



Rat der
Europäischen Union

112271/EU XXVII. GP
Eingelangt am 15/09/22

Brüssel, den 14. September 2022
(OR. en)

12421/22
ADD 3

ENT 124
MI 661
ENV 879

ÜBERMITTLUNGSVERMERK

Absender: Frau Martine DEPREZ, Direktorin, im Auftrag der Generalsekretärin der Europäischen Kommission

Eingangsdatum: 13. September 2022

Empfänger: Generalsekretariat des Rates

Nr. Komm.dok.: [...] (2022) XXX draft - D 082562/3 - ANNEX III

Betr.: ANHANG der Verordnung der Kommission zur Änderung der Verordnung (EU) 2017/1151 der Kommission hinsichtlich der Emissionstypgenehmigungsverfahren für leichte Personenkraftwagen und Nutzfahrzeuge

Die Delegationen erhalten in der Anlage das Dokument [...] (2022) XXX draft - D 082562/3 - ANNEX III.

Anl.: [...] (2022) XXX draft - D 082562/3 - ANNEX III



EUROPÄISCHE
KOMMISSION

Brüssel, den **XXX**
D082562/03
[...](2022) **XXX** draft

ANNEX 3

ANHANG

der

Verordnung der Kommission

**zur Änderung der Verordnung (EU) 2017/1151 der Kommission hinsichtlich der
Emissionstypgenehmigungsverfahren für leichte Personenkraftwagen und
Nutzfahrzeuge**

DE

DE

ANHANG III

ANHANG IIIA

1. ABKÜRZUNGEN

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

CLD	—	Chemilumineszenzdetektor
CVS	—	Probenahmeeinrichtung mit konstantem Volumen (Constant Volume Sampler)
DCT	—	Kraftübertragung mit Doppelkupplung (Dual Clutch Transmission)
ECU	—	Motorsteuergerät (Engine Control Unit)
EFM	—	Abgasmassendurchsatzmesser (Exhaust Mass Flow meter)
FID	—	Flammenionisationsdetektor
FS	—	Skalenendwert (Full Scale)
GNSS	—	globales Satellitennavigationssystem (Global Navigation Satellite System)
HCLD	—	beheizter Chemilumineszenzdetektor (Heated Chemiluminescence Detector)
ICE	—	Verbrennungsmotor (Internal Combustion Engine)
LPG	—	Flüssiggas (Liquid Petroleum Gas)
NDIR	—	nichtdispersiver Infrarot-Analysator
NDUV	—	nichtdispersiver Ultraviolett-Analysator
NG	—	Erdgas (Natural Gas)
NMC	—	Nicht-Methan-Cutter
NMC-FID	—	Nicht-Methan-Cutter kombiniert mit einem Flammenionisationsdetektor
NMHC	—	Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (Non-Methane HydroCarbons)
OBD	—	On-Board-Diagnosesysteme
PEMS	—	portables Emissionsmesssystem
RPA	—	relative positive Beschleunigung (Relative Positive Acceleration)
SEE	—	Standardabweichung vom Schätzwert (Standard Error of Estimate)

THC	—	Gesamtkohlenwasserstoffe (Total HydroCarbons)
FIN	—	Fahrzeug-Identifizierungsnummer
WLTC	—	weltweit harmonisierter Prüfzyklus für leichte Nutzfahrzeuge (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Cycle)

2. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

2.1. Für die Zwecke dieses Anhangs gelten folgende Begriffsbestimmungen hinsichtlich allgemeiner Themen:

- 2.1.1. „Fahrzeugtyp hinsichtlich der Emissionen im praktischen Fahrbetrieb“ bezeichnet eine Gruppe von Fahrzeugen, die sich hinsichtlich der Kriterien für eine „PEMS-Prüffamilie“ gemäß Nummer 3.3.1 nicht unterscheiden.
- 2.1.2. „Angegebener RDE-Höchstwert“ bezeichnet die Emissionswerte, die notwendigerweise niedriger sein müssen als die geltenden Emissionsgrenzwerte, die vom Hersteller fakultativ angegeben und zur Überprüfung der Einhaltung niedrigerer Emissionsgrenzwerte verwendet werden.

