auf mindestens  $\pm 1\%$  bekannt sein und auf nationale oder internationale Gasnormen rückführbar sind. Die Überprüfung ist bei jeder mithilfe einer Mischvorrichtung vorgenommenen Kalibrierung bei 15 bis 50 % des vollen Skalenendwertes durchzuführen. Eine zusätzliche Überprüfung unter Verwendung eines anderen Kalibrierungsgases kann durchgeführt werden, wenn die erste Überprüfung fehlgeschlagen ist.

Wahlweise kann die Mischvorrichtung mit einem Instrument überprüft werden, das dem Wesen nach linear ist, z. B. unter Verwendung von NO-Gas mit einem CLD. Der Kalibrierwert des Instruments ist mit direkt an das Instrument angeschlossenem Kalibrierungsgas einzustellen. Die Mischvorrichtung ist bei den verwendeten Einstellungen zu überprüfen, und der Nennwert ist mit der gemessenen Konzentration des Instruments zu vergleichen. Die Differenz muss in jedem Punkt innerhalb von  $\pm 1\%$  des Nennwertes liegen.

Andere Methoden können nach guter technischer Praxis und vorheriger Zustimmung der beteiligten Parteien verwendet werden.

*Anmerkung:* Zur Erstellung der genauen Kalibrierkurve des Analysegeräts wird ein Präzisionsgasteiler mit einer Genauigkeit von  $\pm 1\%$  empfohlen. Der Gasteiler ist vom Gerätehersteller zu kalibrieren.

**▼ B****1.3. Anwendung der Analyse- und Probenahmegeräte**

Für die Anwendung der Analysegeräte sind die Anweisungen der Gerätehersteller für die Inbetriebnahme und den Betrieb zu beachten. Die in den Abschnitten 1.4 bis 1.9 enthaltenen Mindestanforderungen sind einzuhalten.

**1.4. 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 Analysegerätes ist einzuschalten. Nach einer vorangegangenen Stabilisierungsphase müssen alle Durchflußmesser Null anzeigen. Ist dies nicht der Fall, so sind die Entnahmeleitungen zu überprüfen, und der Fehler ist zu beheben. Die höchstzulässige Undichtheitsrate 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.

Eine weitere Methode ist die Schrittänderung der Konzentration am Anfang der Probenahmeleitung durch Umstellung von Null- auf Kalibrierungsgas.

Zeigt der Ablesewert nach einem ausreichend langen Zeitraum eine im Vergleich zur eingeführten Konzentration geringere Konzentration an, so deutet dies auf Probleme mit der Kalibrierung oder Dichtheit hin.

**▼ B**1.5. **Kalibrierverfahren**1.5.1. *Geräteschrank*

Sämtliche Geräte sind zu kalibrieren, und die Kalibrierkurven sind mit Hilfe von Kalibriergasen zu überprüfen. Der Gasdurchsatz muß der gleiche wie bei der Probenentnahme sein.

1.5.2. *Aufheizzeit*

Die Aufheizzeit richtet sich nach den Empfehlungen des Herstellers. Sind dazu keine Angaben vorhanden, so wird für das Beheizen der Analysegeräte eine Mindestzeit von zwei Stunden empfohlen.

1.5.3. *NDIR- und HFID-Analysatoren*

Der NDIR-Analysator muß, falls erforderlich, abgestimmt und die Flamme des HFID-Analysators optimiert werden (Abschnitt 1.8.1).

1.5.4. *Kalibrierung*

Jeder bei normalem Betrieb verwendete Meßbereich ist zu kalibrieren.

Die CO-, CO<sub>2</sub>-, NO<sub>x</sub>-, CH- und O<sub>2</sub>-Analysatoren sind unter Verwendung von gereinigter synthetischer Luft (oder Stickstoff) auf Null einzustellen.

Die entsprechenden Kalibriergase sind in die Analysatoren einzuleiten und die Werte aufzuzeichnen, und die Kalibrierkurve ist gemäß Abschnitt 1.5.6 zu ermitteln.

Die Nulleinstellung ist nochmals zu überprüfen und das Kalibrierverfahren erforderlichenfalls zu wiederholen.

1.5.5. *Ermittlung der Kalibrierkurve*1.5.5.1. *Allgemeine Hinweise*

► **M3** ► **C1** Die Kalibrierkurve des Analysegerätes wird mithilfe von mindestens sechs Kalibrierpunkten (außer Null) ermittelt, die in möglichst gleichen Abständen angeordnet sein sollen. ◀ ◀ Der Nennwert der höchsten Konzentration darf nicht weniger als 90 % des vollen Skalenendwerts betragen.

Die Kalibrierkurve wird nach der Methode der Fehlerquadrate berechnet. Falls der sich ergebende Grad des Polynoms größer als 3 ist, muß die Zahl der Kalibrierpunkte (einschließlich Null) mindestens gleich diesem Grad plus 2 sein.

**▼ M3****▼ C1**

Die Kalibrierkurve darf höchstens um ±2 % vom Nennwert jedes Kalibriergases und höchstens um ±0,3 % des vollen Skalenendwertes bei Null abweichen.

**▼ B**

Anhand der Kalibrierkurve und der Kalibrierpunkte kann festgestellt werden, ob die Kalibrierung richtig durchgeführt wurde. Die verschiedenen Kenndaten des Analysegeräts sind anzugeben, insbesondere

- Meßbereich,
- Empfindlichkeit,
- Datum der Kalibrierung.

1.5.5.2. *Kalibrierung bei weniger als 15 % des vollen Skalenendwerts*

Die Kalibrierkurve des Analysegerätes wird mit Hilfe von mindestens zehn Kalibrierpunkten (außer Null) ermittelt, die so angeordnet sein sollen, daß 50 % der Kalibrierpunkte bei unter 10 % des vollen Skalenendwerts liegen.

Die Kalibrierkurve wird nach der Methode der Fehlerquadrate berechnet.

**▼M3****▼C1**

Die Kalibrierkurve darf vom Nennwert jedes Kalibrierpunktes um höchstens  $\pm 4\%$  und vom vollen Skalenendwert bei Null um höchstens  $\pm 0,3\%$  abweichen.

**▼B**1.5.5.3. **Andere Methoden**

Wenn nachgewiesen werden kann, daß sich mit anderen Methoden (z. B. Computer, elektronisch gesteuerter Meßbereichsschalter) die gleiche Genauigkeit erreichen läßt, so dürfen auch diese angewendet werden.

1.6. **Überprüfung der Kalibrierung**

Jeder bei normalem Betrieb verwendete Meßbereich ist vor jeder Analyse wie folgt zu überprüfen:

Die Kalibrierung wird unter Verwendung eines Nullgases und eines Meßbereichskalibrierungsgases überprüft, dessen Nennwert mehr als 80 % des vollen Skalenendwerts des Meßbereichs beträgt.

Weicht bei den beiden untersuchten Punkten der ermittelte Wert um höchstens  $\pm 4\%$  des vollen Skalenendwerts vom angegebenen Bezugswert ab, so können die Einstellparameter geändert werden. Sollte dies nicht der Fall sein, so ist eine neue Kalibrierkurve nach Abschnitt 1.5.4 zu ermitteln.

1.7. **Prüfung der Wirksamkeit des NO<sub>x</sub>-Konverters**

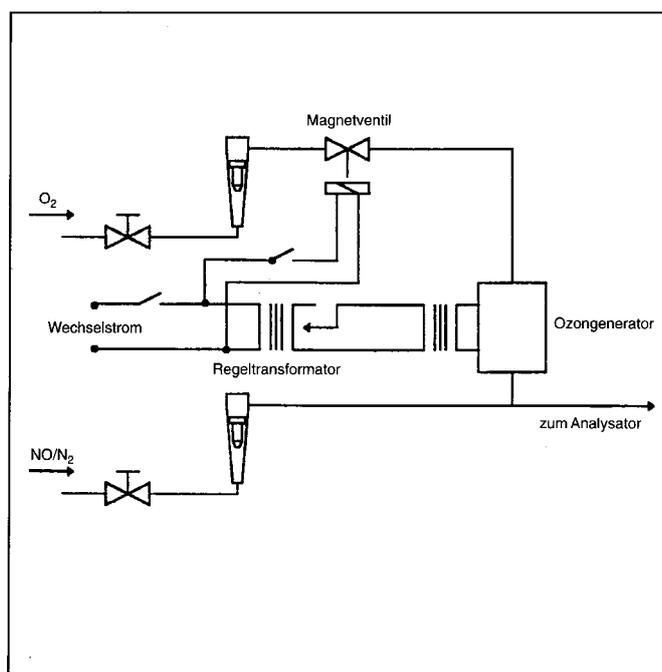
Der Wirkungsgrad des Konverters, der zur Umwandlung von NO<sub>2</sub> in NO verwendet wird, wird wie in den Abschnitten 1.7.1 bis 1.7.8 (Abbildung 1) angegeben bestimmt.

1.7.1. *Prüfanordnung*

Der Wirkungsgrad des Konverters kann mit Hilfe eines Ozongenerators entsprechend der in Abbildung 1 (siehe auch Anlage 1 Abschnitt 1.4.3.5) dargestellten Prüfanordnung nach folgendem Verfahren bestimmt werden.

Abbildung 1

**Schematische Darstellung des Gerätes zur Bestimmung des Wirkungsgrades des NO<sub>2</sub>-Konverters**



**▼ B**1.7.2. *Kalibrierung*

Der CLD und der HCLD sind in dem am meisten verwendeten Meßbereich nach den Angaben des Herstellers unter Verwendung von Null- und Kalibriergas (dessen NO-Gehalt ungefähr 80 % des vollen Skalenendwerts 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-Betriebszustand eingestellt sein, so daß das Kalibriergas nicht durch den Konverter strömt. Die angezeigte Konzentration ist aufzuzeichnen.

1.7.3. *Berechnung*

Der Wirkungsgrad des NO<sub>x</sub>-Konverters wird wie folgt berechnet:

$$\text{Wirkungsgrad (\%)} = \left( 1 + \frac{a - b}{c - d} \right) \times 100$$

- (a) NO<sub>x</sub>-Konzentration nach Abschnitt 1.7.6
- (b) NO<sub>x</sub>-Konzentration nach Abschnitt 1.7.7
- (c) NO-Konzentration nach Abschnitt 1.7.4
- (d) NO-Konzentration nach Abschnitt 1.7.5

1.7.4. *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 Abschnitt 1.7.2 ist. (Der Analysator befindet sich im NO-Betriebszustand.)

Die angezeigte Konzentration (c) ist aufzuzeichnen. Der Ozonisator bleibt während des gesamten Vorgangs ausgeschaltet.

1.7.5. *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 Abschnitt 1.7.2 zurückgeht. Die angezeigte Konzentration (d) ist aufzuzeichnen. (Der Analysator befindet sich im NO-Betriebszustand.)

1.7.6. *NO<sub>x</sub>-Betriebszustand*

Der NO-Analysator wird dann auf den NO<sub>x</sub>-Betriebszustand umgeschaltet, wodurch das Gasgemisch (bestehend aus NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>) nun durch den Konverter strömt. Die angezeigte Konzentration (a) ist aufzuzeichnen. (Der Analysator befindet sich im NO<sub>x</sub>-Betriebszustand.)

1.7.7. *Ausschalten des Ozonisators*

Danach wird der Ozonisator ausgeschaltet. Das Gasgemisch nach Abschnitt 1.7.6 strömt durch den Konverter in den Meßteil. Die angezeigte Konzentration (b) ist aufzuzeichnen. (Der Analysator befindet sich im NO<sub>x</sub>-Betriebszustand.)

1.7.8. *NO-Betriebszustand*

Wird bei abgeschaltetem Ozongenerator auf den NO-Betriebszustand 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 Abschnitt 1.7.2 gemessenen Wert um höchstens ± 5 % abweichen. (Der Analysator befindet sich im NO-Betriebszustand.)

**▼ B**1.7.9. *Prüfabstände*

Der Wirkungsgrad des Konverters ist vor jeder Kalibrierung des NO<sub>x</sub>-Analysators zu bestimmen.

1.7.10. *Vorgeschriebener Wirkungsgrad*

Der Wirkungsgrad des Konverters darf nicht geringer als 90 % sein, doch ein höherer Wirkungsgrad von 95 % wird ausdrücklich empfohlen.

*Anmerkung:* Kann der Ozongenerator bei Einstellung des Analysators auf den am meisten verwendeten Meßbereich keinen Rückgang von 80 % auf 20 % gemäß Abschnitt 1.7.5 bewirken, so ist der größte Bereich zu verwenden, mit dem der Rückgang bewirkt werden kann.

1.8. **Einstellung des FID**1.8.1. *Optimierung des Ansprechverhaltens des Detektors*

Der HFID 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 um ein Geringes ober- und unterhalb der Herstellerangabe einzustellen. Die Differenz zwischen dem 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.

1.8.2. *Ansprechfaktoren bei Kohlenwasserstoffen*

Der Analysator ist unter Verwendung von Propan in Luft und gereinigter synthetischer Luft entsprechend Abschnitt 1.5 zu kalibrieren.

Die Ansprechfaktoren sind bei Inbetriebnahme eines Analysegerätes und später nach wesentlichen Wartungsterminen zu bestimmen. Der Ansprechfaktor ( $R_f$ ) 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 vollen Skalenendwerts 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 24 Stunden lang bei 298 K (25 °C)  $\pm 5$  K konditioniert werden.

Die zu verwendenden Prüfgase und die empfohlenen Ansprechfaktoren sind bei

- Methan und gereinigter synthetischer Luft:  $1,00 \leq R_f \leq 1,15$
- Propylen und gereinigter synthetischer Luft:  $0,90 \leq R_f \leq 1,1$
- Toluol und gereinigter synthetischer Luft:  $0,90 \leq R_f \leq 1,10$

Diese Werte sind bezogen auf einen Ansprechfaktor ( $R_f$ ) von 1,00 für Propan und gereinigte synthetische Luft.

1.8.3. *Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit***▼ M3**  
**▼ C1**

Die Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit ist bei Inbetriebnahme eines Analysegeräts und nach wesentlichen Wartungsterminen vorzunehmen.

▼ C1

Es ist ein Bereich zu wählen, in dem die Prüfgase für die Sauerstoffquerempfindlichkeit in die oberen 50 % fallen. Die Prüfung ist bei der wie erforderlich eingestellten Ofentemperatur durchzuführen.

## 1.8.3.1. Prüfgase für die Sauerstoffquerempfindlichkeit

Die Prüfgase für die Sauerstoffquerempfindlichkeit müssen Propan mit 350ppmC  $\pm$ 75ppmC Kohlenwasserstoff enthalten. Der Konzentrationswert ist unter Berücksichtigung der Kalibrierkastoleranzen durch chromatographische Analyse der Kohlenwasserstoffe insgesamt mit Unreinheiten oder durch dynamisches Mischen zu bestimmen. Stickstoff muss der vorherrschende Verdüner mit dem Restsauerstoff sein. Für die Prüfung von Dieselmotoren sind folgende Mischungen erforderlich:

O <sub>2</sub> -Konzentration	Rest
21 (20 bis 22)	Stickstoff
10 (9 bis 11)	Stickstoff
5 (4 bis 6)	Stickstoff

## 1.8.3.2. Verfahren

- Das Analysegerät ist auf Null einzustellen.
- Das Analysegerät ist mit der 21 %-Sauerstoffmischung zu kalibrieren.
- Der Nullpunktwert ist erneut zu überprüfen. Bei einer Veränderung von mehr als  $\pm 0,5$  % des Skalenendwertes sind die Buchstaben a) und b) zu wiederholen.
- Die Prüfgase für die Sauerstoffempfindlichkeit in den Gemischen 5 % und 10 % sind einzuleiten.
- Der Nullpunktwert ist erneut zu überprüfen. Bei einer Veränderung von mehr als  $\pm 1$  % des Skalenendwertes ist die Prüfung zu wiederholen.
- Für jedes Gemisch in Buchstabe d) ist die Sauerstoffquerempfindlichkeit (%O<sub>2</sub>I) wie folgt zu berechnen:

$$O_2I = \frac{(B - C)}{B} \times 100$$

A = Kohlenwasserstoffkonzentration (ppmC) des in Buchstabe b) verwendeten Kalibriergases

B = Kohlenwasserstoffkonzentration (ppmC) der in Punkt d) dieses Abschnitts verwendeten Prüfgase für die Sauerstoffquerempfindlichkeit

C = Ansprechen des Analysators

$$(ppmC) = \frac{A}{D}$$

D = Prozent des vollen Skalenendwertes des Ansprechens des Analysators aufgrund von A

- Die Sauerstoffquerempfindlichkeit in% (%O<sub>2</sub>I) muss weniger  $\pm 3,0$  % für alle vorgeschriebenen Prüfgase der Sauerstoffquerempfindlichkeit vor der Prüfung betragen.

**▼ C1**

- h) Ist die Sauerstoffquerempfindlichkeit größer als  $\pm 3,0$  %, ist der Luftdurchsatz ober- und unterhalb der Angaben des Herstellers stufenweise zu justieren, wobei Abschnitt 1.8.1 für jeden Durchsatz zu wiederholen ist.
- i) Ist die Sauerstoffquerempfindlichkeit nach der Justierung des Luftdurchsatzes größer als  $\pm 3,0$  %, sind der Kraftstoffdurchsatz und danach der Durchsatz der Probe zu variieren, wobei Abschnitt 1.8.1 für jede neue Anordnung zu wiederholen ist.
- j) Ist die Sauerstoffquerempfindlichkeit weiterhin größer als  $\pm 3,0$  %, müssen der Analysator, der FID-Brennstoff oder die Brennerluft vor der Prüfung repariert bzw. ausgetauscht werden. Anschließend ist dieser Abschnitt mit den ausgetauschten bzw. reparierten Geräten zu wiederholen.

**▼ B****1.9. Querempfindlichkeiten bei NDIR- und CLD-Analysatoren**

Die 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, indem das beeinträchtigende Gas die Absorptionsbande des gemessenen Gases verbreitert, und bei CLD-Geräten, indem das beeinträchtigende Gas die Strahlung unterdrückt. Die Prüfungen der Querempfindlichkeit nach den Abschnitten 1.9.1 und 1.9.2 sind vor der Inbetriebnahme des Analysators und nach wesentlichen Wartungsterminen durchzuführen.

**1.9.1. Kontrolle der Querempfindlichkeit des CO-Analysators**

Wasser und CO<sub>2</sub> können die Leistung des CO-Analysators beeinflussen. Daher läßt man ein bei der Prüfung verwendetes CO<sub>2</sub>-Kalibriergas mit einer Konzentration von 80 bis 100 % des vollen Skalenendwertes des bei der Prüfung verwendeten maximalen Betriebsbereichs bei Raumtemperatur durch Wasser perlen, wobei das Ansprechverhalten des Analysators aufzuzeichnen ist. Das Ansprechverhalten des Analysators darf bei Bereichen ab 300 ppm höchstens 1 % des vollen Skalenendwertes und bei Bereichen unter 300 ppm höchstens 3 ppm betragen.

**1.9.2. Kontrollen der Querempfindlichkeit bei NO<sub>x</sub>-Analysator**

Zwei Gase, die bei CLD- (und HCLD-) Analysatoren besonderer Berücksichtigung bedürfen, sind CO<sub>2</sub> 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.

**1.9.2.1. Kontrolle der CO<sub>2</sub>-Querempfindlichkeit**

Ein CO<sub>2</sub>-Kalibriergas mit einer Konzentration von 80 bis 100 % des vollen Skalenendwertes des maximalen Meßbereichs ist durch den NDIR-Analysator zu leiten und der CO<sub>2</sub>-Wert als A aufzuzeichnen. Danach ist das Gas zu etwa 50 % mit NO-Kalibriergas zu verdünnen und durch den NDIR und den (H)CLD zu leiten, wobei der CO<sub>2</sub>-Wert und der NO-Wert als B bzw. C aufzuzeichnen sind. Das CO<sub>2</sub> ist abzusperrern und nur das NO-Kalibriergas durch den (H)CLD zu leiten, und der NO-Wert ist als D aufzuzeichnen.

Die Querempfindlichkeit wird wie folgt berechnet:

$$\% \text{ CO}_2\text{Querempfindlichkeit} = \left[ 1 - \left( \frac{C \times A}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100$$

und darf nicht größer als 3 % des vollen Skalenendwertes sein.

Hierbei bedeuten:

A : die mit dem NDIR gemessene Konzentration des unverdünnten CO<sub>2</sub> in %

**▼ B**

B : die mit dem NDIR gemessene Konzentration des verdünnten CO<sub>2</sub> in %

C : die mit dem CLD gemessene Konzentration des verdünnten NO in ppm

D : die mit dem CLD gemessene Konzentration des unverdünnten NO in ppm

**▼ M1**

## 1.9.2.2. Kontrolle der Wasserdampf-Querempfindlichkeit

**▼ M3****▼ CI**

Diese Überprüfung gilt nur für Konzentrationsmessungen des feuchten Gases. 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 vollen Skalenendwertes des normalen Betriebsbereichs ist durch den (H)CLD zu leiten und der NO-Wert als D aufzuzeichnen. Das NO-Gas muss 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 des Wassers in der Waschflasche (F) entspricht, ist zu bestimmen und als G aufzuzeichnen. Die Wasserdampfkonzentration (in%) des Gemischs ist wie folgt zu berechnen:

**▼ M1**

$$H = 100 \times \left( \frac{G}{P_b} \right)$$

und als H aufzuzeichnen. Die erwartete Konzentration des verdünnten NO-Kalibriergases (in Wasserdampf) ist wie folgt zu berechnen:

$$De = D \times \left( 1 - \frac{H}{100} \right)$$

**▼ M3****▼ CI**

und als De aufzuzeichnen. Bei Dieselabgasen ist die maximale bei der Prüfung erwartete Wasserdampfkonzentration im Abgas (in%) anhand der Konzentration des unverdünnten CO<sub>2</sub>-Kalibriergases (A, wie nach Abschnitt 1.9.2.1 gemessen) — ausgehend von einem Atomverhältnis H/C des Kraftstoffs von 1,8 zu 1 — wie folgt zu schätzen:

**▼ M1**

$$Hm = 0,9 \times A$$

und als Hm aufzuzeichnen.

Die Wasserdampf-Querempfindlichkeit ist wie folgt zu berechnen:

$$\% \text{ H}_2\text{O Querempfindlichkeit} = 100 \times \left( \frac{De - C}{De} \right) \times \left( \frac{Hm}{H} \right)$$

und darf nicht mehr als 3 % des Realwerts betragen.

De: erwartete Konzentration des verdünnten NO (ppm)

C: Konzentration des verdünnten NO (ppm)

**▼ M1**

H<sub>m</sub>: maximale Wasserdampfkonzentration (%)

H: tatsächliche Wasserdampfkonzentration (%)

*Anmerkung:* Es ist darauf zu achten, dass das NO-Kalibriergas bei dieser Überprüfung eine minimale NO<sub>2</sub>-Konzentration aufweist, da die Absorption von NO<sub>2</sub> in Wasser bei den Querempfindlichkeitsberechnungen nicht berücksichtigt wurde.

**▼ B****1.10. Abstände zwischen den Kalibrierungen**

Die Analytoren sind mindestens alle drei Monate sowie nach jeder Reparatur des Systems oder Veränderung, die die Kalibrierung beeinflussen könnte, entsprechend Abschnitt 1.5 zu kalibrieren.

**▼ M3****▼ C1****1.11. Zusätzliche Kalibrierungsvorschriften für Rohabgasmessungen bei der NRTC-Prüfung****1.11.1. Prüfung der Ansprechzeit des Analysystems**

Zur Bewertung der Ansprechzeit werden die gleichen Systemeinstellungen wie bei der Messung des Prüflaufs (d. h. Druck, Durchsatz, Filtereinstellungen des Analysegeräts und alle übrigen Einflüsse auf die Ansprechzeit) verwendet. Die Bestimmung der Ansprechzeit erfolgt durch Gasumstellung direkt am Einlass der Probenahmesonde. Die Gasumstellung muss in weniger als 0,1 Sekunden erfolgen. Die für die Prüfung verwendeten Gase müssen eine Konzentrationsänderung von mindestens 60 % des vollen Skalenendwertes bewirken.

Die Konzentrationsspur jedes einzelnen Gasbestandteils ist aufzuzeichnen. Die Ansprechzeit ist definiert als die zeitliche Differenz zwischen der Gasumstellung und der entsprechenden Veränderung der aufgezeichneten Konzentration. Die Ansprechzeit des Systems ( $t_{90}$ ) setzt sich zusammen aus der Verzögerungszeit bis zum Messdetektor und der Anstiegszeit des Detektors. Die Verzögerungszeit ist definiert als die Zeit von der Veränderung ( $t_0$ ) bis zum Ansprechen bei 10 % des endgültigen Ablesewertes ( $t_{10}$ ). Die Anstiegszeit ist definiert als die Ansprechzeit zwischen 10 % und 90 % des endgültigen Ablesewertes ( $t_{90} - t_{10}$ ).

Für die zeitliche Angleichung des Analysegeräts und des Abgasstromsignalgebers bei der Rohabgasmessung ist die Umwandlungszeit definiert als die Zeit von der Veränderung ( $t_0$ ) bis zu dem Zeitpunkt, an dem das Ansprechen bei 50 % des endgültigen Ablesewertes ( $t_{50}$ ) liegt.

Die Ansprechzeit des Systems muss für alle verwendeten Bestandteile (CO, NO<sub>x</sub>, HC) und alle Bereiche  $\leq 10$  Sekunden bei einer Anstiegszeit von  $\leq 2,5$  Sekunden betragen.

**1.11.2. Kalibrierung des Tracergas-Analysators für die Messung des Abgasdurchsatzes**

Der Analysator für die Messung der Tracergaskonzentration ist unter Verwendung des Kalibriergases zu kalibrieren.

Die Kalibrierkurve muss aus mindestens 10 alibrierpunkten (Nullpunkt ausgenommen) erstellt werden, die so angeordnet sein sollen, dass die Hälfte der Kalibrierpunkte zwischen 4 und 20 % des vollen Skalenendwertes des Analysators und der Rest zwischen 20 und 100 % des vollen Skalenendwertes liegt. Die Kalibrierkurve wird nach der Methode der Fehlerquadrate berechnet.

Die Kalibrierkurve darf im Bereich von 20 % bis 100 % des vollen Skalenendwertes höchstens um  $\pm 1$  % des vollen Skalenendwertes vom Nennwert jedes Kalibrierpunktes abweichen. Im Bereich von 4 % bis 20 % des vollen Skalenendwertes darf sie zudem höchstens  $\pm 2$  % vom Nennwert abweichen.

**▼ C1**

Vor dem Prüflauf ist der Analysator auf Null einzustellen und zu kalibrieren; dazu ist ein Nullgas und ein Kalibriergas zu verwenden, dessen Nennwert mehr als 80 % des vollen Skalenendwertes des Analysators beträgt.

**▼ B**

## 2. KALIBRIERUNG DES PARTIKELMESSSYSTEMS

2.1. **Einleitung**

Jedes Gerät ist so oft wie nötig zu kalibrieren, damit es den in diesem Standard festgelegten Anforderungen an die Genauigkeit entspricht. Das bei den Geräten nach Anhang III Anlage 1 Abschnitt 1.5 und Anhang V anzuwendende Kalibrierverfahren ist in diesem Abschnitt beschrieben.

2.2. **Messung des Durchsatzes****▼ M3****▼ C1**

Die Kalibrierung der Gasströmungsmesser oder Durchflussmengenmessgeräte muss auf nationale und/oder internationale Normen rückführbar sein.

Der Fehler des gemessenen Wertes darf höchstens  $\pm 2$  % des Ablesewerts betragen.

Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen ist die Genauigkeit des Probenstroms  $G_{SE}$  von besonderer Bedeutung, die zwar nicht direkt gemessen, sondern durch Differenzdruckmessung bestimmt wird:

$$G_{SE} = G_{TOTW} - G_{DILW}$$

In diesem Fall ist eine Genauigkeit von  $\pm 2$  % für  $G_{TOTW}$  und  $G_{DILW}$  nicht ausreichend, um annehmbare Genauigkeit von  $G_{SE}$  sicherzustellen. Wird die Gasströmung durch Differenzdruckmessung bestimmt, so darf der Fehler der Differenz höchstens so groß sein, dass die Genauigkeit von  $G_{SE}$  innerhalb einer Toleranz von  $\pm 5$  % liegt, wobei das Verdünnungsverhältnis weniger als 15 beträgt. Die Berechnung kann durch Bilden der mittleren Quadratwurzel der Fehler jedes Geräts erfolgen.

**▼ B**2.3. **Überprüfung des Verdünnungsverhältnisses**

Bei Anwendung von Partikel-Probenahmesystemen ohne EGA (Anhang V Abschnitt 1.2.1.1) ist das Verdünnungsverhältnis für jede neue Motorinstallation bei laufendem Motor und unter Verwendung der Messungen der  $CO_2$ - oder der  $NO_x$ -Konzentrationen im Rohabgas und im verdünnten Abgas zu überprüfen.

Das gemessene Verdünnungsverhältnis darf von dem anhand der  $CO_2$ - oder  $NO_x$ -Konzentrationsmessung berechneten Verdünnungsverhältnis um höchstens  $\pm 10$  % abweichen.

2.4. **Überprüfung der Teilstrombedingungen**

Der Bereich der Abgasgeschwindigkeit und der Druckschwankungen ist zu überprüfen und erforderlichenfalls entsprechend den Vorschriften in Anhang V Abschnitt 1.2.1.1 (EP) einzustellen.

2.5. **Abstände zwischen den Kalibrierungen**

Die Durchflußmengenmeßgeräte sind mindestens alle drei Monate sowie nach Veränderungen des Systems, die die Kalibrierung beeinflussen könnten, zu kalibrieren.

**▼ M3****▼ C1**2.6. **Zusätzliche Kalibrierung bei Teilstrom-Verdünnungssystemen**2.6.1 *Periodische Kalibrierung*

Wird die Gasprobenströmung durch Differenzdruckmessung bestimmt, so müssen der Strömungsmesser oder das Durchflussmessgerät nach einem der folgenden Verfahren kalibriert werden, so dass der Probenstrom  $G_{SE}$  in den Tunnel den Anforderungen an die Messgenauigkeit gemäß Anlage I Abschnitt 2.4 entspricht.

▼ C1

Der Durchflussmesser für  $G_{DILW}$  wird in Reihe geschaltet mit dem Durchflussmesser für  $G_{TOTW}$ , die Differenz zwischen den beiden Durchflussmessern wird für mindestens 5 Sollwerte kalibriert, wobei die Durchflusswerte äquidistant zwischen dem niedrigsten bei der Prüfung verwendeten  $G_{DILW}$ -Wert und dem bei der Prüfung verwendeten  $G_{TOTW}$ -Wert liegen. Der Verdünnungstunnel kann umgangen werden.

Ein kalibriertes Massendurchsatzmessgerät wird in Reihe geschaltet mit dem Durchflussmesser für  $G_{TOTW}$  und die Genauigkeit des für die Prüfung verwendeten Wertes wird geprüft. Dann wird das kalibrierte Massendurchsatzmessgerät in Reihe geschaltet mit dem Durchflussmesser für  $G_{DILW}$ , und die Genauigkeit wird für mindestens 5 dem Verdünnungsverhältnis zwischen 3 und 50 entsprechende Einstellungen (bezogen auf den bei der Prüfung verwendeten  $G_{TOTW}$ ) geprüft.

Das Übertragungsrohr TT wird vom Auspuff entfernt und ein kalibriertes Durchflussmessgerät mit einer zur Messung von  $G_{SE}$  geeigneten Reichweite wird an das Übertragungsrohr angeschlossen. Dann wird  $G_{TOTW}$  auf den bei der Prüfung verwendeten Wert eingestellt und  $G_{DILW}$  fortlaufend auf mindestens 5 den Verdünnungsverhältnissen  $q$  zwischen 3 und 50 entsprechende Werte eingestellt. Alternativ kann eine spezielle Kalibrierstrombahn bereitgestellt werden, bei der der Tunnel umgangen wird, aber die gesamte und die verdünnte Luft durch die entsprechenden Messer wie bei der tatsächlichen Prüfung geleitet werden.

Ein Tracergas wird in das Übertragungsrohr TT geleitet. Dieses Tracergas kann ein Abgasbestandteil sein, etwa  $CO_2$  oder  $NO_x$ . Nach der Verdünnung im Tunnel wird der Tracergasbestandteil gemessen. Dies erfolgt bei 5 Verdünnungsverhältnissen zwischen 3 und 50. Die Genauigkeit des Probenstroms wird durch das Verdünnungsverhältnis  $q$  bestimmt:

$$G_{SE} = G_{TOTW}/q$$

Die Genauigkeit der Gasanalysegeräte ist bei der Garantie der Genauigkeit von  $G_{SE}$  zu berücksichtigen.

### 2.6.2. *Prüfung des Kohlenstoffdurchsatzes*

Eine Prüfung des Kohlenstoffdurchsatzes unter Verwendung tatsächlicher Abgase wird nachdrücklich empfohlen zur Aufdeckung von Mess- und Regelungsproblemen und zur Überprüfung des ordnungsgemäßen Betriebs des Teilstrom-Verdünnungssystems. Die Prüfung des Kohlenstoffdurchsatzes ist mindestens jedes Mal durchzuführen, wenn ein neuer Motor eingebaut wird oder sich die Konfiguration der Prüfzelle entscheidend ändert.

Der Motor ist bei Vollast-Drehmoment und -drehzahl oder jeder anderen stationären Betriebsphase, bei der 5 % oder mehr  $CO_2$  entstehen, zu betreiben. Das Probenahme-Teilstrom-Verdünnungssystem ist mit einem Verdünnungsfaktor von etwa 15:1 zu betreiben.

### 2.6.3. *Kontrollen vor der Prüfung*

Eine Kontrolle vor der Prüfung ist innerhalb von 2 Stunden vor dem Prüflauf folgendermaßen durchzuführen:

Die Genauigkeit der Durchflussmesser ist nach derselben Methode zu prüfen, die für die Kalibrierung von mindestens zwei Punkten verwendet wird, einschließlich der Durchsatzwerte von  $G_{DILW}$ , die den Verdünnungsverhältnissen zwischen 5 und 15 für den in der Prüfung verwendeten  $G_{TOTW}$ -Wert entsprechen.

Falls anhand der Aufzeichnungen des vorstehend beschriebenen Kalibrierungsverfahrens bewiesen werden kann, dass die Kalibrierung des Durchflussmessers über einen längeren Zeitraum stabil ist, kann auf die Kontrolle vor der Prüfung verzichtet werden.

▼ **C1**2.6.4. *Bestimmung der Umwandlungszeit*

Die Systemeinstellungen für die Bewertung der Umwandlungszeit sind die gleichen wie bei der Messung des Prüflaufs. Die Umwandlungszeit wird anhand folgender Methode bestimmt:

Ein unabhängiger Bezugsdurchflussmesser mit einem dem Sondenstrom angemessenen Messbereich wird mit der Sonde in Reihe geschaltet und an sie angeschlossen. Dieser Durchflussmesser muss über eine Umwandlungszeit von unter 100ms für die bei der Messung der Ansprechzeit verwendeten Verdünnungsschritte sowie einen Strömungswiderstand verfügen, der gering genug ist, um sich nicht auf die dynamische Leistung des Teilstrom-Verdünnungssystems auszuwirken, und der guter technischer Praxis entspricht.

Der Abgasdurchsatz des Teilstrom-Verdünnungssystems (oder der Luftdurchsatz, wenn der Abgasdurchsatz berechnet wird) wechselt sprunghaft, von niedrigem Durchfluss bis auf mindestens 90 % des vollen Skalenendwertes. Der Auslöser für den Schrittwechsel sollte der gleiche sein, wie er zum Start der Look-Ahead-Funktion bei der tatsächlichen Prüfung verwendet wird. Das Eingangssignal des Abgasverdünnungsschritts und das Ansprechen des Durchflussmessers sind mit einer Abtastfrequenz von mindestens 10Hz aufzuzeichnen.

Anhand dieser Daten ist die Umwandlungszeit für das Teilstrom-Verdünnungssystem zu bestimmen, d. h. die Zeit vom Beginn Eingangssignals des Verdünnungsschritts bis zu dem Punkt, an dem der Durchflussmesser zu 50 % anspricht. In gleicher Weise sind die Umwandlungszeiten des  $G_{SE}$ -Signals des Teilstrom-Verdünnungssystems und des  $G_{EXHW}$ -Signals des Abgasdurchflussmessers zu bestimmen. Diese Signale werden bei den nach jeder Prüfung durchgeführten Regressionsprüfungen verwendet (Anlage Abschnitt 2.4).

Die Berechnung muss für mindestens 5 Anstiegs- und Abfallstimuli wiederholt und aus den Ergebnissen ein Mittelwert gebildet werden. Die interne Transformationszeit (<100ms) des Bezugsdurchflussmessers ist von diesem Wert zu subtrahieren. Dies ist der „look-ahead“-Wert des Teilstromverdünnungssystems, der gemäß Anlage Abschnitt 2.4. anzuwenden ist.

3. **KALIBRIERUNG DES CVS-SYSTEMS**3.1. **Allgemein**

Das CVS-System wird mit einem Präzisionsdurchflussmesser kalibriert und dient zur Änderung der Betriebsbedingungen.

Der Durchfluss im System wird unter unterschiedlichen Durchflusseinstellungen gemessen; ebenso werden die Regelkenngößen des Systems ermittelt und ins Verhältnis zu den Durchflüssen gesetzt.

Verschiedene Arten von Durchflussmessern können verwendet werden, z. B. kalibriertes Venturi-Rohr, kalibrierter Laminardurchflussmesser, kalibrierter Flügelraddurchflussmesser.

3.2. **Kalibrierung der Verdrängerpumpe (PDP)**

Sämtliche Kennwerte der Pumpe werden gleichzeitig mit den Kennwerten des Kalibrierungs-Venturirohrs gemessen, das mit der Pumpe in Reihe geschaltet ist. Danach kann die Kurve des berechneten Durchflusses (ausgedrückt in  $m^3/min$  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. Hat die Pumpe des CVS-Systems mehrere Antriebsgeschwindigkeiten, so muss für jede verwendete Geschwindigkeit eine Kalibrierung vorgenommen werden.

Während der Kalibrierung ist eine gleichbleibende Temperatur zu gewährleisten.

▼ C1

Lecks an allen Anschlüssen und Röhren zwischen dem Kalibrierungs-Venturirohr und der CVS-Pumpe sind unter 0,3 % des niedrigsten Durchflussspunktes (höchster Widerstand und niedrigste PDP-Geschwindigkeit) zu halten.

3.2.1. *Datenanalyse*

Die Luftdurchflussmenge ( $Q_s$ ) an jeder Drosselstelle (mindestens 6 Einstellungen) wird nach den Angaben des Herstellers aus den Messwerten des Durchflussmessers in  $\text{m}^3/\text{min}$  ermittelt. Die Luftdurchflussmenge wird dann auf den Pumpendurchsatz ( $V_0$ ) in  $\text{m}^3$  je Umdrehung bei absoluter Temperatur und absolutem Druck am Pumpeneinlass umgerechnet:

$$V_0 = \frac{Q_s}{n} \times \frac{T}{273} \times \frac{101,3}{p_A}$$

Dabei bedeutet:

$Q_s$  = Luftdurchsatz unter Standardbedingungen (101,3 kPa, 273 K) ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$T$  = Temperatur am Pumpeneinlass (K)

$p_A$  = absoluter Druck am Pumpeneinlass ( $p_B - p_1$ ) (kPa)

$n$  = Pumpengeschwindigkeit (Umdrehung/s)

Zur Kompensierung der gegenseitigen Beeinflussung der Druckschwankungen mit der Pumpendrehzahl und der Verlustrate 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:

$$X_0 = \frac{1}{n} \times \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_A}}$$

Dabei bedeutet:

$\Delta p_p$  = Differenzdruck vom Pumpeneinlass bis zum Pumpenauslass (kPa)

$p_A$  = absoluter Auslassdruck am Pumpenauslass (kPa)

Mit der Methode der kleinsten Quadrate wird eine lineare Anpassung vorgenommen, um folgende Gleichung zu erhalten:

$$V_0 = D_0 - m \times (X_0)$$

$D_0$  und  $m$  sind die Konstanten für den Achsabschnitt und die Steigung, die die Regressionsgeraden beschreiben.

Hat ein CVS-System mehrere Antriebsgeschwindigkeiten, so müssen die für jede Pump-Geschwindigkeit erzielten Kalibrierkurven annähernd parallel sein, und die Ordinatenwerte ( $D_0$ ) müssen größer werden, wenn der Durchsatzbereich der Pumpe kleiner wird.

Die anhand der Gleichung berechneten Werte dürfen höchstens um  $\pm 0,5$  % vom gemessenen  $V_0$ -Wert abweichen. Der Werte von  $m$  ist je nach Pumpe verschieden. Im Laufe der Zeit bewirkt der Partikelzustrom eine Abnahme der Verlustrate der Pumpe, die sich in niedrigeren Werten für  $m$  niederschlägt. Daher muss die Kalibrierung bei Inbetriebnahme der Pumpe, nach wesentlichen Wartungsarbeiten sowie dann erfolgen, wenn bei der Überprüfung des gesamten Systems (Abschnitt 3.5) eine Veränderung der Verlustrate festgestellt wird.

▼ **C1****3.3. Kalibrierung des Venturi-Rohrs mit kritischer Strömung (CFV)**

Bei der Kalibrierung des CFV bezieht man sich auf die Durchflussgleichung für ein Venturi-Rohr mit kritischer Strömung. Wie unten dargestellt, ist die Gasdurchflussmenge eine Funktion des Eintrittsdrucks und der Eintrittstemperatur.

$$Q_s = \frac{K_v \times p_A}{\sqrt{T}}$$

Dabei bedeutet:

$K_v$  = Kalibrierkoeffizient

$p_A$  = absoluter Druck am Eintritt des Venturirohrs (kPa)

$T$  = Temperatur am Eintritt des Venturirohrs (K)

**3.3.1. Datenanalyse**

Die Luftdurchflussmenge ( $Q_s$ ) an jeder Drosselstelle (mindestens 8 Stellen) wird nach den Angaben des Herstellers aus den Messwerten des Durchflussmessers in  $\text{m}^3/\text{min}$  ermittelt. Der Kalibrierkoeffizient ist anhand der Kalibrierdaten für jede Drosselstelle wie folgt zu berechnen:

$$K_v = \frac{Q_s \times \sqrt{T}}{p_A}$$

Dabei bedeutet:

$Q_s$  = Luftdurchflussmenge unter Standardbedingungen (101,3 kPa, 273 K) ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$T$  = Temperatur am Eintritt des Venturirohrs (K)

$p_A$  = absoluter Druck am Eintritt des Venturirohrs (kPa)

Zur Bestimmung des Bereichs der kritischen Strömung ist eine Kurve  $K_v$  in Abhängigkeit vom Druck am Eintritt des Venturirohrs aufzunehmen. Bei kritischer (gedrosselter) Strömung ist  $K_v$  relativ konstant. Fällt der Druck (d. h. bei wachsendem Unterdruck) so wird das Venturirohr frei und  $K_v$  nimmt ab; dies ist ein Anzeichen dafür, dass der Betrieb des CFV außerhalb des zulässigen Bereichs erfolgt.

Bei mindestens acht Drosselstellen im kritischen Bereich sind der Mittelwert von  $K_v$  und die Standardabweichung zu berechnen. Die Standardabweichung darf höchstens  $\pm 0,3$  % des mittleren  $K_v$  betragen.

**3.4. Kalibrierung der kritisch betriebenen Venturidüse (SSV)**

Bei der Kalibrierung der SSV bezieht man sich auf die Durchflussgleichung für eine kritisch betriebene Venturidüse. Wie unten dargestellt, ist die Gasdurchflussmenge eine Funktion des Eintrittsdrucks und der Temperatur, des Druckabfalls zwischen SSV-Eintritt und -verengung.

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d P_A \sqrt{\frac{1}{T} \left( r^{1,4286} - r^{1,7143} \right) \left( \frac{1}{1 - \beta^4 r^{1,4286}} \right)}$$

▼ C1

Dabei bedeutet:

$A_0$  = Sammlung von Konstanten und Einheitenumwandlungen

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

$d$  = Durchmesser der SSV-Verengung (m)

$C_d$  = Durchflusskoeffizient der SSV

$P_A$  = absoluter Druck am Eintritt der Venturidüse (kPa)

$T$  = Temperatur am Eintritt der Venturidüse (K)

$r$  = Verhältnis der SSV-Verengung zum Eintritt absolut, statischer Druck =  $1 - \frac{\Delta P}{P_A}$

$\beta$  = Verhältnis des Durchmessers der SSV-Verengung zum inneren Durchmesser des Eintrittsrohrs =  $\frac{d}{D}$

3.4.1. *Datenanalyse*

Die Luftdurchflussmenge (QSSV) an jeder Durchflussstelle (mindestens 16 Stellen) wird nach den Angaben des Herstellers aus den Messwerten des Durchflussmessers in m<sup>3</sup>/min ermittelt. Der Durchflusskoeffizient ist anhand der Kalibrierdaten für jede Stelle wie folgt zu berechnen:

$$C_d = \frac{Q_{SSV}}{A_0 d^2 P_A \sqrt{\left[ \frac{1}{T} \left( r^{1,4286} - r^{1,7143} \right) \left( \frac{1}{1 - \beta^4 r^{1,4286}} \right) \right]}}$$

Dabei bedeutet:

$Q_{SSV}$  = Luftdurchflussmenge unter Standardbedingungen (101,3 kPa, 273 K) (m<sup>3</sup>/s)

$T$  = Temperatur am Eintritt des Venturirohrs (K)

$d$  = Durchmesser der SSV-Verengung (m)

$r$  = Verhältnis der SSV-Verengung zum Eintritt absolut, statischer Druck =  $1 - \frac{\Delta P}{P_A}$

$\beta$  = Verhältnis des Durchmessers der SSV-Verengung,  $d$ , zum inneren Durchmesser des Eintrittsrohrs =  $\frac{d}{D}$

Zur Bestimmung des Bereichs der kritisch betriebenen Strömung ist eine Kurve  $C_d$  in Abhängigkeit von der Reynolds-Zahl an der SSV-Verengung aufzunehmen. Die  $Re$  an der SSV-Verengung berechnet sich nach folgender Formel:

$$Re = A_1 \frac{Q_{SSV}}{d\mu}$$

▼ **C1**

Dabei bedeutet:

$A_1$  = Sammlung von Konstanten und Einheitenumwandlungen

$$= 25,55152 \left( \frac{1}{m^3} \right) \left( \frac{\text{min}}{s} \right) \left( \frac{mm}{m} \right)$$

$Q_{SSV}$  = Luftdurchflussmenge unter Standardbedingungen (101,3kPa, 273K) ( $m^3/s$ )

$d$  = Durchmesser der SSV-Verengung (m)

$\mu$  = absolute oder dynamische Viskosität des Gases, berechnet nach folgender

$$\mu = \frac{bT^{3/2}}{S + T} = \frac{bT^{1/2}}{1 + \frac{S}{T}} \text{ kg/m-s}$$

Darin bedeuten:

$$b = \text{empirische Konstante} = 1,458 \times 10^6 \frac{kg}{msK^{\frac{1}{2}}}$$

$$S = \text{empirische Konstante} = 110,4 K$$

Da  $Q_{SSV}$  ein Input der Re-Formel ist, müssen die Berechnungen mit einer ersten Schätzung für  $Q_{SSV}$  oder  $C_d$  des Kalibrierungs-Venturirohrs beginnen und solange wiederholt werden, bis  $Q_{SSV}$  konvergiert. Die Konvergenzmethode muss auf mindestens 0,1 % genau sein.

Für mindestens sechzehn Punkte im Bereich der kritisch betriebenen Strömung dürfen die für  $C_d$  anhand der resultierenden Gleichung zur Anpassung der Kalibrierkurve berechneten Werte höchstens um  $\pm 0,5$  % vom für jeden Kalibrierpunkt gemessenen Wert  $C_d$  abweichen.

### 3.5. Überprüfung des gesamten Systems

Die Gesamtgenauigkeit des CVS-Entnahmesystems und des Analyzesystems wird ermittelt, indem eine bekannte Menge luftverunreinigenden Gases in das System eingeführt wird, wenn dieses normal in Betrieb ist. Der Schadstoff wird analysiert und die Masse gemäß Anhang III Anlage 3 Abschnitt 2.4.1 berechnet, allerdings ist anstelle von 0,000479 für HC bei Propan ein Faktor von 0,000472 zu verwenden. Eines der beiden folgenden Verfahren ist zu verwenden.

#### 3.5.1. Messung mit einer Messblende für kritische Strömung

Durch eine kalibrierte Messblende wird eine bekannte Menge reinen Gases (Propan) in das CVS-System eingeführt. Ist der Eintrittsdruck groß genug, so ist die von der Messblende eingestellte Durchflussmenge unabhängig vom Austrittsdruck der Messblende (Bedingung für kritische Strömung). Das CVS-System ist wie bei einer normalen Prüfung der Abgasemission 5 bis 10 Minuten zu betreiben. Eine Gasprobe wird mit dem normalerweise verwendeten Gerät analysiert (Beutel oder Integrationsmethode) und die Masse des Gases berechnet. Die auf diese Weise bestimmte Masse muss  $\pm 3$  % der bekannten Masse des eingespritzten Gases betragen.

**▼ C1**3.5.2. *Messung mit einem gravimetrischen Verfahren*

Das Gewicht eines kleinen, mit Propan gefüllten Zylinders ist auf  $\pm 0,01\text{g}$  genau zu bestimmen. Danach wird das CVS-System 5 bis 10 Minuten lang wie für eine normale Prüfung zur Bestimmung der Abgasemissionen betrieben, wobei Kohlenmonoxid oder Propan in das System eingeführt 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 bestimmte Masse muss  $\pm 3\%$  der bekannten Masse des eingespritzten Gases betragen.

**▼B***Anlage 3***▼M3****▼CI****AUSWERTUNG DER MESSWERTE UND BERECHNUNGEN****▼B****1. ►M3 ►CI AUSWERTUNG DER MESSWERTE UND BERECHNUNGEN — NRSC-PRÜFUNG ◀ ◀****1.1. Auswertung der Meßwerte bei gasförmigen Emissionen**

Zur Bewertung der Emissionen gasförmiger Schadstoffe ist der Durchschnittswert aus den Aufzeichnungen der letzten 60 Sekunden jeder Prüfphase zu bilden, und die durchschnittlichen Konzentrationen (conc) von HC, CO, NO<sub>x</sub> und — bei Verwendung der Kohlenstoffbilanzmethode — von CO<sub>2</sub> während jeder Prüfphase sind aus den Durchschnittswerten der Aufzeichnungen und den entsprechenden Kalibrierdaten zu bestimmen. Es kann eine andere Art der Aufzeichnung angewandt werden, wenn diese eine gleichwertige Datenerfassung gewährleistet.

Die durchschnittlichen Hintergrundkonzentrationen (conc<sub>d</sub>) können anhand der Beutelablesewerte der Verdünnungsluft oder anhand der fortlaufenden (ohne Beutel vorgenommenen) Hintergrundmessung und der entsprechenden Kalibrierdaten bestimmt werden.

**▼M3****▼CI****1.2. Partikelemissionen**

Zur Partikelbewertung sind die Gesamtmassen (MSAM, i) der durch die Filter geleiteten Probe für jede Prüfphase aufzuzeichnen. Die Filter sind wieder in die Wägekammer zu bringen und wenigstens eine, jedoch nicht mehr als 80 Stunden lang zu konditionieren und dann zu wägen. Das Bruttogewicht der Filter ist aufzuzeichnen und das Nettogewicht (Anhang III, Abschnitt 3.1) abzuziehen. Die Partikelmasse (M<sub>f</sub> bei Einfachfiltermethode, M<sub>f, i</sub> bei Mehrfachfiltermethode) ist die Summe der auf den Haupt- und Nachfiltern gesammelten Partikelmassen. Bei Anwendung einer Hintergrundkorrektur ist die Masse (MDIL) der durch die Filter geleiteten Verdünnungsluft und die Partikelmasse (M<sub>d</sub>) aufzuzeichnen. Wurde mehr als eine Messung vorgenommen, so ist der Quotient M<sub>d</sub>/MDIL für jede einzelne Messung zu berechnen und der Durchschnitt der Werte zu bestimmen.

