

II

(Rechtsakte ohne Gesetzescharakter)

VERORDNUNGEN

VERORDNUNG (EU) 2016/427 DER KOMMISSION

vom 10. März 2016

zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 hinsichtlich der Emissionen von leichten
Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 6)

(Text von Bedeutung für den EWR)

DIE EUROPÄISCHE KOMMISSION —

gestützt auf den Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union,

gestützt auf die Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2007 über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Reparatur- und Wartungsinformationen für Fahrzeuge ⁽¹⁾, insbesondere auf Artikel 5 Absatz 3,

in Erwägung nachstehender Gründe:

- (1) Gemäß der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 muss die Kommission die Verfahren, Prüfungen und Anforderungen für die Typgenehmigung der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission ⁽²⁾ überprüfen und bei Bedarf so anpassen, dass sie den im praktischen Fahrbetrieb tatsächlich entstehenden Emissionen entsprechen.
- (2) Die Kommission hat hierzu auf der Grundlage eigener Forschungen und externer Informationen eine eingehende Analyse mit dem Ergebnis durchgeführt, dass die in der Betriebspraxis mit Fahrzeugen des Typs Euro 5/6 tatsächlich entstehenden Emissionen, insbesondere die NO_x-Emissionen von Dieselfahrzeugen, erheblich die Emissionen überschreiten, die im vorgeschriebenen Neuen europäischen Fahrzyklus (NEFZ) gemessen werden.
- (3) Durch die Einführung und anschließende Überarbeitung von Euro-Normen wurden die Emissionsanforderungen für die Typgenehmigung für Kraftfahrzeuge erheblich verschärft. Zwar erreichten die Fahrzeuge bei den limitierten Schadstoffen durchweg erhebliche Emissionsvermindierungen, jedoch nicht bei den NO_x-Emissionen aus Dieselmotoren (insbesondere von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen). Daher sind Maßnahmen nötig, um diesen Missstand zu beenden. Maßnahmen zur Verringerung der NO_x-Emissionen aus Dieselmotoren dürften auch zur Abnahme der gegenwärtig anhaltend hohen Konzentrationen von NO₂ in der Umgebungsluft beitragen, die einen engen Zusammenhang mit jenen Emissionen aufweisen und nicht nur eine erhebliche Gefährdung der menschlichen Gesundheit darstellen, sondern auch eine Herausforderung bei der Einhaltung der Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates ⁽³⁾.
- (4) Die Kommission hat am Januar 2011 eine Arbeitsgruppe eingerichtet, in der alle Interessenträger an der Entwicklung eines Prüfverfahrens zur Messung der Emissionen im Praxisbetrieb (real driving emission — RDE) mitwirken, das ein realistischeres Bild von den im Fahrbetrieb auf der Straße gemessenen Emissionen vermittelt. Dazu wurde der in der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 angeregte technische Weg beschritten, nämlich der Einsatz portabler Emissionsmesssysteme (PEMS) sowie das Regulierungskonzept verbindlicher Höchstwerte.

⁽¹⁾ ABl. L 171 vom 29.6.2007, S. 1.

⁽²⁾ Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission vom 18. Juli 2008 zur Durchführung und Änderung der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Reparatur- und Wartungsinformationen für Fahrzeuge (ABl. L 199 vom 28.7.2008, S. 1).

⁽³⁾ Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa (ABl. L 152 vom 11.6.2008, S. 1).

- (5) Damit sich die Hersteller allmählich an die RDE-Anforderungen anpassen können, sollten die betreffenden Prüfverfahren in zwei Schritten eingeführt werden, wie es im Rahmen von CARS 2020 mit dem Interessenträgern vereinbart worden war ⁽¹⁾: Während eines ersten Übergangszeitraums sollten die Prüfverfahren lediglich zu Überwachungszwecken eingesetzt werden, anschließend jedoch in Verbindung mit verbindlichen quantitativen RDE-Anforderungen für alle neuen Typgenehmigungen bzw. Fahrzeuge. Die endgültigen quantitativen RDE-Anforderungen werden in zwei aufeinanderfolgenden Schritten eingeführt.
- (6) Es sollten quantitative RDE-Anforderungen erlassen werden, um die Auspuffemissionen unter allen normalen Betriebsbedingungen auf die Grenzwerte der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 zu begrenzen. Dabei sollten statistische und technische Ungenauigkeiten der Messverfahren berücksichtigt werden.
- (7) Eine einzelne RDE-Prüfung bei der anfänglichen Typgenehmigung kann das Spektrum der maßgeblichen Verkehrs- und Umweltbedingungen nicht vollständig erfassen. Für die zuverlässige Erfassung eines breitestmöglichen Spektrums solcher Bedingungen durch eine vorgeschriebene RDE-Prüfung sind daher Prüfungen im Betrieb von äußerster Wichtigkeit, denn sie sorgen für die Einhaltung der verbindlichen Anforderungen unter allen normalen Betriebsbedingungen.
- (8) Für Kleinserienhersteller stellt die Durchführung von PEMS-Prüfungen nach den geplanten Verfahrensregelungen unter Umständen eine erhebliche Belastung dar, die in keinem ausgewogenen Verhältnis zu den erwarteten Umweltvorteilen steht. Es ist daher angemessen, für diese Hersteller besondere Ausnahmen zuzulassen. Das Prüfverfahren zur Messung von Emissionen in der Betriebspraxis sollte bei Bedarf aktualisiert und verbessert werden, um beispielsweise Änderungen der Fahrzeugtechnik zu berücksichtigen. Zur Unterstützung des Überarbeitungsverfahrens sollten die im Übergangszeitraum gewonnenen Fahrzeug- und Emissionsdaten herangezogen werden.
- (9) Damit die Typgenehmigungsbehörden und Hersteller die zur Einhaltung der Anforderungen dieser Verordnung erforderlichen Verfahren einführen können, sollte sie vom 1. Januar 2016 an gelten.
- (10) Daher sollte die Verordnung (EG) Nr. 692/2008 entsprechend geändert werden.
- (11) Die Maßnahmen dieser Verordnung stehen im Einklang mit der Stellungnahme des Technischen Ausschusses „Kraftfahrzeuge“ —

HAT FOLGENDE VERORDNUNG ERLASSEN:

Artikel 1

Die Verordnung (EG) Nr. 692/2008 wird wie folgt geändert:

1. In Artikel 2 werden die folgenden Nummern 41 und 42 angefügt:

„41. ‚Emissionen im praktischen Fahrbetrieb (real driving emissions — RDE)‘ Emissionen eines Fahrzeugs bei normalen Betriebsbedingungen;

42. ‚portables Emissionsmesssystem‘ (PEMS) eine transportable Emissionsmeseinrichtung, welche die in Anhang IIIA Anlage 1 aufgeführten Anforderungen erfüllt;“

2. Dem Artikel 3 wird folgender Absatz 10 angefügt:

„10. Der Hersteller stellt sicher, dass die nach den Vorschriften des Anhangs IIIA dieser Verordnung bestimmten und während einer RDE-Prüfung nach diesem Anhang ausgestoßenen Emissionen eines Fahrzeugs, das nach der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 typgenehmigt worden ist, während seiner gesamten normalen Nutzungsdauer die in Anhang IIIA festgelegten Werte nicht überschreiten.“

Die Typgenehmigung nach der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 kann nur erteilt werden, wenn das Fahrzeug zu einer bestätigten PEMS-Prüfungsfamilie im Sinne von Anhang IIIA Anlage 7 ist, gehört.

⁽¹⁾ Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen CARS 2020: Ein Aktionsplan für eine wettbewerbsfähige und nachhaltige Automobilindustrie in Europa (COM(2012) 0636 final).

Bis zum Erlass bestimmter Werte für die Parameter $CF_{\text{pollutant}}$ in der Tabelle in Anhang IIIA Nummer 2.1 dieser Verordnung gelten folgende Bestimmungen:

- a) Die Anforderungen von Anhang IIIA Nr. 2.1 dieser Verordnung gelten erst nach Erlass bestimmter Werte für die Parameter $CF_{\text{pollutant}}$ in der Tabelle von Anhang IIIA Nummer 2.1 dieser Verordnung.
- b) Die übrigen Anforderungen des Anhang IIIA, insbesondere jene mit Bezug zu durchzuführenden RDE-Prüfungen sowie zu aufzuzeichnenden und bereitzustellenden Daten, gelten nur für neue Typgenehmigungen gemäß der Verordnung (EG) Nr. 715/2007, die nach dem 20. Tag erteilt werden, der auf die Veröffentlichung des Anhangs IIIA im *Amtsblatt der Europäischen Union* folgt.
- c) Die Anforderungen des Anhangs IIIA gelten nicht für Typgenehmigungen, die Kleinserienherstellern im Sinne des Artikels 2 Absatz 32 dieser Verordnung erteilt werden.
- d) Werden die Anforderungen des Anhangs IIIA Anlagen 5 und 6 nur für eine der beiden der in diesen Anlagen beschriebenen Datenauswertungsmethoden erfüllt, sind folgende Verfahren zu befolgen:
 - i) eine zusätzliche RDE-Prüfung ist durchzuführen;
 - ii) werden jene Anforderungen abermals nur für eine Methode erfüllt, wird die Analyse der Vollständigkeit und Normalität für beide Methoden aufgezeichnet, und die in Anhang IIIA Nr. 9.3 geforderte Berechnung kann auf die Methode beschränkt werden, bei der die Anforderungen an Vollständigkeit und Normalität erfüllt sind.

Die Daten sowohl der RDE-Prüfungen als auch der Analyse der Vollständigkeit und Normalität werden aufgezeichnet und zur Untersuchung des Unterschieds der Ergebnisse der beiden Datenauswertungsmethoden bereitgestellt.

- e) Die Leistung an den Rädern des Prüffahrzeugs wird entweder durch Messung des Radnabendrehmoments oder anhand des CO_2 -Massendurchsatzes unter Verwendung von 'Veline' nach Anhang IIIA Anlage 6 Nummer 4 bestimmt.“

3. Artikel 6 Absatz 1 Unterabsatz 4 erhält folgende Fassung:

„Die Anforderungen der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 gelten als erfüllt, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- a) die Anforderungen des Artikels 3 Absatz 10 sind erfüllt;
- b) die Anforderungen des Artikels 13 der vorliegenden Verordnung sind erfüllt;
- c) bei Fahrzeugen mit einer Typgenehmigung entsprechend den Anforderungen der Euro-5-Emissionsgrenzwerte in Anhang I Tabelle 1 der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 wurde das Fahrzeug gemäß der UNECE-Regelung Nr. 83 Änderungsserie 06, der UNECE-Regelung Nr. 85, der UNECE-Regelung Nr. 101 Änderungsserie 01 und, im Fall von Selbstzündungsmotoren, gemäß der UNECE-Regelung Nr. 24 Teil III Änderungsserie 03 genehmigt;
- d) für Fahrzeuge mit einer Typgenehmigung entsprechend den Anforderungen der Euro-6-Emissionsgrenzwerte in Anhang I Tabelle 2 der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 wurde das Fahrzeug gemäß der UNECE-Regelung Nr. 83 Änderungsserie 07, der UNECE-Regelung Nr. 85 und ihren Ergänzungen, der UNECE-Regelung Nr. 101 Revision 03 (einschließlich Änderungsserie 01 und ihrer Ergänzungen), und, im Fall von Selbstzündungsmotoren, gemäß der UNECE-Regelung Nr. 24 Teil III Änderungsserie 03 genehmigt.“

4. Anhang I Nummer 2.4.1 Tabelle I.2.4 wird wie folgt geändert:

- a) unterhalb der Zeile, die mit den Worten „Partikelmasse und -zahl (Prüfung Typ 1)“ beginnt, werden folgende Zeilen eingefügt:

„Gasförmige Schadstoffe, RDE (Prüfung Typ 1A)	Ja	Ja	Ja	Ja (*)	Ja (beide Kraftstoffe)	Ja (beide Kraftstoffe)	Ja (beide Kraftstoffe)	Ja (beide Kraftstoffe)	Ja (beide Kraftstoffe)	Ja (beide Kraftstoffe)	Ja	—	—
Partikelzahl, RDE (Prüfung Typ 1A)(6)	Ja	—	—	—	Ja (beide Kraftstoffe)	Ja (beide Kraftstoffe)	Ja (beide Kraftstoffe)	Ja (beide Kraftstoffe)	—	Ja (beide Kraftstoffe)	Ja	—	—

b) folgende Erläuterung wird angefügt:

„⁽⁶⁾ Die RDE-Prüfung der Partikelzahl wird nur auf Fahrzeuge angewendet, für die in Anhang I Tabelle 2 der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 Euro-6-Emissionsgrenzwerte für die Partikelzahl (P) festgelegt sind.“

5. Ein neuer Anhang IIIA wird nach Maßgabe des Anhangs dieser Verordnung eingefügt.

Artikel 2

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

Sie gilt ab dem 1. Januar 2016.

Diese Verordnung ist in allen ihren Teilen verbindlich und gilt unmittelbar in jedem Mitgliedstaat.

Brüssel, den 10. März 2016

Für die Kommission
Der Präsident
Jean-Claude JUNCKER

ANHANG

„ANHANG IIIA

NACHPRÜFUNG DER EMISSIONEN IM TATSÄCHLICHEN FAHRBETRIEB

1. EINLEITUNG, BEGRIFFSBESTIMMUNGEN UND ABKÜRZUNGEN

1.1. Einleitung

Dieser Anhang beschreibt das Verfahren für die Nachprüfung des Emissionsverhaltens von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen im tatsächlichen Fahrbetrieb (real driving emissions, RDE).

1.2. Begriffsbestimmungen

1.2.1. „Genauigkeit“ bezeichnet die Abweichung eines gemessenen oder errechneten Wertes von einem rückverfolgbaren Bezugswert.

1.2.2. „Analysator“ bezeichnet ein Messgerät, das nicht Teil des Fahrzeugs ist, sondern installiert wird, um die Konzentration oder die Menge der gasförmigen Schadstoffe oder luftverunreinigenden Partikel zu bestimmen.

1.2.3. „Achsenabschnitt“ einer linearen Regression bezeichnet den Wert a_0 nach folgender Formel:

$$a_0 = \bar{y} - (a_1 \times \bar{x})$$

Dabei ist:

a_1 die Steigung der Regressionsgeraden

\bar{x} der Mittelwert des Bezugsparameters

\bar{y} der Mittelwert des zu überprüfenden Parameters

1.2.4. „Kalibrierung“ bezeichnet den Vorgang der Einstellung des Ansprechens eines Analysators, eines Durchsatzmessgerätes, eines Sensors oder eines Signals, so dass seine Ausgabe mit einem oder mehreren Bezugssignalen übereinstimmt.

1.2.5. „Bestimmungskoeffizient“ bezeichnet den Wert r^2 nach folgender Formel:

$$r^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - (a_1 \times x_i)]^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Dabei ist:

a_0 der Achsenabschnitt der Regressionsgeraden

a_1 die Steigung der Regressionsgeraden

x_i der gemessene Bezugswert

y_i der gemessene Wert des zu überprüfenden Parameters

\bar{y} der Mittelwert des zu überprüfenden Parameters

n die Anzahl der Werte

- 1.2.6. „Kreuzkorrelations-Koeffizient“ bezeichnet den Wert r nach folgender Formel:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} (x_i - \bar{x})^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} (y_i - \bar{y})^2}}$$

Dabei ist:

- x_i der gemessene Bezugswert
- y_i der gemessene Wert des nachzuprüfenden Parameters
- \bar{x} der Mittelwert des Bezugswertes
- \bar{y} der Mittelwert des zu überprüfenden Parameters
- n die Anzahl der Werte
- 1.2.7. „Ansprechverzögerung“ bezeichnet die Zeit, die vom Umschalten des Gasstroms (t_0) vergeht, bis der angezeigte Messwert 10 % (t_{10}) seines Endwertes erreicht.
- 1.2.8. „Signale oder Daten des Motorsteuergeräts“ bezeichnet jede Fahrzeuginformation und jedes Signal aus dem Fahrzeugnetz, die mithilfe der Protokolle nach Anlage 1 Nummer 3.4.5 aufgezeichnet werden.
- 1.2.9. „Motorsteuergerät“ bezeichnet das elektronische Gerät, das verschiedene Aktoren steuert, um eine optimale Leistung des Antriebstrangs zu gewährleisten.
- 1.2.10. „Emissionen“ auch „Abgasbestandteile“, „Schadstoffe“ oder „Schadstoffemissionen“ genannt, bezeichnen die limitierten gas- oder partikelförmigen Bestandteile des Abgases.
- 1.2.11. „Abgas“ bezeichnet die Gesamtheit aller gas- und partikelförmigen Abgasbestandteile, die durch die Verbrennung des Kraftstoffs im Verbrennungsmotor des Fahrzeugs entstehen und am Abgasauslass oder dem Auspuffrohr ausgestoßen werden.
- 1.2.12. „Abgasemissionen“ bezeichnet die Emissionen von Partikeln, beschrieben durch deren Masse und deren Anzahl, sowie von gasförmigen Abgasbestandteilen aus dem Auspuff eines Fahrzeugs.
- 1.2.13. „Skalenendwert“ bezeichnet den gesamten Messbereich eines Analysators, Durchsatzmessgeräts oder Sensors gemäß den Angaben des Herstellers der Einrichtung. Wird bei Messungen ein Teilmessbereich des Analysators, Durchsatzmessgeräts oder Sensors verwendet, ist unter dem Skalenendwert der maximale Ablesewert zu verstehen.
- 1.2.14. „Kohlenwasserstoff-Ansprechfaktor“ für eine bestimmte Art von Kohlenwasserstoffen bezeichnet das Verhältnis zwischen dem Ablesewert eines Flammenionisations-Detektors (FID) und der Konzentration der jeweiligen Kohlenwasserstoffart in der Bezugsgasflasche in ppmC₁.
- 1.2.15. „Größere Wartungsarbeiten“ bezeichnet die Einstellung, die Reparatur oder den Ersatz eines Analysators, eines Durchsatzmessgeräts oder eines Sensors, wodurch die Messgenauigkeit beeinflusst werden könnte.
- 1.2.16. „Rauschen“ bezeichnet das Doppelte des quadratischen Mittels von zehn Standardabweichungen vom Nullpunktwert, wobei die Aufzeichnungsfrequenz bei der Messung 30 Sekunden lang konstant mindestens 1,0 Hz betragen muss.
- 1.2.17. „Nichtmethankohlenwasserstoffe (NMHC)“ bezeichnet die gesamten Kohlenwasserstoffe (THC) ohne Methan (CH₄).
- 1.2.18. „Partikelzahl“ (P) bezeichnet die Gesamtzahl der festen Partikel im Abgas eines Fahrzeugs, definiert durch das Messverfahren nach dieser Verordnung, zur Bewertung der Einhaltung der jeweiligen Euro-6-Emissionsgrenzwerte nach Tabelle 2 in Anhang I der Verordnung (EG) Nr. 715/2007.
- 1.2.19. „Präzision“ bezeichnet das 2,5fache der Standardabweichung des zehnmal wiederholten Ansprechens auf einen gegebenen rückverfolgbaren Standardwert.

- 1.2.20. „Ablesewert“ bezeichnet den numerischen Wert, der von einem Analysator, einem Durchsatzmessgerät, einem Sensor oder einer sonstigen bei der Messung von Fahrzeugemissionen eingesetzten Einrichtung angezeigt wird.
- 1.2.21. „Ansprechzeit“ (t_{90}) bezeichnet die Summe der Ansprechverzögerung und der Anstiegszeit.
- 1.2.22. „Anstiegszeit“ bezeichnet die Zeit für den Anstieg des angezeigten Messwertes von 10 % auf 90 % des Endwertes ($t_{90} - t_{10}$).
- 1.2.23. „Quadratisches Mittel (x_{rms})“ bezeichnet die Quadratwurzel aus dem arithmetischen Mittel der Quadrate der Werte und ist wie folgt definiert:

$$x_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{n}(x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2)}$$

Dabei ist:

x der gemessene oder berechnete Wert

n die Anzahl der Werte

- 1.2.24. „Sensor“ bezeichnet eine Messeinrichtung, die nicht Teil des Fahrzeugs selbst ist, sondern installiert wird, um Parameter zu bestimmen, bei denen es sich nicht um die Konzentration der gas- und partikelförmigen Schadstoffe oder den Abgas-Massendurchsatz handelt.
- 1.2.25. „Justieren“ bezeichnet die Kalibrierung eines Analysators, Durchsatzmessgeräts oder Sensors, so dass er auf ein Normal, das möglichst genau dem bei der tatsächlichen Emissionsprüfung erwarteten Höchstwert entspricht, exakt anspricht.
- 1.2.26. „Justierausschlag“ bezeichnet den Mittelwert des Ausschlages beim Ansprechen auf ein Justiersignal über einen Zeitraum von mindestens 30 Sekunden.
- 1.2.27. „Justierausschlagsdrift“ bezeichnet die Differenz zwischen dem Mittelwert des Ansprechens auf ein Justiersignal und dem tatsächlichen Justiersignal, die eine bestimmte Zeit nach der genauen Justierung eines Analysators, eines Durchsatzmessgeräts oder eines Sensors gemessen wird.
- 1.2.28. „Steigung“ einer linearen Regression bezeichnet den Wert a_1 nach folgender Formel:

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}) \times (x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Dabei ist:

\bar{x} der Mittelwert des Bezugsparameters

\bar{y} der Mittelwert des zu überprüfenden Parameters

x_i der tatsächliche Wert des Bezugsparameters

y_i der tatsächliche Wert des zu überprüfenden Parameters

n die Anzahl der Werte

- 1.2.29. „Standardabweichung vom Schätzwert“ bezeichnet den Wert SEE nach der folgenden Formel:

$$SEE = \frac{1}{x_{\text{max}}} \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2}{(n-2)}}$$

Dabei ist:

\hat{y} der Mittelwert des zu überprüfenden Parameters

y_i der tatsächliche Wert des zu überprüfenden Parameters

x_{max} der tatsächliche Höchstwert des Bezugsparameters

n die Anzahl der Werte

- 1.2.30. „Gesamtkohlenwasserstoffe“ (total hydrocarbons, THC) bezeichnet die Summe aller mit einem Flammenionisierungsdetektor (FID) messbaren flüchtigen Verbindungen.
- 1.2.31. „Rückverfolgbarkeit“ bezeichnet die Möglichkeit, eine Messung oder einen Ablesewert in einer ununterbrochenen Vergleichskette mit einer bekannten und gemeinsam vereinbarten Norm in Verbindung zu bringen.
- 1.2.32. „Wandlungszeit“ bezeichnet den Zeitunterschied zwischen einer Veränderung der Konzentration oder des Durchsatzes (t_0) am Bezugspunkt und dem Ansprechen des Systems mit 50 % des Endwertes (t_{50}).
- 1.2.33. „Typ des Analysators“ oder „Analysatortyp“ bezeichnet eine Gruppe von Analysatoren, die von demselben Hersteller gefertigt werden und in denen zur Bestimmung der Konzentration eines bestimmten gasförmigen Abgasbestandteils oder der Partikelzahl dasselbe Prinzip zum Einsatz kommt.
- 1.2.34. „Typ des Abgasmassendurchsatzmessers“ bezeichnet eine Gruppe von Abgasmassendurchsatzmessern, die von demselben Hersteller gefertigt werden, deren Rohr einen ähnlichen Innendurchmesser aufweist und die den Abgasmassendurchsatz nach demselben Prinzip bestimmen.
- 1.2.35. „Validierung“ bezeichnet den Vorgang zur Bewertung der ordnungsgemäßen Installation und Funktion eines portablen Emissionsmesssystems und der Richtigkeit der Abgasmassendurchsatzwerte, welche von einem oder mehreren nicht rückverfolgbaren Abgasmassendurchsatzmessern gemessenen oder mithilfe der Signale von Sensoren oder Motorsteuergeräten berechnet wurden.
- 1.2.36. „Nachprüfung“ bezeichnet den Vorgang, mit dem bewertet wird, ob der gemessene oder berechnete Ausgabewert eines Analysators, Durchsatzmessgeräts, Sensors oder Signals innerhalb einer oder mehrerer zuvor festgelegter Anerkennungsschwellen mit einem Bezugssignal übereinstimmt.
- 1.2.37. „Nullpunkteinstellung“ bezeichnet die Kalibrierung eines Analysators, Durchsatzmessgeräts oder Sensors, so dass die Einrichtung auf ein Nullsignal exakt anspricht.
- 1.2.38. „Nullpunktwert“ bezeichnet den Mittelwert des Ausschlags beim Ansprechen auf ein Nullsignal über einen Zeitraum von mindestens 30 Sekunden.
- 1.2.39. „Nullpunktdrift“ bezeichnet die Differenz zwischen dem Mittelwert des Ausschlags beim Ansprechen auf ein Nullsignal und dem tatsächlichen Nullsignal, die nach der genauen Nullkalibrierung eines Analysators, eines Durchsatzmessgeräts oder eines Sensors über einen bestimmten Zeitraum gemessen wird.

1.3. Abkürzungen

Abkürzungen beziehen sich allgemein auf sowohl für die Singular- als auch die Pluralform der abgekürzten Termini.

CH ₄	— Methan
CLD	— Chemilumineszenzdetektor
CO	— Kohlenmonoxid
CO ₂	— Kohlendioxid
CVS	— Probenahmeeinrichtung mit konstantem Volumen (constant volume sampler)
DCT	— Kraftübertragung mit Doppelkupplung (dual clutch transmission)
ECU	— Motorsteuerungsgerät (engine control unit)
EFM	— Abgasmassendurchsatzmesser (exhaust mass flow meter)
FID	— Flammenionisationsdetektor
FS	— Skalenendwert (full scale)
GPS	— Global Positioning System (weltweites Ortungssystem über Satelliten)
H ₂ O	— Wasser

HC	— Kohlenwasserstoffe
HCLD	— beheizter Chemilumineszenzdetektor (heated chemiluminescence detector)
HEV	— Hybrid-Elektrofahrzeug (hybrid electric vehicle)
ICE	— Verbrennungsmotor (internal combustion engine)
ID	— Kennnummer oder -code
LPG	— Flüssiggas (liquid petroleum gas)
MAW	— Gleitendes Mittelungsfenster (<i>moving average window</i>)
max	— Höchstwert
N ₂	— Stickstoff
NDIR	— nicht dispersives Infrarot
NDUV	— nicht dispersives Ultraviolett
NEFC	— Neuer europäischer Fahrzyklus
NG	— Erdgas (natural gas)
NMC	— Nicht-Methan-Cutter
NMC-FID	— Nicht-Methan-Cutter kombiniert mit einem Flammenionisationsdetektor
NMHC	— Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe
NO	— Stickstoffmonoxid
Nr.	— Nummer
NO ₂	— Stickstoffdioxid
NO _x	— Stickoxide
NTE	— Grenzwert (not to exceed)
O ₂	— Sauerstoff
OBD	— On-Board-Diagnosesysteme
PEMS	— portables Emissionsmesssystem
PHEV	— Plug-in-Hybrid-Elektrofahrzeug (plug-in hybrid electric vehicle)
P	— Partikelzahl
RDE	— Emissionen im tatsächlichen Fahrbetrieb (real driving emissions)
SCR	— selektive katalytische Reduktion (selective catalytic reduction)
SEE	— Standardabweichung vom Schätzwert (standard error of estimate)
THC	— Gesamtkohlenwasserstoffe (total hydrocarbons)
UNECE	— Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (<i>United Nations Economic Commission for Europe</i>)
FIN	— Fahrzeug-Identifizierungsnummer
WLTC	— weltweit harmonisierter Prüfzyklus für leichte Nutzfahrzeuge
WWH-OBD	— weltweit harmonisierte On-Board-Diagnosesysteme (worldwide harmonized on-board diagnostics)

2. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

- 2.1. Während der gesamten normalen Lebensdauer dürfen die gemäß diesem Anhang bestimmten Emissionen eines nach der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 genehmigten Fahrzeugtyps bei einer gemäß diesem Anhang durchgeführten RDE-Prüfung folgende Grenzwerte (not to exceed, NTE) nicht überschreiten:

$$NTE_{\text{pollutant}} = CF_{\text{pollutant}} \times \text{EURO-6},$$

dabei ist „Euro 6“ der für Euro 6 geltende Emissionsgrenzwert nach Anhang I Tabelle 2 der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 und $CF_{\text{pollutant}}$ der Konformitätsfaktor für den jeweiligen Schadstoff, welcher folgendermaßen angegeben wird:

Schadstoff	Masse der Stickoxide (NO _x)	Partikelzahl (P)	Masse des Kohlenmonoxids (CO) ⁽¹⁾	Masse der gesamten Kohlenwasserstoffe (THC)	Summe der Massen der gesamten Kohlenwasserstoffe und Stickoxide (THX + NO _x)
$CF_{\text{pollutant}}$	noch nicht bekannt	noch nicht bekannt	—	—	—

⁽¹⁾ Die CO-Emissionen sind bei RDE-Prüfungen zu messen und aufzuzeichnen.

- 2.2. Der Hersteller bestätigt die Einhaltung von Punkt 2.1 durch Ausfüllen der Bescheinigung nach Anlage 9.
- 2.3. Die in diesem Anhang vorgeschriebenen RDE-Prüfungen bei der Typgenehmigung und während der Lebensdauer eines Fahrzeugs begründen die Vermutung der Konformität mit den Anforderungen nach Nummer 2.1. Die Konformitätsvermutung kann durch zusätzliche RDE-Prüfungen überprüft werden.
- 2.4. Die Mitgliedstaaten sorgen dafür, dass Fahrzeuge entsprechend den Bestimmungen ihrer eigenen nationalen Rechtsvorschriften und unter Einhaltung der örtlichen Straßenverkehrs-Rechtsvorschriften und Sicherheitsanforderungen mit PEMS auf öffentlichen Straßen geprüft werden können.
- 2.5. Die Hersteller stellen sicher, dass Fahrzeuge von einer unabhängigen Stelle mit PEMS auf öffentlichen Straßen geprüft werden können, und erfüllen die Anforderungen von Nummer 2.4, indem sie beispielsweise geeignete Adapter für Auspuffrohre zur Verfügung stellen, Zugang zu ECU-Signalen gewähren und die nötigen Verwaltungsvereinbarungen schließen. Wenn die jeweilige Prüfung mit PEMS in dieser Verordnung nicht vorgeschrieben ist, kann der Hersteller eine angemessene Gebühr gemäß Artikel 7 Absatz 1 der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 erheben.

3. DURCHZUFÜHRENDE RDE-PRÜFUNG

- 3.1. Die folgenden Anforderungen gelten für Prüfungen mit PEMS nach Artikel 3 Absatz 10 Unterabsatz 2.
- 3.1.1. Für die Typgenehmigung wird der Abgasmassendurchsatz mit Messgeräten bestimmt, die unabhängig vom Fahrzeug funktionieren, und es dürfen keine einschlägigen ECU-Daten des Fahrzeugs verwendet werden. Erfolgt die Messung nicht im Rahmen der Typgenehmigung, können nach Anlage 2 Nummer 7.2 auch alternative Methoden zur Bestimmung des Abgasmassendurchsatzes verwendet werden.
- 3.1.2. Ist die Genehmigungsbehörde nicht zufrieden mit der Prüfung der Datenqualität und den Ergebnissen der Validierung einer nach den Anlagen 1 und 4 durchgeführten PEMS-Prüfung, kann sie die Prüfung für ungültig erklären. In einem solchen Fall zeichnet die Genehmigungsbehörde die Prüfungsdaten und die Gründe, aus denen die Prüfung für ungültig erklärt wurde, auf.
- 3.1.3. Berichterstattung und Verbreitung von Informationen zu RDE-Prüfungen
- 3.1.3.1. Der Hersteller stellt der Genehmigungsbehörde einen von ihm erstellten technischen Bericht nach Anlage 8 zur Verfügung.
- 3.1.3.2. Der Hersteller sorgt dafür, dass folgende Angaben auf einer öffentlich zugänglichen Website kostenlos abgerufen werden können:

- 3.1.3.2.1. Bei Eingabe der Genehmigungsnummer des Fahrzeugtyps und der Angaben zu Typ, Variante und Version gemäß den Abschnitten 0.10 und 0.2 der EG-Übereinstimmungsbescheinigung nach Anhang IX der Richtlinie 2007/46/EG die eindeutige Identifizierungsnummer der PEMS-Prüfungsfamilie, zu der ein bestimmter Fahrzeugemissionstyp gehört (siehe Anlage 7 Nummer 5.2).
- 3.1.3.2.2. Bei Eingabe der eindeutigen Identifizierungsnummer einer PMS-Prüfungsfamilie:
- die vollständigen Informationen gemäß Anlage 7 Nummer 5.1
 - die Listen gemäß Anlage 7 Nummern 5.3 und 5.4
 - die Ergebnisse der PEMS-Prüfungen gemäß Anlage 5 Nummer 6.3 und Anlage 6 Nummer 3.9 für alle Fahrzeugemissionstypen der Liste nach Anlage 7 Nummer 5.4
- 3.1.3.3. Auf Anfrage stellt der Hersteller jeder interessierten Partei den technischen Bericht nach Nummer 3.1.3.1 binnen 30 Tagen kostenlos zur Verfügung.
- 3.1.3.4. Auf Anfrage stellt die Typgenehmigungsbehörde die unter den Nummern 3.1.3.1 und 3.1.3.2 aufgeführten Informationen binnen dreißig Tagen nach Eingang der Anfrage bereit. Die Typgenehmigungsbehörde kann eine angemessene und verhältnismäßige Gebühr erheben, welche weder abschreckend auf einen Antragsteller mit berechtigtem Interesse an den jeweiligen Informationen wirken noch die internen Kosten übersteigen darf, die der Behörde durch die Bereitstellung der angeforderten Informationen entstehen.

4. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

- 4.1. Das Emissionsverhalten im tatsächlichen Fahrbetrieb ist durch die Prüfung von Fahrzeugen auf der Straße unter normalen Fahrmustern und -bedingungen und mit normaler Nutzlast nachzuweisen. Die RDE-Prüfung muss repräsentativ für den Betrieb der Fahrzeuge auf ihren tatsächlichen Fahrtrouten mit normaler Belastung sein.
- 4.2. Der Hersteller muss der Genehmigungsbehörde nachweisen, dass das ausgewählte Fahrzeug, die Fahrmuster, die Bedingungen und Nutzlasten repräsentativ für die Fahrzeugfamilie sind. Anhand der Anforderungen zur Nutzlast und zur Höhenlage gemäß den Nummern 5.1 und 5.2 ist vorab zu bestimmen, ob die Bedingungen für eine RDE-Prüfung akzeptabel sind.
- 4.3. Die Genehmigungsbehörde schlägt eine Prüfstrecke in städtischer Umgebung sowie auf der Landstraße und auf der Autobahn vor, die die Anforderungen von Nummer 6 erfüllt. Bei der Auswahl einer Strecke ist auf der Grundlage einer topografischen Karte festzulegen, wo Stadtverkehrs-, Landstraßen- oder Autobahnbedingungen vorliegen.
- 4.4. Werden bei einem Fahrzeug die Emissionen oder die Leistung durch die Erfassung von ECU-Daten beeinflusst, wird die gesamte PEMS-Prüfungsfamilie, zu der das Fahrzeug gemäß der Definition in Anlage 7 gehört, als nicht konform betrachtet. Diese Funktion gilt als „Abschalteinrichtung“ im Sinne von Artikel 3 Absatz 10 der Verordnung (EG) Nr. 715/2007.

5. RANDBEDINGUNGEN

- 5.1. Fahrzeugnutzlast und Prüfmasse
- 5.1.1. Die Grundnutzlast des Fahrzeugs umfasst den Fahrer, gegebenenfalls einen Zeugen der Prüfung sowie die Prüfausrüstung einschließlich der Anbringungsteile und der Energieversorgungseinrichtungen.
- 5.1.2. Zu Prüfungszwecken kann künstliche Nutzlast hinzugefügt werden, solange die Gesamtmasse der Grundnutzlast und der künstlichen Nutzlast 90 % der Summe der „Masse der Fahrgäste“ und der „Nutzlast“ gemäß den Definitionen in Artikel 2 Absätze 19 und 21 der Verordnung (EU) Nr. 1230/2012 der Kommission ⁽¹⁾ nicht überschreitet.

⁽¹⁾ Verordnung (EU) Nr. 1230/2012 der Kommission vom 12. Dezember 2012 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 661/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Anforderungen an die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern bezüglich ihrer Massen und Abmessungen und zur Änderung der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (ABl. L 353 vom 21.12.2012, S. 31).