2.2. Für die Zwecke dieses Anhangs gelten folgende Begriffsbestimmungen hinsichtlich der Prüfausrüstung:

- 2.2.1. „Genauigkeit“ bezeichnet die Abweichung eines gemessenen Werts von einem auf eine nationale oder internationale Norm rückverfolgbaren Bezugswert und beschreibt gleichzeitig die Richtigkeit eines Ergebnisses (Abbildung 1).
- 2.2.2. „Adapter“ bezeichnet im Kontext dieses Anhangs mechanische Teile, die den Anschluss des Fahrzeugs an einen üblicherweise verwendeten oder genormten Steckverbinder für Messeinrichtungen ermöglichen.
- 2.2.3. „Analysator“ bezeichnet eine Messeinrichtung, die nicht Teil des Fahrzeugs ist, sondern installiert wird, um die Konzentration oder die Menge der gasförmigen Schadstoffe oder luftverunreinigenden Partikel zu bestimmen.
- 2.2.4. „Kalibrierung“ bezeichnet den Vorgang, bei dem das Ansprechverhalten eines Messsystems so eingestellt wird, dass seine Messergebnisse innerhalb einer Spanne von Bezugssignalen liegen.
- 2.2.5. „Kalibriergas“ bezeichnet ein Gasgemisch, das zum Kalibrieren von Gasanalysatoren dient.
- 2.2.6. „Ansprechverzögerung“ bezeichnet den Zeitunterschied zwischen der Änderung der am Bezugspunkt zu messenden Komponente und der Systemantwort von 10 % der Endablesung (t_{10}), wobei die Probenahmesonde als Bezugspunkt gilt (Abbildung 2).
- 2.2.7. „Skalenendwert“ bezeichnet den gesamten Messbereich eines Analysators, Durchsatzmessgeräts oder Sensors gemäß den Angaben des Herstellers der Einrichtung oder den höchsten für die Prüfung verwendeten Bereich.
- 2.2.8. „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.

- 2.2.9. „Größere Wartungsarbeiten“ bezeichnet die Einstellung, die Reparatur oder den Ersatz eines Bauteils oder einer Baugruppe, wodurch die Messgenauigkeit beeinflusst werden könnte.
- 2.2.10. „Rauschen“ bezeichnet das Doppelte des quadratischen Mittels von zehn Standardabweichungen vom Nullpunktswert, wobei die Frequenz bei der Messung 30 Sekunden lang konstant ein Vielfaches von 1,0 Hz betragen muss.
- 2.2.11. „Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (NMHC)“ bezeichnet die Gesamtkohlenwasserstoffe (THC) ohne den Methan-Anteil (CH₄).
- 2.2.12. „Präzision“ bezeichnet den Grad des Auftretens gleicher Ergebnisse bei wiederholten Messungen unter unveränderten Bedingungen (Abbildung 1).
- 2.2.13. „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.
- 2.2.14. „Bezugswert“ bezeichnet einen auf eine nationale oder internationale Norm rückverfolgbaren Wert (Abbildung 1).
- 2.2.15. „Ansprechzeit“ bezeichnet den Zeitabstand zwischen der Änderung der Messgröße am Referenzpunkt und der Reaktion des Systems mit 90 % der Endablesung (t₉₀), wobei die Probenahmesonde als Referenzpunkt definiert ist, die Veränderung der Messgröße mindestens 60 % des Skalenendwerts (FS) beträgt und innerhalb von weniger als 0,1 Sekunden erreicht wird. Die Systemansprechzeit setzt sich zusammen aus der Ansprechverzögerung und der Anstiegzeit des Systems wie in Abbildung 2 dargestellt.
- 2.2.16. „Anstiegzeit“ bezeichnet die Zeit für den Anstieg des angezeigten Messwerts von 10 % auf 90 % des Endwerts (t₁₀ bis t₉₀) wie in Abbildung 2 dargestellt.
- 2.2.17. „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.
- 2.2.18. „Sollwert“ bezeichnet den Zielwert, den ein Kontrollsysteem erreichen soll.
- 2.2.19. „Justieren“ bezeichnet die Anpassung eines Messgeräts, sodass es ein sachgerechtes Ergebnis für ein Kalibrierungsnormal liefert, das zwischen 75 % und 100 % des Höchstwerts des Messbereichs oder des voraussichtlich genutzten Bereichs darstellt.
- 2.2.20. „Justierausschlag“ bezeichnet den Mittelwert des Ausschlags beim Ansprechen auf ein Justiersignal über einen Zeitabschnitt von mindestens 30 Sekunden.
- 2.2.21. „Justierausschlagsdrift“ bezeichnet die Differenz zwischen dem Mittelwert des Ansprechens auf ein Justiersignal und dem tatsächlichen Justiersignal, die über einen bestimmten Zeitraum nach der genauen Justierung eines Analysators, eines Durchsatzmessgeräts oder eines Sensors gemessen wird.
- 2.2.22. „Gesamtkohlenwasserstoffe“ (total hydrocarbons, THC) bezeichnet die Summe aller mit einem Flammenionisierungsdetektor (FID) messbaren flüchtigen Verbindungen.
- 2.2.23. „Rückverfolgbarkeit“ bezeichnet die Möglichkeit, eine Messung oder einen Ablesewert in einer ununterbrochenen Vergleichskette mit einer nationalen oder internationalen Norm in Verbindung zu bringen.