**▼B****1.3. Berechnung der gasförmigen Emissionen**

Die in das Prüfprotokoll aufzunehmenden Prüfergebnisse werden in folgenden Schritten ermittelt:

**▼M3****▼CI****1.3.1. Bestimmung des Abgasdurchsatzes**

Die Werte des Abgasdurchsatzes (G<sub>EXHW</sub>) sind für jede Prüfphase nach Anhang III Anlage 1 Abschnitte 1.2.1. bis 1.2.3. zu bestimmen.

Bei Verwendung eines Vollstrom-Verdünnungssystems ist der Gesamtdurchsatz des verdünnten Abgases (G<sub>TOTW</sub>) für jede Prüfphase nach Anhang III Anlage 1 Abschnitt 1.2.4. zu bestimmen.

**1.3.2. Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugszustand**

Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugszustand (G<sub>EXHW</sub>) ist für jede Prüfphase gemäß Anhang III Anlage 1 Abschnitte 1.2.1. bis 1.2.3. festzulegen.

Wird G<sub>EXHW</sub> verwendet, so ist die gemessene Konzentration nach folgender Formel in einen Wert für den feuchten Bezugszustand umzurechnen, falls die Messung nicht schon für den feuchten Bezugszustand vorgenommen worden ist:

$$\text{conc (feucht)} = k_w \times \text{conc (trocken)}$$

▼ **C1**

Für das Rohabgas gilt:

$$K_{w,r,1} = \left( \frac{1}{1 + 1,88 \times 0,005 \times (\%CO[dry] + \%CO_2 [dry]) + K_{w2}} \right)$$

Für das verdünnte Gas gilt:

$$K_{w,e,1} = \left( 1 - \frac{1,88 \times CO_2 \% (wet)}{200} \right) - K_{w1}$$

oder

$$K_{w,e,1} = \left( \frac{1 - K_{w1}}{1 + \frac{1,88 \times CO_2 \% (dry)}{200}} \right)$$

Für die Verdünnungsluft:

$$\begin{aligned} k_{w,d} &= 1 - k_{w1} \\ k_{w1} &= \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1\,000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]} \\ H_d &= \frac{6,22 \times R_d \times p_d}{p_B - p_d \times R_d \times 10^{-2}} \end{aligned}$$

Für die Ansaugluft (wenn anders als die Verdünnungsluft) gilt:

$$\begin{aligned} k_{w,a} &= 1 - k_{w2} \\ k_{w2} &= \frac{1,608 \times H_a}{1\,000 + (1,608 \times H_a)} \\ H_a &= \frac{6,22 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}} \end{aligned}$$

Dabei bedeuten:

H<sub>a</sub>: absolute Feuchtigkeit der Ansaugluft (g Wasser je kg trockener Luft)

H<sub>d</sub>: absolute Feuchtigkeit der Verdünnungsluft (g Wasser je kg trockener Luft)

R<sub>d</sub>: relative Feuchtigkeit der Verdünnungsluft(%)

R<sub>a</sub>: relative Feuchtigkeit der Ansaugluft(%)

p<sub>d</sub>: Sättigungsdampfdruck der Verdünnungsluft (kPa)

p<sub>a</sub>: Sättigungsdampfdruck der Ansaugluft (kPa)

p<sub>B</sub>: barometrischer Gesamtdruck (kPa)

*Anmerkung:* H<sub>a</sub> und H<sub>d</sub> können von der vorstehend beschriebenen Messung der relativen Feuchtigkeit oder von der Messung am Taupunkt, der Messung des Dampfdrucks oder der Trocken/Feuchtmessung unter Verwendung der allgemein anerkannten Formeln abgeleitet werden.

▼ C11.3.3. *Feuchtigkeitskorrektur bei NO<sub>x</sub>*

Da die NO<sub>x</sub>-Emission von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängig ist, ist die NO<sub>x</sub>-Konzentration unter Berücksichtigung von Temperatur und Feuchtigkeit der Umgebungsluft mithilfe des in der folgenden Formel angegebenen Faktors KH zu korrigieren:

$$k_H = \frac{1}{1 - 0,0182 \times (H_a - 10,71) + 0,0045 \times (T_a - 298)}$$

Dabei bedeuten:

T<sub>a</sub>: Lufttemperatur in (K)

H<sub>a</sub>: Feuchtigkeit der Ansaugluft (g Wasser je kg trockener Luft)

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

Dabei bedeuten:

R<sub>a</sub>: relative Feuchtigkeit der Ansaugluft(%)

p<sub>a</sub>: Sättigungsdampfdruck der Ansaugluft(kPa)

p<sub>B</sub>: barometrischer Gesamtdruck (kPa)

*Anmerkung:* H<sub>a</sub> kann von der vorstehend beschriebenen Messung der relativen Feuchtigkeit oder von der Messung am Taupunkt, der Messung des Dampfdrucks oder der Trocken/Feuchtmessung unter Verwendung der allgemein anerkannten Formeln abgeleitet werden.

1.3.4. *Berechnung der Emissionsmassendurchsätze*

Die Massendurchsätze der Emissionen für jede Prüfphase sind wie folgt zu berechnen:

a) Für das Rohabgas (<sup>1</sup>):

$$\text{Gas}_{\text{mass}} = u \times \text{conc} \times G_{\text{EXHW}}$$

b) Für das verdünnte Abgas (<sup>1</sup>):

$$\text{Gas}_{\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

Dabei bedeuten:

conc<sub>c</sub> = die hintergrundkorrigierte Konzentration

$$\text{conc}_c = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1 - (1 / DF))$$

$$DF = 13,4 / (\text{conc}_{\text{CO}_2} + (\text{conc}_{\text{CO}} + \text{conc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4})$$

(<sup>1</sup>) Im Fall von NO<sub>x</sub> ist die NO<sub>x</sub>-Konzentration (NO<sub>x</sub>conc oder NO<sub>x</sub>conc<sub>c</sub>) mit K<sub>HNOx</sub> (Feuchtigkeits-Korrekturfaktor für NO<sub>x</sub>), angegeben in Abschnitt 1.3.3 wie folgt zu multiplizieren: K<sub>HNOx</sub> × conc oder K<sub>HNOx</sub> × conc<sub>c</sub>.

▼ **C1**

oder

$$DF=13,4/\text{concCO}_2$$

Der Koeffizient u - feucht ist entsprechend der Tabelle 4 zu verwenden:

*Tabelle 4.*

*Werte des Koeffizienten u - feucht für verschiedene Abgasbestandteile*

Gas	u	conc
NO <sub>x</sub>	0,001587	ppm
CO	0,000966	ppm
HC	0,000479	ppm
CO <sub>2</sub>	15,19	Prozent

Die Dichte von HC basiert auf einem durchschnittlichen Kohlenstoff-Wasserstoff-Verhältnis von 1:1,85.

#### 1.3.5. *Berechnung der spezifischen Emissionen*

Die spezifische Emission (g/kWh) ist für alle einzelnen Bestandteile folgendermaßen zu berechnen:

$$\text{Einzelnes Gas} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Gas}_{\text{mass}_i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

Hierbei ist  $P_i = P_{m, i} + P_{AE, i}$ .

Die in der obigen Berechnung verwendeten Wichtungsfaktoren und die Anzahl der Prüfphasen (n) entsprechen Anhang III Abschnitt 3.7.1.

#### 1.4. **Berechnung der Partikelemission**

Die Partikelemission ist folgendermaßen zu berechnen:

##### 1.4.1. *Feuchtigkeits-Korrekturfaktor für Partikel*

Da die Partikelemission der Dieselmotoren von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängig ist, muss der Massendurchsatz der Partikel unter Berücksichtigung der Feuchtigkeit der Umgebungsluft mithilfe des in der folgenden Formel angegebenen Faktors  $K_p$  korrigiert werden:

$$K_p = 1 / (1 + 0,0133 \times (H_a - 10,71))$$

Dabei bedeutet:

$H_a$ : Feuchtigkeit der Ansaugluft (g Wasser je kg trockener Luft)

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

▼ C1

Dabei bedeuten:

- $R_a$ : relative Feuchtigkeit der Ansaugluft (%)  
 $p_a$ : Sättigungsdampfdruck der Ansaugluft (kPa)  
 $p_B$ : barometrischer Gesamtdruck (kPa)

*Anmerkung:*  $H_a$  kann von der vorstehend beschriebenen Messung der relativen Feuchtigkeit oder von der Messung am Taupunkt, der Messung des Dampfdrucks oder der Trocken-/Feuchtmessung unter Verwendung der allgemein anerkannten Formeln abgeleitet werden.

1.4.2. *Teilstrom-Verdünnungssystem*

Die in das Prüfprotokoll aufzunehmenden Ergebnisse der Prüfung der Partikelemissionen werden in folgenden Schritten ermittelt. Da verschiedene Arten der Kontrolle des Verdünnungsverhältnisses angewandt werden dürfen, gelten verschiedene Methoden zur Berechnung des äquivalenten Massendurchsatzes des verdünnten Abgases  $G_{EDF}$ . Alle Berechnungen müssen auf den Durchschnittswerten der einzelnen Prüfphasen (i) während der Probenahmedauer beruhen.

1.4.2.1. *Isokinetische Systeme*

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{DILW,i} + (G_{EXHW,i} \times r)}{(G_{EXHW,i} \times r)}$$

wobei  $r$  dem Verhältnis der Querschnittsflächen der isokinetischen Sonde  $A_p$  und des Auspuffrohrs  $A_T$  entspricht:

$$r = \frac{A_p}{A_T}$$

1.4.2.2. *Systeme mit Messung von CO<sub>2</sub>- oder NO<sub>x</sub>-Konzentration*

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{Conc_{E,i} - Conc_{A,i}}{Conc_{D,i} - Conc_{A,i}}$$

Darin bedeuten:

$Conc_E$  = Konzentration des feuchten Tracergases im unverdünnten Abgas

$Conc_D$  = Konzentration des feuchten Tracergases im verdünnten Abgas

$Conc_A$  = Konzentration des feuchten Tracergases in der Verdünnungsluft

Die auf trockener Basis gemessenen Konzentrationen sind gemäß Abschnitt 1.3.2 in Feuchtwerte umzuwandeln.

1.4.2.3. *Systeme mit CO<sub>2</sub>-Messung und Kohlenstoffbilanzmethode*

$$G_{EDFW,i} = \frac{206,6 \times G_{FUEL,i}}{CO_{2D,i} - CO_{2A,i}}$$

Dabei bedeuten:

$CO_{2D}$  = CO<sub>2</sub>-Konzentration des verdünnten Abgases

$CO_{2A}$  = CO<sub>2</sub>-Konzentration der Verdünnungsluft

▼ C1

(Konzentrationen in Volumenprozent, feucht)

Diese Gleichung beruht auf der Annahme der Kohlenstoffbilanz (die dem Motor zugeführten Kohlenstoffatome werden als CO<sub>2</sub> freigesetzt) und wird in nachstehenden Schritten ermittelt:

$$G_{EDFW, i} = G_{EXHW, i} \times q_i$$

und

$$q_i = \frac{206,6 \times G_{FUEL, i}}{G_{EXHW, i} \times (CO_{2D, i} - CO_{2A, i})}$$

#### 1.4.2.4. Systeme mit Durchsatzmessung

$$G_{EDFW, i} = G_{EXHW, i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{TOTW, i}}{(G_{TOTW, i} - G_{DILW, i})}$$

#### 1.4.3. Vollstrom-Verdünnungssystem

Die in das Prüfprotokoll aufzunehmenden Ergebnisse der Prüfung der Partikelemissionen werden in folgenden Schritten ermittelt.

Alle Berechnungen müssen auf den Mittelwerten der einzelnen Prüfphasen (i) während der Probenahmedauer beruhen.

$$G_{EDFW, i} = G_{TOTW, i}$$

#### 1.4.4. Berechnung des Partikelmassendurchsatzes

Der Partikelmassendurchsatz ist wie folgt zu berechnen:

Bei der Einfachfiltermethode:

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{(G_{EDFW})_{aver}}{1\,000}$$

Dabei bedeuten:

$(G_{EDFW})_{aver}$  ist über den Prüfzyklus durch Addition der in den einzelnen Prüfphasen während der Probenahmedauer ermittelten Durchschnittswerte zu bestimmen:

$$(G_{EDFW})_{aver} = \sum_{i=1}^n G_{EDFW, i} \times WF_i$$

$$M_{SAM} = \sum_{i=1}^n M_{SAM, i}$$

wobei  $i = 1, \dots, n$

Bei der Mehrfachfiltermethode:

$$PT_{mass} = \frac{M_{f, i}}{M_{SAM, i}} \times \frac{(G_{EDFW, i})_{aver}}{1\,000}$$

wobei  $i = 1, \dots, n$

▼ C1

Die Hintergrundkorrektur des Partikelmassendurchsatzes kann wie folgt vorgenommen werden:

Bei der Einfachfiltermethode:

$$PT_{mass} = \left[ \frac{M_f}{M_{SAM}} - \left( \frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left( \sum_{i=1}^{i=n} \left( 1 - \frac{1}{DF_i} \right) \times WF_i \right) \right) \right] \times \frac{(G_{EDFW})_{aver}}{1\,000}$$

Wird mehr als eine Messung durchgeführt, so ist  $(M_d/M_{DIL})$  durch  $(M_d/M_{DIL})_{aver}$  zu ersetzen.

$$DF = 13,4 / (\text{concCO}_2 + (\text{concCO} + \text{concHC}) \times 10^{-4})$$

oder

$$DF = 13,4 / \text{concCO}_2$$

Bei der Mehrfachfiltermethode:

$$PT_{mass,i} = \left[ \frac{M_{f,i}}{M_{SAM,i}} - \left( \frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left( 1 - \frac{1}{DF_i} \right) \right) \right] \times \left[ \frac{G_{EDFW,i}}{1\,000} \right]$$

Wird mehr als eine Messung durchgeführt, so ist  $(M_d/M_{DIL})$  durch  $(M_d/M_{DIL})_{aver}$  zu ersetzen.

$$DF = 13,4 / (\text{concCO}_2 + (\text{concCO} + \text{concHC}) \times 10^{-4})$$

oder

$$DF = 13,4 / \text{concCO}_2$$

#### 1.4.5. Berechnung der spezifischen Emissionen

Die spezifischen Partikelemissionen PT (g/kWh) sind folgendermaßen zu berechnen <sup>(1)</sup>:

Bei der Einfachfiltermethode:

$$PT = \frac{PT_{mass}}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

Bei der Mehrfachfiltermethode:

$$PT = \frac{\sum_{i=1}^n PT_{mass,i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

<sup>(1)</sup> Der Partikelmassendurchsatz  $PT_{mass}$  ist mit  $K_p$  (Feuchtigkeits-Korrekturfaktor für Partikel nach Abschnitt 1.4.1) zu multiplizieren.

▼ **C1**1.4.6. *Effektiver Wichtungsfaktor*

Bei der Einfachfiltermethode ist der effektive Wichtungsfaktor  $WF_{E,i}$  für jede Prüfphase folgendermaßen zu berechnen:

$$WF_{E,i} = \frac{M_{SAM,i} \times (G_{EDFW})_{aver}}{M_{SAM} \times (G_{EDFW,i})}$$

wobei  $i = 1, \dots, n$

Der Wert der effektiven Wichtungsfaktoren darf von den Werten der in Anhang III Abschnitt 3.7.1 aufgeführten Wichtungsfaktoren um höchstens  $\pm 0,005$  (absoluter Wert) abweichen.

## 2. AUSWERTUNG DER MESSWERTE UND BERECHNUNGEN (NRTC-PRÜFUNG)

In diesem Abschnitt werden die beiden Messgrundsätze beschrieben, die bei der Bestimmung der Schadstoffemissionen über den NRTC-Prüfzyklus hinweg angewandt werden können:

- die gasförmigen Bestandteile im Rohabgas werden in Echtzeit gemessen und die Partikel mithilfe eines Teilstrom-Verdünnungssystems bestimmt
- die gasförmigen Bestandteile und die Partikel werden mithilfe eines Vollstrom-Verdünnungssystems (CVS-System) bestimmt.

2.1. **Berechnung der gasförmigen Emissionen in den Rohabgasen und der Partikelemissionen mit einem Teilstrom-Verdünnungssystem**2.1.1. *Einleitung*

Die momentanen Konzentrationssignale der gasförmigen Bestandteile werden zur Berechnung der Massemissionen durch Multiplikation mit dem momentanen Abgasmassendurchsatz verwendet. Der Abgasmassendurchsatz kann direkt gemessen oder anhand der in Anhang III Anlage 1 Abschnitt 2.2.3 beschriebenen Methoden berechnet werden (Messung des Ansaugluft- und des Kraftstoffstroms, Tracermethode, Messung der Ansaugluft und des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses). Besondere Aufmerksamkeit ist den Ansprechzeiten der einzelnen Instrumente zu widmen. Diese Differenzen sind durch zeitliche Angleichung der Signale zu berücksichtigen.

Bei Partikeln werden die Abgasmassendurchsatzsignale zur Regelung des Teilstrom-Verdünnungssystems verwendet, um eine zum Abgasmassendurchsatz proportionale Probe zu nehmen. Die Qualität der Proportionalität wird geprüft durch eine Regressionsanalyse zwischen Probe- und Abgasstrom, wie in Anhang III Anlage 1 Abschnitt 2.4 beschrieben.

2.1.2. *Bestimmung der gasförmigen Bestandteile*

## 2.1.2.1. Berechnung der emittierten Masse

Die Schadstoffmasse  $M_{\text{gas}}$  (g/Prüfung) ist zu bestimmen durch Berechnung der momentanen Massemissionen aus den Rohschadstoffkonzentrationen, den u-Werten aus Tabelle 4 (siehe auch Abschnitt 1.3.4) und dem Abgasmassendurchsatz, angeglichen für die Umwandlungszeit und Integrieren der momentanen Werte über den gesamten Zyklus. Die Konzentrationen sind vorzugsweise im feuchten Bezugszustand zu messen. Wenn die Messung auf trockener Basis erfolgt, ist die nachstehend erläuterte Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugszustand auf die momentanen Konzentrationswerte anzuwenden, bevor weitere Berechnungen vorgenommen werden.

## ▼ C1

Tabelle 4. Werte des Koeffizienten  $u$  — feucht für verschiedene Abgasbestandteile

Gas	$u$	conc
NO <sub>x</sub>	0,001587	ppm
CO	0,000966	ppm
HC	0,000479	ppm
CO <sub>2</sub>	15,19	Prozent

Die Dichte von HC basiert auf einem durchschnittlichen Kohlenstoff-Wasserstoff-Verhältnis von 1:1,85.

Hierzu dient die folgende Formel:

$$M_{gas} = \sum_{i=1}^{i=n} u \times conc_i \times G_{EXHW,i} \times \frac{1}{f} \text{ (in g/Prüfung)}$$

In dieser Formel bedeutet:

$u$  = Verhältnis zwischen der Dichte des Abgasbestandteils und der Abgasdichte

$conc_i$  = momentane Konzentration des jeweiligen Bestandteils im Rohabgas (ppm)

$G_{EXHW,i}$  = momentaner Abgasmassendurchsatz (kg/s)

$f$  = Datenauswahlsatz (Hz)

$n$  = Anzahl der Messungen

Zur Berechnung von NO<sub>x</sub> ist der Feuchtigkeits-Korrekturfaktor  $k_H$  wie nachstehend beschrieben zu verwenden.

Die momentan gemessene Konzentration ist in einen Wert für den feuchten Bezugszustand umzurechnen, falls die Messung nicht schon für den feuchten Bezugszustand vorgenommen worden ist:

#### 2.1.2.2. Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugszustand

Wenn die momentane Konzentration im trockenen Bezugszustand gemessen wird, ist sie anhand folgender Formel in den feuchten Bezugszustand umzurechnen:

$$conc_{feu.} = k_W \times conc_{tro.}$$

In dieser Formel bedeutet:

$$K_{W,r,1} = \left( \frac{1}{1 + 1,88 \times 0,005 \times (conc_{CO} + conc_{CO_2}) + K_{W2}} \right)$$

Dabei ist:

$$k_{W2} = \frac{1,608 \times H_a}{1\,000 + (1,608 \times H_a)}$$

**▼ C1**

In dieser Formel bedeutet:

$\text{conc}_{\text{CO}_2}$  = CO<sub>2</sub>-Konzentration im trockenen Bezugszustand(%)

$\text{conc}_{\text{CO}}$  = CO-Konzentration im trockenen Bezugszustand(%)

$H_a$  = Feuchtigkeit der Ansaugluft (g Wasser je kg trockener Luft)

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

$R_a$ : relative Feuchtigkeit der Ansaugluft (%)

$p_a$ : Sättigungsdampfdruck der Ansaugluft (kPa)

$p_B$ : barometrischer Gesamtdruck (kPa)

*Anmerkung:*  $H_a$  kann von der vorstehend beschriebenen Messung der relativen Feuchtigkeit oder von der Messung am Taupunkt, der Messung des Dampfdrucks oder der Trocken-/Feuchtmessung unter Verwendung der allgemein anerkannten Formeln abgeleitet werden.

#### 2.1.2.3. Korrektur der NO<sub>x</sub>-Konzentration unter Berücksichtigung von Temperatur und Feuchtigkeit

Da die NO<sub>x</sub>-Emission von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängig ist, ist die NO<sub>x</sub>-Konzentration unter Berücksichtigung von Feuchtigkeit und Temperatur der Umgebungsluft mithilfe der in der folgenden Formel angegebenen Faktoren zu korrigieren:

$$k_H = \frac{1}{1 - 0,0182 \times (H_a - 10,71) + 0,0045 \times (T_a - 298)}$$

Dabei ist:

$T_a$  = Temperatur der Ansaugluft(K)

$H_a$  = Feuchtigkeit der Ansaugluft (g Wasser je kg trockener Luft)

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

Dabei ist:

$R_a$ : relative Feuchtigkeit der Ansaugluft(%)

$p_a$ : Sättigungsdampfdruck der Ansaugluft (kPa)

$p_B$ : barometrischer Gesamtdruck (kPa)

*Anmerkung:*  $H_a$  kann von der vorstehend beschriebenen Messung der relativen Feuchtigkeit oder von der Messung am Taupunkt, der Messung des Dampfdrucks oder der Trocken-/Feuchtmessung unter Verwendung der allgemein anerkannten Formeln abgeleitet werden.

**▼ M6**

#### 2.1.2.4. Berechnung der spezifischen Emissionen

Die spezifischen Emissionen (g/kWh) sind für jeden einzelnen Bestandteil folgendermaßen zu berechnen:

$$\text{Einzelnes Gas} = \frac{(1/10)M_{\text{gas,cold}} + (9/10)M_{\text{gas,hot}}}{(1/10)W_{\text{act,cold}} + (9/10)W_{\text{act,hot}}}$$

**▼ M6**

Dabei bedeutet:

$M_{\text{gas,cold}}$  = Gesamtmasse gasförmiger Schadstoffe über den Kaltstart-Zyklus (g)

$M_{\text{gas,hot}}$  = Gesamtmasse gasförmiger Schadstoffe über den Warmstart-Zyklus (g)

$W_{\text{act,cold}}$  = tatsächliche Arbeit über den Kaltstart-Zyklus gemäß Anhang III Abschnitt 4.6.2 (kWh)

$W_{\text{act,hot}}$  = tatsächliche Arbeit über den Warmstart-Zyklus gemäß Anhang III Abschnitt 4.6.2 (kWh).

**▼ C1**2.1.3. *Partikelbestimmung***▼ M6**

## 2.1.3.1. Berechnung der emittierten Masse

Die Partikelmassen  $M_{\text{PT,cold}}$  und  $M_{\text{PT,hot}}$  (g/Prüfung) sind mit einer der folgenden Methoden zu berechnen:

$$\text{a) } M_{\text{PT}} = \frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} \times \frac{M_{\text{EDFW}}}{1000}$$

Dabei bedeutet:

$M_{\text{PT}}$  =  $M_{\text{PT,cold}}$  für den Kaltstart-Zyklus

$M_{\text{PT}}$  =  $M_{\text{PT,hot}}$  für den Warmstart-Zyklus

$M_f$  = über den Zyklus abgeschiedene Partikelprobenahmemasse (mg)

$M_{\text{EDFW}}$  = Masse des äquivalenten verdünnten Abgases über den Zyklus (kg)

$M_{\text{SAM}}$  = Masse des durch Partikelfilter geleiteten verdünnten Abgases (kg)

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

$$M_{\text{EDFW}} = \sum_{i=1}^{i=n} G_{\text{EDFW},i} \times \frac{1}{f}$$

$$G_{\text{EDFW},i} = G_{\text{EXHW},i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{\text{TOTW},i}}{(G_{\text{TOTW},i} - G_{\text{DILW},i})}$$

Dabei bedeutet:

$G_{\text{EDFW},i}$  = momentaner äquivalenter Massendurchsatz des verdünnten Abgases (kg/s)

$G_{\text{EXHW},i}$  = momentaner Abgasmassendurchsatz (kg/s)

$q_i$  = momentanes Verdünnungsverhältnis

$G_{\text{TOTW},i}$  = momentaner Massendurchsatz des verdünnten Abgases durch Verdünnungstunnel (kg/s)

$G_{\text{DILW},i}$  = momentaner Massendurchsatz der Verdünnungsluft (kg/s)

$f$  = Datenerfassungsrate (Hz)

$n$  = Anzahl der Messungen

**▼ M6**

$$b) M_{PT} = \frac{M_f}{r_s \times 1000}$$

Dabei ist:

$M_{PT}$  =  $M_{PT,cold}$  für den Kaltstart-Zyklus

$M_{PT}$  =  $M_{PT,hot}$  für den Warmstart-Zyklus

$M_f$  = über den Zyklus abgeschiedene Partikelprobenmemasse (mg)

$r_s$  = mittlerer Probenahmequotient über den Zyklus

Dabei ist:

$$r_s = \frac{M_{SE}}{M_{EXHW}} \times \frac{M_{SAM}}{M_{TOTW}}$$

$M_{SE}$  = Abgasmassenproben über den gesamten Zyklus (kg)

$M_{EXHW}$  = Gesamtabgasmassendurchsatz über den gesamten Zyklus (kg)

$M_{SAM}$  = Masse des durch Partikelfilter geleiteten verdünnten Abgases (kg)

$M_{TOTW}$  = Masse des durch den Verdünnungstunnel geleiteten verdünnten Abgases (kg)

*ANMERKUNG:* Bei einem Gesamtprobenahmesystem sind  $M_{SAM}$  und  $M_{TOTW}$  identisch.

**▼ C1**

## 2.1.3.2. Feuchtigkeitskorrekturfaktor für Partikel

Da die Partikelemission der Dieselmotoren von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängig ist, muss die Partikelkonzentration unter Berücksichtigung der Feuchtigkeit der Umgebungsluft mithilfe des in der folgenden Formel angegebenen Faktors  $k_p$  korrigiert werden:

$$k_p = \frac{1}{[1 + 0,0133 \times (H_a - 10,71)]}$$

In dieser Formel bedeutet:

$H_a$  = Feuchtigkeit der Ansaugluft (g Wasser je kg trockener Luft)

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

$R_a$ : relative Feuchtigkeit der Ansaugluft(%)

$p_a$ : Sättigungsdampfdruck der Ansaugluft (kPa)

$p_B$ : barometrischer Gesamtdruck (kPa)

*Anmerkung:*  $H_a$  kann von der vorstehend beschriebenen Messung der relativen Feuchtigkeit oder von der Messung am Taupunkt, der Messung des Dampfdrucks oder der Trocken-/Feuchtmessung unter Verwendung der allgemein anerkannten Formeln abgeleitet werden.

**▼ M6**

## 2.1.3.3. Berechnung der spezifischen Emissionen

Die spezifischen Emissionen (g/kWh) sind folgendermaßen zu berechnen:

$$PT = \frac{(1/10)K_{p,cold} \times M_{PT,cold} + (9/10)K_{p,hot} \times M_{PT,hot}}{(1/10)W_{act,cold} + (9/10)W_{act,hot}}$$

Dabei ist:

- $M_{PT,cold}$  = Partikelmasse über den Kaltstart-Zyklus (g/Prüfung)
- $M_{PT,hot}$  = Partikelmasse über den Warmstart-Zyklus (g/Prüfung)
- $K_{p,cold}$  = Feuchtigkeits-Korrekturfaktor für Partikel über den Kaltstart-Zyklus
- $K_{p,hot}$  = Feuchtigkeits-Korrekturfaktor für Partikel über den Warmstart-Zyklus
- $W_{act,cold}$  = tatsächliche Arbeit über den Kaltstart-Zyklus gemäß Anhang III Abschnitt 4.6.2 (kWh)
- $W_{act,hot}$  = tatsächliche Arbeit über den Warmstart-Zyklus gemäß Anhang III Abschnitt 4.6.2 (kWh)

**▼ C1**

## 2.2. Bestimmung von gasförmigen und Partikelbestandteilen mit einem Vollstrom-Verdünnungssystem

Zur Berechnung der Emissionen des verdünnten Abgases muss der Massendurchsatz des verdünnten Abgases bekannt sein. Der Durchfluss des gesamten verdünnten Abgases  $M_{TOTW}$  über den Zyklus (kg/Prüfung) berechnet sich aus den Messwerten über den Zyklus und den entsprechenden Kalibrierdaten des Durchflussmessgeräts ( $V_0$  für PDP,  $K_V$  für CFV,  $C_d$  für SSV) anhand des entsprechenden in Abschnitt 2.2.1 beschriebenen Verfahrens. Überschreitet die Probengesamtmasse der Partikel ( $M_{SAM}$ ) und gasförmigen Schadstoffen 0,5 % des gesamten CVS-Durchsatzes  $M_{TOTW}$ , so ist der CVS-Durchsatz für  $M_{SAM}$  zu korrigieren oder der Strom der Partikelprobe ist vor der Durchflussmesseinrichtung zum CVS zurückzuführen.

## 2.2.1. Bestimmung des Durchsatzes des verdünnten Abgases

## PDP-CVS-System

Der Massendurchsatz über den gesamten Zyklus berechnet sich, wenn die Temperatur des verdünnten Abgases bei Verwendung eines Wärmeaustauschers über den Zyklus hinweg höchstens  $\pm 6K$  beträgt, wie folgt:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times V_0 \times N_p \times (p_B - p_1) \times 273 / (101,3 \times T)$$

In dieser Formel bedeutet:

- $M_{TOTW}$  = Masse des verdünnten Abgases im feuchten Bezugszustand über den Zyklus
- $V_0$  = Volumen je Pumpenumdrehung unter Prüfbedingungen ( $m^3/rev$ )
- $N_p$  = Pumpengesamtumdrehungszahl je Prüfung
- $p_B$  = atmosphärischer Druck in der Prü fzelle (kPa)
- $p_1$  = Absenkung des Drucks am Pumpeneinlass unter atmosphärischen Druck (kPa)
- $T$  = mittlere Temperatur des verdünnten Abgases am Pumpeneinlass über den Zyklus (K)

## ▼ C1

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

$$M_{TOTW, i} = 1,293 \times V_0 \times N_{P, i} \times (p_B - p_1) \times 273 / (101,3 \times T)$$

In dieser Formel bedeutet:

$N_{P, i}$  = Pumpenumdrehungen insgesamt je Zeitabschnitt

CFV-CVS-System

Der Massendurchsatz über den gesamten Zyklus berechnet sich, wenn die Temperatur des verdünnten Abgases bei Verwendung eines Wärmeaustauschers über den Zyklus hinweg höchstens  $\pm 11K$  beträgt, wie folgt:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times t \times K_V \times p_A / T^{0,5}$$

In dieser Formel bedeutet:

$M_{TOTW}$  = Masse des verdünnten Abgases im feuchten Bezugszustand über den Zyklus

$t$  = Zykluszeit(s)

$K_V$  = Kalibrierungskoeffizient des Venturi-Rohrs mit kritischer Strömung unter Standardbedingungen

$p_A$  = absoluter Druck am Eintritt des Venturirohrs (kPa)

$T$  = absolute Temperatur am Eintritt des Venturirohrs (K)

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

$$M_{TOTW, i} = 1,293 \times \Delta t_i \times K_V \times p_A / T^{0,5}$$

In dieser Formel bedeutet:

$\Delta t_i$  = Zeitabschnitt(s)

SSV-CVS-System

Der Massendurchsatz über den gesamten Zyklus berechnet sich wie folgt, wenn die Temperatur des verdünnten Abgases bei Verwendung eines Wärmeaustauschers über den Zyklus hinweg höchstens  $\pm 11K$  beträgt:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times Q_{SSV}$$

dabei bedeutet:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d P_A \sqrt{\left[ \frac{1}{T} \left( r^{1,4286} - r^{1,7143} \right) \left( \frac{1}{1 - \beta^4 r^{1,4286}} \right) \right]}$$

$A_0$  = Sammlung von Konstanten und Einheitenumwandlungen

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

▼ C1

$d$  = Durchmesser der SSV-Verengung(m)

$C_d$  = Durchflusskoeffizient des SSV

$P_A$  = absoluter Druck am Eintritt des Venturirohrs (kPa)

$T$  = Temperatur am Eintritt des Venturirohrs(K)

$r$  = Verhältnis der SSV-Verengung zum Eintritt absolut, statischer Druck =  $1 - \frac{\Delta P}{P_A}$

$\beta$  = Verhältnis des Durchmessers der SSV-Verengung,  $d$ , zum inneren Durchmesser des Eintrittsrohrs =  $\frac{d}{D}$

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

$$M_{TOTW} = 1,293 \times Q_{SSV} \times \Delta t_i$$

In dieser Formel bedeutet:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d P_A \sqrt{\left[ \frac{1}{T} \left( r^{1,4286} - r^{1,7143} \right) \left( \frac{1}{1 - \beta^4 r^{1,4286}} \right) \right]}$$

$\Delta t_i$  = Zeitabschnitt(s)

Die Echtzeit-Berechnung ist entweder mit einem angemessenen Wert für  $C_d$  wie 0,98 oder mit einem angemessenen Wert für  $Q_{SSV}$  zu beginnen. Wird die Berechnung mit  $Q_{SSV}$  begonnen, so ist der Anfangswert von  $Q_{SSV}$  zur Bewertung von  $Re$  zu verwenden.

Während aller Emissionsprüfungen muss die Reynolds-Zahl an der SSV-Verengung im Bereich der Reynolds-Zahlen liegen, die zur Ableitung der in Anlage 2 Abschnitt 3.2 entwickelten Kalibrierkurve verwendet wurden.

### 2.2.2. Feuchtigkeitskorrektur bei $NO_x$

Da die  $NO_x$ -Emission von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängig ist, ist die  $NO_x$ -Konzentration unter Berücksichtigung der Feuchtigkeit der Umgebungsluft mithilfe der in den folgenden Formeln angegebenen Faktoren zu korrigieren:

$$k_H = \frac{1}{1 - 0,0182 \times (H_a - 10,71) + 0,0045 \times (T_a - 298)}$$

dabei bedeutet:

$T_a$  = Lufttemperatur(K)

$H_a$  = Feuchtigkeit der Ansaugluft (g Wasser je kg trockener Luft)

Hierbei bedeuten:

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

▼ C1

$R_a$  = relative Feuchtigkeit der Ansaugluft(%)

$p_a$  = Sättigungsdampfdruck der Ansaugluft (kPa)

$p_B$  = barometrischer Gesamtdruck (kPa)

*Anmerkung:*  $H_a$  kann von der vorstehend beschriebenen Messung der relativen Feuchtigkeit oder von der Messung am Taupunkt, der Messung des Dampfdrucks oder der Trocken-/Feuchtmessung unter Verwendung der allgemein anerkannten Formeln abgeleitet werden.

### 2.2.3. Berechnung des Emissionsmassendurchsatzes

#### 2.2.3.1. Systeme mit konstantem Massendurchsatz

Bei Systemen mit Wärmeaustauscher ist die Schadstoffmasse  $M_{GAS}$  (g/Prüfung) anhand der folgenden Gleichung zu berechnen:

$$M_{GAS} = u \times \text{conc} \times M_{TOTW}$$

In dieser Formel bedeutet:

$u$  = Verhältnis zwischen der Dichte des Abgasbestandteils und der Dichte des verdünnten Abgases, wie in Abschnitt 2.1.2.1 Tabelle 4 angegeben

$\text{conc}$  = mittlere hintergrundkorrigierte Konzentrationen über den gesamten Zyklus aus Integration (obligatorisch für  $\text{NO}_x$  und HC) oder Beutelmessung (ppm)

$M_{TOTW}$  = Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den gesamten Zyklus gemäß Abschnitt 2.2.1 (kg)

Da die  $\text{NO}_x$ -Emission von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängig ist, ist die  $\text{NO}_x$ -Konzentration unter Berücksichtigung der Feuchtigkeit der Umgebungsluft mithilfe des Faktors  $k_H$  gemäß Abschnitt 2.2.2 zu korrigieren:

Die auf trockener Basis gemessenen Konzentrationen sind gemäß Abschnitt 1.3.2 in Feuchtwerte umzuwandeln.

#### 2.2.3.1.1. Bestimmung der hintergrundorientierten Konzentrationen

Um die Nettokonzentration der Schadstoffe zu bestimmen, sind die mittleren Hintergrundkonzentrationen der gasförmigen Schadstoffe in der Verdünnungsluft von den gemessenen Konzentrationen abzuziehen. Die mittleren Werte der Hintergrundkonzentrationen können mithilfe der Beutel-Methode oder durch laufende Messungen mit Integration bestimmt werden. Die nachstehende Formel ist zu verwenden.

$$\text{conc} = \text{conc}_e - \text{conc}_d \times (1 - (1/DF))$$

dabei bedeutet:

$\text{conc}$  = Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen im verdünnten Abgas, korrigiert um die Menge des in der Verdünnungsluft enthaltenen jeweiligen Schadstoffs (ppm)

$\text{conc}_e$  = Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen im verdünnten Abgas (ppm)

$\text{conc}_d$  = Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen in der Verdünnungsluft (ppm)

DF = Verdünnungsfaktor

▼ **C1**

Der Verdünnungsfaktor berechnet sich wie folgt:

$$DF = \frac{13,4}{conc_{eCO_2} + (conc_{eHC} + conc_{eCO}) \times 10^{-4}}$$

## 2.2.3.2. Systeme mit Durchflussmengenkompensation

Bei Systemen ohne Wärmeaustauscher ist die Masse der Schadstoffe  $M_{GAS}$  (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 Konzentrationswert anzuwenden. Hierzu dienen die folgenden Formeln:

$$M_{GAS} = \sum_{i=1}^n (M_{TOTW,i} \times conc_{e,i} \times u) - (M_{TOTW} \times conc_d \times (1 - 1/DF) \times u)$$

dabei bedeutet:

- $conc_{e,i}$  = momentane Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen im verdünnten Abgas (ppm)
- $conc_d$  = Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen in der Verdünnungsluft (ppm)
- $u$  = Verhältnis zwischen der Dichte des Abgasbestandteils und der Dichte des verdünnten Abgases, wie in Abschnitt 2.1.2.1 Tabelle 4 angegeben
- $M_{TOTW,i}$  = momentane Masse des verdünnten Abgases (Abschnitt 2.2.1) (kg)
- $M_{TOTW}$  = Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den Zyklus (Abschnitt 2.2.1) (kg)
- DF = Verdünnungsfaktor, wie unter Abschnitt 2.2.3.1.1 bestimmt

Da die  $NO_x$ -Emission von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängig ist, ist die  $NO_x$ -Konzentration unter Berücksichtigung der Feuchtigkeit der Umgebungsluft mithilfe des Faktors  $k_H$  wie in Abschnitt 2.2.2 beschrieben zu korrigieren:

▼ **M6**

## 2.2.4. Berechnung der spezifischen Emissionen

Die spezifischen Emissionen (g/kWh) sind für jeden einzelnen Bestandteil folgendermaßen zu berechnen:

$$\text{Einzelnes Gas} = \frac{(1/10)M_{\text{gas,cold}} + (9/10)M_{\text{gas,hot}}}{(1/10)W_{\text{act,cold}} + (9/10)W_{\text{act,hot}}}$$

Dabei ist:

- $M_{\text{gas,cold}}$  = Gesamtmasse gasförmiger Schadstoffe über den Kaltstart-Zyklus (g)
- $M_{\text{gas,hot}}$  = Gesamtmasse gasförmiger Schadstoffe über den Warmstart-Zyklus (g)
- $W_{\text{act,cold}}$  = tatsächliche Arbeit über den Kaltstart-Zyklus gemäß Anhang III Abschnitt 4.6.2 (kWh)
- $W_{\text{act,hot}}$  = tatsächliche Arbeit über den Warmstart-Zyklus gemäß Anhang III Abschnitt 4.6.2 (kWh)

▼ **C1**2.2.5. *Berechnung der Partikelemission*▼ **M6**

## 2.2.5.1. Berechnung des Massendurchsatzes

Die Partikelmassen  $M_{PT,cold}$  und  $M_{PT,hot}$  (g/Prüfung) errechnen sich wie folgt:

$$M_{PT} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{M_{TOTW}}{1000}$$

Dabei ist:

$M_{PT}$  =  $M_{PT,cold}$  für den Kaltstart-Zyklus

$M_{PT}$  =  $M_{PT,hot}$  für den Warmstart-Zyklus

$M_f$  = über den Zyklus abgeschiedene Partikelprobenahmемasse (mg)

$M_{TOTW}$  = Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den gesamten Zyklus gemäß Abschnitt 2.2.1 (kg)

$M_{SAM}$  = Masse des aus dem Verdünnungstunnel zum Abscheiden von Partikeln entnommenen verdünnten Abgases (kg)

und

$M_f$  =  $M_{f,p} + M_{f,b}$ , sofern getrennt gewogen (mg)

$M_{f,p}$  = am Hauptfilter abgeschiedene Partikelmasse (mg)

$M_{f,b}$  = am Nachfilter abgeschiedene Partikelmasse (mg)

Bei Verwendung eines Doppelverdünnungssystems ist die Masse der Sekundärverdünnungsluft von der Gesamtmasse des zweifach verdünnten Abgases, das zur Probenahme durch die Partikelfilter geleitet wurde, abzuziehen.

$$M_{SAM} = M_{TOT} - M_{SEC}$$

Dabei bedeutet:

$M_{TOT}$  = Masse des durch Partikelfilter geleiteten doppelt verdünnten Abgases (kg)

$M_{SEC}$  = Masse der Sekundärverdünnungsluft (kg)

Wird der Partikelhintergrund der Verdünnungsluft gemäß Anhang III Abschnitt 4.4.4 bestimmt, so kann die Partikelmasse hintergrundkorrigiert werden. In diesem Fall sind die Partikelmassen  $M_{PT,cold}$  und  $M_{PT,hot}$  (g/Prüfung) wie folgt zu berechnen:

$$M_{PT} = \frac{M_f}{M_{SAM}} - \left( \frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left( 1 - \frac{1}{DF} \right) \right) \times \frac{M_{TOTW}}{1000}$$

Dabei ist:

$M_{PT}$  =  $M_{PT,cold}$  für den Kaltstart-Zyklus

$M_{PT}$  =  $M_{PT,hot}$  für den Warmstart-Zyklus

$M_f$ ,  $M_{SAM}$ ,  $M_{TOTW}$  = siehe oben

$M_{DIL}$  = Masse der Primärverdünnungsluft, Probenahme mittels Probenehmer für Hintergrundpartikel (kg)

$M_d$  = abgeschiedene Hintergrundpartikelmasse der Primärverdünnungsluft (mg)

DF = Verdünnungsfaktor gemäß Abschnitt 2.2.3.1.1

**▼ C1**

## 2.2.5.2. Feuchtigkeitskorrekturfaktor für Partikel

Da die Partikelemission der Dieselmotoren von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängig ist, muss die Partikelkonzentration unter Berücksichtigung der Feuchtigkeit der Umgebungsluft mithilfe des in der folgenden Formel angegebenen Faktors  $K_p$  korrigiert werden:

$$k_p = \frac{1}{[1 + 0,0133 \times (H_a - 10,71)]}$$

In dieser Formel bedeutet:

$H_a$  = Feuchtigkeit der Ansaugluft (g Wasser je kg trockener Luft)

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

In dieser Formel bedeutet:

$R_a$ : relative Feuchtigkeit der Ansaugluft(%)

$p_a$ : Sättigungsdampfdruck der Ansaugluft(kPa)

$p_B$ : barometrischer Gesamtdruck (kPa)

*Anmerkung:*  $H_a$  kann von der vorstehend beschriebenen Messung der relativen Feuchtigkeit oder von der Messung am Taupunkt, der Messung des Dampfdrucks oder der Trocken/Feuchtmessung unter Verwendung der allgemein anerkannten Formeln abgeleitet werden.