- 5.2. Umgebungsbedingungen
- 5.2.1. Die Prüfung ist unter den Umgebungsbedingungen gemäß diesem Abschnitt durchzuführen. Um „erweiterte“ Umgebungsbedingungen handelt es sich, wenn mindestens die auf die Temperatur oder die Höhenlage bezogenen Bedingungen erweitert sind.
- 5.2.2. Gemäßigte Höhenlage-Bedingungen: Höhe höchstens 700 Meter über dem Meeresspiegel.
- 5.2.3. Erweiterte Höhenlage-Bedingungen: Höhe über 700 Meter und höchstens 1300 Meter über dem Meeresspiegel.
- 5.2.4. Gemäßigte Temperaturbedingungen: mindestens 273 K (0 °C) und höchstens 303 K (30 °C).
- 5.2.5. Erweiterte Temperaturbedingungen: mindestens 266 K (– 7 °C) und weniger als 273 K (0 °C) oder mehr als 303 K (30 °C) und höchstens 308 K (35 °C)
- 5.2.6. Abweichend von den Bestimmungen der Nummern 5.2.4 und 5.2.5 muss im Zeitraum ab dem Geltungsbeginn verbindlicher NTE-Emissionsgrenzwerte gemäß Nummer 2.1 bis fünf Jahre nach den Zeitpunkten gemäß Artikel 10 Absätze 4 und 5 der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 der untere Temperaturwert für gemäßigte Bedingungen mindestens 276 K (3 °C) und der untere Temperaturwert für erweiterte Bedingungen mindestens 271 K (– 2 °C) betragen.
- 5.3. Dynamische Bedingungen
- 5.4. Die dynamischen Bedingungen umfassen den Einfluss der Straßenneigung, des Gegenwindes, der Fahrdynamik (Beschleunigungen, Verzögerungen) sowie von Nebenverbrauchern auf Energieverbrauch und Emissionen des Prüffahrzeugs. Die Nachprüfung der Normalität der dynamischen Bedingungen erfolgt nach Abschluss der Prüfung anhand der aufgezeichneten PEMS-Daten. Die Methoden zur Nachprüfung der Normalität der dynamischen Bedingungen sind in den Anlagen 5 und 6 dieses Anhangs festgelegt. Jede Methode umfasst einen Bezugswert für die dynamischen Bedingungen, Spannen um den Bezugswert herum und die Anforderungen in Bezug auf den Bereich, der bei einer gültigen Prüfung mindestens erfasst werden muss.
- 5.5. Zustand und Betrieb des Fahrzeugs
- 5.5.1. Nebenverbraucher
- Der Betrieb der Klimaanlage und der sonstigen Nebenverbraucher muss ihrer möglichen Verwendung durch den Verbraucher unter normalen Fahrbedingungen auf der Straße entsprechen.
- 5.5.2. Fahrzeuge mit einem System mit periodischer Regenerierung
- 5.5.2.1. „System mit periodischer Regenerierung“ ist gemäß der Definition in Artikel 2 Absatz 6 zu verstehen.
- 5.5.2.2. Tritt eine periodische Regenerierung während einer Prüfung auf, kann die Prüfung auf Antrag des Herstellers für ungültig erklärt und einmal wiederholt werden.
- 5.5.2.3. Der Hersteller kann für den Abschluss des Regenerationsvorgangs sorgen und das Fahrzeug vor der zweiten Prüfung in geeigneter Weise vorkonditionieren.
- 5.5.2.4. Erfolgt eine Regenerierung bei der Wiederholung der RDE-Prüfung, sind die Schadstoffe, die bei der Wiederholungsprüfung ausgestoßen wurden, in die Bewertung der Emissionen aufzunehmen.
6. ANFORDERUNGEN FÜR DIE FAHRTSTRECKE
- 6.1. Die Anteile der Fahrt in der Stadt, auf Landstraßen und auf Autobahnen, gekennzeichnet durch die momentanen Geschwindigkeiten gemäß den Nummern 6.3 bis 6.5, sind in Prozent der Gesamtfahrtstrecke auszudrücken.
- 6.2. Die Fahrsequenz muss in der Stadt beginnen und auf Landstraßen und Autobahnen entsprechend den Anteilen gemäß Nummer 6.6 fortgesetzt werden. Der Betrieb in der Stadt sowie auf Landstraßen und Autobahnen muss ohne Unterbrechung erfolgen. Der Betrieb auf Landstraßen kann durch kurzzeitigen Stadtbetrieb unterbrochen werden, wenn die Fahrt durch städtische Gebiete hindurchführt. Der Betrieb auf Autobahnen kann, etwa beim Passieren von Mautstellen oder Abschnitten mit Baustellen, durch kurzzeitigen Stadt- oder Landstraßenbetrieb unterbrochen werden. Ist aus praktischen Gründen eine andere Prüfreihefolge gerechtfertigt, kann die Abfolge des Stadt-, Landstraßen- und Autobahnbetriebs mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde verändert werden.

- 6.3. Der Stadtbetrieb ist gekennzeichnet durch Fahrzeuggeschwindigkeiten von höchstens 60 km/h.
- 6.4. Der Landstraßenbetrieb ist gekennzeichnet durch Fahrzeuggeschwindigkeiten zwischen 60 km/h und 90 km/h.
- 6.5. Der Autobahnbetrieb ist durch Geschwindigkeiten von über 90 km/h gekennzeichnet.
- 6.6. Die Fahrt muss zu etwa 34 % aus Stadtbetrieb, zu etwa 33 % aus Landstraßenbetrieb und zu etwa 33 % aus Autobahnbetrieb, gekennzeichnet durch die unter den Nummern 6.3 bis 6.5 angegebenen Geschwindigkeiten, bestehen. „Etwa“ bezeichnet dabei einen Bereich von ± 10 Prozentpunkten um die angegebenen Prozentwerte. Der Stadtbetrieb darf jedoch nie weniger als 29 % der Gesamtfahrstrecke ausmachen.
- 6.7. Die Fahrzeuggeschwindigkeit darf normalerweise 145 km/h nicht überschreiten. Eine Überschreitung der Höchstgeschwindigkeit um einen Toleranzwert von 15 km/h ist zulässig, wenn der entsprechende Anteil 3 % der Gesamtdauer der Autobahnfahrt nicht überschreitet. Lokale Geschwindigkeitsbegrenzungen bleiben bei einer PEMS-Prüfung unbeschadet sonstiger rechtlicher Folgen in Kraft. Verstöße gegen lokale Geschwindigkeitsbegrenzungen führen als solche nicht dazu, dass die Ergebnisse einer PEMS-Prüfung ungültig werden.
- 6.8. Beim städtischen Anteil der Fahrstrecke sollte die Durchschnittsgeschwindigkeit (unter Einrechnung der Haltezeiten) zwischen 15 km/h bis 30 km/h betragen. Die Haltezeiten, gekennzeichnet durch eine Fahrzeuggeschwindigkeit von weniger als 1 km/h, müssen mindestens 10 % der Gesamtdauer des Stadtbetriebs ausmachen. Der Stadtbetrieb muss mehrere Haltezeiten von mindestens 10 s umfassen. Die Einbeziehung einer übermäßig langen Haltezeit, die allein > 80 % der Gesamtdauer der Haltezeiten des Stadtfahrbetriebs ausmacht, ist zu vermeiden.
- 6.9. Die Geschwindigkeitsspanne bei der Autobahnfahrt muss einen Bereich zwischen 90 km/h und mindestens 110 km/h in geeigneter Weise abdecken. Die Fahrzeuggeschwindigkeit muss mindestens 5 Minuten lang über 100 km/h betragen.
- 6.10. Die Dauer der Fahrt muss zwischen 90 und 120 Minuten betragen.
- 6.11. Ausgangs- und Endpunkt dürfen sich in ihrer Höhe über dem Meeresspiegel um nicht mehr als 100 m unterscheiden.
- 6.12. Die Mindeststrecke für den Stadtbetrieb, den Landstraßen- sowie den Autobahnbetrieb beträgt jeweils 16 km.
7. ANFORDERUNGEN AN DEN BETRIEB
- 7.1. Die Fahrstrecke muss so gewählt werden, dass die Prüfung nicht unterbrochen wird und die Daten kontinuierlich aufgezeichnet werden, damit die minimale Prüfungsdauer nach Nummer 6.10 erreicht wird.
- 7.2. Das PEMS ist durch eine externe Quelle und nicht durch eine Quelle, die ihre Energie direkt oder indirekt vom Motor des Prüffahrzeugs bezieht, mit Strom zu versorgen.
- 7.3. Die PEMS-Ausrüstung ist so einzubauen, dass die Emissionen und/oder die Leistung des Fahrzeugs so wenig wie möglich beeinflusst werden. Es ist darauf zu achten, die Masse der eingebauten Ausrüstung und mögliche Veränderungen der Aerodynamik des Prüffahrzeugs so gering wie möglich zu halten. Die Nutzlast des Fahrzeugs muss den Bestimmungen von Nummer 5.1 entsprechen.
- 7.4. RDE-Prüfungen sind an Arbeitstagen gemäß der für die Union gültigen Definition in der Verordnung (EWG, Euratom) Nr. 1182/71 des Rates ⁽¹⁾ durchzuführen.
- 7.5. RDE-Prüfungen sind auf befestigten Straßen durchzuführen (Geländebetrieb ist beispielsweise unzulässig).
- 7.6. Lange Leerlaufzeiten sind nach der ersten Zündung des Verbrennungsmotors zu Beginn der Emissionsprüfung zu vermeiden. Wird der Motor während der Prüfung abgewürgt, kann er erneut gestartet werden, die Datenerfassung darf jedoch nicht unterbrochen werden.
8. SCHMIERÖL, KRAFTSTOFF UND REAGENS
- 8.1. Der Kraftstoff, das Schmiermittel und (falls zutreffend) das Reagens für die RDE-Prüfung müssen den Vorschriften des Herstellers für den Betrieb des Fahrzeugs durch den Kunden entsprechen.
- 8.2. Es sind Proben des Kraftstoffs, des Schmiermittels und (falls zutreffend) des Reagens zu nehmen und mindestens ein Jahr aufzubewahren.

⁽¹⁾ Verordnung (EWG, Euratom) Nr. 1182/71 des Rates vom 3. Juni 1971 zur Festlegung der Regeln für die Fristen, Daten und Termine (ABl. L 124 vom 8.6.1971, S. 1).

9. EMISSIONEN UND BEWERTUNG DER FAHRT
 - 9.1. Die Prüfung ist gemäß Anlage 1 dieses Anhangs durchzuführen.
 - 9.2. Die Fahrt muss die Anforderungen der Nummern 4 bis 8 erfüllen.
 - 9.3. Es ist nicht zulässig, die Daten verschiedener Fahrten zu kombinieren oder die Daten einer Fahrt zu verändern oder zu löschen.
 - 9.4. Nach Feststellung der Gültigkeit einer Fahrt gemäß Nummer 9.2 sind die Emissionsergebnisse nach den Methoden der Anlagen 5 und 6 dieses Anhangs zu berechnen.
 - 9.5. Werden die Umgebungsbedingungen für einen bestimmten Zeitraum nach Nummer 5.2 erweitert, sind die für diesen bestimmten Zeitraum nach Anlage 4 dieses Anhangs berechneten Emissionen durch einen *ext*-Wert zu dividieren, bevor sie im Hinblick auf die Einhaltung der Anforderungen dieses Anhangs bewertet werden.
 - 9.6. Der Kaltstart ist gemäß Anlage 4 Punkt 4 dieses Anhangs definiert. Bis zur Anwendung besonderer Anforderungen für die Emissionen bei Kaltstart sind diese zwar aufzuzeichnen aber nicht in die Emissionsbewertung einzubeziehen.
-

Anlage 1

Prüfverfahren für Fahrzeugemissionsprüfungen mit einem portablen Emissionsmesssystem (PEMS)

1. EINLEITUNG

In dieser Anlage wird das Verfahren zur Bestimmung der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen mit einem portablen Emissionsmesssystem beschrieben.

2. ZEICHEN

\leq	— kleiner oder gleich
#	— Anzahl
#/m ³	— Anzahl pro Kubikmeter
%	— Prozent
°C	— Grad Celsius
g	— Gramm
g/s	— Gramm pro Sekunde
h	— Stunde
Hz	— Hertz
K	— Kelvin
kg	— Kilogramm
kg/s	— Kilogramm pro Sekunde
km	— Kilometer
km/h	— Kilometer pro Stunde
kPa	— Kilopascal
kPa/min	— Kilopascal pro Minute
l	— Liter
l/min	— Liter pro Minute
m	— Meter
m ³	— Kubikmeter
mg	— Milligramm
min	— Minute
p_e	— Druck nach Evakuierung [kPa]
q_{vs}	— Volumendurchsatz des Systems [l/min]
ppm	— Teile pro Million
ppmC ₁	— Teile Kohlenstoffäquivalent pro Million
rpm	— Umdrehungen pro Minute:
s	— Sekunde
V _s	— Systemvolumen [l]

3. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

3.1. PEMS

Die Prüfungen sind mit einem PEMS, bestehend aus den unter den Nummern 3.1.1 bis 3.1.5 aufgeführten Bauteilen, durchzuführen. Falls zutreffend kann eine Verbindung mit dem Motorsteuergerät des Fahrzeugs hergestellt werden, um maßgebliche Motor- und Fahrzeugparameter gemäß Nummer 3.2 zu bestimmen.

3.1.1. Analysatoren zur Bestimmung der Konzentration von Schadstoffen im Abgas

3.1.2. Ein oder mehrere Instrumente oder Sensoren zur Messung oder Bestimmung des Abgasmassendurchsatzes

3.1.3. Ein GPS-Gerät zur Bestimmung von Position, Höhe und Geschwindigkeit des Fahrzeugs.

3.1.4. Falls zutreffend, Sensoren und andere Geräte, die kein Teil des Fahrzeugs sind, z. B. zur Messung von Umgebungstemperatur, relativer Feuchtigkeit, Luftdruck, und Fahrzeuggeschwindigkeit

3.1.5. Eine vom Fahrzeug unabhängige Energiequelle zur Energieversorgung des PEMS

3.2. Prüfparameter

Die in Tabelle 1 dieses Anhangs angegebenen Prüfparameter sind gemäß den Anforderungen von Anlage 8 mit einer konstanten Frequenz von mindestens 1,0 Hz zu messen und aufzuzeichnen. Wenn Parameter vom ECU geliefert werden, sollten diese mit einer erheblich höheren Frequenz als die vom PEMS aufgezeichneten Parameter bereitgestellt werden, damit eine korrekte Datenerfassung gewährleistet ist. Die Analysatoren, Durchsatzmessinstrumente und Sensoren des PEMS müssen die Anforderungen der Anlagen 2 und 3 dieses Anhangs erfüllen.

Tabelle 1

Prüfparameter

Parameter	Empfohlene Einheit	Quelle ⁽⁸⁾
THC Konzentration ⁽¹⁾ ⁽⁴⁾	ppm	Analysator
CH ₄ -Konzentration ⁽¹⁾ ⁽⁴⁾	ppm	Analysator
NMHC-Konzentration ⁽¹⁾ ⁽⁴⁾	ppm	Analysator ⁽⁶⁾
CO-Konzentration ⁽¹⁾ ⁽⁴⁾	ppm	Analysator
CO ₂ -Konzentration ⁽¹⁾	ppm	Analysator
NO _x -Konzentration ⁽¹⁾ ⁽⁴⁾	ppm	Analysator ⁽⁷⁾
Partikelkonzentration ⁽⁴⁾	#/m ³	Analysator
Abgasmassendurchsatz	kg/s	EFM, alle Verfahren nach Anlage 2 Nummer 7
Umgebungsfeuchte	%	Sensor
Umgebungstemperatur	K	Sensor
Umgebungsdruck	kPa	Sensor
Fahrzeuggeschwindigkeit	km/h	Sensor, GPS oder ECU ⁽³⁾
Breitengrad des Fahrzeugs	Grad	GPS
Längengrad des Fahrzeugs	Grad	GPS

Parameter	Empfohlene Einheit	Quelle ⁽⁸⁾
Höhenlage des Fahrzeugs ⁽⁵⁾ ⁽⁹⁾	M	GPS oder Sensor
Abgastemperatur ⁽⁵⁾	K	Sensor
Temperatur des Motorkühlmittels ⁽⁵⁾	K	Sensor oder ECU
Motordrehzahl ⁽⁵⁾	rpm	Sensor oder ECU
Motordrehmoment ⁽⁵⁾	Nm	Sensor oder ECU
Drehmoment an der angetriebenen Achse ⁽⁵⁾	Nm	Felgen-Drehmomentmesser
Pedalstellung ⁽⁵⁾	%	Sensor oder ECU
Kraftstoffdurchsatz des Motors	g/s	Sensor oder ECU
Ansaugluftdurchsatz des Motors ⁽²⁾	g/s	Sensor oder ECU
Fehlerstatus ⁽⁵⁾	—	ECU
Temperatur des Ansaugluftstroms	K	Sensor oder ECU
Regenerierungsstatus ⁽⁵⁾	—	ECU
Motoröltemperatur ⁽⁵⁾	K	Sensor oder ECU
Tatsächlich eingelegter Gang ⁽⁵⁾	#	ECU
Gewünschter Gang (z. B. Gangwechsellanzeiger) ⁽⁵⁾	#	ECU
Sonstige Fahrzeugdaten ⁽⁵⁾	Nicht näher bestimmt	ECU

Anmerkungen:

- (1) Im feuchten Bezugszustand zu messen oder gemäß Anlage 4 Nummer 8.1 zu korrigieren.
(2) Nur zu bestimmen, wenn der Abgasmassendurchsatz mit einer indirekten Methode gemäß Anlage 4 Nummern 10.2 und 10.3 berechnet wird.
(3) Das Verfahren zur Bestimmung der Fahrzeuggeschwindigkeit ist nach Nummer 4.7 zu wählen.
(4) Parameter nur obligatorisch, wenn die Messung nach Anlage IIIA Nummer 2.1 erforderlich ist.
(5) Nur zu bestimmen, wenn dies zur Nachprüfung des Fahrzeugzustandes und der Betriebsbedingungen notwendig ist.
(6) Kann aus den THC- und CH₄-Konzentrationen nach Anlage 4 Nummer 9.2 errechnet werden.
(7) Kann aus der gemessenen NO- und NO₂-Konzentration errechnet werden.
(8) Es können mehrere Parameterquellen herangezogen werden.
(9) Als Quelle ist bevorzugt der Sensor für den Umgebungsluftdruck heranzuziehen.

3.3. Vorbereitung des Fahrzeugs

Die Vorbereitung des Fahrzeugs muss eine allgemeine technische Prüfung und eine Betriebsprüfung umfassen.

3.4. Einbau des PEMS

3.4.1. Allgemeines

Der Einbau des PEMS geschieht nach den Anweisungen des PEMS-Herstellers unter Einhaltung der örtlichen Gesundheits- und Sicherheitsvorschriften. Das PEMS ist so einzubauen, dass während der Prüfung elektromagnetische Störungen möglichst gering gehalten werden, und es ist dafür zu sorgen, dass es möglichst geringen Einwirkungen durch Stöße, Schwingungen, Staub und Temperaturschwankungen ausgesetzt ist. Beim Einbau und beim Betrieb des PEMS sind die Dichtheit zu gewährleisten und Wärmeverluste so gering wie möglich zu halten. Einbau und Betrieb des PEMS dürfen nicht zu einer veränderten Beschaffenheit des Abgases oder einer übermäßigen Verlängerung des Auspuffrohrs führen. Um die Entstehung von Partikeln zu vermeiden, müssen die Anschlüsse bei den bei der Prüfung zu erwartenden Abgastemperaturen thermisch stabil sein. Es wird empfohlen, für den Anschluss des Verbindungsrohrs an die Mündung des Fahrzeugauspuffs keine Teile aus Elastomeren zu verwenden. Falls jedoch Anschlüsse aus Elastomeren zum Einsatz kommen, ist dafür zu sorgen, dass sie dem Abgas so wenig wie möglich ausgesetzt sind, damit Messfehler bei hoher Motorlast vermieden werden.

3.4.2. Zulässiger Abgasgegendruck

Durch den Einbau und den Betrieb des PEMS darf sich der statische Druck an der Auspuffmündung nicht übermäßig erhöhen. Verlängerungen zur Erleichterung der Probenahme oder Verbindungen mit dem Abgasmasse-durchsatzmesser müssen, soweit dies technisch machbar ist, eine mindestens ebenso große Querschnittsfläche aufweisen wie das Auspuffrohr.

3.4.3. Abgasmassendurchsatzmesser (EFM)

Der Abgasmassendurchsatzmesser ist, falls vorhanden, gemäß den Empfehlungen des EFM-Herstellers an die Auspuffendrohre des Fahrzeugs anzuschließen. Der Messbereich des EFM muss dem Bereich der bei der Prüfung erwarteten Abgasmassendurchsatzwerte entsprechen. Die Anbringung des EFM und der Auspuffadapter oder der Verbindungsstücke darf den Betrieb des Motors oder des Abgasnachbehandlungssystems nicht beeinträchtigen. Vor und hinter dem Durchsatzsensor müssen mindestens vier Rohrdurchmesser oder 150 mm gerades Rohr liegen, je nachdem, welcher Wert größer ist. Bei der Prüfung von Mehrzylindermotoren mit verzweigtem Auspuffkrümmer empfiehlt es sich, die Rohre oberhalb des Abgasmassendurchsatzmessers zu vereinigern und die Querschnittsfläche der Rohrleitung angemessen zu vergrößern, um den Gegenruck im Auspuff so gering wie möglich zu halten. Wenn dies nicht möglich ist, ist eine Messung des Abgasdurchsatzes mit mehreren Abgasmassendurchsatzmessern in Betracht zu ziehen. Aufgrund der großen Vielfalt der Auspuffrohr-Konfigurationen und -Abmessungen sowie der erwarteten Abgasmassendurchsatzwerte können bei Auswahl und Einbau des oder der EFM Kompromisse notwendig sein, die sich nach bestem fachlichen Ermessen richten müssen. Der Einbau eines EFM, dessen Durchmesser geringer ist als der Durchmesser der Mündung des Auspuffrohrs oder die Gesamtquerschnittsfläche mehrerer Mündungen, ist zulässig, wenn die Messgenauigkeit es erfordert und der Betrieb oder das Abgasnachbehandlungssystem nach Nummer 3.4.2 dadurch nicht beeinträchtigt werden.

3.4.4. Weltweites Ortungssystem über Satelliten (GPS)

Die GPS-Antenne sollte so angebracht werden, dass ein guter Empfang des Satellitensignals gewährleistet ist, z. B., indem die Antenne so hoch wie möglich angebracht wird. Der Einfluss der angebrachten GPS-Antenne auf den Betrieb des Fahrzeugs muss so gering wie möglich sein.

3.4.5. Verbindung mit dem Motorsteuergerät

Falls gewünscht, können die in Tabelle 1 aufgeführten Fahrzeug- und Motorparameter mithilfe eines Datenloggers aufgezeichnet werden, welcher gemäß Normen wie ISO 15031-5 oder SAE J1979, OBD-II, EOBD oder WWH-OBD mit dem ECU oder dem Fahrzeugnetz verbunden ist. Die Hersteller müssen Parameterlabel gegebenenfalls offenlegen, damit die benötigten Parameter identifiziert werden können.

3.4.6. Sensoren und Hilfseinrichtungen

Fahrzeuggeschwindigkeitssensoren, Temperatursensoren, Kühlmittelthermoelemente oder sonstige Messvorrichtungen, die nicht Teil des Fahrzeugs sind, sind so einzubauen, dass eine repräsentative, zuverlässige und genaue Messung des jeweiligen Parameters gewährleistet ist, ohne dass der Betrieb des Fahrzeugs oder die Funktion anderer Analytoren, Durchsatzmessgeräte, Sensoren und Signale übermäßig beeinträchtigt wird. Sensoren und Hilfseinrichtungen sind unabhängig vom Fahrzeug mit Energie zu versorgen.

3.5. Emissionsprobenahme

Die Emissionsprobenahme muss repräsentativ sein und an Stellen durchgeführt werden, an denen das Abgas gut durchmischt und der Einfluss der Umgebungsluft unterhalb der Probenahmestelle so gering wie möglich ist. Falls zutreffend, sind die Emissionsproben unterhalb des Abgasmassendurchsatzmessers zu nehmen, wobei ein Mindestabstand von 150 mm zum Durchsatzsensor einzuhalten ist. Die Probenahmesonden sind oberhalb der Auspuffmündung des Fahrzeugs anzubringen, wobei der Abstand zur Mündung mindestens 200 mm oder den dreifachen Auspuffrohrdurchmesser betragen muss, je nachdem, welcher Wert größer ist; dies ist der Punkt, an dem das Abgas aus der PEMS-Probenahmereinrichtung in die Atmosphäre entlassen wird. Wird vom PEMS ein Abgasstrom ins Auspuffrohr zurückgeleitet, muss dies unterhalb der Probenahmesonde so geschehen, dass die Beschaffenheit des Abgases an den Probenahmestellen während des Motorbetriebs nicht verändert wird. Wird die Länge der Probenahmeleitung geändert, müssen die Systemtransportzeiten überprüft und gegebenenfalls korrigiert werden.

Ist der Motor mit einer Anlage zur Abgasnachbehandlung versehen, muss die Abgasprobe unterhalb dieser Anlage entnommen werden. Bei der Prüfung eines Fahrzeugs mit Mehrzylindermotor und verzweigtem Auspuffkrümmer muss der Einlass der Sonde so weit strömungsabwärts angebracht sein, dass die Probe für die durchschnittlichen Abgasemissionen aller Zylinder repräsentativ ist. Bei Mehrzylindermotoren mit getrennten Auspuffkrümmern, etwa bei V-Motoren, müssen die Krümmer nach Möglichkeit strömungsaufwärts vor der

Sonde zusammengeführt werden. Ist dies technisch nicht machbar, ist eine Probenahme an mehreren Stellen, an denen das Abgas gut durchmischt und frei von Umgebungsluft ist, in Betracht zu ziehen. In diesem Fall müssen Anzahl und Lage der Probenahmesonden soweit möglich der Anzahl und der Lage der Abgasmassendurchsatzmesser entsprechen. Bei ungleichen Abgasströmen ist eine proportionale Probenahme oder eine Probenahme mit mehreren Analysatoren in Betracht zu ziehen.

Bei Partikelmessungen ist die Abgasprobe in der Mitte des Abgasstroms zu nehmen. Werden für die Emissionsprobenahme mehrere Sonden verwendet, ist die Partikelprobenahmesonde oberhalb der übrigen Probenahmesonden anzubringen.

Für die Messung von Kohlenwasserstoffen ist die Probenahmeleitung auf 463 ± 10 K (190 ± 10 °C) zu heizen. Für die Messung anderer gasförmiger Bestandteile mit oder ohne Kühler ist sie auf mindestens 333 K (60 °C) zu heizen, um Kondensation zu vermeiden und eine angemessene Durchlasseffizienz der verschiedenen Gase sicherzustellen. Bei Niederdruck-Probenahmesystemen kann die Temperatur entsprechend der Druckabnahme gesenkt werden, wenn das Probenahmesystem bei allen limitierten gasförmigen Schadstoffen eine Durchlasseffizienz von 95 % gewährleistet. Bei der Entnahme von Partikelproben ist die Probenahmeleitung ab der Stelle, an der die Probe aus dem Rohabgas entnommen wird, auf mindestens 373 K (100 °C) zu beheizen. Die Zeit, die die Probe in der Partikelprobenahmeleitung verweilt, bis sie zum ersten Mal verdünnt wird oder den Partikelzähler erreicht, muss unter 3 s betragen.

4. VOR DER PRÜFUNG ZU TREFFENDE MASSNAHMEN

4.1. PEMS-Dichtheitsprüfung

Nach dem Einbau des PEMS ist jedes in das Fahrzeug eingebaute PEMS mindestens einmal auf Dichtheit zu prüfen; dies geschieht nach dem vom PEMS-Hersteller vorgeschriebenen oder nach dem folgenden Verfahren. Die Sonde ist von der Auspuffanlage zu trennen und das Ende zu verstopfen. Die Pumpe des Analysators wird eingeschaltet. Ist das System dicht, müssen nach einer Stabilisierungsphase alle Durchsatzmesser annähernd Null anzeigen. Ansonsten ist die Probenahmeleitung zu kontrollieren und der Fehler zu beheben.

Die Leckrate auf der Unterdruckseite darf 0,5 % des tatsächlichen Durchsatzes für den geprüften Teil des Systems nicht überschreiten. Die Analysatoren- und Bypass-Durchflüsse können zur Schätzung der tatsächlichen Durchsätze verwendet werden.

Alternativ kann das System auf mindestens 20 kPa Unterdruck (80 kPa absolut) evakuiert werden. Nach einer Stabilisierungsphase darf die Druckzunahme D_p (kPa/min) im System folgenden Wert nicht übersteigen:

$$\Delta p = \frac{p_c}{V_s} \times q_{vs} \times 0,005$$

Als Alternative ist am Anfang der Probenahmeleitung durch Umstellung von Null- auf Justiergas eine sprunghafte Konzentrationsveränderung herbeizuführen, wobei dieselben Druckverhältnisse wie im normalen Betrieb des Systems herrschen müssen. Wird für einen korrekt kalibrierten Analysator nach einem ausreichend langen Zeitraum eine Konzentration angezeigt, die ≤ 99 % der eingeleiteten Konzentration beträgt, ist die Undichtigkeit zu beheben.

4.2. Starten und Stabilisieren der PEMS-Instrumente

Das PEMS ist einzuschalten, aufzuheizen und nach den Vorschriften des PEMS-Herstellers zu stabilisieren, bis beispielsweise Drücke, Temperaturen und Durchsätze ihre Betriebssollwerte erreicht haben.

4.3. Vorbereitung des Probenahmesystems

Das Probenahmesystem, bestehend aus Probenahmesonde, Probenahmeleitungen und Analysatoren ist für die Prüfung nach den Anweisungen des PEMS-Herstellers vorzubereiten. Es muss sichergestellt sein, dass das Probenahmesystem sauber und frei von kondensierter Feuchtigkeit ist.

4.4. Vorbereitung des EFM

Wird zur Messung des Abgasmassendurchsatzes ein EFM eingesetzt, ist dieser nach den Vorschriften des EFM-Herstellers zu spülen und für den Betrieb vorzubereiten. Durch dieses Verfahren sind gegebenenfalls Kondensate und Rückstände aus den Leitungen und den dazugehörigen Messanschlüssen zu entfernen.

4.5. Überprüfung und Kalibrierung der Analysatoren für die Messung der gasförmigen Emissionen

Die Kalibrierung des Nullpunkts und der Messbereichsgrenze des Analysators ist mit Kalibriergasen durchzuführen, die den Anforderungen von Anlage 2 Nummer 5 entsprechen. Die Kalibriergase sind so zu wählen, dass sie dem bei der Emissionsprüfung erwarteten Bereich der Schadstoffkonzentrationen entsprechen.

4.6. Überprüfung des Analysators für die Messung von Partikelemissionen

Das Nullniveau des Analysators ist mithilfe von Proben von Umgebungsluft aufzuzeichnen, die durch einen HEPA-Filter hindurchgeleitet wurde. Das Signal wird 2 min lang mit einer konstanten Frequenz von mindestens 1,0 Hz aufgezeichnet und ein Durchschnittswert ermittelt; die zulässige Konzentration wird festgelegt, sobald geeignete Messeinrichtungen zur Verfügung stehen.

4.7. Messung der Fahrzeuggeschwindigkeit

Die Fahrzeuggeschwindigkeit ist mit mindestens einem der folgenden Verfahren zu ermitteln:

- a) Mit einem GPS-Gerät; wird die Fahrzeuggeschwindigkeit mit einem GPS-Gerät ermittelt, ist die Gesamtfahrstrecke mit den Messungen nach einem anderen Verfahren gemäß Anlage 4 Nummer 7 abzugleichen.
- b) Mit einem Sensor (z. B. einem optischen oder einem Mikrowellensensor); wird die Fahrzeuggeschwindigkeit mit einem Sensor ermittelt, muss die Geschwindigkeitsmessung den Anforderungen von Anlage 2 Nummer 8 entsprechen; stattdessen kann die vom Sensor ermittelte Gesamtfahrstrecke mit einem Bezugswert verglichen werden, der aus einem digitalen Straßennetz oder einer topographischen Karte stammt. Die vom Sensor ermittelte Gesamtstrecke darf nicht um mehr als 4 % vom Bezugswert abweichen.
- c) mit dem ECU; wird die Fahrzeuggeschwindigkeit mit dem ECU bestimmt, ist die Gesamtfahrstrecke nach Anlage 3 Nummer 3 zu validieren und das Geschwindigkeitssignal des ECU einzustellen, falls dies notwendig ist, um die Anforderungen von Anlage 3 Nummer 3.3 zu erfüllen. Stattdessen kann die vom ECU ermittelte Gesamtfahrstrecke mit einem Bezugswert verglichen werden, der aus einem digitalen Straßennetz oder einer topographischen Karte stammt. Die vom ECU ermittelte Gesamtstrecke darf nicht um mehr als 4 % vom Bezugswert abweichen.

4.8. Überprüfung der Einstellung des PEMS

Die Richtigkeit der Verbindungen zu allen Sensoren und gegebenenfalls zum ECU ist nachzuprüfen. Wenn Motorparameter abgerufen werden, muss sichergestellt werden, dass die Werte vom ECU korrekt gemeldet werden (z. B. muss der Wert der Motordrehzahl [rpm] bei eingeschalteter Zündung aber abgeschaltetem Verbrennungsmotor Null betragen). Das PEMS muss frei von Warnsignalen und Fehleranzeigen funktionieren.

5. DURCHFÜHRUNG DER EMISSIONSPRÜFUNG

5.1. Prüfbeginn

Die Probenahme sowie die Messung und Aufzeichnung der Parameter muss vor dem Starten des Motors beginnen. Zur Erleichterung des Zeitabgleichs wird empfohlen, die vom Zeitabgleich betroffenen Parameter entweder mit einem einzigen Aufzeichnungsgerät oder mit einem synchronisierten Zeitstempel aufzuzeichnen. Sowohl vor als auch unmittelbar nach dem Start des Motors ist zu prüfen, dass alle notwendigen Parameter vom Datenlogger aufgezeichnet werden.

5.2. Prüflauf

Die Probenahme sowie die Messung und Aufzeichnung der Parameter müssen während der gesamten Straßenprüfung des Fahrzeugs erfolgen. Der Motor kann ausgeschaltet und neu gestartet werden, aber die Emissionsprobenahme und die Aufzeichnung der Parameter muss fortgesetzt werden. Etwaige Warnsignale, die auf Mängel des PEMS hindeuten, sind zu dokumentieren und nachzuprüfen. Die Parameter müssen mit einer Datenvollständigkeit von über 99 % aufgezeichnet werden. Eine Unterbrechung der Datenmessung und -aufzeichnung ist nur bei unbeabsichtigtem Signalverlust oder zwecks Wartung des PEMS zulässig, sofern der Unterbrechungszeitraum weniger als 1 % der Gesamtfahrdauer beträgt und eine zusammenhängende Dauer von 30 s nicht überschreitet. Unterbrechungen können vom PEMS direkt aufgezeichnet werden, die Einführung von Unterbrechungen in den aufgezeichneten Parameter über die Vorverarbeitung, den Austausch oder die Nachbearbeitung der Daten ist jedoch nicht zulässig. Falls eine automatische Nullpunkteinstellung vorgenommen wird, muss diese anhand eines rückverfolgbaren Nullstandards erfolgen, der dem für die Nullpunkteinstellung des Analysators verwendeten ähnelt. Es wird dringend empfohlen, die Wartung des PEMS in Zeiträumen mit einer Fahrzeuggeschwindigkeit von Null einzuleiten.

5.3. Prüfungsende

Das Prüfungsende ist erreicht, wenn das Fahrzeug die Fahrt abgeschlossen hat und der Verbrennungsmotor ausgeschaltet ist. Die Datenaufzeichnung muss fortgesetzt werden, bis die Ansprechzeit des Probenahmesystems abgelaufen ist.

6. NACH DER PRÜFUNG DURCHZUFÜHRENDES VERFAHREN

6.1. Überprüfung des Analysators für die Messung gasförmiger Emissionen

Die Kalibriergase zur Überprüfung des Nullpunkts und des Messbereichs der Analysatoren für gasförmige Emissionen müssen mit denen identisch sein, die zur Bewertung der Ausschlagsdrift des Analysators gegenüber der Kalibrierung vor der Prüfung gemäß Nummer 4.5 verwendet werden. Eine Nullpunkteinstellung des Analysators vor Nachprüfung der Messbereichsdrift ist zulässig, wenn festgestellt wurde, dass die Nullpunktdrift innerhalb des zulässigen Bereichs lag. Die Überprüfung der Drift nach der Prüfung ist so bald wie möglich nach der Prüfung, bevor das PEMS oder einzelne Analysatoren oder Sensoren abgeschaltet werden oder in einen Nicht-Betriebs-Modus schalten, abzuschließen. Die Differenz zwischen den Ergebnissen vor und nach der Prüfung muss den Anforderungen von Tabelle 2 entsprechen.

Tabelle 2

Zulässige Drift der Analysatoren während einer PEMS-Prüfung

Schadstoff	Nullpunktdrift	Justierausschlagsdrift (1)
CO ₂	≤ 2 000 ppm je Prüfung	≤ 2 % des Ablesewerts oder ≤ 2 000 ppm je Prüfung, je nachdem, welcher Wert höher ist
CO	≤ 75 ppm je Prüfung	≤ 2 % des Ablesewerts oder ≤ 75 ppm je Prüfung, je nachdem, welcher Wert höher ist
NO ₂	≤ 5 ppm je Prüfung	≤ 2 % des Ablesewerts oder ≤ 5 ppm je Prüfung, je nachdem, welcher Wert höher ist
NO/NO _x	≤ 5 ppm je Prüfung	≤ 2 % des Ablesewerts oder ≤ 5 ppm je Prüfung, je nachdem, welcher Wert höher ist
CH ₄	≤ 10 ppmC ₁ je Prüfung	≤ 2 % des Ablesewerts oder ≤ 10 ppmC ₁ je Prüfung, je nachdem, welcher Wert höher ist
THC	≤ 10 ppm C ₁ je Prüfung	≤ 2 % des Ablesewerts oder ≤ 10 ppmC ₁ je Prüfung, je nachdem, welcher Wert höher ist

(1) Liegt die Nullpunktdrift innerhalb des zulässigen Bereichs, ist es zulässig, die Nullpunkteinstellung des Analysators vor Nachprüfung der Messbereichsdrift vorzunehmen.