- 2.2.24. „Wandlungszeit“ bezeichnet den Zeitunterschied zwischen einer Veränderung der Konzentration oder des Durchsatzes (t_0) am Bezugspunkt und dem Ansprechen des Systems mit 50 % des Endwerts (t_{50}) wie in Abbildung 2 dargestellt.
- 2.2.25. „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.
- 2.2.26. „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.
- 2.2.27. „Nachprüfung“ bezeichnet den Vorgang, mit dem bewertet wird, ob der gemessene oder berechnete Ausgabewert eines Analysators, Durchsatzmessgeräts, Sensors, Signals oder einer Methode innerhalb einer oder mehrerer zuvor festgelegter Anerkennungsschwellen mit einem Bezugssignal oder -wert übereinstimmt.
- 2.2.28. „Nullpunkteinstellung“ bezeichnet die Kalibrierung eines Analysators, Durchsatzmessgeräts oder Sensors, sodass die Einrichtung auf ein Nullsignal exakt anspricht.
- 2.2.29. „Nullgas“ bezeichnet ein Gas, das keinen Analyt enthält und zur Einstellung eines Nullpunktswerts bei einem Analysator verwendet wird.
- 2.2.30. „Nullpunktswert“ bezeichnet den Mittelwert des Ausschlags beim Ansprechen auf ein Nullsignal über einen Zeitabschnitt von mindestens 30 Sekunden.
- 2.2.31. „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.