**▼ M6**

## 2.2.5.3. Berechnung der spezifischen Emissionen

Die spezifischen Emissionen (g/kWh) sind folgendermaßen zu berechnen:

$$PT = \frac{(1/10)K_{p,cold} \times M_{PT,cold} + (9/10)K_{p,hot} \times M_{PT,hot}}{(1/10)W_{act,cold} + (9/10)W_{act,hot}}$$

Dabei ist:

$M_{PT,cold}$  = Partikelmasse über den Kaltstart-Zyklus des NRTC (g/Prüfung)

$M_{PT,hot}$  = Partikelmasse über den Warmstart-Zyklus des NRTC (g/Prüfung)

$K_{p,cold}$  = Feuchtigkeits-Korrekturfaktor für Partikel über den Kaltstart-Zyklus

$K_{p,hot}$  = Feuchtigkeits-Korrekturfaktor für Partikel über den Warmstart-Zyklus

$W_{act,cold}$  = tatsächliche Arbeit über den Kaltstart-Zyklus gemäß Anhang III Abschnitt 4.6.2 (kWh)

$W_{act,hot}$  = tatsächliche Arbeit über den Warmstart-Zyklus gemäß Anhang III Abschnitt 4.6.2 (kWh)

▼M3  
▼C1

*Anlage 4***NRTC-ABLAUFPLAN FÜR DEN MOTORLEISTUNGSPRÜFSTAND**

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0
11	0	0
12	0	0
13	0	0
14	0	0
15	0	0
16	0	0
17	0	0
18	0	0
19	0	0
20	0	0
21	0	0
22	0	0
23	0	0
24	1	3
25	1	3
26	1	3
27	1	3
28	1	3
29	1	3
30	1	6
31	1	6
32	2	1
33	4	13
34	7	18
35	9	21
36	17	20
37	33	42
38	57	46
39	44	33

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
40	31	0
41	22	27
42	33	43
43	80	49
44	105	47
45	98	70
46	104	36
47	104	65
48	96	71
49	101	62
50	102	51
51	102	50
52	102	46
53	102	41
54	102	31
55	89	2
56	82	0
57	47	1
58	23	1
59	1	3
60	1	8
61	1	3
62	1	5
63	1	6
64	1	4
65	1	4
66	0	6
67	1	4
68	9	21
69	25	56
70	64	26
71	60	31
72	63	20
73	62	24
74	64	8
75	58	44
76	65	10
77	65	12
78	68	23
79	69	30
80	71	30
81	74	15

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
82	71	23
83	73	20
84	73	21
85	73	19
86	70	33
87	70	34
88	65	47
89	66	47
90	64	53
91	65	45
92	66	38
93	67	49
94	69	39
95	69	39
96	66	42
97	71	29
98	75	29
99	72	23
100	74	22
101	75	24
102	73	30
103	74	24
104	77	6
105	76	12
106	74	39
107	72	30
108	75	22
109	78	64
110	102	34
111	103	28
112	103	28
113	103	19
114	103	32
115	104	25
116	103	38
117	103	39
118	103	34
119	102	44
120	103	38
121	102	43
122	103	34
123	102	41

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
124	103	44
125	103	37
126	103	27
127	104	13
128	104	30
129	104	19
130	103	28
131	104	40
132	104	32
133	101	63
134	102	54
135	102	52
136	102	51
137	103	40
138	104	34
139	102	36
140	104	44
141	103	44
142	104	33
143	102	27
144	103	26
145	79	53
146	51	37
147	24	23
148	13	33
149	19	55
150	45	30
151	34	7
152	14	4
153	8	16
154	15	6
155	39	47
156	39	4
157	35	26
158	27	38
159	43	40
160	14	23
161	10	10
162	15	33
163	35	72
164	60	39
165	55	31

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
166	47	30
167	16	7
168	0	6
169	0	8
170	0	8
171	0	2
172	2	17
173	10	28
174	28	31
175	33	30
176	36	0
177	19	10
178	1	18
179	0	16
180	1	3
181	1	4
182	1	5
183	1	6
184	1	5
185	1	3
186	1	4
187	1	4
188	1	6
189	8	18
190	20	51
191	49	19
192	41	13
193	31	16
194	28	21
195	21	17
196	31	21
197	21	8
198	0	14
199	0	12
200	3	8
201	3	22
202	12	20
203	14	20
204	16	17
205	20	18
206	27	34
207	32	33

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
208	41	31
209	43	31
210	37	33
211	26	18
212	18	29
213	14	51
214	13	11
215	12	9
216	15	33
217	20	25
218	25	17
219	31	29
220	36	66
221	66	40
222	50	13
223	16	24
224	26	50
225	64	23
226	81	20
227	83	11
228	79	23
229	76	31
230	68	24
231	59	33
232	59	3
233	25	7
234	21	10
235	20	19
236	4	10
237	5	7
238	4	5
239	4	6
240	4	6
241	4	5
242	7	5
243	16	28
244	28	25
245	52	53
246	50	8
247	26	40
248	48	29
249	54	39

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
250	60	42
251	48	18
252	54	51
253	88	90
254	103	84
255	103	85
256	102	84
257	58	66
258	64	97
259	56	80
260	51	67
261	52	96
262	63	62
263	71	6
264	33	16
265	47	45
266	43	56
267	42	27
268	42	64
269	75	74
270	68	96
271	86	61
272	66	0
273	37	0
274	45	37
275	68	96
276	80	97
277	92	96
278	90	97
279	82	96
280	94	81
281	90	85
282	96	65
283	70	96
284	55	95
285	70	96
286	79	96
287	81	71
288	71	60
289	92	65
290	82	63
291	61	47

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
292	52	37
293	24	0
294	20	7
295	39	48
296	39	54
297	63	58
298	53	31
299	51	24
300	48	40
301	39	0
302	35	18
303	36	16
304	29	17
305	28	21
306	31	15
307	31	10
308	43	19
309	49	63
310	78	61
311	78	46
312	66	65
313	78	97
314	84	63
315	57	26
316	36	22
317	20	34
318	19	8
319	9	10
320	5	5
321	7	11
322	15	15
323	12	9
324	13	27
325	15	28
326	16	28
327	16	31
328	15	20
329	17	0
330	20	34
331	21	25
332	20	0
333	23	25

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
334	30	58
335	63	96
336	83	60
337	61	0
338	26	0
339	29	44
340	68	97
341	80	97
342	88	97
343	99	88
344	102	86
345	100	82
346	74	79
347	57	79
348	76	97
349	84	97
350	86	97
351	81	98
352	83	83
353	65	96
354	93	72
355	63	60
356	72	49
357	56	27
358	29	0
359	18	13
360	25	11
361	28	24
362	34	53
363	65	83
364	80	44
365	77	46
366	76	50
367	45	52
368	61	98
369	61	69
370	63	49
371	32	0
372	10	8
373	17	7
374	16	13
375	11	6

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
376	9	5
377	9	12
378	12	46
379	15	30
380	26	28
381	13	9
382	16	21
383	24	4
384	36	43
385	65	85
386	78	66
387	63	39
388	32	34
389	46	55
390	47	42
391	42	39
392	27	0
393	14	5
394	14	14
395	24	54
396	60	90
397	53	66
398	70	48
399	77	93
400	79	67
401	46	65
402	69	98
403	80	97
404	74	97
405	75	98
406	56	61
407	42	0
408	36	32
409	34	43
410	68	83
411	102	48
412	62	0
413	41	39
414	71	86
415	91	52
416	89	55
417	89	56

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
418	88	58
419	78	69
420	98	39
421	64	61
422	90	34
423	88	38
424	97	62
425	100	53
426	81	58
427	74	51
428	76	57
429	76	72
430	85	72
431	84	60
432	83	72
433	83	72
434	86	72
435	89	72
436	86	72
437	87	72
438	88	72
439	88	71
440	87	72
441	85	71
442	88	72
443	88	72
444	84	72
445	83	73
446	77	73
447	74	73
448	76	72
449	46	77
450	78	62
451	79	35
452	82	38
453	81	41
454	79	37
455	78	35
456	78	38
457	78	46
458	75	49
459	73	50

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
460	79	58
461	79	71
462	83	44
463	53	48
464	40	48
465	51	75
466	75	72
467	89	67
468	93	60
469	89	73
470	86	73
471	81	73
472	78	73
473	78	73
474	76	73
475	79	73
476	82	73
477	86	73
478	88	72
479	92	71
480	97	54
481	73	43
482	36	64
483	63	31
484	78	1
485	69	27
486	67	28
487	72	9
488	71	9
489	78	36
490	81	56
491	75	53
492	60	45
493	50	37
494	66	41
495	51	61
496	68	47
497	29	42
498	24	73
499	64	71
500	90	71
501	100	61

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
502	94	73
503	84	73
504	79	73
505	75	72
506	78	73
507	80	73
508	81	73
509	81	73
510	83	73
511	85	73
512	84	73
513	85	73
514	86	73
515	85	73
516	85	73
517	85	72
518	85	73
519	83	73
520	79	73
521	78	73
522	81	73
523	82	72
524	94	56
525	66	48
526	35	71
527	51	44
528	60	23
529	64	10
530	63	14
531	70	37
532	76	45
533	78	18
534	76	51
535	75	33
536	81	17
537	76	45
538	76	30
539	80	14
540	71	18
541	71	14
542	71	11
543	65	2

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
544	31	26
545	24	72
546	64	70
547	77	62
548	80	68
549	83	53
550	83	50
551	83	50
552	85	43
553	86	45
554	89	35
555	82	61
556	87	50
557	85	55
558	89	49
559	87	70
560	91	39
561	72	3
562	43	25
563	30	60
564	40	45
565	37	32
566	37	32
567	43	70
568	70	54
569	77	47
570	79	66
571	85	53
572	83	57
573	86	52
574	85	51
575	70	39
576	50	5
577	38	36
578	30	71
579	75	53
580	84	40
581	85	42
582	86	49
583	86	57
584	89	68
585	99	61

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
586	77	29
587	81	72
588	89	69
589	49	56
590	79	70
591	104	59
592	103	54
593	102	56
594	102	56
595	103	61
596	102	64
597	103	60
598	93	72
599	86	73
600	76	73
601	59	49
602	46	22
603	40	65
604	72	31
605	72	27
606	67	44
607	68	37
608	67	42
609	68	50
610	77	43
611	58	4
612	22	37
613	57	69
614	68	38
615	73	2
616	40	14
617	42	38
618	64	69
619	64	74
620	67	73
621	65	73
622	68	73
623	65	49
624	81	0
625	37	25
626	24	69
627	68	71

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
628	70	71
629	76	70
630	71	72
631	73	69
632	76	70
633	77	72
634	77	72
635	77	72
636	77	70
637	76	71
638	76	71
639	77	71
640	77	71
641	78	70
642	77	70
643	77	71
644	79	72
645	78	70
646	80	70
647	82	71
648	84	71
649	83	71
650	83	73
651	81	70
652	80	71
653	78	71
654	76	70
655	76	70
656	76	71
657	79	71
658	78	71
659	81	70
660	83	72
661	84	71
662	86	71
663	87	71
664	92	72
665	91	72
666	90	71
667	90	71
668	91	71
669	90	70

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
670	90	72
671	91	71
672	90	71
673	90	71
674	92	72
675	93	69
676	90	70
677	93	72
678	91	70
679	89	71
680	91	71
681	90	71
682	90	71
683	92	71
684	91	71
685	93	71
686	93	68
687	98	68
688	98	67
689	100	69
690	99	68
691	100	71
692	99	68
693	100	69
694	102	72
695	101	69
696	100	69
697	102	71
698	102	71
699	102	69
700	102	71
701	102	68
702	100	69
703	102	70
704	102	68
705	102	70
706	102	72
707	102	68
708	102	69
709	100	68
710	102	71
711	101	64

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
712	102	69
713	102	69
714	101	69
715	102	64
716	102	69
717	102	68
718	102	70
719	102	69
720	102	70
721	102	70
722	102	62
723	104	38
724	104	15
725	102	24
726	102	45
727	102	47
728	104	40
729	101	52
730	103	32
731	102	50
732	103	30
733	103	44
734	102	40
735	103	43
736	103	41
737	102	46
738	103	39
739	102	41
740	103	41
741	102	38
742	103	39
743	102	46
744	104	46
745	103	49
746	102	45
747	103	42
748	103	46
749	103	38
750	102	48
751	103	35
752	102	48
753	103	49

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
754	102	48
755	102	46
756	103	47
757	102	49
758	102	42
759	102	52
760	102	57
761	102	55
762	102	61
763	102	61
764	102	58
765	103	58
766	102	59
767	102	54
768	102	63
769	102	61
770	103	55
771	102	60
772	102	72
773	103	56
774	102	55
775	102	67
776	103	56
777	84	42
778	48	7
779	48	6
780	48	6
781	48	7
782	48	6
783	48	7
784	67	21
785	105	59
786	105	96
787	105	74
788	105	66
789	105	62
790	105	66
791	89	41
792	52	5
793	48	5
794	48	7
795	48	5

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
796	48	6
797	48	4
798	52	6
799	51	5
800	51	6
801	51	6
802	52	5
803	52	5
804	57	44
805	98	90
806	105	94
807	105	100
808	105	98
809	105	95
810	105	96
811	105	92
812	104	97
813	100	85
814	94	74
815	87	62
816	81	50
817	81	46
818	80	39
819	80	32
820	81	28
821	80	26
822	80	23
823	80	23
824	80	20
825	81	19
826	80	18
827	81	17
828	80	20
829	81	24
830	81	21
831	80	26
832	80	24
833	80	23
834	80	22
835	81	21
836	81	24
837	81	24

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
838	81	22
839	81	22
840	81	21
841	81	31
842	81	27
843	80	26
844	80	26
845	81	25
846	80	21
847	81	20
848	83	21
849	83	15
850	83	12
851	83	9
852	83	8
853	83	7
854	83	6
855	83	6
856	83	6
857	83	6
858	83	6
859	76	5
860	49	8
861	51	7
862	51	20
863	78	52
864	80	38
865	81	33
866	83	29
867	83	22
868	83	16
869	83	12
870	83	9
871	83	8
872	83	7
873	83	6
874	83	6
875	83	6
876	83	6
877	83	6
878	59	4
879	50	5

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
880	51	5
881	51	5
882	51	5
883	50	5
884	50	5
885	50	5
886	50	5
887	50	5
888	51	5
889	51	5
890	51	5
891	63	50
892	81	34
893	81	25
894	81	29
895	81	23
896	80	24
897	81	24
898	81	28
899	81	27
900	81	22
901	81	19
902	81	17
903	81	17
904	81	17
905	81	15
906	80	15
907	80	28
908	81	22
909	81	24
910	81	19
911	81	21
912	81	20
913	83	26
914	80	63
915	80	59
916	83	100
917	81	73
918	83	53
919	80	76
920	81	61
921	80	50

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
922	81	37
923	82	49
924	83	37
925	83	25
926	83	17
927	83	13
928	83	10
929	83	8
930	83	7
931	83	7
932	83	6
933	83	6
934	83	6
935	71	5
936	49	24
937	69	64
938	81	50
939	81	43
940	81	42
941	81	31
942	81	30
943	81	35
944	81	28
945	81	27
946	80	27
947	81	31
948	81	41
949	81	41
950	81	37
951	81	43
952	81	34
953	81	31
954	81	26
955	81	23
956	81	27
957	81	38
958	81	40
959	81	39
960	81	27
961	81	33
962	80	28
963	81	34

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
964	83	72
965	81	49
966	81	51
967	80	55
968	81	48
969	81	36
970	81	39
971	81	38
972	80	41
973	81	30
974	81	23
975	81	19
976	81	25
977	81	29
978	83	47
979	81	90
980	81	75
981	80	60
982	81	48
983	81	41
984	81	30
985	80	24
986	81	20
987	81	21
988	81	29
989	81	29
990	81	27
991	81	23
992	81	25
993	81	26
994	81	22
995	81	20
996	81	17
997	81	23
998	83	65
999	81	54
1 000	81	50
1 001	81	41
1 002	81	35
1 003	81	37
1 004	81	29
1 005	81	28

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
1 006	81	24
1 007	81	19
1 008	81	16
1 009	80	16
1 010	83	23
1 011	83	17
1 012	83	13
1 013	83	27
1 014	81	58
1 015	81	60
1 016	81	46
1 017	80	41
1 018	80	36
1 019	81	26
1 020	86	18
1 021	82	35
1 022	79	53
1 023	82	30
1 024	83	29
1 025	83	32
1 026	83	28
1 027	76	60
1 028	79	51
1 029	86	26
1 030	82	34
1 031	84	25
1 032	86	23
1 033	85	22
1 034	83	26
1 035	83	25
1 036	83	37
1 037	84	14
1 038	83	39
1 039	76	70
1 040	78	81
1 041	75	71
1 042	86	47
1 043	83	35
1 044	81	43
1 045	81	41
1 046	79	46
1 047	80	44

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
1 048	84	20
1 049	79	31
1 050	87	29
1 051	82	49
1 052	84	21
1 053	82	56
1 054	81	30
1 055	85	21
1 056	86	16
1 057	79	52
1 058	78	60
1 059	74	55
1 060	78	84
1 061	80	54
1 062	80	35
1 063	82	24
1 064	83	43
1 065	79	49
1 066	83	50
1 067	86	12
1 068	64	14
1 069	24	14
1 070	49	21
1 071	77	48
1 072	103	11
1 073	98	48
1 074	101	34
1 075	99	39
1 076	103	11
1 077	103	19
1 078	103	7
1 079	103	13
1 080	103	10
1 081	102	13
1 082	101	29
1 083	102	25
1 084	102	20
1 085	96	60
1 086	99	38
1 087	102	24
1 088	100	31
1 089	100	28

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
1 090	98	3
1 091	102	26
1 092	95	64
1 093	102	23
1 094	102	25
1 095	98	42
1 096	93	68
1 097	101	25
1 098	95	64
1 099	101	35
1 100	94	59
1 101	97	37
1 102	97	60
1 103	93	98
1 104	98	53
1 105	103	13
1 106	103	11
1 107	103	11
1 108	103	13
1 109	103	10
1 110	103	10
1 111	103	11
1 112	103	10
1 113	103	10
1 114	102	18
1 115	102	31
1 116	101	24
1 117	102	19
1 118	103	10
1 119	102	12
1 120	99	56
1 121	96	59
1 122	74	28
1 123	66	62
1 124	74	29
1 125	64	74
1 126	69	40
1 127	76	2
1 128	72	29
1 129	66	65
1 130	54	69
1 131	69	56

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
1 132	69	40
1 133	73	54
1 134	63	92
1 135	61	67
1 136	72	42
1 137	78	2
1 138	76	34
1 139	67	80
1 140	70	67
1 141	53	70
1 142	72	65
1 143	60	57
1 144	74	29
1 145	69	31
1 146	76	1
1 147	74	22
1 148	72	52
1 149	62	96
1 150	54	72
1 151	72	28
1 152	72	35
1 153	64	68
1 154	74	27
1 155	76	14
1 156	69	38
1 157	66	59
1 158	64	99
1 159	51	86
1 160	70	53
1 161	72	36
1 162	71	47
1 163	70	42
1 164	67	34
1 165	74	2
1 166	75	21
1 167	74	15
1 168	75	13
1 169	76	10
1 170	75	13
1 171	75	10
1 172	75	7
1 173	75	13

▼ C1

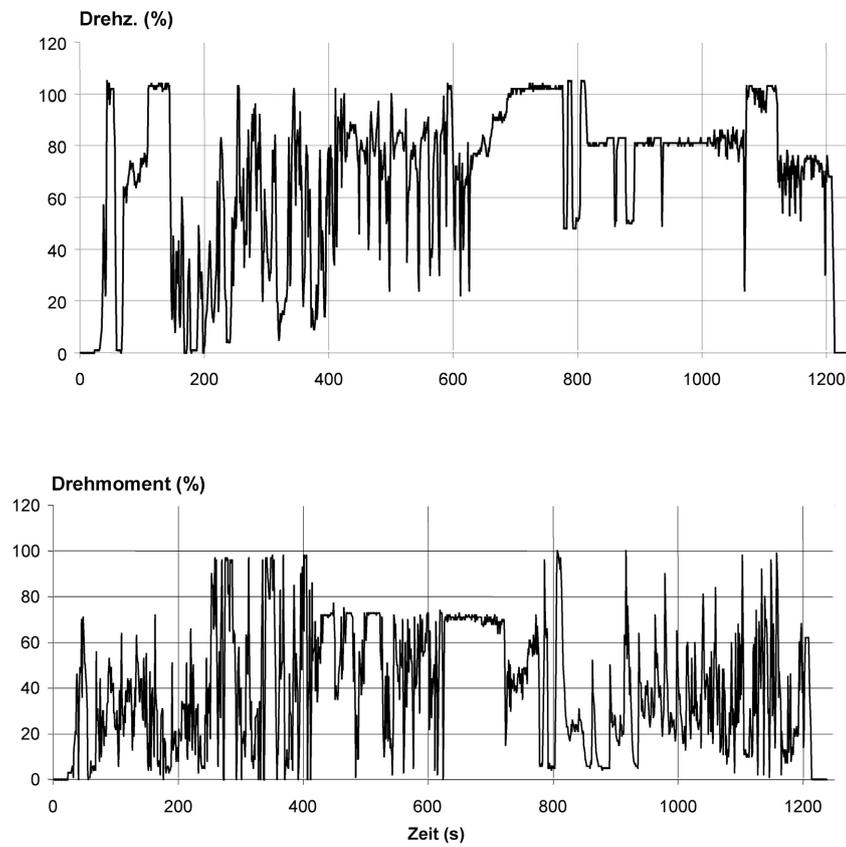
Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
1 174	76	8
1 175	76	7
1 176	67	45
1 177	75	13
1 178	75	12
1 179	73	21
1 180	68	46
1 181	74	8
1 182	76	11
1 183	76	14
1 184	74	11
1 185	74	18
1 186	73	22
1 187	74	20
1 188	74	19
1 189	70	22
1 190	71	23
1 191	73	19
1 192	73	19
1 193	72	20
1 194	64	60
1 195	70	39
1 196	66	56
1 197	68	64
1 198	30	68
1 199	70	38
1 200	66	47
1 201	76	14
1 202	74	18
1 203	69	46
1 204	68	62
1 205	68	62
1 206	68	62
1 207	68	62
1 208	68	62
1 209	68	62
1 210	54	50
1 211	41	37
1 212	27	25
1 213	14	12
1 214	0	0
1 215	0	0

▼ C1

Zeit (s)	Norm. Drehz. (%)	Norm. Drehmoment (%)
1 216	0	0
1 217	0	0
1 218	0	0
1 219	0	0
1 220	0	0
1 221	0	0
1 222	0	0
1 223	0	0
1 224	0	0
1 225	0	0
1 226	0	0
1 227	0	0
1 228	0	0
1 229	0	0
1 230	0	0
1 231	0	0
1 232	0	0
1 233	0	0
1 234	0	0
1 235	0	0
1 236	0	0
1 237	0	0
1 238	0	0

**▼ C1**

Nachstehend folgt eine grafische Darstellung des NRTC-Ablaufplans für den Motorleistungsprüfstand:

**NRTC-Ablaufplan für Leistungsprüfstand**

**▼ M8***Anlage 5***Dauerhaltbarkeitsanforderungen****1. PRÜFUNG DER DAUERHALTBARKEIT VON KOMPRESSIONS-ZÜNDUNGSMOTOREN DER STUFEN IIIA UND IIIB**

Diese Anlage gilt nur für Kompressionszündungsmotoren der Stufe IIIA und IIIB.

1.1. Die Hersteller legen für jeden reglementierten Schadstoff für alle Motorfamilien der Stufen IIIA und IIIB einen Verschlechterungsfaktor fest. Diese Verschlechterungsfaktoren sind für die Typgenehmigung und die Prüfung an der Fertigungsstraße anzuwenden.

1.1.1. Prüfungen zur Festlegung der Verschlechterungsfaktoren sind wie folgt durchzuführen:

1.1.1.1. Der Hersteller muss nach einem Prüfplan Dauerhaltbarkeitsprüfungen durchführen. Dieser Prüfplan ist nach bestem technischem Ermessen auszuwählen, damit er in Bezug auf Merkmale der Verschlechterung der Emissionsleistung von Motoren repräsentativ ist. Der Dauerhaltbarkeitsprüfzeitraum sollte in der Regel mindestens einem Viertel der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode entsprechen.

Die Dauerprüfung kann durchgeführt werden, indem der Motor auf einem Prüfstand läuft oder tatsächlich in Betrieb ist. Beschleunigte Dauerhaltbarkeitsprüfungen können durchgeführt werden, wobei das Betriebsakkumulationsprogramm bei einem höheren Belastungsgrad durchlaufen wird, als er in der Regel in diesem Bereich vorkommt. Der Beschleunigungsfaktor, der die Anzahl der Motorhaltbarkeitsprüfstunden zur entsprechenden Anzahl der EDP-Stunden ins Verhältnis setzt, wird vom Motorhersteller nach bestem technischem Ermessen festgelegt.

Während des Zeitraums der Dauerhaltbarkeitsprüfung dürfen emissionsempfindliche Bestandteile nur nach dem vom Hersteller empfohlenen regelmäßigen Wartungsplan gewartet oder ausgetauscht werden.

Der Prüfmotor, die Baugruppen oder Bauteile, die zur Bestimmung der Abgasemissions-Verschlechterungsfaktoren für eine Motorenfamilie oder für Motorenfamilien mit vergleichbarer Emissionsminderungstechnologie verwendet werden, sind vom Motorhersteller nach bestem technischem Ermessen auszuwählen. Der Prüfmotor sollte die Emissionsverschlechterungsmerkmale der Motorenfamilien repräsentieren, die die resultierenden Verschlechterungsfaktorwerte bei der Typgenehmigung anwenden. Motoren mit unterschiedlicher Bohrung und unterschiedlichem Hub, unterschiedlicher Konfiguration, unterschiedlichen Luftaufbereitungssystemen und unterschiedlichen Kraftstoffsystemen können in Bezug auf die Emissionsverschlechterungsmerkmale als äquivalent eingestuft werden, sofern es hierfür eine hinreichende technische Grundlage gibt.

Die Werte der Verschlechterungsfaktoren eines anderen Herstellers können angewandt werden, sofern es eine hinreichende Grundlage dafür gibt, in Bezug auf die Verschlechterung bei den Emissionen von technischer Äquivalenz auszugehen, und die Prüfungen nachweislich gemäß den vorgeschriebenen Anforderungen durchgeführt wurden. Die Emissionsprüfung wird gemäß dem in dieser Richtlinie festgelegten Verfahren für eingefahrene Prüfmotoren vor der Betriebsakkumulationsprüfung und am Ende der Dauerhaltbarkeitsprüfung durchgeführt. Emissionsprüfungen können auch in Abständen während des Dauerprüfungszeitraums durchgeführt und zur Bestimmung der Verschlechterungstendenz angewandt werden.

▼ **M8**

1.1.1.2. Bei den zur Bestimmung der Verschlechterung durchgeführten Dauerprüfungen oder Emissionsprüfungen muss kein Vertreter der Genehmigungsbehörde zugegen sein.

1.1.1.3. Bestimmung der Verschlechterungsfaktorwerte durch Dauerhaltbarkeitsprüfungen

Ein additiver Verschlechterungsfaktor ist definiert als der Wert, der durch Subtraktion des zu Beginn der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode bestimmten Wertes vom am Ende der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode bestimmten Wert, der der Emissionsleistung entspricht, ermittelt wird.

Ein multiplikativer Verschlechterungsfaktor ist definiert als der am Ende der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode bestimmte Emissionswert geteilt durch den zu Beginn der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode aufgezeichneten Emissionswert.

Für jeden in Rechtsvorschriften erfassten Schadstoff sind gesonderte Werte für den Verschlechterungsfaktor zu erstellen. Wird der Wert des Verschlechterungsfaktors gegenüber dem  $\text{NO}_x + \text{HC}$ -Standard bestimmt, so geschieht dies bei einem additiven Verschlechterungsfaktor basierend auf der Summe der Schadstoffe, unbeschadet der Tatsache, dass eine negative Verschlechterung bei einem Schadstoff die Verschlechterung eines anderen Faktors nicht ausgleichen kann. Bei einem multiplikativen  $\text{NO}_x + \text{HC}$ -Verschlechterungsfaktor sind bei der Berechnung der verschlechterten Emissionswerte anhand des Ergebnisses einer Emissionsprüfung gesonderte Verschlechterungsfaktoren für  $\text{NO}_x$  und HC festzulegen und anzuwenden, bevor die resultierenden verschlechterten  $\text{NO}_x$ - und HC-Werte im Hinblick auf die Einhaltung des Standards kombiniert werden.

Wird die Prüfung nicht für die vollständige Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode durchgeführt, so werden die Emissionswerte am Ende der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode durch Extrapolation der für den Prüfzeitraum festgestellten Emissionsverschlechterungstendenz auf die vollständige Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode bestimmt.

Wurden Ergebnisse von Emissionsprüfungen während der Dauerhaltbarkeitsprüfung regelmäßig aufgezeichnet, so sind bei der Bestimmung der Emissionswerte am Ende der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode auf vorbildlichen Verfahren basierende Standardtechniken der statistischen Aufbereitung anzuwenden; die statistische Signifikanz kann bei der Bestimmung der endgültigen Emissionswerte geprüft werden.

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.

1.1.1.4. Ein Hersteller kann mit Genehmigung der Typgenehmigungsbehörde Verschlechterungsfaktorwerte verwenden, die anhand der Ergebnisse Dauerhaltbarkeitsprüfungen bestimmt wurden, die zur Ermittlung von Verschlechterungsfaktorwerten bei Kompressionszündungsmotoren für schwere Nutzfahrzeuge durchgeführt wurden. Dies ist zulässig, wenn der Kfz-Prüfmotor und die Motorenfamilien für mobile Maschinen und Geräte, die die Verschlechterungsfaktorwerte für die Typgenehmigungszwecke anwenden, technisch äquivalent sind. Die aus den Ergebnissen von Emissionsdauerhaltbarkeitsprüfungen von Kfz-Motoren abgeleiteten Verschlechterungsfaktorwerte sind auf der Grundlage der in Abschnitt 3 definierten Werte der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode zu berechnen.

1.1.1.5. Verwendet die Motorenfamilie anerkannte Technologien, so kann nach Genehmigung durch die Typgenehmigungsbehörde anstelle der Prüfung eine auf guter technischer Praxis basierende Analyse herangezogen werden, um einen Verschlechterungsfaktor für diese Motorenfamilie zu bestimmen.

1.2. **Angaben zum Verschlechterungsfaktor in Anträgen auf Typgenehmigung**

1.2.1. Für jeden Schadstoff sind im Typgenehmigungsantrag für eine Motorenfamilie von Kompressionszündungsmotoren ohne Nachbehandlungseinrichtung additive Verschlechterungsfaktoren anzugeben.

**▼ M8**

- 1.2.2. Für jeden Schadstoff sind im Typgenehmigungsantrag für eine Motorenfamilie von Kompressionszündungsmotoren mit Nachbehandlungseinrichtung multiplikative Verschlechterungsfaktoren anzugeben.
- 1.2.3. Der Hersteller muss der Typgenehmigungsbehörde auf Anfrage Informationen zur Verfügung stellen, die die Verschlechterungsfaktoren belegen. Dazu zählen in der Regel die Ergebnisse von Emissionsprüfungen, das Betriebsakkumulationsprogramm, die Wartungsverfahren sowie gegebenenfalls unterstützende Angaben zum technischen Ermessen hinsichtlich der technischen Äquivalenz.
2. PRÜFUNG DER DAUERHALTBARKEIT VON KOMPRESSIONSZÜNDUNGSMOTOREN DER STUFE IV
- 2.1. **Allgemeine Bemerkungen**
- 2.1.1. Dieser Abschnitt gilt für Kompressionszündungsmotoren der Stufe IV. Auf Antrag des Herstellers kann er alternativ zu den Vorschriften in Abschnitt 1 dieser Anlage auch auf Kompressionszündungsmotoren der Stufen IIIA und IIIB angewendet werden.
- 2.1.2. In diesem Abschnitt werden die Verfahren für die Auswahl jener Motoren beschrieben, die für das Betriebsakkumulationsprogramm zur Ermittlung der Verschlechterungsfaktoren im Rahmen des Typgenehmigungsverfahrens und der Bewertungen der Übereinstimmung der Produktion bei Motoren der Stufe IV ausgewählt werden. Die Verschlechterungsfaktoren sind gemäß Absatz 2.4.7 auf die gemäß Anhang III dieser Richtlinie gemessenen Emissionen anzuwenden.
- 2.1.3. Bei den zur Bestimmung der Verschlechterung durchgeführten Betriebsakkumulationsprogrammen oder Emissionsprüfungen muss kein Vertreter der Genehmigungsbehörde zugegen sein.
- 2.1.4. Außerdem enthält dieser Abschnitt 2 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 und den Besitzern von neuen Motoren mitgeteilt wird.
- 2.1.5. Auf Antrag des Herstellers kann die Typgenehmigungsbehörde die Verwendung von Verschlechterungsfaktoren, die mit anderen Verfahren als mit den in den Abschnitten 2.4.1 bis 2.4.5 beschriebenen ermittelt wurden, erlauben. In diesem Fall muss der Hersteller zur Zufriedenheit der Typgenehmigungsbehörde nachweisen, dass diese alternativen Verfahren mindestens so streng sind, wie die in den Abschnitten 2.4.1 bis 2.4.5 beschriebenen.
- 2.2. **Begriffsbestimmungen**
- Anzuwenden für Anlage 5 Abschnitt 2.
- 2.2.1. „Alterungszyklus“ bezeichnet den Maschinen- oder Motorbetrieb (Drehzahl, Last, Leistung), der während des Betriebsakkumulationszeitraums realisiert werden soll;
- 2.2.2. „kritische emissionsrelevante Bauteile“ bezeichnet die Bauteile, die hauptsächlich auf die Emissionsminderung ausgelegt sind, d. h. alle Abgasnachbehandlungssysteme, das elektronische Motorsteuergerät mit zugehörigen Sensoren und Aktuatoren und das Abgasrückführungssystem (AGR) einschließlich aller zugehörigen Filter, Kühler, Regelventile und Röhren;
- 2.2.3. „kritische emissionsrelevante Wartung“ bezeichnet die Wartung, die bei kritischen emissionsrelevanten Bauteilen durchzuführen ist;

**▼ M8**

- 2.2.4. „emissionsrelevante Wartung“ bezeichnet die Wartung, die sich wesentlich auf Emissionen auswirkt oder sich wahrscheinlich auf die Verschlechterung der Emissionsleistung des Fahrzeugs oder des Motors im normalen Fahrbetrieb auswirken wird;
- 2.2.5. „Abgasnachbehandlungssystem-Motorenfamilie“ bezeichnet eine vom Hersteller gebildete Untermenge von Motoren einer Motorenfamilie, die jedoch in eine weitere Unterfamilie von Motorenfamilien mit ähnlichen Abgasnachbehandlungssystemen unterteilt sind;
- 2.2.6. „nicht emissionsrelevante Wartung“ bezeichnet die Wartung, die sich nicht wesentlich auf Emissionen auswirkt und nach Durchführung keine nachhaltigen Auswirkungen auf die Verschlechterung der Emissionsleistung der Maschine oder des Motors im normalen Fahrbetrieb hat;
- 2.2.7. „Betriebsakkumulationsprogramm“ bezeichnet den Alterungszyklus und den Betriebsakkumulationszeitraum zur Festlegung von Verschlechterungsfaktoren für die Abgasnachbehandlungssystem-Motorenfamilie;
- 2.3. **Auswahl der Motoren für die Festlegung von Verschlechterungsfaktoren für die Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode**
- 2.3.1. Aus der gemäß Abschnitt 6 von Anhang I dieser Richtlinie festgelegten Motorenfamilie werden Motoren für die Emissionsprüfung zur Bestimmung der Verschlechterungsfaktoren für die Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode entnommen.
- 2.3.2. Motoren aus verschiedenen Motorenfamilien können nach der Art ihres Abgasnachbehandlungssystems zu weiteren Motorenfamilien zusammengefasst werden. Wenn der Hersteller Motoren, die sich hinsichtlich der Anordnung der Zylinder unterscheiden, jedoch hinsichtlich technischer Merkmale und Installation des Abgasnachbehandlungssystems ähneln, in einer Abgasnachbehandlungssystem-Motorenfamilie zusammenfassen möchte, muss er der Genehmigungsbehörde Daten vorlegen, aus denen hervorgeht, dass die Leistung der Emissionsreduzierung dieser Motorsysteme ähnlich ist.
- 2.3.3. Der Motorenhersteller wählt einen Motor aus, der für die Abgasnachbehandlungssystem-Motorenfamilie gemäß Abschnitt 2.3.2 repräsentativ ist. Dieser Motor wird gemäß dem in Abschnitt 2.4.2 festgelegten Betriebsakkumulationsprogramm geprüft. Vor Beginn der Prüfungen ist die Typgenehmigungsbehörde über den gewählten Motor zu informieren.
- 2.3.3.1. Falls die Typgenehmigungsbehörde zu dem Schluss kommt, dass es günstiger ist, die schlechtesten Emissionswerte des Abgasnachbehandlungssystems der Motorenfamilie anhand eines anderen Motors zu bestimmen, so ist der Prüfmotor von der Typgenehmigungsbehörde und dem Hersteller gemeinsam auszuwählen.
- 2.4. **Festlegung von Verschlechterungsfaktoren für die Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode**
- 2.4.1. *Allgemeine Bemerkungen*
- 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 NRSC- und NRTC-Prüfungen umfasst.

**▼ M8****2.4.2. Betriebsakkumulationsprogramm**

Betriebsakkumulationsprogramme kann der Hersteller entweder anhand einer im Betrieb befindlichen Maschine mit dem gewählten Motor oder anhand des Betriebs des gewählten Motors auf dem Prüfstand durchführen.

**2.4.2.1. Prüfung im Betrieb und Prüfung auf dem Prüfstand**

2.4.2.1.1. Der Hersteller bestimmt nach den Regeln der Technik die Art und die Dauer des Betriebsakkumulationsprogramms und des Alterungszyklus für die Motoren.

2.4.2.1.2. Der Hersteller legt fest, wann während der NRTC-Prüfung mit Warmstart und der NRSC-Prüfung gasförmige und Partikel-Emissionen gemessen werden. Es muss mindestens drei Prüfpunkte geben, einen zu Beginn, einen etwa in der Mitte und einen am Ende des Prüfprogramms.

2.4.2.1.3. Die Emissionswerte am Anfang und am Ende der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode, die gemäß Abschnitt 2.4.5.2 errechnet werden, müssen den für die Motorenfamilie geltenden Grenzwerten entsprechen; einzelne Emissionsergebnisse der Prüfpunkte dürfen diese Grenzwerte jedoch überschreiten.

2.4.2.1.4. Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde braucht an jedem Prüfpunkt nur ein Prüfzyklus (entweder NRTC-Zyklus mit Warmstart oder NRSC-Zyklus) durchgeführt zu werden; der andere Prüfzyklus ist dann lediglich am Anfang und am Ende des Betriebsakkumulationsprogramms durchzuführen.

2.4.2.1.5. Für Motoren mit konstanter Drehzahl, Motoren unter 19 kW, Motoren über 560 kW und Motoren, die zur Verwendung in Binnenschiffen oder den Antrieb von Lokomotiven und Triebwagen bestimmt sind, ist nur der NRSC-Zyklus an jedem Prüfpunkt zu verwenden.

2.4.2.1.6. Die Betriebsakkumulationsprogramme können bei Motoren verschiedener Abgasnachbehandlungssystem-Motorenfamilien unterschiedlich sein.

2.4.2.1.7. Die Betriebsakkumulationsprogramme können kürzer als die Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode sein, aber sie dürfen nicht kürzer als mindestens ein Viertel der entsprechenden, in Abschnitt 3 dieser Anlage angegebenen Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode sein.

2.4.2.1.8. 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.

2.4.2.1.9. Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde können andere Methoden zur beschleunigten Alterung verwendet werden.

2.4.2.1.10. Das Betriebsakkumulationsprogramm ist im Antrag auf Typgenehmigung ausführlich zu beschreiben und vor Aufnahme der Prüfungen der Typgenehmigungsbehörde mitzuteilen.

**▼M8**

2.4.2.2. Falls die Typgenehmigungsbehörde zu dem Schluss kommt, dass 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.

2.4.3. *Motorprüfung*

2.4.3.1. Stabilisierung des Motorsystems

2.4.3.1.1. Für jede Motorenfamilie hinsichtlich des Abgasnachbehandlungssystems ermittelt der Hersteller, nach wie vielen Betriebsstunden der Maschine oder des Motors sich das Betriebsverhalten des Abgasnachbehandlungssystems stabilisiert hat. Auf Verlangen der Genehmigungsbehörde muss der Hersteller ihr die diesem Wert zugrunde liegenden Daten und Berechnungen vorlegen. Wahlweise kann der Hersteller den Motor oder die Maschine zwischen 60 und 125 Stunden lang oder über die entsprechende Zeit im Alterungszyklus betreiben, um das Abgasnachbehandlungssystem zu stabilisieren.

2.4.3.1.2. Das Ende der Stabilisierungsphase gemäß Abschnitt 2.4.3.1.1 gilt als Beginn des Betriebsakkumulationsprogramms.

2.4.3.2. Betriebsakkumulationsprüfung

2.4.3.2.1. Nach der Stabilisierung wird der Motor gemäß dem vom Hersteller gewählten und in Abschnitt 2.3.2 beschriebenen Betriebsakkumulationsprogramm betrieben. Der Motor wird regelmäßig zu den vom Hersteller und gegebenenfalls von der Typgenehmigungsbehörde gemäß Abschnitt 2.4.2.2 im Betriebsakkumulationsprogramm festgelegten Zeitpunkten dem NRTC-Prüfzyklus mit Warmstart und dem NRSC-Prüfzyklus auf gasförmige Schadstoffe und luftverunreinigende Partikel unterzogen.

Der Hersteller kann die Schadstoffemissionen vor Anbringung eines Abgasnachbehandlungssystems getrennt von den Schadstoffemissionen nach Anbringung eines Abgasnachbehandlungssystems messen.

Wurde nach Abschnitt 2.4.2.1.4. vereinbart, dass an jedem Prüfpunkt nur ein Prüfzyklus (NRTC mit Warmstart oder NRSC) durchgeführt wird, muss der jeweils andere Prüfzyklus (NRTC mit Warmstart oder NRSC) am Anfang und am Ende des Betriebsakkumulationsprogramms durchgeführt werden.

Gemäß Abschnitt 2.4.2.1.5 ist für Motoren mit konstanter Drehzahl, Motoren unter 19 kW, Motoren über 560 kW und Motoren, die zur Verwendung in Binnenschiffen oder für den Antrieb von Lokomotiven und Triebwagen bestimmt sind, nur der NRSC-Zyklus an jedem Prüfpunkt zu verwenden.

2.4.3.2.2. Während des Betriebsakkumulationsprogramms sind gemäß Abschnitt 2.5 Wartungsarbeiten am Motor durchzuführen.

2.4.3.2.3. Während des Betriebsakkumulationsprogramms können außerplanmäßige Wartungsarbeiten am Motor vorgenommen werden, wenn beispielsweise das normale Diagnosesystem des Herstellers eine Störung erkannt hat, die dem Maschinenbediener einen Fehler angezeigt hätte.

**▼ M8**2.4.4. *Berichterstattung*

2.4.4.1. Die Ergebnisse sämtlicher während des Betriebsakkumulationsprogramms durchgeführter Emissionsprüfungen (NRTC mit Warmstart und NRSC) sind der Typgenehmigungsbehörde vorzulegen. 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 durchzuführen.

2.4.4.2. Der Hersteller hat alle Informationen über sämtliche 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.

2.4.5. *Ermittlung der Verschlechterungsfaktoren*

2.4.5.1. Für jeden im NRTC-Zyklus mit Warmstart und NRSC-Zyklus gemessenen Schadstoff und für jeden Prüfpunkt des Betriebsakkumulationsprogramms ist auf der Grundlage der Prüfergebnisse eine lineare „Best-fit“-Regressionsanalyse vorzunehmen. Für jeden Schadstoff sind die Ergebnisse auf so viele Dezimalstellen anzugeben wie der Schadstoff-Grenzwert, der für die entsprechende Motorenfamilie vorgesehen ist, sowie zusätzlich auf eine Dezimalstelle mehr.

Wurde gemäß Abschnitt 2.4.2.1.4 oder Abschnitt 2.4.2.1.5 für jeden Prüfpunkt nur ein Prüfzyklus (NRTC mit Warmstart oder NRSC) durchgeführt, so ist die Regressionsanalyse nur anhand der Ergebnisse des an allen Prüfpunkten durchgeführten Prüfzyklus vorzunehmen.

Auf Antrag des Herstellers und mit vorheriger Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde ist eine nichtlineare Regression zulässig.

2.4.5.2. Die Emissionswerte für jeden Schadstoff zu Beginn des Betriebsakkumulationsprogramms und am Ende der für den zu prüfenden Motor geltenden Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode sind aus der Regressionsgleichung zu berechnen. Wenn das Betriebsakkumulationsprogramm kürzer ist als die Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode, dann sind die Emissionswerte am Ende der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode durch Extrapolation der Regressionsgleichung gemäß Abschnitt 2.4.5.1 zu bestimmen.

Werden Emissionswerte für Motorenfamilien verwendet, die hinsichtlich des Abgasnachbehandlungssystems zur gleichen Familie gehören, jedoch unterschiedliche Emissions-Dauerhaltbarkeitsperioden aufweisen, dann sind die Emissionswerte am Ende der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode durch Extrapolation oder Interpolation der Regressionsgleichung gemäß Abschnitt 2.4.5.1 zu bestimmen.

2.4.5.3. Der Verschlechterungsfaktor für jeden Schadstoff ist das Verhältnis der geltenden Emissionswerte am Ende der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode 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 ist die Differenz zwischen den berechneten Emissionswerten am Ende der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode und am Anfang des Betriebsakkumulationsprogramms.

## ▼ M8

Ein Beispiel zur Bestimmung von Verschlechterungsfaktoren unter Verwendung der linearen Regression ist in Abbildung 1 für  $\text{NO}_x$ -Emissionen angegeben.

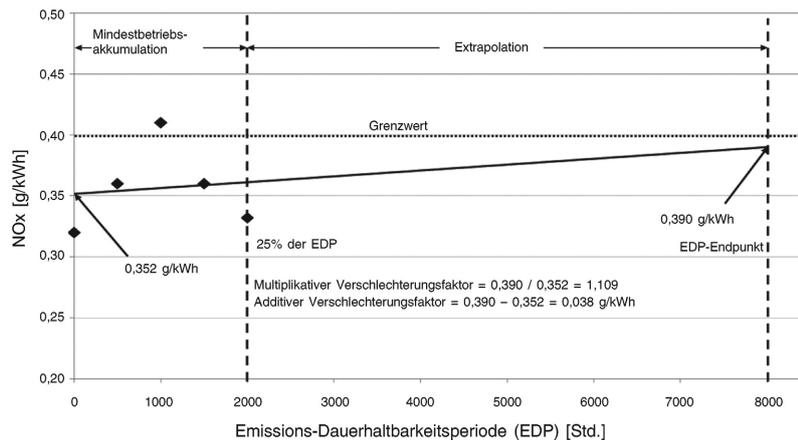
Die Vermischung von multiplikativen und additiven Verschlechterungsfaktoren innerhalb eines Schadstoffsatzes ist nicht zulässig.

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.

Wurde nach Abschnitt 2.4.2.1.4 vereinbart, dass an jedem Prüfpunkt nur ein Prüfzyklus (NRTC mit Warmstart oder NRSC) durchgeführt werden soll und der jeweils andere Prüfzyklus (NRTC mit Warmstart oder NRSC) 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 für die Bestimmung der Verschlechterungsfaktoren



## 2.4.6. Vorgegebene Verschlechterungsfaktoren

2.4.6.1. Als Alternative zur Ermittlung der Verschlechterungsfaktoren mittels eines Betriebsakkumulationsprogramms können Motorenhersteller folgende vorgegebene multiplikative Verschlechterungsfaktoren heranziehen:

Prüfzyklus	CO	HC	NO <sub>x</sub>	PM
NRTC	1,3	1,3	1,15	1,05
NRSC	1,3	1,3	1,15	1,05

Vorgegebene additive Verschlechterungsfaktoren werden nicht angegeben. Es ist nicht zulässig, vorgegebene multiplikative Verschlechterungsfaktoren in additive Verschlechterungsfaktoren umzuwandeln.

Werden vorgegebene Verschlechterungsfaktoren verwendet, muss der Hersteller der Typgenehmigungsbehörde einen eindeutigen Nachweis darüber vorlegen, dass bei den emissionsmindernden Bauteilen davon ausgegangen werden kann, dass die Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode mit den vorgegebenen Faktoren zusammenhängt. Dieser Nachweis kann durch eine Bauartanalyse, Prüfungen oder eine Kombination aus beidem gestützt werden.

▼ **M8**

- 2.4.7. *Anwendung der Verschlechterungsfaktoren*
- 2.4.7.1. Die Motoren müssen nach Anwendung der Verschlechterungsfaktoren auf die Prüfergebnisse, die gemäß Anhang III (gewichtete Ergebnisse des Prüfzyklus für die spezifischen Emissionen von Partikeln und jedes einzelnen Gases) gemessen wurden, den jeweiligen Emissionsgrenzwerten für jeden Schadstoff entsprechen, die für die Motorenfamilie gelten. Abhängig von der Art des Verschlechterungsfaktors (DF) gelten die folgenden Bestimmungen:
- Multiplikativ: (gewichtete Ergebnisse des Prüfzyklus für die spezifische Emission)  $\times$  DF  $\leq$  Emissionsgrenzwert
  - Additiv: (gewichtete Ergebnisse des Prüfzyklus für die spezifische Emission) + DF  $\leq$  Emissionsgrenzwert
- Falls der Hersteller gemäß der Option in Abschnitt 1.2.1 dieses Anhangs das Verfahren von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsreihe 03 anwendet, kann das gewichtete Ergebnis des Prüfzyklus für die spezifische Emission gegebenenfalls auch die Anpassung hinsichtlich einer sporadischen Regenerierung einschließen.
- 2.4.7.2. Bei einem multiplikativen NO<sub>x</sub> + HC-Verschlechterungsfaktor sind bei der Berechnung der verschlechterten Emissionswerte anhand des Ergebnisses einer Emissionsprüfung gesonderte Verschlechterungsfaktoren für NO<sub>x</sub> und HC festzulegen und anzuwenden, bevor die resultierenden verschlechterten NO<sub>x</sub>- und HC-Werte im Hinblick auf die Einhaltung des Emissionsgrenzwerts kombiniert werden.
- 2.4.7.3. 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, ähnliche technische Merkmale und Vorschriften für den Einbau in die Maschine gelten und dass die Emissionen dieses Motors oder Motorsystems ähnlich sind.
- Werden Verschlechterungsfaktoren auf ein Motorsystem mit einer unterschiedlichen Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode übertragen, dann sind die Verschlechterungsfaktoren für die geltende Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode durch Extrapolation oder Interpolation der Regressionsgleichung gemäß Abschnitt 2.4.5.1 zu bestimmen.
- 2.4.7.4. Für jeden Prüfzyklus werden die Verschlechterungsfaktoren für jeden Schadstoff in dem in Anhang VII Anlage 1 enthaltenen Bericht für Prüfergebnisse eingetragen.
- 2.4.8. *Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion*
- 2.4.8.1. Die Übereinstimmung der Produktion hinsichtlich der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte wird gemäß Abschnitt 5 von Anhang I überprüft.
- 2.4.8.2. 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.
- 2.4.8.3. Für die Zwecke der Typgenehmigung werden nur die Verschlechterungsfaktoren in dem in Anhang VII Anlage 1 enthaltenen Bericht für Prüfergebnisse eingetragen, die nach den Abschnitten 2.4.5 oder 2.4.6 ermittelt wurden.

**▼ M8****2.5.     Wartung**

Für die Zwecke des Betriebsakkumulationsprogramms sind die Wartungsarbeiten gemäß der Anleitung des Herstellers für Service und Wartung durchzuführen.

**2.5.1.     Emissionsrelevante planmäßige Wartungsarbeiten**

2.5.1.1. Emissionsrelevante planmäßige Wartungsarbeiten bei Motorbetrieb für die Zwecke der Durchführung eines Betriebsakkumulationsprogramms müssen in gleichwertigen Intervallen stattfinden wie jene, die in den Wartungsvorschriften des Herstellers für die Besitzer von Maschinen oder Motoren 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.

2.5.1.2. Der Motorenhersteller muss für die Betriebsakkumulationsprogramme Angaben zur Einstellung, Reinigung und (gegebenenfalls) Wartung und zum planmäßigen Austausch folgender Bestandteile machen:

- Filter und Kühler im Abgasrückführsystem,
- gegebenenfalls Kurbelgehäuse-Entlüftungsventil,
- Einspritzdüsen (nur die Reinigung ist zulässig),
- Einspritzdüsen,
- Turbolader,
- elektronisches Motorsteuergerät mit Sensoren und Aktuatoren,
- Partikelnachbehandlungssystem (einschließlich dazugehöriger Bauteile),
- NO<sub>x</sub>-Nachbehandlungssystem (einschließlich dazugehöriger Bauteile),
- Abgasrückführsystem einschließlich aller dazugehöriger Regelventile und Röhren sowie
- alle anderen Abgasnachbehandlungssysteme.

2.5.1.3. Kritische emissionsrelevante planmäßige Wartungsarbeiten sind nur an in Betrieb befindlichen Maschinen durchzuführen und müssen dem Besitzer der Maschine mitgeteilt werden.

**2.5.2.     Änderungen an der planmäßigen Wartung**

2.5.2.1. Der Hersteller muss alle neuen planmäßigen Wartungsarbeiten, die er während des Betriebsakkumulationsprogramms durchführen und daher auch den Besitzern von Maschinen oder Fahrzeugen empfehlen möchte, von der Typgenehmigungsbehörde genehmigen lassen. Dem Antrag müssen Daten beiliegen, die die neuen planmäßigen Wartungsarbeiten und die Wartungsabstände begründen.

**2.5.3.     Planmäßige nicht emissionsrelevante Wartungsarbeiten**

2.5.3.1. Planmäßige nicht emissionsrelevante Wartungsarbeiten, die technisch gerechtfertigt sind (z. B. Ölwechsel, Ölfilterwechsel, Kraftstofffilterwechsel, Luftfilterwechsel, Wartung des Kühlsystems, LeerlaufEinstellung, Regler, Anzugsmoment der Schrauben, Ventilspiel, Einspritzdüsenspiel, Ventileinstellung, Einstellung der Spannung des Antriebsriemens usw.) können mit der geringsten vom Hersteller empfohlenen Wartungshäufigkeit an Motoren oder Maschinen im Rahmen des Betriebsakkumulationsprogramms durchgeführt werden (z. B. nicht in den Abständen, die für wichtige Wartungsarbeiten empfohlen werden).

**▼ M8**

- 2.5.4. *Reparatur*
- 2.5.4.1. Bauteile eines Motorsystems, das für die Prüfung im Rahmen eines Betriebsakkumulationsprogramms ausgewählt wurde, dürfen nur repariert werden, wenn eine Fehlfunktion der Bauteile oder des Motorsystems vorliegt. Reparaturen am Motor, an der emissionsmindernden Einrichtung oder an der Kraftstoffanlage sind nur in dem Umfang zulässig, der in Abschnitt 2.5.4.2 festgelegt ist.
- 2.5.4.2. Wenn der Motor selbst, das Emissionsminderungssystem oder das Kraftstoffsystem während des Betriebsakkumulationsprogramms eine Fehlfunktion aufweisen, so gilt die Betriebsakkumulation als ungültig und es muss eine neue Betriebsakkumulation mit einem neuen Motorsystem eingeleitet werden, es sei denn, die fehlerhaften Bauteile werden durch gleichwertige Bauteile mit einer ähnlichen Betriebsdauer ersetzt.
3. EMISSIONS-DAUERHALTBARKEITSPERIODE FÜR MOTOREN DER STUFEN IIIA, IIIB UND IV
- 3.1. Hersteller müssen die Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode in Tabelle 1 dieses Abschnitts verwenden.

*Tabelle 1***Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode für Kompressionszündungsmotoren der Stufen IIIA, IIIB und IV (Stunden)**

Kategorie (Leistungsbereich)	Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode (Stunden)
≤ 37 kW (Motoren mit konstanter Drehzahl)	3 000
≤ 37 kW (Motoren mit variabler Drehzahl)	5 000
> 37 kW	8 000
Motoren zum Antrieb von Binnenschiffen	10 000
Motoren von Triebwagen und Lokomotiven	10 000

▼ **M8***Anlage 6***Bestimmung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Motoren der Stufen I, II, IIIA, IIIB und IV****1. Einleitung**

- 1.1. Nachfolgend sind die Bestimmungen und Prüfverfahren für die Meldung von Kohlendioxidemissionen für die Stufen I bis IV beschrieben. Falls der Hersteller gemäß der Option in Abschnitt 1.2.1 dieses Anhangs das Verfahren von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 anwendet, gelten die Bestimmungen der Anlage 7 dieses Anhangs.

**2. Allgemeine Vorschriften**

- 2.1. Die Kohlendioxidemissionen sind nach dem entsprechenden in Anhang III Abschnitt 1.1 beschriebenen Prüfzyklus gemäß Anhang III Abschnitt 3 (NRSC) oder Abschnitt 4 (NRTC mit Warmstart) zu bestimmen. Für die Stufe IIIB sind die Kohlendioxidemissionen nach dem NRTC-Prüfzyklus mit Warmstart zu bestimmen.
- 2.2. Die Prüfergebnisse sind als bremspezifische, über den Prüfzyklus gemittelte Werte in der Einheit g/kWh zu übermitteln.
- 2.3. Führt der Hersteller den NRSC-Prüfzyklus als gestuften modalen Zyklus durch, gelten entweder die in dieser Anlage enthaltenen Bestimmungen in Bezug auf den NRTC-Prüfzyklus oder jene von Anhang III Anlage 7.

**3. Bestimmung von CO<sub>2</sub>-Emissionen****3.1. Messung der Rohabgase**

Dieser Abschnitt findet Anwendung, wenn das Kohlendioxid in den unverdünnten Abgasen gemessen wird.

**3.1.1. Messung**

Die Kohlendioxidemissionen in den unverdünnten Abgasen des zu prüfenden Motors sind mit einem nicht dispersiven Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) gemäß Anhang III Anlage 1 Abschnitt 1.4.3.2 (NRSC) oder Abschnitt 2.3.3.2 (NRTC) zu messen.