Ist bei der Nullpunkt- und bei der Messbereichsdrift die Differenz zwischen den Ergebnissen vor und nach der Prüfung höher als zulässig, sind alle Prüfungsergebnisse für ungültig zu erklären und die Prüfung zu wiederholen.

6.2. Überprüfung des Analysators für die Messung von Partikelemissionen

Das Nullniveau des Analysators ist mithilfe von Proben von Umgebungsluft aufzuzeichnen, die durch einem HEPA-Filter hindurchgeleitet wurden. Das Signal wird 2 min lang aufgezeichnet und ein Durchschnittswert ermittelt; die endgültige zulässige Konzentration wird festgelegt, sobald geeignete Messeinrichtungen zur Verfügung stehen. Ist die Differenz zwischen den Ergebnissen vor und nach der Prüfung höher als zulässig, sind alle Prüfungsergebnisse für ungültig zu erklären und die Prüfung zu wiederholen.

6.3. Überprüfung der Emissionsmessungen bei der Straßenprüfung

Der kalibrierte Bereich der Analysatoren muss mindestens 90 % der Konzentrationswerte aus 99 % der Messungen der gültigen Teile der Emissionsprüfung ausmachen. Eine Überschreitung des kalibrierten Bereichs der Analysatoren bis zu einem Faktor von zwei ist bei 1 % der Gesamtzahl der zur Bewertung herangezogenen Messungen zulässig. Sind diese Anforderungen nicht erfüllt, ist die Prüfung für ungültig zu erklären.

Anlage 2

Spezifikationen und Kalibrierung der PEMS-Bauteile und -Signale

1. EINLEITUNG

Diese Anlage enthält die Spezifikationen und Kalibrierung der PEMS-Bauteile und -Signale.

2. ZEICHEN

>	— größer als
≥	— größer als oder gleich
%	— Prozent
≤	— kleiner als oder gleich
A	— Konzentration des unverdünnten CO ₂ [%]
a ₀	— Abschnitt der y-Achse der Regressionsgeraden
a ₁	— Steigung der Regressionsgeraden
B	— Konzentration des verdünnten CO ₂ [%]
C	— Konzentration des verdünnten NO [ppm]
c	— Analysatorausschlag bei der Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit
c _{FS,b}	— Skalenendwert der HC-Konzentration in Schritt b [ppmC ₁]
c _{FS,d}	— Skalenendwert der HC-Konzentration in Schritt d [ppmC ₁]
c _{HC(w/NMC)}	— HC-Konzentration bei Durchfluss von CH ₄ oder C ₂ H ₆ durch den NMC [ppmC ₁]
c _{HC(w/o NMC)}	— HC-Konzentration, wenn CH ₄ oder C ₂ H ₆ am NMC [ppmC ₁] vorbeiströmt
c _{m,b}	— gemessene HC-Konzentration in Schritt b [ppmC ₁]
c _{m,d}	— gemessene HC-Konzentration in Schritt d [ppmC ₁]
c _{ref,b}	— Bezugs-HC-Konzentration in Schritt b [ppmC ₁]
c _{ref,d}	— Bezugs-HC-Konzentration in Schritt d [ppmC ₁]
°C	— Grad Celsius
D	— Konzentration des unverdünnten NO [ppm]
D _e	— erwartete Konzentration des verdünnten NO [ppm]
E	— absoluter Betriebsdruck [kPa]
E _{CO₂}	— Prozent CO ₂ -Querempfindlichkeit
E _E	— Ethanwirkungsgrad
E _{H₂O}	— Prozent Wasserquerempfindlichkeit
E _M	— Methanwirkungsgrad
E _{O₂}	— Sauerstoffquerempfindlichkeit
F	— Wassertemperatur [K]
G	— Sättigungsdampfdruck [kPa]
g	— Gramm
gH ₂ O/kg	— Gramm Wasser pro Kilogramm
h	— Stunde
H	— Wasserdampfkonzentration [%]
H _m	— maximale Wasserdampfkonzentration [%]
Hz	— Hertz
K	— Kelvin
kg	— Kilogramm
km/h	— Kilometer pro Stunde

kPa	— Kilopascal
max	— Höchstwert
NO _{x,dry}	— feuchtigkeitskorrigierte durchschnittliche Konzentration der stabilisierten NO _x -Aufzeichnungen
NO _{x,m}	— durchschnittliche Konzentration der stabilisierten NO _x -Aufzeichnungen
NO _{x,ref}	— Bezugs-Durchschnittskonzentrationswert der stabilisierten NO _x -Aufzeichnungen
ppm	— Teile pro Million
ppmC ₁	— Teile pro Million Kohlenstoffäquivalent
r ²	— Bestimmungskoeffizient
s	— Sekunde
t ₀	— Zeitpunkt der Umstellung des Gasstroms [s]
t ₁₀	— Zeitpunkt des Ansprechens mit 10 % des Endwertes
t ₅₀	— Zeitpunkt des Ansprechens mit 50 % des Endwertes
t ₉₀	— Zeitpunkt des Ansprechens mit 90 % des Endwertes
x	— unabhängige Variable oder Bezugswert
χ _{min}	— Mindestwert
y	— abhängige Variable oder Messwert

3. NACHPRÜFUNG DER LINEARITÄT

3.1. Allgemeines

Die Linearität der Analysatoren, Durchsatzmessgeräte, Sensoren und Signale muss auf internationale oder nationale Normen rückführbar sein. Alle Sensoren oder Signale, die nicht unmittelbar zurückverfolgt werden können, z. B. vereinfachte Durchsatzmessinstrumente, sind alternativ mithilfe von Rollenprüfstand-Labora-ausrüstung zu kalibrieren, welche wiederum nach nationalen oder internationalen Normen kalibriert wurde.

3.2. Linearitätsanforderungen

Alle Analysatoren, Durchsatzmessgeräte, Sensoren und Signale müssen die Linearitätsanforderungen nach Tabelle 1 erfüllen. Werden die Werte für den Luftdurchsatz, das Luft-Kraftstoff-Verhältnis oder den Abgasmassendurchsatz vom ECU bezogen, muss der berechnete Abgasmassendurchsatz die Linearitätsanforderungen nach Tabelle 1 erfüllen.

Tabelle 1

Linearitätsanforderungen für Messparameter und -systeme

Messparameter/-instrument	$ \chi_{\min} \times (a_1 - 1) + a_0 $	Steigung a ₁	Standardabweichung SEE	Bestimmungskoeffizient r ²
Kraftstoffdurchsatz ⁽¹⁾	≤ 1 % max	0,98 - 1,02	≤ 2 % max	≥ 0,990
Luftdurchsatz ⁽¹⁾	≤ 1 % max	0,98 - 1,02	≤ 2 % max	≥ 0,990
Abgasmassendurchsatz	≤ 2 % max	0,97 - 1,03	≤ 2 % max	≥ 0,990
Gasanalysatoren	≤ 0,5 % max	0,99 - 1,01	≤ 1 % max	≥ 0,998
Drehmoment ⁽²⁾	≤ 1 % max	0,98 - 1,02	≤ 2 % max	≥ 0,990
Partikelzahl-Analysatoren ⁽³⁾	noch nicht bekannt	noch nicht bekannt	noch nicht bekannt	noch nicht bekannt

⁽¹⁾ Zur Bestimmung des Abgasmassendurchsatzes.

⁽²⁾ Optionaler Parameter.

⁽³⁾ Zu bestimmen, wenn Ausrüstung zur Verfügung steht.

3.3. Häufigkeit der Linearitätsnachprüfungen

Die Linearitätsanforderungen nach Nummer 3.2 sind nachzuprüfen:

- a) für jeden Analysator mindestens alle drei Monate oder wenn eine Reparatur oder ein Wechsel des Systems vorgenommen werden, der oder die die Kalibrierung beeinflussen könnte,
- b) für andere maßgebliche Instrumente wie die Abgasmassendurchsatzmesser und rückverfolgbar kalibrierte Sensoren, wenn Schäden festgestellt werden, entsprechend den Anforderungen der internen Kontrollverfahren, des Instrumentenherstellers oder der Norm ISO 9000, aber höchstens ein Jahr vor der tatsächlichen Prüfung.

Die Linearitätsanforderungen nach Nummer 3.2 für Sensoren oder ECU-Signale, die nicht direkt rückverfolgbar sind, sind für jeden PEMS-Aufbau einmal mit einer rückführbar kalibrierten Messeinrichtung auf dem Rollenprüfstand nachzuprüfen.

3.4. Verfahren der Linearitätsnachprüfung

3.4.1. Allgemeine Anforderungen

Die maßgeblichen Analysatoren, Instrumente und Sensoren sind in die normalen Betriebsbedingungen nach den Empfehlungen des jeweiligen Herstellers zu versetzen. Sie sind mit den für sie angegebenen Temperaturen, Drücken und Durchsätzen zu betreiben.

3.4.2. Allgemeines Verfahren

Die Linearität ist für jeden normalen Betriebsbereich durch folgende Schritte zu überprüfen:

- a) Der Analysator, das Durchsatzmessgerät oder der Sensor ist durch Eingabe eines Nullsignals auf Null zu stellen. Bei Gasanalysatoren ist gereinigte synthetische Luft oder Stickstoff auf möglichst direktem und kurzem Weg in die Eintrittsöffnung des Analysators einzuleiten.
- b) Der Analysator, das Durchsatzmessgerät oder der Sensor ist durch Eingabe eines Justiersignals zu justieren. Bei Gasanalysatoren ist ein geeignetes Justiergas auf möglichst direktem und kurzem Weg in die Eintrittsöffnung des Analysators einzuleiten.
- c) Die Nulleinstellung nach Buchstabe a ist zu wiederholen.
- d) Zur Prüfung sind mindestens 10 gültige Bezugswerte (einschließlich Null) in etwa gleichem Abstand einzugeben. Die Bezugswerte für die Konzentration der Bestandteile, den Abgasmassendurchsatz oder andere maßgebliche Parameter sind so auszuwählen, dass sie der bei den Emissionsprüfungen erwarteten Wertespanne entsprechen. Bei Messungen des Abgasmassendurchsatzes können Bezugspunkte unterhalb von 5 % des maximalen Kalibrierwertes von der Linearitätsnachprüfung ausgeschlossen werden.
- e) Bei Gasanalysatoren sind bekannte Gaskonzentrationen gemäß Nummer 5 in die Einlassöffnung des Analysators einzuleiten. Es ist ausreichend Zeit für die Signalstabilisierung vorzusehen.
- f) Die zu bewertenden Werte und, falls notwendig, die Bezugswerte sind 30 Sekunden lang mit einer konstanten Frequenz von mindestens 1,0 Hz aufzuzeichnen.
- g) Die arithmetischen Mittel der über 30 s aufgezeichneten Werte sind für die Berechnung der Parameter der linearen Regression nach der Fehlerquadratmethode mit folgender Formel für die beste Anpassung zu verwenden:

$$y = a_1x + a_0$$

Dabei ist:

y der tatsächliche Wert des Messsystems

a_1 die Steigung der Regressionsgeraden

x der Bezugswert

a_0 der Y-Achsabschnitt der Regressionsgeraden

Der Standardfehler (SEE) des geschätzten Verlaufs y über x und der Bestimmungskoeffizient (r^2) sind für jeden einzelnen Messparameter und jedes Messsystem zu berechnen.

- h) Die Parameter der linearen Regression müssen den Bestimmungen von Tabelle 1 entsprechen.

3.4.3. Anforderungen an die Nachprüfung der Linearität auf einem Rollenprüfstand

Durchsatz-Messinstrumente ohne Rückverfolgungsmöglichkeit oder Sensoren und ECU-Signale, bei denen eine direkte Kalibrierung nach rückverfolgbaren Normen nicht möglich ist, sind auf dem Rollenprüfstand zu kalibrieren. Das Verfahren richtet sich nach den Vorschriften in Anhang 4a der UNECE-Regelung Nr. 83, soweit diese anwendbar sind. Falls erforderlich, ist das zu kalibrierende Instrument bzw. der zu kalibrierende Sensor am Prüffahrzeug anzubringen und gemäß den Anforderungen von Anlage 1 zu betreiben. Das Kalibrierverfahren richtet sich wenn möglich nach den Anforderungen von Nummer 3.4.2; es sind mindestens 10 geeignete Bezugswerte auszuwählen, um sicherzustellen, dass mindestens 90 % des bei der Emissionsprüfung erwarteten Höchstwertes erfasst werden.

Soll ein Durchsatzmessgerät, ein Sensor oder ein ECU-Signal zur Bestimmung des Abgasdurchflusses ohne direkte Rückverfolgungsmöglichkeit kalibriert werden, ist ein rückverfolgbar kalibrierter Bezugsabgasdurchsatzmesser oder die CVS mit dem Auspuff des Fahrzeugs zu verbinden. Es muss sichergestellt sein, dass das Abgas vom Abgasmassendurchsatzmesser nach Anlage 1 Nummer 3.4.3 exakt gemessen wird. Das Fahrzeug ist bei konstanter Stellung der Drosselklappe, bei gleichbleibendem Getriebeangabe und bei gleichbleibender Lasteneinstellung des Rollenprüfstandes zu betreiben.

4. ANALYSATOREN FÜR DIE MESSUNG DER GASFÖRMIGEN BESTANDTEILE

4.1. Zulässige Arten von Analysatoren

4.1.1. Standardanalysatoren

Die gasförmigen Bestandteile werden mit Analysatoren im Sinne von Anhang 4A Anlage 3 Absätze 1.3.1 bis 1.3.5 der UNECE-Regelung Nr. 83 Änderungsserie 07 gemessen. Ein NO₂/NO-Konverter ist nicht erforderlich, wenn ein NDUV-Analysator sowohl NO als auch NO₂ misst.

4.1.2. Andere Analysatoren

Analysatoren, die den konstruktiven Festlegungen nach Nummer 4.1.1 nicht entsprechen, sind zulässig, wenn sie die Anforderungen unter Nummer 4.2 erfüllen. Der Hersteller hat dafür zu sorgen, dass der alternative Analysator über den gesamten Bereich der Konzentrationen der Schadstoffe und der gemeinsam mit ihnen auftretenden Gase, der bei Fahrzeugen erwartet werden kann, welche mit zulässigen Kraftstoffen unter den gemäßigten und erweiterten Bedingungen einer gültigen Straßenprüfung gemäß den Nummern 5, 6 und 7 betrieben werden, gegenüber einem Standardanalysator eine gleichwertige oder höhere Messgenauigkeit erreicht. Auf Verlangen muss der Hersteller des Analysators als Nachweis, dass die Messgenauigkeit des alternativen Analysators ständig und verlässlich der Messgenauigkeit von Standardanalysatoren entspricht, zusätzliche schriftliche Informationen vorlegen. Diese Informationen müssen enthalten:

- a) Eine Beschreibung der theoretischen Grundlagen und der technischen Bauteile des alternativen Analysators
- b) Den Nachweis der Gleichwertigkeit mit dem jeweiligen Standardanalysator nach Nummer 4.1.1 im erwarteten Bereich der Schadstoffkonzentrationen und Umgebungsbedingungen der Typgenehmigungsprüfung nach Anhang 4a der UNECE-Regelung Nr. 83 Änderungsserie 07 sowie eine Validierungsprüfung nach Anlage 3 Nummer 3 für je ein Fahrzeug mit Fremd- und Selbstzündungsmotor; der Hersteller des Analysators muss die Signifikanz der Gleichwertigkeit innerhalb der zulässigen Toleranzen nach Anlage 3 Nummer 3.3 nachweisen
- c) Den Nachweis der Gleichwertigkeit mit dem jeweiligen Standardanalysator nach Nummer 4.1.1 im Hinblick auf den Einfluss des Luftdrucks auf die Messgenauigkeit des Analysators; durch die Nachweisprüfung ist der Ausschlag auf Justiergas mit einer Konzentration innerhalb des Messbereichs des Analysators zu bestimmen, um den Einfluss des Luftdrucks unter gemäßigten und erweiterten Höhenlage-Bedingungen gemäß Nummer 5.2 zu überprüfen. Eine solche Prüfung kann in einer Prüfkammer für Höhenlage-Bedingungen durchgeführt werden
- d) Einen Nachweis der Gleichwertigkeit mit dem jeweiligen Standardanalysator nach Nummer 4.1.1 in mindestens drei Straßenprüfungen, die die Anforderungen dieses Anhangs erfüllen
- e) Einen Nachweis, dass der Einfluss von Vibrationen, Beschleunigungen und der Umgebungstemperatur auf die Ablesewerte des Analysators den Anforderungen hinsichtlich des Rauschens von Analysatoren nach Nummer 4.2.4 entspricht

Die Genehmigungsbehörden können zusätzliche Informationen zur Untermauerung der Gleichwertigkeit verlangen oder die Genehmigung verweigern, wenn die fehlende Gleichwertigkeit eines alternativen Analysators mit einem Standardanalysator durch Messungen nachgewiesen ist.

4.2. Spezifikationen zu den Analysatoren

4.2.1. Allgemeines

Zusätzlich zu den für jeden Analysator unter Nummer 3 festgelegten Linearitätsanforderungen ist von den Herstellern der Analysatoren die Übereinstimmung der jeweiligen Analysatortypen mit den Anforderungen der Nummern 4.2.2 bis 4.2.8 nachzuweisen. Messbereich und Ansprechzeit der Analysatoren müssen zur Messung der Konzentration der Abgasbestandteile bei den geltenden Abgasnormen im instationären und stationären Betrieb mit ausreichender Genauigkeit geeignet sein. Die Empfindlichkeit der Analysatoren gegenüber Stößen, Vibrationen, Alterung, Unterschieden bei Temperatur und Luftdruck sowie elektromagnetischen Störungen und anderen Einflüssen im Zusammenhang mit dem Betrieb des Fahrzeugs und des Analysators muss so weit wie möglich eingeschränkt werden.

4.2.2. Genauigkeit

Die Genauigkeit, definiert als die Abweichung des abgelesenen Messwertes vom Bezugswert, darf 2 % des Ablesewertes oder 0,3 % des Skalenendwertes nicht überschreiten; es gilt der höhere Wert.

4.2.3. Präzision

Die Präzision, definiert als das 2,5fache der Standardabweichung zehn wiederholter Ansprechreaktionen auf ein bestimmtes Kalibrier- oder Justiergas, darf für die verwendeten Messbereiche von mindestens 155 ppm (oder ppm C₁) höchstens 1 % der Skalenendkonzentration und für die verwendeten Messbereiche unter 155 ppm (oder ppm C₁) höchstens 2 % der Skalenendkonzentration betragen.

4.2.4. Rauschen

Das Rauschen, definiert als das Doppelte des quadratischen Mittels von zehn Standardabweichungen vom Nullpunktwert, wobei die Aufzeichnungsfrequenz konstant sein und 30 Sekunden lang mindestens 1,0 Hz betragen muss, darf 2 % des Skalenendwertes nicht überschreiten. Auf jeden der 10 Messzeiträume folgt ein Intervall von 30 Sekunden, in dem der Analysator einem geeigneten Justiergas ausgesetzt wird. Vor jedem Probenahmezeitraum und vor jedem Justierzeitraum ist genügend Zeit zur Spülung des Analysators und der Probenahmeleitungen vorzusehen.

4.2.5. Nullpunktdrift

Die Drift des Nullpunkts, definiert als mittlere Ansprechreaktion auf ein Nullgas in einem Zeitraum von mindestens 30 Sekunden, muss den Spezifikationen in Tabelle 2 entsprechen.

4.2.6. Justierausschlagsdrift

Die Drift des Justierausschlags, definiert als mittlere Ansprechreaktion auf ein Justiergas in einem Zeitraum von mindestens 30 Sekunden, muss den Spezifikationen in Tabelle 2 entsprechen.

Tabelle 2

Zulässige Nullgas- und Kalibriergasausschlagsdrift von Analysatoren zur Messung gasförmiger Bestandteile unter Laborbedingungen

Schadstoff	Nullpunktdrift	Justierausschlagsdrift
CO ₂	≤ 1 000 ppm über 4 h	≤ 2 % des Ablesewertes oder ≤ 1 000 ppm über 4 h, je nachdem, welcher Wert höher ist
CO	≤ 50 ppm über 4 h	≤ 2 % des Ablesewertes oder ≤ 50 ppm über 4 h, je nachdem, welcher Wert höher ist
NO ₂	≤ 5 ppm über 4 h	≤ 2 % des Ablesewertes oder ≤ 5 ppm über 4 h, je nachdem, welcher Wert höher ist

Schadstoff	Nullpunktdrift	Justierausschlagsdrift
NO/NO _x	≤ 5 ppm über 4 h	≤ 2 % des Ablesewerts oder 5 ppm über 4 h, je nachdem, welcher Wert höher ist
CH ₄	≤ 10 ppmC ₁	≤ 2 % des Ablesewerts oder ≤ 10 ppmC ₁ über 4 h, je nachdem, welcher Wert höher ist
THC	≤ 10 ppmC ₁	≤ 2 % des Ablesewerts oder ≤ 10 ppmC ₁ über 4 h, je nachdem, welcher Wert höher ist

4.2.7. Anstiegszeit

Die Anstiegszeit ist definiert als die Zeit für den Anstieg des angezeigten Messwertes von 10 % auf 90 % des Endwertes ($t_{90} - t_{10}$, siehe Nummer 4.4). Die Anstiegszeit von PEMS-Analysatoren darf nicht mehr als 3 Sekunden betragen.

4.2.8. Gastrocknung

Abgase können im feuchten oder trockenen Zustand gemessen werden. Eine gegebenenfalls benutzte Einrichtung zur Gastrocknung darf nur einen minimalen Einfluss auf die Zusammensetzung der zu messenden Gase haben. Chemische Trockner sind nicht zulässig.

4.3. Zusätzliche Anforderungen

4.3.1. Allgemeines

Unter den Nummern 4.3.2 bis 4.3.5 werden zusätzliche Leistungsanforderungen für bestimmte Analysatorarten festgelegt; diese gelten nur in Fällen, in denen der betreffende Analysator für Emissionsmessungen mit einem PEMS eingesetzt wird.

4.3.2. Prüfung der Wirksamkeit von NO_x-Konvertern

Wird ein NO_x-Konverter verwendet, etwa zur Umwandlung von NO₂ in NO zwecks Analyse mit einem Chemilumineszenzanalysator, ist sein Wirkungsgrad gemäß den Anforderungen von Anhang 4a Anlage 3 Absatz 2.4 der UNECE-Reglung Nr. 83 Änderungsserie 07 zu prüfen. Der Wirkungsgrad des NO_x-Konverters ist höchstens einen Monat vor der Emissionsprüfung zu überprüfen.

4.3.3. Anpassung des Flammenionisationsdetektors

a) Optimierung des Ansprechverhaltens des Detektors

Bei der Messung von Kohlenwasserstoffen ist der FID in den vom Hersteller des Analysators angegebenen Abständen gemäß Anhang 4a Anlage 3 Absatz 2.3.1 der UNECE-Reglung Nr. 83 Änderungsserie 07 einzustellen. Um das Ansprechverhalten zu optimieren, ist in dem am meisten verwendeten Betriebsbereich ein Justiergas aus Propan in Luft oder Propan in Stickstoff zu verwenden.

b) Ansprechfaktoren für Kohlenwasserstoffe

Bei der Messung von Kohlenwasserstoffen ist der Kohlenwasserstoff-Ansprechfaktor des FID nach den Bestimmungen von Anhang 4a Anlage 3 Nummer 2.3.3 der UNECE-Reglung Nr. 83 Änderungsserie 07 mithilfe von Propan in Luft oder Propan in Stickstoff als Justiergas und gereinigter synthetischer Luft oder Stickstoff als Nullgas zu überprüfen.

c) Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit

Die Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit ist bei Inbetriebnahme eines Analysators und nach längeren Wartungsintervallen vorzunehmen. Es ist ein Messbereich zu wählen, in dem die zur Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit verwendeten Gase in den oberen 50 % liegen. Zur Prüfung ist der Ofen auf die erforderliche Temperatur einzustellen. Die Spezifikationen für die Gase zur Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit sind unter Nummer 5.3 beschrieben.

Es gilt folgendes Verfahren:

- i) Der Analysator ist auf Null zu stellen.
- ii) Der Analysator ist mit einem Gasgemisch zu justieren, dessen Sauerstoffgehalt bei Fremdzündungsmotoren 0 % und bei Selbstzündungsmotoren 21 % beträgt.
- iii) Der Nullpunktwert ist erneut zu überprüfen. Hat er sich um mehr als 0,5 % des Skalenendwertes verändert, sind die Schritte i und ii zu wiederholen.
- iv) Die Gase zur Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit mit 5 % und 10 % Sauerstoffgehalt sind einzuleiten.
- v) Der Nullpunktwert ist erneut zu prüfen. Hat er sich um mehr als ± 1 % vom Skalenendwert verändert, ist die Prüfung zu wiederholen.
- vi) Die Sauerstoffquerempfindlichkeit E_{O_2} ist für jedes der unter Buchstabe d genannten Gase zur Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit nach folgender Formel zu errechnen:

$$E_{O_2} = \frac{(c_{ref,d} - c)}{c_{ref,d}} \times 100$$

Für das Ansprechverhalten des Analysators gilt dabei:

$$c = \frac{(c_{ref,d} \times c_{FS,b})}{c_{m,b}} \times \frac{c_{m,b}}{c_{FS,d}}$$

Dabei ist:

- $c_{ref,b}$ die Bezugs-HC-Konzentration in Schritt b [ppmC₁]
 - $c_{ref,d}$ die Bezugs-HC-Konzentration in Schritt d [ppmC₁]
 - $c_{FS,b}$ der Skalenendwert der HC-Konzentration in Schritt b [ppmC₁]
 - $c_{FS,d}$ der Skalenendwert der HC-Konzentration in Schritt d [ppmC₁]
 - $c_{m,b}$ die gemessene HC-Konzentration in Schritt b [ppmC₁]
 - $c_{m,d}$ die gemessene HC-Konzentration in Schritt d [ppmC₁]
- vii) Die Sauerstoffquerempfindlichkeit E_{O_2} muss für alle Gase, die zur Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit erforderlich sind, weniger als $\pm 1,5$ % betragen.
 - viii) Ist die Sauerstoffquerempfindlichkeit E_{O_2} größer als $\pm 1,5$ %, können zur Korrektur der Luftdurchsatz (ober- und unterhalb der Herstellerangabe) sowie der Kraftstoffdurchsatz und der Probedurchsatz schrittweise verstellt werden.
 - ix) Die Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit ist für jede neue Einstellung zu wiederholen.

4.3.4. Umwandlungseffizienz des Nichtmethan-Cutters (NMC)

Bei der Analyse von Kohlenwasserstoffen können Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe mithilfe eines Nichtmethan-Cutters durch Oxidation aller Kohlenwasserstoffe außer Methan aus der Abgasprobe entfernt werden. Im Idealfall beträgt die Umwandlung bei Methan 0 % und bei den anderen Kohlenwasserstoffen, repräsentiert durch Ethan, 100 %. Um eine genaue Messung der NMHC zu ermöglichen, sind die beiden Wirkungsgrade zu bestimmen und zur Berechnung der NMHC-Emissionen heranzuziehen (siehe Anlage 4 Nummer 9.2). Die Bestimmung der Methan-Umwandlungseffizienz ist nicht notwendig, wenn der NMC-FID nach Methode b gemäß Anlage 4 Nummer 9.2 kalibriert wird, indem das Methan/Luft-Kalibriergas durch den NMC geleitet wird.

a) Methan-Umwandlungseffizienz

Methan-Kalibriergas ist mit und ohne Umgehung des NMC durch den FID zu leiten, und die beiden Konzentrationen sind aufzuzeichnen. Die Methan-Umwandlungseffizienz ist wie folgt zu ermitteln:

$$E_M = 1 - \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}}}{c_{\text{HC(w/oNMC)}}$$

Dabei ist:

$c_{\text{HC(w/NMC)}}$ die HC-Konzentration bei Durchfluss von CH_4 durch den NMC [ppm C_1]

$c_{\text{HC(w/o NMC)}}$ die HC-Konzentration bei Vorbeileitung des CH_4 am NMC [ppm C_1]

b) Ethan-Umwandlungseffizienz

Ethan-Kalibriergas ist mit und ohne Umgehung des NMC durch den FID zu leiten, und die beiden Konzentrationen sind aufzuzeichnen. Die Ethan-Umwandlungseffizienz ist wie folgt zu ermitteln:

$$E_E = 1 - \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}}}{c_{\text{HC(w/oNMC)}}$$

Dabei ist:

$c_{\text{HC(w/NMC)}}$ die HC-Konzentration bei Durchfluss von C_2H_6 durch den NMC [ppm C_1]

$c_{\text{HC(w/o NMC)}}$ die HC-Konzentration bei Vorbeileitung des C_2H_6 am NMC [ppm C_1]

4.3.5. Querempfindlichkeiten

a) Allgemeines

Andere Gase, die neben dem zu analysierenden Gas im Abgas enthalten sind, können den Ablesewert des Analysators beeinflussen. Vom Hersteller des Analysators ist vor der Markteinführung eine Prüfung der Querempfindlichkeit und der korrekten Funktion des Analysators mindestens einmal für jeden Typ eines Analysators oder einer Einrichtung gemäß den Buchstaben b bis f vorzunehmen.

b) Kontrolle der Querempfindlichkeit des CO-Analysators

Wasser und CO_2 können die Messungen des CO-Analysators beeinflussen. Daher lässt man ein bei der Prüfung verwendetes CO_2 -Justiergas mit einer Konzentration von 80 % bis 100 % des Skalenendwertes des bei der Prüfung verwendeten maximalen Betriebsbereichs des CO-Analysators bei Raumtemperatur durch Wasser perlen, wobei das Ansprechen des Analysators aufzuzeichnen ist. Der Ansprechwert des Analysators darf nicht mehr als 2 % der bei einer normalen Straßenprüfung erwarteten mittleren CO -Konzentration oder ± 50 ppm betragen, je nachdem, welcher Wert höher ist. Die Prüfungen der Querempfindlichkeit auf H_2O und CO_2 können in getrennten Verfahren durchgeführt werden. Falls die für die Querempfindlichkeitsprüfung herangezogenen H_2O - und CO_2 -Pegel höher sind als die während der Prüfung erwarteten Höchstwerte, ist jede beobachtete Querempfindlichkeit zu reduzieren, und zwar durch Multiplikation des beobachteten Werts mit dem Verhältnis zwischen dem erwarteten Höchstwert der Konzentration während der Prüfung zu dem bei dieser Kontrolle verwendeten tatsächlichen Wert. Separate Querempfindlichkeitsprüfungen mit H_2O -Konzentrationen, die geringer sind als die bei der Prüfung erwarteten Höchstwerte, dürfen durchgeführt werden, dabei ist die beobachtete H_2O -Querempfindlichkeit hochzurechnen, und zwar durch Multiplikation des beobachteten Werts mit dem Verhältnis zwischen dem bei dieser Prüfung erwarteten Höchstwert der H_2O -Konzentration zu dem bei dieser Prüfung verwendeten tatsächlichen Wert. Die Summe der zwei reduzierten Querempfindlichkeitswerte muss innerhalb der in dieser Nummer spezifizierten Toleranzen liegen.

c) Kontrolle der Querempfindlichkeit beim NO_x -Analysator

Die zwei Gase, die bei CLD- und HCLD-Analysatoren besonderer Berücksichtigung bedürfen, sind CO_2 und Wasserdampf. Die Querempfindlichkeit auf diese Gase ist proportional zu ihrer Konzentration. Die Querempfindlichkeit bei den höchsten Konzentrationen, die bei der Prüfung zu erwarten sind, ist durch eine Prüfung zu ermitteln. Wenn der CLD- und der HCLD-Analysator Algorithmen zur Kompensierung der Querempfindlichkeit verwenden, die H_2O - und/oder CO_2 -Messanalysatoren einsetzen, müssen diese zur Ermittlung der Querempfindlichkeit eingeschaltet sein und die Kompensierungsalgorithmen müssen dabei angewendet werden.

i) CO₂-Querempfindlichkeit

Ein CO₂-Justiergas mit einer Konzentration von 80 % bis 100 % des maximalen Messbereichs ist durch den NDIR-Analysator zu leiten und der CO₂-Wert als A aufzuzeichnen. Das CO₂-Justiergas ist anschließend zu etwa 50 % mit NO-Justiergas zu verdünnen und durch den NDIR- und den CLD oder den HCLD zu leiten; die CO₂- und NO Werte sind als B bzw. C aufzuzeichnen. Der CO₂-Strom ist anschließend abzusperrern und nur das NO-Justiergas durch den CLD oder den HCLD zu leiten; der NO-Wert ist als D aufzuzeichnen. Die Querempfindlichkeit in Prozent wird wie folgt berechnet:

$$E_{\text{CO}_2} = \left[1 - \left(\frac{C \times A}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100$$

Dabei ist:

- A die mit dem NDIR gemessene Konzentration des unverdünnten CO₂ [%]
- B die mit dem NDIR gemessene Konzentration des verdünnten CO₂ [%]
- C die mit dem CLD oder dem HCLD gemessene Konzentration des verdünnten NO [ppm]
- D die mit dem CLD oder dem HCLD gemessene Konzentration des unverdünnten NO [ppm]

Mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde können andere Methoden zur Verdünnung und Quantifizierung von CO₂- und NO-Justiergas, z. B. dynamisches Mischen, verwendet werden.

ii) Kontrolle der Wasserdampf-Querempfindlichkeit

Diese Überprüfung ist nur bei der Messung der Konzentration feuchter Gase anzuwenden. Bei der Berechnung der Wasserdampf-Querempfindlichkeit ist die Verdünnung des NO-Justiergases mit Wasserdampf und die Skalierung der Wasserdampfkonzentration des Gasgemisches auf die während einer Emissionsprüfung erwarteten Konzentrationswerte zu berücksichtigen. Ein NO-Justiergas mit einer Konzentration von 80 % bis 100 % des Skalenendwerts des normalen Betriebsbereichs ist durch den CLD oder HCLD zu leiten, und der NO-Wert ist als D aufzuzeichnen. Das NO-Justiergas ist anschließend bei Raumtemperatur durch Wasser zu perlen und durch den CLD oder HCLD zu leiten; der NO-Wert ist als C aufzuzeichnen. Der absolute Betriebsdruck des Analysators und die Wassertemperatur sind zu bestimmen und als E bzw. F aufzuzeichnen. Der Sättigungsdampfdruck des Gemischs, der der Temperatur F des Wassers in der Waschflasche entspricht, ist zu bestimmen und als G aufzuzeichnen. Die Wasserdampfkonzentration H [%] des Gemischs ist wie folgt zu berechnen:

$$H = \frac{G}{E} \times 100$$

Die erwartete Konzentration des verdünnten NO-Wasserdampf-Justiergases ist als D_e aufzuzeichnen, nachdem sie wie folgt berechnet wurde:

$$D_e = D \times \left(1 - \frac{H}{100} \right)$$

Bei Dieselabgasen ist die maximale bei der Prüfung erwartete Wasserdampfkonzentration im Abgas (in %) als H_m aufzuzeichnen, nachdem sie unter der Annahme eines Atomverhältnisses H/C des Kraftstoffs von 1,8 zu 1 aus der maximalen CO₂-Konzentration A im Abgas errechnet wurde:

$$H_m = 0,9 \times A$$

Die Wasserdampfquerempfindlichkeit in % ist wie folgt zu berechnen:

$$E_{\text{H}_2\text{O}} = \left(\left(\frac{D_e - C}{D_e} \right) \times \left(\frac{H_m}{H} \right) \right) \times 100$$

Dabei ist:

- D_e die erwartete Konzentration des verdünnten NO [ppm]
- C die gemessene Konzentration des verdünnten NO [ppm]

H_m die maximale Wasserdampfkonzentration [%]

H die tatsächliche Wasserdampfkonzentration in [%]

iii) Maximal zulässige Querempfindlichkeit

Die kombinierte CO_2 - und Wasserdampfquerempfindlichkeit darf 2 % des Skalenendwertes nicht überschreiten.

d) Kontrolle der Querempfindlichkeit für NDUV-Analysatoren

Kohlenwasserstoffe und Wasser können den Betrieb eines NDUV-Analysators stören, indem sie ein ähnliches Ansprechverhalten erzeugen wie NO_x . Der Hersteller des NDUV-Analysators überprüft mit folgendem Verfahren, ob sich die Querempfindlichkeit in Grenzen hält:

- i) Analysator und Kühlapparat sind entsprechend der Betriebsanleitung des Herstellers einzustellen; zur Optimierung der Leistung von Analysator und Kühlapparat sind Anpassungen vorzunehmen.
- ii) Der Analysator ist einer Nullkalibrierung und einer Messbereichskalibrierung bei den bei der Emissionsprüfung erwarteten Konzentrationswerten zu unterziehen.
- iii) Es ist ein NO_2 -Kalibriergas auszuwählen, das so weit wie möglich mit der bei den Emissionsprüfungen erwarteten maximalen NO_2 -Konzentration übereinstimmt.
- iv) Die Sonde des Gasprobenahmesystems ist mit NO_2 -Kalibriergas zu fluten, bis sich der NO_x -Ausschlag des Analysators stabilisiert hat.
- v) Der Mittelwert der stabilisierten NO_x -Aufzeichnungen über einen Zeitraum von 30 s ist zu berechnen und als $\text{NO}_{x,\text{ref}}$ aufzuzeichnen.
- vi) Der Strom des NO_2 -Kalibriergases ist abzusperrern und das durch Fluten mit dem Ausstoß eines Taupunktgenerators gesättigte System auf einen Taupunkt von 50 °C einzustellen. Der Ausstoß des Taupunktgenerators wird mindestens zehn Minuten lang durch das Probenahmesystem und den Kühlapparat geleitet, bis davon auszugehen ist, dass der Kühlapparat eine konstante Wassermenge abscheidet.
- vii) Nach Abschluss von Nummer iv ist das Probenahmesystem erneut mit dem zur Ermittlung von $\text{NO}_{x,\text{ref}}$ verwendeten NO_2 -Kalibriergas zu fluten, bis sich der NO_x -Gesamtausschlag stabilisiert hat.
- viii) Der Mittelwert der stabilisierten NO_x -Aufzeichnungen über einen Zeitraum von 30 s ist zu berechnen und als $\text{NO}_{x,\text{m}}$ aufzuzeichnen.
- ix) $\text{NO}_{x,\text{m}}$ wird auf der Grundlage der Wasserdampfdruckstände, die den Kühlapparat mit der Austrittstemperatur und dem Austrittsdruck des Kühlapparats durchströmt haben, zu $\text{NO}_{x,\text{dry}}$ korrigiert.