Abbildung 1

Bestimmung von Genauigkeit, Präzision und Bezugswert

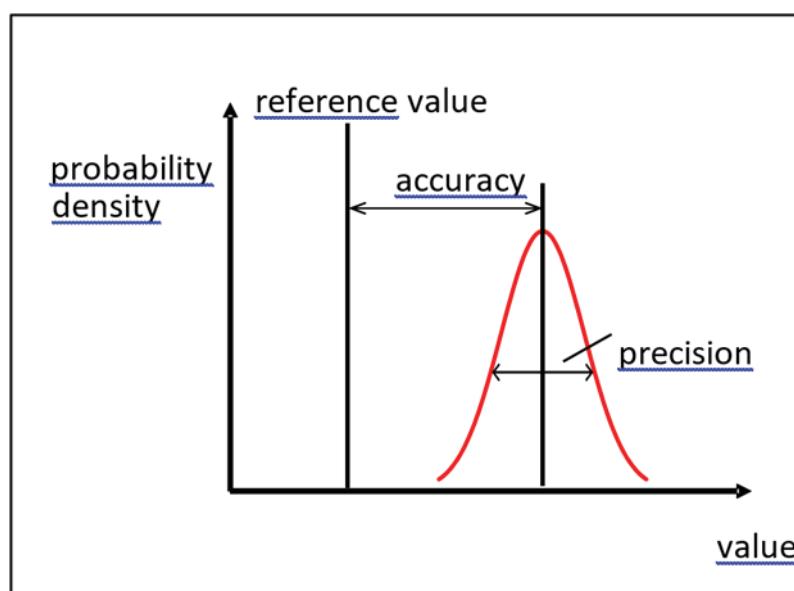
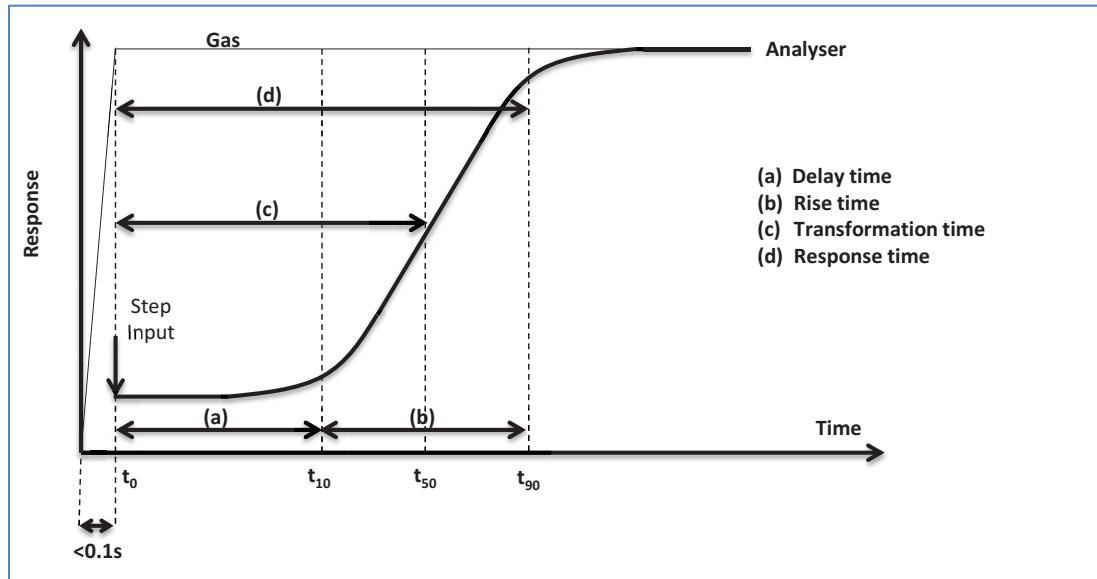


Abbildung 2

Definition der Ansprechverzögerung, Anstiegzeit, Wandlungszeit und Ansprechzeit



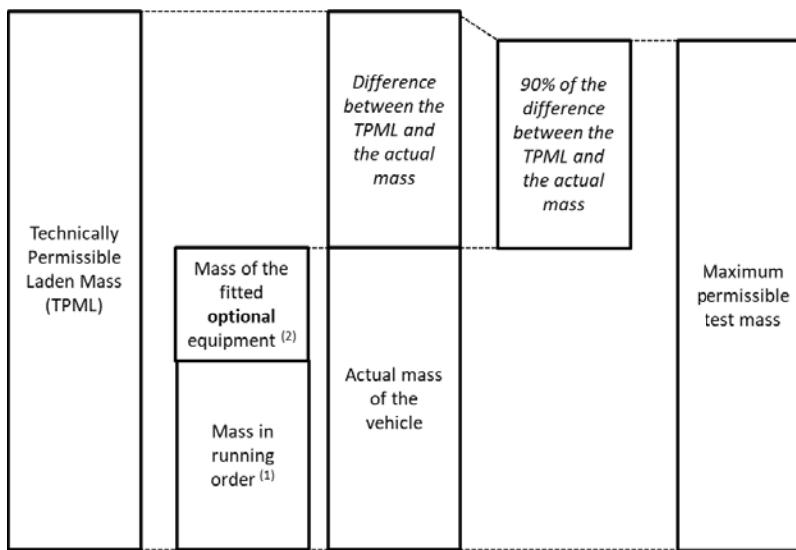
2.3. Für die Zwecke dieses Anhangs gelten folgende Begriffsbestimmungen hinsichtlich Fahrzeugmerkmalen und Fahrzeugführer:

- 2.3.1. „Tatsächliche Masse des Fahrzeugs“ bezeichnet die Masse des Einzelfahrzeugs in fahrbereitem Zustand zuzüglich der Masse der an ihm angebrachten Zusatzausrüstung.
- 2.3.2. „Hilfseinrichtungen“ bezeichnet Energie verbrauchende, umwandelnde, speichernde oder liefernde nicht-periphere Vorrichtungen, mit denen das Fahrzeug für andere Zwecke als den Fahrzeugantrieb ausgerüstet ist, und die daher nicht zum Antriebsstrang gezählt werden.
- 2.3.3. „Masse in fahrbereitem Zustand“ bezeichnet die Masse des Fahrzeugs mit dem zu mindestens 90 % seines Fassungsvermögens gefüllten Kraftstofftanks, zuzüglich der Masse des Fahrers, des Kraftstoffs und der Flüssigkeiten, ausgestattet mit der Standardausrüstung gemäß den Herstellerangaben sowie, sofern vorhanden, der Masse des Aufbaus, des Führerhauses, der Anhängevorrichtung und der Ersatzräder sowie des Werkzeugs.
- 2.3.4. „Maximal zulässige Prüfmasse des Fahrzeugs“ bezeichnet die Summe der tatsächlichen Masse des Fahrzeugs und 90 % der Differenz zwischen der technisch zulässigen Gesamtmasse im beladenen Zustand und der tatsächlichen Masse des Fahrzeugs (Abbildung 3).
- 2.3.5. „Kilometerzähler“ bezeichnet ein Gerät, das dem Fahrzeugführer die vom Fahrzeug seit seiner Herstellung zurückgelegte Gesamtstrecke anzeigt.
- 2.3.6. „Zusatzausrüstung“ bezeichnet alle nicht in der Standardausrüstung enthaltenen Ausrüstungsteile, die unter der Verantwortung des Herstellers am Fahrzeug angebracht werden und vom Kunden bestellt werden können.
- 2.3.7. Das „Leistungs-Prüfmasse-Verhältnis“ entspricht der Motornennleistung des Verbrennungsmotors zur Prüfmasse (d. h. die tatsächliche Masse des Fahrzeugs zuzüglich der Masse der Messausrüstung und gegebenenfalls der Masse zusätzlicher Fahrgäste oder der Nutzlast).
- 2.3.8. Das „Leistungs-Masse-Verhältnis“ ist das Verhältnis der Nennleistung zur Masse in fahrbereitem Zustand.
- 2.3.9. „Motornennleistung“ (P_{rated}) bezeichnet die höchste Nutzleistung des Motors (in kW) entsprechend den Anforderungen nach UN-Regelung Nr. 85.¹
- 2.3.10. „Technisch zulässige Gesamtmasse im beladenen Zustand“ bezeichnet die einem Fahrzeug aufgrund seiner Baumerkmale und seiner bauartbedingten Leistung zugewiesene Höchstmasse.
- 2.3.11. „OBD-Informationen“ bezeichnet die Informationen zu einem On-Board-Diagnosesystem für ein elektronisches System eines Fahrzeugs.

¹ Regelung Nr. 85 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE) — Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Verbrennungsmotoren oder elektrischen Antriebssystemen für den Antrieb von Kraftfahrzeugen der Klassen M und N hinsichtlich der Messung der Nutzleistung und der höchsten 30-Minuten-Leistung elektrischer Antriebssysteme (Abl. L 323 vom 7.11.2014, S. 52).

Abbildung 3

Definitionen der Masse



(1) means the mass of the vehicle, with its fuel tank(s) filled to at least 90 per cent of its or their capacity/capacities, including the mass of the driver, fuel and liquids, fitted with the **standard equipment** in accordance with the manufacturer's specifications and, when they are fitted, the mass of the bodywork, the cabin, the coupling and the spare wheel(s) as well as the tools.

(2) means all the features not included in the standard equipment which are fitted to a vehicle under the responsibility of the manufacturer, and that can be ordered by the customer.