Das Messsystem muss den Linearitätsanforderungen in Anhang III Anlage 2 Abschnitt 1.5 entsprechen.

Das Messsystem muss den Vorschriften von Anhang III Anlage 1 Abschnitt 1.4.1 (NRSC) oder Abschnitt 2.3.1 (NRTC) entsprechen.

**3.1.2. Datenauswertung**

Die emissionsrelevanten Daten müssen gemäß Anhang III Abschnitt 3.7.4 (NRSC) oder Abschnitt 4.5.7.2 (NRTC) registriert und gespeichert werden.

**3.1.3. Berechnung der auf den Zyklus gemittelten Emissionen**

Wird im trockenen Bezugszustand gemessen, so sind die Werte gemäß Anhang III Anlage 3 Abschnitt 1.3.2 (NRSC) oder Abschnitt 2.1.2.2 (NRTC) in Feuchtwerte umzurechnen.

Für die NRSC-Prüfung wird die CO<sub>2</sub>-Masse (g/h) für jede einzelne Prüfphase durch Berechnung gemäß Anhang III Anlage 3 Abschnitt 1.3.4 bestimmt. Die Abgasdurchflusswerte sind gemäß Anhang III Anlage 1 Abschnitte 1.2.1 bis 1.2.5 zu bestimmen.

Für die NRTC-Prüfung wird die CO<sub>2</sub>-Masse (g/Prüfung) durch Berechnung gemäß Anhang III Anlage 3 Abschnitt 2.1.2.1 bestimmt. Die Abgasdurchflusswerte sind gemäß Anhang III Anlage 1 Abschnitt 2.2.3 zu bestimmen.

▼ **M8**3.2. *Messung im verdünnten Gas*

Dieser Abschnitt 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 III Anlage 1 Abschnitt 1.4.3.2 (NRSC) oder Abschnitt 2.3.3.2 (NRTC) 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 III Anlage 2 Abschnitt 1.5 entsprechen.

Das Messsystem muss den Vorschriften von Anhang III Anlage 1 Abschnitt 1.4.1 (NRSC) oder Abschnitt 2.3.1 (NRTC) entsprechen.

## 3.2.2. Datenauswertung

Die emissionsrelevanten Daten müssen gemäß Anhang III Abschnitt 3.7.4 (NRSC) oder Abschnitt 4.5.7.2 (NRTC) registriert und gespeichert werden.

## 3.2.3. Berechnung der auf den Zyklus gemittelten Emissionen

Wird im trockenen Bezugszustand gemessen, so sind die Werte gemäß Anhang III Anlage 3 Abschnitt 1.3.2 (NRSC) oder Abschnitt 2.1.2.2 (NRTC) in Feuchtwerte umzurechnen.

Für die NRSC-Prüfung wird die CO<sub>2</sub>-Masse (g/h) für jede einzelne Prüfphase durch Berechnung gemäß Anhang III Anlage 3 Abschnitt 1.3.4 bestimmt. Die Durchflusswerte des verdünnten Abgases sind gemäß Anhang III Anlage 1 Abschnitt 1.2.6 zu bestimmen.

Für die NRTC-Prüfung wird die CO<sub>2</sub>-Masse (g/Prüfung) durch Berechnung gemäß Anhang III Anlage 3 Abschnitt 2.2.3 bestimmt. Der Durchflusswert des verdünnten Abgases ist gemäß Anhang III Anlage 3 Abschnitt 2.2.1 zu bestimmen.

Die Werte müssen gemäß Anhang III Anlage 3 Abschnitt 2.2.3.1.1 hintergrundkorrigiert werden.

3.3. *Berechnung der bremspezifischen Emissionen*

## 3.3.1. NRSC

Die bremspezifischen Emissionen  $e_{CO_2}$  (g/kWh) sind folgendermaßen zu berechnen:

$$e_{CO_2} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (CO_{2\,mass,i} \times W_{F,i})}{\sum_{i=1}^{i=n} (P_i \times W_{F,i})}$$

Hierbei bedeuten:

$$P_i = P_{m,i} + P_{AE,i}$$

sowie

$CO_{2\,mass,i}$  CO<sub>2</sub>-Masse der einzelnen Prüfphase (g/h)

$P_{m,i}$  gemessene Leistung der einzelnen Prüfphase (kW)

**▼ M8**

$P_{AE,i}$  Leistung der Hilfseinrichtungen in der einzelnen Prüfphase (kW)

$W_{F,i}$  Wichtungsfaktor der einzelnen Prüfphase

## 3.3.2. NRTC

Die für die Berechnung der bremspezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen erforderliche Zyklusarbeit ist gemäß Anhang III Abschnitt 4.6.2 zu bestimmen.

Die bremspezifischen Emissionen  $e_{CO_2}$  (g/kWh) sind folgendermaßen zu berechnen:

$$e_{CO_2} = \frac{m_{CO_2,hot}}{W_{act,hot}}$$

Hierbei bedeuten:

$m_{CO_2, hot}$  die CO<sub>2</sub>-Emissionsmenge bei der NRTC-Prüfung mit Warmstart (g)

$W_{act, hot}$  die tatsächliche Zyklusarbeit in der NRTC-Prüfung mit Warmstart (kWh).

▼ **M8***Anlage 7***Alternative Bestimmung von CO<sub>2</sub>-Emissionen**

1. **Einleitung**

Falls der Hersteller gemäß der Option in Abschnitt 1.2.1 dieses Anhangs das Verfahren von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 anwendet, gelten für die Meldung von Kohlendioxidemissionen die in dieser Anlage enthaltenen Bestimmungen und Prüfverfahren.
2. **Allgemeine Vorschriften**
  - 2.1. Die Kohlendioxidemissionen sind nach dem in Abschnitt 7.8.3 Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 beschriebenen NRTC-Prüfzyklus mit Warmstart zu bestimmen.
  - 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 Abschnitt findet Anwendung, wenn das Kohlendioxid in den unverdünnten Abgasen gemessen wird.

    - 3.1.1. *Messung*

Die Kohlendioxidemissionen in den Rohabgasen des zu prüfenden Motors sind mit einem nicht dispersiven Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) gemäß Anhang 4B Abschnitt 9.4.6 der UNECE/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 zu messen.

Das Messsystem muss den Linearitätsanforderungen von Anhang 4B Abschnitt 8.1.4 der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 entsprechen.

Das Messsystem muss den Vorschriften von Anhang 4B Abschnitt 8.1.9 der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 entsprechen.
    - 3.1.2. *Datenauswertung*

Die emissionsrelevanten Daten müssen gemäß Anhang 4B Abschnitt 7.8.3.2 der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 registriert und gespeichert werden.
    - 3.1.3. *Berechnung der auf den Zyklus gemittelten Emissionen*

Wird im trockenen Bezugszustand gemessen, so sind die momentanen Konzentrationswerte nach Anlage 8 Abschnitt A.8.2.2 oder Anlage 7 Abschnitt A.7.3.2 von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 in den feuchten Bezugszustand umzurechnen, ehe sie für weitere Berechnungen verwendet werden.

Die CO<sub>2</sub>-Masse (g/Prüfung) ist durch Multiplikation der zeitlich korrigierten momentanen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen mit dem Abgasdurchfluss sowie der Integration über den Prüfzyklus gemäß den folgenden Vorschriften zu bestimmen: entweder

      - a) nach Anlage 8 Abschnitt A.8.2.1.2 und Abschnitt A.8.2.5 von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03, wobei die u-Werte für CO<sub>2</sub> aus Tabelle A.8.1 verwendet werden, oder indem die u-Werte nach Anlage 8 Abschnitt A.8.2.4.2 von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 berechnet werden; oder
      - b) nach Anlage 7 Abschnitt A.7.3.1 und Abschnitt A.7.3.3 von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03.

**▼M8**3.2. *Messung im verdünnten Gas*

Dieser Abschnitt 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 Abschnitt 9.4.6 von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 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 von Anhang 4B Abschnitt 8.1.4 der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 entsprechen.

Das Messsystem muss den Vorschriften von Anhang 4B Abschnitt 8.1.9 der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 entsprechen.

3.2.2. *Datenauswertung*

Die emissionsrelevanten Daten müssen gemäß Anhang 4B Abschnitt 7.8.3.2 der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 registriert und gespeichert werden.

3.2.3. *Berechnung der auf den Zyklus gemittelten Emissionen*

Wird im trockenen Bezugszustand gemessen, so sind die momentanen Konzentrationswerte nach Anlage 8 Abschnitt A.8.3.2 oder Anlage 7 Abschnitt A.7.4.2 von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 in den feuchten Bezugszustand umzurechnen, ehe sie für weitere Berechnungen verwendet werden.

Die CO<sub>2</sub>-Masse (g/Prüfung) ist durch Multiplikation der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen mit dem Durchsatz des verdünnten Abgases gemäß den folgenden Vorschriften zu bestimmen: entweder

- a) nach Anlage 8 Abschnitt A.8.3.1 und Abschnitt A.8.3.4 von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03, wobei die u-Werte für CO<sub>2</sub> aus Tabelle A.8.2 verwendet werden, oder indem die u-Werte nach Anlage 8 Abschnitt A.8.3.3 von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 berechnet werden; oder
- b) nach Anlage 7 Abschnitt A.7.4.1 und Abschnitt A.7.4.3 von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03.

Die Werte müssen gemäß Anlage 8 Abschnitt A.8.3.2.4 oder Anlage 8 Abschnitt A.7.4.1 von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 hintergrundkorrigiert werden.

3.3. *Berechnung der bremsspezifischen Emissionen*

Die für die Berechnung der bremsspezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen erforderliche Zyklusarbeit ist gemäß Anhang 4B Abschnitt 7.8.3.4 der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 zu bestimmen.

**▼ M8**

Die bremspezifischen Emissionen  $e_{CO_2}$  (g/kWh) sind folgendermaßen zu berechnen:

$$e_{CO_2} = \frac{m_{CO_2,hot}}{W_{act,hot}}$$

Hierbei bedeuten:

- $m_{CO_2, hot}$  die CO<sub>2</sub>-Emissionsmenge bei der NRTC-Prüfung mit Warmstart (g)
- $W_{act, hot}$  die tatsächliche Zyklusarbeit in der NRTC-Prüfung mit Warmstart (kWh).

▼ **M2**

## ANHANG IV

**PRÜFVERFAHREN FÜR FREMDZÜNDUNGSMOTOREN**

1. EINLEITUNG
  - 1.1. In diesem Anhang wird das Verfahren zur Bestimmung der Emission gasförmiger Schadstoffe aus den zu prüfenden Motoren beschrieben.
  - 1.2. Die Prüfung ist an einem Motor vorzunehmen, der auf dem Prüfstand mit einem Dynamometer verbunden ist.

## 2. PRÜFBEDINGUNGEN

2.1. **Bedingungen für die Prüfung des Motors**

Die absolute Temperatur  $T_a$  (Kelvin) der Verbrennungsluft am Einlass des Motors und der trockene atmosphärische Druck  $p_s$  (in kPa) sind zu messen, und die Kennzahl  $f_a$  ist nach folgender Formel zu berechnen:

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

2.1.1. *Gültigkeit der Prüfung*

Eine Prüfung ist dann als gültig anzusehen, wenn die Kennzahl  $f_a$ :

$$0,93 \leq f_a \leq 1,07$$

2.1.2. *Motoren mit Ladeluftkühlung*

Die Temperatur des Kühlmittels und die Temperatur der Ladeluft sind zu protokollieren.

2.2. **Ansaugsystem des Motors**

Der zu prüfende Motor muss mit einem Ansaugsystem versehen sein, dessen Lufteinlasswiderstand innerhalb von 10 % der vom Hersteller angegebenen Obergrenze für einen sauberen Luftfilter bei dem Betriebszustand des Motors liegt, bei dem sich nach Angaben des Herstellers der größte Luftdurchsatz bei der jeweiligen Motoranwendung ergibt.

Für kleine Fremdzündungsmotoren (Hubraum < 1 000 cm<sup>3</sup>) ist ein System zu verwenden, das für den installierten Motor repräsentativ ist.

2.3. **Motorauspuffanlage**

Der zu prüfende Motor muss mit einer Auspuffanlage versehen sein, deren Abgasgegendruck innerhalb von 10 % der vom Hersteller angegebenen Obergrenze bei den Motorbetriebsbedingungen liegt, die zur angegebenen Höchstleistung bei der jeweiligen Motoranwendung führen.

Für kleine Fremdzündungsmotoren (Hubraum < 1 000 cm<sup>3</sup>) ist ein System zu verwenden, das für den installierten Motor repräsentativ ist.

2.4. **Kühlsystem**

Es ist ein Motorkühlsystem mit einer Leistungsfähigkeit zu verwenden, die es ermöglicht, die vom Hersteller vorgegebenen üblichen Betriebstemperaturen des Motors aufrechtzuerhalten. Diese Bestimmung gilt für Einheiten, die zur Messung der Leistung abgebaut werden müssen, z. B. für ein Gebläse, bei dem der Lüfter demontiert werden muss, damit die Kurbelwelle zugänglich ist.

**▼ M2****2.5. Schmieröl**

Es ist das Schmieröl zu verwenden, das den Angaben des Herstellers für einen bestimmten Motor und für den Einsatzzweck entspricht. Die Hersteller müssen Motorschmiermittel verwenden, die für handelsübliche Motorschmiermittel repräsentativ sind.

Die Kenndaten des zur Prüfung verwendeten Schmieröls sind in Anhang VII Anlage 2 (Fremdzündungsmotoren) Abschnitt 1.2 zu protokollieren und zusammen mit den Prüfergebnissen vorzulegen.

**2.6. Verstellbare Vergaser**

Für Motoren mit begrenzt verstellbaren Vergasern ist die Motorprüfung bei beiden Extremeinstellungen vorzunehmen.

**2.7. Prüfkraftstoff**

Als Kraftstoff ist der in Anhang V spezifizierte Bezugskraftstoff zu verwenden. Die Oktanzahl und die Dichte des für die Prüfung verwendeten Bezugskraftstoffs sind in Anhang VII Anlage 2 (Fremdzündungsmotoren) Abschnitt 1.1.1 zu protokollieren. Bei Zweitaktmotoren muss das Mischungsverhältnis von Kraftstoff und Öl der Empfehlung des Herstellers entsprechen. Der Ölanteil im den Zweitaktmotoren zugeführten Kraftstoff-Schmiermittel-Gemisch und die sich daraus ergebende Kraftstoffdichte sind in Anhang VII Anlage 2 (Fremdzündungsmotoren) Abschnitt 1.1.4 zu protokollieren.

**2.8. Bestimmung der Einstellungen des Leistungsprüfstands**

Grundlage der Emissionsmessung ist die nichtkorrigierte Bremsleistung. Bestimmte Hilfseinrichtungen, die nur für den Betrieb der Maschine erforderlich und möglicherweise am Motor angebracht sind, sind zur Prüfung zu entfernen. Wurden Hilfseinrichtungen nicht entfernt, ist zur Berechnung der Einstellungen des Leistungsprüfstands die von diesen Einrichtungen aufgenommene Leistung zu bestimmen; ausgenommen sind Motoren, bei denen derartige Hilfseinrichtungen einen integralen Bestandteil des Motors bilden (z. B. Kühlgebläse bei luftgekühlten Motoren).

Der Lufteinlasswiderstand und der Abgasegendruck sind bei Motoren, bei denen eine Einstellung möglich ist, entsprechend den Abschnitten 2.2 und 2.3 auf die vom Hersteller angegebenen Obergrenzen einzustellen. Die maximalen Drehmomentwerte sind bei den vorgegebenen Prüfdrehzahlen durch Messung zu ermitteln, um die Drehmomentwerte für die vorgeschriebenen Prüfphasen berechnen zu können. Bei Motoren, die nicht für den Betrieb über einen bestimmten Drehzahlbereich auf der Volllast-Drehmomentkurve ausgelegt sind, ist das maximale Drehmoment bei den jeweiligen Prüfdrehzahlen vom Hersteller anzugeben. Die Motoreinstellung für jede Prüfphase ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$S = \left( (P_M + P_{AE}) \times \frac{L}{100} \right) - P_{AE}$$

Darin bedeuten:

S Einstellwert des Leistungsprüfstands [kW]

$P_M$  beobachtete oder angegebene Höchstleistung bei Prüfdrehzahl unter den Prüfbedingungen (siehe Anlage 2 des Anhangs VII) [kW]

$P_{AE}$  angegebene Gesamtleistung, die von einer für die Prüfung angebrachten und nicht in Anhang VII Anlage 3 vorgeschriebenen Hilfseinrichtung aufgenommen wurde [kW]

L für die Prüfphase vorgegebenes Teildrehmoment.

**▼ M2**

Bei einem Verhältnis von

$$\frac{P_{AE}}{P_M} \geq 0,03$$

kann der Wert von  $P_{AE}$  durch die technische Behörde überprüft werden, die die Typgenehmigung erteilt.

### 3. DURCHFÜHRUNG DER PRÜFUNG

#### 3.1. Anbringung der Messgeräte

Die Geräte und die Probenahmesonden sind wie vorgeschrieben anzubringen. Wird zur Verdünnung der Auspuffgase ein Vollstrom-Verdünnungssystem verwendet, so ist das Abgasrohr an das System anzuschließen.

#### 3.2. Inbetriebnahme des Verdünnungssystems und des Motors

Das Verdünnungssystem ist zu starten und der Motor anzulassen und warmzufahren, bis alle Temperaturen und Drücke bei Volllast und Nenndrehzahl stabil sind (Abschnitt 3.5.2).

#### 3.3. Einstellung des Verdünnungsverhältnisses

Das Gesamtverdünnungsverhältnis darf nicht weniger als vier betragen.

Bei CO<sub>2</sub>- oder NO<sub>x</sub>-konzentrationsgeregelten Systemen ist der CO<sub>2</sub>- bzw. NO<sub>x</sub>-Gehalt der Verdünnungsluft zu Beginn und Ende jeder Prüfung zu messen. Die vor der Prüfung gemessene CO<sub>2</sub>- bzw. NO<sub>x</sub>-Hintergrundkonzentration der Verdünnungsluft darf von der nach der Prüfung gemessenen Konzentration um höchstens 100 ppm bzw. 5 ppm abweichen.

Bei Verwendung eines mit verdünntem Abgas arbeitenden Analyse-systems sind die jeweiligen Hintergrundkonzentrationen zu bestimmen, indem über die gesamte Prüffolge hinweg Verdünnungsluftproben in einen Probenahmebeutel geleitet werden.

Die fortlaufende Hintergrundkonzentration (ohne Beutel) kann an mindestens drei Punkten (zu Beginn, am Ende und nahe der Zyklusmitte) bestimmt und der Durchschnitt der Werte ermittelt werden. Auf Antrag des Herstellers kann auf Hintergrundmessungen verzichtet werden.

#### 3.4. Überprüfung der Analysegeräte

Die Geräte für die Emissionsanalyse sind auf Null zu stellen und der Messbereich ist zu kalibrieren.

#### 3.5. Prüfzyklus

##### 3.5.1. Vorschrift c für Maschinen und Geräte nach Anhang I Abschnitt 1 a) iii).

Die Prüfung des Motors auf dem Leistungsprüfstand ist nach folgenden Zyklen je nach Art der Maschinen und Geräte durchzuführen:

Zyklus D<sup>(1)</sup>: Motoren mit konstanter Drehzahl und veränderlicher Last, z. B. Stromaggregate;

Zyklus G1: nicht handgehaltene Geräte für Zwischendrehzahlanwendungen;

Zyklus G2: nicht handgehaltene Geräte für Nenndrehzahlanwendungen;

Zyklus G3: handgehaltene Geräte.

<sup>(1)</sup> Identisch mit dem Zyklus D2 der Norm ISO 8168-4: 1996(E).

▼ **M2**

## 3.5.1.1. Prüfphasen und Wichtungsfaktoren

Zyklus D											
Prüfphase	1	2	3	4	5						
Motordrehzahl	Nenndrehzahl					Zwischendrehzahl					Untere Leerlaufdrehzahl
Last <sup>(1)</sup> %	100	75	50	25	10						
Wichtungsfaktor	0,05	0,25	0,3	0,3	0,1						

Zyklus G1											
Prüfphase						1	2	3	4	5	6
Motordrehzahl	Nenndrehzahl					Zwischendrehzahl					Untere Leerlaufdrehzahl
Last %						100	75	50	25	10	0
Wichtungsfaktor						0,09	0,2	0,29	0,3	0,07	0,05

Zyklus G2											
Prüfphase	1	2	3	4	5						6
Motordrehzahl	Nenndrehzahl					Zwischendrehzahl					Untere Leerlaufdrehzahl
Last %	100	75	50	25	10						0
Wichtungsfaktor	0,09	0,2	0,29	0,3	0,07						0,05

Zyklus G3											
Prüfphase	1										2
Motordrehzahl	Nenndrehzahl					Zwischendrehzahl					Untere Leerlaufdrehzahl
Last %	100										0
Wichtungsfaktor	0,85 (*)										0,15 (*)

(<sup>1</sup>) Die Lastzahlen sind Prozentwerte des Drehmoments entsprechend der Grundleistungsangabe, die definiert wird als während einer Folge mit variabler Leistung verfügbare maximale Leistung, die für eine unbegrenzte Anzahl von Stunden pro Jahr erbracht werden kann, und zwar zwischen angegebenen Wartungsintervallen und unter den angegebenen Umgebungsbedingungen, wenn die Wartung wie vom Hersteller vorgeschrieben durchgeführt wird. Eine bessere Veranschaulichung der Grundleistung vermittelt Bild 2 der Norm ISO 8528-1: 1993(E).

(\*) Für Stufe I ist die Anwendung von 0,90 und 0,10 anstelle von 0,85 bzw. 0,15 zulässig.

## 3.5.1.2. Auswahl eines geeigneten Prüfzyklus

Ist der Hauptverwendungszweck eines Motormodells bekannt, kann der Prüfzyklus anhand der Beispiele in Abschnitt 3.5.1.3 gewählt werden. Ist der Hauptverwendungszweck ungewiss, sollte der geeignete Prüfzyklus ausgehend von der Motorspezifikation ausgewählt werden.

▼ **M2**

## 3.5.1.3. Beispiele (Aufzählung nicht erschöpfend)

Typische Beispiele

für Zyklus D:

Stromaggregate mit veränderlicher Last, einschließlich Stromaggregate auf Schiffen und in Zügen (nicht für den Antrieb), Kühlaggregate, Schweißaggregate;

Gasverdichter.

für Zyklus G1:

Aufsitzmäher mit Front- oder Heckmotor;

Golfwagen;

Rasenkehrmaschinen;

handgeführte Rasenmäher (Sichelmäher oder Spindelmäher);

Schneeräumgeräte;

Abfallzerkleinerer.

für Zyklus G2:

Tragbare Generatoren, Pumpen, Schweißgeräte und Luftverdichter; auch Rasen- und Gartengeräte, die bei Motornendrehzahl betrieben werden.

für Zyklus G3:

Gebläse;

Kettensägen;

Heckenschneider;

tragbare Sägemaschinen;

Motorhacken;

Farbspritzgeräte;

Rasentrimmer;

Sauggeräte.

3.5.2. *Konditionierung des Motors*

Den Motor und das System bei Höchstdrehzahl und maximalem Drehmoment warmlaufen lassen, um die Motorkennwerte entsprechend den Empfehlungen des Herstellers zu stabilisieren.

*Anmerkung:* Mit dieser Konditionierungszeit soll zudem der Einfluss von Ablagerungen in der Auspuffanlage, die aus einer früheren Prüfung stammen, verhindert werden. Ferner ist zwischen den Prüfphasen eine Stabilisierungsperiode vorgeschrieben, die der weitestgehenden Ausschaltung einer gegenseitigen Beeinflussung bei den einzelnen Prüfphasen dient.

3.5.3. *Prüffolge*

Die Prüfzyklen G1, G2 oder G3 sind in aufsteigender Reihenfolge der Prüfphasennummer des betreffenden Zyklus durchzuführen. Die Probenahmezeit in jeder Prüfphase beträgt mindestens 180 s. Die Konzentrationswerte der Abgasemissionen sind für die letzten 120 s der jeweiligen Probenahmezeit zu messen und zu protokollieren. Für jeden Messpunkt muss die Dauer der Prüfphase lang genug sein, damit die Wärmestabilität des Motors vor Beginn der Probenahme erreicht wird. Die Dauer der Prüfphasen ist zu protokollieren und anzugeben.

▼ **M2**

- a) Für Motoren, die mit der Prüfanordnung Dynamometer-Drehzahlregelung geprüft werden: Nach der einleitenden Übergangsperiode muss bei jeder Phase des Prüfzyklus die vorgeschriebene Drehzahl innerhalb des höheren Wertes von entweder  $\pm 1\%$  der Nenndrehzahl oder  $\pm 3 \text{ min}^{-1}$  gehalten werden; dies gilt nicht für die untere Leerlaufdrehzahl, bei der die vom Hersteller angegebenen Toleranzen einzuhalten sind. Das angegebene Drehmoment ist so zu halten, dass der Durchschnitt für den Zeitraum der Messungen mit einer Toleranz von  $\pm 2\%$  dem maximalen Drehmoment bei der Prüfdrehzahl entspricht.
- b) Für Motoren, die mit der Prüfanordnung Dynamometer-Lastregelung geprüft werden: Nach der einleitenden Übergangsperiode muss bei jeder Phase des Prüfzyklus die vorgeschriebene Drehzahl innerhalb des höheren Wertes von entweder  $\pm 2\%$  der Nenndrehzahl oder  $\pm 3 \text{ min}^{-1}$ , auf jeden Fall aber innerhalb von  $\pm 5\%$  gehalten werden; dies gilt nicht für die untere Leerlaufdrehzahl, bei der die vom Hersteller angegebenen Toleranzen einzuhalten sind.

Bei Phasen des Prüfzyklus, in denen das vorgeschriebene Drehmoment 50 % oder mehr des maximalen Drehmoments bei der Prüfdrehzahl beträgt, muss das angegebene mittlere Drehmoment im Datenerfassungszeitraum innerhalb von  $\pm 5\%$  des vorgeschriebenen Drehmoments gehalten werden. Bei Phasen des Prüfzyklus, in denen das vorgeschriebene Drehmoment weniger als 50 % des maximalen Drehmoments bei der Prüfdrehzahl beträgt, muss das angegebene durchschnittliche Drehmoment im Datenerfassungszeitraum innerhalb des höheren Wertes von entweder  $\pm 10\%$  des vorgeschriebenen Drehmoments oder  $\pm 0,5 \text{ Nm}$  gehalten werden.

3.5.4. *Ansprechverhalten der Analysegeräte*

Das Ausgangssignal der Analysatoren ist auf einem Bandschreiber aufzuzeichnen oder mit einem gleichwertigen Datenerfassungssystem zu messen, wobei das Abgas mindestens während der letzten 180 s jeder Prüfphase durch die Analysatoren strömen muss. Wird für die Messung des verdünnten CO und CO<sub>2</sub> ein Probenahmebeutel verwendet (siehe Anlage 1 Abschnitt 1.4.4), so ist die Probe während der letzten 180 s jeder Prüfphase in den Beutel zu leiten, und die Beutelprobe ist zu analysieren und zu protokollieren.

3.5.5. *Motorbedingungen*

Motordrehzahl und Last, Ansauglufttemperatur und Kraftstoffdurchsatz sind bei jeder Prüfphase nach der Stabilisierung des Motors zu messen. Alle zusätzlich für die Berechnung erforderlichen Daten sind aufzuzeichnen (siehe Anlage 3 Abschnitte 1.1 und 1.2).

3.6. **Erneute Überprüfung der Analysegeräte**

Nach der Emissionsprüfung werden ein Nullgas und dasselbe Kalibriergas zur erneuten Überprüfung verwendet. Die Prüfung ist als gültig anzusehen, wenn die Differenz zwischen den beiden Messergebnissen weniger als 2 % beträgt.

▼ **M2***Anlage 1***1. MESS- UND PROBENAHMEVERFAHREN**

Die gasförmigen Bestandteile der Emissionen des zur Prüfung vorgeführten Motors sind mit den in Anhang VI beschriebenen Methoden zu messen. Die Beschreibung dieser Methoden in Anhang VI umfasst auch eine Darstellung der empfohlenen analytischen Systeme für die gasförmigen Emissionen (Abschnitt 1.1).

**1.1. Leistungsprüfstand**

Es ist ein Motorprüfstand zu verwenden, der entsprechende Eigenschaften aufweist, um die in Anhang IV Abschnitt 3.5.1 beschriebenen Prüfzyklen durchzuführen. Die Messgeräte für Drehmoment und Drehzahl müssen die Messung der Nettoleistung innerhalb der vorgegebenen Grenzwerte ermöglichen. Es können zusätzliche Berechnungen erforderlich sein.

Die Messgeräte müssen eine solche Messgenauigkeit aufweisen, dass die Höchsttoleranzen der in Abschnitt 1.3 angegebenen Werte nicht überschritten werden.

**1.2. Kraftstoffdurchsatz und Gesamtdurchsatz des verdünnten Abgases**

Zur Messung des Kraftstoffdurchsatzes, der zur Berechnung der Emissionen herangezogen wird (Anlage 3), sind Geräte mit der in Abschnitt 1.3 vorgeschriebenen Genauigkeit zu verwenden. Bei Verwendung eines Vollstrom-Verdünnungssystems muss der Gesamtdurchsatz des verdünnten Abgases ( $G_{TOTW}$ ) mit einer PDP oder einem CFV gemessen werden (Anhang VI Abschnitt 1.2.1.2). Die Messgenauigkeit muss den Bestimmungen von Anhang III Anlage 2 Abschnitt 2.2 entsprechen.

**1.3. Genauigkeit**

Die Kalibrierung aller Messgeräte muss auf nationale (internationale) Normen rückführbar sein und den Vorschriften in den Tabellen 2 und 3 entsprechen.

Tabelle 2 — Zulässige Fehlergrenzen der Messinstrumente für Motordaten

Nr.	Benennung	Zulässige Abweichung
1	Motordrehzahl	± 2 % des Ablesewertes oder, falls größer, ± 1 % des Höchstwertes des Motors
2	Drehmoment	± 2 % des Ablesewertes oder, falls größer, ± 1 % des Höchstwertes des Motors
3	Kraftstoffverbrauch <sup>(a)</sup>	± 2 % des Höchstwertes des Motors
4	Luftverbrauch <sup>(a)</sup>	± 2 % des Ablesewertes oder, falls größer, ± 1 % des Höchstwertes des Motors

<sup>(a)</sup> Den in dieser Richtlinie beschriebenen Berechnungsverfahren für die Abgasemissionen sind in einigen Fällen unterschiedliche Mess- und/oder Berechnungsverfahren zugrunde gelegt. Bedingt durch die vorgegebene Gesamttoleranz für die Berechnung der Abgasemission müssen die Grenzwerte für einzelne Parameter, die in den jeweiligen Gleichungen benutzt werden, kleiner als die Fehlergrenzen nach ISO 3046-3 sein.

▼ **M2**

Tabelle 3 — Zulässige Fehlergrenzen der Messinstrumente für andere wichtige Messparameter

Nr.	Benennung	Zulässige Abweichung
1	Temperatur $\leq 600$ K	$\pm 2$ K absolut
2	Temperatur $\geq 600$ K	$\pm 1$ % des Ablesewertes
3	Abgasgegendruck	$\pm 0,2$ kPa absolut
4	Druckabfall im Ansaugluftverteiler	$\pm 0,05$ kPa absolut
5	Luftdruck	$\pm 0,1$ kPa absolut
6	Andere Drücke	$\pm 0,1$ kPa absolut
7	Relative Luftfeuchtigkeit	$\pm 3$ % absolut
8	Absolute Luftfeuchtigkeit	$\pm 5$ % des Ablesewertes
9	Verdünnungsluftdurchsatz	$\pm 2$ % des Ablesewertes
10	Durchsatz des verdünnten Abgases	$\pm 2$ % des Ablesewertes

1.4. **Bestimmung der gasförmigen Bestandteile**1.4.1. *Allgemeine Vorschriften für Analysegeräte*

Die Analysegeräte müssen einen Messbereich haben, der den Anforderungen an die Genauigkeit bei der Messung der Konzentrationen der Abgasbestandteile entspricht (Abschnitt 1.4.1.1). Es wird empfohlen, die Analysegeräte so zu bedienen, dass die gemessene Konzentration zwischen 15 % und 100 % des vollen Skalenendwertes liegt.

Liegt der volle Skalenendwert bei 155 ppm (oder ppm C) oder darunter oder werden Ablesesysteme (Computer, Datenerfasser) verwendet, die unterhalb von 15 % des vollen Skalenendwertes eine ausreichende Genauigkeit und Auflösung aufweisen, sind auch Konzentrationen unter 15 % des vollen Skalenendwertes zulässig. In diesem Fall müssen zusätzliche Kalibrierungen vorgenommen werden, um die Genauigkeit der Kalibrierkurven zu gewährleisten (Anlage 2 Abschnitt 1.5.5.2 dieses Anhangs).

Die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) der Geräte muss auf einem Niveau sein, das zusätzliche Fehler weitestgehend verhindert.

1.4.1.1. **Genauigkeit**

Das Analysegerät darf vom Nennwert des Kalibrierpunktes um höchstens  $\pm 2$  % des Ablesewertes über den gesamten Messbereich außer Null sowie vom vollen Skalenendwert bei Null um  $\pm 0,3$  % abweichen. Die Genauigkeit ist anhand der in Abschnitt 1.3. aufgeführten Kalibriervorschriften zu bestimmen.

1.4.1.2. **Wiederholbarkeit**

Die Wiederholbarkeit, definiert als das 2,5fache der Standardabweichung zehn wiederholter Ansprechreaktionen auf ein bestimmtes Kalibriergas, darf höchstens  $\pm 1$  % der vollen Skalenendkonzentration für jeden verwendeten Messbereich über 100 ppm (oder ppm C) oder  $\pm 2$  % für jeden verwendeten Messbereich unter 100 ppm (oder ppm C) betragen.

1.4.1.3. **Rauschen**

Das Peak-to-Peak-Ansprechen der Analytoren auf Null- und Kalibriergase darf während eines Zeitraums von zehn Sekunden 2 % des vollen Skalenendwertes bei allen verwendeten Bereichen nicht überschreiten.

▼ **M2**

## 1.4.1.4. Nullpunktdrift

Der Nullpunktwert wird definiert als mittleres Ansprechen (einschließlich Rauschen) auf ein Nullgas in einem Zeitabschnitt von 30 Sekunden. Die Nullpunktdrift während eines Zeitraums von einer Stunde muss weniger als 2 % des vollen Skalenendwerts beim niedrigsten verwendeten Bereich betragen.

## 1.4.1.5. Messbereichsdrift

Der Messbereichskalibrierausschlag wird definiert als mittlerer Ausschlag (einschließlich Rauschen) auf ein Messbereichskalibriergas in einem Zeitabschnitt von 30 Sekunden. Die Messbereichsdrift während eines Zeitraums von einer Stunde muss weniger als 2 % des vollen Skalenendwerts beim niedrigsten verwendeten Bereich betragen.

1.4.2. *Gastrocknung*

Abgase können im feuchten oder trockenen Zustand gemessen werden. Eine gegebenenfalls benutzte Einrichtung zur Gastrocknung darf nur einen minimalen Einfluss auf die Konzentration der zu messenden Gase haben. Die Anwendung chemischer Trockner zur Entfernung von Wasser aus der Probe ist nicht zulässig.

1.4.3. *Analysegeräte*

Die bei der Messung anzuwendenden Grundsätze werden in den Abschnitten 1.4.3.1 bis 1.4.3.5 dieser Anlage beschrieben. Eine ausführliche Darstellung der Messsysteme ist in Anhang VI enthalten.

Die zu messenden Gase sind mit den nachfolgend aufgeführten Geräten zu analysieren. Bei nichtlinearen Analysatoren ist die Verwendung von Linearisierungsschaltkreisen zulässig.

## 1.4.3.1. Kohlenmonoxid-(CO-)Analyse

Der Kohlenmonoxidanalysator muss ein nichtdispersiver Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) sein.

1.4.3.2. Kohlendioxid-(CO<sub>2</sub>-)Analyse

Der Kohlendioxidanalysator muss ein nichtdispersiver Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) sein.

1.4.3.3. Sauerstoff-(O<sub>2</sub>-)Analyse

Für die Analyse von Sauerstoff muss ein Gerät nach dem paramagnetischen Messprinzip (PMD), ein Zirkoniumdioxidsensor (ZRDO) oder ein elektrochemischer Sensor (ECS) verwendet werden.

*Anmerkung:* Wenn die HC- oder CO-Konzentration wie z. B. bei Benzin-Magermotoren hoch ist, ist die Verwendung von Zirkoniumdioxidsensoren nicht zu empfehlen. Bei elektrochemischen Sensoren muss die CO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Querempfindlichkeit kompensiert werden.

## 1.4.3.4. Kohlenwasserstoff-(HC-)Analyse

Im Fall der Entnahme von unverdünnten Gasproben muss zur Kohlenwasserstoffanalyse ein beheizter Flammenionisationsdetektor (HFID) mit Detektor, Ventilen, Rohrleitungen usw. verwendet werden, 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.

Im Fall der Entnahme von verdünnten Gasproben muss zur Kohlenwasserstoffanalyse ein beheizter Flammenionisationsdetektor (HFID) oder ein Flammenionisationsdetektor (FID) verwendet werden.

**▼ M2**1.4.3.5. Stickoxid-(NO<sub>x</sub>-)Analyse

Der Stickoxidanalysator muss ein Chemilumineszenzanalysator (CLD) oder beheizter Chemilumineszenzanalysator (HCLD) mit einem NO<sub>2</sub>/NO-Konverter sein, wenn die Messung im trockenen Bezugszustand erfolgt. Bei Messung im feuchten Bezugszustand ist ein auf über 328 K (55 °C) gehaltener HCLD mit Konverter zu verwenden, sofern die Prüfung auf Wasserdampfquerempfindlichkeit (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 1.9.2.2) erfüllt ist. Sowohl für CLD als auch für HCLD muss der Probenweg 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.

1.4.4. *Probenahme von Emissionen gasförmiger Schadstoffe*

Wird die Zusammensetzung des Abgases durch eine Anlage zur Abgasnachbehandlung beeinflusst, so muss die Abgasprobe hinter dieser Anlage entnommen werden.

Die Abgasprobenahmesonde muss sich auf der Hochdruckseite des Schalldämpfers, jedoch so weit wie möglich entfernt vom Abgasaustritt befinden. Um sicherzustellen, dass die Abgase des Motors vor der Probenahme vollständig vermischt sind, kann zwischen Schalldämpfer und Sonde wahlweise eine Mischkammer eingefügt werden. Das Volumen der Mischkammer darf nicht kleiner sein als das 10fache Zylinderarbeitsvolumen des Prüfmotors und sollte ähnlich einem Würfel annähernd gleiche Abmessungen bei Höhe, Breite und Tiefe aufweisen. Die Mischkammer sollte so klein wie möglich gehalten und so nahe wie möglich am Motor angebracht werden. Die von der Mischkammer oder aus dem Schalldämpfer abgehende Abgasleitung sollte mindestens eine Länge von 610 mm ab der Probenahmesonde aufweisen und groß genug sein, um den Abgasgegendruck zu minimieren. Die Temperatur der Innenwände der Mischkammer muss über dem Taupunkt des Abgases gehalten werden, wobei eine Mindesttemperatur von 338 K (65 °C) empfohlen wird.

Alle Bestandteile können wahlweise direkt im Verdünnungstunnel oder durch Probenahme in einen Beutel und nachfolgende Messung der Konzentration im Probenahmebeutel bestimmt werden.

▼ **M2***Anlage 2*

## 1. KALIBRIERUNG DER ANALYSEGERÄTE

1.1. **Einleitung**

Jedes Analysegerät ist so oft wie nötig zu kalibrieren, damit es den in diesem Standard festgelegten Anforderungen an die Genauigkeit entspricht. Das bei den Analysegeräten nach Anlage 1 Abschnitt 1.4.3 anzuwendende Kalibrierverfahren ist in diesem Abschnitt beschrieben.

1.2. **Kalibriergase**

Die Haltbarkeitsdauer aller Kalibriergase ist zu beachten.

Das vom Hersteller angegebene Verfallsdatum der Kalibriergase ist zu protokollieren.

1.2.1. *Reine Gase*

Die erforderliche Reinheit der Gase ergibt sich aus den untenstehenden Grenzwerten der Verschmutzung. Folgende Gase müssen verfügbar sein:

- gereinigter Stickstoff (Verschmutzung  $\leq 1$  ppm C,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,1$  ppm NO)
- gereinigter Sauerstoff (Reinheitsgrad  $> 99,5$  Vol.-% O<sub>2</sub>)
- Wasserstoff-Helium-Gemisch (40  $\pm$  2 % Wasserstoff, Rest Helium) Verschmutzung  $\leq 1$  ppm C,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>
- gereinigte synthetische Luft (Verschmutzung  $\leq 1$  ppm C,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,1$  ppm NO (Sauerstoffgehalt 18-21 Vol.-%).

1.2.2. *Kalibriergase*

Gasgemische mit folgender chemischer Zusammensetzung müssen verfügbar sein:

- C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> und gereinigte synthetische Luft (siehe Abschnitt 1.2.1)
- CO und gereinigter Stickstoff
- NO<sub>x</sub> und gereinigter Stickstoff (die in diesem Kalibriergas enthaltene NO<sub>2</sub>-Menge darf 5 % des NO-Gehalts nicht übersteigen)
- 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

*Anmerkung:* Andere Gaskombinationen sind zulässig, sofern die Gase nicht miteinander reagieren.

Die tatsächliche Konzentration eines Kalibriergases muss innerhalb von  $\pm 2$  % des Nennwertes liegen. Alle Kalibriergaskonzentrationen sind als Volumenanteil auszudrücken (Volumenprozent oder ppm als Volumenanteil).

Die zur Kalibrierung verwendeten Gase können auch mit Hilfe von Präzisionsmischvorrichtungen (Gasteiler) durch Zusatz von gereinigtem N<sub>2</sub> oder gereinigter synthetischer Luft gewonnen werden. Die Mischvorrichtung muss so genau sein, dass die Konzentrationen der verdünnten Kalibriergase mit einer Genauigkeit von  $\pm 1,5$  % bestimmt werden können. Dabei müssen die zur Mischung verwendeten Primärgase auf  $\pm 1$  % genau bekannt sein und sich auf nationale oder internationale Gasnormen zurückführen lassen. Die Überprüfung ist bei jeder mit Hilfe einer Mischvorrichtung vorgenommenen Kalibrierung bei 15 bis 50 % des vollen Skalenendwertes durchzuführen.

▼ **M2**

Wahlweise kann die Mischvorrichtung mit einem Instrument überprüft werden, das dem Wesen nach 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 des Instruments zu vergleichen. Die Differenz muss in jedem Punkt innerhalb von  $\pm 0,5\%$  des Nennwertes liegen.

1.2.3. *Überprüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit*

Prüfgase für die Sauerstoffquerempfindlichkeit müssen Propan mit 350 ppm C Kohlenwasserstoff enthalten. Der Konzentrationswert ist unter Berücksichtigung der Kalibriergastoleranzen durch chromatographische Analyse der gesamten Kohlenwasserstoffe mit Unreinheiten oder durch dynamisches Mischen zu bestimmen. Für die Prüfung von Benzinmotoren ist folgende Mischung erforderlich:

O <sub>2</sub> -Querempfindlichkeits-Konzentration	Rest
10 (9 bis 11)	Stickstoff
5 (4 bis 6)	Stickstoff
0 (0 bis 1)	Stickstoff

1.3. **Einsatz der Analysegeräte und des Probenahmesystems**

Beim Einsatz der Analysegeräte sind die Anweisungen der Gerätehersteller für die Inbetriebnahme und den Betrieb zu beachten. Die in den Abschnitten 1.4 bis 1.9 enthaltenen Mindestanforderungen sind einzuhalten. Für Laborinstrumente wie GC-Geräte und HPLC-Geräte (Hochleistungsflüssigchromatographie) gilt nur Abschnitt 1.5.4.

1.4. **Dichtheitsprüfung**

Das System ist einer Dichtheitsprüfung zu unterziehen. Die Sonde ist aus der Abgasanlage zu entfernen, und deren Ende ist zu verschließen. Die Analysatorpumpe ist einzuschalten. Nach einer anfänglichen Stabilisierungsphase müssen alle Durchflussmesser Null anzeigen. Ist dies nicht der Fall, so sind die Entnahmeleitungen zu überprüfen, und der Fehler ist zu beheben.

Die höchstzulässige 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.

Als Alternative kann das System auf einen Druck von mindestens 20 kPa Vakuum (80 kPa absolut) entleert werden. Nach einer anfänglichen Stabilisierungsphase darf die Druckzunahme  $\delta p$  (kPa/min) im System folgenden Wert nicht übersteigen:

$$\delta p = p/V_{\text{sys}} \times 0,005 \times fr$$

Hierbei bedeuten:

$V_{\text{sys}}$  = Systemvolumen [l]

$fr$  = Systemdurchsatz [l/min]

Eine weitere Methode ist die Schrittänderung der Konzentration am Anfang der Probenahmeleitung durch Umstellung von Null- auf Kalibriergas. Zeigt der Ablesewert nach einem ausreichend langen Zeitraum eine im Vergleich zur eingeführten Konzentration geringere Konzentration an, so deutet dies auf Probleme mit der Kalibrierung oder Dichtheit hin.

**▼ M2****1.5. Kalibrierverfahren**1.5.1. *Messsystem*

Das Messsystem ist zu kalibrieren, und die Kalibrierkurven sind mit Hilfe von Kalibriergasen zu überprüfen. Es sind die gleichen Gas-mengenwerte wie bei der Abgasprobenahme zugrunde zu legen.

1.5.2. *Aufheizzeit*

Die Aufheizzeit richtet sich nach den Empfehlungen des Herstellers. Sind dazu keine Angaben vorhanden, so wird für das Beheizen der Analysegeräte eine Mindestzeit von zwei Stunden empfohlen.

1.5.3. *NDIR- und HFID-Analysatoren*

Der NDIR-Analysator muss, falls erforderlich, abgestimmt und die Flamme des HFID-Analysators optimiert werden (Abschnitt 1.9.1).

1.5.4. *GC und HPCL*

Beide Geräte sind entsprechend den Normen für gute Laborpraxis und den Empfehlungen des Herstellers zu kalibrieren.

1.5.5. *Erstellung der Kalibrierkurven*1.5.5.1. *Allgemeine Hinweise*

- a) Jeder bei normalem Betrieb verwendete Messbereich ist zu kalibrieren.
- b) Die CO-, CO<sub>2</sub>-, NO<sub>x</sub>- und HC-Analysatoren sind unter Verwendung von gereinigter synthetischer Luft (oder Stickstoff) auf Null einzustellen.
- c) Die entsprechenden Kalibriergase sind in die Analysatoren einzuleiten und die Werte aufzuzeichnen, und die Kalibrierkurven sind zu ermitteln.
- d) Für alle Instrumentenbereiche mit Ausnahme des untersten Bereichs muss die Kalibrierkurve aus mindestens 10 Kalibrierpunkten (Nullpunkt ausgenommen) mit gleichen Abständen erstellt werden. Für den untersten Instrumentenbereich muss die Kalibrierkurve aus mindestens 10 Kalibrierpunkten (Nullpunkt ausgenommen) erstellt werden, die so angeordnet sind, dass die Hälfte der Kalibrierpunkte unterhalb von 15 % des vollen Skalenendwertes des Analysators und der Rest über 15 % des vollen Skalenendwertes liegt. Für alle Bereiche muss der Nennwert der höchsten Konzentration mindestens 90 % des vollen Skalenendwertes betragen.
- e) Die Kalibrierkurve wird nach der Methode der Fehlerquadrate berechnet. Es kann eine lineare oder nichtlineare Gleichung mit bester Übereinstimmung verwendet werden.
- f) Die Kalibrierpunkte dürfen von der Linie der besten Übereinstimmung der Fehlerquadrate um höchstens  $\pm 2\%$  des Ablesewertes oder  $\pm 0,3\%$  des vollen Skalenendwertes abweichen, je nachdem, welcher Wert höher ist.
- g) Die Nulleinstellung ist nochmals zu überprüfen und das Kalibrierverfahren erforderlichenfalls zu wiederholen.

1.5.5.2. *Andere Methoden*

Wenn nachgewiesen werden kann, dass sich mit anderen Methoden (z. B. Computer, elektronisch gesteuerter Messbereichsschalter) die gleiche Genauigkeit erreichen lässt, dürfen auch diese angewendet werden.

▼ **M2****1.6. Überprüfung der Kalibrierung**

Jeder bei normalem Betrieb verwendete Messbereich ist vor jeder Analyse wie folgt zu überprüfen:

Die Kalibrierung wird unter Verwendung eines Nullgases und eines Messbereichskalibriergases überprüft, dessen Nennwert mehr als 80 % des vollen Skalenendwerts des Messbereichs beträgt.

Weicht bei den beiden untersuchten Punkten der ermittelte Wert um höchstens  $\pm 4\%$  des vollen Skalenendwerts vom angegebenen Bezugswert ab, so können die Einstellparameter geändert werden. Sollte dies nicht der Fall sein, so ist eine neue Kalibrierkurve nach Abschnitt 1.5.5.1 zu ermitteln.

**1.7. Kalibrierung des Tracergas-Analysators für die Messung des Abgasdurchsatzes**

Der Analysator für die Messung der Tracergaskonzentration ist unter Verwendung des Kalibriergases zu kalibrieren.

Die Kalibrierkurve muss aus mindestens 10 Kalibrierpunkten (Nullpunkt ausgenommen) erstellt werden, die so angeordnet sind, dass die Hälfte der Kalibrierpunkte zwischen 4 und 20 % des vollen Skalenendwertes des Analysators und der Rest zwischen 20 und 100 % des vollen Skalenendwertes liegt. Die Kalibrierkurve wird nach der Methode der Fehlerquadrate berechnet.

Die Kalibrierkurve darf im Bereich von 20 % bis 100 % des vollen Skalenendwertes höchstens um  $\pm 1\%$  des vollen Skalenendwertes vom Nennwert jedes Kalibrierpunktes abweichen. Im Bereich von 4 % bis 20 % des vollen Skalenendwertes darf sie zudem höchstens  $\pm 2\%$  des Ablesewertes vom Nennwert abweichen. Vor dem Prüflauf ist der Analysator auf Null einzustellen und zu kalibrieren; dazu ist ein Nullgas und ein Kalibriergas zu verwenden, dessen Nennwert mehr als 80 % des vollen Skalenendwertes des Analysators beträgt.

**1.8. Prüfung des Wirkungsgrades des NO<sub>x</sub>-Konverters**

Der Wirkungsgrad des Konverters, der zur Umwandlung von NO<sub>2</sub> in NO verwendet wird, wird wie in den Abschnitten 1.8.1 bis 1.8.8 (Anhang III Anlage 2 Abbildung 1) angegeben bestimmt.

**1.8.1. Prüfanordnung**

Diese Überprüfung kann mit einem Ozonator entsprechend der in Anhang III Abbildung 1 dargestellten Prüfanordnung und nach dem nachstehend beschriebenen Verfahren durchgeführt werden.

**1.8.2. Kalibrierung**

Der CLD und der HCLD sind in dem am meisten verwendeten Messbereich nach den Angaben des Herstellers unter Verwendung von Null- und Kalibriergas (dessen NO-Gehalt ungefähr 80 % des vollen Skalenendwertes 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 NO-Betrieb eingestellt werden, so dass das Kalibriergas nicht in den Konverter gelangt. Die angezeigte Konzentration ist zu protokollieren.