Der berechnete $\text{NO}_{x,\text{dry}}$ -Wert muss mindestens 95 % von $\text{NO}_{x,\text{ref}}$ betragen.

e) Probentrockner

Ein Probentrockner entfernt Wasser, das sonst eine NO_x -Messung verfälschen könnte. Bei trocken arbeitenden CLD-Analysatoren ist nachzuweisen, dass bei der höchsten erwarteten Wasserdampfkonzentration H_m der Probentrockner die Feuchtigkeit im CLD auf ≤ 5 g Wasser/kg Trockenluft (oder ca. 0,8 % H_2O) halten kann, was 100 % relativer Luftfeuchtigkeit bei 3,9 °C und 101,3 kPa oder etwa 25 % relativer Feuchtigkeit bei 25 °C und 101,3 kPa entspricht. Die Konformität kann durch Temperaturmessung am Austritt eines thermischen Probentrockners oder durch Feuchtigkeitsmessung an einem unmittelbar oberhalb des CLD gelegenen Punkt nachgewiesen werden. Die Feuchtigkeit am Austritt des CLD kann ebenfalls gemessen werden, wenn in den CLD nur Luft aus dem Probentrockner einströmt.

f) NO_2 -Durchlass des Probentrockners

In einem mangelhaft konzipierten Probentrockner verbleibendes flüssiges Wasser kann der Probe NO_2 entziehen. Wenn ein Probentrockner in Kombination mit einem NDUV-Analysator verwendet wird, ohne dass ein NO_2/NO -Konverter vorgeschaltet ist, kann daher der Probe durch Wasser vor der NO_x -Messung NO_2 entzogen werden. Der Probentrockner muss die Messung von mindestens 95 % des in einem mit Wasserdampf gesättigten Gas enthaltenen NO_2 ermöglichen, wobei der NO_2 -Gehalt des Gases der maximalen NO_2 -Konzentration entsprechen muss, die bei einer Fahrzeugprüfung zu erwarten ist.

4.4. Überprüfung der Ansprechzeit des Analysystems

Für die Überprüfung der Ansprechzeit muss das Analysesystem genau dieselbe Einstellung aufweisen wie bei der Emissionsprüfung (d. h. bei Druck, Durchsatz, Einstellung der Filter in den Analysatoren und bei den sonstigen die Ansprechzeit beeinflussenden Parametern). Die Bestimmung der Ansprechzeit erfolgt durch Wechsel des Gases direkt am Eintritt der Probenahmesonde. Der Wechsel des Gases muss in weniger als 0,1 s erfolgen. Die für die Prüfung verwendeten Gase müssen eine Veränderung der Konzentration von mindestens 60 % des Skalenendwertes des Analysators bewirken.

Die Konzentrationskurve ist für jeden einzelnen Abgasbestandteil aufzuzeichnen. Die Ansprechverzögerung ist definiert als die Zeit, die vom Wechsel des Gases (t_0) bis zur Anzeige von 10 % des Endwertes (t_{10}) verstreicht. Die Anstiegszeit ist definiert als die Zeit für den Anstieg des angezeigten Messwertes von 10 % auf 90 % des Endwertes ($t_{90} - t_{10}$). Die Systemansprechzeit (t_{90}) setzt sich zusammen aus der Ansprechverzögerung bis zum Messdetektor und der Anstiegszeit des Detektors.

Für den Zeitabgleich der Signale des Analysators und des Abgasstroms ist die Wandlungszeit definiert als die Zeit, die ab der Umstellung (t_0) vergeht, bis der angezeigte Messwert 50 % des Endwertes (t_{50}) erreicht.

Die Systemansprechzeit muss für alle verwendeten Bestandteile und Messbereiche bei einer Anstiegszeit von ≤ 3 Sekunden ≤ 12 s betragen. Wird für die NMHC-Messung ein NMC verwendet, darf die Systemansprechzeit 12 s überschreiten.

5. GASE

5.1. Allgemeines

Die Haltbarkeitsdauer aller Kalibrier- und Justiergase ist zu beachten. Reine und gemischte Kalibrier- und Justiergase müssen die Vorschriften von Anhang 4A Anlage 3 Absätze 3.1 und 3.2 der UNECE-Regelung Nr. 83 Änderungsserie 07 erfüllen. Zusätzlich ist NO₂-Kalibriergas zulässig. Die Konzentration des NO₂-Kalibriergases darf vom angegebenen Konzentrationswert um 2 % abweichen. Der NO-Anteil in NO₂-Kalibriergas darf 5 % des NO₂-Gehalts nicht überschreiten.

5.2. Gasteiler

Zur Gewinnung von Kalibrier- und Justiergasen können Gasteiler, d. h. Präzisionsmischeinrichtungen, die mit gereinigtem N₂ oder synthetischer Luft verdünnen, eingesetzt werden. Der Gasteiler muss so genau arbeiten, dass die Konzentrationen der Kalibriergasgemische auf ± 2 % genau sind. Die Nachprüfung ist bei jeder mit Hilfe eines Gasteilers vorgenommenen Kalibrierung bei 15 % bis 50 % des Skalenendwertes durchzuführen. Ist die erste Nachprüfung fehlgeschlagen, kann eine weitere Nachprüfung mit einem anderen Kalibriergas durchgeführt werden.

Wahlweise kann der Gasteiler mit einem Instrument überprüft werden, das von seinem Prinzip her linear ist, z. B. unter Verwendung von NO-Gas in Kombination mit einem CLD. Der Justierwert des Geräts ist mit direkt an das Gerät angeschlossenen Justiergas einzustellen. Der Gasteiler ist bei den typischerweise verwendeten Einstellungen zu überprüfen, und der Nennwert ist mit der vom Instrument gemessenen Konzentration zu vergleichen. Die Abweichung darf an keinem Punkt mehr als ± 1 % des Konzentrations-Nennwertes betragen.

5.3. Gase zur Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit

Gase zur Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit bestehen aus einer Mischung aus Propan, Sauerstoff und Stickstoff und müssen Propan in einer Konzentration von 350 ± 75 ppm_{C₁} enthalten. Die Konzentration wird durch gravimetrische Verfahren, dynamisches Mischen oder chromatografische Analyse der Gesamtkohlenwasserstoffe zuzüglich der Verunreinigungen ermittelt. Die Sauerstoffkonzentration der Gase zur Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit muss den Anforderungen von Tabelle 3 entsprechen; ansonsten muss das Gas zur Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit aus gereinigtem Stickstoff bestehen.

Tabelle 3

Gase zur Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit

	Motortyp	
	Selbstzündungsmotor	Fremdzündungsmotor
O ₂ -Konzentration	21 ± 1 %	10 ± 1 %
	10 ± 1 %	5 ± 1 %
	5 ± 1 %	0,5 ± 0,5 %

6. ANALYSATOREN FÜR DIE MESSUNG VON PARTIKELEMISSIONEN

In diesem Abschnitt werden Anforderungen an Analysatoren für die Messung von Partikelemissionen festgelegt, wenn deren Messung verpflichtend vorgeschrieben wird.

7. INSTRUMENTE FÜR DIE MESSUNG DES ABGASMASSENDURCHSATZES

7.1. **Allgemeines**

Der Messbereich und die Ansprechzeit von Instrumenten, Sensoren oder Signalen für die Messung des AbgasmasSENDURCHSATZES müssen dafür geeignet sein, den AbgasmasSENDURCHSATZ unter nicht stationären und stationären Bedingungen mit der erforderlichen Genauigkeit zu messen. Die Empfindlichkeit der Instrumente, Sensoren und Signale gegenüber Stößen, Vibrationen, Alterung, Schwankungen der Temperatur und des Umgebungsluftdrucks sowie elektromagnetischen Interferenzen und anderen Einflüssen im Zusammenhang mit dem Betrieb des Fahrzeugs und des Instruments muss gering genug sein, um zusätzliche Messfehler zu begrenzen.

7.2. **Gerätespezifikationen**

Der AbgasmasSENDURCHSATZ ist durch eines der direkten Messverfahren zu bestimmen, das in einem der folgenden Instrumente zum Einsatz kommt:

- a) Durchsatzmesser auf der Grundlage einer Staudrucksonde
- b) Differenzdruckmesser wie Durchsatzblenden (Einzelheiten siehe ISO 5167)
- c) Ultraschalldurchsatzmesser
- d) Wirbeldurchsatzmesser

Jeder einzelne AbgasmasSENDURCHSATZmesser muss die Linearitätsanforderungen nach Nummer 3 erfüllen. Überdies muss der Gerätehersteller für jeden Typ eines AbgasmasSENDURCHSATZmessers die Übereinstimmung mit den Spezifikationen der Nummern 7.2.3 bis 7.2.9 nachweisen.

Die Berechnung des AbgasmasSENDURCHSATZES aus dem Luftdurchsatz und dem mithilfe rückführbar kalibrierter Sensoren gemessenen Kraftstoffdurchsatz ist zulässig, wenn die Sensoren die Linearitätsanforderungen unter Nummer 3 sowie die Genauigkeitsanforderungen unter Nummer 8 erfüllen und wenn der so berechnete AbgasmasSENDURCHSATZ nach Anlage 3 Nummer 4 validiert wird.

Zusätzlich sind andere Verfahren zur Bestimmung des AbgasmasSENDURCHSATZES mithilfe von Geräten und Signalen ohne direkt rückverfolgbare Kalibrierung, etwa vereinfachten AbgasmasSENDURCHSATZmessern oder ECU-Signalen, zulässig, wenn der so ermittelte AbgasmasSENDURCHSATZ die Linearitätsanforderungen unter Nummer 3 erfüllt und gemäß Anlage 3 Nummer 4 validiert wird.

7.2.1. *Kalibrierungs- und Nachprüfungsstandards*

Die Messgenauigkeit eines AbgasmasSENDURCHSATZmessers ist mit Luft oder Abgas anhand eines rückführbaren Standards, etwa mit einem kalibrierten Abgasdurchsatzmesser oder einem Vollstromverdünnungstunnel, zu überprüfen.

7.2.2. Häufigkeit der Nachprüfung

Die Nachprüfung der Übereinstimmung des Abgasmassendurchsatzmessers mit den Punkten 7.2.3 und 7.2.9 darf bei der tatsächlichen Prüfung nicht länger als ein Jahr zurückliegen.

7.2.3. Genauigkeit

Die Genauigkeit, definiert als die Abweichung des Anzeigewertes des EFM vom Bezugswert für den Durchsatz, darf $\pm 2\%$ des Ablesewertes, $0,5\%$ des Skalenendwertes oder $\pm 1,0\%$ des Höchstdurchsatzes, bei dem der EFM kalibriert wurde, je nachdem, welcher Wert höher ist, nicht überschreiten.

7.2.4. Präzision

Die Präzision, definiert als das 2,5fache der Standardabweichung zehn wiederholter Ansprechreaktionen auf einen bestimmten Nenndurchsatz, der etwa in der Mitte des Kalibrierbereiches liegt, darf $\pm 1\%$ des maximalen Durchsatzes, bei dem der EFM kalibriert wurde, nicht überschreiten.

7.2.5. Rauschen

Das Rauschen, definiert als das Doppelte des quadratischen Mittels von zehn Standardabweichungen vom Nullpunktwert, wobei die Aufzeichnungsfrequenz konstant sein und 30 Sekunden lang mindestens 1,0 Hz betragen muss, darf 2% des maximalen kalibrierten Durchsatzwertes nicht überschreiten. Auf jeden der 10 Messzeiträume folgt ein Intervall von 30 Sekunden, in dem der EFM dem maximalen kalibrierten Durchsatz ausgesetzt wird.

7.2.6. Nullpunktdrift

Der Nullausschlag wird als mittleres Ansprechen auf einen Nulldurchsatz in einem Zeitabschnitt von mindestens 30 Sekunden definiert. Die Nullpunktdrift kann anhand der aufgezeichneten Primärsignale, z. B. des Drucks, überprüft werden. Die Drift der Primärsignale über einen Zeitraum von 4 Stunden muss weniger als $\pm 2\%$ des Höchstwertes des Primärsignals betragen, das bei dem Durchsatzwert, bei dem der EFM kalibriert wurde, aufgezeichnet wurde.

7.2.7. Justierausschlagsdrift

Der Justierausschlag wird als mittleres Ansprechen auf einen Justierdurchsatz in einem Zeitabschnitt von mindestens 30 Sekunden definiert. Die Justierausschlagsdrift kann anhand der aufgezeichneten Primärsignale, z. B. des Drucks, überprüft werden. Die Drift der Primärsignale über einen Zeitraum von 4 Stunden muss weniger als $\pm 2\%$ des Höchstwertes des Primärsignals betragen, das bei dem Durchsatzwert, bei dem der EFM kalibriert wurde, aufgezeichnet wurde.

7.2.8. Anstiegszeit

Die Anstiegszeit der Geräte und Methoden zur Messung des Abgasdurchsatzes sollte soweit wie möglich der Anstiegszeit des Gasanalysators gemäß Nummer 4.2.7 entsprechen, jedoch nicht mehr als 1 Sekunde betragen.

7.2.9. Überprüfung der Ansprechzeit

Die Ansprechzeit von Abgasmassendurchsatzmessern wird bestimmt, indem ähnliche Parameter wie für die Emissionsprüfung (d. h. Druck, Durchsätze, Filtereinstellungen und alle sonstigen Faktoren, die die Ansprechzeit beeinflussen) angewandt werden. Die Bestimmung der Ansprechzeit erfolgt durch Wechsel des Gases direkt am Eintritt des Abgasmassendurchsatzmessers. Der Gaswechsel muss so schnell wie möglich erfolgen, ein Wechsel in weniger als 0,1 Sekunden wird dringend empfohlen. Der für die Prüfung verwendete Gasdurchsatz muss eine Veränderung des Durchsatzes von mindestens 60% des Skalenendwertes des Abgasmassendurchsatzmessers bewirken. Der Gasdurchsatz ist aufzuzeichnen. Die Ansprechverzögerung ist definiert als die Zeit, die ab dem Umschalten des Gasstroms (t_0) vergeht, bis der angezeigte Messwert 10% (t_{10}) seines Endwertes erreicht. Die Anstiegszeit ist definiert als die Zeit für den Anstieg des angezeigten Messwertes von 10% auf 90% des Endwertes ($t_{90} - t_{10}$). Die Ansprechzeit (t_{90}) ist definiert als die Summe aus der Ansprechverzögerung und der Anstiegszeit. Die Ansprechzeit des Durchsatzmessers (t_{90}) muss gemäß Nummer 7.2.8 ≤ 3 Sekunden bei einer Anstiegszeit von ≤ 1 Sekunde betragen.

8. SENSOREN UND NEBENVERBRAUCHER

Sensoren und Nebenverbraucher, welche beispielsweise zur Bestimmung von Temperatur, Luftdruck, Umgebungsfeuchte, Fahrzeuggeschwindigkeit, Kraftstoffdurchsatz und Ansaugluftdurchsatz eingesetzt werden, dürfen die Leistung von Motor und Abgasnachbehandlungssystem des Fahrzeugs nicht verändern oder unangemessen beeinträchtigen. Die Genauigkeit der Sensoren und Nebenverbraucher muss die Anforderungen von Tabelle 4 erfüllen. Die Einhaltung der Anforderungen von Tabelle 4 ist in den vom Hersteller des Geräts spezifizierten Abständen gemäß den internen Kontrollverfahren oder nach der Norm ISO 9000 nachzuweisen.

Tabelle 4

Genauigkeitsanforderungen für Messparameter

Messparameter	Genauigkeit
Kraftstoffdurchsatz ⁽¹⁾	± 1 % des Ablesewertes ⁽³⁾
Luftdurchsatz ⁽¹⁾	± 2 % des Ablesewertes
Fahrzeuggeschwindigkeit über dem Boden ⁽²⁾	± 1,0 km/h absolut
Temperaturen ≤ 600 K	± 2 K absolut
Temperaturen > 600 K	± 0,4 % des Ablesewertes in Kelvin
Umgebungsdruck	± 0,2 kPa absolut
Relative Feuchtigkeit	± 5 % absolut
Absolute Feuchtigkeit	± 10 % des Ablesewertes oder 1 gH ₂ O/kg trockener Luft, je nachdem, welcher Wert höher ist

⁽¹⁾ Optional zur Bestimmung des Abgasmassendurchsatzes.

⁽²⁾ Diese Regelung gilt nur für den Geschwindigkeitssensor.

⁽³⁾ Bei Verwendung zur Berechnung des Luft- und Abgasmassendurchsatzes ausgehend vom Kraftstoffdurchsatz nach Anlage 4 Nummer 10 muss die Genauigkeit 0,02 % des Ablesewertes betragen.

Anlage 3

Validierung des PEMS und nicht rückführbarer Abgasmassendurchsatz

1. EINLEITUNG

Diese Anlage enthält Anforderungen für die Validierung der Funktionstüchtigkeit des eingebauten PEMS unter instationären Bedingungen sowie für die Korrektheit der Abgasmassendurchsatzwerte, die mit nicht rückführbar kalibrierten Abgasmassendurchsatzmessern ermittelt oder mithilfe von ECU-Signalen berechnet wurden.

2. ZEICHEN

%	—	Prozent
#/km	—	Anzahl pro Kilometer
a_0	—	y-Achsenabschnitt der Regressionsgeraden
a_1	—	Steigung der Regressionsgeraden
g/km	—	Gramm pro Kilometer
Hz	—	Hertz
km	—	Kilometer
m	—	Meter
mg/km	—	Milligramm pro Kilometer
r^2	—	Bestimmungskoeffizient
x	—	tatsächlicher Wert des Bezugssignals
y	—	tatsächlicher Wert des zu validierenden Signals

3. VALIDIERUNGSVERFAHREN FÜR PEMS

3.1. **Häufigkeit der PEMS-Validierung**

Es wird empfohlen, das installierte PEMS einmal für jede PEMS-Fahrzeug-Kombination vor der Prüfung oder, alternativ, nach Abschluss einer Straßenprüfung zu validieren. Die Installation des PEMS darf in der Zeit zwischen der Straßenprüfung und der Validierung nicht verändert werden.

3.2. **PEMS-Validierungsverfahren**3.2.1. *Installation des PEMS*

Das PEMS ist gemäß den Vorschriften der Anlage 1 zu installieren und vorzubereiten. Nach Abschluss der Validierungsprüfung bis zum Beginn der Straßenprüfung darf die PEMS-Installation nicht verändert werden.

3.2.2. *Prüfbedingungen*

Die Validierung erfolgt auf einem Rollenprüfstand, soweit zutreffend unter den Bedingungen der Typgenehmigung gemäß den Vorschriften des Anhangs 4A der UNECE-Regelung Nr. 83 Änderungsserie 07 oder nach einer anderen geeigneten Messmethode. Es wird empfohlen, die Validierungsprüfung mit dem weltweit harmonisierten Prüfzyklus für leichte Nutzfahrzeuge (WLTC) gemäß Anhang 1 der Globalen Technischen Regelung Nr. 15 der UNECE durchzuführen. Die Umgebungstemperatur muss innerhalb der unter Nummer 5.2 dieses Anhangs festgelegten Spanne liegen.

Es wird empfohlen, den vom PEMS während der Validierungsprüfung entnommenen Abgasstrom zurück in die CVS zu leiten. Ist dies nicht machbar, sind die Ergebnisse der CVS um die entnommene Abgasmasse zu berichtigen. Wird der Abgasmassendurchsatz mit einem Abgasmassendurchsatzmesser validiert, wird empfohlen, die Messungen des Massendurchsatzes mit Daten von einem Sensor oder dem ECU abzugleichen.

3.2.3. Datenanalyse

Der Gesamtwert der mit Laborausüstung gemessenen streckenabhängigen Emissionen [g/km] ist nach Anhang 4a der UNECE-Regelung Nr. 83 Änderungsserie 07 zu berechnen. Die vom PEMS gemessenen Emissionen sind nach Anlage 4 Nummer 9 zu berechnen; sie werden zwecks Ermittlung der Gesamtmasse der Schadstoffemissionen [g] summiert und anschließend durch die vom Rollenprüfstand angezeigte Prüfstrecke [km] dividiert. Die gesamte vom PEMS und dem Bezugslaborsystem ermittelte streckenabhängige Schadstoffmasse [g/km] ist mit den Anforderungen unter Nummer 3.3 zu vergleichen und anhand ihrer zu bewerten. Für die Validierung der NO_x-Emissionsmessungen ist eine Feuchtigkeitskorrektur nach Anhang 4a Nummer 6.6.5 der UNECE-Regelung Nr. 83 Änderungsserie 07 vorzunehmen.

3.3. Zulässige Toleranzen für die PEMS-Validierung

Die PEMS-Validierungsergebnisse müssen die Anforderungen in Tabelle 1 erfüllen. Wird eine zulässige Toleranz überschritten, sind Abhilfemaßnahmen zu treffen, und die PEMS-Validierung ist zu wiederholen.

Tabelle 1

Zulässige Toleranzen

Parameter [Einheit]	Zulässige Toleranz
Strecke [km] ⁽¹⁾	± 250 m des Labor-Bezugswertes
THC ⁽²⁾ [mg/km]	± 15 mg/km oder 15 % des Labor-Bezugswertes, je nachdem, welcher Wert höher ist
CH ₄ ⁽²⁾ [mg/km]	± 15 mg/km oder 15 % des Labor-Bezugswertes, je nachdem, welcher Wert höher ist
NMHC ⁽²⁾ [mg/km]	± 20 mg/km oder 20 % des Labor-Bezugswertes, je nachdem, welcher Wert höher ist
P ⁽²⁾ [# / km]	⁽³⁾
CO ⁽²⁾ [mg/km]	± 150 mg/km oder 15 % des Labor-Bezugswertes, je nachdem, welcher Wert höher ist
CO ₂ [g/km]	± 10 g/km oder 10 % des Labor-Bezugswertes, je nachdem, welcher Wert höher ist
NO _x ⁽²⁾ [mg/km]	± 15 mg/km oder 15 % des Labor-Bezugswertes, je nachdem, welcher Wert höher ist

⁽¹⁾ Gilt nur, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit vom ECU ermittelt wird; zur Einhaltung der zulässigen Toleranzen können die Messungen der Fahrzeuggeschwindigkeit durch das ECU gemäß den Ergebnissen der Validierungsprüfung berichtigt werden.

⁽²⁾ Parameter nur obligatorisch, wenn die Messung nach Anlage IIIA Nummer 2.1 erforderlich ist.

⁽³⁾ Noch zu bestimmen.

4. VERFAHREN FÜR DIE VALIDIERUNG DES MIT NICHT RÜCKFÜHRBAR KALIBRIERTEN GERÄTEN UND SENSOREN ERMITTELTEN ABGASMASSENDURCHSATZES

4.1. Häufigkeit der Validierung

Zusätzlich zur Erfüllung der Linearitätsanforderungen gemäß Anlage 2 Punkt 3 unter stationären Bedingungen ist die Linearität von nicht rückführbar kalibrierten Abgasmassendurchsatzmessern oder der mit nicht rückführbar kalibrierten Sensoren oder ECU-Signalen berechnete Abgasmassendurchsatz für jedes Prüffahrzeug unter nicht stationären Bedingungen mithilfe eines kalibrierten Abgasmassendurchsatzmessers oder der CVS zu validieren. Das Validierungsverfahren kann ohne Einbau des PEMS durchgeführt werden, muss aber allgemein die Anforderungen nach Anhang 4a der UNECE-Regelung Nr. 83 Änderungsserie 07 sowie die für Abgasmassendurchsatzmesser geltenden Anforderungen nach Anlage 1 erfüllen.

4.2. Validierungsverfahren

Die Validierung erfolgt auf einem Rollenprüfstand unter Typpenehmigungsbedingungen gemäß den Vorschriften des Anhangs 4a der UNECE-Regelung Nr. 83 Änderungsserie 07, soweit diese zutreffen. Es ist der weltweit harmonisierte Prüfzyklus für leichte Nutzfahrzeuge (WLTC) gemäß Anhang 1 der Globalen Technischen Regelung Nr. 15 der UNECE anzuwenden. Als Bezug ist ein rückführbar kalibrierter Durchsatzmesser zu verwenden. Jede Umgebungstemperatur innerhalb der Spanne nach Nummer 5.2 dieses Anhangs ist zulässig. Der Einbau des Abgasmassendurchsatzmessers und die Durchführung der Prüfung müssen die Anforderung nach Anlage 1 Nummer 3.4.3 dieses Anhangs erfüllen.

Die Validierung der Linearität geschieht mit folgenden Berechnungsschritten:

- a) Das zu validierende Signal und das Bezugssignal sind einer Zeitkorrektur zu unterziehen, die die Anforderungen von Anlage 4 Nummer 3 erfüllt, soweit diese zutreffen.
- b) Punkte unterhalb von 10 % des höchsten Durchsatzwertes sind von der weiteren Analyse auszuschließen.
- c) Das zu validierende Signal und das Bezugssignal sind bei einer konstanten Frequenz von mindestens 1,0 Hz mit folgender Gleichung für die beste Anpassung zu korrelieren:

$$y = a_1x + a_0$$

Dabei ist:

y der tatsächliche Wert des zu validierenden Signals

a_1 die Steigung der Regressionsgeraden

x der tatsächliche Wert des Bezugssignals

a_0 der y -Achsenabschnitt der Regressionsgeraden

Der Standardfehler (SEE) des geschätzten Verlaufs y über x und der Bestimmungskoeffizient (r^2) sind für jeden einzelnen Messparameter und jedes Messsystem zu berechnen.

- a) Die Parameter der linearen Regression müssen den Bestimmungen der Tabelle 2 entsprechen.

4.3. Anforderungen

Die in Tabelle 2 wiedergegebenen Linearitätsanforderungen müssen erfüllt sein. Wird eine zulässige Toleranz überschritten, sind Abhilfemaßnahmen zu treffen, und die Validierung ist zu wiederholen.

Tabelle 2

Linearitätsanforderungen an den berechneten und gemessenen Abgasmassendurchsatz

Messparameter/-system	a_0	Steigung a_1	Standardfehler SEE	Bestimmungskoeffizient r^2
Abgasmassendurchsatz	$0,0 \pm 3,0$ kg/h	$1,00 \pm 0,075$	≤ 10 % max	$\geq 0,90$

Anlage 4

Emissionsbestimmung

1. EINLEITUNG

Diese Anlage beschreibt das Verfahren zur Bestimmung der momentanen Massen- und Partikelanzahlemissionen [g/s; #/s] welche für die nachfolgende Bewertung einer Prüffahrt und die Berechnung des endgültigen Emissionsergebnisses gemäß den Anlage 5 und 6 heranzuziehen sind.

2. ZEICHEN

%	—	Prozent
<	—	kleiner als
#/s	—	Anzahl pro Sekunde
α	—	Molverhältnis für Wasserstoff (H/C)
β	—	Molverhältnis für Kohlenstoff (C/C)
γ	—	Molverhältnis für Schwefel (S/C)
δ	—	Molverhältnis für Stickstoff (N/C)
$\Delta t_{t,i}$	—	Wandlungszeit t des Analysators [s]
$\Delta t_{t,m}$	—	Wandlungszeit t des Abgasmassendurchsatzmessers [s]
ϵ	—	Molverhältnis für Sauerstoff (O/C)
r_e	—	Abgasdichte
r_{gas}	—	Dichte des Abgasbestandteils „Gas“
l	—	Luftüberschussfaktor
l_i	—	momentaner Luftüberschussfaktor
A/F_{st}	—	Stöchiometrisches Luft-Kraftstoff-Verhältnis [kg/kg]
°C	—	Grad Celsius
c_{CH_4}	—	Methankonzentration
c_{CO}	—	CO-Konzentration im trockenen Bezugszustand [%]
c_{CO_2}	—	CO ₂ -Konzentration im trockenen Bezugszustand [%]
c_{dry}	—	Konzentration eines Schadstoffs im trockenen Bezugszustand in ppm oder Volumenprozent
$c_{\text{gas},i}$	—	momentane Konzentration des Abgasbestandteils „Gas“ [ppm]
c_{HCw}	—	HC-Konzentration im feuchten Bezugszustand [ppm]
$c_{\text{HC(w)/NMC}}$	—	HC-Konzentration, wenn CH ₄ oder C ₂ H ₆ durch den NMC [ppmC ₁] strömt
$c_{\text{HC(w)/oNMC}}$	—	HC-Konzentration, wenn CH ₄ oder C ₂ H ₆ am NMC vorbeiströmt [ppmC ₁]
$c_{i,c}$	—	zeitkorrigierte Konzentration des Bestandteils i [ppm]
$c_{i,r}$	—	Konzentration des Bestandteils i [ppm] im Abgas
c_{NMHC}	—	Konzentration der Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe
c_{wet}	—	Konzentration eines Schadstoffs im feuchten Bezugszustand in ppm oder Volumenprozent
E_E	—	Ethanwirkungsgrad
E_M	—	Methan-Wirkungsgrad

g	— Gramm
g/s	— Gramm pro Sekunde
H_a	— Feuchtigkeit der Ansaugluft [g Wasser je kg trockener Luft]
i	— Nummer der Messung
kg	— Kilogramm
kg/h	— Kilogramm pro Stunde
kg/s	— Kilogramm pro Sekunde
k_w	— Faktor der Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugszustand
m	— Meter
$m_{\text{gas},i}$	— Masse des Abgasbestandteils „Gas“ [g/s]
$q_{\text{maw},i}$	— momentaner Massendurchsatz der Ansaugluft (kg/s)
$q_{\text{m},c}$	— zeitkorrigierter Abgasmassendurchsatz [kg/s]
$q_{\text{mew},i}$	— momentaner Abgasmassendurchsatz [kg/s]
$q_{\text{mf},i}$	— momentaner Kraftstoffmassendurchsatz [kg/s]
$q_{\text{m},r}$	— Massendurchsatz des Rohabgases [kg/s]
r	— Kreuzkorrelationskoeffizient
r^2	— Bestimmungskoeffizient
r_h	— Ansprechfaktor für Kohlenwasserstoffe
rpm	— Umdrehungen pro Minute
s	— Sekunde
u_{gas}	— u-Wert des Abgasbestandteils „Gas“

3. ZEITKORREKTUR DER PARAMETER

Für die korrekte Berechnung der streckenabhängigen Emissionen sind die aufgezeichneten Konzentrationskurven der Bestandteile, der Abgasmassendurchsatz, die Fahrzeuggeschwindigkeit und andere Fahrzeugdaten einer Zeitkorrektur zu unterziehen. Zur Erleichterung der Korrektur sind Daten, die dem Zeitabgleich unterliegen, entweder in einem einzigen Aufzeichnungsgerät oder mit einem synchronisierten Zeitstempel gemäß Anlage 1 Nummer 5.1 aufzuzeichnen. Die Zeitkorrektur und der Zeitabgleich für Parameter ist in der unter den Nummern 3.1 bis 3.3 festgelegten Reihenfolge durchzuführen.

3.1. Zeitkorrektur von Bestandteilkonzentrationen

Die aufgezeichneten Kurven aller Bestandteilkonzentrationen sind einer Zeitkorrektur zu unterziehen, indem eine inverse Verschiebung entsprechend der Wandlungszeit der jeweiligen Analysatoren vorgenommen wird. Die Wandlungszeit der Analysatoren ist nach Anlage 2 Nummer 4.4 zu bestimmen:

$$c_{i,c}(t - \Delta t_{t,i}) = c_{i,r}(t)$$

Dabei ist:

$c_{i,c}$ die zeitkorrigierte Konzentration des Bestandteils i als Funktion der Zeit t

$c_{i,r}$ die Rohkonzentration des Bestandteils i als Funktion der Zeit t

$\Delta t_{t,i}$ die Wandlungszeit t des Analysators zur Messung des Bestandteils i

3.2. Zeitkorrektur des Abgasmassendurchsatzes

Der mit einem Abgasmassendurchsatzmesser gemessene Abgasmassendurchsatz ist einer Zeitkorrektur durch inverse Verschiebung entsprechend der Wandlungszeit des Abgasmassendurchsatzmessers zu unterziehen. Die Wandlungszeit des Massendurchsatzmessers ist nach Anlage 2 Nummer 4.4.9 zu bestimmen:

$$q_{m,c}(t - \Delta t_{t,m}) = q_{m,r}(t)$$

Dabei ist:

$q_{m,c}$ der zeitkorrigierte Abgasmassendurchsatz als Funktion der Zeit t

$q_{m,r}$ der Rohabgasmassendurchsatz als Funktion der Zeit t

$\Delta t_{t,m}$ die Wandlungszeit t des Abgasmassendurchsatzmessers

Wird der Abgasmassendurchsatz mithilfe von ECU-Daten oder mit einem Sensor bestimmt, ist eine zusätzliche Wandlungszeit zu berücksichtigen, welche durch Kreuzkorrelation des berechneten Abgasmassendurchsatzes mit dem gemessenen Abgasmassendurchsatz gemäß Anlage 3 Punkt 4 ermittelt wird.

3.3. Zeitabgleich der Fahrzeugdaten

Für sonstige, von einem Sensor oder dem ECU stammende Daten ist ein Zeitabgleich durch Kreuzkorrelation mit geeigneten Emissionsdaten (z. B. mit Bestandteilkonzentrationen) vorzunehmen.

3.3.1. Geschwindigkeit des Fahrzeugs aus verschiedenen Quellen

Zum Zeitabgleich zwischen Fahrzeuggeschwindigkeit und Abgasmassendurchsatz ist es zuerst notwendig, eine gültige Geschwindigkeitskurve festzulegen. Stammen die Daten zur Fahrzeuggeschwindigkeit aus verschiedenen Quellen (z. B. dem GPS, einem Sensor oder dem ECU), ist ein Zeitabgleich der Geschwindigkeitswerte durch Kreuzkorrelation vorzunehmen.

3.3.2. Fahrzeuggeschwindigkeit und Abgasmassendurchsatz

Es ist ein Zeitabgleich zwischen der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Abgasmassendurchsatz durch Kreuzkorrelation des Abgasmassendurchsatzes und des Produkts aus Fahrzeuggeschwindigkeit und positiver Beschleunigung vorzunehmen.

3.3.3. Weitere Signale

Bei Signalen, deren Wert sich langsam ändert und innerhalb einer engen Spanne liegt, beispielsweise bei der Umgebungstemperatur, kann der Zeitabgleich entfallen.

4. KALTSTART

Der Kaltstartzeitraum umfasst die ersten 5 Minuten nach dem ersten Start des Verbrennungsmotors. Kann die Kühlmitteltemperatur verlässlich ermittelt werden, endet der Kaltstartzeitraum, sobald das Kühlmittel erstmalig eine Temperatur von 343 K (70 °C) erreicht, spätestens jedoch 5 min nach dem ersten Anlassen des Motors. Die Emissionen beim Kaltstart sind aufzuzeichnen.

5. EMISSIONSMESSUNGEN BEI STEHENDEM MOTOR

Momentane Emissions- oder Abgasmassendurchsatzwerte, die bei ausgeschaltetem Verbrennungsmotor gemessen wurden, sind aufzuzeichnen. Anschließend sind die aufgezeichneten Werte in einem gesonderten Schritt im Rahmen der Nachverarbeitung der Daten auf Null zu setzen. Der Verbrennungsmotor gilt als ausgeschaltet, wenn zwei der folgenden Kriterien erfüllt sind: Die aufgezeichnete Drehzahl beträgt < 50 rpm, der gemessene Abgasmassendurchsatz beträgt < 3 kg/h, der gemessene Abgasmassendurchsatz fällt im Leerlauf auf < 15 % des Abgasmassendurchsatzes unter stationären Bedingungen.

6. KONSISTENZPRÜFUNG DER DATEN ZUR HÖHENLAGE DES FAHRZEUGS

Besteht der wohlbegründete Verdacht, dass eine Fahrt oberhalb der zulässigen Höhe gemäß Anhang IIIA Nummer 5.2 durchgeführt wurde, oder wurde die Höhe nur mit einem GPS gemessen, sind die GPS-Höhendaten auf Konsistenz zu überprüfen und wenn nötig zu berichtigen. Die Konsistenz der Daten ist durch Vergleich von Breiten- und Längengrad- sowie von Höhendaten des GPS zu überprüfen, wobei die Höhe durch ein digitales Geländemodell oder eine topografische Karte im geeigneten Maßstab anzuzeigen ist. Messungen, die von der Höhenangabe der topografischen Karte um mehr als 40 m abweichen, sind manuell zu korrigieren und zu markieren.