- 2.3.12. „Flexfuel-Fahrzeug“ bezeichnet ein Fahrzeug mit einem einzigen Kraftstoffspeichersystem, das mit unterschiedlichen Gemischen aus zwei oder mehr Kraftstoffen betrieben werden kann.
- 2.3.13. „Monovalentes Fahrzeug“ bezeichnet ein Fahrzeug, das hauptsächlich für den Betrieb mit einer einzelnen Kraftstoffart konzipiert ist.
- 2.3.14. „Nicht extern aufladbares Hybridelektrofahrzeug“ oder „NOVC-HEV“ (Not Off-Vehicle Charging Hybrid Electric Vehicle) bezeichnet ein Hybridelektrofahrzeug, das nicht durch eine externe Quelle aufgeladen werden kann.
- 2.3.15. „Extern aufladbares Hybridelektrofahrzeug“ oder „OVC-HEV“ (Off-Vehicle Charging Hybrid Electric Vehicle) bezeichnet ein Hybridelektrofahrzeug, das durch eine externe Quelle aufgeladen werden kann.

2.4. Für die Zwecke dieses Anhangs gelten folgende Begriffsbestimmungen hinsichtlich der Berechnungen:

- 2.4.1. „Bestimmungskoeffizient“ (r^2) bezeichnet:

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

Dabei gilt:

a_0 ist der Achsabschnitt der Regressionsgeraden

a_1 ist die Steigung der Regressionsgeraden

x_i ist der gemessene Bezugswert

y_i ist der gemessene Wert des nachzuprüfenden Parameters

\bar{y} ist der Mittelwert des zu überprüfenden Parameters

n ist die Anzahl der Werte

2.4.2. „Kreuzkorrelationskoeffizient“ (r) bezeichnet:

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

Dabei gilt:

x_i ist der gemessene Bezugswert

y_i ist der gemessene Wert des nachzuprüfenden Parameters

\bar{x} ist der Mittelwert des Bezugswerts

\bar{y} ist der Mittelwert des zu überprüfenden Parameters

n ist die Anzahl der Werte

2.4.3. „Quadratisches Mittel (x_{rms})“ bezeichnet die Quadratwurzel aus dem arithmetischen Mittel der Quadrate der Werte und ist wie folgt definiert:

$$x_{rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2}$$

Dabei gilt:

x_i ist der gemessene oder berechnete Wert

n ist die Anzahl der Werte

2.4.4. „Steigung“ einer linearen Regression (a_1) bezeichnet:

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

Dabei gilt: x_i ist der tatsächliche Wert des Bezugspfameters

y_i ist der tatsächliche Wert des zu überprüfenden Parameters

\bar{x} ist der Mittelwert des Bezugspfameters

\bar{y} ist der Mittelwert des zu überprüfenden Parameters

n ist die Anzahl der Werte

2.4.5. Standardabweichung vom Schätzwert (SEE) bezeichnet:

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

Dabei gilt:

\hat{y} ist der geschätzte Wert des zu überprüfenden Parameters

y_i ist der tatsächliche Wert des zu überprüfenden Parameters

n ist die Anzahl der Werte

2.5. Für die Zwecke dieses Anhangs gelten folgende Begriffsbestimmungen hinsichtlich anderer Themen:

- 2.5.1. „Kaltstartphase“ bezeichnet den Zeitraum von Prüfbeginn gemäß Nummer 2.6.5 bis zu dem Punkt, an dem das Fahrzeug 5 Minuten lang gefahren wurde. Konnte die Kühlmitteltemperatur bestimmt werden, endet die Kaltstartphase, sobald das Kühlmittel erstmalig eine Temperatur von 70 °C erreicht hat, spätestens jedoch 5 Minuten nach Prüfbeginn. Für den Fall, dass sich die Kühlmitteltemperatur nicht messen lässt, kann auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde anstelle der Kühlmitteltemperatur die Motoröltemperatur verwendet werden.
- 2.5.2. „Deaktivierter Verbrennungsmotor“ bezeichnetet einen Verbrennungsmotor, für den eines der folgenden Kriterien gilt:
- die aufgezeichnete Motordrehzahl beträgt < 50 rpm;
 - oder, wenn die Motordrehzahl nicht aufgezeichnet wird: der gemessene Abgasmassendurchsatz beträgt < 3 kg/h.
- 2.5.3. „Motorsteuergerät“ bezeichnet das elektronische Gerät, das verschiedene Aktuatoren steuert, um eine optimale Leistung des Motors zu gewährleisten.
- 2.5.4. „Erweiterter Faktor“ bezeichnet einen Faktor, der den Auswirkungen erweiterter Umgebungstemperaturen oder -höhenbedingungen auf die Schadstoffemissionen Rechnung trägt.
- 2.5.5. „Partikelzahl“ oder „PN“ bezeichnet die Gesamtzahl der festen Partikel² im Abgas eines Fahrzeugs; sie wird anhand der in diesem Anhang beschriebenen Methoden der Verdünnung, Probenahme und Messung quantifiziert.