**1.8.3. Berechnung**

Der Wirkungsgrad des NO<sub>x</sub>-Konverters wird wie folgt berechnet:

$$\text{Wirkungsgrad (\%)} = \left( 1 + \frac{a-b}{c-d} \times 100 \right)$$

▼ M2

Hierbei bedeuten:

a = NO<sub>x</sub>-Konzentration nach Abschnitt 1.8.6

b = NO<sub>x</sub>-Konzentration nach Abschnitt 1.8.7

c = NO-Konzentration nach Abschnitt 1.8.4

d = NO-Konzentration nach Abschnitt 1.8.5

1.8.4. *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 Abschnitt 1.8.2 ist. (Der Analysator befindet sich im NO-Betriebszustand.)

Die angezeigte Konzentration (c) ist aufzuzeichnen. Während des gesamten Vorgangs muss der Ozongenerator ausgeschaltet sein.

1.8.5. *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 Abschnitt 1.8.2 zurückgeht. Die angezeigte Konzentration (d) ist aufzuzeichnen. (Der Analysator befindet sich im NO-Betriebszustand.)

1.8.6. *NO<sub>x</sub>-Betriebszustand*

Der NO-Analysator wird dann auf den NO<sub>x</sub>-Betriebszustand umgeschaltet, wodurch das Gasgemisch (bestehend aus NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>) nun durch den Konverter strömt. Die angezeigte Konzentration (a) ist aufzuzeichnen. (Der Analysator befindet sich im NO<sub>x</sub>-Betriebszustand.)

1.8.7. *Ausschalten des Ozongenerators*

Danach wird der Ozongenerator ausgeschaltet. Das Gasgemisch nach Abschnitt 1.8.6 strömt durch den Konverter in den Messteil. Die angezeigte Konzentration (b) ist aufzuzeichnen. (Der Analysator befindet sich im NO<sub>x</sub>-Betriebszustand.)

1.8.8. *NO-Betriebszustand*

Wird bei abgeschaltetem Ozongenerator auf den NO-Betriebszustand 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 Abschnitt 1.8.2 gemessenen Wert um höchstens ± 5 % abweichen. (Der Analysator befindet sich im NO-Betriebszustand.)

1.8.9. *Prüfabstände*

Der Wirkungsgrad des Konverters muss monatlich überprüft werden.

1.8.10. *Vorgeschriebener Wirkungsgrad*

Der Wirkungsgrad des Konverters darf nicht geringer sein als 90 %, doch wird ein höherer Wirkungsgrad von 95 % ausdrücklich empfohlen.

*Anmerkung:* Kann der Ozongenerator bei Einstellung des Analysators auf den am meisten verwendeten Messbereich keinen Rückgang von 80 % auf 20 % gemäß Abschnitt 1.8.5 bewirken, so ist der größte Bereich zu verwenden, mit dem der Rückgang bewirkt werden kann.

▼ **M2**1.9. **Einstellung des FID**1.9.1. *Optimierung des Ansprechverhaltens des Detektors*

Der HFID 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.

Sind Kraftstoff- und Luftdurchsatz entsprechend den Empfehlungen des Herstellers eingestellt, 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 stufenweise ober- und unterhalb der Herstellerangabe zu justieren. Die Differenz zwischen dem Ansprechverhalten des Kalibrier- und des Nullgases bei diesen Kraftstoffdurchsätzen ist zu protokollieren. Die Differenz zwischen dem Kalibrier- und dem Nullgas-Ansprechen ist in Kurvenform aufzutragen und der Kraftstoffdurchsatz auf die fette Seite der Kurve einzustellen. Diese Ausgangseinstellung des Kraftstoffdurchsatzes muss in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Ansprechfaktoren bei Kohlenwasserstoffen und der Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit nach 1.9.2 und 1.9.3 unter Umständen noch weiter optimiert werden.

Erfüllen die Sauerstoffquerempfindlichkeit oder die Ansprechfaktoren bei Kohlenwasserstoffen die folgenden Vorschriften nicht, ist der Luftdurchfluss stufenweise ober- und unterhalb den Herstellerangaben gemäß Abschnitt 1.9.2 und 1.9.3 für jeden Durchsatz zu justieren.

1.9.2. *Ansprechfaktoren bei Kohlenwasserstoffen*

Der Analysator ist unter Verwendung von Propan in Luft und gereinigter synthetischer Luft entsprechend Abschnitt 1.5 zu kalibrieren.

Die Ansprechfaktoren sind bei Inbetriebnahme eines Analysegerätes und später nach größeren Wartungsarbeiten zu bestimmen. Der Ansprechfaktor ( $R_f$ ) 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 vollen Skalenendwerts 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 24 Stunden lang bei 298 K (25 °C)  $\pm 5$  K konditioniert werden.

Die zu verwendenden Prüfgase und die empfohlenen Ansprechfaktoren sind bei

— Methan und gereinigter synthetischer Luft:  $1,00 \leq R_f \leq 1,15$

— Propylen und gereinigter synthetischer Luft:  $0,90 \leq R_f \leq 1,1$

— Toluol und gereinigter synthetischer Luft:  $0,90 \leq R_f \leq 1,10$

bezogen auf den Ansprechfaktor ( $R_f$ ) von 1,00 für Propan und gereinigte synthetische Luft.

1.9.3. *Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit*

Die Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit ist bei Inbetriebnahme eines Analysegeräts und nach größeren Wartungsarbeiten vorzunehmen. Es ist ein Bereich zu wählen, in dem die Prüfgase für die Sauerstoffquerempfindlichkeit in die oberen 50 % fallen. Die Prüfung ist bei der wie erforderlich eingestellten Ofentemperatur durchzuführen. Die Gase für die Sauerstoffquerempfindlichkeit sind in Abschnitt 1.2.3 spezifiziert.

a) Das Analysegerät ist auf Null einzustellen.

▼ **M2**

- b) Das Analysegerät ist mit den 0 % Sauerstoffgemisch für Benzinmotoren zu kalibrieren.
- c) Der Nullpunktwert ist erneut zu überprüfen. Bei einer Veränderung von mehr als 0,5 % des Skalenendwertes sind die Schritte a) und b) dieses Abschnitts zu wiederholen.
- d) Die Prüfgase für die Sauerstoffquerempfindlichkeit in den Gemischen 5 % und 10 % sind einzuleiten.
- e) Der Nullpunktwert ist erneut zu überprüfen. Bei einer Veränderung von mehr als  $\pm 1$  % des Skalenendwertes ist die Prüfung zu wiederholen.
- f) Für jedes Gemisch in Schritt d) ist die Sauerstoffquerempfindlichkeit (% O<sub>2</sub>I) wie folgt zu berechnen:

$$\text{O}_2\text{I} = \frac{(B - C)}{B} \times 100$$

$$\text{ppm C} = \frac{A}{D}$$

Hierbei bedeuten:

- A = Kohlenwasserstoffkonzentration (ppm C) des in Buchstabe b) verwendeten Kalibrierungsgases
  - B = Kohlenwasserstoffkonzentration (ppm C) der in Buchstabe d) verwendeten Prüfgase für die Sauerstoffquerempfindlichkeit
  - C = Ansprechen des Analysators
  - D = Prozent des vollen Skalenendwertes des Ansprechens des Analysators aufgrund von A
- g) Die Sauerstoffquerempfindlichkeit in % (% O<sub>2</sub>I) muss weniger als  $\pm 3$  % für alle vorgeschriebenen Prüfgase der Sauerstoffquerempfindlichkeit vor der Prüfung betragen.
  - h) Ist die Sauerstoffquerempfindlichkeit größer als  $\pm 3$  %, ist der Luftdurchsatz ober- und unterhalb der Angaben des Herstellers stufenweise zu justieren, wobei Abschnitt 1.9.1 für jeden Durchsatz zu wiederholen ist.
  - i) Ist die Sauerstoffquerempfindlichkeit nach der Justierung des Luftdurchflusses größer als  $\pm 3$  %, sind der Kraftstoffdurchsatz und danach der Durchsatz der Probe zu variieren, wobei Abschnitt 1.9.1 für jede neue Einstellung zu wiederholen ist.
  - j) Ist die Sauerstoffquerempfindlichkeit weiterhin größer als  $\pm 3$  %, müssen der Analysator, der FID-Brennstoff oder die Brennerluft vor der Prüfung repariert bzw. ausgetauscht werden. Anschließend ist dieser Abschnitt mit den ausgetauschten Gasen bzw. reparierten Geräten zu wiederholen.

#### 1.10. **Querempfindlichkeiten der CO-, CO<sub>2</sub>-, NO<sub>x</sub>- und O<sub>2</sub>-Analysatoren**

Die Gase, die neben dem zu analysierenden Gas enthalten sind, können den Ablesewert auf verschiedene Weise beeinflussen. Eine positive Querempfindlichkeit ergibt sich bei NDIR- und PMD-Geräten, wenn das beeinträchtigende Gas dieselbe Wirkung zeigt wie das gemessene Gas, jedoch in geringerem Maß. Eine negative Querempfindlichkeit ergibt sich bei NDIR-Geräten, indem das beeinträchtigende Gas die Absorptionsbande des gemessenen Gases verbreitert, und bei CLD-Geräten, indem das beeinträchtigende Gas die Strahlung unterdrückt. Die Kontrolle der Querempfindlichkeit nach 1.10.1 und 1.10.2 muss vor der Inbetriebnahme des Analysators und nach größeren Wartungsarbeiten, mindestens jedoch einmal im Jahr durchgeführt werden.

▼ M21.10.1. *Kontrolle der Querempfindlichkeit des CO-Analysators*

Wasser und CO<sub>2</sub> können die Leistung des CO-Analysators beeinflussen. Daher lässt man ein bei der Prüfung verwendetes CO<sub>2</sub>-Kalibriergas mit einer Konzentration von 80 bis 100 % des vollen Skalenendwertes des bei der Prüfung verwendeten maximalen Betriebsbereichs bei Raumtemperatur durch Wasser perlen, wobei das Ansprechverhalten des Analysators aufzuzeichnen ist. Das Ansprechverhalten des Analysators darf bei Bereichen ab 300 ppm höchstens 1 % des vollen Skalenendwertes und bei Bereichen unter 300 ppm höchstens 3 ppm betragen.

1.10.2. *Kontrolle der Querempfindlichkeit des NO<sub>x</sub>-Analysators*

Bei CLD- (und HCLD-) Analysatoren sind zwei Gase besonders zu berücksichtigen: CO<sub>2</sub> 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.

1.10.2.1. *Kontrolle der CO<sub>2</sub>-Querempfindlichkeit*

Ein CO<sub>2</sub>-Kalibriergas mit einer Konzentration von 80 bis 100 % des vollen Skalenendwertes des maximalen Messbereichs ist durch den NDIR-Analysator zu leiten und der CO<sub>2</sub>-Wert als A aufzuzeichnen. Danach ist das Gas zu etwa 50 % mit NO-Kalibriergas zu verdünnen und durch den NDIR und den (H)CLD zu leiten, wobei der CO<sub>2</sub>-Wert und der NO-Wert als B bzw. C aufzuzeichnen sind. Das CO<sub>2</sub> ist abzusperren und nur das NO-Kalibriergas durch den (H)CLD zu leiten; der NO-Wert ist als D aufzuzeichnen.

Die Querempfindlichkeit, die nicht mehr als 3 % des vollen Skalenendwertes betragen darf, wird wie folgt berechnet:

$$\%CO_2 \text{ Querempfindlichkeit} = \left[ 1 - \left( \frac{C \times A}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100$$

Hierbei bedeuten:

A : die mit dem NDIR gemessene Konzentration des unverdünnten CO<sub>2</sub> in %

B : die mit dem NDIR gemessene Konzentration des verdünnten CO<sub>2</sub> in %

C : die mit dem CLD gemessene Konzentration des verdünnten NO in ppm

D : die mit dem CLD gemessene Konzentration des unverdünnten NO in ppm

Für die Verdünnung und Ermittlung der Werte für CO<sub>2</sub> und NO-Prüfgas sind auch andere Verfahren, wie z. B. dynamisches Mischen/Verschneiden der Gase erlaubt.

1.10.2.2. *Kontrolle der Wasserdampf-Querempfindlichkeit*

Diese Überprüfung gilt nur für Konzentrationsmessungen des feuchten Gases. 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.

▼ M2

Ein NO-Kalibriergas mit einer Konzentration von 80 bis 100 % des vollen Skalenendwertes des normalen Betriebsbereichs ist durch den (H)CLD zu leiten und der NO-Wert als D aufzuzeichnen. Das NO-Kalibriergas muss bei Raumtemperatur durch Wasser perlen und durch den (H)CLD geleitet werden, wobei der NO-Wert als C aufzuzeichnen ist. Die Wassertemperatur ist zu bestimmen und als F aufzuzeichnen. Der Sättigungsdampfdruck des Gemischs, der der Temperatur des Wassers in der Waschflasche (F) entspricht, ist zu bestimmen und als G aufzuzeichnen. Die Wasserdampfkonzentration (in %) des Gemischs ist wie folgt zu berechnen:

$$H = 100 \times \left( \frac{G}{p_B} \right)$$

und als H aufzuzeichnen. Die erwartete Konzentration des verdünnten NO-Kalibriergases (in Wasserdampf) ist wie folgt zu berechnen:

$$D_e = D \times \left( 1 - \frac{H}{100} \right)$$

und als  $D_e$  aufzuzeichnen.

Die Wasserdampf-Querempfindlichkeit darf nicht größer sein als 3 % und ist wie folgt zu berechnen:

$$\% \text{ H}_2\text{O Querempfindlichkeit} = 100 \times \left( \frac{D_e - C}{D_e} \right) \times \left( \frac{H_m}{H} \right)$$

$D_e$  : erwartete Konzentration des verdünnten NO (ppm)

C : Konzentration des verdünnten NO (ppm)

$H_m$  : maximale Wasserdampfkonzentration

H : tatsächliche Wasserdampfkonzentration (%)

*Anmerkung:* Es ist darauf zu achten, dass das NO-Kalibriergas bei dieser Überprüfung eine minimale  $\text{NO}_2$ -Konzentration aufweist, da die Absorption von  $\text{NO}_2$  in Wasser bei den Querempfindlichkeitsberechnungen nicht berücksichtigt wurde.

1.10.3. *Querempfindlichkeit des  $\text{O}_2$ -Analysators*

Die Empfindlichkeit eines PMD-Analysators gegenüber anderen Gasen als Sauerstoff ist vergleichsweise gering. Die sauerstoffäquivalenten Anzeigen üblicher Abgasbestandteile sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1 — Sauerstoffäquivalente Anzeigen

Gas	Sauerstoffäquivalent (%)
Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ )	- 0,623
Kohlenmonoxid (CO)	- 0,354
Stickstoffmonoxid (NO)	+ 44,4
Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ )	+ 28,7
Wasser ( $\text{H}_2\text{O}$ )	- 0,381

**▼ M2**

Für Messungen hoher Genauigkeit muss die gemessene Sauerstoffkonzentration nach folgender Gleichung korrigiert werden:

$$\text{Querempfindlichkeit} = \frac{(\text{Äquivalent \% O}_2 \times \text{gemessene Konzentration})}{100}$$

**1.11. Abstände zwischen den Kalibrierungen**

Die Analysegeräte sind mindestens alle drei Monate sowie nach jeder Reparatur oder Veränderung des Systems, die die Kalibrierung beeinflussen könnte, entsprechend Abschnitt 1.5 zu kalibrieren.

▼ M2

## Anlage 3

## 1. AUSWERTUNG DER MESSWERTE UND BERECHNUNGEN

## 1.1. Auswertung der Messwerte bei gasförmigen Emissionen

Zur Bewertung der Emissionen gasförmiger Schadstoffe ist der Durchschnittswert aus den Aufzeichnungen der letzten 120 Sekunden jeder Prüfphase zu bilden, und die mittleren Konzentrationen (conc) von HC, CO, NO<sub>x</sub> und CO<sub>2</sub> während jeder Prüfphase sind aus den Durchschnittswerten der Aufzeichnungen und den entsprechenden Kalibrierdaten zu bestimmen. Es kann eine andere Art der Aufzeichnung angewandt werden, wenn diese eine gleichwertige Datenerfassung gewährleistet.

Die durchschnittliche Hintergrundkonzentration (conc<sub>d</sub>) kann anhand der Beutellesewerte der Verdünnungsluft oder anhand der fortlaufenden (ohne Beutel vorgenommenen) Hintergrundmessung und der entsprechenden Kalibrierdaten bestimmt werden.

## 1.2. Berechnung der gasförmigen Emissionen

Die in das Prüfprotokoll aufzunehmenden Prüfergebnisse werden in folgenden Schritten ermittelt.

## 1.2.1. Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugszustand

Die gemessene Konzentration ist in einen Wert für den feuchten Bezugszustand umzurechnen, falls die Messung nicht schon für den feuchten Bezugszustand vorgenommen worden ist:

$$\text{conc (feucht)} = k_w \times \text{conc (trocken)}$$

Für das Rohabgas gilt:

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (\% \text{ CO [trocken]} + \% \text{ CO}_2 \text{ [trocken]}) - 0,01 \times \% \text{ H}_2 \text{ [trocken]} + k_{w2}}$$

Dabei ist  $\alpha$  das Verhältnis Wasserstoff/Kohlenstoff im Kraftstoff.

Die H<sub>2</sub>-Konzentration im Abgas ist zu berechnen:

$$\text{H}_2 \text{ [trocken]} = \frac{05 \times \alpha \times \% \text{ CO [trocken]} \times (\% \text{ CO [trocken]} + \% \text{ CO}_2 \text{ [trocken]})}{\% \text{ CO [trocken]} + (3 \times \% \text{ CO}_2 \text{ [trocken]})}$$

Der Faktor  $k_{w2}$  ist zu berechnen:

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

Dabei ist  $H_a$  die absolute Feuchtigkeit der Ansaugluft in g Wasser je kg Trockenluft.

Für das verdünnte Abgas gilt:

Für die Messung des feuchten CO<sub>2</sub>:

$$k_w = k_{w,e,1} = \left( 1 - \frac{\alpha \times \% \text{ CO}_2 \text{ [feucht]}}{200} \right) - k_{w1}$$

Oder für die Messung des trockenen CO<sub>2</sub>:

$$k_w = k_{w,e,2} = \left( \frac{(1 - k_{w1})}{1 + \frac{\alpha \times \% \text{ CO}_2 \text{ [sec]}}{200}} \right)$$

**▼ M2**

Dabei ist  $\alpha$  das Verhältnis Wasserstoff/Kohlenstoff im Kraftstoff.

Der Faktor  $k_{w1}$  ist nach folgenden Gleichungen zu berechnen:

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

Hierbei bedeuten:

$H_d$  absolute Feuchte der Verdünnungsluft, g Wasser je kg trockener Luft

$H_a$  absolute Feuchte der Ansaugluft, g Wasser je kg trockener Luft

$$DF = \frac{13,4}{\% \text{ conc}_{\text{CO}_2} + (\text{ppm conc}_{\text{CO}} + \text{ppm conc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4}}$$

Für die Verdünnungsluft gilt:

$$k_{w,d} = 1 - k_{w1}$$

Der Faktor  $k_{w1}$  ist nach folgenden Gleichungen zu berechnen:

$$DF = \frac{13,4}{\% \text{ conc}_{\text{CO}_2} + (\text{ppm conc}_{\text{CO}} + \text{ppm conc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4}}$$

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

Hierbei bedeuten:

$H_d$  absolute Feuchte der Verdünnungsluft, g Wasser je kg trockener Luft

$H_a$  absolute Feuchte der Ansaugluft, g Wasser je kg trockener Luft

$$DF = \frac{13,4}{\% \text{ conc}_{\text{CO}_2} + (\text{ppm conc}_{\text{CO}} + \text{ppm conc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4}}$$

Für die Ansaugluft (wenn anders als die Verdünnungsluft) gilt:

$$k_{w,a} = 1 - k_{w2}$$

Der Faktor  $k_{w2}$  ist nach folgenden Gleichungen zu berechnen:

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

Dabei ist  $H_a$  die absolute Feuchte der Ansaugluft in g Wasser je kg trockener Luft.

▼ **M2**1.2.2. *Feuchtigkeitskorrektur bei NO<sub>x</sub>*

Da die NO<sub>x</sub>-Emission von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängig ist, ist die NO<sub>x</sub>-Konzentration zur Berücksichtigung der Feuchtigkeit mit dem Faktor K<sub>H</sub> zu multiplizieren:

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2 \text{ (Viertaktmotoren)}$$

$$K_H = 1 \text{ (Zweitaktmotoren)}$$

Dabei ist H<sub>a</sub> die absolute Feuchte der Ansaugluft in g Wasser je kg trockener Luft.

1.2.3. *Berechnung der Emissionsmassendurchsätze*

Die Massendurchsätze der Emissionen Gas<sub>mass</sub> [g/h] für jede Prüfphase sind wie folgt zu berechnen.

a) Für das Rohabgas gilt <sup>(1)</sup>:

$$\text{Gas}_{\text{mass}} = \frac{\text{MW}_{\text{Gas}}}{\text{MW}_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{ \% \text{CO}_2[\text{feucht}] - \% \text{CO}_{2\text{AIR}} + \% \text{CO}[\text{feucht}] + \% \text{HC}[\text{feucht}] \}} \times \% \text{conc} \times G_{\text{FUEL}} \times 1000$$

Hierbei sind:

G<sub>FUEL</sub> [kg/h] der Kraftstoffmassendurchsatz;

MW<sub>Gas</sub> [kg/kmol] das in Tabelle 1 aufgeführte Molekulargewicht des jeweiligen Gases;

Tabelle 1 — Molekulargewicht

Gas	MW <sub>Gas</sub> [kg/kmol]
NO <sub>x</sub>	46,01
CO	28,01
HC	MW <sub>HC</sub> = MW <sub>FUEL</sub>
CO <sub>2</sub>	44,01

— MW<sub>FUEL</sub> = 12,011 + α × 1,00794 + β × 15,9994 [kg/kmol] ist das Molekulargewicht des Kraftstoffs mit α Wasserstoff-Kohlenstoff-Verhältnis und β Sauerstoff-Kohlenstoff-Verhältnis des Kraftstoffs <sup>(2)</sup>;

— CO<sub>2AIR</sub> ist die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Ansaugluft (angesetzt mit 0,04 %, wenn nicht gemessen).

b) Für das verdünnte Abgas gilt <sup>(1)</sup>:

$$\text{Gas}_{\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

<sup>(1)</sup> Bei NO<sub>x</sub> muss die Konzentration mit dem Feuchtigkeitskorrekturfaktor K<sub>H</sub> (Feuchtigkeitskorrekturfaktor für NO<sub>x</sub>) multipliziert werden.

<sup>(2)</sup> In ISO 8178-1 ist eine vollständigere Formel für das Molekulargewicht des Kraftstoffs angegeben (Formel 50 in Kapitel 13.5.1 b). Darin sind nicht nur das Wasserstoff-Kohlenstoff-Verhältnis und das Sauerstoff-Kohlenstoff-Verhältnis, sondern auch weitere mögliche Kraftstoffbestandteile wie Schwefel und Stickstoff berücksichtigt. Da jedoch die Fremdzündungsmotoren der Richtlinie mit einem Ottokraftstoff (als Bezugskraftstoff in Anhang V aufgeführt) geprüft werden, der in der Regel nur Kohlenstoff und Wasserstoff enthält, findet die vereinfachte Formel Berücksichtigung.

▼ M2

Hierbei bedeuten:

- $G_{TOTW}$  [kg/h] der Massendurchsatz des verdünnten Abgases auf feuchter Bezugsbasis, der bei Verwendung eines Vollstromverdünnungssystems gemäß Anhang III Anlage 1 Abschnitt 1.2.4 zu bestimmen ist;
- $conc_c$  die hintergrundkorrigierte Konzentration:

$$conc_c = conc - conc_d \times (1 - 1/DF)$$

mit

$$DF = \frac{13,4}{\% conc_{CO_2} + (ppm conc_{CO} + ppm conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

Der Koeffizient  $u$  ist in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2 — Werte des Koeffizienten  $u$

Gas	$u$	conc
NO <sub>x</sub>	0,001587	ppm
CO	0,000966	ppm
HC	0,000479	ppm
CO <sub>2</sub>	15,19	%

Die Werte des Koeffizienten  $u$  basieren auf einem Molekulargewicht des verdünnten Abgases gleich 29 [kg/kmol]; der Wert von  $u$  für HC basiert auf einem mittleren Kohlenstoff-Wasserstoff-Verhältnis von 1:1,85.

#### 1.2.4. Berechnung der spezifischen Emissionen

Die spezifische Emission (g/kWh) ist für alle einzelnen Bestandteile zu berechnen:

$$\text{Einzelnes Gas} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Gas}_{\text{mass}_i} \times \text{WF}_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times \text{WF}_i)}$$

Dabei ist  $P_i = P_{M,i} + P_{AE,i}$

Sind für die Prüfung Hilfseinrichtungen wie z. B. Lüfter oder Gebläse angebaut, so ist die aufgenommene Leistung zu den Ergebnissen hinzuzuzaddieren, sofern es sich bei diesen Hilfseinrichtungen nicht um einen integralen Bestandteil des Motors handelt. Die Lüfter- bzw. Gebläseleistung ist bei den für die Prüfung verwendeten Drehzahlen entweder durch Berechnung aus Standardkennwerten oder durch praktische Prüfungen zu bestimmen (Anhang VII Anlage 3).

Die in der obigen Berechnung verwendeten Wichtungsfaktoren und die Anzahl der Prüfphasen ( $n$ ) entsprechen Anhang IV Abschnitt 3.5.1.1.

▼ **M2**

## 2. BEISPIELE

2.1. **Daten für unverdünntes Abgas aus einem Viertakt-Fremdzündungsmotor**

Mit Bezug auf die Versuchsdaten (Tabelle 3) werden die Berechnungen zunächst für Prüfphase 1 durchgeführt und anschließend unter Anwendung des gleichen Verfahrens auf die anderen Prüfphasen erweitert.

Tabelle 3 — Versuchsdaten eines Viertakt-Fremdzündungsmotors

Prüfphase		1	2	3	4	5	6
Motordrehzahl	min <sup>-1</sup>	2 550	2 550	2 550	2 550	2 550	1 480
Leistung	kW	9,96	7,5	4,88	2,36	0,94	0
Teillastverhältnis	%	100	75	50	25	10	0
Wichtungsfaktoren	—	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050
Barometrischer Druck	kPa	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0
Lufttemperatur	°C	20,5	21,3	22,4	22,4	20,7	21,7
Relative Luftfeuchtigkeit	%	38,0	38,0	38,0	37,0	37,0	38,0
Absolute Luftfeuchtigkeit	g <sub>H2O</sub> /kg <sub>air</sub>	5,696	5,986	6,406	6,236	5,614	6,136
CO trocken	ppm	60 995	40 725	34 646	41 976	68 207	37 439
NO <sub>x</sub> feucht	ppm	726	1 541	1 328	377	127	85
HC feucht	ppm C1	1 461	1 308	1 401	2 073	3 024	9 390
CO <sub>2</sub> trocken	% Vol.	11,4098	12,691	13,058	12,566	10,822	9,516
Kraftstoffmassendurchsatz	kg/h	2,985	2,047	1,654	1,183	1,056	0,429
Kraftstoff H/C-Verhältnis α	—	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Kraftstoff O/C-Verhältnis β		0	0	0	0	0	0

2.1.1. *Trocken-/Feucht-Korrekturfaktor k<sub>w</sub>*

Für die Konvertierung von CO und CO<sub>2</sub>-Trockenmessungen auf feuchte Bezugsgrundlage ist der Trocken-/Feucht-Korrekturfaktor k<sub>w</sub> zu berechnen:

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (\% \text{ CO}[\text{trocken}] + \% \text{ CO}_2[\text{trocken}]) - 0,01 \times \% \text{ H}_2[\text{trocken}] + k_{w2}}$$

Dabei ist:

$$\text{H}_2[\text{trocken}] = \frac{0,5 \times \alpha \times \% \text{ CO}[\text{trocken}] \times (\% \text{ CO}[\text{trocken}] + \% \text{ CO}_2[\text{trocken}])}{\% \text{ CO}[\text{trocken}] + (3 \times \% \text{ CO}_2[\text{trocken}])}$$

und

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

▼ M2

$$H_2(\text{trocken}) = \frac{0,5 \times 1,85 \times 6,0995 \times (6,0995 + 11,4098)}{6,0995 + (3 \times 11,4098)} = 2,450 \%$$

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times 5,696}{1000 + (1,608 \times 5,696)} = 0,009$$

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + 1,85 \times 0,005 \times (6,0995 + 11,4098) - 0,01 \times 2,450 + 0,009} = 0,872$$

$$CO [\text{feucht}] = CO [\text{trocken}] \times k_w = 60995 \times 0,872 = 53198 \text{ ppm}$$

$$CO_2[\text{feucht}] = CO_2[\text{trocken}] \times k_w = 11,410 \times 0,872 = 9,951 \text{ \% Vol.}$$

Tabelle 4 — Feuchtwerte CO und CO<sub>2</sub> in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase		1	2	3	4	5	6
H <sub>2</sub> trocken	%	2,450	1,499	1,242	1,554	2,834	1,422
k <sub>w2</sub>	—	0,009	0,010	0,010	0,010	0,009	0,010
k <sub>w</sub>	—	0,872	0,870	0,869	0,870	0,874	0,894
CO feucht	ppm	53 198	35 424	30 111	36 518	59 631	33 481
CO <sub>2</sub> feucht	%	9,951	11,039	11,348	10,932	9,461	8,510

2.1.2. *HC-Emissionen*

$$HC_{\text{mass}} = \frac{MW_{\text{HC}}}{MW_{\text{CARB}}} \times \frac{1}{\{(\% CO_2[\text{hum}] - \% CO_{2\text{AIR}}) + \% CO [\text{hum}] + \% HC [\text{hum}]\}} \times \% \text{conc} \times G_{\text{CARB}} \times 1000$$

Dabei ist:

$$MW_{\text{HC}} = MW_{\text{CARB}}$$

$$MW_{\text{CARB}} = 12,011 + \alpha 1,00794 = 13,876$$

$$HC_{\text{mass}} = \frac{13,876}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 0,1461 \times 2,985 \times 1000 = 28,361 \text{ g/h}$$

Tabelle 5 — HC-Emissionen [g/h] in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	1	2	3	4	5	6
HC <sub>mass</sub>	28,361	18,248	16,026	16,625	20,357	31,578

▼ **M2**2.1.3. *NO<sub>x</sub>-Emissionen*

Zunächst ist der Feuchtigkeitskorrekturfaktor  $K_H$  der  $NO_x$ -Emissionen zu berechnen:

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2$$

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times 5,696 - 0,862 \times 10^{-3} \times (5,696)^2 = 0,850$$

Tabelle 6 — Feuchtigkeitskorrekturfaktor  $K_H$  der  $NO_x$ -Emissionen in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	1	2	3	4	5	6
$K_H$	0,850	0,860	0,874	0,868	0,847	0,865

Anschließend ist  $NO_{xmass}$  [g/h] zu berechnen:

$$NO_{xmass} = \frac{MW_{NO_x}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\% CO_2[feucht] - \% CO_{2AIR}) + \% CO[feucht] + \% HC[feucht]\}} \times \% conc \times K_H \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$NO_{xmass} = \frac{46,01}{13,876} \times \frac{1}{9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461} \times 0,073 \times 0,85 \times 2,985 \times 1000 = 39,717 \text{ g/h}$$

Tabelle 7 —  $NO_x$ -Emissionen [g/h] in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	1	2	3	4	5	6
$NO_{xmass}$	39,717	61,291	44,013	8,703	2,401	0,820

2.1.4. *CO-Emissionen*

$$CO_{mass} = \frac{MW_{CO}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\% CO_2[feucht] - \% CO_{2AIR}) + \% CO[feucht] + \% HC[feucht]\}} \times \% conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$CO_{2mass} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461} \times 9,951 \times 2,985 \times 1000 = 6126,806 \text{ g/h}$$

Tabelle 8 — CO-Emissionen [g/h] in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	1	2	3	4	5	6
$CO_{mass}$	2 084,588	997,638	695,278	591,183	810,334	227,285

2.1.5. *CO<sub>2</sub>-Emissionen*

$$CO_{2Mass} = \frac{MW_{CO_2}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\% CO_2[feucht] - \% CO_{2AIR}) + \% CO[feucht] + \% HC[feucht]\}} \times \% conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

▼ **M2**

$$\text{CO}_{2\text{mass}} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461} \times 9,951 \times 2,985 \times 1000 = 6126,806 \text{ g/h}$$

Tabelle 9 — CO<sub>2</sub>-Emissionen [g/h] in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	1	2	3	4	5	6
CO <sub>2</sub> Mass	6 126,806	4 884,739	4 117,202	2 780,662	2 020,061	907,648

2.1.6. *Spezifische Emissionen*

Die spezifische Emission (g/kWh) ist für alle einzelnen Bestandteile zu berechnen:

$$\text{Einzelnes Gas} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Gas}_{\text{mass}_i} \times \text{WF}_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times \text{WF}_i)}$$

Tabelle 10 — Emissionen [g/h] und Wichtungsfaktoren in den einzelnen Prüfphasen

Prüfphase		1	2	3	4	5	6
HC <sub>mass</sub>	g/h	28,361	18,248	16,026	16,625	20,357	31,578
NO <sub>x</sub> mass	g/h	39,717	61,291	44,013	8,703	2,401	0,820
CO <sub>mass</sub>	g/h	2 084,588	997,638	695,278	591,183	810,334	227,285
CO <sub>2</sub> Mass	g/h	6 126,806	4 884,739	4 117,202	2 780,662	2 020,061	907,648
Leistung P <sub>I</sub>	kW	9,96	7,50	4,88	2,36	0,94	0
Wichtungsfaktoren WF <sub>I</sub>	—	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050

$$\text{HC} = \frac{28,361 \times 0,090 + 18,248 \times 0,200 + 16,026 \times 0,290 + 16,625 \times 0,300 + 20,357 \times 0,070 + 31,578 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 4,11 \text{ g/kWh}$$

$$\text{NO}_x = \frac{39,717 \times 0,090 + 61,291 \times 0,200 + 44,013 \times 0,290 + 8,703 \times 0,300 + 2,401 \times 0,070 + 0,820 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 6,85 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO} = \frac{2084,59 \times 0,090 + 997,64 \times 0,200 + 695,28 \times 0,290 + 591,18 \times 0,300 + 810,33 \times 0,070 + 227,92 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 181,93 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO}_2 = \frac{6126,81 \times 0,090 + 4884,74 \times 0,200 + 4117,20 \times 0,290 + 2780,66 \times 0,300 + 2020,06 \times 0,070 + 907,65 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 816,36 \text{ g/kWh}$$

2.2. **Daten für unverdünntes Abgas aus einem Zweitakt-Fremdzündungsmotor**

Mit Bezug auf die Versuchsdaten (Tabelle 11) werden die Berechnungen zunächst für Prüfphase 1 durchgeführt und anschließend unter Anwendung des gleichen Verfahrens auf die anderen Prüfphasen erweitert.

▼ M2

Tabelle 11 — Versuchsdaten eines Zweitakt-Fremdzündungsmotors

Prüfphase		1	2
Motordrehzahl	min <sup>-1</sup>	9 500	2 800
Leistung	kW	2,31	0
Teillastverhältnis	%	100	0
Wichtungsfaktoren	—	0,9	0,1
Barometrischer Druck	kPa	100,3	100,3
Lufttemperatur	°C	25,4	25
Relative Luftfeuchtigkeit	%	38,0	38,0
Absolute Luftfeuchtigkeit	g <sub>H2O</sub> /kg <sub>air</sub>	7,742	7,558
CO trocken	ppm	37 086	16 150
NO <sub>x</sub> feucht	ppm	183	15
HC feucht	ppm C1	14 220	13 179
CO <sub>2</sub> trocken	% Vol.	11,986	11,446
Kraftstoffmassendurchsatz	kg/h	1,195	0,089
Kraftstoff H/C-Verhältnis α	—	1,85	1,85
Kraftstoff O/C-Verhältnis β		0	0

2.2.1. *Trocken-/Feucht-Korrekturfaktor k<sub>w</sub>*

Für die Konvertierung von CO und CO<sub>2</sub>-Trockenmessungen auf feuchte Bezugsgrundlage ist der Trocken-/Feucht-Korrekturfaktor k<sub>w</sub> zu berechnen:

$$k_w = k_{w,t} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (\% \text{ CO [trocken]} + \% \text{ CO}_2[\text{trocken}]) - 0,01 \times \% \text{ H}_2[\text{trocken}] + k_{w2}}$$

Dabei ist:

$$\text{H}_2[\text{sec}] = \frac{0,5 \times \alpha \times \% \text{ CO [trocken]} \times (\% \text{ CO[trocken]} + \% \text{ CO}_2[\text{trocken}])}{\% \text{ CO[trocken]} + (3 \times \% \text{ CO}_2[\text{trocken}])}$$

$$\text{H}_2[\text{trocken}] = \frac{0,5 \times 1,85 \times 3,7086 \times (3,7086 + 11,986)}{3,7086 + (3 \times 11,986)} = 1,357 \%$$

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times 7,742}{1000 + (1,608 \times 7,742)} = 0,012$$

$$k_w = k_{w,t} = \frac{1}{1 + 1,85 \times 0,005 \times (3,7086 + 11,986) - 0,01 \times 1,357 + 0,012} = 0,874$$

$$\text{CO[humide]} = \text{CO[sec]} \times k_w = 37086 \times 0,874 = 32420 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_2[\text{feucht}] = \text{CO}_2[\text{trocken}] \times k_w = 11,986 \times 0,874 = 10,478 \text{ \% Vol.}$$

▼ **M2**Tabelle 12 — Feuchtwerte CO und CO<sub>2</sub> in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase		1	2
H <sub>2</sub> trocken	%	1,357	0,543
k <sub>w2</sub>	—	0,012	0,012
k <sub>w</sub>	—	0,874	0,887
CO feucht	ppm	32 420	14 325
CO <sub>2</sub> feucht	%	10,478	10,153

2.2.2. *HC-Emissionen*

$$HC_{\text{mass}} = \frac{MW_{\text{HC}}}{MW_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\% \text{ CO}_2[\text{feucht}] - \% \text{ CO}_{2\text{AIR}}) + \% \text{ CO}[\text{feucht}] + \% \text{ HC}[\text{feucht}]\}} \times \% \text{ conc} \times G_{\text{FUEL}} \times 1000$$

Dabei ist:

$$MW_{\text{HC}} = MW_{\text{CARB}}$$

$$MW_{\text{CARB}} = 12,011 + \alpha \times 1,00794 = 13,876$$

$$HC_{\text{mass}} = \frac{13,876}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 1,422 \times 1,195 \times 1000 = 112,520 \text{ g/h}$$

Tabelle 13 — HC-Emissionen [g/h] in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	1	2
HC <sub>mass</sub>	112,520	9,119

2.2.3. *NO<sub>x</sub>-Emissionen*

Der Faktor K<sub>H</sub> für die Korrektur der NO<sub>x</sub>-Emissionen ist für Zweitaktmotoren gleich 1:

$$NO_{x\text{mass}} = \frac{MW_{\text{NO}_x}}{MW_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\% \text{ CO}_2[\text{feucht}] - \% \text{ CO}_{2\text{AIR}}) + \% \text{ CO}[\text{feucht}] + \% \text{ HC}[\text{feucht}]\}} \times \% \text{ conc} \times K_{\text{H}} \times G_{\text{FUEL}} \times 1000$$

$$NO_{x\text{mass}} = \frac{46,01}{13,876} \times \frac{1}{10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422} \times 0,0183 \times 1 \times 1,195 \times 1000 = 4,800 \text{ g/h}$$

Tabelle 14 — NO<sub>x</sub>-Emissionen [g/h] in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	1	2
NO <sub>xmass</sub>	4,800	0,034

2.2.4. *CO-Emissionen*

$$CO_{\text{mass}} = \frac{MW_{\text{CO}}}{MW_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\% \text{ CO}_2[\text{feucht}] - \% \text{ CO}_{2\text{AIR}}) + \% \text{ CO}[\text{feucht}] + \% \text{ HC}[\text{feucht}]\}} \times \% \text{ conc} \times G_{\text{FUEL}} \times 1000$$

▼ **M2**

$$CO_{\text{mass}} = \frac{28,01}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 3,2420 \times 1,195 \times 1000 = 517,851 \text{ g/h}$$

Tabelle 15 — CO-Emissionen [g/h] in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	1	2
CO <sub>mass</sub>	517,851	20,007

2.2.5. *CO<sub>2</sub>-Emissionen*

$$CO_{2\text{Mass}} = \frac{MW_{CO_2}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\% CO_2[\text{feucht}] - \% CO_{2AIR}) + \% CO[\text{feucht}] + \% HC[\text{feucht}]\}} \times \% \text{ conc} \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$CO_{2\text{Mass}} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 10,478 \times 1,195 \times 1000 = 2629,658 \text{ g/h}$$

Tabelle 16 — CO<sub>2</sub>-Emissionen [g/h] in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	1	2
CO <sub>2</sub> Mass	2 629,658	222,799

2.2.6. *Spezifische Emissionen*

Die spezifische Emission (g/kWh) ist für alle einzelnen Bestandteile wie folgt zu berechnen:

$$\text{Einzelnes Gas} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Gas}_{\text{mass}_i} \times \text{WF}_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times \text{WF}_i)}$$

Tabelle 17 — Emissionen [g/h] und Wichtungsfaktoren in zwei Prüfphasen

Prüfphase		1	2
HC <sub>mass</sub>	g/h	112,520	9,119
NO <sub>x</sub> mass	g/h	4,800	0,034
CO <sub>mass</sub>	g/h	517,851	20,007
CO <sub>2</sub> Mass	g/h	2 629,658	222,799
Leistung P <sub>II</sub>	kW	2,31	0
Wichtungsfaktoren WF <sub>i</sub>	—	0,85	0,15

▼ M2

$$\text{HC} = \frac{112,52 \times 0,85 + 9,119 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 49,4 \text{ g/kWh}$$

$$\text{NO}_x = \frac{4,800 \times 0,85 + 0,034 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 2,08 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO} = \frac{517,851 \times 0,85 + 20,007 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 225,71 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO}_2 = \frac{2629,658 \times 0,85 + 222,799 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 1155,4 \text{ g/kWh}$$

2.3. **Daten für verdünntes Abgas aus einem Viertakt-Fremdzündungs-  
motor**

Mit Bezug auf die Versuchsdaten (Tabelle 18) werden die Berechnungen zunächst für Prüfphase 1 durchgeführt und anschließend unter Anwendung des gleichen Verfahrens auf die anderen Prüfphasen erweitert.

Tabelle 18 — Versuchsdaten eines Viertakt-Fremdzündungsmotors

Prüfphase		1	2	3	4	5	6
Motordrehzahl	min <sup>-1</sup>	3 060	3 060	3 060	3 060	3 060	2 100
Leistung	kW	13,15	9,81	6,52	3,25	1,28	0
Teillastverhältnis	%	100	75	50	25	10	0
Wichtungsfaktoren	—	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050
Barometrischer Druck	kPa	980	980	980	980	980	980
Ansauglufttemperatur (1)	°C	25,3	25,1	24,5	23,7	23,5	22,6
Relative Luftfeuchtigkeit der Ansaugluft (1)	%	19,8	19,8	20,6	21,5	21,9	23,2
Absolute Luftfeuchtigkeit der Ansaugluft (1)	g <sub>H2O</sub> /kg <sub>air</sub>	4,08	4,03	4,05	4,03	4,05	4,06
CO trocken	ppm	3 681	3 465	2 541	2 365	3 086	1 817
NO <sub>x</sub> feucht	ppm	85,4	49,2	24,3	5,8	2,9	1,2
HC feucht	ppm C1	91	92	77	78	119	186
CO <sub>2</sub> trocken	% Vol.	1,038	0,814	0,649	0,457	0,330	0,208
CO trocken (Hintergrund)	ppm	3	3	3	2	2	3

## ▼ M2

Prüfphase		1	2	3	4	5	6
NO <sub>x</sub> feucht (Hintergrund)	ppm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
HC feucht (Hintergrund)	ppm C1	6	6	5	6	6	4
CO <sub>2</sub> trocken (Hintergrund)	% Vol.	0,042	0,041	0,041	0,040	0,040	0,040
Massendurchsatz des verdünnten Abgases G <sub>TOTW</sub>	kg/h	625,722	627,171	623,549	630,792	627,895	561,267
Kraftstoff H/C-Verhältnis α	—	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Kraftstoff O/C-Verhältnis β		0	0	0	0	0	0

(<sup>1</sup>) Die Bedingungen für verdünnte Luft entsprechen den Bedingungen für Ansaugluft.

2.3.1. *Trocken-/Feucht-Korrekturfaktor k<sub>w</sub>*

Für die Konvertierung von CO und CO<sub>2</sub>-Trockenmessungen auf feuchte Bezugsgrundlage ist der Trocken-/Feucht-Korrekturfaktor k<sub>w</sub> zu berechnen.

Für das verdünnte Abgas gilt:

$$k_w = k_{w,e,2} = \left( \frac{(1 - k_{w1})}{1 + \frac{\alpha \times \% \text{CO}_2 [\text{trocken}]}{200}} \right)$$

Dabei ist:

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

$$DF = \frac{13,4}{\% \text{conc}_{\text{CO}_2} + (\text{ppm conc}_{\text{CO}} + \text{ppm conc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4}}$$

$$DF = \frac{13,4}{1,038 + (3681 + 91) \times 10^{-4}} = 9,465$$

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [4,08 \times (1 - 1/9,465) + 4,08 \times (1/9,465)]}{1000 + 1,608 \times [4,08 \times (1 - 1/9,465) + 4,08 \times (1/9,465)]} = 0,007$$

$$k_w = k_{w,e,2} = \left( \frac{(1 - 0,007)}{1 + \frac{1,85 \times 1,038}{200}} \right) = 0,984$$

$$\text{CO [feucht]} = \text{CO [trocken]} \times k_w = 3681 \times 0,984 = 3623 \text{ ppm}$$

▼ M2

$$\text{CO}_2[\text{feucht}] = \text{CO}_2[\text{trocken}] \times k_w = 1,038 \times 0,984 = 1,0219 \%$$

Tabelle 19 — Feuchtwerte CO und CO<sub>2</sub> für das verdünnte Abgas in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase		1	2	3	4	5	6
DF	—	9,465	11,454	14,707	19,100	20,612	32,788
k <sub>w1</sub>	—	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
k <sub>w</sub>	—	0,984	0,986	0,988	0,989	0,991	0,992
CO feucht	ppm	3 623	3 417	2 510	2 340	3 057	1 802
CO <sub>2</sub> feucht	%	1,0219	0,8028	0,6412	0,4524	0,3264	0,2066

Für die Verdünnungsluft gilt:

$$k_{w,d} = 1 - k_{w1}$$

Dabei ist der Faktor k<sub>w1</sub> der gleiche, wie er bereits für das verdünnte Abgas berechnet wurde.

$$k_{w,d} = 1 - 0,007 = 0,993$$

$$\text{CO} [\text{feucht}] = \text{CO} [\text{trocken}] \times k_w = 3 \times 0,993 = 3 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_2[\text{feucht}] = \text{CO}_2[\text{trocken}] \times k_w = 0,042 \times 0,993 = 0,0421 \text{ \% Vol.}$$

Tabelle 20 — Feuchtwerte CO und CO<sub>2</sub> für die Verdünnungsluft in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase		1	2	3	4	5	6
K <sub>w1</sub>	—	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
K <sub>w</sub>	—	0,993	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994
CO feucht	ppm	3	3	3	2	2	3
CO <sub>2</sub> feucht	%	0,0421	0,0405	0,0403	0,0398	0,0394	0,0401

2.3.2. *HC-Emissionen*

$$\text{HC}_{\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

Dabei ist:

$$u = 0,000478 \text{ aus Tabelle 2}$$

$$\text{conc}_c = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1 - 1/\text{DF})$$

$$\text{conc}_c = 91 - 6 \times (1 - 1/9,465) = 86 \text{ ppm}$$

$$\text{HC}_{\text{mass}} = 0,000478 \times 86 \times 625,722 = 25,666 \text{ g/h}$$

Tabelle 21 — HC-Emissionen [g/h] in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	1	2	3	4	5	6
HC <sub>mass</sub>	25,666	25,993	21,607	21,850	34,074	48,963

▼ **M2**2.3.3. *NO<sub>x</sub>-Emissionen*

Der Faktor  $K_H$  für die Korrektur der  $NO_x$ -Emissionen ist zu berechnen aus:

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2$$

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times 4,08 - 0,862 \times 10^{-3} \times (4,08)^2 = 0,79$$

Tabelle 22 — Feuchtigkeitskorrekturfaktor  $K_H$  der  $NO_x$ -Emissionen in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	1	2	3	4	5	6
$K_H$	0,793	0,791	0,791	0,790	0,791	0,792

$$NO_{x, \text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times K_H \times G_{\text{TOTW}}$$

Dabei ist:

$$u = 0,001587 \text{ aus Tabelle 2}$$

$$\text{conc}_c = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1 - 1/DF)$$

$$\text{conc}_c = 85 - 0 \times (1 - 1/9,465) = 85 \text{ ppm}$$

$$NO_{x, \text{mass}} = 0,001587 \times 85 \times 0,79 \times 625,722 = 67,168 \text{ g/h}$$

Tabelle 23 —  $NO_x$ -Emissionen [g/h] in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	1	2	3	4	5	6
$NO_{x, \text{mass}}$	67,168	38,721	19,012	4,621	2,319	0,811

2.3.4. *CO-Emissionen*

$$CO_{\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

Dabei ist:

$$u = 0,000966 \text{ aus Tabelle 2}$$

$$\text{conc}_c = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1 - 1/DF)$$

$$\text{conc}_c = 3\,622 - 3 \times (1 - 1/9,465) = 3\,620 \text{ ppm}$$

$$CO_{\text{mass}} = 0,000966 \times 3\,620 \times 625,722 = 2188,001 \text{ g/h}$$

Tabelle 24 — CO-Emissionen [g/h] in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	1	2	3	4	5	6
$CO_{\text{mass}}$	2 188,001	2 068,760	1 510,187	1 424,792	1 853,109	975,435

2.3.5. *CO<sub>2</sub>-Emissionen*

$$CO_{2, \text{Mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

Dabei ist:

$$u = 15,19 \text{ aus Tabelle 2}$$

$$\text{conc}_c = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1 - 1/DF)$$

▼ **M2**

$$\text{conc}_c = 1,0219 - 0,0421 \times (1 - 1/9,465) = 0,9842 \text{ \% Vol}$$

$$\text{CO}_2 \text{ Mass} = 15,19 \times 0,9842 \times 625,722 = 9354,488 \text{ g/h}$$

Tabelle 25 — CO<sub>2</sub>-Emissionen [g/h] in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	1	2	3	4	5	6
CO <sub>2</sub> Mass	9 354,488	7 295,794	5 717,531	3 973,503	2 756,113	1 430,229

2.3.6. *Spezifische Emissionen*

Die spezifische Emission (g/kWh) ist für alle einzelnen Bestandteile wie folgt zu berechnen:

$$\text{Einzelnes Gas} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Gas}_{\text{mass}_i} \times \text{WF}_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times \text{WF}_i)}$$

Tabelle 26 — Emissionen [g/h] und Wichtungsfaktoren in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase		1	2	3	4	5	6
HC <sub>mass</sub>	g/h	25,666	25,993	21,607	21,850	34,074	48,963
NO <sub>x</sub> mass	g/h	67,168	38,721	19,012	4,621	2,319	0,811
CO <sub>mass</sub>	g/h	2 188,001	2 068,760	1 510,187	1 424,792	1 853,109	975,435
CO <sub>2</sub> Mass	g/h	9 354,488	7 295,794	5 717,531	3 973,503	2 756,113	1 430,229
Leistung P <sub>i</sub>	kW	13,15	9,81	6,52	3,25	1,28	0
Wichtungsfaktoren WF <sub>i</sub>	—	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050

$$\text{HC} = \frac{25,666 \times 0,090 + 25,993 \times 0,200 + 21,607 \times 0,290 + 21,850 \times 0,300 + 34,074 \times 0,070 + 48,963 \times 0,050}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 4,12 \text{ g/kWh}$$

$$\text{NO}_x = \frac{67,168 \times 0,090 + 38,721 \times 0,200 + 19,012 \times 0,290 + 4,621 \times 0,300 + 2,319 \times 0,070 + 0,811 \times 0,050}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 3,42 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO} = \frac{2188,001 \times 0,09 + 2068,760 \times 0,2 + 1510,187 \times 0,29 + 1424,792 \times 0,3 + 1853,109 \times 0,07 + 975,435 \times 0,05}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 271,15 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO}_2 = \frac{9354,488 \times 0,09 + 7295,794 \times 0,2 + 5717,531 \times 0,29 + 3973,503 \times 0,3 + 2756,113 \times 0,07 + 1430,229 \times 0,05}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 887,53 \text{ g/kWh}$$

▼ M2

## Anlage 4

1. EINHALTUNG DER EMISSIONSGRENZWERTE
- Diese Anlage gilt nur für Fremdzündungsmotoren in Stufe II.
- 1.1. Die in Anhang I Abschnitt 4.2 festgelegten Abgasemissionsgrenzwerte der Stufe II gelten für die Emissionen der Motoren hinsichtlich ihrer Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode (EDP) entsprechend dieser Anlage.
- 1.2. Für alle Motoren der Stufe II gilt Folgendes: Liegen die jeweiligen Emissionswerte aller eine Motorenfamilie repräsentierenden Prüfmotoren — bei ordnungsgemäßer Prüfung gemäß dieser Richtlinie und nach Korrektur des Wertes durch Multiplikation mit dem in dieser Anlage vorgesehenen Verschlechterungsfaktor (DF) — unter dem jeweiligen Emissionsgrenzwert der Stufe II für eine bestimmte Motorenklasse oder in gleicher Höhe (Emissionsgrenzwert der Motorenfamilie (FEL), soweit zutreffend), so wird davon ausgegangen, dass diese Motorenfamilie die Emissionsgrenzwerte dieser Motorenklasse einhält. Liegt ein einzelner Emissionswert eines beliebigen eine Motorenfamilie repräsentierenden Prüfmotors — nach Korrektur des Wertes durch Multiplikation mit dem in dieser Anlage vorgesehenen Verschlechterungsfaktor — über dem jeweiligen Emissionsgrenzwert (FEL, soweit zutreffend) für eine bestimmte Motorenklasse, so wird davon ausgegangen, dass diese Motorenfamilie die Emissionsgrenzwerte dieser Motorenklasse nicht einhält.
- 1.3. Herstellern von Motoren in kleinen Serien steht es frei, Verschlechterungsfaktoren für HC + NO<sub>x</sub> und CO aus den Tabellen 1 oder 2 dieses Abschnitts anzuwenden oder die Verschlechterungsfaktoren für HC + NO<sub>x</sub> und CO nach dem in Abschnitt 1.3.1 beschriebenen Verfahren zu berechnen. Für Technologien, die in den Tabellen 1 und 2 dieses Abschnitts nicht behandelt werden, muss der Hersteller das in Abschnitt 1.4 beschriebene Verfahren anwenden.