7. KONSISTENZPRÜFUNG DER GPS-DATEN ZUR FAHRZEUGGESCHWINDIGKEIT

Die vom GPS bestimmte Fahrzeuggeschwindigkeit ist auf Konsistenz zu prüfen, indem die Gesamtfahrstrecke berechnet und mit Bezugswerten verglichen wird, welche entweder von einem Sensor, dem validierten ECU oder auch von einem digitalen Straßennetz oder einer topographischen Karte stammen. Offensichtliche Fehler in den GPS-Daten sind vor der Konsistenzprüfung beispielsweise mithilfe eines Koppelnavigationssensors obligatorisch zu berichtigen. Die ursprüngliche, unkorrigierte Datei ist aufzubewahren; korrigierte Daten sind zu kennzeichnen. Die berichtigten Daten dürfen sich nicht über einen ununterbrochenen Zeitraum von mehr als 120 s oder eine Gesamtdauer von mehr als 300 s erstrecken. Die mithilfe der korrigierten GPS-Daten berechnete Gesamtstrecke darf von den Bezugswerten um nicht mehr als 4 % abweichen. Wenn die GPS-Daten diese Anforderungen nicht erfüllen und keine andere verlässliche Quelle für Daten zur Fahrzeuggeschwindigkeit zur Verfügung steht, sind die Prüfungsergebnisse für ungültig zu erklären.

8. KORREKTUR DER EMISSIONEN

8.1. Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugszustand

Werden die Emissionen im trockenen Bezugszustand gemessen, sind die gemessenen Konzentrationen anhand folgender Formel in den feuchten Bezugszustand umzurechnen:

$$c_{\text{wet}} = k_w \cdot c_{\text{dry}}$$

Dabei ist:

c_{wet} die Konzentration eines Schadstoffs im feuchten Bezugszustand in ppm oder Volumenprozent

c_{dry} die Konzentration eines Schadstoffs im trockenen Bezugszustand in ppm oder Volumenprozent

k_w der Faktor der Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugszustand

Die Berechnung von k_w erfolgt nach folgender Formel:

$$k_w = \left(\frac{1}{1 + a \times 0,005 \times (c_{\text{CO}_2} + c_{\text{CO}})} \right) \times 1,008$$

Dabei gilt:

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

Dabei gilt:

H_a die Feuchtigkeit der Ansaugluft [g Wasser je kg trockener Luft]

c_{CO_2} die CO₂-Konzentration im trockenen Bezugszustand [%]

c_{CO} die CO-Konzentration im trockenen Bezugszustand [%]

a das Molverhältnis für Wasserstoff

8.2. Korrektur der NO_x-Emissionen um Umgebungsfeuchte und -temperatur

Bei den NO_x-Emissionen ist keine Korrektur um Umgebungstemperatur und Feuchtigkeit vorzunehmen.

9. BESTIMMUNG DER MOMENTANEN GASFÖRMIGEN ABGASBESTANDTEILE

9.1. Einleitung

Die Bestandteile im Rohabgas sind mit den in Anlage 2 beschriebenen Mess- und Probenahmeanalytoren zu messen. Die Rohkonzentrationen der maßgeblichen Bestandteile sind gemäß Anlage 1 zu messen. Die Daten sind einer Zeitkorrektur zu unterziehen und gemäß Punkt 3 abzugleichen.

9.2. Berechnung der NMHC und CH₄-Konzentration

Bei der Methanmessung mit einem NMC-FID hängt die NMHC-Berechnung vom Kalibriergas/von der Methode zur Nullpunkt-/Messbereichskalibrierung ab. Bei Verwendung eines FID für THC-Messungen ohne NMC ist dieser mit Propan/Luft oder Propan/N₂ auf die übliche Weise zu kalibrieren. Für die Kalibrierung des einem NMC nachgeschalteten FID sind folgende Verfahren zulässig:

- a) Das Kalibriergas aus Propan und Luft wird am NMHC vorbeigeleitet
- b) Das Kalibriergas aus Methan und Luft wird durch den NMC geleitet

Es wird nachdrücklich empfohlen, den Methan-FID mit Kalibriergas aus Methan und Luft zu kalibrieren, das durch den NMC geleitet wird.

In Verfahren a sind die Konzentrationen von CH₄ und NMHC folgendermaßen zu berechnen:

$$c_{\text{CH}_4} = \frac{c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/NMC)}}}{(E_E - E_M)}$$

$$c_{\text{NMHC}} = \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}} - c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)}$$

In Verfahren b sind die Konzentrationen von CH₄ und NMHC folgendermaßen zu berechnen:

$$c_{\text{CH}_4} = \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}} \times r_h \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)}$$

$$c_{\text{NMHC}} = \frac{c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/NMC)}} \times r_h \times (1 - E_M)}{(E_E - E_M)}$$

Dabei ist:

- $c_{\text{HC(w/oNMC)}}$ die HC-Konzentration bei Vorbeileitung des CH₄ oder C₂H₆ am NHC [ppmC₁]
- $c_{\text{HC(w/NMC)}}$ die HC-Konzentration bei Hindurchleitung des CH₄ oder C₂H₆ durch den NNC [ppmC₁]
- r_h der gemäß Anlage 2 Nummer 4.3.3 Buchstabe b bestimmte Ansprechfaktor bei Kohlenwasserstoffen
- E_M die Umwandlungseffizienz bei Methan gemäß Anlage 2 Nummer 4.3.4 Buchstabe a
- E_E die Umwandlungseffizienz bei Ethan gemäß Anlage 2 Nummer 4.3.4 Buchstabe b

Wird der Methan-FID durch den Cutter kalibriert (Verfahren b), beträgt die gemäß Anlage 2 Nummer 4.3.4 Buchstabe a ermittelte Umwandlungseffizienz bei Methan null. Die Dichte, die für die Berechnung der NMHC-Masse herangezogen wird, muss gleich der Dichte der Gesamtkohlenwasserstoffe bei 273,15 K und bei 101,325 kPa sein und hängt vom Kraftstoff ab.

10. BESTIMMUNG DES ABGASMASSENDURCHSATZ

10.1. Einleitung

Für die Berechnung der momentanen Massenemissionen nach den Nummern 11 und 12 ist die Bestimmung des Abgasmassendurchsatzes erforderlich. Der Abgasmassendurchsatz ist durch eines der direkten Messverfahren nach Anlage 2 Nummer 7.2 zu bestimmen. Alternativ dazu ist die Berechnung des Abgasmassendurchsatzes nach den Nummern 10.2 bis 10.4 zulässig.

10.2. Berechnungsverfahren auf Grundlage des Luftmassendurchsatzes und des Kraftstoffmassendurchsatzes

Der momentane Abgasmassendurchsatz kann aus dem Luftmassendurchsatz und dem Kraftstoffmassendurchsatz folgendermaßen berechnet werden:

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} + q_{mf,i}$$

Dabei ist:

$q_{mew,i}$ der momentane Abgasmassendurchsatz [kg/s]

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

$q_{mf,i}$ der momentane Kraftstoffmassendurchsatz [kg/s]

Werden der Luftmassendurchsatz und der Kraftstoffmassendurchsatz oder der Abgasmassendurchsatz mithilfe von Aufzeichnungen des ECU ermittelt, muss der berechnete momentane Abgasmassendurchsatz die in Anlage 2 Nummer 3 für den Abgasmassendurchsatz festgelegten Linearitätsanforderungen sowie die Validierungsanforderungen nach Anlage 3 Nummer 4.3 erfüllen.

10.3. Berechnungsverfahren auf der Grundlage des Luftmassendurchsatzes und des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses

Der momentane Abgasmassendurchsatz kann aus dem Luftmassendurchsatz und dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis folgendermaßen berechnet werden:

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

Dabei gilt:

$$A/F_{st} = \frac{138,0 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma \right)}{12,011 + 1,008 \times \alpha + 15,9994 \times \varepsilon + 14,0067 \times \delta + 32,0675 \times \gamma}$$

$$\lambda_i = \frac{\left(100 - \frac{c_{CO} \times 10^{-4}}{2} - c_{HCw} \times 10^{-4} \right) + \left(\frac{\alpha}{4} \times \frac{1 - \frac{2 \times c_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times c_{CO_2}}}{1 + \frac{c_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times c_{CO_2}}} - \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\delta}{2} \right) \times (c_{CO_2} + c_{CO} \times 10^{-4})}{4,764 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma \right) \times (c_{CO_2} + c_{CO} \times 10^{-4} + c_{HCw} \times 10^{-4})}$$

Dabei ist:

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

A/F_{st} das stöchiometrische Luft-Kraftstoff-Verhältnis [kg/kg]

λ_i das momentane Luftüberschussverhältnis,

c_{CO_2} die CO₂-Konzentration im trockenen Bezugszustand [%]

c_{CO} die CO-Konzentration im trockenen Bezugszustand [ppm]

c_{HCw} die HC-Konzentration im feuchten Bezugszustand [ppm]

- α das Molverhältnis für Wasserstoff (H/C)
 β das Molverhältnis für Kohlenstoff (C/C)
 γ das Molverhältnis für Schwefel (S/C)
 δ das Molverhältnis für Stickstoff (N/C)
 ε das Molverhältnis für Sauerstoff (O/C)

Die Koeffizienten beziehen sich bei Kraftstoffen auf Kohlenstoffbasis auf einen Kraftstoff $C_\beta H_\alpha O_\varepsilon N_\delta S_\gamma$ mit $\beta = 1$. Die Konzentration der HC-Emissionen ist in der Regel gering und kann bei der Berechnung von l_i weggelassen werden.

Werden der Luftmassendurchsatz und das Luft-Kraftstoff-Verhältnis mithilfe von Aufzeichnungen des ECU ermittelt, muss der berechnete momentane Abgasmassendurchsatz die in Anlage 2 Nummer 3 für den Abgasmassendurchsatz festgelegten Linearitätsanforderungen sowie die Validierungsanforderungen nach Anlage 3 Nummer 4.3 erfüllen.

10.4. Berechnungsverfahren auf der Grundlage des Kraftstoffmassendurchsatzes und des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses

Der momentane Abgasmassendurchsatz kann aus dem Kraftstoffdurchsatz und dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis (berechnet mit A/F_{st} und l_i gemäß Nummer 10.3) wie folgt errechnet werden:

$$q_{mew,i} = q_{mf,i} \times (1 + A/F_{st} \times \lambda_i)$$

Der berechnete momentane Abgasmassendurchsatz muss die in Anlage 2 Nummer 3 für den Abgasmassendurchsatz festgelegten Linearitätsanforderungen sowie die Validierungsanforderungen nach Anlage 3 Nummer 4.3 erfüllen.

11. BERECHNUNG DER MOMENTANEN MASSEEMISSIONEN

Die momentanen Massenemissionen [g/s] werden durch Multiplikation der momentanen Konzentration des jeweiligen Schadstoffs [ppm] mit dem momentanen Abgasmassendurchsatz [kg/s] — bei beiden Werten ist eine Berichtigung und ein Abgleich für die Wandlungszeit vorzunehmen — und dem jeweiligen u -Wert nach Tabelle 1 ermittelt. Wird im trockenen Bezugszustand gemessen, so sind die momentanen Konzentrationswerte der Bestandteile nach Absatz 8.1 in den feuchten Bezugszustand umzurechnen, ehe sie für weitere Berechnungen verwendet werden. Gegebenenfalls sind in sämtlichen nachfolgenden Datenbewertungen negative momentane Emissionswerte zu verwenden. Alle signifikanten Stellen der Zwischenergebnisse sind bei der Berechnung der momentanen Emissionen zu berücksichtigen. Hierzu ist folgende Formel anzuwenden:

$$m_{gas,i} = u_{gas} \cdot c_{gas,i} \cdot q_{mew,i}$$

Dabei ist:

- $m_{gas,i}$ die Masse des Abgasbestandteils „Gas“ [g/s]
 u_{gas} das Verhältnis zwischen der Dichte des Abgasbestandteils „Gas“ und der Gesamtdichte des Abgases gemäß Tabelle 1
 $c_{gas,i}$ die gemessene Konzentration des Abgasbestandteils „Gas“ im Abgas [ppm]
 $q_{mew,i}$ der gemessene Abgasmassendurchsatz [kg/s]
 Gas der jeweilige Bestandteil
 i die Nummer der Messung

Tabelle 1

μ -Werte des Rohabgases als Darstellung des Verhältnisses zwischen der Dichte des Abgasbestandteils oder Schadstoffs i [kg/m³] und der Dichte des Abgases [kg/m³] ⁽⁶⁾

Kraftstoff	ρ_e [kg/m ³]	Bestandteil oder Schadstoff i					
		NO _x	CO	HC	CO ₂	O ₂	CH ₄
		ρ_{gas} [kg/m ³]					
		2,053	1,250	(¹)	1,9636	1,4277	0,716
		μ_{gas} (²) (⁶)					
Diesel (B7)	1,2943	0,001586	0,000966	0,000482	0,001517	0,001103	0,000553
Ethanol (ED95)	1,2768	0,001609	0,000980	0,000780	0,001539	0,001119	0,000561
CNG (³)	1,2661	0,001621	0,000987	0,000528 (⁴)	0,001551	0,001128	0,000565
Propan	1,2805	0,001603	0,000976	0,000512	0,001533	0,001115	0,000559
Butan	1,2832	0,001600	0,000974	0,000505	0,001530	0,001113	0,000558
LPG (⁵)	1,2811	0,001602	0,000976	0,000510	0,001533	0,001115	0,000559
Benzin (E10)	1,2931	0,001587	0,000966	0,000499	0,001518	0,001104	0,000553
Ethanol (E85)	1,2797	0,001604	0,000977	0,000730	0,001534	0,001116	0,000559

(¹) Kraftstoffabhängig.

(²) Bei $l = 2$, trockener Luft, 273 K und 101,3 kPa.

(³) Genauigkeit der μ -Werte innerhalb von 0,2 % bei einer Massenverteilung von: C = 66 % – 76 %, H = 22 % – 25 %; N = 0 % – 12 %.

(⁴) NMHC auf der Grundlage von CH_{2,93} (für THC ist der μ_{gas} -Faktor für CH₄ zu verwenden).

(⁵) Genauigkeit der μ -Werte \pm 0,2 % für folgende Massenverteilung: C₃ = 70 % – 90 %, C₄ = 10 % – 30 %.

(⁶) μ_{gas} ist ein Parameter ohne Einheit; die μ_{gas} -Werte schließen Einheitsumrechnungen ein, um sicherzustellen, dass die momentanen Emissionen in der angegebenen physikalischen Einheit, etwa g/s, ermittelt werden.

12. BERECHNUNG DER MOMENTANEN PARTIKELZAHLEMISSIONEN

In diesem Abschnitt werden Anforderungen für die Berechnung der momentanen Partikelzahlemissionen festgelegt, wenn deren Messung verpflichtend vorgeschrieben ist.

13. DATENAUFZEICHNUNG UND -AUSTAUSCH

Der Datenaustausch zwischen den Messsystemen und der Datenauswertungssoftware erfolgt über eine standardisierte Berichtsdatei gemäß Anlage 8 Nummer 2. Die Vorbereitung der Daten (z. B. Zeitkorrektur nach Nummer 3 oder Korrektur des GPS-Signals für die Fahrzeuggeschwindigkeit nach Nummer 7) muss mit der Steuerungssoftware des Messsystems erfolgen und vor Erzeugung der Datenberichtsdatei abgeschlossen sein. Wenn die Daten vor der Aufnahme in die Datenberichtsdatei berichtigt oder verarbeitet werden, müssen die originalen Rohdaten zwecks Qualitätssicherung und Kontrolle aufbewahrt werden. Das Runden von Zwischenwerten ist nicht zulässig. Die Zwischenwerte müssen stattdessen in die Berechnung der vom Analysator, dem Durchsatzmessgerät, dem Sensor oder dem ECU gemeldeten momentanen Emissionen [g/s, #/s] einfließen.

Anlage 5

Überprüfung der Fahrdynamikbedingungen mit Methode 1 (gleitendes Mittelungsfenster)

1. EINLEITUNG

Die Methode des gleitenden Mittelungsfensters ermöglicht die Untersuchung der Emissionen im praktischen Fahrbetrieb (real-driving emissions — RDE), die während der Prüfung bei einem vorgegebenen Maßstab auftreten. Die Prüfung ist in Teilabschnitte (Fenster) unterteilt, und mit der anschließenden statistischen Aufbereitung soll festgestellt werden, welche Fenster zur Bewertung der RDE-Leistung des Fahrzeugs geeignet sind.

Die „Normalität“ der Fenster wird durch einen Vergleich ihrer entfernungsabhängigen CO₂-Emissionen ⁽¹⁾ mit einer Bezugskurve ermittelt. Die Prüfung ist vollständig durchgeführt, sobald sie eine ausreichende Anzahl normaler Fenster umfasst, die bestimmte Geschwindigkeitsbereiche (Stadt, Landstraße und Autobahn) abdecken.

Schritt 1. Segmentierung der Daten und Ausschluss der Emissionen bei Kaltstart

Schritt 2. teilmengen- oder fensterweise Berechnung der Emissionen (Nummer 3.1)

Schritt 3. Ermittlung der normalen Fenster (Nummer 4)

Schritt 4. Überprüfung der Prüfung auf Vollständigkeit und Normalität (Nummer 5)

Schritt 5. Berechnung der Emissionen anhand der normalen Fenster (Nummer 6)

2. SYMBOLE, PARAMETER UND EINHEITEN

Der Index (i) verweist auf den Zeitabschnitt.

Der Index (j) verweist auf das Fenster.

Der Index (k) verweist auf die Kategorie (t = total (insgesamt), u = urban (Stadt), r = rural (Landstraße), m = motorway (Autobahn)) oder auf die charakteristische Kurve (characteristic curve — cc) für CO₂.

Der Index „Gas“ verweist auf limitierte Abgasbestandteile (z. B. NO_x, CO, P).

Δ	— Differenz
\geq	— größer oder gleich
#	— Anzahl
%	— Prozent
\leq	— kleiner oder gleich
a_1, b_1	— Koeffizienten der charakteristischen Kurve für CO ₂
a_2, b_2	— Koeffizienten der charakteristischen Kurve für CO ₂
d_j	— je Fenster j zurückgelegte Entfernung [km]
f_k	— Gewichtungsfaktoren für die Anteile Stadt, Landstraße und Autobahn
h	— Abstand der Fenster zur charakteristischen Kurve für CO ₂ [%]
h_j	— Abstand des Fensters j zur charakteristischen Kurve für CO ₂ [%]
\bar{h}_k	— Gewichtungsindex für die Anteile Stadt, Landstraße und Autobahn sowie für die gesamte Fahrt
k_{11}, k_{12}	— Koeffizienten der Gewichtungsfunktion
k_{21}, k_{21}	— Koeffizienten der Gewichtungsfunktion

⁽¹⁾ Bei Hybridfahrzeugen wird der Gesamtenergieverbrauch in CO₂ umgerechnet. Die Regeln für diese Umrechnung werden in einem zweiten Schritt eingeführt.

$M_{\text{CO}_2,\text{ref}}$	— CO ₂ -Bezugsmasse [g]
M_{gas}	— Masse oder Partikelzahl des Abgasbestandteils „Gas“ [g] oder [#]
$M_{\text{gas},j}$	— Masse oder Partikelzahl des Abgasbestandteils „Gas“ im Fenster j [g] oder [#]
$M_{\text{gas},d}$	— entfernungsabhängige Emission für den Abgasbestandteil „Gas“ [g/km] oder [Anzahl/km]
$M_{\text{gas},d,j}$	— entfernungsabhängige Emission für den Abgasbestandteil „Gas“ im Fenster j [g/km] oder [Anzahl/km]
N_k	— Anzahl der Fenster für die Anteile Stadt, Landstraße und Autobahn
P_1, P_2, P_3	— Bezugspunkte
t	— Zeit [s]
$t_{1,j}$	— erste Sekunde des j-ten Mittelungsfensters [s]
$t_{2,j}$	— letzte Sekunde des j-ten Mittelungsfensters [s]
t_i	— Gesamtdauer in Schritt i [s]
$t_{i,j}$	— Gesamtdauer in Schritt i in Bezug auf Fenster j [s]
tol_1	— primäre Toleranz für die charakteristische CO ₂ -Kurve eines Fahrzeugs [%]
tol_2	— sekundäre Toleranz für die charakteristische CO ₂ -Kurve eines Fahrzeugs [%]
t_t	— Dauer einer Prüfung [s]
v	— Fahrzeuggeschwindigkeit [km/h]
\bar{v}	— Durchschnittsgeschwindigkeit in Fenstern [km/h]
v_i	— tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit im Zeitabschnitt i [km/h]
\bar{v}_j	— durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit im Fenster j [km/h]
$\bar{v}_{P1} = 19 \text{ km/h}$	— Durchschnittsgeschwindigkeit für die Phase des WLTP-Zyklus mit niedriger Geschwindigkeit
$\bar{v}_{P2} = 56,6 \text{ km/h}$	— Durchschnittsgeschwindigkeit für die Phase des WLTP-Zyklus mit hoher Geschwindigkeit
$\bar{v}_{P3} = 92,3 \text{ km/h}$	— Durchschnittsgeschwindigkeit für die Phase des WLTP-Zyklus mit sehr hoher Geschwindigkeit
w	— Gewichtungsfaktor für Fenster
w_j	— Gewichtungsfaktor für Fenster j

3. GLEITENDE MITTELUNGSFENSTER

3.1. Definition der Mittelungsfenster

Die gemäß Anlage 4 berechneten momentanen Emissionen werden mithilfe einer Methode des gleitenden Mittelungsfensters auf der Grundlage der CO₂-Bezugsmasse integriert. Dies geschieht nach folgendem Berechnungsprinzip: Die Emissionsmassen werden nicht für den gesamten Datensatz, sondern für Teildatensätze des gesamten Datensatzes berechnet, wobei die Länge dieser Teildatensätze so festgesetzt wird, dass sie der CO₂-Masse entspricht, die das Fahrzeug während des Bezugsfahrzyklus im Labor ausstößt. Die Berechnungen des gleitenden Mittelwerts werden mit einem Zeitinkrement entsprechend der Datenerfassungsfrequenz durchgeführt. Diese zur Ermittlung des Durchschnitts der Emissionen benutzten Teildatensätze werden als Mittelungsfenster bezeichnet. Der unter dieser Nummer beschriebene Rechenweg kann vom letzten Punkt aus (rückwärts) oder vom ersten Punkt aus (vorwärts) durchlaufen werden.

Die folgenden Daten werden bei der Berechnung der CO₂-Masse, der Emissionen und des Abstands der Mittelungsfenster außer Acht gelassen:

- die Überprüfung der Instrumente in regelmäßigen Abständen und/oder nach der Überprüfung der Nullpunktdrift
- die Emissionen bei Kaltstart im Sinne von Anlage 4 Nummer 4.4
- die Fahrzeuggeschwindigkeit über dem Boden < 1 km/h
- jeder Abschnitt der Prüfung, während dessen der Verbrennungsmotor ausgeschaltet ist

Die Masse (bzw. die Partikelzahl) der Emissionen $M_{gas,j}$ wird durch Berechnung nach der Vorschrift in Anlage 4 durch Integration der momentanen Emissionen in g/s (oder Anzahl/s für P) bestimmt.

Abbildung 1

Fahrzeuggeschwindigkeit, bezogen auf die Zeit, und gemittelte Fahrzeugemissionen, bezogen auf die Zeit, beginnend mit dem ersten Mittelungsfenster

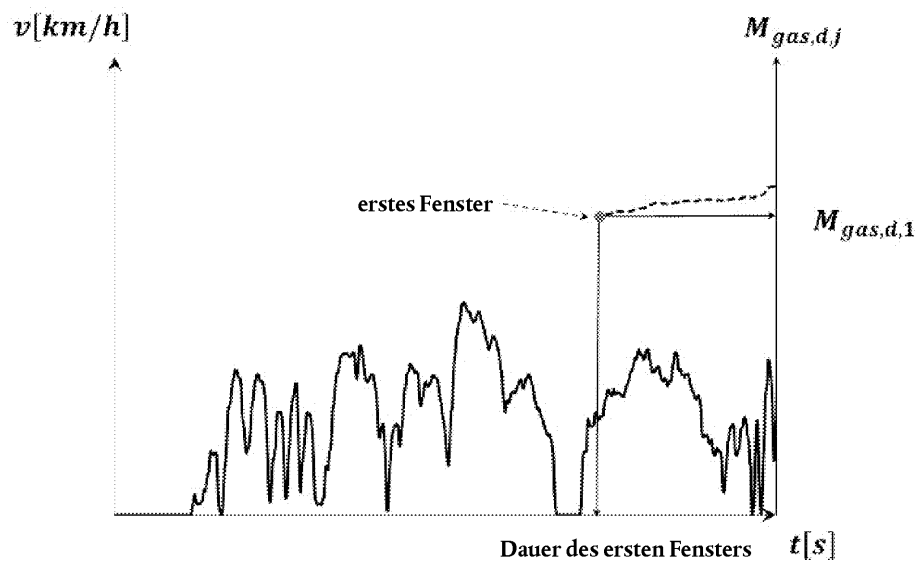
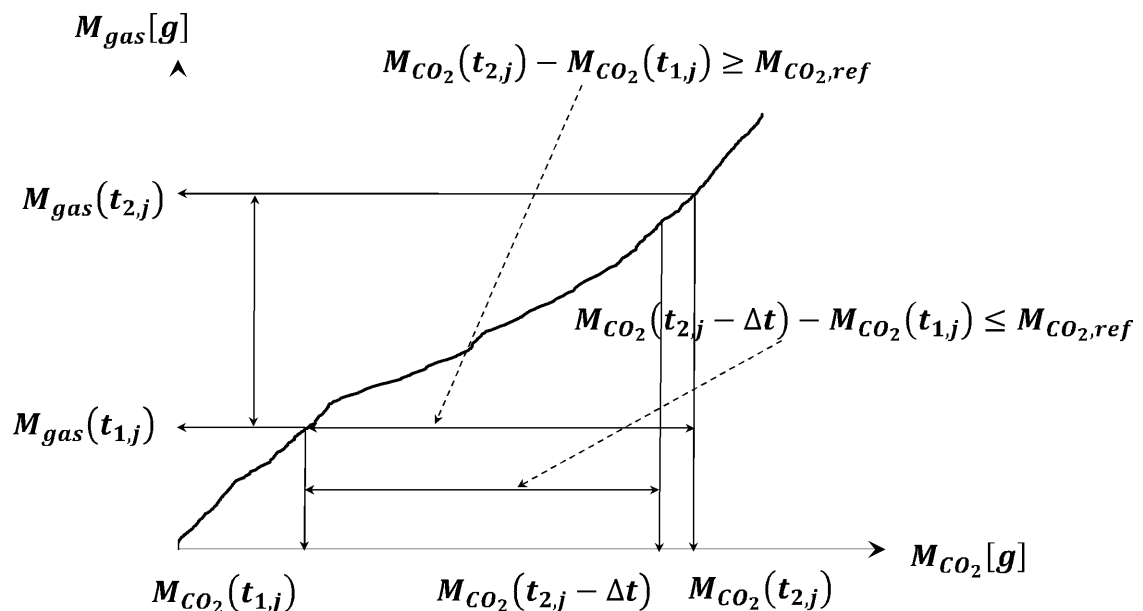


Abbildung 2

Festlegung von Mittelungsfenstern auf Grundlage der CO₂-Masse



Die Dauer ($t_{2,j} - t_{1,j}$) des j-ten Mittelungsfensters wird festgelegt durch:

$$M_{\text{CO}_2}(t_{2,j}) - M_{\text{CO}_2}(t_{1,j}) \geq M_{\text{CO}_2,\text{ref}}$$

Dabei gilt:

$M_{\text{CO}_2}(t_{i,j})$ ist die CO_2 -Masse [g], die zwischen dem Beginn der Prüfung und dem Zeitpunkt ($t_{i,j}$), gemessen wurde.

$M_{\text{CO}_2,\text{ref}}$ ist die Hälfte der CO_2 -Masse [g], die das Fahrzeug während des WLTP-Zyklus (Prüfung Typ 1, einschließlich Kaltstart) ausstößt.

$t_{2,j}$ muss so gewählt werden, dass

$$M_{\text{CO}_2}(t_{2,j} - \Delta t) - M_{\text{CO}_2}(t_{1,j}) < M_{\text{CO}_2,\text{ref}} \leq M_{\text{CO}_2}(t_{2,j}) - M_{\text{CO}_2}(t_{1,j})$$

Wobei Δt der Datenerfassungszeitraum ist.

Die CO_2 -Massen in den Fenstern werden durch Integration der gemäß Anlage 4 dieses Anhangs errechneten momentanen Emissionen berechnet.

3.2. Berechnung von Fensteremissionen und Durchschnitten

Die folgenden Werte werden für jedes nach Nummer 3.1 bestimmte Fenster berechnet:

- die entfernungsabhängigen Emissionen $M_{\text{gas},d,j}$ für alle in diesem Anhang angegebenen Schadstoffe
- die entfernungsabhängigen CO_2 -Emissionen $M_{\text{CO}_2,d,j}$;
- die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit \bar{v}_j

4. BEWERTUNG VON FENSTERN

4.1. Einleitung

Die Bezugsbedingungen für die Dynamik des Prüffahrzeugs werden anhand der CO_2 -Emissionen des Fahrzeugs in Abhängigkeit von der zum Zeitpunkt der Typgenehmigung gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit dargestellt und als „charakteristische Kurve des Fahrzeugs hinsichtlich CO_2 “ bezeichnet.

Zur Bestimmung der entfernungsabhängigen CO_2 -Emissionen wird das Fahrzeug mit den Fahrwiderstandseinstellungen gemäß der UNECE Global Technical Regulation No. 15 — Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure globale technische Regelung Nr. 15 der UNECE — weltweit harmonisierter Prüfzyklus für Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge — WLTP (ECE/TRANS/180/Add.15) geprüft.

4.2. Bezugspunkte der charakteristischen Kurve für CO_2

Die zur Festlegung der Kurve erforderlichen Bezugspunkte P_1 , P_2 und P_3 werden wie folgt bestimmt:

4.2.1. Punkt P_1

$\bar{v}_{P_1} = 19 \text{ km/h}$ (Durchschnittsgeschwindigkeit für die Phase des WLTP-Zyklus mit niedriger Geschwindigkeit)

M_{CO_2,d,P_1} = CO_2 -Emissionen des Fahrzeugs während der Phase des WLTP-Zyklus mit niedriger Geschwindigkeit $\times 1,2$ [g/km]

4.2.2. Punkt P_2

4.2.3. $\bar{v}_{P_2} = 56,6 \text{ km/h}$ (Durchschnittsgeschwindigkeit für die Phase des WLTP-Zyklus mit hoher Geschwindigkeit)

M_{CO_2,d,P_2} = CO_2 -Emissionen des Fahrzeugs während der Phase des WLTP-Zyklus mit hoher Geschwindigkeit $\times 1,1$ [g/km]

4.2.4. Punkt P_3

4.2.5. $\bar{v}_{P_3} = 92,3 \text{ km/h}$ (Durchschnittsgeschwindigkeit für die Phase des WLTP-Zyklus mit sehr hoher Geschwindigkeit)

M_{CO_2,d,P_3} = CO₂-Emissionen des Fahrzeugs während der Phase des WLTP-Zyklus mit sehr hoher Geschwindigkeit × 1,05 [g/km]

4.3. Festlegung der charakteristischen Kurve für CO₂

Die CO₂-Emissionen entsprechend der charakteristischen Kurve werden anhand der in Nummer 4.2 definierten Bezugspunkte als Funktion der Durchschnittsgeschwindigkeit unter Verwendung zweier linearer Abschnitte (P_1, P_2) und (P_2, P_3) berechnet. Der Abschnitt (P_2, P_3) wird auf der Achse der Fahrzeuggeschwindigkeit auf 145 km/h begrenzt. Die charakteristische Kurve wird wie folgt durch Gleichungen bestimmt:

Für den Abschnitt (P_1, P_2):

$$M_{CO_2,d,cc}(\bar{v}) = a_1 \bar{v} + b_1$$

mit: $a_1 = (M_{CO_2,d,P_2} - M_{CO_2,d,P_1}) / (\bar{v}_{P_2} - \bar{v}_{P_1})$

und: $b_1 = M_{CO_2,d,P_1} - a_1 \bar{v}_{P_1}$

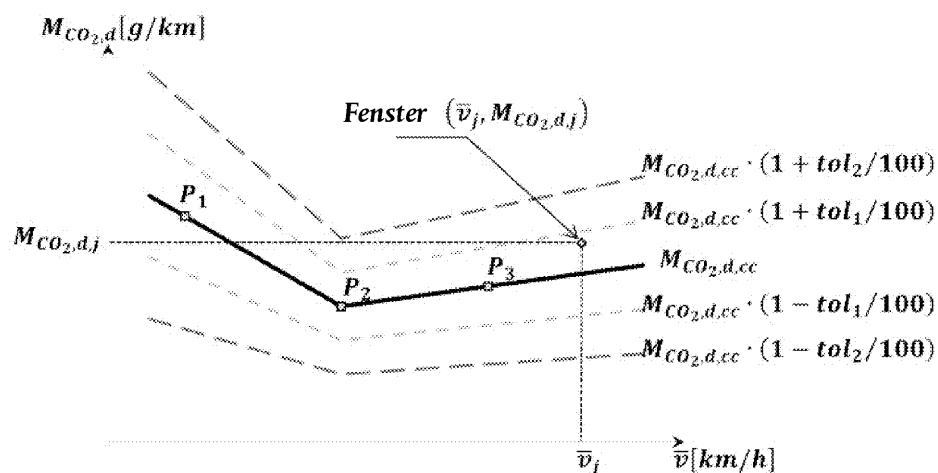
Für den Abschnitt (P_2, P_3):

$$M_{CO_2,d,cc}(\bar{v}) = a_2 \bar{v} + b_2$$

mit: $a_2 = (M_{CO_2,d,P_3} - M_{CO_2,d,P_2}) / (\bar{v}_{P_3} - \bar{v}_{P_2})$

und: $b_2 = M_{CO_2,d,P_2} - a_2 \bar{v}_{P_2}$

Abbildung 3

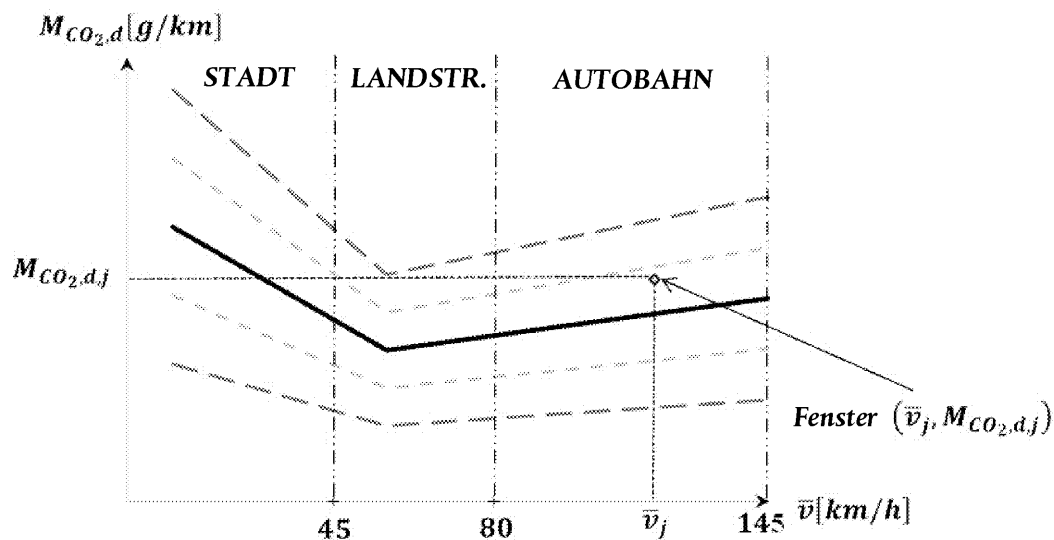
Charakteristische Kurve des Fahrzeugs für CO₂

4.4. Fenster für Stadt, Landstraße und Autobahn

- 4.4.1. Für Stadt-Fenster sind durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeiten über dem Boden \bar{v}_j unter 45 km/h charakteristisch,
- 4.4.2. für Landstraßen-Fenster sind durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeiten über dem Boden \bar{v}_j gleich oder größer 45 km/h und unter 80 km/h charakteristisch.
- 4.4.3. Für Autobahn-Fenster sind durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeiten über dem Boden \bar{v}_j gleich oder größer 80 km/h und unter 145 km/h charakteristisch.

Abbildung 4

Charakteristische Kurve des Fahrzeugs für CO₂: Definitionen des Fahrens in der Stadt, auf Landstraßen und auf Autobahnen



5. NACHPRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGKEIT UND NORMALITÄT DER FAHRT

5.1. Toleranzen oberhalb und unterhalb der charakteristischen Kurve für CO₂

Die primäre Toleranz und die sekundäre Toleranz der charakteristischen Kurve des Fahrzeugs für CO₂ sind $tol_1 = 25\%$ bzw. $tol_2 = 50\%$.

5.2. Nachprüfung der Prüfung auf Vollständigkeit

Die Prüfung ist abgeschlossen, wenn von der Gesamtzahl der Fenster jeweils wenigstens 15 % Fenster für Stadt, Landstraße und Autobahn sind.

5.3. Nachprüfung der Prüfung auf Normalität

Die Prüfung ist normal, wenn wenigstens 50 % der Fenster für Stadt, Landstraße und Autobahn innerhalb des für die charakteristische Kurve festgelegten Bereichs der primären Toleranz liegen.