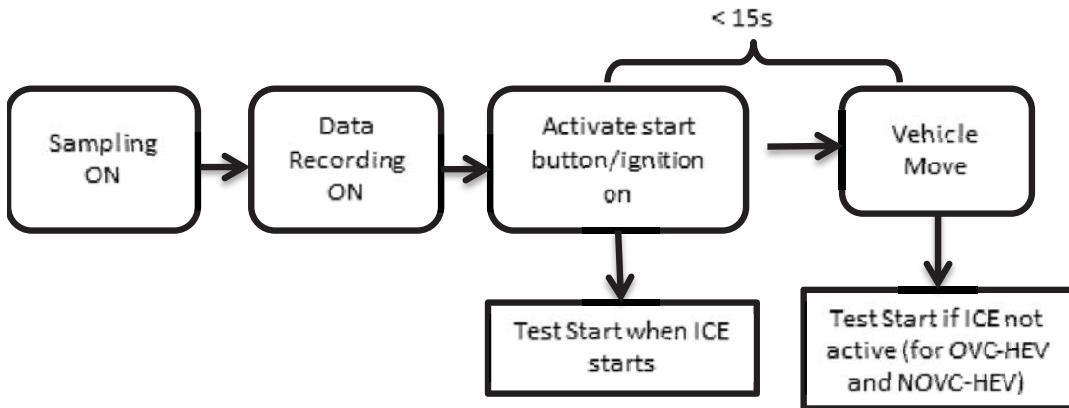
2.6. Für die Zwecke dieses Anhangs gelten folgende Begriffsbestimmungen hinsichtlich der Prüfverfahren:

- 2.6.1. „PEMS-Fahrt mit Kaltstart“ bezeichnet eine Fahrt mit Konditionierung des Fahrzeugs vor der Prüfung gemäß Absatz 5.3.2.
- 2.6.2. „PEMS-Fahrt mit Warmstart“ bezeichnet eine Fahrt ohne Konditionierung des Fahrzeugs vor der Prüfung gemäß Absatz 5.3.2, jedoch mit einem warmen Motor mit einer Kühlmitteltemperatur über 70 °C. Für den Fall, dass sich die Kühlmitteltemperatur nicht messen lässt, kann auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde anstelle der Kühlmitteltemperatur die Motoröltemperatur verwendet werden.
- 2.6.3. „System mit periodischer Regenerierung“ bezeichnet eine schadstoffemissionsmindernde Einrichtung (z. B. einen Katalysator oder einen Partikelfilter), für die eine periodische Regenerierung erforderlich ist.
- 2.6.4. „Reagens“ bezeichnet einen Stoff, außer Kraftstoff, der im Fahrzeug mitgeführt und auf Veranlassung des Emissionsminderungssystems in das Abgasnachbehandlungssystem eingeleitet wird.
- 2.6.5. „Prüfbeginn“ (Abbildung 4) bezeichnet alles, das nach Folgendem zuerst eintritt:

² Der Begriff „Partikel“ wird gewöhnlich für die in der Luft festgestellten (gemessenen) Masseteilchen (schwebende Masse) und der Begriff „Staub“ für die abgelagerten Masseteilchen verwendet.

- erste Aktivierung des Verbrennungsmotors;
- erste Bewegung des Fahrzeugs mit einer Geschwindigkeit von mehr als 1 km/h für OVC-HEV und NOVC-HEV.