Tabelle 1: Zugewiesene Verschlechterungsfaktoren handgehaltener Motoren für HC + NO<sub>x</sub> und CO für Hersteller kleiner Serien

Motorklasse	Zweitakt-Motoren		Viertakt-Motoren		Motoren mit Abgasnachbehandlung
	HC + NO <sub>x</sub>	CO	HC + NO <sub>x</sub>	CO	
Klasse SH:1	1,1	1,1	1,5	1,1	Die Verschlechterungsfaktoren sind nach der Formel in Abschnitt 1.3.1 zu berechnen
Klasse SH:2	1,1	1,1	1,5	1,1	
Klasse SH:3	1,1	1,1	1,5	1,1	

Tabelle 2: Zugewiesene Verschlechterungsfaktoren nicht handgehaltener Motoren für HC + NO<sub>x</sub> und CO für Hersteller kleiner Serien

Motorklasse	SV-Motoren		OHV-Motoren		Motoren mit Abgasnachbehandlung
	HC + NO <sub>x</sub>	CO	HC + NO <sub>x</sub>	CO	
Klasse SN:1	2,1	1,1	1,5	1,1	Die Verschlechterungsfaktoren sind nach der Formel in Abschnitt 1.3.1 zu berechnen
Klasse SN:2	2,1	1,1	1,5	1,1	
Klasse SN:3	2,1	1,1	1,5	1,1	
Klasse SN:4	1,6	1,1	1,4	1,1	

▼ M2

- 1.3.1. *Formel zur Berechnung der Verschlechterungsfaktoren für Motoren mit Abgasnachbehandlung*

$$DF = [(NE * EDF) - (CC * F)] / (NE - CC)$$

Hierbei bedeuten:

DF = Verschlechterungsfaktor

NE = Emissionsmengen neuer Motoren vor dem Katalysator (g/kWh)

EDF = Verschlechterungsfaktor für Motoren ohne Katalysator gemäß Tabelle 1

CC = zum Zeitpunkt 0 in g/kWh konvertierte Menge

F = 0,8 für HC und 0,0 für NO<sub>x</sub> für alle Motorklassen

F = 0,8 für CO für alle Motorklassen

- 1.4. Die Hersteller wenden für jeden reglementierten Schadstoff für alle Motorfamilien der Stufe II jeweils einen zugewiesenen oder berechneten Verschlechterungsfaktor an. Diese Verschlechterungsfaktoren sind bei der Typgenehmigung und bei Prüfungen der laufenden Produktion zu verwenden.
- 1.4.1. Für Motoren, für die keiner der zugewiesenen Verschlechterungsfaktoren der Tabellen 1 oder 2 zur Anwendung kommt, werden die Verschlechterungsfaktoren wie folgt bestimmt:
- 1.4.1.1. An mindestens einem ausgewählten Prüfmotor, der die Konfiguration repräsentiert, die voraussichtlich die HC + NO<sub>x</sub>-Emissionsgrenzwerte übersteigt (gegebenenfalls FEL), und dessen Bauweise der laufenden Produktion entspricht, ist nach der Anzahl von Stunden, die den stabilisierten Emissionen entspricht, das (vollständige) in dieser Richtlinie beschriebene Emissionsprüfverfahren durchzuführen.
- 1.4.1.2. Wird mehr als ein Motor geprüft, ist der Mittelwert der Ergebnisse zu berechnen und im Vergleich zu dem geltenden Grenzwert auf eine zusätzliche Dezimalstelle zu runden.
- 1.4.1.3. Nach der Alterung des Motors wird diese Emissionsprüfung erneut durchgeführt. Das Alterungsverfahren sollte so gestaltet sein, dass der Hersteller die während der Dauerhaltbarkeitsperiode des Motors zu erwartende Verschlechterung der Emissionen des in Betrieb befindlichen Motors vorhersagen kann; dabei sind die Art des Verschleißes und sonstige unter typischer Nutzung durch den Verbraucher zu erwartende Verschlechterungsfaktoren, die das Emissionsverhalten beeinträchtigen könnten, zu berücksichtigen. Wird mehr als ein Motor geprüft, ist der Mittelwert der Ergebnisse zu berechnen und im Vergleich zu dem geltenden Grenzwert auf eine zusätzliche Dezimalstelle zu runden.
- 1.4.1.4. Die am Ende der Dauerhaltbarkeitsperiode anfallenden Emissionen (durchschnittliche Emissionen, falls zutreffend) sind für jeden reglementierten Schadstoff durch die stabilisierten Emissionen (durchschnittliche Emissionen, falls zutreffend) zu dividieren und auf zwei Stellen zu runden. Die sich daraus ergebende Zahl ist der Verschlechterungsfaktor, es sei denn, sie beträgt weniger als 1,00; in diesem Fall ist der Verschlechterungsfaktor 1,0.
- 1.4.1.5. Nach dem Ermessen des Herstellers können zusätzliche Emissionsprüfungspunkte zwischen dem Prüfpunkt der stabilisierten Emission und der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode eingeplant werden. Sind Zwischenprüfungen geplant, müssen die Prüfungspunkte gleichmäßig über die Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode (± 2 Stunden) verteilt sein, und einer dieser Prüfungspunkte muss in der Mitte der vollen Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode (± 2 Stunden) liegen.

▼ M2

Für jeden Schadstoff HC + NO<sub>x</sub> und CO ist zwischen den Datenpunkten eine gerade Linie zu ziehen, wobei die erste Prüfung zum Zeitpunkt Null eingezeichnet und die Methode der kleinsten Fehlerquadrate angewendet wird. Der Verschlechterungsfaktor ergibt sich aus den berechneten Emissionen am Ende der Dauerhaltbarkeitsperiode, geteilt durch die berechneten Emissionen zum Zeitpunkt Null.

- 1.4.1.6. Die berechneten Verschlechterungsfaktoren können andere Motorenfamilien umfassen als die bei der Berechnung zugrunde gelegten, sofern der Hersteller vor der Typgenehmigung eine für die nationale Typgenehmigungsbehörde akzeptable Begründung dafür vorlegt, dass die betreffenden Motorenfamilien aufgrund der verwendeten Konstruktionsweise und Technologie aller Voraussicht nach ähnliche Emissions-Verschlechterungsmerkmale aufweisen.

Nachstehend eine nicht erschöpfende Liste der Zuordnung nach Konstruktionsweise und Technologie:

- Herkömmliche Zweitaktmotoren ohne Abgasnachbehandlung
- Herkömmliche Zweitaktmotoren mit einem Keramikkatalysator mit dem gleichen aktiven Material und Füllstoff und der gleichen Anzahl von Zellen je cm<sup>2</sup>
- Herkömmliche Zweitaktmotoren mit einem Metallkatalysator mit dem gleichen aktiven Material und Füllstoff, dem gleichen Substrat und der gleichen Anzahl von Zellen je cm<sup>2</sup>
- Zweitaktmotoren mit einem in Schichten angeordneten Spülsystem
- Viertaktmotoren mit Katalysator (wie vorstehend definiert) mit der gleichen Ventiltechnik und einem identischen Schmiersystem
- Viertaktmotoren ohne Katalysator mit der gleichen Ventiltechnik und einem identischen Schmiersystem

## 2. EMISSIONS-DAUERHALTBARKEITSPERIODEN FÜR MOTOREN DER STUFE II

- 2.1. Die Hersteller müssen zum Zeitpunkt der Typgenehmigung die für jede Motorfamilie geltende Kategorie der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode (EDP) angeben. Diese Kategorie ist die Kategorie, der der voraussichtlichen Nutzlebensdauer des Geräts, für das die Motoren nach Angabe des Motorenherstellers bestimmt sind, am nächsten kommt. Die Hersteller müssen für jede Motorfamilie die Daten, durch die sich ihre Wahl der EDP-Kategorie untermauern lässt, aufbewahren. Diese Daten sind der Typgenehmigungsbehörde auf Anfrage vorzulegen.

- 2.1.1. *Für handgehaltene Motoren wählen die Hersteller eine EDP-Kategorie aus Tabelle 1 aus.*

Tabelle 1: EDP-Kategorien für handgehaltene Motoren (Stunden)

Kategorie	1	2	3
Klasse SH:1	50	125	300
Klasse SH:2	50	125	300
Klasse SH:3	50	125	300

▼ **M2**

- 2.1.2. *Für nicht handgehaltene Motoren wählen die Hersteller eine EDP-Kategorie aus Tabelle 2 aus.*

Tabelle 2: EDP-Kategorien für nicht handgehaltene Motoren (Stunden)

Kategorie	1	2	3
Klasse SN:1	50	125	300
Klasse SN:2	125	250	500
Klasse SN:3	125	250	500
Klasse SN:4	250	500	1 000

- 2.1.3. Der Hersteller muss der Typgenehmigungsbehörde gegenüber glaubhaft nachweisen, dass die angegebene Nutzlebensdauer angemessen ist. Die Daten zur Untermauerung der Wahl der EDP-Kategorie für eine bestimmte Motorenfamilie durch den Hersteller können unter anderem die folgenden Punkte umfassen:
- Übersichten über die Lebensdauer der Geräte, in die die betreffenden Motoren eingebaut sind;
  - technische Gutachten zu im Betrieb gealterten Motoren, um festzustellen, wann sich die Leistung des Motors so weit verschlechtert, dass die eingeschränkte Gebrauchstauglichkeit und/oder Zuverlässigkeit eine Überholung oder den Austausch des Motors erfordert;
  - Garantieerklärungen und Garantiefristen;
  - Marketing-Unterlagen betreffend die Lebensdauer des Motors;
  - von Nutzern gemeldete Störfälle;
  - technische Gutachten zur Dauerhaltbarkeit (in Stunden) bestimmter Motortechnologien, -werkstoffe und -konstruktionen.

**▼ B**ANHANG ► **M2** V ◀**▼ M3****▼ C1****TECHNISCHE DATEN DES BEZUGSKRAFTSTOFFS FÜR DIE PRÜFUNGEN ZUR GENEHMIGUNG UND DIE ÜBERPRÜFUNG DER ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION**

BEZUGSKRAFTSTOFF FÜR MOBILE MASCHINEN UND GERÄTE FÜR KOMPRESSIENZÜNDUNGSMOTOREN, FÜR DIE EINE TYPGENEHMIGUNG NACH DEN GRENZWERTEN FÜR DIE STUFEN I UND II UND FÜR MOTOREN ZUR VERWENDUNG IN BINNENSCHIFFEN ERTEILT WURDE

**▼ B**

*Anmerkung* Die Hervorhebungen kennzeichnen die wesentlichsten Eigenschaften in bezug auf Motorleistung/Abgasemissionen.

	Grenzwerte und Einheiten <sup>(2)</sup>	Prüfmethode
Cetanzahl <sup>(4)</sup>	min. 45 <sup>(7)</sup> max. 50	ISO 5165
Dichte bei 15 °C	min. 835 kg/m <sup>3</sup> max. 845 kg/m <sup>3</sup> <sup>(10)</sup>	ISO 3675, ASTM D 4052
Siedeverlauf <sup>(3)</sup> — 95 %-Absatz	max. 370 °C	ISO 3405
Viskosität bei 40 °C	min. 2,5 mm <sup>2</sup> /s max. 3,5 mm <sup>2</sup> /s	ISO 3104
Schwefelgehalt	min. 0,1 Massen-% <sup>(9)</sup> max. 0,2 Massen-% <sup>(8)</sup>	ISO 8754, EN 24260
Flammpunkt	min. 55 °C	ISO 2719
Grenzwert der Filtrierbarkeit (CFPPP)	min. — max. + 5 °C	EN 116
Kupferlamellenkorrosion	max. 1	ISO 2160
Conradsonzahl (Verkokungsneigung) bei 10 % Rückstand	max. 0,3 Massen-%	ISO 10370
Aschegehalt	max. 0,01 Massen-%	ASTM D 482 <sup>(12)</sup>
Wassergehalt	max. 0,05 Massen-%	ASTM D 95, D 1744
Neutralisationszahl (starke Säure)	► <b>M1</b> ► <b>M2</b> max. ◀ 0,20 mg KOH/g ◀	
Oxidationsbeständigkeit <sup>(5)</sup>	max. 2,5 mg/100 ml	ASTM D 2274
Zusätze <sup>(6)</sup>		

*Anmerkung 1:* Soll der thermische Wirkungsgrad eines Motors oder Fahrzeugs berechnet werden, so kann der Heizwert des Kraftstoffs nach folgender Formel ermittelt werden:

$$\text{Spezifische Energie(Heizwert)(netto) MJ/kg} = (46,423 - 8,792d^2 + 3,17d) \times (1 - (x + y + s)) + 9,42s - 2,499x$$

Hierbei bedeuten:

d = Dichte bei 288 K (15 °C)

x = Wassergehalt in Gewichts-% (%/100)

y = Aschegehalt in Gewichts-% (%/100)

s = Schwefelgehalt in Gewichts-% (%/100).

▼ B

*Anmerkung 2:* Die in der Vorschrift angegebenen Werte sind „tatsächliche Werte“. Bei der Festlegung der Grenzwerte wurden die Bestimmungen aus dem ASTM-Dokument D 3244 „Festlegung einer Grundlage bei Streitfällen, die die Qualität von Erdölprodukten betreffen“ übernommen, bei der Festlegung eines Höchstwerts wurde eine Mindestdifferenz von 2R über Null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Höchst- und eines Mindestwerts beträgt die Mindestdifferenz 4R (R = Reproduzierbarkeit).

Unbeschadet dieser statistischen Zwecken dienenden Messung sollte sich der Hersteller des Kraftstoffs trotzdem bemühen, dort, wo ein Höchstwert von 2R vereinbart ist, einen Nullwert zu erreichen, und dort, wo Ober- und Untergrenzen angegeben sind, einen Mittelwert zu erreichen. Falls Zweifel bestehen, ob ein Kraftstoff die vorgeschriebenen Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen des ASTM-Dokuments D 3244.

*Anmerkung 3:* Die genannten Zahlen geben die insgesamt verdampften Mengen an (prozentualer zurückgewonnener Anteil plus prozentualer Verlustanteil).

*Anmerkung 4:* Der Cetanzahlbereich entspricht nicht der vorgeschriebenen Mindestforderung von 4R. Bei Streitigkeiten zwischen Kraftstofflieferanten und -verbrauchern dürfen zur Herbeiführung einer Lösung die Bestimmungen des ASTM-Dokuments D 3244 angewendet werden, sofern hinreichend vielen Wiederholungsmessungen zur Erzielung der erforderlichen Präzision der Vorzug vor Einzelbestimmungen gegeben wird.

*Anmerkung 5:* Obwohl die Oxidationsbeständigkeit überwacht wird, ist die Lagerfähigkeitsdauer vermutlich begrenzt. Hinsichtlich der Lagerbedingungen und der Lagerfähigkeit sind Informationen vom Lieferanten anzufordern.

*Anmerkung 6:* Für diesen Kraftstoff sollten ausschließlich Destillationsprodukte und gekrackte Kohlenwasserstoffe verwendet werden; eine Entschwefelung ist zulässig. Der Kraftstoff darf keine metallischen Zusätze oder sonstigen Zusätze zur Erhöhung der Cetanzahl enthalten.

*Anmerkung 7:* Niedrigere Werte sind zulässig, doch ist in diesem Fall die Cetanzahl des verwendeten Bezugskraftstoffs anzugeben.

*Anmerkung 8:* Höhere Werte sind zulässig, doch ist in diesem Fall der Schwefelgehalt des Bezugskraftstoffs anzugeben.

*Anmerkung 9:* Diese Werte sind unter Berücksichtigung der Marktentwicklungen fortlaufend zu überarbeiten. ► **M1** Zur ersten Genehmigung eines Motors ohne Abgasnachbehandlung ist auf Anfrage des Antragstellers als Nennwert für den Schwefelgehalt der Wert von 0,05 Massen-% (min. 0,03 Massen-%) zulässig; in diesem Fall muss der gemessene Partikelwert anhand der nachstehenden Gleichung nach oben auf den Durchschnittswert korrigiert werden, der nominell als Schwefelgehalt des Kraftstoffs vorgesehen ist (0,15 Massen-%): ◀

$$PT_{\text{adj}} = PT + [SFC \times 0,0917 \times (NSLF - FSF)]$$

**Hierbei bedeuten:**

PT<sub>adj</sub> = angepaßter PT-Wert (g/kWh)  
 PT = gemessener gewichteter spezifischer Emissionswert für Partikelemissionen (g/kWh)  
 SFC = gewichteter spezifischer Kraftstoffverbrauch (g/kWh) entsprechend nachstehender Formel  
 NSLF = Durchschnitt des nominell vorgesehenen Massenanteils des Schwefelgehalts (d. h. 0,15 %/100)  
 FSF = Massenanteil des Schwefelgehalts des Kraftstoffs (%/100)

**Gleichung zur Berechnung des gewichteten spezifischen Kraftstoffverbrauchs:**

$$SFC = \frac{\sum_{i=1}^n G_{\text{fuel},i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

**Dabei gilt:**

$$P_i = P_{m,i} + P_{AE,i}$$

Zur Beurteilung der Übereinstimmung der Produktion gemäß Anhang I Abschnitt 5.3.2 müssen die Anforderungen unter Verwendung eines Bezugskraftstoffs mit einem Schwefelgehalt, der dem Mindest-/Höchstwert von 0,1/0,2 Massen-% entspricht, erfüllt werden.

*Anmerkung 10:* Höhere Werte bis 855 kg/m<sup>3</sup> sind zulässig; in diesem Fall ist die Dichte des Bezugskraftstoffs anzugeben. Zur Beurteilung der Übereinstimmung der Produktion gemäß Anhang I Abschnitt 5.3.2 müssen die Anforderungen unter Verwendung eines Bezugskraftstoffs, der dem Mindest-/Höchstwert von 835/845 kg/m<sup>3</sup> entspricht, erfüllt werden.

*Anmerkung 11:* Alle Kraftstoffdaten und Grenzwerte sind unter Berücksichtigung der Marktentwicklungen laufend zu überprüfen.

*Anmerkung 12:* Vom Durchführungsdatum an durch EN/ISO 6245 zu ersetzen.



BEZUGSKRAFTSTOFF FÜR MOBILE MASCHINEN UND GERÄTE FÜR  
KOMPRESSIONSZÜNDUNGSMOTOREN, FÜR DIE EINE TYPGENEHMIGUNG NACH  
DEN GRENZWERTEN FÜR DIE STUFE IIIA ERTEILT WURDE

Parameter	Einheit	Grenzwerte <sup>(1)</sup>		Prüfmethode
		Min.	Max.	
Cetanzahl <sup>(2)</sup>		52	54,0	EN-ISO 5165
Dichte bei 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	833	837	EN-ISO 3675
Siedeverlauf:				
50 %-Absatz	°C	245	—	EN-ISO 3405
95 %-Absatz	°C	345	350	EN-ISO 3405
— Siedeende	°C	—	370	EN-ISO 3405
Flammpunkt	°C	55	—	EN 22719
Grenzwert der Filtrierbarkeit (CFPPP)	°C	—	-5	EN 116
Viskosität bei 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	2,5	3,5	EN-ISO 3104
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	% m/m	3,0	6,0	IP 391
Schwefelgehalt <sup>(3)</sup>	mg/kg	—	300	ASTM D 5453
Kupferlamellenkorrosion		—	Klasse 1	EN-ISO 2160
Conradsonzahl (Verkokungsneigung) bei 10 % Rückstand	% m/m	—	0,2	EN-ISO 10370
Aschegehalt	% m/m	—	0,01	EN-ISO 6245
Wassergehalt	% m/m	—	0,05	EN-ISO 12937
Säurezahl (starke Säure)	mg KOH/g	—	0,02	ASTM D 974
Oxidationsbeständigkeit <sup>(4)</sup>	mg/ml	—	0,025	EN-ISO 12205

<sup>(1)</sup> Bei den Werten der technischen Daten handelt es sich um „tatsächliche Werte“. Bei der Festlegung ihrer Grenzwerte kamen die Bestimmungen von ISO 4259 „Mineralölerzeugnisse — Bestimmung und Anwendung der Werte für die Präzision von Prüfverfahren“ zur Anwendung, und bei der Festlegung eines Mindestwertes wurde eine Mindestdifferenz von 2R über Null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Höchst- und eines Mindestwertes beträgt die Mindestdifferenz 4R (R = Reproduzierbarkeit).

Unabhängig von dieser aus technischen Gründen getroffenen Festlegung sollte der Hersteller der Kraftstoffe dennoch anstreben, dort, wo ein Höchstwert von 2R vereinbart ist, einen Nullwert zu erreichen, und dort, wo Ober- und Untergrenzen festgelegt sind, den Mittelwert zu erreichen. Falls Zweifel bestehen, ob ein Kraftstoff die vorgeschriebenen Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen von ISO 4259.

<sup>(2)</sup> Der Cetanzahlbereich entspricht nicht der vorgeschriebenen Mindestspanne von 4R. Bei Streitigkeiten zwischen dem Kraftstofflieferanten und dem Verwender können jedoch die Bestimmungen der ISO 4259 zur Regelung solcher Streitigkeiten herangezogen werden, sofern anstelle von Einzelmessungen Wiederholungsmessungen in einer zur Gewährleistung der notwendigen Genauigkeit ausreichenden Anzahl vorgenommen werden.

<sup>(3)</sup> Der tatsächliche Schwefelgehalt des für die Prüfung Typ I verwendeten Kraftstoffs ist mitzuteilen.

<sup>(4)</sup> Auch bei überprüfter Oxidationsbeständigkeit ist die Lagerbeständigkeit wahrscheinlich begrenzt. Es wird empfohlen, sich auf Herstellerempfehlungen hinsichtlich Lagerbedingungen und -beständigkeit zu stützen.

▼ **C1**

BEZUGSKRAFTSTOFF FÜR MOBILE MASCHINEN UND GERÄTE FÜR KOMPRESSIONSZÜNDUNGSMOTOREN, FÜR DIE EINE TYPGENEHMIGUNG NACH DEN GRENZWERTEN FÜR DIE STUFEN IIIB UND IV ERTEILT WURDE

Parameter	Einheit	Grenzwerte <sup>(1)</sup>		Prüfmethode
		Min.	Max.	
Cetanzahl <sup>(2)</sup>			54,0	EN-ISO 5165
Dichte bei 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	833	865	EN-ISO 3675
Siedeverlauf:				
50 %-Absatz	°C	245	—	EN-ISO 3405
95 %-Absatz	°C	345	350	EN-ISO 3405
— Siedeende	°C	—	370	EN-ISO 3405
Flammpunkt	°C	55	—	EN 22719
Grenzwert der Filtrierbarkeit (CFPPP)	°C	—	-5	EN 116
Viskosität bei 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	2,3	3,3	EN-ISO 3104
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	% m/m	3,0	6,0	IP 391
Schwefelgehalt <sup>(3)</sup>	mg/kg	—	10	ASTM D 5453
Kupferlamellenkorrosion		—	class 1	EN-ISO 2160
Conradsonzahl (Verkokungsneigung bei 10 % Rückstand)	% m/m	—	0,2	EN-ISO 10370
Aschegehalt	% m/m	—	0,01	EN-ISO 6245
Wassergehalt	% m/m	—	0,02	EN-ISO 12937
Säurezahl (starke Säure)	mg KOH/g	—	0,02	ASTM D 974
Oxidationsbeständigkeit <sup>(4)</sup>	mg/ml	—	0,025	EN-ISO 12205
Schmierfähigkeit (Durchmesser der Verschleißfläche nach HFRR bei 60 %)	µm	—	400	CEC F-06-A-96
Fettsäuremethylester	unzulässig			

<sup>(1)</sup> Bei den Werten der technischen Daten handelt es sich um „tatsächliche Werte“. Bei der Festlegung ihrer Grenzwerte kamen die Bestimmungen von ISO 4259 „Mineralölerzeugnisse — Bestimmung und Anwendung der Werte für die Präzision von Prüfverfahren“ zur Anwendung, und bei der Festlegung eines Mindestwertes wurde eine Mindestdifferenz von 2R über Null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Höchst- und eines Mindestwerts beträgt die Mindestdifferenz 4R (R = Reproduzierbarkeit).

Unabhängig von dieser aus technischen Gründen getroffenen Festlegung sollte der Hersteller der Kraftstoffe dennoch anstreben, dort, wo ein Höchstwert von 2R vereinbart ist, einen Nullwert zu erreichen, und dort, wo Ober- und Untergrenzen festgelegt sind, den Mittelwert zu erreichen. Falls Zweifel bestehen, ob ein Kraftstoff die vorgeschriebenen Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen von ISO 4259.

<sup>(2)</sup> Der Cetanzahlbereich entspricht nicht der vorgeschriebenen Mindestspanne von 4R. Bei Streitigkeiten zwischen dem Kraftstofflieferanten und dem Verwender können jedoch die Bestimmungen der ISO 4259 zur Regelung solcher Streitigkeiten herangezogen werden, sofern anstelle von Einzelmessungen Wiederholungsmessungen in einer zur Gewährleistung der notwendigen Genauigkeit ausreichenden Anzahl vorgenommen werden.

<sup>(3)</sup> Der tatsächliche Schwefelgehalt des für die Prüfung Typ I verwendeten Kraftstoffs ist mitzuteilen.

<sup>(4)</sup> Auch bei überprüfter Oxidationsbeständigkeit ist die Lagerbeständigkeit wahrscheinlich begrenzt. Es wird empfohlen, sich auf Herstellerempfehlungen hinsichtlich Lagerbedingungen und -beständigkeit zu stützen.

▼ **M2****BEZUGSKRAFTSTOFF FÜR FREMDZÜNDUNGSMOTOREN MOBILER MASCHINEN UND GERÄTE**

*Anmerkung:* Der Kraftstoff für Zweitaktmotoren ist ein Gemisch aus Schmieröl und dem nachstehend beschriebenen Kraftstoff. Das Mischungsverhältnis von Kraftstoff und Öl muss der Empfehlung des Herstellers laut Anhang IV Abschnitt 2.7 entsprechen.

Parameter	Einheit	Grenzwerte (1)		Prüfmethode	Veröffentlichung
		Min.	Max.		
Research-Oktananzahl, ROZ		95,0	—	EN 25164	1 993
Motor-Oktananzahl, MOZ		85,0	—	EN 25 163	1 993
Dichte bei 15 °C	kg/m <sub>3</sub>	748	762	ISO 3675	1 995
Dampfdruck nach Reid	kPa	56,0	60,0	EN 12	1 993
Destillation			—		
Siedebeginn	°C	24	40	EN-ISO 3405	1 988
— bei 100 °C verdunstet	Vol. %	49,0	57,0	EN-ISO 3405	1 988
— bei 150 °C verdunstet	Vol. %	81,0	87,0	EN-ISO 3405	1 988
— Siedeende	°C	190	215	EN-ISO 3405	1 988
Rückstand	%	—	2	EN-ISO 3405	1 988
Analyse der Kohlenwasserstoffe:	—				—
— Olefine	Vol. %	—	10	ASTM D 1319	1 995
— Aromaten	Vol. %	28,0	40,0	ASTM D 1319	1 995
— Benzol	Vol. %	—	1,0	EN 12177	1 998
— Gesättigte Kohlenwasserstoffe	Vol. %	—	Rest	ASTM D 1319	1 995
Kohlenstoff-Wasserstoff-Verhältnis		Bericht	Bericht		
Oxidationsbeständigkeit (2)	min	480	—	EN-ISO 7536	1 996
Sauerstoffgehalt	Mass. %	—	2,3	EN 1601	1 997
Abdampfrückstand	mg/ml	—	0,04	EN-ISO 6246	1 997
Schwefelgehalt	mg/kg	—	100	EN-ISO 14596	1 998
Kupferkorrosion bei 50 °C		—	1	EN-ISO 2160	1 995
Bleigehalt	g/l	—	0,005	EN 237	1 996
Phosphorgehalt	g/l	—	0,0013	ASTM D 3231	1 994

*Anmerkung 1:* Die in der Spezifikation angegebenen Werte sind „tatsächliche Werte“. Bei der Festlegung ihrer Grenzwerte kamen die Bestimmungen von ISO 4259 „Mineralölerzeugnisse — Bestimmung und Anwendung der Werte für die Präzision von Prüfverfahren“ zur Anwendung, und bei der Festlegung eines Mindestwertes wurde eine Mindestdifferenz von 2R über Null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Höchst- und Mindestwertes beträgt die Mindestdifferenz 4R (R = Reproduzierbarkeit). Unbeschadet dieser aus statistischen Gründen erforderlichen Maßnahme sollte der Hersteller des Kraftstoffs trotzdem anstreben, in den Fällen, in denen ein Höchstwert von 2R vorgegeben ist, einen Nullwert zu erreichen, und in den Fällen, in denen Ober- und Untergrenzen angegeben sind, einen Mittelwert zu erreichen. Bestehen Zweifel, ob ein Kraftstoff die vorgeschriebenen Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen von ISO 4259.

*Anmerkung 2:* Der Kraftstoff kann Oxidationsinhibitoren und Metalldeaktivatoren enthalten, die normalerweise zur Stabilisierung von Raffineriebenzinströmen Verwendung finden; es dürfen jedoch keine Detergentien/Dispersionzusätze und Lösungsöle zugesetzt sein.

## ANHANG VI

## ANALYSE- UND PROBEHAHMESYSTEM

## 1. SYSTEME ZUR PROBEENTNAHME VON GASFÖRMIGEN UND PARTIKELEMISSIONEN

Nummer der Abbildung	Beschreibung
2	Abgasanalyzesystem für Rohabgas
3	Abgasanalyzesystem für verdünntes Abgas
4	Teilstrom, isokinetischer Durchfluss, Ansauggebläseregelung, Teilprobenahme
5	Teilstrom, isokinetischer Durchfluss, Druckgebläseregelung, Teilprobenahme
6	Teilstrom, CO <sub>2</sub> - oder NO <sub>x</sub> -Regelung, Teilprobenahme
7	Teilstrom, CO <sub>2</sub> - und Kohlenstoffbilanz, Gesamtprobenahme
8	Teilstrom, Einfach-Venturirohr und Konzentrationsmessung, Teilprobenahme
9	Teilstrom, Doppel-Venturirohr oder -Blende und Konzentrationsmessung, Teilprobenahme
10	Teilstrom, Mehrfachröhrenteilung und Konzentrationsmessung, Teilprobenahme
11	Teilstrom, Durchsatzregelung, Gesamtprobenahme
12	Teilstrom, Durchsatzregelung, Teilprobenahme
13	Vollstrom, Verdrängerpumpe oder Venturi-Rohr mit kritischer Strömung, Teilprobenahme
14	Partikel-Probenahmesystem
15	Verdünnungsanlage für Vollstromsystem

## 1.1. Bestimmung der gasförmigen Emissionen

Ausführliche Beschreibungen der empfohlenen Probenahme- und Analysensysteme sind in Abschnitt 1.1.1 sowie in den Abbildungen 2 und 3 enthalten. Da mit verschiedenen Anordnungen gleichwertige Ergebnisse erzielt werden können, ist eine genaue Übereinstimmung mit diesen Abbildungen nicht erforderlich. Es können zusätzliche Bauteile wie Instrumente, Ventile, Elektromagnete, Pumpen und Schalter verwendet werden, um weitere Informationen zu erlangen und die Funktionen der Teilsysteme zu koordinieren. Bei einigen Systemen kann auf manche Bauteile, die für die Aufrechterhaltung der Genauigkeit nicht erforderlich sind, verzichtet werden, wenn ihr Wegfall nach bestem technischen Ermessen begründet erscheint.

1.1.1. Bestandteile gasförmiger Emissionen — CO, CO<sub>2</sub>, HC, NO<sub>x</sub>

Es wird ein Analysensystem für die Bestimmung der gasförmigen Emissionen im Rohabgas oder verdünnten Abgas beschrieben, das auf der Verwendung

- eines HFID-Analysators für die Messung der Kohlenwasserstoffe,
- von NDIR-Analysatoren für die Messung von Kohlenmonoxid und Kohlendioxid,
- eines HCLD- oder gleichwertigen Analysators für die Messung der Stickoxide beruht.

Beim Rohabgas (Abbildung 2) kann die Probe zur Bestimmung sämtlicher Bestandteile mit einer Probenahmesonde oder zwei nahe beieinander befindlichen Probenahmesonden entnommen werden und intern nach den verschiedenen Analysatoren aufgespalten werden. Es ist sorgfältig darauf zu achten, dass sich an keiner Stelle des Analysensystems Kondensate von Abgasbestandteilen (einschließlich Wasser und Schwefelsäure) bilden.

▼ C1

Beim verdünnten Abgas (Abbildung 3) ist die Probe zur Bestimmung der Kohlenwasserstoffe mit einer anderen Probenahmesonde zu entnehmen als die Probe zur Bestimmung der anderen Bestandteile. Es ist sorgfältig darauf zu achten, dass sich an keiner Stelle des Analysesystems Kondensate von Abgasbestandteilen (einschließlich Wasser und Schwefelsäure) bilden.

Abbildung 2

Flussdiagramm für ein Abgasanalytensystem für CO, NO<sub>x</sub> und HC

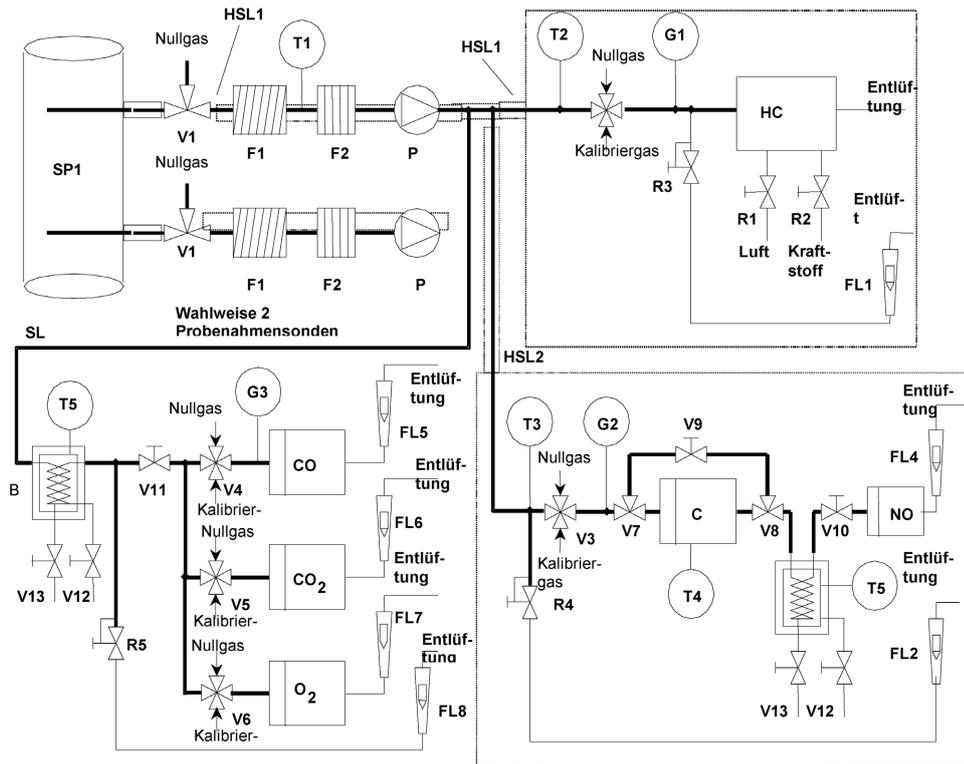
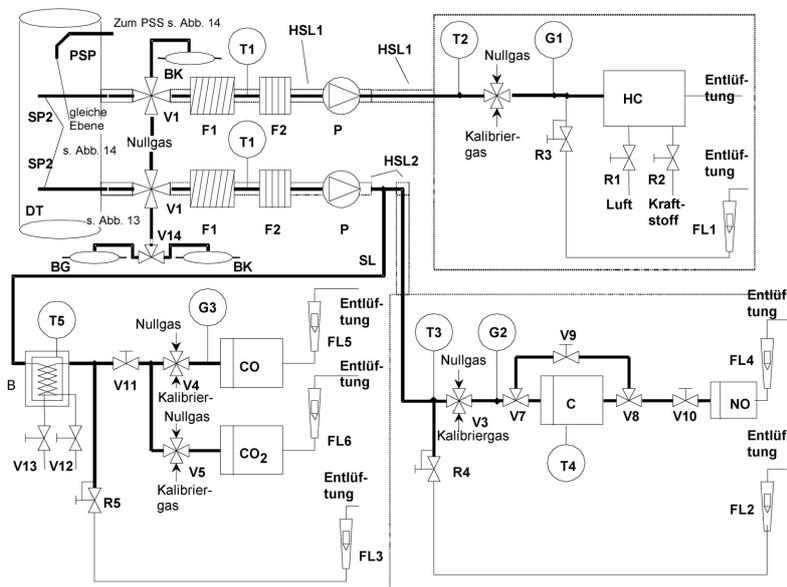


Abbildung 3

Flussdiagramm für ein Abgasanalytensystem für CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und HC



▼ **C1****Beschreibung — Abbildungen 2 und 3**

Allgemeiner Hinweis:

Alle Bauteile, mit denen die Gasprobe in Berührung kommt, müssen auf der für das jeweilige System vorgeschriebenen Temperatur gehalten werden.

- SP1: Sonde zur Entnahme von Proben aus dem unverdünnten Abgas (nur Abbildung 2)

Empfohlen wird eine Sonde aus rostfreiem Stahl mit geschlossenem Ende und mehreren Löchern. Der Innendurchmesser darf nicht größer sein als der Innendurchmesser der Probenahmeleitung. Die Wanddicke der Sonde darf nicht größer als 1 mm sein. Erforderlich sind mindestens drei Löcher auf drei verschiedenen radialen Ebenen und von einer solchen Größe, dass sie ungefähr den gleichen Durchfluss entnehmen. Die Sonde muss sich über mindestens 80 % des Auspuffrohr-Querschnitts erstrecken.

- SP2: Sonde zur Entnahme von HC-Proben aus dem verdünnten Abgas (nur Abbildung 3)

Die Sonde muss

- die ersten 254 mm bis 762 mm der Kohlenwasserstoff-Probenahmeleitung bilden (HSL3),
- einen Innendurchmesser von mindestens 5 mm haben,
- im Verdünnungstunnel DT (Abschnitt 1.2.1.2) an einer Stelle angebracht sein, wo Verdünnungsluft und Abgase gut vermischt sind (d. h. etwa 10 Tunneldurchmesser stromabwärts von dem Punkt gelegen, an dem die Abgase in den Verdünnungstunnel eintreten),
- in ausreichender Entfernung (radial) von anderen Sonden und von der Tunnelwand angebracht werden, um eine Beeinflussung durch Wellen oder Wirbel zu vermeiden,
- so beheizt werden, dass die Temperatur des Gasstroms am Sondauslass auf 463 K (190 °C) ± 10 K erhöht wird.

- SP3: Sonde zur Entnahme von CO-, CO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Proben aus dem verdünnten Abgas (nur Abbildung 3)

Die Sonde muss

- sich auf derselben Ebene wie SP2 befinden,
- in ausreichender Entfernung (radial) von anderen Sonden und von der Tunnelwand angebracht werden, um eine Beeinflussung durch Wellen oder Wirbel zu vermeiden,
- über ihre gesamte Länge beheizt und so isoliert sein, dass die Mindesttemperatur 328 K (55 °C) beträgt, um eine Kondenswasserbildung zu vermeiden.

- 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

- einen Innendurchmesser von mindestens 5 mm und höchstens 13,5 mm haben,
- aus rostfreiem Stahl oder PTFE bestehen,
- auf einer Wandtemperatur von 463 K (190 °C) ± 10 K, gemessen an jedem getrennt geregelten beheizten Abschnitt, gehalten werden, wenn die Abgastemperatur an der Probenahmesonde bis einschließlich 463 K (190 °C) beträgt,

▼ C1

- auf einer Wandtemperatur von über 453 K (180 °C) gehalten werden, wenn die Abgastemperatur an der Probenahmesonde mehr als 463 K (190 °C) beträgt,
- unmittelbar vor dem beheizten Filter (F2) auf dem HFID ständig eine Gastemperatur von 463 K (190 °C)  $\pm$  10 K aufweisen.
- HSL2: beheizte NO<sub>x</sub>-Probenahmeleitung
 

Die Probenahmeleitung muss

  - bei Verwendung eines Kühlers bis hin zum Konverter und bei Nichtverwendung eines Kühlers bis hin zum Analysator auf einer Wandtemperatur von 328 bis 473 K (55 bis 200 °C) gehalten werden,
  - aus rostfreiem Stahl oder Polytetrafluorethylen (PTFE) bestehen.

Da die Probenahmeleitung nur zur Verhinderung der Kondensation von Wasser und Schwefelsäure beheizt werden muss, hängt ihre Temperatur vom Schwefelgehalt des Kraftstoffs ab.
- SL: Probenahmeleitung für CO (CO<sub>2</sub>)
 

Die Leitung muss aus PTFE oder rostfreiem Stahl bestehen. Sie kann beheizt oder unbeheizt sein.
- BK Hintergrundbeutel (wahlweise; nur Abbildung 3)
 

Zur Messung der Hintergrundkonzentrationen.
- BG Probenahmebeutel (wahlweise; Abbildung 3 nur CO und CO<sub>2</sub>)
 

Zur Messung der Probenkonzentrationen.
- F1: Beheiztes Vorfilter (wahlfrei)
 

Es muss die gleiche Temperatur aufweisen wie HSL1.
- F2: 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.
- P: Beheizte Probenahmepumpe
 

Die Pumpe ist auf die Temperatur von HSL1 aufzuheizen.
- HC
 

Beheizter Flammenionisationsdetektor (HFID) zur Bestimmung der Kohlenwasserstoffe. Die Temperatur ist auf 453 bis 473 K (180 bis 200 °C) zu halten.
- CO, CO<sub>2</sub>

NDIR-Analysatoren zur Bestimmung von Kohlenmonoxid und Kohlendioxid.
- NO<sub>2</sub>

(H)CLD-Analysator zur Bestimmung der Stickoxide. Wird ein HCLD verwendet, so ist er auf einer Temperatur von 328 bis 473 K (55 bis 200 °C) zu halten.
- C: Konverter
 

Für die katalytische Reduktion von NO<sub>2</sub> zu NO vor der Analyse im CLD oder HCLD ist ein Konverter zu verwenden.
- B: Kühler
 

Zum Kühlen und Kondensieren von Wasser aus der Abgasprobe. Der Kühler ist durch Eis oder ein Kühlsystem auf einer Temperatur von 273 bis 277 K (0 °C bis 4 °C) zu halten. Der Kühler ist wahlfrei, wenn der Analysator keine Beeinträchtigung durch Wasserdampf — bestimmt nach Anhang III Anlage 2 Abschnitte 1.9.1 und 1.9.2 — aufweist.

**▼ C1**

Die Verwendung chemischer Trockner zur Entfernung von Wasser aus der Probe ist nicht zulässig.

- T1, T2, T3: Temperatursensor  
Zur Überwachung der Temperatur des Gasstromes.
- T4: Temperatursensor  
Temperatur des NO<sub>2</sub>-NO-Konverters.
- T5: Temperatursensor  
Zur Überwachung der Temperatur des Kühlers.
- G1, G2, G3: Druckmesser  
Zur Messung des Drucks in den Probenahmeleitungen.
- R1, R2: Druckregler  
Zur Regelung des Luft- bzw. Kraftstoffdrucks für den HFID.
- R3, R4, R5: Druckregler  
Zur Regelung des Drucks in den Probenahmeleitungen und des Durchflusses zu den Analysatoren.
- FL1, FL2, FL3: Durchflussmesser  
Zur Überwachung des Bypass-Durchflusses der Probe.
- FL4 bis FL7: Durchflussmesser (wahlfrei)  
Zur Überwachung des Durchflusses durch die Analysatoren.
- V1 bis V6: Umschaltventil  
Geeignete Ventile zum wahlweisen Einleiten der Probe, von Kalibriergas oder zum Schließen der Zufuhrleitung in den Analysator.
- V7, V8: Magnetventil  
Zur Umgehung des NO<sub>2</sub>-NO-Konverters.
- V9: Nadelventil  
Zum Ausgleichen des Durchflusses durch den NO<sub>2</sub>-NO-Konverter und den Bypass.
- V10, V11: Nadelventil  
Zum Regulieren des Durchflusses zu den Analysatoren.
- V12, V13: Ablasshahn  
Zum Ablassen des Kondensats aus dem Kühler B.
- V14: Umschaltventil  
Zur Auswahl von Probe- oder Hintergrundbeutel.

**1.2. Bestimmung der Partikel**

Die Abschnitte 1.2.1 und 1.2.2 und die Abbildungen 4 bis 15 vermitteln ausführliche Beschreibungen der empfohlenen Verdünnungs- und Probenahmesysteme. Da mit verschiedenen Anordnungen gleichwertige Ergebnisse erzielt werden können, ist eine genaue Übereinstimmung mit diesen Abbildungen nicht erforderlich. Es können zusätzliche Bauteile wie Instrumente, Ventile, Elektromagnete, Pumpen und Schalter verwendet werden, um weitere Informationen zu erlangen und die Funktionen der Teilsysteme zu koordinieren. Bei einigen Systemen kann auf manche Bauteile, die für die Aufrechterhaltung der Genauigkeit nicht erforderlich sind, verzichtet werden, wenn ihr Wegfall nach bestem technischen Ermessen begründet erscheint.

▼ **C1**1.2.1. *Verdünnungssystem*1.2.1.1. *Teilstrom-Verdünnungssystem (Abbildungen 4 bis 12) <sup>(1)</sup>*

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 des verdünnten Abgases durch das Partikel-Probenahmesystem geleitet werden (Abschnitt 1.2.2, Abbildung 14). Die erste Methode wird als Gesamtprobenahme, die zweite als Teilprobenahme bezeichnet.

Die Errechnung des Verdünnungsverhältnisses hängt vom Typ des angewandten Systems ab.

Empfohlen werden folgende Typen:

— *Isokinetische Systeme (Abbildungen 4 und 5)*

Bei diesen Systemen entspricht der in das Übertragungsrohr eingeleitete Strom von der Gasgeschwindigkeit und/oder vom Druck her dem Hauptabgasstrom, so dass ein ungehinderter und gleichmäßiger Abgasstrom an der Probenahmesonde erforderlich ist. Dies wird in der Regel durch Verwendung eines Resonators und eines geraden Rohrs stromaufwärts von der Probenahmestelle erreicht. Das Teilungsverhältnis wird anschließend anhand leicht messbarer Werte, wie z. B. Rohrdurchmesser, berechnet. Es ist zu beachten, dass die Isokinetik lediglich zur Angleichung der Durchflussbedingungen und nicht zur Angleichung der Größenverteilung verwendet wird. Letzteres ist in der Regel nicht erforderlich, da die Partikel so klein sind, dass sie den Stromlinien des Abgases folgen.

— *Systeme mit Durchflussregelung und Konzentrationsmessung (Abbildungen 6 bis 10)*

Bei diesen Systemen wird die Probe dem Hauptabgasstrom durch Einstellung des Verdünnungsluftdurchflusses und des Gesamtdurchflusses des verdünnten Abgases entnommen. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand der Konzentrationen von Tracergasen wie CO<sub>2</sub> oder NO<sub>x</sub> bestimmt, die bereits in den Motorabgasen enthalten sind. Die Konzentrationen im verdünnten Abgas und in der Verdünnungsluft werden gemessen, und die Konzentration im Rohabgas kann entweder direkt gemessen oder bei bekannter Kraftstoffzusammensetzung anhand des Kraftstoffdurchsatzes und der Kohlenstoffbilanzgleichung ermittelt werden. Die Systeme können auf der Grundlage des berechneten Verdünnungsverhältnisses (Abbildungen 6 und 7) oder auf der Grundlage des Durchflusses in das Übertragungsrohr (Abbildungen 8, 9 und 10) geregelt werden.

— *Systeme mit Durchflussregelung und Durchflussmessung (Abbildungen 11 und 12)*

Bei diesen Systemen wird die Probe dem Hauptabgasstrom durch Einstellung des Verdünnungsluftdurchflusses und des Gesamtdurchflusses des verdünnten Abgases entnommen. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand der Differenz der beiden Durchsätze bestimmt. Die Durchflussmesser müssen aufeinander bezogen präzise kalibriert sein, da die relative Größe der beiden Durchsätze bei größeren Verdünnungsverhältnissen zu bedeutenden Fehlern führen kann. Die Durchflussregelung erfolgt sehr direkt, indem der Durchsatz des verdünnten Abgases konstant gehalten und der Verdünnungsluftdurchsatz bei Bedarf geändert wird.