Wird die Mindestanforderung von 50 % nicht erfüllt, kann die obere positive Toleranz tol_1 in Schritten von 1 % erhöht werden, bis die Vorgabe von 50 % normaler Fenster erreicht ist. Bei der Anwendung dieses Verfahrens darf tol_1 niemals 30 % übersteigen.

6. BERECHNUNG DER EMISSIONEN

6.1. Berechnung gewichteter entfernungsabhängiger Emissionen

Die Emissionen werden als gewichteter Durchschnitt der entfernungsabhängigen Emissionen der Fenster berechnet, und zwar gesondert für die Kategorien Stadt, Landstraße und Autobahn sowie für die gesamte Fahrt.

$$M_{\text{gas},d,k} = \frac{\sum (w_j M_{\text{gas},d,j})}{\sum w_j} \quad k = u, r, m$$

Der Gewichtungsfaktor w_j für jedes Fenster wird wie folgt bestimmt:

$$\text{Wenn ist, } M_{\text{CO}_2,d,\text{CC}}(\bar{v}_j) \cdot (1 - \text{tol}_1/100) \leq M_{\text{CO}_2,d,j} \leq M_{\text{CO}_2,d,\text{CC}}(\bar{v}_j) \cdot (1 + \text{tol}_1/100)$$

dann ist $w_j = 1$.

Wenn ist,

$$M_{\text{CO}_2,d,\text{CC}}(\bar{v}_j) \cdot \left(1 + \frac{\text{tol}_1}{100}\right) \leq M_{\text{CO}_2,d,j} \leq M_{\text{CO}_2,d,\text{CC}}(\bar{v}_j) \cdot \left(1 + \frac{\text{tol}_2}{100}\right)$$

dann ist $w_j = k_{11}h_j + k_{12}$

Dabei sind $k_{11} = 1/(\text{tol}_1 - \text{tol}_2)$

und $k_{12} = \text{tol}_2/(\text{tol}_2 - \text{tol}_1)$

Wenn ist,

$$M_{\text{CO}_2,d,\text{CC}}(\bar{v}_j) \cdot (1 - \text{tol}_2/100) \leq M_{\text{CO}_2,d,j} \leq M_{\text{CO}_2,d,\text{CC}}(\bar{v}_j) \cdot (1 - \text{tol}_1/100)$$

dann ist $w_j = k_{21}h_j + k_{22}$

mit $k_{21} = 1/(\text{tol}_2 - \text{tol}_1)$

und $k_{22} = \text{tol}_1/(\text{tol}_2 - \text{tol}_1)$

Wenn

$$M_{\text{CO}_2,d,j}(\bar{v}_j) \leq M_{\text{CO}_2,d,\text{CC}}(\bar{v}_j) \cdot (1 - \text{tol}_2/100)$$

oder ist,

$$M_{\text{CO}_2,d,j}(\bar{v}_j) \geq M_{\text{CO}_2,d,\text{CC}}(\bar{v}_j) \cdot (1 + \text{tol}_2/100)$$

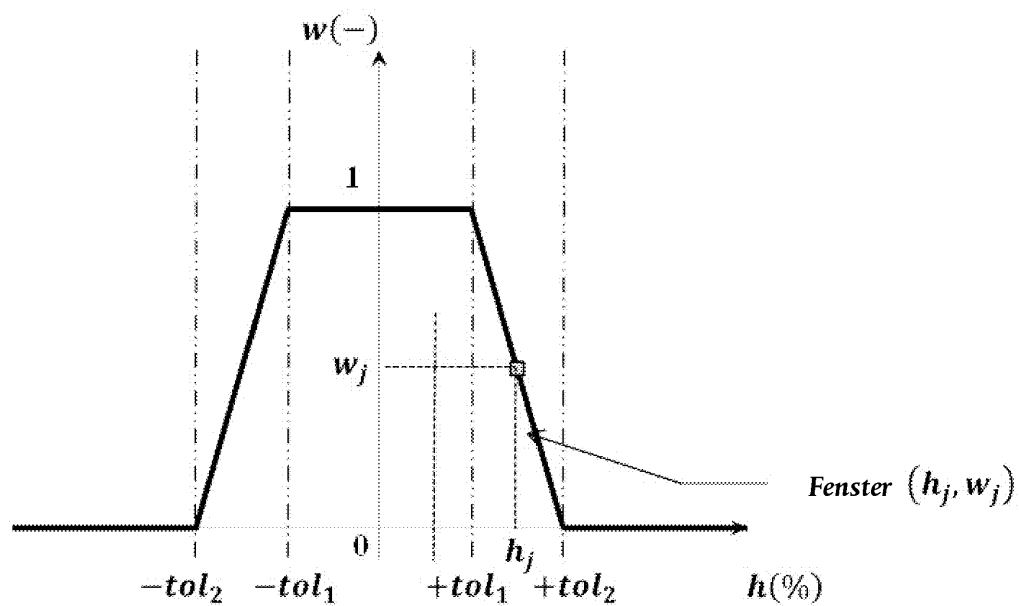
dann ist $w_j = 0$.

Dabei gilt:

$$h_j = 100 \cdot \frac{M_{\text{CO}_2,d,j} - M_{\text{CO}_2,d,\text{CC}}(\bar{v}_j)}{M_{\text{CO}_2,d,\text{CC}}(\bar{v}_j)}$$

Abbildung 5

Gewichtungsfunktion für Mittelungsfenster



6.2. Berechnung der Gewichtungsindizes

Die Indizes der Strengre werden gesondert für die Kategorien Stadt, Landstraße und Autobahn berechnet

$$\bar{h}_k = \frac{1}{N_k} \sum h_j \quad k = u, r, m$$

sowie für die gesamte Fahrt:

$$\bar{h}_t = \frac{f_u \bar{h}_u + f_r \bar{h}_r + f_m \bar{h}_m}{f_u + f_r + f_m}$$

Dabei sind, f_u, f_r, f_m jeweils gleich 0,34, 0,33 und 0,33.

6.3. Berechnung der Emissionen für die gesamte Fahrt

Anhand der in Nummer 6.1 berechneten gewichteten entfernungsabhängigen Emissionen werden die entfernungsabhängigen Emissionen in [mg/km] für die gesamte Fahrt und jeden gasförmigen Schadstoff wie folgt berechnet:

$$M_{\text{gas},d,t} = 1000 \cdot \frac{f_u \cdot M_{\text{gas},d,u} + f_r \cdot M_{\text{gas},d,r} + f_m \cdot M_{\text{gas},d,m}}{(f_u + f_r + f_m)}$$

und für die Partikelzahl:

$$M_{\text{PN},d,t} = \frac{f_u \cdot M_{\text{PN},d,u} + f_r \cdot M_{\text{PN},d,r} + f_m \cdot M_{\text{PN},d,m}}{(f_u + f_r + f_m)}$$

Dabei sind, f_u, f_r, f_m jeweils gleich 0,34, 0,33 und 0,33.

7. ZAHLENBEISPIELE

7.1. Berechnung der Mittelungsfenster

Tabelle 1

Die wichtigsten Vorgaben für die Berechnung

M_{CO_2ref} [g]	610
Richtung bei der Berechnung der Mittelungsfenster	Vorwärts
Erfassungsfrequenz [Hz]	1

Abbildung 6 ist zu entnehmen, wie die Mittelungsfenster auf der Grundlage von Daten festgelegt werden, die bei einer mit einem PEMS durchgeführten Prüfung auf der Straße aufgezeichnet wurden. Im Interesse der Übersichtlichkeit werden im Folgenden nur die ersten 1 200 Sekunden der Fahrt wiedergegeben.

Die Sekunden 0 bis 43 sowie die Sekunden 81 bis 86 werden wegen Betriebs mit der Fahrzeuggeschwindigkeit Null ausgeschlossen.

Das erste Mittelungsfenster beginnt bei $t_{1,1} = 0$ s und endet bei Sekunde $t_{2,1} = 524$ s (Tabelle 3). In Tabelle 4 sind für das jeweilige Fenster die durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit sowie die integrierten Massen von CO und NO_x [g] aufgeführt, die ausgestoßen wurden und den gültigen Daten im Verlauf des ersten Mittelungsfensters entsprechen.

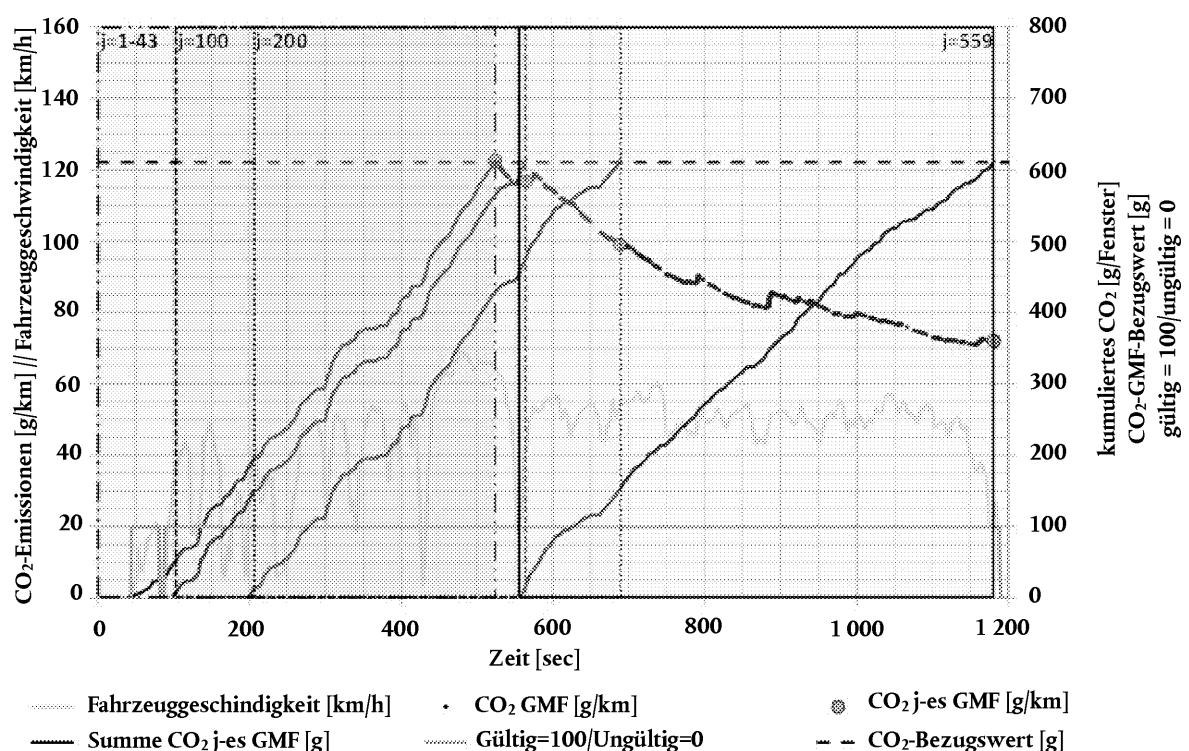
$$M_{CO_2,d,1} = \frac{M_{CO_2,1}}{d_1} = \frac{610,217}{4,977} = 122,61 \text{ g/km}$$

$$M_{CO_2,d,1} = \frac{M_{CO,1}}{d_1} = \frac{2,25}{4,98} = 0,45 \text{ g/km}$$

$$M_{NO_x,d,1} = \frac{M_{NO_x,1}}{d_1} = \frac{3,51}{4,98} = 0,71 \text{ g/km}$$

Abbildung 6

Bei der Prüfung auf der Straße mit einem PEMS aufgezeichnete momentane CO₂-Emissionen als Funktion der Zeit. Die rechteckigen Rahmen zeigen die Dauer des j-ten Fensters an. Die Datenreihe mit der Bezeichnung „Gültig = 100/Ungültig = 0“ zeigt im Sekundenabstand die Daten an, die von der Analyse auszuschließen sind



7.2. Bewertung von Fenstern

Tabelle 2

Berechnung der Vorgaben für die charakteristische Kurve für CO₂

CO ₂ Niedrige Geschwindigkeit WLTC (P ₁) [g/km]	154	
CO ₂ Hohe Geschwindigkeit WLTC (P ₂) [g/km]	96	
CO ₂ Sehr Hohe Geschwindigkeit WLTC (P ₃) [g/km]	120	
Bezugspunkt		
P ₁	$\bar{v}_{P_1} = 19,0 \text{ km/h}$	$M_{\text{CO}_2,d,P_1} = 154 \text{ g/km}$
P ₂	$\bar{v}_{P_2} = 56,6 \text{ km/h}$	$M_{\text{CO}_2,d,P_2} = 96 \text{ g/km}$
P ₃	$\bar{v}_{P_3} = 92,3 \text{ km/h}$	$M_{\text{CO}_2,d,P_3} = 120 \text{ g/km}$

Die charakteristische Kurve für CO₂ ist wie folgt definiert:

Für den Abschnitt (P₁, P₂):

$$M_{\text{CO}_2,d}(\bar{v}) = a_1 \bar{v} + b_1$$

dabei gilt

$$a_1 = (96 - 154) / (56,6 - 19,0) = -\frac{58}{37,6} = -1,543$$

$$\text{und: } b_1 = 154 - (-1,543) \times 19,0 = 154 + 29,317 = 183,317$$

Für den Abschnitt (P₂, P₃):

$$M_{\text{CO}_2,d}(\bar{v}) = a_2 \bar{v} + b_2$$

mit

$$a_2 = (120 - 96) / (92,3 - 56,6) = \frac{24}{35,7} = 0,672$$

$$\text{und: } b_2 = 96 - 0,672 \times 56,6 = 96 - 38,035 = 57,965$$

Im Folgenden sind Beispiele für die Berechnung der Gewichtungsfaktoren sowie für die Zuordnung der Fenster zu den Kategorien Stadt, Landstraße oder Autobahn wiedergegeben:

Für Fenster Nr. 45:

$$M_{\text{CO}_2,d,45} = 122,62 \text{ g/km}$$

$$\bar{v}_{45} = 38,12 \text{ km/h}$$

Für die charakteristische Kurve:

$$M_{\text{CO}_2,d,CC}(\bar{v}_{45}) = a_1 \bar{v}_{45} + b_1 = 1,543 \times 38,12 + 183,317 = 124,498 \text{ g/km}$$

Nachprüfung von:

$$M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_j) \cdot (1 - \text{tol}_1/100) \leq M_{\text{CO}_2, \text{d},j} \leq M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_j) \cdot (1 + \text{tol}_1/100)$$

$$M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_{45}) \cdot (1 - \text{tol}_1/100) \leq M_{\text{CO}_2, \text{d},45} \leq M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_{45}) \cdot (1 + \text{tol}_1/100)$$

$$124,498 \times (1 - 25/100) \leq 122,62 \leq 124,498 \times (1 + 25/100)$$

$$93,373 \leq 122,62 \leq 155,622$$

Ergibt: $w_{45} = 1$

Für Fenster Nr. 556:

$$M_{\text{CO}_2, \text{d},556} = 72,15 \text{g/km}$$

$$\bar{v}_{556} = 50,12 \text{km/h}$$

Für die charakteristische Kurve:

$$M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_{556}) = a_1 \bar{v}_{556} + b_1 = -1,543 \times 50,12 + 183,317 = 105,982 \text{g/km}$$

Nachprüfung von:

$$M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_j) \cdot (1 - \text{tol}_2/100) \leq M_{\text{CO}_2, \text{d},j} \leq M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_j) \cdot (1 + \text{tol}_2/100)$$

$$M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_{556}) \cdot (1 - \text{tol}_2/100) \leq M_{\text{CO}_2, \text{d},556} \leq M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_{556}) \cdot (1 + \text{tol}_2/100)$$

$$105,982 \times (1 - 50/100) \leq 72,15 \leq 105,982 \times (1 + 25/100)$$

$$52,991 \leq 72,15 \leq 79,487$$

Ergibt:

$$h_{556} = 100 \cdot \frac{M_{\text{CO}_2, \text{d},556} - M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_{556})}{M_{\text{CO}_2, \text{d,cc}}(\bar{v}_{556})} = 100 \cdot \frac{72,15 - 105,982}{105,982} = -31,922$$

$$w_{556} = k_{21} h_{556} + k_{22} = 0,04 \cdot (-31,922) + 2 = 0,723$$

$$\text{mit } k_{21} = 1/(\text{tol}_2 - \text{tol}_1) = 1/(50 - 25) = 0,04$$

$$\text{und } k_{22} = k_{21} \cdot \text{tol}_2/(\text{tol}_2 - \text{tol}_1) = 50/(50 - 25) = 2$$

Tabelle 3

Numerische Emissionsdaten

Fenster [Nr.]	$t_{1,j}$ [s]	$t_{2,j} - \Delta t$ [s]	$t_{2,j}$ [s]	$M_{\text{CO}_2}(t_{2,j} - \Delta t) - M_{\text{CO}_2}(t_{1,j}) < M_{\text{CO}_2, \text{ref}}$ [g]	$M_{\text{CO}_2}(t_{2,j}) - M_{\text{CO}_2}(t_{1,j}) \geq M_{\text{CO}_2, \text{ref}}$ [g]
1	0	523	524	609,06	610,22
2	1	523	524	609,06	610,22
...

Fenster [Nr.]	$t_{1,j}$ [s]	$t_{2,j} - \Delta t$ [s]	$t_{2,j}$ [s]	$M_{CO_2}(t_{2,j} - \Delta t) - M_{CO_2}(t_{1,j}) < M_{CO_2,ref}$ [g]	$M_{CO_2}(t_{2,j}) - M_{CO_2}(t_{1,j}) \geq M_{CO_2,ref}$ [g]
43	42	523	524	609,06	610,22
44	43	523	524	609,06	610,22
45	44	523	524	609,06	610,22
46	45	524	525	609,68	610,86
47	46	524	525	609,17	610,34
...
100	99	563	564	609,69	612,74
...
200	199	686	687	608,44	610,01
...
474	473	1 024	1 025	609,84	610,60
475	474	1 029	1 030	609,80	610,49

556	555	1 173	1 174	609,96	610,59
557	556	1 174	1 175	609,09	610,08
558	557	1 176	1 177	609,09	610,59
559	558	1 180	1 181	609,79	611,23

Tabelle 4

Numerische Emissionsdaten

Fenster [Nr.]	$t_{1,j}$ [s]	$t_{2,j}$ [s]	d_j [km]	\bar{v}_j [km/h]	$M_{CO_2,j}$ [g]	$M_{CO,j}$ [g]	$M_{NOx,j}$ [g]	$M_{CO_2,d,j}$ [g/km]	$M_{CO,d,j}$ [g/km]	$M_{NOx,d,j}$ [g/km]	$M_{CO_2,d,cc}(\bar{v}_j)$ [g/km]	Fenster (S/L/A)	h [%]	w_j [%]
1	0	524	4,98	38,12	610,22	2,25	3,51	122,61	0,45	0,71	124,51	STADT	- 1,53	1,00
2	1	524	4,98	38,12	610,22	2,25	3,51	122,61	0,45	0,71	124,51	STADT	- 1,53	1,00
...
43	42	524	4,98	38,12	610,22	2,25	3,51	122,61	0,45	0,71	124,51	STADT	- 1,53	1,00
44	43	524	4,98	38,12	610,22	2,25	3,51	122,61	0,45	0,71	124,51	STADT	- 1,53	1,00
45	44	524	4,98	38,12	610,22	2,25	3,51	122,62	0,45	0,71	124,51	STADT	- 1,51	1,00
46	45	525	4,99	38,25	610,86	2,25	3,52	122,36	0,45	0,71	124,30	STADT	- 1,57	1,00
...
100	99	564	5,25	41,23	612,74	2,00	3,68	116,77	0,38	0,70	119,70	STADT	- 2,45	1,00
...
200	199	687	6,17	46,32	610,01	2,07	4,32	98,93	0,34	0,70	111,85	LANDSTRASSE	- 11,55	1,00
...
474	473	1 025	7,82	52,00	610,60	2,05	4,82	78,11	0,26	0,62	103,10	LANDSTRASSE	- 24,24	1,00
475	474	1 030	7,87	51,98	610,49	2,06	4,82	77,57	0,26	0,61	103,13	LANDSTRASSE	- 24,79	1,00
...
556	555	1 174	8,46	50,12	610,59	2,23	4,98	72,15	0,26	0,59	105,99	LANDSTRASSE	- 31,93	0,72
557	556	1 175	8,46	50,12	610,08	2,23	4,98	72,10	0,26	0,59	106,00	LANDSTRASSE	- 31,98	0,72
558	557	1 177	8,46	50,07	610,59	2,23	4,98	72,13	0,26	0,59	106,08	LANDSTRASSE	- 32,00	0,72
559	558	1 181	8,48	49,93	611,23	2,23	5,00	72,06	0,26	0,59	106,28	LANDSTRASSE	- 32,20	0,71

7.3. Fenster für Stadt, Landstraße und Autobahn — Vollständigkeit der Fahrt

In diesem Zahlenbeispiel besteht die Fahrt aus 7 036 Mittelungsfenstern. In Tabelle 5 ist die Anzahl der Fenster aufgeführt, die entsprechend der in ihnen erreichten Durchschnittsfahrzeuggeschwindigkeit der Kategorie Stadt, Landstraße oder Autobahn zugeordnet und gemäß ihrem Abstand von der charakteristischen Kurve in CO₂-Bereiche aufgeteilt wurden. Die Fahrt ist abgeschlossen, da von der Gesamtzahl der Fenster jeweils wenigstens 15 % Fenster für Stadt, Landstraße und Autobahn sind. Die Fahrt wird als normal eingestuft, da wenigstens 50 % der Fenster für Stadt, Landstraße und Autobahn innerhalb des für die charakteristische Kurve festgelegten Bereichs der primären Toleranzen liegen.

Tabelle 5

Überprüfung der Vollständigkeit und Normalität der Fahrt

Fahrbedingungen	Anzahl	Fenster in %
Alle Fenster		
Stadt	1 909	$1\,909 / 7\,036 \times 100 = 27,1 > 15$
Landstraße	2 011	$2\,011 / 7\,036 \times 100 = 28,6 > 15$
Autobahn	3 116	$3\,116 / 7\,036 \times 100 = 44,3 > 15$
Insgesamt	$1\,909 + 2\,011 + 3\,116 = 7\,036$	
Normale Fenster		
Stadt	1 514	$1\,514 / 1\,909 \times 100 = 79,3 > 50$
Landstraße	1 395	$1\,395 / 2\,011 \times 100 = 69,4 > 50$
Autobahn	2 708	$2\,708 / 3\,116 \times 100 = 86,9 > 50$
Insgesamt	$1\,514 + 1\,395 + 2\,708 = 5\,617$	

Anlage 6

Überprüfung der Fahrdynamikbedingungen mit Methode 2 (Einstufung in Leistungsklassen)

1. EINLEITUNG

In dieser Anlage wird die Datenauswertung gemäß der Methode der Einstufung in Leistungsklassen beschrieben; sie wird in dieser Anlage als „Auswertung durch Normierung einer Verteilung der vereinheitlichten Leistungsfrequenz“ (standardized power frequency –SPF) bezeichnet.

2. SYMBOLE, PARAMETER UND EINHEITEN

a_i Tatsächliche Beschleunigung in der Phase i , sofern nicht in einer Gleichung etwas anderes festgelegt ist:

$$a_i = \frac{(v_{i+1} - v_i)}{3,6 \times (t_{i+1} - t_i)}, [\text{m/s}^2]$$

a_{ref} Bezugsbeschleunigung für P_{drive} , [0,45 m/s²]

D_{WLTC} Achsabschnitt der Veline des WLTC

f_0, f_1, f_2 Fahrwiderstandskoeffizienten

i Phase für momentane Messungen, Mindestauflösung 1 Hz

j Radleistungsklasse, $j = 1$ bis 9

k_{WLTC} Steigung der Veline des WLTC

$m_{\text{gas}, i}$ Momentane Masse des Abgasbestandteils „Gas“ in der Phase i , [g/s]

$m_{\text{gas}, 3s, k}$ Gleitender 3-Sekunden-Durchschnitt des Massendurchsatzes für den Abgasbestandteil „Gas“ in der Phase k mit einer Auflösung von 1 Hz

$\bar{m}_{\text{gas}, j}$ Durchschnittlicher Wert der Emission eines Abgasbestandteils in der Radleistungsklasse j , g/s

$M_{\text{gas}, d}$ Entfernungsabhängige Emissionen für den Abgasbestandteil „Gas“ [g/km]

p Phase des WLTC (niedrig, mittel, hoch und sehr hoch), $p = 1 - 4$

P_{drag} Motorbremswirkung im Veline-Ansatz bei abgesperrter Kraftstoffzufuhr, [kW]

P_{rated} Maximale Nennleistung des Motors laut Herstellerangabe, [kW]

$P_{\text{required}, i}$ Erforderliche Leistung zur Überwindung des Fahrwiderstands und der Fahrzeugträgheit in der Phase i , [kW]

$P_{r, i}$ Gleich dem oben definierten Ausdruck $P_{\text{required}, i}$ zur Verwendung in längeren Gleichungen

$P_{\text{wot}(n_{\text{norm}})}$ Leistungskurve bei Volllast, [kW]

$P_{c, j}$ Radleistungsklassengrenzen für die Klasse Nr. j , [kW] ($P_{c, j, \text{lower bound}}$ steht für die untere Grenze, $P_{c, j, \text{upper bound}}$ für die obere Grenze)

$P_{c, \text{norm}, j}$ Radleistungsklassengrenzen für die Klasse j als normierter Leistungswert, [-]

$P_{r, i}$ Leistungsbedarf am Fahrzeugrad zur Überwindung der Fahrwiderstände in der Phase i [kW]

$P_{w, 3s, k}$ Gleitender 3-Sekunden-Durchschnitt des Leistungsbedarfs am Fahrzeugrad zur Überwindung der Fahrwiderstände in der Phase k [kW] mit einer Auflösung von 1 Hz

P_{drive} Leistungsbedarf an der Radnabe für ein Fahrzeug bei Bezugsgeschwindigkeit und bei Beschleunigung [kW]

P_{norm} Normierter Leistungsbedarf an der Radnabe [-]

t_i Gesamtdauer in der Phase i , [s]

$t_{c, j}$ Zeitanteil der Radleistungsklasse j , [%]

ts	Zeitpunkt des Beginns der WLTC-Phase p, [s]
te	Zeitpunkt des Endes der WLTC-Phase, [s]
TM	Prüfmasse des Fahrzeugs, [kg]; abschnittsweise anzugeben: tatsächliches Prüfgewicht bei der PEMS-Prüfung, NEFZ = Trägheitsklassengewicht oder WLTP-Massen (TM_L , TM_H oder TM_{ind})
SPF	Standardised Power Frequency distribution — Verteilung der vereinheitlichten Leistungsfrequenz
v_i	tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit in der Phase i, [km/h]
\bar{v}_j	durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit in der Radleistungsklasse j, km/h
v_{ref}	Bezugsgeschwindigkeit für P_{drive} , [70 km/s ²]
$v_{3s,k}$	Gleitender 3-Sekunden-Durchschnitt der Fahrzeuggeschwindigkeit in der Phase k, [km/h]

3. AUSWERTUNG DER EMISSIONSWERTEWERTE MIT EINER VERTEILUNG DER VEREINHEITLICHEN RADLEISTUNGS-FREQUENZ

Bei der Methode der Einstufung in Leistungsklassen werden die nach Anlage 4 berechneten momentanen Emissionen der Schadstoffe $m_{gas, i}$ (g/s) verwendet.

Die Werte von $m_{gas, i}$ werden gemäß der jeweiligen Leistung an den Rädern eingestuft und die nach Leistungsklassen eingestuften Emissionen gewichtet, um entsprechend den folgenden Anweisungen die Emissionswerte für eine Prüfung mit normaler Leistungsverteilung zu ermitteln.

3.1. Quelle der tatsächlichen Radleistung

Die tatsächliche Radleistung P_{ri} ist die Gesamtleistung zur Überwindung des Luftwiderstands, des Rollwiderstands, der Längsträgheit des Fahrzeugs und der Drehträgheit der Räder.

Bei der Messung und der Aufzeichnung ist für das Radleistungssignal ein Drehmomentsignal zu verwenden, das die Linearitätsanforderungen in Anlage 2 Nummer 3.2 erfüllt.

Stattdessen kann die tatsächliche Radleistung auch anhand der momentanen CO₂-Emissionen nach dem Verfahren in Nummer 4 dieser Anlage bestimmt werden.

3.2. Zuordnung der gleitenden Durchschnitte zu Stadt, Landstraße und Autobahn

Die Normleistungshäufigkeiten sind für den Stadtverkehr und die gesamte Fahrt festgelegt (siehe Nummer 3.4), und die Emissionen sind gesondert für die gesamte Fahrt und für den Teil Stadt auszuwerten. Die nach Nummer 3.3 berechneten gleitenden 3-Sekunden-Durchschnitte werden daher wie in Tabelle 1-1 dargestellt später gemäß dem Geschwindigkeitssignal ($v_{3s,k}$) innerstädtischen und außerstädtischen Fahrbedingungen zugeordnet.

Tabelle 1-1

Geschwindigkeitsbereiche zur Zuordnung von Prüfdaten zu den Bedingungen für Stadt, Landstraße und Autobahn im Zusammenhang mit der Methode der Einstufung in Leistungsklassen

	Stadt	Landstraße ⁽¹⁾	Autobahn ⁽¹⁾
$v_{3s,k}$ [km/h]	0 bis ≤ 60	> 60 bis ≤ 90	> 90

⁽¹⁾ Für die Auswertung brauchen die gleitenden 3-Sekunden-Durchschnitte erst später für den Teil „Stadt“ der Fahrt Ereignissen entsprechend den Geschwindigkeitsbedingungen im Stadtverkehr zugeordnet zu werden. Für die „gesamte“ Fahrt werden alle gleitenden 3-Sekunden-Durchschnitte unabhängig von der Geschwindigkeit verwendet.

Dabei gilt:

$v_{3s,k}$ Gleitender 3-Sekunden-Durchschnitt der Fahrzeuggeschwindigkeit in der Phase k, [km/h]

k Phase für die Werte gleitender Durchschnitte

3.3. Berechnung der gleitenden Durchschnitte der momentanen Prüfdaten

Die gleitenden 3-Sekunden-Durchschnitte werden aus allen maßgeblichen momentanen Prüfdaten berechnet, um die Auswirkungen einer möglicherweise unvollkommenen Synchronisierung zwischen Emissionsmassendurchsatz und Radleistung zu vermindern. Die gleitenden Durchschnitte werden mit einer Frequenz von 1 Hz berechnet:

$$m_{\text{gas},3s,k} = \frac{\sum_{i=k}^{k+3} m_{\text{gas},i}}{3}$$

$$P_{w,3s,k} = \frac{\sum_{i=k}^{k+3} P_{w,i}}{3}$$

$$v_{3s,k} = \frac{\sum_{i=k}^{k+3} v_i}{3}$$

Dabei ist:

k die Phase für die Werte gleitender Durchschnitte

i die Phase aus momentanen Prüfdaten

3.4. Festlegung der Radleistungsklassen für die Emissionseinstufung

3.4.1. Die Leistungsklassen und die entsprechenden Zeitanteile der Leistungsklassen bei normaler Fahrt werden für normierte Leistungswerte so definiert, dass sie für jedes leichte Nutzfahrzeug repräsentativ sind (Tabelle 1-2).

Tabelle 1-2

Normierte Normleistungsfrequenzen für den Stadtverkehr und für einen gewichteten Durchschnitt einer Fahrt mit den Streckenanteilen 1/3 Stadt, 1/3 Landstraße und 1/3 Autobahn

Leistung Klasse Nr.	P _{c, norm, j} [-]		Stadt	Gesamte Fahrt
	Von >	bis ≤	Zeitanteil, t _{cj}	
1		– 0,1	21,9700 %	18,5611 %
2	– 0,1	0,1	28,7900 %	21,8580 %
3	0,1	1	44,0000 %	43,45 %
4	1	1,9	4,7400 %	13,2690 %
5	1,9	2,8	0,4500 %	2,3767 %
6	2,8	3,7	0,0450 %	0,4232 %
7	3,7	4,6	0,0040 %	0,0511 %
8	4,6	5,5	0,0004 %	0,0024 %
9	5,5		0,0003 %	0,0003 %

Die Spalten des Typs P_{c, norm} in Tabelle 1-2 werden durch Multiplikation mit P_{drive} entnormiert, wobei P_{drive} die tatsächliche Radleistung des für die Typgenehmigung auf dem Rollenprüfstand geprüften Fahrzeugs bei v_{ref} und a_{ref} ist.

$$P_{c,j} [\text{kW}] = P_{c, \text{norm}, j} \times P_{\text{drive}}$$

$$P_{\text{drive}} = \frac{v_{\text{ref}}}{3,6} \times (f_0 + f_1 \times v_{\text{ref}} + f_2 \times v_{\text{ref}}^2 + TM_{\text{NEDC}} \times a_{\text{ref}}) \times 0,001$$

Dabei gilt:

- j ist der Leistungsklassenindex nach Tabelle 1-2
- Die Fahrwiderstandskoeffizienten f_0, f_1, f_2 sollten mit einer Regressionsanalyse mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$P_{Corrected}/v = f_0 + f_1 \times v + f_2 \times v^2$$

Dabei ist $(P_{Corrected}/v)$ die Fahrwiderstandskraft bei der Fahrzeuggeschwindigkeit v für den Prüfzyklus NEFZ im Sinne des Anhangs 4a Anlage 7 Nummer 5.1.1.2.8 der UNECE-Regelung 83 — Änderungsserie 07.

- TM_{NEDC} ist die Trägheitsklasse des Fahrzeugs bei der Typgenehmigungsprüfung, [kg]

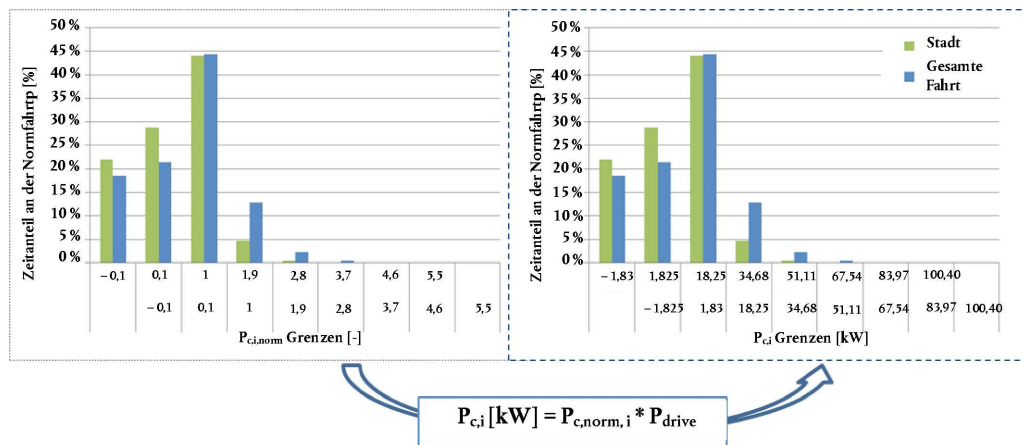
3.4.2. Berichtigung der Radleistungsklassen

Die höchste in Betracht zu ziehende Radleistungsklasse ist die höchste Klasse in Tabelle 1-2, die $(P_{rated} \times 0,9)$ enthält. Die Zeitanteile aller ausgeschlossenen Klassen werden zu der höchsten verbleibenden Klasse hinzu addiert.

Zur Bestimmung der oberen und der unteren Grenze jeder Radleistungsklasse des geprüften Fahrzeugs in kW wird zu jedem $P_{c,norm,j}$ das jeweilige $P_{c,j}$ nach der Anleitung in Abbildung 1 berechnet.

Abbildung 1

Schema der Umwandlung der normierten vereinheitlichten Leistungsfrequenz in eine fahrzeugspezifische Leistungsfrequenz



Im folgenden Beispiel wird diese Entnormierung veranschaulicht.

Beispiel für Ausgangsdaten:

Parameter	Wert
f_0 [N]	79,19
f_1 [N]	0,73
f_2 [N/(km/h) ²]	0,03
TM [kg]	1 470
P_{rated} [kW]	120 (Beispiel 1)
P_{rated} [kW]	75 (Beispiel 2)

Entsprechende Ergebnisse:

$$P_{\text{drive}} = 70 \text{ [km/h]} / 3,6 \times (79,19 + 0,73 \text{ [N/(km/h)]} \times 70 \text{ [km/h]} + 0,03 \text{ [N/(km/h)}^2] \times (70 \text{ [km/h]})^2 + 1 \text{ 470 [kg]} \times 0,45 \text{ [m/s}^2]) \times 0,001$$

$$P_{\text{drive}} = 18,25 \text{ kW}$$

Tabelle 2

Entnormierte einheitliche Leistungsfrequenzwerte aus Tabelle 1-2 (für Beispiel 1)

Leistung Klasse Nr.	P_{c_j} [kW]		Stadt	Gesamte Fahrt
	Von >	bis ≤		
1	Alle < – 1,825	– 1,825	21,97 %	18,5611 %
2	– 1,825	1,825	28,79 %	21,8580 %
3	1,825	18,25	44,00 %	43,4583 %
4	18,25	34,675	4,74 %	13,2690 %
5	34,675	51,1	0,45 %	2,3767 %
6	51,1	67,525	0,045 %	0,4232 %
7	67,525	83,95	0,004 %	0,0511 %
8	83,95	100,375	0,0004 %	0,0024 %
9 (1)	100,375	Alle > 100,375	0,00025 %	0,0003 %

(1) Die höchste zu berücksichtigende Radleistungsklasse ist diejenige, die $0,9 \times P_{\text{rated}}$ enthält. Hier $0,9 \times 120 = 108$.