<sup>(1)</sup> Die Abbildungen 4 bis 12 zeigen viele Arten von Teilstrom-Verdünnungssystemen, die normalerweise für die Prüfung unter stationären Bedingungen (NRSC) angewandt werden können. Wegen der sehr strengen Beschränkungen der Prüfung unter instationären Bedingungen werden nur die Teilstrom-Verdünnungssysteme (Abbildungen 4 bis 12), die die Anforderungen in Abschnitt „Spezifikationen für Teilstrom-Verdünnungssysteme“ in Anhang III Anlage 1 Abschnitt 2.4, erfüllen, für die Prüfung unter instationären Bedingungen (NRTC) akzeptiert.

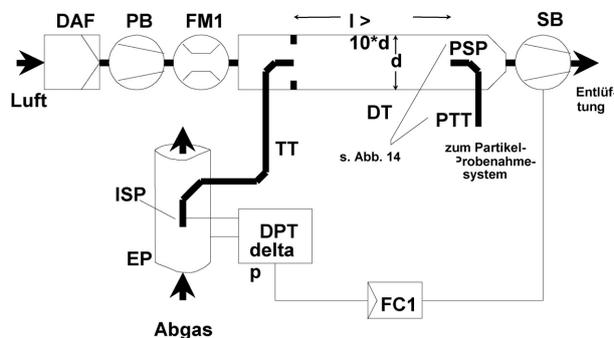
## ▼ C1

Damit die Vorteile von Teilstrom-Verdünnungssystemen voll zum Tragen kommen, ist besondere Aufmerksamkeit auf die Vermeidung von Partikelverlusten im Übertragungsrohr, auf die Gewährleistung der Entnahme einer repräsentativen Probe aus dem Motorabgas und auf die Bestimmung des Teilungsverhältnisses zu richten.

Bei den beschriebenen Systemen werden diese kritischen Punkte berücksichtigt.

Abbildung 4

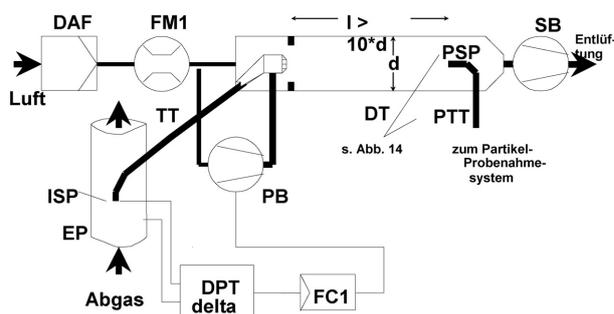
#### Teilstrom-Verdünnungssystem mit isokinetischer Sonde und Teilprobenahme (SB-Regelung)



Unverdünntes Abgas wird mithilfe der isokinetischen Probenahmesonde ISP aus dem Auspuffrohr EP durch das Übertragungsrohr TT zum Verdünnungstunnel DT geleitet. Der Differenzdruck des Abgases zwischen Auspuffrohr und Sondeneinlass wird mit dem Differenzdruckaufnehmer DPT gemessen. Dieses Signal wird an den Durchflussregler FC1 übermittelt, der das Ansauggebläse SB so regelt, dass am Eintritt der Sonde ein Differenzdruck von Null aufrechterhalten wird. Unter diesen Bedingungen stimmen die Abgasgeschwindigkeiten in EP und ISP überein, und der Durchfluss durch ISP und TT ist ein konstanter Bruchteil des Abgasstroms. Das Teilungsverhältnis wird anhand der Querschnittsflächen von EP und ISP bestimmt. Der Verdünnungsluftdurchsatz wird mit dem Durchflussmessgerät FM1 gemessen. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand des Verdünnungsluftdurchsatzes und des Teilungsverhältnisses berechnet.

Abbildung 5

#### Teilstrom-Verdünnungssystem mit isokinetischer Sonde und Teilprobenahme (PB-Regelung)

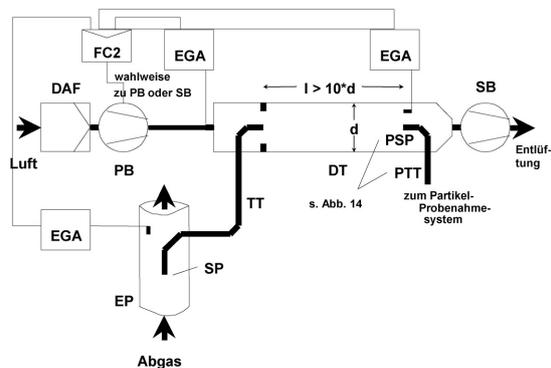


## ▼ C1

Unverdünntes Abgas wird mithilfe der isokinetischen Probenahmesonde ISP aus dem Auspuffrohr EP durch das Übertragungsrohr TT zum Verdünnungstunnel DT geleitet. Der Differenzdruck des Abgases zwischen Auspuffrohr und Sondeneinlass wird mit dem Differenzdruckaufnehmer DPT gemessen. Dieses Signal wird an den Durchflussregler FC1 übermittelt, der das Ansauggebläse SB so regelt, dass am Eintritt der Sonde ein Differenzdruck von Null aufrechterhalten wird. Dazu wird ein kleiner Teil der Verdünnungsluft, deren Durchsatz bereits mit dem Durchflussmessgerät FM1 gemessen wurde, entnommen und mithilfe einer pneumatischen Blende in das TT eingeleitet. Unter diesen Bedingungen stimmen die Abgasgeschwindigkeiten in EP und ISP überein, und der Durchfluss durch ISP und TT ist ein konstanter Bruchteil des Abgasstroms. Das Teilungsverhältnis wird anhand der Querschnittsflächen von EP und ISP bestimmt. Die Verdünnungsluft wird vom Ansauggebläse SB durch den DT gesogen und der Durchsatz mittels FM1 am Einlass zum DT gemessen. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand des Verdünnungsluftdurchsatzes und des Teilungsverhältnisses berechnet.

Abbildung 6

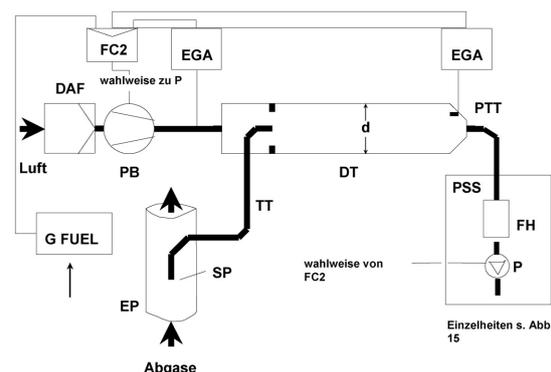
### Teilstrom-Verdünnungssystem mit CO<sub>2</sub>- oder NO<sub>x</sub>-Konzentrationsmessung und Teilprobenahme



Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT in den Verdünnungstunnel DT geleitet. Die Konzentrationen eines Tracergases (CO<sub>2</sub> oder NO<sub>x</sub>) werden mit dem (den) Abgasanalysator(en) EGA im unverdünnten und verdünnten Abgas sowie in der Verdünnungsluft gemessen. Diese Signale werden an den Durchflussregler FC2 übermittelt, der entweder das Druckgebläse PB oder das Ansauggebläse SB so regelt, dass im DT das gewünschte Teilungs- und Verdünnungsverhältnis des Abgases aufrechterhalten wird. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand der Konzentrationen des Tracergases im unverdünnten Abgas, im verdünnten Abgas und in der Verdünnungsluft berechnet.

Abbildung 7

### Teilstrom-Verdünnungssystem mit CO<sub>2</sub>-Konzentrationsmessung, Kohlenstoffbilanz und Gesamtprobenahme

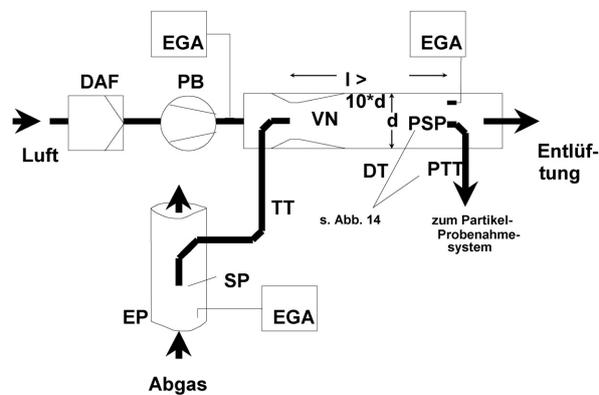


## ▼ C1

Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT in den Verdünnungstunnel DT geleitet. Die  $\text{CO}_2$ -Konzentrationen werden mit dem (den) Abgasanalysator(en) EGA im verdünnten Abgas und in der Verdünnungsluft gemessen. Die Signale über den  $\text{CO}_2$ - und Kraftstoffdurchfluss  $G_{\text{FUEL}}$  werden entweder an den Durchflussregler FC2 oder an den Durchflussregler FC3 des Partikel-Probenahmesystems übermittelt (Abbildung 14). FC2 regelt das Druckgebläse PB und FC3 das Partikel-Probenahmesystem (Abbildung 14), wodurch die in das System eintretenden und es verlassenden Ströme so eingestellt werden, dass im DT das gewünschte Teilungs- und Verdünnungsverhältnis der Abgase aufrechterhalten wird. Das Verdünnungsverhältnis wird unter Verwendung der Kohlenstoffbilanzmethode anhand der  $\text{CO}_2$ -Konzentrationen und des  $G_{\text{FUEL}}$  berechnet.

Abbildung 8

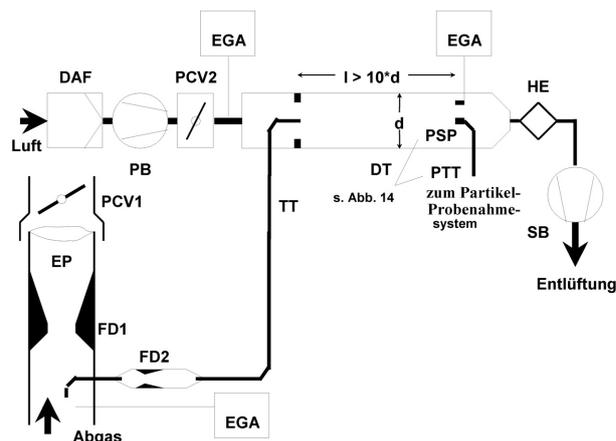
### Teilstrom-Verdünnungssystem mit Einfach-Venturi-Rohr, Konzentrationsmessung und Teilprobenahme



Unverdünntes Abgas wird aufgrund des Unterdrucks, den das Venturi-Rohr VN im DT erzeugt, aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT zum Verdünnungstunnel DT geleitet. Der Gasdurchsatz durch das TT hängt vom Impulsaustausch im Venturibereich ab und wird somit von der absoluten Temperatur des Gases am Ausgang des TT beeinflusst. Folglich ist die Abgasteilung bei einem bestimmten Tunneldurchsatz nicht konstant, und das Verdünnungsverhältnis ist bei geringer Last etwas kleiner als bei hoher Last. Die Konzentrationen des Tracer gases ( $\text{CO}_2$  oder  $\text{NO}_x$ ) werden mit dem (den) Abgasanalysator(en) EGA im unverdünnten Abgas, im verdünnten Abgas und in der Verdünnungsluft gemessen, und das Verdünnungsverhältnis wird anhand der gemessenen Werte errechnet.

Abbildung 9

### Teilstrom-Verdünnungssystem, Doppel-Venturi-Rohr oder -Blende, Konzentrationsmessung und Teilprobenahme

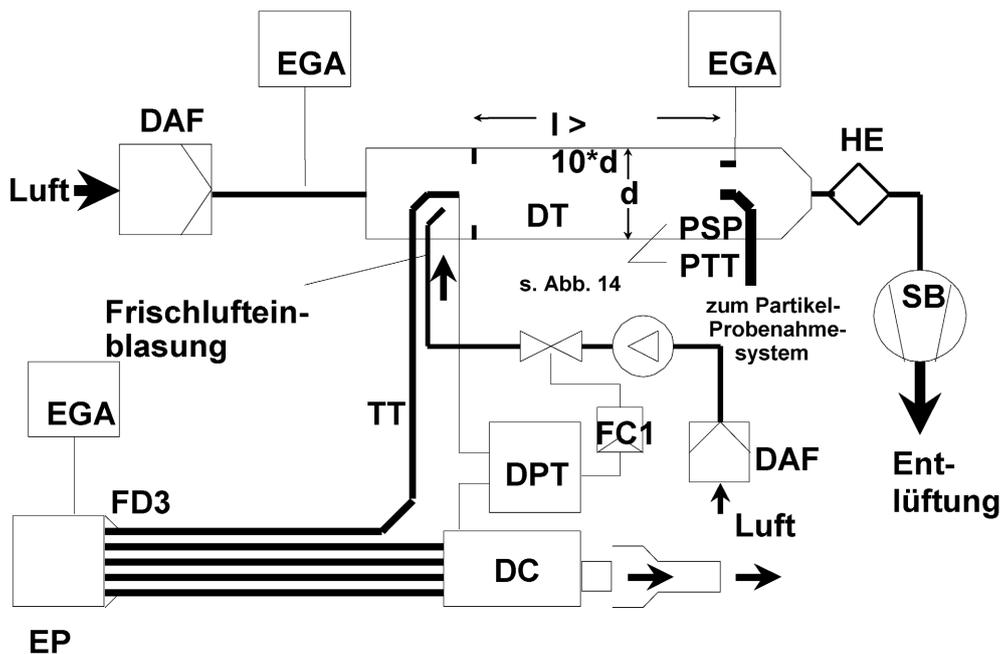


## ▼ C1

Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT zum Verdünnungstunnel DT geleitet, und zwar mittels eines Mengenteilers, der ein Paar Blenden oder Venturi-Rohre enthält. Der erste Mengenteiler (FD1) befindet sich im EP, der zweite (FD2) im TT. Zusätzlich sind zwei Druckregelventile (PCV1 und PCV2) erforderlich, damit durch Regelung des Gegendrucks in der EP und des Drucks im DT eine konstante Abgasteilung aufrechterhalten werden kann. PCV1 befindet sich stromabwärts der SP im EP, PCV2 zwischen dem Druckgebläse PB und dem DT. Die Konzentrationen des Tracergases ( $\text{CO}_2$  oder  $\text{NO}_x$ ) werden im unverdünnten Abgas, im verdünnten Abgas und in der Verdünnungsluft mit dem (den) Abgasanalysator(en) EGA gemessen. Sie werden zur Überprüfung der Abgasteilung benötigt und können zur Einstellung von PCV1 und PCV2 im Interesse einer präzisen Teilungsregelung verwendet werden. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand der Tracergaskonzentrationen berechnet.

Abbildung 10

**Teilstrom-Verdünnungssystem mit Mehrfachröhrenteilung, Konzentrationsmessung und Teilprobenahme**

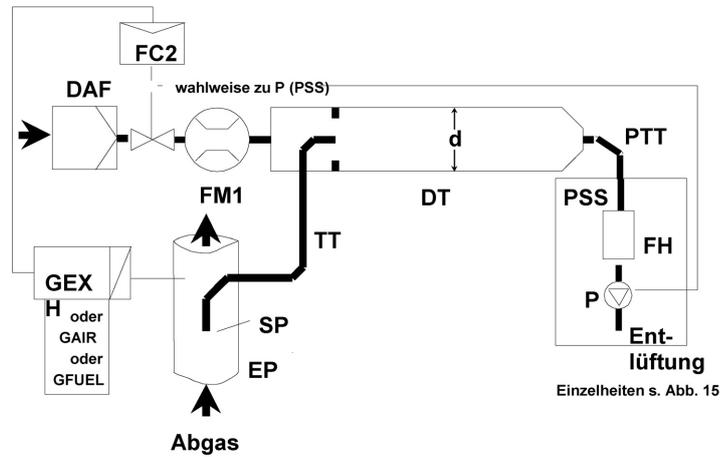


Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT zum Verdünnungstunnel DT geleitet, und zwar mittels eines im EP angebrachten Mengenteilers, der aus einer Reihe von Röhren mit gleichen Abmessungen besteht (Durchmesser, Länge und Biegunghalbmesser gleich). Das durch eine dieser Röhren strömende Abgas wird zum DT geleitet, das durch die übrigen Röhren strömende Abgas wird durch die Dämpfungskammer DC geleitet. Die Abgasteilung wird also durch die Gesamtzahl der Röhren bestimmt. Eine konstante Teilungsregelung setzt zwischen der DC und dem Ausgang des TT einen Differenzdruck von Null voraus, der mit dem Differenzdruckaufnehmer DPT gemessen wird. Ein Differenzdruck von Null wird erreicht, indem in den DT am Ausgang des TT Frischluft eingespritzt wird. Die Konzentrationen des Tracergases ( $\text{CO}_2$  oder  $\text{NO}_x$ ) werden im unverdünnten Abgas, im verdünnten Abgas und in der Verdünnungsluft mit dem (den) Abgasanalysator(en) EGA gemessen. Sie werden zur Überprüfung der Abgasteilung benötigt und können zur Einstellung von PCV1 und PCV2 im Interesse einer präzisen Teilungsregelung verwendet werden. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand der Tracergaskonzentrationen berechnet.

▼ C1

Abbildung 11

Teilstrom-Verdünnungssystem mit Durchsatzregelung und Gesamtprobenahme

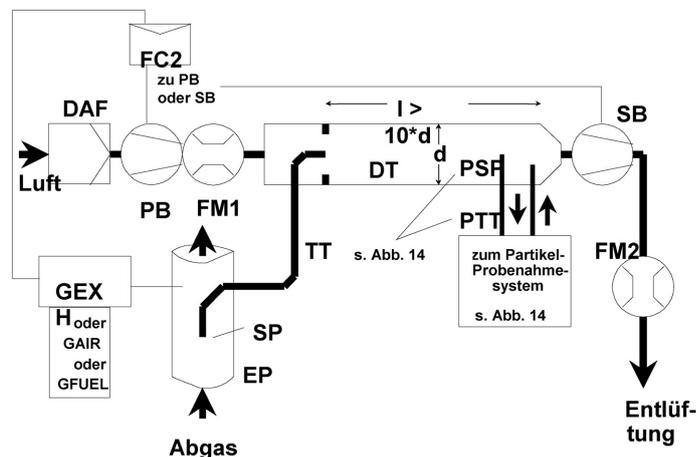


Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT in den Verdünnungstunnel DT geleitet. Der Gesamtdurchfluss durch den Tunnel wird mit dem Durchflussregler FC3 und der Probenahmepumpe P des Partikel-Probenahmesystems eingestellt (Abbildung 16).

Der Verdünnungsluftdurchfluss wird mit dem Durchflussregler FC2 geregelt, der  $G_{EXH}$ ,  $G_{AIR}$  oder  $G_{FUEL}$  als Steuersignale zur Herbeiführung der gewünschten Abgasteilung verwenden kann. Der Probedurchfluss in den DT ist die Differenz aus dem Gesamtdurchfluss und dem Verdünnungsluftdurchfluss. Der Verdünnungsluftdurchsatz wird mit dem Durchflussmessgerät FM1 und der Gesamtdurchsatz mit dem Durchflussmessgerät FM3 des Partikel-Probenahmesystems gemessen (Abbildung 14). Das Verdünnungsverhältnis wird anhand dieser beiden Durchsätze berechnet.

Abbildung 12

Teilstrom-Verdünnungssystem mit Durchsatzregelung und Teilprobenahme



▼ **C1**

Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT in den Verdünnungstunnel DT geleitet. Die Abgasteilung und der Durchfluss in den DT werden mit dem Durchflussregler FC2 geregelt, der die Durchflüsse (oder Drehzahlen) des Druckgebläses PB und des Ansauggebläses SB entsprechend einstellt. Dies ist möglich, weil die mit dem Partikel-Probenahmesystem entnommene Probe in den DT zurückgeführt wird. Als Steuersignale für FC2 können  $G_{EXH}$ ,  $G_{AIR}$  oder  $G_{FUEL}$  verwendet werden. Der Verdünnungsluftdurchsatz wird mit dem Durchflussmessgerät FM1, der Gesamtdurchsatz mit dem Durchflussmessgerät FM2 gemessen. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand dieser beiden Durchsätze berechnet.

**Beschreibung — Abbildungen 4 bis 12**

— EP: Auspuffrohr

Das Auspuffrohr kann isoliert sein. Um die Wärmeträgheit des Auspuffrohrs zu verringern, wird ein Verhältnis Stärke/Durchmesser von höchstens 0,015 empfohlen. Die Verwendung flexibler Abschnitte ist auf ein Verhältnis Stärke/Durchmesser von höchstens 12 zu begrenzen. Biegungen sind auf ein Mindestmaß zu begrenzen, um Trägheitsablagerungen zu verringern. Gehört zu dem System ein Prüfstand-Schalldämpfer, so kann auch dieser isoliert werden.

Bei einem isokinetischen System muss das Auspuffrohr vom Eintritt der Sonde ab stromaufwärts mindestens sechs Rohrdurchmesser und stromabwärts drei Rohrdurchmesser frei von scharfen Krümmungen, Biegungen und plötzlichen Durchmesseränderungen sein. Die Gasgeschwindigkeit muss im Entnahmebereich höher als 10 m/s sein; dies gilt nicht für den Leerlauf. Druckschwankungen der Abgase dürfen im Durchschnitt  $\pm 500$  Pa nicht übersteigen. Jede Maßnahme zur Vermeidung der Druckschwankungen, die über die Verwendung einer Fahrzeug-Auspuffanlage (einschließlich Schalldämpfer und Nachbehandlungsanlage) hinausgeht, darf die Motorleistung nicht verändern und zu keiner Partikelablagerung führen.

Bei Systemen ohne isokinetische Sonde wird ein gerades Rohr empfohlen, das stromaufwärts vom Eintritt der Sonde den sechsfachen Rohrdurchmesser und stromabwärts von diesem Punkt den dreifachen Rohrdurchmesser haben muss.

— SP: Probenahmesonde (Abbildungen 6 bis 12)

Der Innendurchmesser muss mindestens 4 mm betragen. Das Verhältnis der Durchmesser von Auspuffrohr und Sonde muss mindestens vier betragen. Die Sonde muss eine offene Röhre sein, die der Strömungsrichtung zugewandt in der Mittellinie des Auspuffrohrs angebracht ist, oder es muss sich um eine Mehrlochsonde — wie unter SP1 in Abschnitt 1.1.1 beschrieben — handeln.

— ISP: Isokinetische Probenahmesonde (Abbildungen 4 und 5)

Die isokinetische Probenahmesonde ist der Strömungsrichtung zugewandt in der Mittellinie des Auspuffrohrs an einem Punkt anzubringen, an dem die im Abschnitt EP beschriebenen Strömungsbedingungen herrschen; sie ist so auszulegen, dass eine verhältnismäßige Probenahme aus dem unverdünnten Abgas gewährleistet ist. Der Innendurchmesser muss mindestens 12 mm betragen.

▼ C1

Ein Reglersystem ist erforderlich, damit durch Aufrechterhaltung eines Differenzdrucks von Null zwischen dem EP und der ISP eine isokinetische Abgasteilung erreicht wird. Unter diesen Bedingungen sind die Abgasgeschwindigkeiten im EP und in der ISP gleich, und der Massendurchfluss durch die ISP ist ein konstanter Bruchteil des Abgasstroms. Die ISP muss an einen Differenzdruckaufnehmer angeschlossen werden. Die Regelung, mit der zwischen dem EP und der ISP ein Differenzdruck von Null erreicht wird, erfolgt über die Drehzahl des Gebläses oder über den Durchflussregler.

## — FD1, FD2: Mengenteiler (Abbildung 9)

Ein Paar Venturi-Rohre oder Blenden wird im Auspuffrohr EP bzw. im Übertragungsrohr TT angebracht, damit eine verhältnismäßige Probenahme aus dem unverdünnten Abgas gewährleistet ist. Das aus den beiden Druckregelventilen PCV1 und PCV2 bestehende Reglersystem wird benötigt, damit eine verhältnismäßige Aufteilung mittels Regelung der Drücke im EP und DT erfolgen kann.

## — FD3: Mengenteiler (Abbildung 10)

Ein Satz Röhren (Mehrfachröhreneinheit) wird im Auspuffrohr EP angebracht, damit eine verhältnismäßige Probenahme aus dem unverdünnten Abgas gewährleistet ist. Eine dieser Röhren leitet Abgas zum Verdünnungstunnel DT, das Abgas aus den übrigen Röhren strömt in eine Dämpfungskammer DC. Die Röhren müssen gleiche Abmessungen aufweisen (Durchmesser, Länge, Biegehalbmesser gleich); demzufolge ist die Abgasteilung von der Gesamtzahl der Röhren abhängig. Ein Reglersystem wird benötigt, damit durch Aufrechterhaltung eines Differenzdrucks von Null zwischen der Einmündung der Mehrfachröhreneinheit in die DC und dem Ausgang des TT eine verhältnismäßige Aufteilung erfolgen kann. Unter diesen Bedingungen herrschen im EP und in FD3 proportionale Abgasgeschwindigkeiten, und der Durchfluss im TT ist ein konstanter Bruchteil des Abgasdurchflusses. Die beiden Punkte müssen an einen Differenzdruckaufnehmer DPT angeschlossen sein. Die Regelung zur Herstellung eines Differenzdrucks von Null erfolgt über den Durchflussregler FC1.

## — EGA: Abgasanalysator (Abbildungen 6 bis 10)

Es können CO<sub>2</sub>- oder NO<sub>x</sub>-Analysatoren verwendet werden (bei der Kohlenstoffbilanzmethode nur CO<sub>2</sub>-Analysatoren). Die Analysatoren sind ebenso zu kalibrieren wie die Analysatoren für die Messung der gasförmigen Emissionen. Ein oder mehrere Analysatoren können zur Bestimmung der Konzentrationsunterschiede verwendet werden.

Die Messsysteme müssen eine solche Genauigkeit aufweisen, dass die Genauigkeit von  $G_{EDFW} \pm 4\%$  beträgt.

## — TT: Übertragungsrohr (Abbildungen 4 bis 12)

Das Übertragungsrohr für die Partikelprobe muss

- so kurz wie möglich, jedoch nicht länger als 5 m sein,
- einen Durchmesser haben, der gleich dem Durchmesser der Sonde oder größer, jedoch nicht größer als 25 mm ist,
- den Ausgang in der Mittellinie des Verdünnungstunnels haben und in Strömungsrichtung zeigen.

Rohre von einer Länge bis zu einem Meter sind mit einem Material zu isolieren, dessen maximale Wärmeleitfähigkeit 0,05 W/(m × K) beträgt, wobei die Stärke der Isolierschicht dem Durchmesser der Sonde entspricht. Rohre von mehr als einem Meter Länge sind zu isolieren und so zu beheizen, dass die Wandtemperatur mindestens 523 K (250 °C) beträgt.

Wahlweise können die erforderlichen Wandtemperaturen des Übertragungsrohrs auch durch Standardberechnungen der Wärmeübertragung bestimmt werden.

▼ C1

- DPT: Differenzdruckaufnehmer (Abbildungen 4, 5 und 10)
 

Der größte Messbereich des Differenzdruckaufnehmers muss  $\pm 500$  Pa betragen.
- FC1: Durchflussregler (Abbildungen 4, 5 und 10)
 

Bei den isokinetischen Systemen (Abbildungen 4 und 5) wird der Durchflussregler zur Aufrechterhaltung eines Differenzdrucks von Null zwischen dem EP und der ISP benötigt. Die Einstellung kann folgendermaßen erfolgen:

  - a) durch Regelung der Drehzahl oder des Durchflusses des Ansauggebläses (SB) und Konstanthalten der Drehzahl des Druckgebläses (PB) bei jeder Prüfphase (Abbildung 4) oder
  - b) durch Einstellung des Ansauggebläses (SB) auf einen konstanten Massendurchfluss des verdünnten Abgases und Regelung des Durchflusses des Druckgebläses PB, wodurch der Durchfluss der Abgasprobe in einem Bereich am Ende des Übertragungsrohrs (TT) geregelt wird (Abbildung 5).

Bei Systemen mit geregelter Druck darf der verbleibende Fehler in der Steuerschleife  $\pm 3$  Pa nicht übersteigen. Die Druckschwankungen im Verdünnungstunnel dürfen im Durchschnitt  $\pm 250$  Pa nicht übersteigen.

Bei Mehrfachröhrensystemen (Abbildung 10) wird der Durchflussregler zur Aufrechterhaltung eines Differenzdrucks von Null zwischen dem Auslass der Mehrfachröhreneinheit und dem Ausgang des TT benötigt, damit der Abgasstrom verhältnismäßig aufgeteilt wird. Die Einstellung kann durch Regelung des Durchsatzes der eingeblasenen Luft erfolgen, die am Ausgang des TT in den DT einströmt.
- PCV1, PCV2: Druckregelventile (Abbildung 9)
 

Zwei Druckregelventile werden für das Doppelventuri-/Doppelblenden-System benötigt, damit durch Regelung des Gegendrucks des EP und des Drucks im DT eine verhältnismäßige Stromteilung erfolgen kann. Die Ventile müssen sich stromabwärts der SP im EP und zwischen PB und DT befinden.
- DC: Dämpfungskammer (Abbildung 10)
 

Am Ausgang des Mehrfachröhrensystems ist eine Dämpfungskammer anzubringen, um die Druckschwankungen im Auspuffrohr EP so gering wie möglich zu halten.
- VN: Venturi-Rohr (Abbildung 8)
 

Ein Venturi-Rohr wird im Verdünnungstunnel DT angebracht, um im Bereich des Ausgangs des Übertragungsrohrs TT einen Unterdruck zu erzeugen. Der Gasdurchsatz im TT wird durch den Impulsaustausch im Venturibereich bestimmt und ist im Grund dem Durchsatz des Druckgebläses PB proportional, so dass ein konstantes Verdünnungsverhältnis erzielt wird. Da der Impulsaustausch von der Temperatur am Ausgang des TT und vom Druckunterschied zwischen dem EP und dem DT beeinflusst wird, ist das tatsächliche Verdünnungsverhältnis bei geringer Last etwas kleiner als bei hoher Last.
- FC2: Durchflussregler (Abbildungen 6, 7, 11 und 12; wahlfrei)
 

Zur Durchflussregelung am Druckgebläse PB und/oder Ansauggebläse SB kann ein Durchflussregler verwendet werden. Er kann an den Abgasstrom- oder den Kraftstrom- und/oder an den CO<sub>2</sub>- oder NO<sub>x</sub>-Differenzsignalgeber angeschlossen sein.

Wird ein Druckluftversorgungssystem (Abbildung 11) verwendet, regelt der FC2 unmittelbar den Luftstrom.

▼ C1

- FM1: Durchflussmessgerät (Abbildungen 6, 7, 11 und 12)
 

Gasmessgerät oder sonstiges Durchflussmessgerät zur Messung des Verdünnungsluftdurchflusses. FM1 ist wahlfrei, wenn das PB für die Durchflussmessung kalibriert ist.
- FM2: Durchflussmessgerät (Abbildung 12)
 

Gasmessgerät oder sonstiges Durchflussmessgerät zur Messung des Durchflusses des verdünnten Abgases. FM2 ist wahlfrei, wenn das Ansauggebläse SB für die Durchflussmessung kalibriert ist.
- PB: Druckgebläse (Abbildungen 4, 5, 6, 7, 8, 9 und 12)
 

Zur Steuerung des Verdünnungsluftdurchsatzes kann das PB an die Durchflussregler FC1 und FC2 angeschlossen sein. Ein PB ist nicht erforderlich, wenn eine Absperrklappe verwendet wird. Ist das PB kalibriert, kann es zur Messung des Verdünnungsluftdurchflusses verwendet werden.
- SB: Ansauggebläse (Abbildungen 4, 5, 6, 9, 10 und 12)
 

Nur für Teilprobenahmesysteme. Ist das SB kalibriert, kann es zur Messung des Durchflusses des verdünnten Abgases verwendet werden.
- DAF: Verdünnungsluftfilter (Abbildungen 4 bis 12)
 

Es wird empfohlen, die Verdünnungsluft zu filtern und durch Aktivkohle zu leiten, damit Hintergrund-Kohlenwasserstoffe entfernt werden. Die Verdünnungsluft muss eine Temperatur von 298 K (25 °C)  $\pm$  5 K haben.

Auf Antrag des Herstellers ist nach guter technischer Praxis eine Verdünnungsluftprobe zur Bestimmung des Raumluft-Partikelgehalts zu nehmen, der dann von den in den verdünnten Abgasen gemessenen Werten abgezogen werden kann.
- PSP: Partikel-Probenahmesonde (Abbildungen 4, 5, 6, 8, 9, 10 und 12)
 

Die Sonde bildet den vordersten Abschnitt des PTT und

  - muss gegen den Strom gerichtet an einem Punkt angebracht sein, wo die Verdünnungsluft und die Abgase gut vermischt sind, d. h. in der Mittellinie des Verdünnungstunnels DT ungefähr 10 Tunneldurchmesser stromabwärts von dem Punkt gelegen, wo die Abgase in den Verdünnungstunnel eintreten;
  - muss einen Innendurchmesser von mindestens 12 mm haben;
  - kann durch Direktbeheizung oder durch Vorheizen der Verdünnungsluft bis auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) beheizt werden, vorausgesetzt, dass die Lufttemperatur vor Eintritt des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht übersteigt;
  - können isoliert sein.
- DT: Verdünnungstunnel (Abbildungen 4 bis 12)
 

Der Verdünnungstunnel

  - muss so lang sein, dass sich die Abgase bei turbulenten Strömungsbedingungen vollständig mit der Verdünnungsluft mischen können;
  - muss aus rostfreiem Stahl bestehen und
    - bei Verdünnungstunneln mit einem Innendurchmesser über 75 mm ein Verhältnis Stärke/Durchmesser von höchstens 0,025 aufweisen,

▼ C1

- bei Verdünnungstunneln mit einem Innendurchmesser bis zu 75 mm eine nominelle Wanddicke von mindestens 1,5 mm haben;
- muss bei einem Teilprobenahmesystem einen Durchmesser von mindestens 75 mm haben;
- sollte bei einem Gesamtprobenahmesystem möglichst einen Durchmesser von mindestens 25 mm haben.
- kann durch Direktbeheizung oder durch Vorheizen der Verdünnungsluft bis auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) beheizt werden, vorausgesetzt, dass die Lufttemperatur vor Eintritt des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht übersteigt
- können isoliert sein.

Die Motorabgase müssen gründlich mit der Verdünnungsluft vermischt werden. Bei Teilprobenahmesystemen ist die Mischqualität nach Inbetriebnahme bei laufendem Motor mittels eines CO<sub>2</sub>-Profils des Tunnels zu überprüfen (mindestens vier gleichmäßig verteilte Messpunkte). Bei Bedarf kann eine Mischblende verwendet werden.

*Anmerkung:* Beträgt die Umgebungstemperatur in der Nähe des Verdünnungstunnels (DT) weniger als 293 K (20 °C), so sollte für eine Vermeidung von Partikelverlusten an den kühlen Wänden des Verdünnungstunnels gesorgt werden. Daher wird eine Beheizung und/oder Isolierung des Tunnels innerhalb der oben angegebenen Grenzwerte empfohlen.

Bei hoher Motorlast kann der Tunnel durch nichtaggressive Mittel wie beispielsweise einen Umlüfter gekühlt werden, solange die Temperatur des Kühlmittels nicht weniger als 293 K (20 °C) beträgt.

- HE: Wärmeaustauscher (Abbildungen 9 und 10)

Der Wärmeaustauscher muss eine solche Leistung aufweisen, dass die Temperatur am Einlass zum Ansauggebläse SB von der bei der Prüfung beobachteten durchschnittlichen Betriebstemperatur um höchstens  $\pm 11$  K abweicht.

#### 1.2.1.2. Vollstrom-Verdünnungssystem (Abbildung 13)

Es wird ein Verdünnungssystem beschrieben, das unter Verwendung des CVS-Konzepts (Constant Volume Sampling) auf der Verdünnung des gesamten Abgasstroms beruht. Das Gesamtvolumen des Gemischs aus Abgas und Verdünnungsluft muss gemessen werden. Es kann entweder ein PDP- oder ein CFV- oder ein SSV-System verwendet werden.

Für die anschließende Sammlung der Partikel wird eine Probe des verdünnten Abgases durch das Partikel-Probenahmesystem geleitet (Abschnitt 1.2.2, Abbildungen 14 und 15). Geschieht dies direkt, spricht man von Einfachverdünnung. Wird die Probe in einem Sekundärverdünnungstunnel erneut verdünnt, spricht man von Doppelverdünnung. Letztere ist dann von Nutzen, wenn die Vorschriften in bezug auf die Filteranströmtemperatur bei Einfachverdünnung nicht eingehalten werden können. Obwohl es sich beim Doppelverdünnungssystem zum Teil um ein Verdünnungssystem handelt, wird es in Abschnitt 1.2.2 (Abbildung 15), als Unterart eines Partikel-Probenahmesystems beschrieben, da es die meisten typischen Bestandteile eines Partikel-Probenahmesystems aufweist.

Die gasförmigen Emissionen können auch im Verdünnungstunnel eines Vollstrom-Verdünnungssystems bestimmt werden. Daher werden die Probenahmesonden für die gasförmigen Bestandteile in Abbildung 13 dargestellt, erscheinen jedoch nicht bei den Beschreibungen. Die entsprechenden Vorschriften sind in Abschnitt 1.1.1 dargelegt.



▼ C1

Eine Durchflussmengenkompensation darf nur angewendet werden, wenn die Temperatur am Einlass der PDP 323 K (50 °C) nicht überschreitet.

## — CFV: Venturi-Rohr mit kritischer Strömung

Das CFV wird zur Messung des Gesamtdurchflusses des verdünnten Abgases unter Sättigungsbedingungen (kritische Strömung) benutzt. Der mit dem im Betrieb befindlichen CFV-System gemessene statische Abgasgegendruck muss bei einer Toleranz von  $\pm 1,5$  kPa im Bereich des statischen Drucks bleiben, der bei gleicher Motordrehzahl und Belastung ohne Anschluss an das CFV gemessen wurde. Die unmittelbar vor dem CFV gemessene Temperatur des Gasgemischs muss bei einer Toleranz von  $\pm 11$  K innerhalb des Durchschnittswerts der während der Prüfung ermittelten Betriebstemperatur bleiben, wenn keine Durchflussmengenkompensation erfolgt.

## — SSV: kritisch betriebene Venturidüse

Das SSV wird zur Messung des Gesamtdurchflusses des verdünnten Abgases als Funktion von Eintrittsdruck, Eintrittstemperatur, Druckabfall zwischen SSV-Eintritt und -verengung benutzt. Der mit dem im Betrieb befindlichen SSV-System gemessene statische Abgasgegendruck muss bei einer Toleranz von  $\pm 1,5$  kPa im Bereich des statischen Drucks bleiben, der bei gleicher Motordrehzahl und Belastung ohne Anschluss an das SSV gemessen wurde. Die unmittelbar vor dem SSV gemessene Temperatur des Gasgemischs muss bei einer Toleranz von  $\pm 11$  K innerhalb des Durchschnittswerts der während der Prüfung ermittelten Betriebstemperatur bleiben, wenn keine Durchflussmengenkompensation erfolgt.

## — HE: Wärmeaustauscher (bei Anwendung von EFC wahlfrei)

Die Leistung des Wärmeaustauschers muss ausreichen, um die Temperatur innerhalb der obengenannten Grenzwerte zu halten.

## — EFC: Elektronische Durchflusskompensation (bei Anwendung eines HE wahlfrei)

Wird die Temperatur an der Einlassöffnung der PDP oder des CFV oder der SSV nicht konstant gehalten, ist zum Zweck einer kontinuierlichen Messung der Durchflussmenge und zur Regelung der verhältnismäßigen Probenahme im Partikelsystem ein elektronisches Durchflusskompensations-System erforderlich. Daher werden die Signale des kontinuierlich gemessenen Durchsatzes verwendet, um den Probendurchsatz durch die Partikelfilter des Partikel-Probenahmesystems entsprechend zu korrigieren (Abbildungen 14 und 15).

## — DT: Verdünnungstunnel

Der Verdünnungstunnel

— muss einen genügend kleinen Durchmesser haben, um eine turbulente Strömung zu erzeugen (Reynolds-Zahl größer als 4000), und hinreichend lang sein, damit sich die Abgase mit der Verdünnungsluft vollständig vermischen. Eine Mischblende kann verwendet werden;

— muss einen Durchmesser von mindestens 75 mm haben;

— kann isoliert sein.

Die Motorabgase sind an dem Punkt, wo sie in den Verdünnungstunnel einströmen, stromabwärts zu richten und vollständig zu mischen.

Bei Einfachverdünnung wird eine Probe aus dem Verdünnungstunnel in das Partikel-Probenahmesystem geleitet (Abschnitt 1.2.2, Abbildung 14). Die Durchflussleistung der PDP oder des CFV oder des SSV muss ausreichend sein, um die Temperatur des verdünnten Abgasstroms unmittelbar von dem Primärpartikelfilter auf weniger oder gleich 325 K (52 °C) zu halten.

▼ C1

Bei Doppelverdünnung wird eine Probe aus dem Verdünnungstunnel zur weiteren Verdünnung in den Sekundärtunnel und darauf durch die Probenahmefilter geleitet (Abschnitt 1.2.2, Abbildung 15). Die Durchflussleistung des PDP oder des CFV oder des SSV muss ausreichend sein, um die Temperatur des verdünnten Abgasstroms im DT im Probenahmebereich auf weniger oder gleich 464 K (191 °C) zu halten. Das Sekundärverdünnungssystem muss genug Sekundärverdünnungsluft liefern, damit der doppelt verdünnte Abgasstrom unmittelbar vor dem Primärpartikelfilter auf einer Temperatur von weniger oder gleich 325 K (52 °C) gehalten werden kann.

— DAF: Verdünnungsluftfilter

Es wird empfohlen, die Verdünnungsluft zu filtern und durch Aktivkohle zu leiten, damit Hintergrund-Kohlenwasserstoffe entfernt werden. Die Verdünnungsluft muss eine Temperatur von 298 K (25 °C)  $\pm$  5 K haben. Auf Antrag des Herstellers ist nach guter technischer Praxis eine Verdünnungsluftprobe zur Bestimmung des Raumluft-Partikelgehalts zu nehmen, der dann von den in den verdünnten Abgasen gemessenen Werten abgezogen werden kann.

— PSP: Partikel-Probenahmesonde

Die Sonde bildet den vordersten Abschnitt des PTT und

— muss gegen den Strom gerichtet an einem Punkt angebracht sein, wo die Verdünnungsluft und die Abgase gut vermischt sind, d. h. in der Mittellinie des Verdünnungstunnels DT ungefähr 10 Tunnele Durchmesser stromabwärts von dem Punkt gelegen, wo die Abgase in den Verdünnungstunnel eintreten;

— muss einen Innendurchmesser von mindestens 12 mm haben;

— kann durch Direktbeheizung oder durch Vorheizen der Verdünnungsluft bis auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) beheizt werden, vorausgesetzt, dass die Lufttemperatur vor Eintritt des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht übersteigt;

— kann isoliert sein.

### 1.2.2. *Partikel-Probenahmesystem (Abbildungen 14 und 15)*

Das Partikel-Probenahmesystem wird zur Sammlung der Partikel auf dem Partikelfilter benötigt. Im Fall von Teilstrom-Verdünnungssystemen mit Gesamtprobenahme, bei denen die gesamte Probe des verdünnten Abgases durch die Filter geleitet wird, bilden das Verdünnungssystem (Abschnitt 1.2.1.1, Abbildungen 7 und 11) und das Probenahmesystem in der Regel eine Einheit. Im Fall von Teilstrom- oder Vollstrom-Verdünnungssystemen mit Teilprobenahme, bei denen nur ein Teil des verdünnten Abgases durch die Filter geleitet wird, sind das Verdünnungssystem (Abschnitt 1.2.1.1, Abbildungen 4, 5, 6, 8, 9, 10 und 12, sowie Abschnitt 1.2.1.2, Abbildung 13) und das Probenahmesystem in der Regel getrennte Einheiten.

In dieser Richtlinie gilt das Doppelverdünnungssystem (DVS, Abbildung 15) eines Vollstrom-Verdünnungssystems als spezifische Unterart eines typischen Partikel-Probenahmesystems, wie es in Abbildung 14 dargestellt ist. Das Doppelverdünnungssystem enthält alle wichtigen Bestandteile eines Partikel-Probenahmesystems, wie beispielsweise Filterhalter und Probenahmepumpe, und darüber hinaus einige Merkmale eines Verdünnungssystems, wie beispielsweise die Verdünnungsluftzufuhr und einen Sekundär-Verdünnungstunnel.

## ▼ C1

Um eine Beeinflussung der Steuerschleifen zu vermeiden, wird empfohlen, die Probenahmepumpe während des gesamten Prüfverfahrens in Betrieb zu lassen. Bei der Einfachfiltermethode ist ein Bypass-System zu verwenden, um die Probe zu den gewünschten Zeitpunkten durch die Probenahmefilter zu leiten. Beeinträchtigungen des Schaltvorganges an den Steuerschleifen sind auf ein Mindestmaß zu begrenzen.

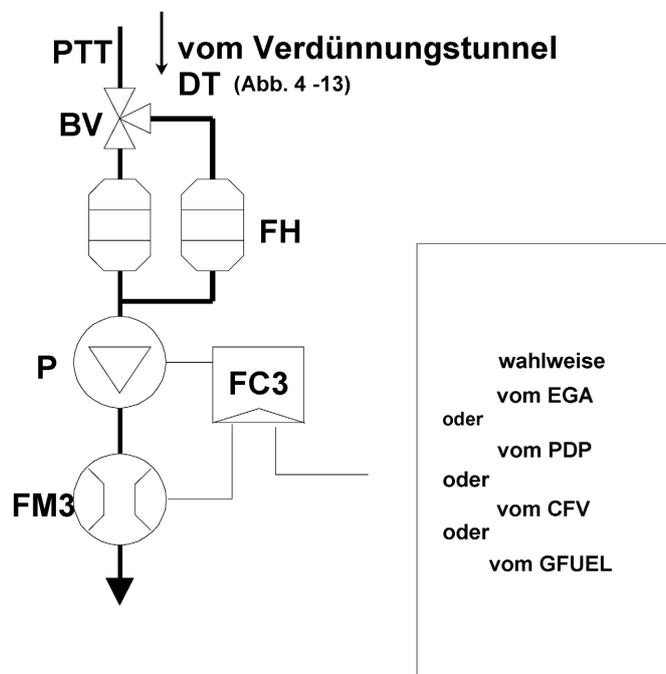
**Beschreibung — (Abbildungen 14 und 15)**

— PSP: Partikel-Probenahmesonde (Abbildungen 14 und 15)

Die in den Abbildungen dargestellte Probenahmesonde bildet den vordersten Abschnitt des Partikelübertragungsrohrs PTT. Die Sonde

- muss gegen den Strom gerichtet an einem Punkt angebracht sein, wo die Verdünnungsluft und die Abgase gut vermischt sind, d. h. in der Mittellinie des Verdünnungstunnels DT des Verdünnungssystems (Abschnitt 1.2.1) ungefähr 10 Tunneldurchmesser stromabwärts von dem Punkt gelegen, wo die Abgase in den Verdünnungstunnel eintreten;
- muss einen Innendurchmesser von mindestens 12 mm haben;
- kann durch Direktbeheizung oder durch Vorheizen der Verdünnungsluft bis auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) beheizt werden, vorausgesetzt, dass die Lufttemperatur vor Eintritt des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht übersteigt;
- kann isoliert sein.

Abbildung 14

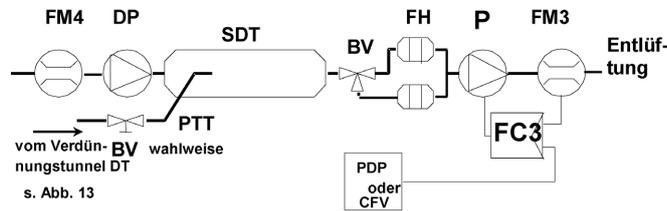
**Partikel-Probenahmesystem**

Eine Probe des verdünnten Abgases wird mithilfe der Probenahmepumpe P durch die Partikel-Probenahmesonde PSP und das Partikelübertragungsrohr PTT aus dem Verdünnungstunnel DT eines Teilstrom- oder Vollstrom-Verdünnungssystems entnommen. Die Probe wird durch den (die) Filterhalter FH geleitet, in dem (denen) die Partikel-Probenahmefilter enthalten sind. Der Probendurchsatz wird mit dem Durchflussregler FC3 geregelt. Bei Verwendung der elektronischen Durchflussmengenkompensation EFC (Abbildung 13) dient der Durchfluss des verdünnten Abgases als Steuersignal für FC3.

## ▼ C1

Abbildung 15

## Verdünnungsanlage (nur für Vollstromsystem)



Eine Probe des verdünnten Abgases wird durch die Partikel-Probenahme-sonde PSP und das Partikelübertragungsrohr PTT aus dem Verdünnungstunnel DT eines Vollstrom-Verdünnungssystems in den Sekundärverdünnungstunnel SDT geleitet und dort nochmals verdünnt. Anschließend wird die Probe durch den (die) Filterhalter geleitet, in dem (denen) die Partikel-Probenahmefilter enthalten sind. Der Verdünnungsluftdurchsatz ist in der Regel konstant, während der Probendurchsatz mit dem Durchflussregler FC3 geregelt wird. Bei Verwendung der elektronischen Durchflussmengenkompensation EFC (Abbildung 13) dient der Durchfluss des gesamten verdünnten Abgases als Steuersignal für FC3.

— PTT: Partikelübertragungsrohr (Abbildungen 14 und 15)

Das Partikelübertragungsrohr darf höchstens 1020 mm lang sein; seine Länge ist so gering wie möglich zu halten.

Die Abmessungen betreffen

- beim Teilstrom-Verdünnungssystem mit Teilprobenahme und beim Vollstrom-Einfachverdünnungssystem den Teil vom Sondereintritt bis zum Filterhalter,
- beim Teilstrom-Verdünnungssystem mit Gesamtprobenahme den Teil vom Ende des Verdünnungstunnels bis zum Filterhalter,
- beim Vollstrom-Doppelverdünnungssystem den Teil vom Sondereintritt bis zum Sekundärverdünnungstunnel.

Das Übertragungsrohr

- kann durch Direktbeheizung oder durch Vorheizen der Verdünnungsluft bis auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) beheizt werden, vorausgesetzt, dass die Lufttemperatur vor Eintritt des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht übersteigt,
  - kann isoliert sein.
- SDT: Sekundärverdünnungstunnel (Abbildung 15)

Der Sekundärverdünnungstunnel sollte einen Durchmesser von mindestens 75 mm haben und so lang sein, dass die doppelt verdünnte Probe mindestens 0,25 Sekunden in ihm verweilt. Die Halterung des Hauptfilters FH darf sich in nicht mehr als 300 mm Abstand vom Ausgang des SDT befinden.

Der Sekundärverdünnungstunnel

- kann durch Direktbeheizung oder durch Vorheizen der Verdünnungsluft bis auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) beheizt werden, vorausgesetzt, dass die Lufttemperatur vor Eintritt des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht übersteigt,
- kann isoliert sein.

▼ C1

- FH: Filterhalter (Abbildungen 14 und 15)

Für die Haupt- und Nachfilter dürfen entweder ein einziger Filterhalter oder separate Filterhalter verwendet werden. Die Vorschriften von Anhang III Anlage 1 Abschnitt 1.5.1.3 müssen eingehalten werden.

Die Filterhalter

- können durch Direktbeheizung oder durch Vorheizen der Verdünnungsluft bis auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) beheizt werden, vorausgesetzt, dass die Lufttemperatur 325 K (52 °C) nicht übersteigt,
- können isoliert sein.

- P: Probenahmepumpe (Abbildungen 14 und 15)

Die Partikel-Probenahmepumpe muss so weit vom Tunnel entfernt sein, dass die Temperatur der einströmenden Gase konstant gehalten wird ( $\pm 3$  K), wenn keine Durchflusskorrektur mittels FC3 erfolgt.

- DP: Verdünnungsluftpumpe (Abbildung 15) (nur bei Vollstrom-Doppelverdünnung)

Die Verdünnungsluftpumpe ist so anzuordnen, dass die sekundäre Verdünnungsluft mit einer Temperatur von 298 K (25 °C)  $\pm 5$  K zugeführt wird.

- FC3: Durchflussregler (Abbildungen 14 und 15)

Um eine Kompensation des Durchsatzes der Partikelprobe entsprechend von Temperatur- und Gegendruckschwankungen im Probenweg zu erreichen, ist, falls keine anderen Mittel zur Verfügung stehen, ein Durchflussregler zu verwenden. Bei Anwendung der elektronischen Durchflusskompensation EFC (Abbildung 13) ist der Durchflussregler Vorschrift.

- FM3: Durchflussmessgerät (Abbildungen 14 und 15) (Durchfluss der Partikelprobe)

Das Gasmess- oder Durchflussmessgerät muss so weit von der Probenahmepumpe entfernt sein, dass die Temperatur des einströmenden Gases konstant bleibt ( $\pm 3$  K), wenn keine Durchflusskorrektur durch FC3 erfolgt.

- FM4: Durchflussmessgerät (Abbildung 15) (Verdünnungsluft, nur Vollstrom-Doppelverdünnung)

Das Gasmess- oder Durchflussmessgerät muss so angeordnet sein, dass die Temperatur des einströmenden Gases bei 298 K (25 °C)  $\pm 5$  K bleibt.

- BV: Kugelventil (wahlfrei)

Der Durchmesser des Kugelventils darf nicht geringer als der Innendurchmesser des Entnahmerohrs sein, und seine Schaltzeit muss geringer als 0,5 Sekunden sein.

*Anmerkung:* Beträgt die Umgebungstemperatur in der Nähe von PSP, PTT, SDT und FH weniger als 239 K (20 °C), so ist für eine Vermeidung von Partikelverlusten an den kühlen Wänden dieser Teile zu sorgen. Es wird daher empfohlen, diese Teile innerhalb der in den entsprechenden Beschreibungen angegebenen Grenzwerte aufzuheizen und/oder zu isolieren. Ferner wird empfohlen, die Filteranströmtemperatur während der Probenahme nicht unter 293 K (20 °C) absinken zu lassen.

Bei hoher Motorlast können die obengenannten Teile durch nicht-aggressive Mittel wie beispielsweise einen Umlüfter gekühlt werden, solange die Temperatur des Kühlmittels nicht weniger als 293 K (20 °C) beträgt.

**▼M8**

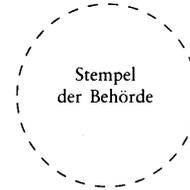
- 1.a Dieser Anhang gilt wie folgt:
- a) für die Stufen I, II, IIIA, IIIB und IV gelten die Vorschriften von Abschnitt 1 dieses Anhangs VI;
  - b) falls der Hersteller gemäß der Option in Abschnitt 1.2.1 dieses Anhangs das Verfahren von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 anwendet, gelten die Bestimmungen von Abschnitt 9 in Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03.

▼ B

ANHANG ► M2 VII ◀

(Muster)

**TYPGENEHMIGUNGSBOGEN**



Benachrichtigung über

— die Erteilung/Erweiterung/Verweigerung/den Entzug<sup>(1)</sup> der Typgenehmigung

für einen Motortyp oder eine Familie von Motortypen im Hinblick auf die Emission von Schadstoffen gemäß der Richtlinie 97/68/EG, zuletzt geändert durch die Richtlinie .../.../EG

Nr. der Typgenehmigung: ..... Nr. der Erweiterung: .....

(Gegebenenfalls) Grund für die Erweiterung: .....

**ABSCHNITT I**

**0. Allgemeines**

0.1. Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers): .....

0.2. Herstellerseitige Bezeichnung für den (die) Stamm-/ und (gegebenenfalls) Familien-Motortyp(en)<sup>(1)</sup>:  
.....

0.3. Herstellerseitige Typenkodierung, mit der der Motor (die Motoren) gekennzeichnet ist (sind): .....  
Stelle: .....  
Art der Anbringung: .....

0.4. Angabe der Maschinen bzw. Geräte, die durch den Motor angetrieben werden sollen<sup>(2)</sup>: .....

0.5. Name und Anschrift des Herstellers: .....  
.....  
(Gegebenenfalls) Name und Anschrift des Beauftragten des Herstellers: .....

0.6. Lage, Kodierung und Art der Anbringung der Motorkennnummer: .....

0.7. Lage und Art der Anbringung des EG-Genehmigungszeichens: .....

0.8. Anschrift(en) der Fertigungsstätte(n): .....

**ABSCHNITT II**

1. (Gegebenenfalls) Nutzungsbeschränkungen: .....

1.1. Besonderheiten, die beim Einbau des Motors/der Motoren in die Maschine bzw. das Gerät zu beachten sind: .....

1.1.1. Höchster zulässiger Ansaugunterdruck: ..... kPa

1.1.2. Höchster zulässiger Abgasgedruck: ..... kPa

2. Für die Durchführung der Prüfungen verantwortlicher Technischer Dienst<sup>(3)</sup>: .....

3. Datum des Prüfberichts: .....

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

<sup>(2)</sup> Entsprechend Anhang I Abschnitt 1 dieser Richtlinie (z. B. „A“).

<sup>(3)</sup> Werden die Prüfungen von der Genehmigungsbehörde selbst durchgeführt, „entfällt“ angeben.

**▼B**

4. Nummer des Prüfberichts: .....

5. Der Unterzeichnete bescheinigt hiermit die Richtigkeit der Herstellerangaben im beigefügten Beschreibungsbogen des (der) obengenannten Motors/Motoren sowie die Gültigkeit der beigefügten Prüfergebnisse in bezug auf den Typ. Das (die) Prüfexemplar(e) wurde(n) von der Genehmigungsbehörde ausgewählt und vom Hersteller als Baumuster des (Stamm-)Motors vorgestellt<sup>(1)</sup>.

Die Typgenehmigung wird erteilt/erweitert/verweigert/entzogen<sup>(1)</sup>:

Ort: .....

Datum: .....

Unterschrift: .....

**Anlagen:** Beschreibungsmappe

Prüfergebnisse (siehe Anlage 1)

(Gegebenenfalls) Korrelationsstudie zu Probenahmesystemen, die von den Bezugssystemen abweichen<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Nichtzutreffendes streichen.  
<sup>(2)</sup> Nach Anhang I Abschnitt 4.2.

▼ **M8**

Anlage 1

**Prüfbericht für Kompressionszündungsmotoren — Prüfergebnisse <sup>(1)</sup>**

**Angaben über den zu prüfenden Motor**

Motortyp: .....

Motoridentifizierungsnummer: .....

1. Informationen zur Durchführung der Prüfung: .....

1.1. Für die Prüfung verwendeter Bezugskraftstoff

1.1.1. Cetanzahl: .....

1.1.2. Schwefelgehalt: .....

1.1.3. Dichte: .....

1.2. Schmiermittel

1.2.1. Fabrikmarke(n): .....

1.2.2. Typ(en): .....

(Bitte prozentualen Anteil des Öls am Gemisch angeben, wenn Schmiermittel und Kraftstoff gemischt sind.)

1.3. Vom Motor angetriebene Einrichtungen (falls vorhanden)

1.3.1. Aufzählung und Einzelheiten: .....

1.3.2. Aufgenommene Leistung bei angegebenen Motordrehzahlen (nach Angaben des Herstellers):

Bei verschiedenen Motordrehzahlen aufgenommene Leistung $P_{AE}$ (kW) <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> unter Berücksichtigung von Anlage 3 dieses Anhangs			
Ausrüstung	Zwischendrehzahl (wenn zutreffend)	Motordrehzahl bei Höchstleistung (wenn vom Nennwert abweichend)	Nenn Drehzahl <sup>(3)</sup>
insgesamt:			

<sup>(1)</sup> Nichtzutreffendes bitte streichen.  
<sup>(2)</sup> Darf 10 % der während der Prüfung gemessenen Leistung nicht überschreiten.  
<sup>(3)</sup> Werte eintragen bei Motordrehzahl, die 100 % der normierten Drehzahl entspricht, falls in der NRSC-Prüfung diese Drehzahl verwendet wird.

1.4. Motorleistung

1.4.1. Motordrehzahlen:

Leerlauf: .....  $\text{min}^{-1}$

Mittlere Drehzahl: .....  $\text{min}^{-1}$

Höchstleistung: .....  $\text{min}^{-1}$

Nenn Drehzahl <sup>(2)</sup>: .....  $\text{min}^{-1}$

<sup>(1)</sup> Im Fall mehrerer Stamm-Motoren für jeden einzeln anzugeben.  
<sup>(2)</sup> Motordrehzahl eintragen, die 100 % der normierten Drehzahl entspricht, falls in der NRSC-Prüfung diese Drehzahl verwendet wird.

▼ **M8**1.4.2. Motorleistung <sup>(1)</sup>

Bedingung	Leistung (kW) bei verschiedenen Motordrehzahlen		
	Zwischendrehzahl (wenn zutreffend)	Motordrehzahl bei Höchstleistung (wenn vom Nennwert abweichend)	Nennendrehzahl <sup>(1)</sup>
Bei vorgegebener Prüfdrehzahl gemessene Höchstleistung ( $P_M$ ) (kW) ( <i>a</i> )			
Gesamte Leistungsaufnahme der motorgetriebenen Einrichtungen gemäß Abschnitt 1.3.2 dieser Anlage unter Berücksichtigung von Anlage 3 (kW) ( <i>b</i> )			
Nettoleistung des Motors gemäß Anhang I Abschnitt 2.4 (kW) ( <i>c</i> )			
$c = a + b$			

<sup>(1)</sup> Mit Werten bei Motordrehzahl ersetzen, die 100 % der normierten Drehzahl entspricht, falls in der NRSC-Prüfung diese Drehzahl verwendet wird.

## 2. Informationen zur Durchführung der NRSC-Prüfung:

## 2.1. Dynamometereinstellung (kW)

Teillastverhältnis	Dynamometereinstellung (kW) bei verschiedenen Motordrehzahlen				
	Zwischendrehzahl (wenn zutreffend)	63 % (wenn zutreffend)	80 % (wenn zutreffend)	91 % (wenn zutreffend)	Nennendrehzahl <sup>(1)</sup>
10 (wenn zutreffend)					
25 (wenn zutreffend)					
50					
75 (wenn zutreffend)					
100					

<sup>(1)</sup> Mit Werten bei Motordrehzahl ersetzen, die 100 % der normierten Drehzahl entspricht, falls in der NRSC-Prüfung diese Drehzahl verwendet wird.

2.2. Ergebnisse der Emissionsprüfung des Motors/Stamm-Motors <sup>(2)</sup>:

Verschlechterungsfaktor (DF): berechnet/festgelegt <sup>(2)</sup>

Geben Sie die DF-Werte und die Ergebnisse der Emissionsprüfung in der nachstehenden Tabelle an <sup>(2)</sup>:

NRSC-Prüfung						
DF mult/add <sup>3</sup>	CO	HC	NO <sub>x</sub>	HC + NO <sub>x</sub>	PM	
Emissionen	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO <sub>x</sub> (g/kWh)	HC + NO <sub>x</sub> (g/kWh)	PM (g/kWh)	CO <sub>2</sub> (g/kWh)
Prüfergebnis						
Abschließendes Prüfergebnis mit DF						

<sup>(1)</sup> Nichtkorrigierte Leistung, gemessen gemäß Anhang I Abschnitt 2.4.

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

▼ **M8**

## Zusätzliche Prüfpunkte für den Kontrollbereich (falls erforderlich)

Emissionen am Prüfpunkt	Motordrehzahl	Last (%)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO <sub>x</sub> (g/kWh)	PM (g/kWh)
Prüfergebnis 1						
Prüfergebnis 2						
Prüfergebnis 3						

2.3. Für die NRSC-Prüfung verwendetes Probenahmesystem:

2.3.1. Gasförmige Emissionen <sup>(1)</sup>: .....

2.3.2. PM <sup>(1)</sup>: .....

2.3.2.1. Methode <sup>(2)</sup>: Einfach-/Mehrfachfilter

3. Informationen zur Durchführung der NRTC-Prüfung (falls zutreffend):

3.1. Emissionswerte des Motors/Stamm-Motors <sup>(2)</sup>:

Verschlechterungsfaktor (DF): berechnet/festgelegt <sup>(2)</sup>

Geben Sie die DF-Werte und die Ergebnisse der Emissionsprüfung in der nachstehenden Tabelle an <sup>(2)</sup>:

Regenerierungsdaten können für Motoren der Stufe IV angegeben werden.

## NRTC-Prüfung

DF mult/add <sup>(2)</sup>	CO	HC	NO <sub>x</sub>	HC + NO <sub>x</sub>	PM	
Emissionen	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO <sub>x</sub> (g/kWh)	HC + NO <sub>x</sub> (g/kWh)	PM (g/kWh)	
Kaltstart						
Emissionen	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO <sub>x</sub> (g/kWh)	HC + NO <sub>x</sub> (g/kWh)	PM (g/kWh)	CO <sub>2</sub> (g/kWh)
Warmstart ohne Regeneration						
Warmstart mit Regeneration <sup>(2)</sup>						
kr,u (mult/add) <sup>(2)</sup>						
kr,d (mult/add) <sup>(2)</sup>						
Gewichtetes Prüfergebnis						
Abschließendes Prüfergebnis mit DF						

Zyklusarbeit für Warmstart ohne Regeneration kWh

<sup>(1)</sup> Die in Anhang VI Abschnitt 1 oder Abschnitt 9 von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 angegebene Nummer der Abbildung des verwendeten Systems angeben.

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

**▼M8**

3.2. Für die NRTC-Prüfung verwendetes Probenahmesystem:

Gasförmige Emissionen <sup>(1)</sup>: .....

PM <sup>(1)</sup>: .....

Methode <sup>(2)</sup>: Einfach-/Mehrfachfilter

---

<sup>(1)</sup> Die in Anhang VI Abschnitt 1 oder Abschnitt 9 von Anhang 4B der UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03 angegebene Nummer der Abbildung des verwendeten Systems angeben.

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

▼ **M2***Anlage 2***PRÜFERGEBNISSE FÜR FREMDZÜNDUNGSMOTOREN**1. INFORMATION ZUR DURCHFÜHRUNG DER PRÜFUNG(EN) <sup>(1)</sup>:1.1. **Für die Prüfung verwendeter Bezugskraftstoff**

## 1.1.1. Oktanzahl:

1.1.2. Wenn — wie bei Zweitaktmotoren — dem Kraftstoff Schmiermittel zugesetzt ist, ist der prozentuale Anteil des Öls in der Mischung anzugeben.

1.1.3. Dichte des Benzins bei Viertaktmotoren und des Benzin/Öl-Gemischs bei Zweitaktmotoren.

1.2. **Schmiermittel**

## 1.2.1. Marke(n)

## 1.2.2. Typ(en)

1.3. **Vom Motor angetriebene Einrichtungen (falls vorhanden)**

## 1.3.1. Aufzählung und Einzelheiten

1.3.2. Bei der angegebenen Motordrehzahl aufgenommene Leistung (nach Angaben des Herstellers)

Einrichtung	AE (*) Bei verschiedenen Motordrehzahlen aufgenommene Leistung P (kW) unter Berücksichtigung von Anlage 3 dieses Anhangs	
	Zwischendrehzahl (falls zutreffend)	Nennendrehzahl
Gesamt		

(\*) Darf 10 % der während der Prüfung gemessenen Leistung nicht überschreiten.

1.4. **Motorleistung**

## 1.4.1. Motordrehzahlen:

Leerlauf:  $\text{min}^{-1}$

Zwischendrehzahl:  $\text{min}^{-1}$

Nennendrehzahl:  $\text{min}^{-1}$

1.4.2. Motorleistung <sup>(2)</sup>

Bedingung	Leistung (kW) bei verschiedenen Motordrehzahlen	
	Zwischendrehzahl (falls zutreffend)	Nennendrehzahl
Bei der Prüfung gemessene Höchstleistung ( $P_M$ ) (kW) (a)		

<sup>(1)</sup> Im Fall mehrerer Stamm-Motoren für jeden einzeln anzugeben.

<sup>(2)</sup> Nichtkorrigierte Leistung, gemessen entsprechend den Bestimmungen von Anhang I Abschnitt 2.4.

▼ **M2**

Bedingung	Leistung (kW) bei verschiedenen Motordrehzahlen	
	Zwischendrehzahl (falls zutreffend)	Nenn Drehzahl
Gesamte Leistungsaufnahme der motorgetriebenen Einrichtungen gemäß Abschnitt 1.3.2 dieser Anlage oder Anhang III Abschnitt 2.8 ( $P_{AE}$ ) (kW) (b)		
Nettoleistung des Motors gemäß Anhang I Abschnitt 2.4 (kW) (c)		
$c = a + b$		

1.5. **Emissionswerte**

## 1.5.1. Dynamometereinstellung (kW)

Teillast	Dynamometereinstellung (kW) bei verschiedenen Motordrehzahlen	
	Zwischendrehzahl (falls zutreffend)	Nenn Drehzahl (falls zutreffend)
10 (falls zutreffend)		
25 (falls zutreffend)		
50		
75		
100		

## 1.5.2. Ergebnisse der Emissionsprüfung nach dem Prüfzyklus:

CO: g/kWh

HC: g/kWh

NO<sub>x</sub>: g/kWh

▼ M2

## Anlage 3

**AUSRÜSTUNGEN UND HILFSEINRICHTUNGEN, DIE BEI DER PRÜFUNG ZUR BESTIMMUNG DER MOTORLEISTUNG ZU INSTALLIEREN SIND**

Nr.	Hilfseinrichtung	Bei der Emissionsprüfung installiert
1	Einlasssystem	
	Ansaugleitung	Ja, serienmäßig
	Kurbelgehäuseentlüftung	Ja, serienmäßig
	Steuerung der Resonanzaufladung	Ja, serienmäßig
	Luftmengenmesser	Ja, serienmäßig
	Lufteinlasssystem	Ja <sup>(a)</sup>
	Luftfilter	Ja <sup>(a)</sup>
	Ansaugschalldämpfer	Ja <sup>(a)</sup>
	Drehzahlbegrenzer	Ja <sup>(a)</sup>
2	Luftvorwärmung der Ansaugleitung	Ja, serienmäßig. Sie ist im Rahmen des Möglichen in ihrer günstigsten Stellung zu betreiben.
3	Auspuffanlage	
	Abgasfilter	Ja, serienmäßig
	Auspuffkrümmer	Ja, serienmäßig
	Abgasleitung	Ja <sup>(b)</sup>
	Schalldämpfer	Ja <sup>(b)</sup>
	Endrohr	Ja <sup>(b)</sup>
	Auspuffbremse	Nein <sup>(c)</sup>
	Auflader	Ja, serienmäßig
4	Kraftstoffpumpe	Ja, serienmäßig <sup>(d)</sup>
5	Vergaserausrüstung	
	Vergaser	Ja, serienmäßig
	Elektronisches Überwachungssystem, Luftmengenmesser usw.	Ja, serienmäßig
	Ausrüstung für Gasmotoren	
	Druckreduzierer	Ja, serienmäßig
	Verdampfer	Ja, serienmäßig
	Mischer	Ja, serienmäßig

▼ M2

Nr.	Hilfseinrichtung	Bei der Emissionsprüfung installiert
6	Kraftstoffeinspritzung (Benzin und Dieselmotoren) Vorfilter Filter Pumpe Hochdruckleitung Einspritzdüse Lufteinlassventil Elektronisches Steuersystem, Luftstrommesser usw. Regler Atmosphärischer Lastbegrenzer	Ja, serienmäßig oder Prüfstands-ausrüstung Ja, serienmäßig oder Prüfstands-ausrüstung Ja, serienmäßig Ja, serienmäßig Ja, serienmäßig Ja, serienmäßig (°) Ja, serienmäßig Ja, serienmäßig Ja, serienmäßig
7	Flüssigkeitskühlung Kühler Lüfter Luftleiteinrichtung des Lüfters Wasserpumpe Thermostat	Nein Nein Nein Ja, serienmäßig (f) Ja, serienmäßig (g)
8	Luftkühlung Luftleiteinrichtung Gebläse Temperaturregler	Nein (h) Nein (h) Nein
9	Elektrische Ausrüstung Lichtmaschine Zündverteiler Spule(n) Kabel Zündkerzen Elektronisches Kontrollsystem mit Klopf-sensoren/Zündverstellung	Ja, serienmäßig (i) Ja, serienmäßig Ja, serienmäßig Ja, serienmäßig Ja, serienmäßig Ja, serienmäßig

## ▼ M2

Nr.	Hilfseinrichtung	Bei der Emissionsprüfung installiert
10	Lader	Ja, serienmäßig
	Entweder direkt durch den Motor und/oder durch die Auspuffgase angetriebener Lader	Ja, serienmäßig
	Ladeluftkühler	Ja, serienmäßig oder Prüfstands-ausrüstung (i) (k)
	Kühlmittelpumpe oder -lüfter (vom Motor angetrieben)	Nein (h)
	Kühlmittelthermostat	Ja, serienmäßig
11	Zusätzlicher Prüfstandslüfter	Ja, falls notwendig
12	Einrichtung zur Abgasreinigung	Ja, serienmäßig (l)
13	Startausrüstung	Prüfstands-ausrüstung
14	Schmierölpumpe	Ja, serienmäßig

- (a) Das komplette Einlasssystem ist entsprechend der beabsichtigten Verwendung einzubeziehen, wenn eine erhebliche Auswirkung auf die Motorleistung zu befürchten ist; bei nicht aufgeladenen Fremdzündungsmotoren; wenn der Hersteller darum ersucht.  
In anderen Fällen darf ein gleichwertiges System verwendet werden und sollte eine Nachprüfung durchgeführt werden, damit sichergestellt ist, dass der Druck an der Ansaugleitung um nicht mehr als 100 Pa von dem vom Hersteller für einen sauberen Luftfilter genannten oberen Grenzwert abweicht.
- (b) Die komplette Auspuffanlage ist entsprechend der beabsichtigten Verwendung einzubeziehen, wenn eine erhebliche Auswirkung auf die Motorleistung zu befürchten ist; bei nicht aufgeladenen Fremdzündungsmotoren; wenn der Hersteller darum ersucht.  
In anderen Fällen darf ein gleichwertiges System eingebaut werden, sofern der gemessene Druck von dem vom Hersteller angegebenen oberen Grenzwert nicht mehr als 1 000 Pa abweicht.
- (c) Wenn der Motor über eine eingebaute Auspuffbremse verfügt, ist deren Klappe in vollständig geöffneter Stellung zu fixieren.
- (d) Der Kraftstoffförderdruck darf erforderlichenfalls nachgeregelt werden, um die bei dem betreffenden Verwendungszweck vorhandenen Drücke zu reproduzieren (insbesondere, wenn ein System mit Kraftstoffrückführung verwendet wird).
- (e) Der Luftdruckfühler ist der Geber für die luftdruckabhängige Regelung der Einspritzpumpe. Regler oder Einspritzanlage können weitere Einrichtungen enthalten, die die Menge des eingespritzten Kraftstoffs beeinflussen.
- (f) Die Umwälzung der Kühlflüssigkeit darf ausschließlich durch die Wasserpumpe des Motors bewirkt werden. Die Abkühlung der Kühlflüssigkeit darf über einen externen Kreislauf erfolgen, vorausgesetzt, dass der Druckverlust des externen Kreislaufs und der Druck am Pumpeneintritt im Wesentlichen dem des Kühlsystems des Motors entsprechen.
- (g) Der Thermostat darf in vollständig geöffneter Stellung fest eingestellt sein.
- (h) Falls während der Prüfung der Lüfter oder das Gebläse angebracht ist, muss die dadurch aufgenommene Leistung zu dem Prüfungsergebnis hinzuaddiert werden. Davon ausgenommen sind bei luftgekühlten Motoren direkt an der Kurbelwelle angebrachte Lüfter. Die Gebläse- und/oder Lüfterleistung ist bei den bei der Prüfung verwendeten Motordrehzahlen zu bestimmen. Dies kann entweder durch Berechnung anhand von Standardkennwerten oder durch praktische Versuche erfolgen.
- (i) Mindestleistung der Lichtmaschine: Die elektrische Leistung der Lichtmaschine ist auf den Wert zu beschränken, der für die Versorgung der für den Betrieb des Motors unverzichtbaren Hilfseinrichtungen unbedingt erforderlich ist. Muss eine Batterie angeschlossen werden, so hat diese vollständig geladen und in ordnungsgemäßem Zustand zu sein.
- (j) Ladeluftgekühlte Motoren sind mit Ladeluftkühlung zu prüfen, wobei es unerheblich ist, ob diese mit Flüssigkeit oder mit Luft betrieben wird; auf Wunsch des Herstellers darf ein luftgekühlter Kühler durch ein Prüfstandssystem ersetzt werden. In jedem Fall ist die Leistungsmessung bei allen Motordrehzahlen unter maximalem Druck- und minimalem Temperaturabfall für die den Ladeluftkühler durchlaufende Motorluft auf einem Prüfstandssystem, wie es der Hersteller angegeben hat, zu prüfen.
- (k) Dazu dürfen beispielsweise gehören: Abgasrückführung, Katalysator, Thermoreaktor, Nebenluftzufuhr und Kraftstoffverdampfungsschutz.
- (l) Die erforderliche Leistung für die elektrische oder andersartige Startausrüstung muss vom Prüfstandssystem bereitgestellt werden.

**▼ B***ANHANG ► **M2** VIII ◀***NUMERIERUNGSSCHEMA FÜR GENEHMIGUNGSBÖGEN****(siehe Artikel 4 Absatz 2)**

1. Die Nummer besteht aus 5 Abschnitten, die durch das Zeichen „\*“ getrennt sind.

Abschnitt 1: der Kleinbuchstabe „e“, gefolgt von dem (den) Kennbuchstaben oder der Kennziffer des Mitgliedstaats, der die Genehmigung erteilt hat:

**▼ M4**

- 1 für Deutschland
- 2 für Frankreich
- 3 für Italien
- 4 für die Niederlande
- 5 für Schweden
- 6 für Belgien
- 7 für Ungarn
- 8 für die Tschechische Republik
- 9 für Spanien
- 11 für das Vereinigte Königreich
- 12 für Österreich
- 13 für Luxemburg
- 17 für Finnland
- 18 für Dänemark
- 19 für Rumänien
- 20 für Polen
- 21 für Portugal
- 23 für Griechenland
- 24 für Irland
- 26 für Slowenien
- 27 für die Slowakei
- 29 für Estland
- 32 für Lettland
- 34 für Bulgarien
- 36 für Litauen
- CY für Zypern
- MT für Malta

**▼ B**

- Abschnitt 2: die Nummer der vorliegenden Richtlinie. Da sie verschiedene Zeitpunkte für die Anwendbarkeit und verschiedene technische Vorschriften enthält, werden zwei Buchstaben hinzugefügt. Diese Buchstaben geben Auskunft über die unterschiedlichen Anwendbarkeitstermine für die einzelnen Anforderungsstufen und über die Anwendung des Motors in mobilen Maschinen und Geräten unterschiedlicher Spezifikation, auf deren Grundlage die Typgenehmigung erteilt wurde. Der erste Buchstabe ist in Artikel 9 definiert. Der zweite Buchstabe ist in Anhang I Abschnitt 1 definiert und steht in Bezug zu dem in Anhang III Abschnitt 3.6 angegebenen Prüfzyklus;

**▼B**

- Abschnitt 3: die Nummer der letzten Änderungsrichtlinie, nach der die Genehmigung erteilt wurde. In Abhängigkeit von dem in Abschnitt 2 Gesagten sind gegebenenfalls zwei weitere Buchstaben hinzuzufügen, selbst wenn durch die neuen Kenndaten nur einer der Buchstaben zu verändern war. Wurde keine Änderung vorgenommen, sind diese Buchstaben wegzulassen;
- Abschnitt 4: eine vierstellige laufende Nummer (mit ggf. vorangestellten Nullen) für die Nummer der Grundgenehmigung. Die Reihenfolge beginnt mit 0001;
- Abschnitt 5: eine zweistellige laufende Nummer (mit ggf. vorangestellter Null) für den Nachtrag. Die Reihenfolge beginnt mit 01 für jede Nummer einer Grundgenehmigung.
2. Beispiel: die dritte vom Vereinigten Königreich erteilte Genehmigung, entsprechend Anwendungstermin A (Stufe I, oberer Leistungsbereich) und der Anwendung des Motors für mobile Maschinen und Geräte der Spezifikation A (bislang noch ohne Nachtrag):

e 11\*98/...AA\*00/000XX\*0003\*00

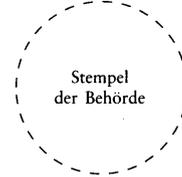
3. Beispiel: zweiter Nachtrag zu der von Deutschland erteilten vierten Genehmigung, entsprechend Anwendungstermin E (Stufe II, mittlerer Leistungsbereich) für Maschinen und Geräte derselben Spezifikation (A):

e 1\*01/...EA\*00/000XX\*0004\*02

▼ B

ANHANG ► M2 IX ◀

AUFSTELLUNG ERTEILTER TYPGENEHMIGUNGEN FÜR DEN MOTOR/  
DIE MOTORENFAMILIE



Listen-Nr.: .....

für den Zeitraum von: ..... bis: .....

Für jede Genehmigung, die innerhalb des obigen Zeitraums erteilt, verweigert oder entzogen wurde, sind folgende Angaben zu machen:

Hersteller: .....

Genehmigungsnummer: .....

Gegebenenfalls Grund für die Erweiterung: .....

Fabrikmarke: .....

Motortyp/Motorenfamilie<sup>(1)</sup>: .....

Datum der Ausstellung: .....

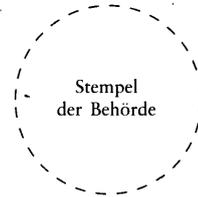
Datum der Erstaussstellung (bei Erweiterungen): .....

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

▼ B

ANHANG ► M2 X ◀

**AUFSTELLUNG DER HERGESTELLTEN MOTOREN**



Listen-Nr.: .....

für den Zeitraum von: ..... bis: .....

Zu den Kennnummern, Typen, Familien und Typgenehmigungsnummern der Motoren, die innerhalb des obigen Zeitraums entsprechend den Vorschriften dieser Richtlinie hergestellt wurden, sind folgende Angaben zu machen:

Hersteller: .....

Fabrikmarke: .....

Genehmigungsnummer: .....

Bezeichnung der Motorenfamilie<sup>(1)</sup>: .....

Motortyp:	1: .....	2: .....	n: .....
Motor-Kennnummern:	... 001	... 001	... 001
	... 002	... 002	... 002
	.	.	.
	.	.	.
	..... m	..... p	..... q

Ausstellungsdatum: .....

Datum der Erstaussstellung (bei Nachträgen): .....

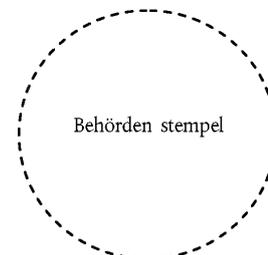
<sup>(1)</sup> Gegebenenfalls weglassen; das Beispiel zeigt eine Motorenfamilie mit „n“ verschiedenen Motortypen, von denen Einheiten  
 des Typs 1 mit den Kennnummern ... 001 bis ..... m,  
 des Typs 2 mit den Kennnummern ... 001 bis ..... p,  
 des Typs n mit den Kennnummern ... 001 bis ..... q  
 hergestellt wurden.

▼ **M8**

## ANHANG XI

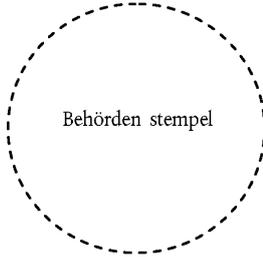
## DATENBLATT FÜR MOTOREN MIT TYPGENEHMIGUNG

## 1. FZ-Motoren



Gemeldete Motortypgenehmigung		1	2	3	4
Nummer der Typgenehmigung					
Datum der Genehmigung					
Name des Herstellers					
Motortyp/Motorenfamilie					
Beschreibung des Motors	Allgemeine Informationen <sup>(1)</sup>				
	Kühlmittel <sup>(1)</sup>				
	Zylinderzahl				
	Hubraum (cm <sup>3</sup> )				
	Typ des Abgasnachbehandlungssystems <sup>(2)</sup>				
	Nenn Drehzahl (min <sup>-1</sup> )				
	Nennwert der Nutzleistung (kW)				
Emissionen (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO <sub>x</sub>				
	PM				

<sup>(1)</sup> Flüssigkeit oder Luft.<sup>(2)</sup> Bitte Abkürzungen verwenden: CAT = Katalysator, PT = Partikelfilter, SCR = selektive katalytische Reduktion.

▼ **M8**2. **SZ-Motoren** <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>

 Behörden stempel
2.1. *Allgemeine Informationen zum Motor:*

Gemeldete Motortypgenehmigung		1	2	3	4
Nummer der Typgenehmigung					
Datum der Genehmigung					
Name des Herstellers					
Motortyp/Motorenfamilie					
Beschreibung des Motors	Allgemeine Informationen <sup>(1)</sup>				
	Kühlmittel <sup>(2)</sup>				
	Zylinderzahl				
	Hubraum (cm <sup>3</sup> )				
	Typ des Abgasnachbehandlungssystems <sup>(3)</sup>				
	Nenndrehzahl (min <sup>-1</sup> )				
	Drehzahl bei maximaler Leistung (min <sup>-1</sup> )				
	Nennwert der Nutzleistung (kW)				
Maximale Nutzleistung (kW)					

<sup>(1)</sup> Bitte Abkürzungen verwenden: DI = Direkteinspritzung, PC = Vor-/Wirbelkammer, NA = Saugmotor, TC = Turboaufladung, TCA = Turboaufladung mit Zwischenkühlung, EGR = Abgasrückführung. Beispiele: PC NA, DI TCA EGR.

<sup>(2)</sup> Flüssigkeit oder Luft.

<sup>(3)</sup> Bitte Abkürzungen verwenden: DOC = Dieseloxydationskatalysator, PT = Partikelfilter, SCR = selektive katalytische Reduktion.

2.2. *Endergebnis der Emissionsprüfung*

Gemeldete Motortypgenehmigung		1	2	3	4
Abschließendes NRSC-Prüfergebnis mit DF (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO <sub>x</sub>				
	HC + NO <sub>x</sub>				
	PM				

<sup>(1)</sup> Alle einschlägigen Felder für jeden Motortyp oder jede Motorenfamilie ausfüllen.

<sup>(2)</sup> Im Fall einer Motorenfamilie bitte Angaben zum Stamm-Motor machen.

▼ **M8**

Gemeldete Motortypgenehmigung		1	2	3	4
NRSC CO <sub>2</sub> (g/kWh)					
Abschließendes NRTC-Prüfergeb- nis mit DF (g/ kWh)	CO				
	HC				
	NO <sub>x</sub>				
	HC + NO <sub>x</sub>				
	PM				
NRTC-Warmstart-Zyklus CO <sub>2</sub> (g/kWh)					
NRTC-Warmstart-Zyklusarbeit (kWh)					

## 2.3. NRSC-Verschlechterungsfaktoren und Ergebnisse der Emissionsprüfung

Gemeldete Motortypgenehmigung		1	2	3	4
DF mult/add <sup>(1)</sup>	CO				
	HC				
	NO <sub>x</sub>				
	HC + NO <sub>x</sub>				
	PM				
NRSC-Prüfergeb- nis ohne DF (g/ kWh)	CO				
	HC				
	NO <sub>x</sub>				
	HC + NO <sub>x</sub>				
	PM				

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

## 2.4. NRTC-Verschlechterungsfaktoren und Ergebnisse der Emissionsprüfung

Gemeldete Motortypgenehmigung		1	2	3	4
DF mult/add <sup>(1)</sup>	CO				
	HC				
	NO <sub>x</sub>				
	HC + NO <sub>x</sub>				
	PM				
NRTC-Kaltstart- Prüfergebnis ohne DF (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO <sub>x</sub>				
	HC + NO <sub>x</sub>				
	PM				

▼ **M8**

Gemeldete Motortypgenehmigung		1	2	3	4
NRTC-Warmstart- Prüfergebnis ohne DF (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO <sub>x</sub>				
	HC + NO <sub>x</sub>				
	PM				

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

2.5. *Ergebnisse der NRTC-Warmstart-Emissionsprüfung*

Regenerierungsdaten können für Motoren der Stufe IV angegeben werden.

Gemeldete Motortypgenehmigung		1	2	3	4
NRTC-Warmstart ohne Regeneration (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO <sub>x</sub>				
	HC + NO <sub>x</sub>				
	PM				
NRTC-Warmstart mit Regeneration (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO <sub>x</sub>				
	HC + NO <sub>x</sub>				
	PM				

▼ **M8***ANHANG XII***ANERKENNUNG ALTERNATIVER TYPGENEHMIGUNGEN**

1. In Bezug auf Motoren der Kategorien A, B und C gemäß Artikel 9 Absatz 2 werden die folgenden Typgenehmigungen und gegebenenfalls die entsprechenden Genehmigungszeichen als mit den nach dieser Richtlinie erteilten Genehmigungen gleichwertig anerkannt:
  - 1.1. Typgenehmigungen nach Richtlinie 2000/25/EG;
  - 1.2. Typgenehmigungen nach Richtlinie 88/77/EWG, die den Anforderungen für die Stufe A oder B gemäß Artikel 2 und Anhang I Abschnitt 6.2.1 der Richtlinie 88/77/EWG oder der UN/ECE-Regelung Nr. 49 Änderungsserie 02 Korrigenda 1/2 entsprechen;
  - 1.3. Typgenehmigungen nach UN/ECE-Regelung Nr. 96;
2. In Bezug auf Motoren der Kategorien D, E, F und G (Stufe II) gemäß Artikel 9 Absatz 3 wird die Gleichwertigkeit der folgenden Typgenehmigungen und gegebenenfalls der entsprechenden Genehmigungszeichen mit den nach dieser Richtlinie erteilten Genehmigungen anerkannt:
  - 2.1. Genehmigungen nach Stufe II der Richtlinie 2000/25/EG;
  - 2.2. Typgenehmigungen nach Richtlinie 88/77/EWG in der durch Richtlinie 99/96/EG geänderten Fassung entsprechend den Anforderungen der Stufe A, B1, B2 oder C laut Artikel 2 und Abschnitt 6.2.1 von Anhang I der Richtlinie;
  - 2.3. Typgenehmigungen nach UN/ECE-Regelung Nr. 49 Änderungsserie 03;
  - 2.4. UN/ECE-Regelung Nr. 96, Genehmigungen nach Stufen D, E, F und G gemäß Absatz 5.2.1 von UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 01.
3. In Bezug auf Motoren der Kategorien H, I, J und K (Stufe IIIA) gemäß Artikel 9 Absatz 3a und Artikel 9 Absatz 3b wird die Gleichwertigkeit der folgenden Typgenehmigungen und gegebenenfalls der entsprechenden Genehmigungszeichen mit den nach dieser Richtlinie erteilten Genehmigungen anerkannt:
  - 3.1. Typgenehmigungen nach Richtlinie 2005/55/EG in der durch Richtlinie 2005/78/EG und Richtlinie 2006/51/EG geänderten Fassung entsprechend den Anforderungen der Stufe B1, B2 oder C laut Artikel 2 und Abschnitt 6.2.1 von Anhang I der Richtlinie;
  - 3.2. Typgenehmigungen nach UN/ECE-Regelung Nr. 49 Änderungsserie 05, die den Anforderungen der Stufen B1, B2 und C gemäß Abschnitt 5.2 der Regelung genügen;
  - 3.3. Typgenehmigungen nach UN/ECE-Regelung Nr. 96 Stufen H, I, J und K gemäß Absatz 5.2.1 von UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 02.
4. In Bezug auf Motoren der Kategorien L, M, N und P (Stufe IIIB) gemäß Artikel 9 Absatz 3c wird die Gleichwertigkeit der folgenden Typgenehmigungen und gegebenenfalls der entsprechenden Genehmigungszeichen mit den nach dieser Richtlinie erteilten Genehmigungen anerkannt:
  - 4.1. Typgenehmigungen nach Richtlinie 2005/55/EG in der durch Richtlinie 2005/78/EG und Richtlinie 2006/51/EG geänderten Fassung entsprechend den Anforderungen der Stufe B2 oder C laut Artikel 2 und Abschnitt 6.2.1 von Anhang I der Richtlinie;
  - 4.2. Typgenehmigungen nach UN/ECE-Regelung Nr. 49 Änderungsserie 05, die den Anforderungen der Stufen B2 oder C gemäß Abschnitt 5.2 der Regelung genügen;
  - 4.3. UN/ECE-Regelung Nr. 96, Genehmigungen nach Stufen L, M, N und P gemäß Absatz 5.2.1 von UN/ECE-Regelung Nr. 96 Änderungsserie 03.

**▼M8**

5. In Bezug auf Motoren der Kategorien Q und R (Stufe IV) gemäß Artikel 9 Absatz 3d wird die Gleichwertigkeit der folgenden Typgenehmigungen und gegebenenfalls der entsprechenden Genehmigungszeichen mit den nach dieser Richtlinie erteilten Genehmigungen anerkannt:
  - 5.1. Typgenehmigungen nach Verordnung (EG) Nr. 595/2009 und ihrer Durchführungsmaßnahmen, falls durch einen technischen Dienst bestätigt wurde, dass der Motor den Anforderungen von Anhang I Abschnitt 8.5 dieser Richtlinie entspricht;
  - 5.2. Typgenehmigungen nach UN/ECE-Regelung Nr. 49 Änderungsserie 06, falls durch einen technischen Dienst bestätigt wurde, dass der Motor den Anforderungen von Anhang I Abschnitt 8.5 dieser Richtlinie entspricht.

▼ M3  
▼ C1

ANHANG XIII

VORSCHRIFTEN FÜR IM RAHMEN EINES „FLEXIBILITÄTSSYSTEMS“ IN VERKEHR GEBRACHTE MOTOREN

Auf Antrag eines Originalgeräteherstellers (OEM-Hersteller) und nach Genehmigung durch eine Genehmigungsbehörde kann ein Motorenhersteller gemäß den nachstehenden Vorschriften im Zeitraum zwischen zwei aufeinander folgenden Stufen von Grenzwerten eine begrenzte Anzahl von Motoren in Verkehr bringen, die nur den Emissionsgrenzwerten der vorhergehenden Stufe genügen:

▼ M7

1. MASSNAHMEN DES OEM

1.1. Ein OEM, der vom Flexibilitätssystem Gebrauch machen will, beantragt, außer im Fall von Motoren zum Antrieb von Triebwagen und Lokomotiven, bei einer Genehmigungsbehörde die Genehmigung für seine Motorenhersteller, Motoren in Verkehr zu bringen, die für den ausschließlichen Gebrauch durch den OEM bestimmt sind. Die Anzahl von Motoren, die nicht den aktuellen Emissionsgrenzwerten entsprechen, jedoch für die jeweils unmittelbar vorangehende Stufe von Emissionsgrenzwerten zugelassen sind, darf die in den Abschnitten 1.1.1 und 1.1.2 genannten Höchstmengen nicht übersteigen.

1.1.1. Die Anzahl der im Rahmen des Flexibilitätssystems in Verkehr gebrachten Motoren darf in jeder einzelnen Motorkategorie 20 % der Anzahl der jährlich durch den OEM in Verkehr gebrachten Geräte mit Motoren in dieser Kategorie (berechnet als Durchschnitt des Absatzes auf dem Unionsmarkt in den letzten fünf Jahren) nicht überschreiten. Soweit ein OEM während weniger als fünf Jahren Geräte auf dem Unionsmarkt in Verkehr gebracht hat, wird der Durchschnittswert anhand des Zeitraums berechnet, in dem der OEM Geräte auf dem Unionsmarkt in Verkehr gebracht hat.

1.1.2. Der OEM hat als Alternative zu Abschnitt 1.1.1, außer im Fall von Motoren zum Antrieb von Triebwagen und Lokomotiven, auch die Möglichkeit, für seine Motorenhersteller die Genehmigung zum Inverkehrbringen einer festen Anzahl von Motoren, die für den ausschließlichen Gebrauch durch den OEM bestimmt sind, zu beantragen. Die Anzahl der Motoren in den einzelnen Motorkategorien darf die folgenden Höchstmengen nicht überschreiten:

Motorkategorie P (kW)	Anzahl Motoren
$19 \leq P < 37$	200
$37 \leq P < 75$	150
$75 \leq P < 130$	100
$130 \leq P \leq 560$	50

1.2. Während Stufe III B beantragt ein OEM, der vom Flexibilitätssystem Gebrauch machen will, außer im Fall von Motoren zum Antrieb von Triebwagen und Lokomotiven, bei einer Genehmigungsbehörde für einen Zeitraum von höchstens drei Jahren ab Beginn dieser Stufe für seine Motorenhersteller die Genehmigung zum Inverkehrbringen von Motoren, die für den ausschließlichen Gebrauch durch den OEM bestimmt sind. Die Anzahl von Motoren, die nicht den aktuellen Emissionsgrenzwerten entsprechen, jedoch für die jeweils unmittelbar vorangehende Stufe von Emissionsgrenzwerten zugelassen sind, darf die in den Abschnitten 1.2.1 und 1.2.2 genannten Höchstmengen nicht übersteigen.

1.2.1. Die Anzahl der im Rahmen des Flexibilitätssystems in Verkehr gebrachten Motoren darf in jeder einzelnen Motorkategorie 37,5 % der Anzahl der jährlich durch den OEM in Verkehr gebrachten Geräte mit Motoren in dieser Kategorie (berechnet als Durchschnitt des Absatzes auf dem Unionsmarkt in den letzten fünf Jahren) nicht überschreiten. Soweit ein OEM während weniger als fünf Jahren Geräte auf dem Unionsmarkt in Verkehr gebracht hat, wird der Durchschnittswert anhand des Zeitraums berechnet, in dem der OEM Geräte auf dem Unionsmarkt in Verkehr gebracht hat.

▼ M7

- 1.2.2. Der OEM hat als Alternative zu Abschnitt 1.2.1 auch die Möglichkeit, für seine Motorenhersteller die Genehmigung zum Inverkehrbringen einer festen Anzahl von Motoren, die für den ausschließlichen Gebrauch durch den OEM gedacht sind, zu beantragen. Die Anzahl der Motoren in den einzelnen Motorenkategorien darf die folgenden Höchstmengen nicht überschreiten:

Motorkategorie P (kW)	Anzahl Motoren
$37 \leq P < 56$	200
$56 \leq P < 75$	175
$75 \leq P < 130$	250
$130 \leq P \leq 560$	125

- 1.3. Für Motoren zum Antrieb von Lokomotiven kann ein OEM während Stufe III B für einen Zeitraum von höchstens drei Jahren ab Beginn dieser Stufe für seine Motorenhersteller die Genehmigung zum Inverkehrbringen von höchstens 16 Motoren, die für den ausschließlichen Gebrauch durch den OEM bestimmt sind, beantragen. Der OEM kann für seine Motorenhersteller auch die Genehmigung beantragen, eine zusätzliche Stückzahl von höchstens 10 Motoren mit einer Nennleistung von mehr als 1 800 kW ausschließlich für den Einbau in Lokomotiven, die im Eisenbahnnetz des Vereinigten Königreichs eingesetzt werden, in Verkehr zu bringen. Diese Anforderung gilt nur dann als erfüllt, wenn für diese Lokomotiven eine Sicherheitsbescheinigung für den Betrieb im Netz des Vereinigten Königreichs eingeholt wurde bzw. diese Einholung möglich ist.

Eine solche Genehmigung sollte nur erteilt werden, wenn technische Gründe dafür vorliegen, dass die Grenzwerte der Stufe III B nicht eingehalten werden können.

- 1.4. Der OEM fügt dem Antrag an die Genehmigungsbehörde folgende Angaben bei:
- ein Muster der Kennzeichnungen, die auf den einzelnen mobilen Maschinen und Geräten anzubringen sind, die mit einem im Rahmen des Flexibilitätssystems in Verkehr gebrachten Motor ausgerüstet werden sollen. Die Kennzeichnungen tragen folgenden Text: „MASCHINE Nr. ... (Maschinenserie) VON ... (Gesamtzahl der Maschinen im jeweiligen Leistungsbereich) MIT MOTOR Nr. ... GEMÄSS TYP-GENEHMIGUNG (Richtlinie 97/68/EG) Nr. ...“;
  - ein Muster der ergänzenden Kennzeichnung, die an dem Motor anzubringen ist und den in Abschnitt 2.2 genannten Text trägt.
- 1.5. Der OEM stellt der Genehmigungsbehörde die mit der Durchführung des Flexibilitätssystems zusammenhängenden Angaben zur Verfügung, die die Genehmigungsbehörde als für die Entscheidung notwendig anfordert.
- 1.6. Der OEM übermittelt jeder Genehmigungsbehörde in den Mitgliedstaaten auf Antrag sämtliche Angaben, die sie benötigt, um beurteilen zu können, ob Motoren, von denen behauptet wird, dass sie im Rahmen des Flexibilitätssystems in Verkehr gebracht wurden, oder die als solche gekennzeichnet sind, ordnungsgemäß in Verkehr gebracht oder gekennzeichnet wurden.

**▼ C1**

2. MASSNAHMEN DES MOTORENHERSTELLERS
  - 2.1. Ein Motorenhersteller kann mit einer Genehmigung gemäß Abschnitt 1 im Rahmen des Flexibilitätssystems Motoren in Verkehr bringen.
  - 2.2. Der Motorenhersteller muss auf diesen Motoren einen Aufkleber mit folgendem Wortlaut anbringen: „Gemäß dem Flexibilitätssystem in Verkehr gebrachter Motor“.
3. MASSNAHMEN DER GENEHMIGUNGSBEHÖRDE
  - 3.1. Die Genehmigungsbehörde bewertet den Inhalt des Antrags auf Anwendung des Flexibilitätssystems und die beigefügten Unterlagen. Sie unterrichtet den OEM-Hersteller von ihrer Entscheidung, die Anwendung des Flexibilitätssystems zu genehmigen oder nicht zu genehmigen.

▼M3

▼C1

## ANHANG XIV

ZKR Stufe I<sup>(1)</sup>

$P_N$ (kW)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO <sub>x</sub> (g/kWh)	PT (g/kWh)
$37 \leq P_N < 75$	6,5	1,3	9,2	0,85
$75 \leq P_N < 130$	5,0	1,3	9,2	0,70
$P \geq 130$	5,0	1,3	$n \geq 2\,800 \text{ tr/min} = 9,2$ $500 \leq n < 2\,800 \text{ tr/min} = 45 \times$ $n^{(-0,2)}$	0,54

<sup>(1)</sup> ZKR-Protokoll 19, Resolution der Zentralkommission für die Rheinschifffahrt vom 11. Mai 2000.

▼M3

▼C1

## ANHANG XV

ZKR Stufe II <sup>(1)</sup>

$P_N$ (kW)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO <sub>x</sub> (g/kWh)	PT (g/kWh)
$18 \leq P_N < 37$	5,5	1,5	8,0	0,8
$37 \leq P_N < 75$	5,0	1,3	7,0	0,4
$75 \leq P_N < 130$	5,0	1,0	6,0	0,3
$130 \leq P_N < 560$	3,5	1,0	6,0	0,2
$P_N \geq 560$	3,5	1,0	$n \geq 3150 \text{ min}^{-1} = 6,0$ $343 \leq n < 3150 \text{ min}^{-1} =$ $45 n^{(-0,2)} - 3 n$ $< 343 \text{ min}^{-1} = 11,0$	0,2

<sup>(1)</sup> ZKR-Protokoll 21, Resolution der Zentralkommission für die Rheinschifffahrt vom 31. Mai 2000.