Tabelle 3

Entnormierte einheitliche Leistungsfrequenzwerte aus Tabelle 1-2 (für Beispiel 2)

Leistung Klasse Nr.	P_{c_j} [kW]		Stadt	Gesamte Fahrt
	Von >	bis ≤		
1	Alle < – 1,825	– 1,825	21,97 %	18,5611 %
2	– 1,825	1,825	28,79 %	21,8580 %
3	1,825	18,25	44,00 %	43,4583 %
4	18,25	34,675	4,74 %	13,2690 %
5	34,675	51,1	0,45 %	2,3767 %
6 (1)	51,1	Alle > 51,1	0,04965 %	0,4770 %
7	67,525	83,95	—	—
8	83,95	100,375	—	—
9	100,375	Alle > 100,375	—	—

(1) Die höchste zu berücksichtigende Radleistungsklasse ist diejenige, die $0,9 \times P_{\text{rated}}$ enthält. Hier $0,9 \times 75 = 67,5$.

3.5. Einstufung der Werte der gleitenden Durchschnitte

Jeder nach Nummer 3.2 berechnete Wert eines gleitenden Durchschnitts wird derjenigen Klasse der entnormierten Radleistung zugeordnet, in die der tatsächliche 3-Sekunden-Durchschnitt der Radleistung $P_{w,3s,k}$ gehört. Die Klassengrenzen für die entnormierte Radleistung sind nach Nummer 3.3 zu berechnen.

Die Einstufung wird für alle gleitenden 3-Sekunden-Durchschnitte der gesamten gültigen Fahrtdaten sowie für alle Stadt-Anteile der gesamten Fahrt durchgeführt. Zusätzlich werden alle der Klasse Stadt gemäß den Geschwindigkeitsgrenzen in Tabelle 1-1 zugeordneten gleitenden Durchschnitte unabhängig von dem Zeitpunkt, zu dem der gleitende Durchschnitt während der Fahrt auftrat, in einen Satz von Stadt-Leistungsklassen eingestuft.

Anschließend wird der Durchschnitt der Werte aller gleitenden 3-Sekunden-Durchschnitte innerhalb einer Radleistungsklasse je Parameter für jede Radleistungsklasse berechnet. Die im Folgenden beschriebenen Gleichungen sind einmal auf den Datensatz Stadt und einmal auf den gesamten Datensatz anzuwenden.

Einstufung der Werte der gleitenden 3-Sekunden-Durchschnitte in Leistungsklassen j ($j = 1$ bis 9):

$$\text{if } P_{Cj, \text{lower bound}} < P_{w,3s,k} \leq P_{Cj, \text{upper bound}}$$

dann ist der Klassenindex für Emissionen und Geschwindigkeit = j

Für jede Leistungsklasse wird die Anzahl der gleitenden 3-Sekunden-Durchschnitte gezählt:

$$\text{dann ist } \text{Anzahl}_j = n + 1 \text{ } P_{Cj, \text{lower bound}} < P_{w,3s,k} \leq P_{Cj, \text{upper bound}}$$

(Mit der Anzahl _{j} werden die gleitenden 3-Sekunden-Durchschnitte in einer Leistungsklasse gezählt, um später den Mindestabdeckungsbedarf zu prüfen.)

3.6. Überprüfung der Leistungsklassenabdeckung und der Normalität der Leistungsverteilung

Damit eine Prüfung gültig ist, müssen die Zeitanteile der einzelnen Radleistungsklassen innerhalb der Bereiche liegen, die in Tabelle 4 aufgeführt sind.

Tabelle 4

Für eine gültige Prüfung erforderliche Mindest- und Höchstanteile je Leistungsklasse

Leistungsklassennummer	$P_{c, \text{norm}, j}$ [-]		Gesamte Fahrt		Fahranteil Stadt	
	Von >	bis ≤	untere Grenze	obere Grenze	untere Grenze	obere Grenze
Summe 1 + 2 (1)		0,1	15 %	60 %	5 % (1)	60 %
3	0,1	1	35 %	50 %	28 %	50 %
4	1	1,9	7 %	25 %	0,7 %	25 %
5	1,9	2,8	1,0 %	10 %	> Anzahl 5	5 %
6	2,8	3,7	> Anzahl 5	2,5 %	0 %	2 %
7	3,7	4,6	0 %	1,0 %	0 %	1 %
8	4,6	5,5	0 %	0,5 %	0 %	0,5 %
9	5,5		0 %	0,25 %	0 %	0,25 %

(1) Stellen die Summe der Fahrbedingungen und der Bedingungen bei niedriger Leistung dar.

Für eine ausreichend große Stichprobe wird neben den Anforderungen in Tabelle 4 eine Mindestabdeckung von 5 gezählten Werten für die gesamte Fahrt in jeder Radleistungsklasse bis zu der Klasse verlangt, die 90 % der Nennleistung enthält.

Für den Teil Stadt der Fahrt ist eine Mindestabdeckung von 5 gezählten Werten in jeder Radleistungsklasse bis zur Klasse 5 erforderlich. Betragen die gezählten Werte im Teil Stadt der Fahrt in einer Radleistungsklasse mit einer Nummer über 5 weniger als 5, wird der Durchschnittswert der Emissionen dieser Klasse auf Null gesetzt.

3.7. Bildung der Durchschnitte der Messwerte je Radleistungsklasse

Aus den in jeder Radleistungsklasse sortierten gleitenden Durchschnitten wird der Durchschnitt wie folgt gebildet:

$$\bar{m}_{gas,j} = \frac{\sum_{\text{all } k \text{ in class } j} m_{gas,3s,k}}{counts_j}$$

$$\bar{v}_j = \frac{\sum_{\text{all } k \text{ in class } j} v_{3s,k}}{counts_j}$$

Dabei ist:

j die Radleistungsklasse 1 bis 9 nach Tabelle 1

$\bar{m}_{gas,j}$ der durchschnittlicher Emissionswert eines Abgasbestandteils in einer Radleistungsklasse (gesonderte Werte für gesamte Fahrt und die Stadt-Teile der Fahrt), [g/s]

\bar{v}_j die durchschnittliche Geschwindigkeit in einer Radleistungsklasse (gesonderte Werte für gesamte Fahrt und die Stadt-Teile der Fahrt), [km/h]

k die Phase für die Werte gleitender Durchschnitte

3.8. Gewichtung der Durchschnittswerte je Radleistungsklasse

Die Durchschnittswerte jeder Radleistungsklasse werden mit dem Zeitanteil $t_{c,j}$ je Klasse nach Tabelle 1-2 multipliziert sowie addiert, um den Wert des gewichteten Durchschnitts für jeden Parameter zu bestimmen. Dieser Wert stellt das gewichtete Ergebnis für eine Fahrt mit den vereinheitlichten Leistungsfrequenzen dar. Für den Teil Stadt der Prüfdaten werden die gewichteten Durchschnitte unter Verwendung der Zeitanteile für die Stadt-Leistungsverteilung berechnet, für die gesamte Fahrt mit den Zeitanteilen für die gesamte Fahrt.

Die im Folgenden beschriebenen Gleichungen sind einmal auf den Datensatz Stadt und einmal auf den gesamten Datensatz anzuwenden.

$$\bar{m}_{gas} = \sum_{j=1}^9 \bar{m}_{gas,j} \times t_{c,j}$$

$$\bar{v} = \sum_{j=1}^9 \bar{v}_j \times t_{c,j}$$

3.9. Berechnung des gewichteten entfernungsabhängigen Emissionswerts

Die zeitabhängigen gewichteten Durchschnitte der Emissionen in der Prüfung werden einmal für den Stadt-Datensatz und einmal für den gesamten Datensatz wie folgt in entfernungsabhängige Emissionen umgewandelt:

$$M_{w,gas,d} = 1\,000 \cdot \frac{\bar{m}_{gas} \times 3\,600}{\bar{v}}$$

Mit dieser Formel werden die gewichteten Durchschnitte für die folgenden Schadstoffe berechnet:

$M_{w,NO_x,d}$ gewichtetes Ergebnis der Prüfung auf NO_x in [mg/km]

$M_{w,CO,d}$ gewichtetes Ergebnis der Prüfung auf CO in [mg/km]

4. BEWERTUNG DER RADLEISTUNG ANHAND DES MOMENTANEN CO_2 -DURCHSATZES

Die Leistung an den Rädern ($P_{w,i}$) lässt sich aus dem mit einer Frequenz von 1 Hz gemessenen CO_2 -Massendurchsatz berechnen. Für diese Berechnung werden die fahrzeugspezifischen CO_2 -Geraden („Veline“) verwendet.

Die Berechnung der Veline erfolgt anhand der Fahrzeugtypgenehmigungsprüfung im WLTC nach dem in der UNECE globalen technischen Regelung Nr. 15 der UNECE — Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure (ECE/TRANS/180/Add.15) beschriebenen Verfahren.

Für jede WLTC-Phase wird die durchschnittliche Radleistung mit der Frequenz 1 Hz aus der gemessenen Fahrgeschwindigkeit und den Einstellungen des Rollenprüfstands berechnet. Alle Radleistungswerte, die unter der Widerstandsleistung liegen, werden auf den Wert der Widerstandsleistung gesetzt.

$$P_{w,i} = \frac{v_i}{3,6} \times (f_0 + f_1 \times v_i + f_2 \times v_i^2 + TM \times a_i) \times 0,001$$

Dabei sind

f_0, f_1, f_2 die bei der WLTC-Prüfung mit dem Fahrzeug verwendeten Fahrwiderstandskoeffizienten

TM die bei der WLTC-Prüfung mit dem Fahrzeug verwendete Prüfmasse des Fahrzeugs [kg]

$$P_{drag} = -0,04 \times P_{rated}$$

$$\text{if } P_{w,i} < P_{drag} \text{ then } P_{w,i} = P_{drag}$$

Die durchschnittliche Leistung der jeweiligen WLTC-Phase wird anhand der Radleistung mit 1 Hz wie folgt berechnet:

$$\bar{P}_{w,p} = \frac{\sum_{j=ts}^{te} P_{w,i}}{te - ts}$$

Dabei sind

p die Phase des WLTC (niedrig, mittel, hoch und sehr hoch)

ts der Zeitpunkt des Beginns der WLTC-Phase p, [s]

te der Zeitpunkt des Endes der WLTC-Phase, [s]

Anschließend wird eine lineare Regression vorgenommen; dabei werden die Werte des CO_2 -Massendurchsatzes aus den Beutelwerten des WLTC auf der y-Achse abgetragen und die aus der durchschnittlichen Radleistung je Phase auf der x-Achse, wie in Abbildung 2 veranschaulicht.

Die sich daraus ergebende Veline-Gleichung zeigt den CO_2 -Massendurchsatz als Funktion der Radleistung:

$$CO_{2,i} = k_{WLTC} \times P_{w,i} + D_{WLTC} \quad CO_2 \text{ in [g/h]}$$

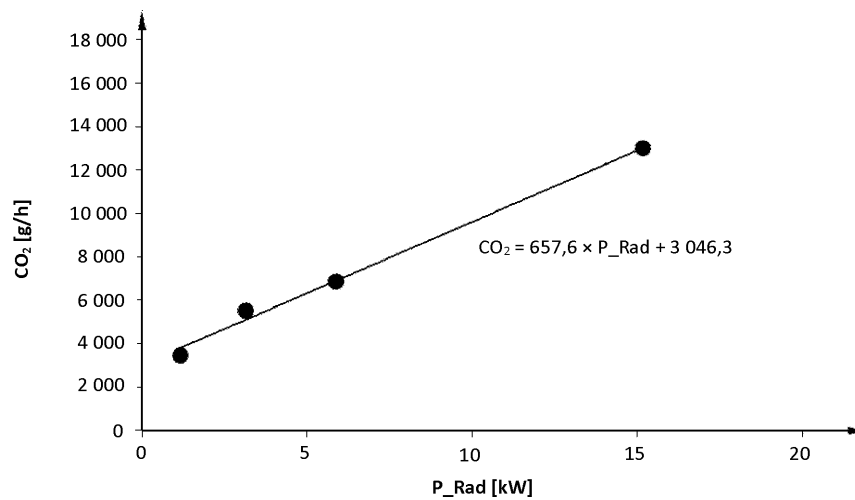
Dabei ist:

k_{WLTC} die Steigung der Veline aus dem WLTC, [g/kWh]

D_{WLTC} der Achsabschnitt der Veline aus dem WLTC, [g/h]

Abbildung 2

Schema für die Konstruktion der fahrzeugspezifischen Veline anhand der Ergebnisse der CO₂-Prüfung in den vier Phasen des WLTC



Die tatsächliche Radleistung wird aus dem gemessenen CO₂-Massendurchsatz wie folgt berechnet:

$$P_{w,i} = \frac{CO_{2,i} - D_{WLTC}}{k_{WLTC}}$$

Dabei wird

CO₂ in [g/h] angegeben und

P_{w,i} in [kW].

Mit den folgenden zusätzlichen Bedingungen in der Berechnung kann die vorstehende Gleichung dazu dienen, P_{w,i} für die Einstufung der gemessenen Emissionen nach der Beschreibung in Nummer 3 zu bestimmen.

wenn $v_i < 0,5$ und wenn $a_i < 0$, dann ist $P_{w,i} = 0$ v in [m/s]

wenn $CO_{2,i} < 0,5 \times D_{WLTC}$ dann ist $P_{w,i} = P_{drag}$ v in [m/s]

Anlage 7

Fahrzeugauswahl für PEMS-Prüfungen bei der ursprünglichen Typgenehmigung

1. EINLEITUNG

PEMS-Prüfungen brauchen wegen ihrer besonderen Eigenschaften nicht für jeden „Fahrzeugtyp hinsichtlich der Emissionen und der entsprechenden Reparatur- und Wartungsinformationen“ der in Artikel 2 Absatz 1 dieser Verordnung definiert ist und im Folgenden als Fahrzeugemissionstyp bezeichnet wird, durchgeführt zu werden. Der Hersteller kann mehrere Fahrzeugemissionstypen gemäß den Anforderungen von Nummer 3 zu einer PEMS-Prüffamilie zusammenfassen, welche nach den Anforderungen von Nummer 4 zu validieren ist.

2. SYMBOLE, PARAMETER UND EINHEITEN

- N — Anzahl der Fahrzeugemissionstypen
NT — Mindestanzahl der Fahrzeugemissionstypen
 PMR_H — Höchstes spezifisches Leistungsgewicht aller Fahrzeuge in der PEMS-Prüffamilie
 PMR_L — Geringstes spezifisches Leistungsgewicht aller Fahrzeuge in der PEMS-Prüffamilie
 V_{eng_max} — Größter Hubraum aller Fahrzeuge in der PEMS-Prüfung Familie

3. ZUSAMMENSTELLUNG VON PEMS-PRÜFFAMILIEN

Eine PEMS-Prüffamilie besteht aus Fahrzeugen mit ähnlichen Emissionsmerkmalen. Die Einbeziehung von Fahrzeugemissionstypen nach Wahl des Herstellers in eine PEMS-Prüffamilie ist nur dann zulässig, wenn sie in Bezug auf die Merkmale in den Nummern 3.1 und 3.2 identisch sind.

3.1. **Verwaltungstechnische Kriterien**

- 3.1.1. Die Genehmigungsbehörde, die die Emissionstypgenehmigung nach der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 erteilt
3.1.2. Ein einzelner Fahrzeughersteller

3.2. **Technische Kriterien**

- 3.2.1. Art des Antriebs (z. B. Verbrennungsmotor (ICE), Hybridelektrofahrzeug (HEV), Steckdosenhybrid (PHEV))
3.2.2. Kraftstoffarten (z. B. Benzin, Diesel, LPG, NG usw.) Fahrzeuge für Zweistoff- oder Flex-Fuel-Betrieb können zusammen mit anderen Fahrzeugen eingruppiert werden, mit dem sie einen Kraftstoff gemein haben.
3.2.3. Arbeitsverfahren (z. B. Zweitakt-, Viertaktmotor)
3.2.4. Zylinderanzahl
3.2.5. Anordnung der Zylinder (Reihe, V-förmig, radial, horizontal gegenüberliegend).
3.2.6. Hubraum
Der Fahrzeughersteller gibt einen Wert V_{eng_max} (größter Hubraum aller Fahrzeuge in der PEMS-Prüffamilie) an. Die Hubräume der Fahrzeuge in der PEMS-Prüffamilie dürfen von V_{eng_max} , wenn $V_{eng_max} \geq 1\,500$ ccm ist, um nicht mehr als – 22 % abweichen und wenn $V_{eng_max} < 1\,500$ ccm ist, um nicht mehr als – 32 %.
3.2.7. Art der Kraftstoffzufuhr (z. B. indirekte, direkte oder kombinierte Einspritzung)
3.2.8. Kühlsystem (z. B. Luft, Wasser, Öl)
3.2.9. Ansaugmethode wie natürliche Ansaugung, Aufladung, Art des Aufladers (z. B. mit Antrieb von außen, Einzel- oder Mehrfachturbolader, variable Geometrien ...)

- 3.2.10. Typen und Aufeinanderfolge der Abgasnachbehandlungseinrichtungen (z. B. 3-Wege-Katalysator, Oxidationskatalysator, Mager-NO_x-Falle, selektive katalytische Reduktion (SCR), Mager-NO_x-Katalysatoren, Partikelfilter)
- 3.2.11. Abgasrückführung (mit oder ohne, intern oder extern, gekühlt oder nicht gekühlt, niedriger oder hoher Druck)

3.3. Erweiterung einer PEMS-Prüffamilie

Eine bestehende PEMS-Prüffamilie kann durch Aufnahme neuer Fahrzeugemissionstypen erweitert werden. Die erweiterte PEMS-Prüffamilie und deren Validierung müssen die Anforderungen der Nummern 3 und 4 ebenfalls erfüllen. Dazu können insbesondere PEMS-Prüfungen zusätzlicher Fahrzeuge mit dem Ziel erforderlich sein, die erweiterte PEMS-Prüffamilie gemäß Nummer 4 zu validieren.

3.4. Andersartige PEMS-Prüffamilie

Anstatt die Bestimmungen von Nummern 3.1 bis 3.2 zu befolgen, kann der Fahrzeughersteller eine PEMS-Familie festlegen, die mit einem einzigen Fahrzeugemissionstyp identisch ist. In diesem Fall gilt die Anforderung von Nummer 4.1.2 zur Validierung der PEMS-Prüffamilie nicht.

4. VALIDIERUNG EINER PEMS-PRÜFFAMILIE

4.1. Allgemeine Anforderungen für die Validierung einer PEMS-Prüffamilie

- 4.1.1. Der Fahrzeughersteller führt der Typgenehmigungsbehörde ein repräsentatives Fahrzeug der PEMS-Prüffamilie vor. Ein technischer Dienst prüft das Fahrzeug mit einer PEMS-Prüfung, um nachzuweisen, dass das repräsentative Fahrzeug die Anforderungen dieses Anhangs erfüllt.
- 4.1.2. Die Behörde, die dafür zuständig ist, die Genehmigung des Emissionstyps gemäß der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 zu erteilen, wählt nach den Anforderungen von Nummer 4.2 dieses Anhangs weitere Fahrzeuge für PEMS-Prüfungen durch einen technischen Dienst aus, um nachzuweisen, dass die ausgewählten Fahrzeuge die Anforderungen dieses Anhangs erfüllen. Die technischen Kriterien für die Auswahl eines zusätzlichen Fahrzeugs gemäß Nummer 4.2 dieser Anlage werden zusammen mit dem Prüfergebnissen aufgezeichnet.
- 4.1.3. Mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde kann eine PEMS-Prüfung auch von einer dritten Stelle unter Aufsicht eines technischen Dienstes unter der Voraussetzung gefahren werden, dass wenigstens die in dieser Anlage Nummer 4.2.2 und 4.2.6 verlangten Prüfungen und insgesamt wenigstens 50 % der in dieser Anlage verlangten PEMS-Prüfungen zur Validierung der PEMS-Prüffamilie von einem technischen Dienst gefahren werden. In diesem Falle bleibt der technische Dienst für die ordnungsgemäße Durchführung aller PEMS-Prüfungen gemäß den Anforderungen dieses Anhangs verantwortlich.
- 4.1.4. Unter den nachstehenden Bedingungen können die Ergebnisse der PEMS-Prüfung eines bestimmten Fahrzeugs zur Validierung verschiedener PEMS-Prüffamilien gemäß den Anforderungen dieser Anlage verwendet werden:
 - die zu allen zu validierenden PEMS-Prüffamilien gehörenden Fahrzeuge werden von einer einzigen Behörde gemäß den Anforderungen der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 genehmigt und diese Behörde ist damit einverstanden, dass die PEMS-Prüfergebnisse für ein bestimmtes Fahrzeug zur Validierung verschiedener PEMS-Prüffamilien verwendet werden
 - jede zu validierende PEMS-Prüffamilie umfasst einen Fahrzeugemissionstyp, zu dem das jeweilige Fahrzeug gehört

Bei jeder Validierung wird davon ausgegangen, dass die jeweils anwendbaren Verantwortlichkeiten vom Hersteller der Fahrzeuge in der jeweiligen Familie unabhängig davon getragen werden, ob dieser Hersteller an der PEMS-Prüfung des jeweiligen Fahrzeugemissionstyps beteiligt war.

4.2. Auswahl von Fahrzeugen für PEMS-Prüfungen bei der Validierung einer PEMS-Prüffamilie

Die Auswahl von Fahrzeugen aus einer PEMS-Prüffamilie muss so erfolgen, dass sichergestellt ist, dass die folgenden für Schadstoffemissionen maßgeblichen technischen Merkmale mit einer PEMS-Prüfung erfasst werden. Ein für Prüfungen ausgewähltes Fahrzeug kann für verschiedene technische Merkmale repräsentativ sein. Fahrzeuge zur Validierung einer PEMS-Prüffamilie werden wie folgt für PEMS-Prüfungen ausgewählt:

- 4.2.1. Für jede Kraftstoffkombination (z. B. Benzin-LPG, Benzin-NG, nur Benzin), mit der einige Fahrzeuge der PEMS-Prüffamilie betrieben werden können, wird für PEMS-Prüfungen wenigstens ein Fahrzeug ausgesucht, das mit dieser Kraftstoffkombination betrieben werden kann.

- 4.2.2. Der Hersteller gibt einen Wert für PMR_H (= höchstes Leistungsgewicht aller Fahrzeuge in der PEMS-Prüffamilie) sowie einen Wert PMR_L (= niedrigstes Leistungsgewicht aller Fahrzeuge in der PEMS-Prüffamilie) an. In diesem Zusammenhang entspricht das Leistungsgewicht dem Verhältnis zwischen der höchsten Nutzleistung des Verbrennungsmotors laut Anhang Anlage 3 Nummer 3.2.1.8 dieser Verordnung und der Bezugsmasse im Sinne von Artikel 3 Absatz 3 der Verordnung (EG) Nr. 715/2007. Für die Prüfungen ausgewählt werden wenigstens eine Fahrzeugkonfiguration, die für das angegebene PMR_H , sowie eine Fahrzeugkonfiguration, die für das angegebene PMR_L einer PEMS-Prüffamilie repräsentativ sind. Weicht das Leistung-Masse-Verhältnis eines Fahrzeugs um höchstens 5 % von dem für PMR_H , oder PMR_L angegebenen Wert ab, gilt das Fahrzeug als für diesen Wert repräsentativ.
- 4.2.3. Für die Prüfungen wird wenigstens ein Fahrzeug für jeden in Fahrzeugen der PEMS-Familie eingebauten Getriebetyp (z. B. Handschaltgetriebe, Automatikgetriebe, Doppelkupplungsgetriebe) ausgewählt.
- 4.2.4. Falls die PEMS-Prüffamilie Fahrzeuge mit Vierradantrieb umfasst, wird der wenigstens ein solches Fahrzeug für die Prüfungen ausgewählt.
- 4.2.5. Für jeden in der PEMS-Familie auftretenden Hubraum wird wenigstens ein repräsentatives Fahrzeug geprüft.
- 4.2.6. Für jede Anzahl eingebauter Abgasnachbehandlungsbauteile wird wenigstens ein Fahrzeug für die Prüfungen ausgewählt.
- 4.2.7. Unbeschadet der Bestimmungen der Punkte 4.2.1 bis 4.2.6 wird für die Prüfungen wenigstens die folgende Anzahl von Fahrzeugemissionstypen einer bestimmten PEMS-Prüffamilie ausgewählt:

Anzahl N von Fahrzeugemissionstypen in einer PEMS-Prüffamilie	Mindestanzahl NT von für PEMS-Prüfungen ausgewählten Fahrzeugemissionstypen
1	1
2 bis 4	2
5 bis 7	3
8 bis 10	4
11 bis 49	$NT = 3 + 0,1 \times Nr (*)$
über 49	$NT = 0,15 \times N (*)$

(*) NT darf nicht auf die nächstgrößere ganze Zahl gerundet werden.

5. BERICHTERSTATTUNG

- 5.1. Der Fahrzeughersteller stellt eine vollständige Beschreibung der PEMS-Prüffamilie bereit, die insbesondere die in Nummer 3.2 beschriebenen technischen Kriterien umfasst, und legt sie der zuständigen Typgenehmigungsbehörde vor.
- 5.2. Der Hersteller weist der PEMS-Prüffamilie eine eindeutige Kennnummer im Format MS-OEM-X-Y zu und teilt sie der Typgenehmigungsbehörde mit. Darin ist MS die Kennnummer des Mitgliedstaats, der die EG-Typgenehmigung⁽¹⁾ erteilt, OEM sind drei Zeichen für den Hersteller, X ist eine laufende Nummer zur Kennzeichnung der PEMS-Prüffamilie und Y ein Zähler für deren Erweiterungen (der für eine noch nicht erweiterte PEMS-Prüffamilie mit 0 beginnt).

⁽¹⁾ 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, 25 für Kroatien 26 für Slowenien, 27 für die Slowakei, 29 für Estland, 32 für Lettland, 34 für Bulgarien, 36 für Litauen, 49 für Zypern, 50 für Malta

- 5.3. Die Typgenehmigungsbehörde und der Fahrzeughersteller führen auf Grundlage der Genehmigungsnummern der Emissionstypen eine Liste der Fahrzeugemissionstypen, die zu einer bestimmten PEMS-Prüffamilie gehören. Für jeden Emissionstyp werden ebenso alle entsprechenden Kombinationen von Fahrzeugtypgenehmigungsnummern, Typen, Varianten und Versionen im Sinne der Abschnitte 0.10 und 0.2 der EG-Übereinstimmungsbescheinigung des Fahrzeugs bereitgestellt.
 - 5.4. Die Typgenehmigungsbehörde und der Fahrzeughersteller führen eine Liste der für PEMS-Prüfungen ausgewählten Fahrzeugemissionstypen zur Validierung einer PEMS-Prüffamilie gemäß Nummer 4; die Liste enthält auch die erforderlichen Informationen darüber, wie die Auswahlkriterien von Nummer 4.2 erfasst sind. Diese Liste enthält auch die Angabe, ob die Bestimmungen von Nummer 4.1.3 auf eine bestimmte PEMS-Prüfung angewandt wurden.
-

Anlage 8

Datenaustausch und Berichtspflichten

1. EINLEITUNG

In dieser Anlage werden die Anforderungen an den Datenaustausch zwischen den Messsystemen und der Datenauswertungssoftware sowie für die Meldung und den Austausch der Zwischen- und Endergebnisse nach Abschluss der Datenauswertung beschrieben.

Der Austausch und die Meldung vorgeschriebener und optionaler Parameter erfolgt gemäß den Anforderungen der Anlage 1 Nummer 3.2. Die in den Austausch- und Berichtsdateien von Nummer 3 aufgeführten Daten sind zu melden, damit die Nachvollziehbarkeit der endgültigen Ergebnisse uneingeschränkt gewährleistet ist.

2. SYMBOLE, PARAMETER UND EINHEITEN

a_1 — Koeffizient der charakteristischen Kurve für CO₂

b_1 — Koeffizient der charakteristischen Kurve für CO₂

a_2 — Koeffizient der charakteristischen Kurve für CO₂

b_2 — Koeffizient der charakteristischen Kurve für CO₂

k_{11} — Koeffizient der Gewichtungsfunktion

k_{12} — Koeffizient der Gewichtungsfunktion

k_{21} — Koeffizient der Gewichtungsfunktion

k_{22} — Koeffizient der Gewichtungsfunktion

tol_1 — primäre Toleranz

tol_2 — sekundäre Toleranz

3. DATENAUSTAUSCH UND BERICHTSFORMAT

3.1. **Allgemeines**

Die Emissionswerte und alle anderen maßgeblichen Parameter werden in einer Datei mit dem Format csv gemeldet und ausgetauscht. Die Werte der Parameter werden durch Kommata (ASCII-Code #h2C) voneinander getrennt. Zur Trennung von Dezimalenstellen wird der Punkt (ASCII-Code #h2E) verwendet. Zeilen werden jeweils mit einem Wagenrücklauf (ASCII-Code #h0D) beendet. Trennzeichen für Tausenderstellen werden nicht verwendet.

3.2. **Datenaustausch**

Zum Datenaustausch zwischen den Messsystemen und der Datenauswertungssoftware wird eine vereinheitlichte Berichtsdatei verwendet, die einen Mindestsatz vorgeschriebener und optionaler Parameter umfasst. Die Datei für die Datenübertragung ist folgendermaßen aufgebaut: Die ersten 195 Zeilen sind einem Kopftext mit bestimmten Angaben über die Prüfbedingungen, über die Identität und Kalibrierung der PEMS-Ausrüstung und dergleichen (Tabelle 1) vorbehalten. Die Zeilen 198-200 enthalten die Bezeichnungen und Einheiten von Parametern. Die Zeile 201 und alle darauffolgenden Zeilen enthalten den Hauptteil der Datenaustauschdatei und die gemeldeten Parameterwerte (Tabelle 2). Der Hauptteil der Datenaustauschdatei enthält wenigstens so viele Datenzeilen wie die Dauer der Prüfung Sekunden, multipliziert mit der Aufzeichnungsfrequenz in Hertz.

3.3. **Zwischen- und Endergebnisse**

Die Hersteller zeichnen die Parameter der Zwischenergebnisse zusammengefasst und gemäß der Gliederung in Tabelle 3 auf. Die Angaben in Tabelle 3 müssen ermittelt werden, bevor die Datenauswertungsmethoden in den Anlagen 5 und 6 zur Anwendung kommen.

Der Fahrzeughersteller zeichnet die Ergebnisse der beiden Datenauswertungsmethoden in gesonderten Dateien auf. Die Ergebnisse der Datenauswertung mit der in Anlage 5 beschriebenen Methode werden entsprechend den Tabellen 4, 5 und 6 gemeldet. Die Ergebnisse der Datenauswertung mit der in Anlage 6 beschriebenen Methode werden entsprechend den Tabellen 7, 8 und 9 gemeldet. Der Kopftext der Berichtsdatei besteht aus drei Teilen. Die ersten 95 Zeilen sind besonderen Angaben über die Einstellungen der Datenauswertungsmethode vorbehalten. Die Zeilen 101 bis 195 dienen zur Meldung der Ergebnisse der Datenauswertungsmethode. Die Zeilen 201-490 sind der Meldung der endgültigen Emissionsergebnisse vorbehalten. Zeile 501 und alle darauffolgenden Datenzeilen enthalten den Hauptteil der Berichtsdatei und die ausführlichen Ergebnisse der Datenauswertung.

4. TABELLEN FÜR DIE TECHNISCHE BERICHTERSTATTUNG

4.1. Datenaustausch

Tabelle 1

Kopftext der Datenaustauschdatei

Zeile	Parameter	Beschreibung/Einheit
1	PRÜFUNGSKENNUNG	[Code]
2	Prüftermin	[Tag. Monat. Jahr]
3	Organisation, die die Prüfung überwacht	[Name der Organisation]
4	Ort der Prüfung	[Stadt, Land]
5	Person, die die Prüfung überwacht	[Name des Hauptüberwachers]
6	Fahrer des Fahrzeugs	[Name des Fahrers]
7	Fahrzeugtyp	[Name des Fahrzeugs]
8	Fahrzeughersteller	[Name]
9	Modelljahr des Fahrzeugs	[Jahr]
10	Fahrzeug-Identifizierungsnummer	[FIN-Code]
11	Wegmesserstand zu Beginn der Prüfung	[km]
12	Wegmesserstand am Ende der Prüfung	[km]
13	Fahrzeugklasse	[Klasse]
14	Emissionsgrenzwert für die Typgenehmigung	[Euro X]
15	Motortyp	[z. B. Fremdzündung, Selbstzündung]
16	Nennleistung des Motors	[kW]
17	Spitzendrehmoment	Nm
18	Hubraum	[ccm]
19	Getriebe	[z. B. Handschaltgetriebe, Automatikgetriebe]
20	Anzahl der Vorwärtsgänge	[#]

Zeile	Parameter	Beschreibung/Einheit
21	Kraftstoff	[z. B. Benzin, Diesel]
22	Schmiermittel	[Produktetikett]
23	Reifengröße	[Breite/Höhe/Felgendurchmesser]
24	Reifenluftdruck für Vorder- und Hinterachse	[bar; bar]
25	Fahrwiderstandsparameter	[F_0 , F_1 , F_2]
26	Prüfzyklus der Typgenehmigung	[NEDC, WLTC]
27	CO ₂ -Emissionen für die Typgenehmigung	[g/km]
28	CO ₂ -Emissionen im WLTC-Modus niedrige Geschwindigkeit	[g/km]
29	CO ₂ -Emissionen im WLTC-Modus mittlere Geschwindigkeit	[g/km]
30	CO ₂ -Emissionen im WLTC-Modus hohe Geschwindigkeit	[g/km]
31	CO ₂ -Emissionen im WLTC-Modus sehr hohe Geschwindigkeit	[g/km]
32	Prüfmasse des Fahrzeugs ⁽¹⁾	[kg;% ⁽²⁾]
33	Hersteller des PEMS	[Name]
34	PEMS-Typ	[PEMS-Name]
35	PEMS-Seriennummer	[Nummer]
36	PEMS-Stromversorgung	[z. B. Batterietyp]
37	Hersteller des Gasanalysators	[Name]
38	Typ des Gasanalysators	[Typ]
39	Seriennummer des Gasanalysators	[Nummer]
40-50 ⁽³⁾
51	Hersteller des Abgasdurchsatzmessers (EFM — Exhaust Flow Meter)	[Name]
52	Typ des Sensors des Abgasdurchsatzmessers (EFM) ⁽⁴⁾	[Arbeitsweise]
53	EFM-Seriennummer	[Nummer]
54	Quelle des Wertes der Abgasmassendurchsatzes	[EFM/ECU/Sensor]
55	Luftdruckfühler	[Typ, Hersteller]
56	Prüftermin	[Tag. Monat. Jahr]

Zeile	Parameter	Beschreibung/Einheit
57	Zeitpunkt des Beginns der vor der Prüfung auszuführenden Arbeiten	[h:min]
58	Zeitpunkt des Fahrtbeginns	[h:min]
59	Zeitpunkt des Beginns der nach der Prüfung auszuführenden Arbeiten	[h:min]
60	Zeitpunkt des Endes der vor der Prüfung auszuführenden Arbeiten	[h:min]
61	Zeitpunkt des Fahrtendes	[h:min]
62	Zeitpunkt des Endes der nach der Prüfung auszuführenden Arbeiten	[h:min]
63-70 ⁽⁵⁾
71	Zeitberichtigung: THC-Verschiebung	[s]
72	Zeitberichtigung: CH ₄ -Verschiebung	[s]
73	Zeitberichtigung: NMHC-Verschiebung	[s]
74	Zeitberichtigung: O ₂ -Verschiebung	[s]
75	Zeitberichtigung: P-Verschiebung	[s]
76	Zeitberichtigung: CO-Verschiebung	[s]
77	Zeitberichtigung: CO ₂ -Verschiebung	[s]
78	Zeitberichtigung: NO-Verschiebung	[s]
79	Zeitberichtigung: NO ₂ -Verschiebung	[s]
80	Zeitberichtigung: Verschiebung des Absatzmas sendurchsatzes	[s]
81	Justierbezugswert für THC	[ppm]
82	Justierbezugswert für CH ₄	[ppm]
83	Justierbezugswert für NMC	[ppm]
84	Justierbezugswert für O ₂	[%]
85	Justierbezugswert für P	[#]
86	Justierbezugswert für CO	[ppm]
87	Justierbezugswert für CO ₂	[%]
88	Justierbezugswert für NO	[ppm]
89	Justierbezugswert für NO ₂	[ppm]
90-95 ⁽⁵⁾

Zeile	Parameter	Beschreibung/Einheit
96	Ansprechen auf ein Nullsignal für THC vor der Prüfung	[ppm]
97	Ansprechen auf ein Nullsignal für CH ₄ vor der Prüfung	[ppm]
98	Ansprechen auf ein Nullsignal für NMHC vor der Prüfung	[ppm]
99	Ansprechen auf ein Nullsignal für O ₂ vor der Prüfung	[%]
100	Ansprechen auf ein Nullsignal für P vor der Prüfung	[#]
101	Ansprechen auf ein Nullsignal für CO vor der Prüfung	[ppm]
102	Ansprechen auf ein Nullsignal für CO ₂ vor der Prüfung	[%]
103	Ansprechen auf ein Nullsignal für NO vor der Prüfung	[ppm]
104	Ansprechen auf ein Nullsignal für CO ₂ vor der Prüfung	[ppm]
105	Ansprechen auf ein Justiersignal für THC vor der Prüfung	[ppm]
106	Ansprechen auf ein Justiersignal für CH ₄ vor der Prüfung	[ppm]
107	Ansprechen auf ein Justiersignal für NMHC vor der Prüfung	[ppm]
108	Ansprechen auf ein Justiersignal für O ₂ vor der Prüfung	[%]
109	Ansprechen auf ein Justiersignal für P vor der Prüfung	[#]
110	Ansprechen auf ein Justiersignal für CO vor der Prüfung	[ppm]
111	Ansprechen auf ein Justiersignal für CO ₂ vor der Prüfung	[%]
112	Ansprechen auf ein Justiersignal für NO vor der Prüfung	[ppm]
113	Ansprechen auf ein Justiersignal für NO ₂ vor der Prüfung	[ppm]
114	Ansprechen auf ein Nullsignal für THC nach der Prüfung	[ppm]
115	Ansprechen auf ein Nullsignal für CH ₄ nach der Prüfung	[ppm]
116	Ansprechen auf ein Nullsignal für NMHC nach der Prüfung	[ppm]
117	Ansprechen auf ein Nullsignal für O ₂ nach der Prüfung	[%]
118	Ansprechen auf ein Nullsignal für P nach der Prüfung	[#]

Zeile	Parameter	Beschreibung/Einheit
119	Ansprechen auf ein Nullsignal für CO nach der Prüfung	[ppm]
120	Ansprechen auf ein Nullsignal für CO ₂ nach der Prüfung	[%]
121	Ansprechen auf ein Nullsignal für NO nach der Prüfung	[ppm]
122	Ansprechen auf ein Nullsignal für NO ₂ nach der Prüfung	[ppm]
123	Ansprechen auf ein Justiersignal für THC nach der Prüfung	[ppm]
124	Ansprechen auf ein Justiersignal für CH ₄ nach der Prüfung	[ppm]
125	Ansprechen auf ein Justiersignal für NMHC nach der Prüfung	[ppm]
126	Ansprechen auf ein Justiersignal für O ₂ nach der Prüfung	[%]
127	Ansprechen auf ein Justiersignal für P nach der Prüfung	[#]
128	Ansprechen auf ein Justiersignal für CO nach der Prüfung	[ppm]
129	Ansprechen auf ein Justiersignal für CO ₂ nach der Prüfung	[%]
130	Ansprechen auf ein Justiersignal für NO nach der Prüfung	[ppm]
131	Ansprechen auf ein Justiersignal für NO ₂ nach der Prüfung	[ppm]
132	PEMS-Validierung — Ergebnisse für THC	[mg/km;%] ⁽⁶⁾
133	PEMS-Validierung — Ergebnisse für CH ₄	[mg/km;%] ⁽⁶⁾
134	PEMS-Validierung — Ergebnisse für NMHC	[mg/km;%] ⁽⁶⁾
135	PEMS-Validierung — Ergebnisse für P	[#/km;%] ⁽⁶⁾
136	PEMS-Validierung — Ergebnisse für CO	[mg/km;%] ⁽⁶⁾
137	PEMS-Validierung — Ergebnisse für CO ₂	[g/km;%] ⁽⁶⁾
138	PEMS-Validierung — Ergebnisse für NO _x	[mg/km;%] ⁽⁶⁾
(7)...	... (7)	... (7)

(1) Masse des Fahrzeugs bei der Prüfung auf der Straße, einschließlich der Masse des Fahrers und sämtlicher PEMS-Bauteile.

(2) Die Prozentangabe gibt die Abweichung vom zulässigen Gesamtgewicht an.

(3) Platzhalter für zusätzliche Angaben zum Hersteller des Analysators und für Seriennummern, falls mehrere Analysatoren verwendet werden. Die Angabe der vorbehaltenen Zeilen dient lediglich als Anhaltspunkt; die ausgefüllte Berichtsdatei darf keine leeren Zeilen enthalten.

(4) Verbindlich vorgeschrieben, falls der Abgasmassendurchsatz mit einem EFM bestimmt wird.

(5) Falls zusätzliche Angaben verlangt werden, sind sie hier einzutragen.

(6) Die PEMS-Validierung ist optional; entfernungsabhängige Emissionen, wie mit dem PEMS gemessen; die Prozentangabe gibt die Abweichung vom Laborbezugswert an.

(7) Bis zur Zeile 195 können zusätzliche Parameter hinzugefügt werden, um die Prüfung näher zu beschreiben und zu bezeichnen.

Tabelle 2

Hauptteil der Datenaustauschdatei; die Zeilen und Spalten dieser Tabelle werden im Hauptteil der Austauschdatei vertauscht

Zeile	198	199 ⁽¹⁾	200	201
	Zeit	Fahrt	[s]	(2)
	Fahrzeuggeschwindigkeit ⁽³⁾	Sensor	[km/h]	(2)
	Fahrzeuggeschwindigkeit ⁽³⁾	GPS	[km/h]	(2)
	Fahrzeuggeschwindigkeit ⁽³⁾	ECU	[km/h]	(2)
	Breitengrad	GPS	[deg:min:s]	(2)
	Längengrad	GPS	[deg:min:s]	(2)
	Höhe ⁽³⁾	GPS	[m]	(2)
	Höhe ⁽³⁾	Sensor	[m]	(2)
	Umgebungsdruck	Sensor	[kPa]	(2)
	Umgebungstemperatur	Sensor	[K]	(2)
	Umgebungsfeuchte	Sensor	[g/kg; %]	(2)
	THC-Konzentration	Analysator	[ppm]	(2)
	CH ₄ -Konzentration	Analysator	[ppm]	(2)
	NMHC-Konzentration	Analysator	[ppm]	(2)
	CO-Konzentration	Analysator	[ppm]	(2)
	CO ₂ -Konzentration	Analysator	[ppm]	(2)
	NO _x -Konzentration	Analysator	[ppm]	(2)
	NO-Konzentration	Analysator	[ppm]	(2)
	NO ₂ -Konzentration	Analysator	[ppm]	(2)
	O ₂ -Konzentration	Analysator	[ppm]	(2)
	P-Konzentration	Analysator	[#/m ³]	(2)
	Abgasmassendurchsatz	EFM	[kg/s]	(2)
	Abgastemperatur im EFM	EFM	[K]	(2)

Zeile	198	199 (1)	200	201
	Abgasmassendurchsatz	Sensor	[kg/s]	(2)
	Abgasmassendurchfluss	ECU	[kg/s]	(2)
	THC-Masse	Analysator	[g/s]	(2)
	CH ₄ -Masse	Analysator	[g/s]	(2)
	NMHC-Masse	Analysator	[g/s]	(2)
	CO-Masse:	Analysator	[g/s]	(2)
	CO ₂ -Masse	Analysator	[g/s]	(2)
	NO _x -Masse	Analysator	[g/s]	(2)
	NO-Masse:	Analysator	[g/s]	(2)
	NO ₂ -Masse	Analysator	[g/s]	(2)
	O ₂ -Masse	Analysator	[g/s]	(2)
	P	Analysator	[#/s]	(2)
	Gasmessung eingeschaltet	PEMS	[eingeschaltet (1); ausgeschaltet (0); Fehler (> 1)]	(2)
	Motordrehzahl	ECU	[rpm]	(2)
	Motordrehmoment	ECU	Nm	(2)
	Drehmoment an der angetriebenen Achse	Sensor	Nm	(2)
	Drehgeschwindigkeit der Räder	Sensor	[rad/s]	(2)
	Kraftstoffdurchsatz	ECU	[g/s]	(2)
	Kraftstoffdurchsatz des Motors	ECU	[g/s]	(2)
	Ansaugluftdurchsatz des Motors	ECU	[g/s]	(2)
	Kühlmitteltemperatur	ECU	[K]	(2)
	Öltemperatur	ECU	[K]	(2)
	Regenerierungszustand	ECU	—	(2)
	Pedalstellung	ECU	[%]	(2)
	Fahrzeugzustand	ECU	[Fehler (1); normal (0)]	(2)

Zeile	198	199 ⁽¹⁾	200	201
	% Drehmoment	ECU	[%]	⁽²⁾
	% Reibungsdrehmoment.	ECU	[%]	⁽²⁾
	Ladezustand	ECU	[%]	⁽²⁾
	... ⁽⁴⁾	... ⁽⁴⁾	... ⁽⁴⁾	⁽²⁾ ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Diese Spalte kann entfallen, wenn die Parameterquelle Teil der Bezeichnung in Spalte 198 ist.

⁽²⁾ Die tatsächlichen Werte sind von Zeile 201 an bis zum Ende der Daten einzutragen.

⁽³⁾ Wenigstens mit einer Methode zu bestimmen.

⁽⁴⁾ Zusätzliche Parameter können hinzugefügt werden, um Fahrzeug- und Prüfungsbedingungen zu beschreiben.

4.2. Zwischen- und Endergebnisse

4.2.1. Zwischenergebnisse

Tabelle 3

Berichtsdatei Nr. 1 — zusammengefasste Parameter von Zwischenergebnissen

Zeile	Parameter	Beschreibung/Einheit
1	Gesamte Fahrtstrecke	[km]
2	Gesamte Fahrtdauer	[h:min:s]
3	Standzeit insgesamt	[min:s]
4	Durchschnittliche Geschwindigkeit während der Fahrt	[km/h]
5	Höchste Geschwindigkeit während der Fahrt	[km/h]
6	Durchschnittliche THC-Konzentration	[ppm]
7	Durchschnittliche CH ₄ -Konzentration	[ppm]
8	Durchschnittliche NMHC-Konzentration	[ppm]
9	Durchschnittliche CO-Konzentration	[ppm]
10	Durchschnittliche CO ₂ -Konzentration	[ppm]
11	Durchschnittliche NO _x -Konzentration	[ppm]
12	Durchschnittliche P-Konzentration	[#/m ³]
13	Durchschnittlicher Abgasmassendurchsatz	[kg/s]
14	Durchschnittliche Abgastemperatur	[K]
15	Höchste Abgastemperatur	[K]
16	THC-Masse insgesamt	[g]
17	CH ₄ -Masse insgesamt	[g]

Zeile	Parameter	Beschreibung/Einheit
18	NMHC-Masse insgesamt	[g]
19	CO-Masse insgesamt	[g]
20	CO ₂ -Masse insgesamt	[g]
21	NO _x -Masse insgesamt	[g]
22	P insgesamt	[#]
23	THC-Emissionen während der gesamten Fahrt	[mg/km]
24	CH ₄ -Emissionen während der gesamten Fahrt	[mg/km]
25	NMHC-Emissionen während der gesamten Fahrt	[mg/km]
26	CO-Emissionen während der gesamten Fahrt	[mg/km]
27	CO ₂ -Emissionen während der gesamten Fahrt	[g/km]
28	NO _x -Emissionen während der gesamten Fahrt	[g/km]
29	P-Emissionen während der gesamten Fahrt	[#/km]
30	Entfernung Stadt-Anteil	[km]
31	Dauer Stadt-Anteil	[h:min:s]
32	Standzeit Stadt-Anteil	[min:s]
33	Durchschnittsgeschwindigkeit Stadt-Anteil	[km/h]
34	Höchstgeschwindigkeit Stadt-Anteil	[km/h]
35	Durchschnittliche THC-Konzentration Stadt	[ppm]
36	Durchschnittliche CH ₄ -Konzentration Stadt	[ppm]
37	Durchschnittliche NMHC-Konzentration Stadt	[ppm]
38	Durchschnittliche CO-Konzentration Stadt	[ppm]
39	Durchschnittliche CO ₂ -Konzentration Stadt	[ppm]
40	Durchschnittliche NO _x -Konzentration Stadt	[ppm]
41	Durchschnittliche P-Konzentration Stadt	[#/m ³]
42	Durchschnittlicher Abgasmassendurchsatz Stadt	[kg/s]
43	Durchschnittliche Abgastemperatur Stadt	[K]
44	Höchste Abgastemperatur Stadt	[K]

Zeile	Parameter	Beschreibung/Einheit
45	THC-Masse insgesamt Stadt	[g]
46	CH ₄ -Masse insgesamt Stadt	[g]
47	NMHC-Masse insgesamt Stadt	[g]
48	CO-Masse insgesamt Stadt	[g]
49	CO ₂ -Masse insgesamt Stadt	[g]
50	NO _x -Masse insgesamt Stadt	[g]
51	P insgesamt Stadt	[#]
52	THC-Emissionen Stadt	[mg/km]
53	CH ₄ -Emissionen Stadt	[mg/km]
54	NMHC-Emissionen Stadt	[mg/km]
55	CO-Emissionen Stadt	[mg/km]
56	CO ₂ -Emissionen Stadt	[g/km]
57	NO _x -Emissionen Stadt	[g/km]
58	P-Emissionen Stadt	[#/km]
59	Entfernung Landstraßen-Anteil	[km]
60	Dauer Landstraßen-Anteil	[h:min:s]
61	Standzeit Landstraßen-Anteil	[min:s]
62	Durchschnittsgeschwindigkeit Landstraßen-Anteil	[km/h]
63	Höchstgeschwindigkeit Landstraßen-Anteil	[km/h]
64	Durchschnittliche THC-Konzentration Landstraße	[ppm]
65	Durchschnittliche CH ₄ -Konzentration Landstraße	[ppm]
66	Durchschnittliche NMHC-Konzentration Landstraße	[ppm]
67	Durchschnittliche CO-Konzentration Landstraße	[ppm]
68	Durchschnittliche CO ₂ -Konzentration Landstraße	[ppm]
69	Durchschnittliche NO _x -Konzentration Landstraße	[ppm]
70	Durchschnittliche P-Konzentration Landstraße	[#/m ³]

Zeile	Parameter	Beschreibung/Einheit
71	Durchschnittlicher Abgasmassendurchsatz Landstraße	[kg/s]
72	Durchschnittliche Abgastemperatur Landstraße	[K]
73	Höchste Abgastemperatur Landstraße	[K]
74	THC-Masse insgesamt Landstraße	[g]
75	CH ₄ -Masse insgesamt Landstraße	[g]
76	NMHC-Masse insgesamt Landstraße	[g]
77	CO-Masse insgesamt Landstraße	[g]
78	CO ₂ -Masse insgesamt Landstraße	[g]
79	NO _x -Masse insgesamt Landstraße	[g]
80	P insgesamt Landstraße	[#]
81	THC-Emissionen Landstraße	[mg/km]
82	CH ₄ -Emissionen Landstraße	[mg/km]
83	NMHC-Emissionen Landstraße	[mg/km]
84	CO-Emissionen Landstraße	[mg/km]
85	CO ₂ -Emissionen Landstraße	[g/km]
86	NO _x -Emissionen Landstraße	[mg/km]
87	P-Emissionen Landstraße	[#/km]
88	Entfernung Autobahn-Anteil	[km]
89	Dauer Autobahn-Anteil	[h:min:s]
90	Standzeit Autobahn-Anteil	[min:s]
91	Durchschnittsgeschwindigkeit Autobahn-Anteil	[km/h]
92	Höchstgeschwindigkeit Autobahn-Anteil	[km/h]
93	Durchschnittliche THC-Konzentration Autobahn	[ppm]
94	Durchschnittliche CH ₄ -Konzentration Autobahn	[ppm]
95	Durchschnittliche NMHC-Konzentration Autobahn	[ppm]
96	Durchschnittliche CO-Konzentration Autobahn	[ppm]
97	Durchschnittliche CO ₂ -Konzentration Autobahn	[ppm]
98	Durchschnittliche NO _x -Konzentration Autobahn	[ppm]

Zeile	Parameter	Beschreibung/Einheit
99	Durchschnittliche P-Konzentration Autobahn	[#/m ³]
100	Durchschnittlicher Abgasmassendurchsatz Autobahn	[kg/s]
101	Durchschnittliche Abgastemperatur Autobahn	[K]
102	Höchste Abgastemperatur Autobahn	[K]
103	THC-Masse insgesamt Autobahn	[g]
104	CH ₄ -Masse insgesamt Autobahn	[g]
105	NMHC-Masse insgesamt Autobahn	[g]
106	CO-Masse insgesamt Autobahn	[g]
107	CO ₂ -Masse insgesamt Autobahn	[g]
108	NO _x -Masse insgesamt Autobahn	[g]
109	P insgesamt Autobahn	[#]
110	THC-Emissionen Autobahn	[mg/km]
111	CH ₄ -Emissionen Autobahn	[mg/km]
112	NMHC-Emissionen Autobahn	[mg/km]
113	CO-Emissionen Autobahn	[mg/km]
114	CO ₂ -Emissionen Autobahn	[g/km]
115	NO _x -Emissionen Autobahn	[mg/km]
116	P-Emissionen Autobahn	[#/km]
... (!)	... (!)	... (!)

(!) Zusätzliche Parameter können hinzugefügt werden, um zusätzliche Elemente zu beschreiben.

4.2.2. Datenauswertungsergebnis

Tabelle 4

Kopftext der Berichtsdatei Nr. 2 — Berechnungseinstellungen der Datenauswertungsmethode nach Anlage 5

Zeile	Parameter	Einheit
1	Bezugsmasse für CO ₂	[g]
2	Koeffizient a_1 der charakteristischen Kurve für CO ₂	
3	Koeffizient b_1 der charakteristischen Kurve für CO ₂	

Zeile	Parameter	Einheit
4	Koeffizient a_2 der charakteristischen Kurve für CO ₂	
5	Koeffizient b_2 der charakteristischen Kurve für CO ₂	
6	Koeffizient k_{11} der Gewichtungsfunktion	
7	Koeffizient k_{12} der Gewichtungsfunktion	
8	Koeffizient $k_{22} = k_{21}$ der Gewichtungsfunktion	
9	Primäre Toleranz tol_1	[%]
10	Sekundäre Toleranz tol_2	[%]
11	Berechnungsprogramm mit Angabe der Version	(z. B. EMROAD 5.8)
... ⁽¹⁾	... ⁽¹⁾	... ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Bis zur Zeile 95 können zusätzliche Parameter hinzugefügt werden, um den Berechnungsansatz zu beschreiben.

Tabelle 5a

Kopftext der Berichtsdatei Nr. 2 — Ergebnisse der Datenauswertungsmethode nach Anlage 5

Zeile	Parameter	Einheit
101	Anzahl der Fenster	
102	Anzahl der Stadt-Fenster	
103	Anzahl der Landstraßen-Fenster	
104	Anzahl der Autobahn-Fenster	
105	Anteil der Stadt-Fenster	[%]
106	Anteil der Landstraßen-Fenster	[%]
107	Anteil der Autobahn-Fenster	[%]
108	Anteil der Stadt-Fenster größer als 15 %	(1 = Ja, 0 = Nein)
109	Anteil der Landstraßen-Fenster größer als 15 %	(1 = Ja, 0 = Nein)
110	Anteil der Autobahn-Fenster größer als 15 %	(1 = Ja, 0 = Nein)
111	Anzahl der Fenster innerhalb $\pm tol_1$	
112	Anzahl der Stadt-Fenster innerhalb $\pm tol_1$	
113	Anzahl der Landstraßen-Fenster innerhalb $\pm tol_1$	
114	Anzahl der Autobahn-Fenster innerhalb $\pm tol_1$	

Zeile	Parameter	Einheit
115	Anzahl der Fenster innerhalb $\pm tol_2$	
116	Anzahl der Stadt-Fenster innerhalb $\pm tol_2$	
117	Anzahl der Landstraßen-Fenster innerhalb $\pm tol_2$	
118	Anzahl der Autobahn-Fenster innerhalb $\pm tol_2$	
119	Anteil der Stadt-Fenster innerhalb $\pm tol_1$	[%]
120	Anteil der Landstraßen-Fenster innerhalb $\pm tol_1$	[%]
121	Anteil der Autobahn-Fenster innerhalb $\pm tol_1$	[%]
122	Anteil der Stadt-Fenster innerhalb $\pm tol_1$ größer als 50 %	(1 = Ja, 0 = Nein)
123	Anzahl der Landstraßen-Fenster innerhalb $\pm tol_1$ größer als 50 %	(1 = Ja, 0 = Nein)
124	Anzahl der Autobahn-Fenster innerhalb $\pm tol_1$ größer als 50 %	(1 = Ja, 0 = Nein)
125	Durchschnittlicher Index der Strenge für alle Fenster	[%]
126	Durchschnittlicher Index der Strenge für alle Stadt-Fenster	[%]
127	Durchschnittlicher Index der Strenge für alle Landstraßen-Fenster	[%]
128	Durchschnittlicher Index der Strenge für alle Autobahn-Fenster	[%]
129	Gewichtete THC-Emissionen für Stadt-Fenster	[mg/km]
130	Gewichtete THC-Emissionen für Landstraßen-Fenster	[mg/km]
131	Gewichtete THC-Emissionen für Autobahn-Fenster	[mg/km]
132	Gewichtete CH ₄ -Emissionen für Stadt-Fenster	[mg/km]
133	Gewichtete CH ₄ -Emissionen für Landstraßen-Fenster	[mg/km]
134	Gewichtete CH ₄ -Emissionen für Autobahn-Fenster	[mg/km]
135	Gewichtete NMHC-Emissionen für Stadt-Fenster	[mg/km]
136	Gewichtete NMHC-Emissionen für Landstraßen-Fenster	[mg/km]
137	Gewichtete NMHC-Emissionen für Autobahn-Fenster	[mg/km]

Zeile	Parameter	Einheit
138	Gewichtete CO-Emissionen für Stadt-Fenster	[mg/km]
139	Gewichtete CO-Emissionen für Landstraßen-Fenster	[mg/km]
140	Gewichtete CO-Emissionen für Autobahn-Fenster	[mg/km]
141	Gewichtete NO _x -Emissionen für Stadt-Fenster	[mg/km]
142	Gewichtete NO _x -Emissionen für Landstraßen-Fenster	[mg/km]
143	Gewichtete NO _x -Emissionen für Autobahn-Fenster	[mg/km]
144	Gewichtete NO-Emissionen für Stadt-Fenster	[mg/km]
145	Gewichtete NO-Emissionen für Landstraßen-Fenster	[mg/km]
146	Gewichtete NO-Emissionen für Autobahn-Fenster	[mg/km]
147	Gewichtete NO ₂ -Emissionen für Stadt-Fenster	[mg/km]
148	Gewichtete NO ₂ -Emissionen für Landstraßen-Fenster	[mg/km]
149	Gewichtete NO ₂ -Emissionen für Autobahn-Fenster	[mg/km]
150	Gewichtete P-Emissionen für Stadt-Fenster	[#/km]
151	Gewichtete P-Emissionen für Landstraßen-Fenster	[#/km]
152	Gewichtete P-Emissionen für Autobahn-Fenster	[#/km]
... ⁽¹⁾	... ⁽¹⁾	... ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Bis zur Zeile 195 können zusätzliche Parameter hinzugefügt werden.

Tabelle 5b

Kopfzeile der Berichtsdatei Nr. 2 — Endgültige Emissionsergebnisse nach Anlage 5

Zeile	Parameter	Einheit
201	Gesamte Fahrt — THC-Emissionen	[mg/km]
202	Gesamte Fahrt — CH ₄ -Emissionen	[mg/km]
203	Gesamte Fahrt — NMHC-Emissionen	[mg/km]

Zeile	Parameter	Einheit
204	Gesamte Fahrt — CO-Emissionen	[mg/km]
205	Gesamte Fahrt — NO _x -Emissionen	[mg/km]
206	Gesamte Fahrt — P-Emissionen	[#/km]
... (1)	... (1)	... (1)

(1) Es können zusätzliche Parameter hinzugefügt werden.

Tabelle 6

Hauptteil der Berichtsdatei Nr. 2 — Einzelergebnisse der Datenauswertungsmethode nach Anlage 5; die Zeilen und Spalten dieser Tabelle werden in den Hauptteil der Berichtsdatei überführt

Zeile	498	499	500	501
	Zeitpunkt des Fensterbeginns		[s]	(1)
	Zeitpunkt des Fensterendes		[s]	(1)
	Dauer des Fensters		[s]	(1)
	Entfernung des Fensters	Quelle (1 = GPS, 2 = ECU, 3 = Sensor)	[km]	(1)
	THC-Emissionen des Fensters		[g]	(1)
	CH ₄ -Emissionen des Fensters		[g]	(1)
	NMHC-Emissionen des Fensters		[g]	(1)
	CO-Emissionen des Fensters		[g]	(1)
	CO ₂ -Emissionen des Fensters		[g]	(1)
	NO _x -Emissionen des Fensters		[g]	(1)
	NO-Emissionen des Fensters		[g]	(1)
	NO ₂ -Emissionen des Fensters		[g]	(1)
	O ₂ -Emissionen des Fensters		[g]	(1)
	P-Emissionen des Fensters		[#]	(1)
	THC-Emissionen des Fensters		[mg/km]	(1)
	CH ₄ -Emissionen des Fensters		[mg/km]	(1)
	NMHC-Emissionen des Fensters		[mg/km]	(1)

Zeile	498	499	500	501
	CO-Emissionen des Fensters		[mg/km]	(¹)
	CO ₂ -Emissionen des Fensters		[g/km]	(¹)
	NO _x -Emissionen des Fensters		[mg/km]	(¹)
	NO-Emissionen des Fensters		[mg/km]	(¹)
	NO ₂ -Emissionen des Fensters		[mg/km]	(¹)
	O ₂ -Emissionen des Fensters		[mg/km]	(¹)
	P-Emissionen des Fensters		[#/km]	(¹)
	Abstand des Fensters von der charakteristischen Kurve für CO ₂ h _j		[%]	(¹)
	Gewichtungsfaktor für das Fenster w _j		[-]	(¹)
	Durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit	Quelle (1 = GPS, 2 = ECU, 3 = Sensor)	[km/h]	(¹)
	... (²)	... (²)	... (²)	(¹) (²)

(¹) Die tatsächlichen Werte sind von Zeile 501 an zeilenweise bis zum Ende der Daten einzutragen.

(²) Zusätzliche Parameter können hinzugefügt werden, um Fenstermerkmale zu kennzeichnen.

Tabelle 7

Kopftext der Berichtsdatei Nr. 3 — Berechnungseinstellungen der Datenauswertungsmethode nach Anlage 6

Zeile	Parameter	Einheit
1	Quelle des Drehmoments für die Leistung an den Rädern	Sensor/ECU/„V-Gerade“
2	Steigung der Veline	[g/kWh]
3	Achsabschnitt der Veline	[g/h]
4	Dauer des gleitenden Mittelungsfensters	[s]
5	Bezugsgeschwindigkeit für die Entnormierung des Zielschemas	[km/h]
6	Bezugsbeschleunigung	[m/s ²]
7	Leistungsbedarf an der Radnabe für ein Fahrzeug bei Bezugsgeschwindigkeit und bei Beschleunigung	[kW]

Zeile	Parameter	Einheit
8	Anzahl der Leistungsklassen, die 90 % von P_{rated} enthalten	-
9	Darstellung des Zielschemas	(gestreckt/gestaucht)
10	Berechnungsprogramm mit Angabe der Version	(z. B. CLEAR 1.8)
... ⁽¹⁾	... ⁽¹⁾	... ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Bis zur Zeile 95 können zusätzliche Parameter hinzugefügt werden, um den Berechnungsansatz zu kennzeichnen.

Tabelle 8 a

Hauptteil der Berichtsdatei Nr. 3 — Ergebnisse der Datenauswertungsmethode nach Anlage 6

Zeile	Parameter	Einheit
101	Abdeckung der Leistungsklasse — gezählter Wert > 5	(1 = Ja, 0 = Nein)
102	Normalität der Leistungsklasse	(1 = Ja, 0 = Nein)
103	Gesamte Fahrt — Gewichteter Durchschnitt der THC-Emissionen	[g/s]
104	Gesamte Fahrt — Gewichteter Durchschnitt der CH ₄ -Emissionen	[g/s]
105	Gesamte Fahrt — Gewichteter Durchschnitt der NMHC-Emissionen	[g/s]
106	Gesamte Fahrt — Gewichteter Durchschnitt der CO-Emissionen	[g/s]
107	Gesamte Fahrt — Gewichteter Durchschnitt der CO ₂ -Emissionen	[g/s]
108	Gesamte Fahrt — Gewichteter Durchschnitt der NO _x -Emissionen	[g/s]
109	Gesamte Fahrt — Gewichteter Durchschnitt der NO-Emissionen	[g/s]
110	Gesamte Fahrt — Gewichteter Durchschnitt der NO ₂ -Emissionen	[g/s]
111	Gesamte Fahrt — Gewichteter Durchschnitt der O ₂ -Emissionen	[g/s]
112	Gesamte Fahrt — Gewichteter Durchschnitt der P-Emissionen	[#/s]
113	Gesamte Fahrt — Gewichteter Durchschnitt der Fahrzeuggeschwindigkeit	[km/h]
114	Stadt — Gewichteter Durchschnitt der THC-Emissionen	[g/s]

Zeile	Parameter	Einheit
115	Stadt — Gewichteter Durchschnitt der CH ₄ -Emissionen	[g/s]
116	Stadt — Gewichteter Durchschnitt der NMHC-Emissionen	[g/s]
117	Stadt — Gewichteter Durchschnitt der CO-Emissionen	[g/s]
118	Stadt — Gewichteter Durchschnitt der CO ₂ -Emissionen	[g/s]
119	Stadt — Gewichteter Durchschnitt der NO _x -Emissionen	[g/s]
120	Stadt — Gewichteter Durchschnitt der NO-Emissionen	[g/s]
121	Stadt — Gewichteter Durchschnitt der NO ₂ -Emissionen	[g/s]
122	Stadt — Gewichteter Durchschnitt der O ₂ -Emissionen	[g/s]
123	Stadt — Gewichteter Durchschnitt der P-Emissionen	[#/s]
124	Stadt — Gewichteter Durchschnitt der Fahrzeuggeschwindigkeit	[km/h]
... ⁽¹⁾	... ⁽¹⁾	... ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Bis zur Zeile 195 können zusätzliche Parameter hinzugefügt werden.

Tabelle 8b

Kopfzeile der Berichtsdatei Nr. 3 — Endgültige Emissionsergebnisse nach Anlage 6

Zeile	Parameter	Einheit
201	Gesamte Fahrt — THC-Emissionen	[mg/km]
202	Gesamte Fahrt — CH ₄ -Emissionen	[mg/km]
203	Gesamte Fahrt — NMHC-Emissionen	[mg/km]
204	Gesamte Fahrt — CO-Emissionen	[mg/km]
205	Gesamte Fahrt — NO _x -Emissionen	[mg/km]
206	Gesamte Fahrt — P-Emissionen	[#/km]
... ⁽¹⁾	... ⁽¹⁾	... ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Es können zusätzliche Parameter hinzugefügt werden.

Tabelle 9

Hauptteil der Berichtsdatei Nr. 3 — Einzelergebnisse der Datenauswertungsmethode nach Anlage 6; die Zeilen und Spalten dieser Tabelle werden in den Hauptteil der Berichtsdatei überführt

Zeile	498	499	500	501
	Gesamte Fahrt — Leistungs- klassennummer ⁽¹⁾		-	
	Gesamte Fahrt — Untere Lei- stungsklassengrenze ⁽¹⁾		[kW]	
	Gesamte Fahrt — Obere Lei- stungsklassengrenze ⁽¹⁾		[kW]	
	Gesamte Fahrt — Verwendetes Zielschema (Verteilung) ⁽¹⁾		[%]	⁽²⁾
	Gesamte Fahrt — Leistungs- klassenaufreten ⁽¹⁾		-	⁽²⁾
	Gesamte Fahrt — Leistungs- klassenabdeckung — gezählter Wert > 5 ⁽¹⁾		-	(1 = Ja, 0 = Nein) ⁽²⁾
	Gesamte Fahrt — Leistungs- klassennormalität ⁽¹⁾		-	(1 = Ja, 0 = Nein) ⁽²⁾
	Gesamte Fahrt — Leistungs- klassendurchschnitt der THC- Emissionen ⁽¹⁾		[g/s]	⁽²⁾
	Gesamte Fahrt — Leistungs- klassendurchschnitt der CH ₄ - Emissionen ⁽¹⁾		[g/s]	⁽²⁾
	Gesamte Fahrt — Leistungs- klassendurchschnitt der NMHC-Emissionen ⁽¹⁾		[g/s]	⁽²⁾
	Gesamte Fahrt — Leistungs- klassendurchschnitt der CO- Emissionen ⁽¹⁾		[g/s]	⁽²⁾
	Gesamte Fahrt — Leistungs- klassendurchschnitt der CO ₂ - Emissionen ⁽¹⁾		[g/s]	⁽²⁾
	Gesamte Fahrt — Leistungs- klassendurchschnitt der NO _x - Emissionen ⁽¹⁾		[g/s]	⁽²⁾
	Gesamte Fahrt — Leistungs- klassendurchschnitt der NO- Emissionen ⁽¹⁾		[g/s]	⁽²⁾
	Gesamte Fahrt — Leistungs- klassendurchschnitt der NO ₂ - Emissionen ⁽¹⁾		[g/s]	⁽²⁾

Zeile	498	499	500	501
	Gesamte Fahrt — Leistungsklassendurchschnitt der O ₂ -Emissionen ⁽¹⁾		[g/s]	⁽²⁾
	Gesamte Fahrt — Leistungsklassendurchschnitt der P-Emissionen ⁽¹⁾		[#/s]	⁽²⁾
	Gesamte Fahrt — Durchschnitt der Fahrzeuggeschwindigkeit der Leistungsklasse ⁽¹⁾	Quelle (1 = GPS, 2 = ECU, 3 = Sensor)	[km/h]	⁽²⁾
	Stadt — Leistungsklassennummer ⁽¹⁾		-	
	Stadt — Untere Leistungsklassengrenze ⁽¹⁾		[kW]	
	Stadt — Obere Leistungsklassengrenze ⁽¹⁾		[kW]	
	Stadt — Verwendete Zielschema (Verteilung) ⁽¹⁾		[%]	⁽²⁾
	Stadt — Leistungsklassenauf-treten ⁽¹⁾		-	⁽²⁾
	Stadt — Abdeckung der Leistungsklasse — gezählter Wert > 5 ⁽³⁾		-	(1 = Ja, 0 = Nein) ⁽²⁾
	Stadt — Leistungsklassen-normalität ⁽¹⁾		-	(1 = Ja, 0 = Nein) ⁽²⁾
	Stadt — Leistungsklassen-durchschnitt der THC-Emissionen ⁽¹⁾		[g/s]	⁽²⁾
	Stadt — Leistungsklassen-durchschnitt der CH ₄ -Emissionen ⁽¹⁾		[g/s]	⁽²⁾
	Stadt — Leistungsklassen-durchschnitt der NMHC-Emissionen ⁽¹⁾		[g/s]	⁽²⁾
	Stadt — Leistungsklassen-durchschnitt der CO-Emissionen ⁽¹⁾		[g/s]	⁽²⁾
	Stadt — Leistungsklassen-durchschnitt der CO ₂ -Emissionen ⁽¹⁾		[g/s]	⁽²⁾

Zeile	498	499	500	501
	Stadt — Leistungsklassen- durchschnitt der NO _x -Emissio- nen ⁽¹⁾		[g/s]	⁽²⁾
	Stadt — Leistungsklassen- durchschnitt der NO-Emissio- nen ⁽¹⁾		[g/s]	⁽²⁾
	Stadt — Leistungsklassen- durchschnitt der NO ₂ -Emissio- nen ⁽¹⁾		[g/s]	⁽²⁾
	Stadt — Leistungsklassen- durchschnitt der O ₂ -Emissio- nen ⁽¹⁾		[g/s]	⁽²⁾
	Stadt — Leistungsklassen- durchschnitt der P-Emissio- nen ⁽¹⁾		[#/s]	⁽²⁾
	Stadt — Durchschnitt der Fahrzeuggeschwindigkeit der Leistungsklasse ⁽¹⁾	Quelle (1 = GPS, 2 = ECU, 3 = Sensor)	[km/h]	⁽²⁾
	... ⁽⁴⁾	... ⁽⁴⁾	... ⁽⁴⁾	⁽²⁾ ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Für jede Leistungsklasse berichtete Ergebnisse von der Leistungsklasse Nr. 1 an bis zu der Leistungsklasse, auf die 90 % von P_{rated} entfallen.

⁽²⁾ Die tatsächlichen Werte sind von Zeile 501 an zeilenweise bis zum Ende der Daten einzutragen.

⁽³⁾ Für jede Leistungsklasse berichtete Ergebnisse von der Leistungsklasse Nr. 1 an bis zur Leistungsklasse Nr. 5.

⁽⁴⁾ Es können zusätzliche Parameter hinzugefügt werden.

4.3. Beschreibung des Fahrzeugs und des Motors

Der Hersteller stellt die Beschreibungen des Fahrzeugs und des Motors gemäß Anhang I Anlage 4 bereit.

Anlage 9

Bescheinigung des Herstellers über die Übereinstimmung**Bescheinigung des Herstellers über die Übereinstimmung mit den Anforderungen an die Emissionen in der Betriebspraxis**

(Hersteller):

(Anschrift des Herstellers):

Bescheinigt, dass

Die in der Anlage zu dieser Bescheinigung aufgeführten Fahrzeugtypen erfüllen die Anforderungen in Anhang III Nr. 2.1 der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 für Emissionen in der Betriebspraxis für alle möglichen RDE-Prüfungen, die den Anforderungen dieses Anhangs entsprechen.

[..... (Ort)]

am [..... (Datum)]

.....
(Stempelabdruck und Name des Bevollmächtigten des Herstellers)

Anhang:

— Verzeichnis der Fahrzeugtypen, für die diese Bescheinigung gilt“