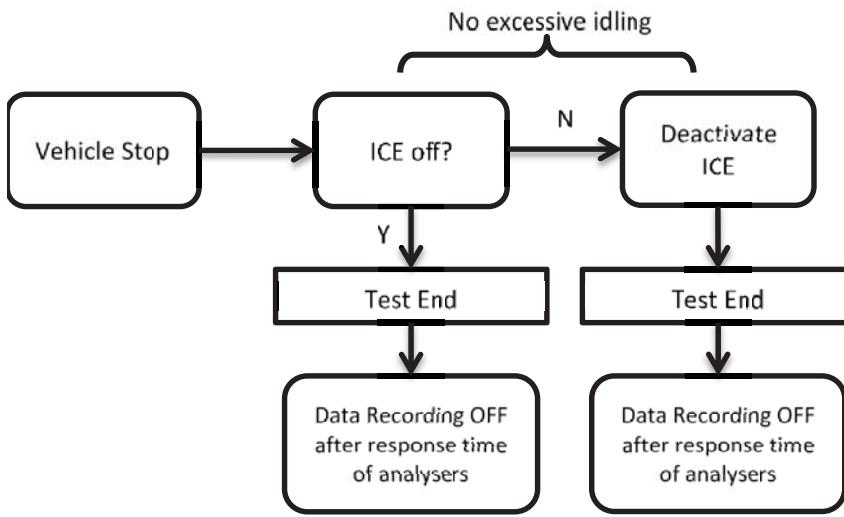
Abbildung 4
Festlegung des Prüfbeginns



2.6.6. „Prüfungsende“ (Abbildung 5) bezeichnet, dass das Fahrzeug die Fahrt abgeschlossen hat und je nachdem, welches Ereignis zuletzt eintritt:

- endgültige Deaktivierung des Verbrennungsmotors;
- das Fahrzeug hält an und die Geschwindigkeit beträgt höchstens 1 km/h bei OVC-HEV und NOVC-HEVs, die die Prüfung mit deaktiviertem Verbrennungsmotor abschließen.

Abbildung 5
Festlegung des Prüfungsendes



2.6.7. „Validierung des portablen Emissionsmesssystems“ oder „PEMS-Validierung“ bezeichnet das Verfahren zur Bewertung – auf einem Rollenprüfstand – der ordnungsgemäßen Installation und Funktion – innerhalb der jeweiligen Genauigkeitsgrenzen – eines portablen Emissionsmesssystems und der Richtigkeit der Abgasmassendurchsatzwerte,

welche von einem oder mehreren nicht rückverfolgbaren Abgasmassendurchsatzmessern gemessen oder mithilfe der Signale von Sensoren oder ECU-Signalen berechnet wurden.

3. ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

3.1. Anforderungen an die Übereinstimmung

Bei Fahrzeugtypen, die nach diesem Anhang genehmigt werden, dürfen die endgültigen RDE-Emissionsergebnisse, die gemäß diesem Anhang bei einer gemäß den Anforderungen dieses Anhangs durchgeführten etwaigen RDE-Prüfung berechnet werden, keinen der einschlägigen Euro-6-Emissionsgrenzwerte gemäß Anhang I Tabelle 2 der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 überschreiten. Der Hersteller bestätigt die Einhaltung der vorliegenden Verordnung durch Ausfüllen der RDE-Bescheinigung nach Anlage 12.

Der Hersteller kann die Einhaltung niedrigerer Emissionsgrenzwerte erklären, indem er in der Bescheinigung des Herstellers über die RDE-Übereinstimmung gemäß Anlage 12 und in der Übereinstimmungsbescheinigung jedes Fahrzeugs entweder für NO_x oder für die PN oder für beides niedrigere Werte – „angegebener RDE-Höchstwert“ genannt – angibt. Diese angegebenen RDE-Höchstwerte sind gegebenenfalls für die Überprüfung der Konformität von Fahrzeugen zu verwenden, auch für Prüfungen, die im Rahmen der Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge und der Marktüberwachung durchgeführt werden.

Das Emissionsverhalten im praktischen Fahrbetrieb ist durch die Prüfung von PEMS-Prüffamilien auf der Straße unter normalen Fahrmustern und -bedingungen und mit normaler Nutzlast nachzuweisen. Die notwendigen Prüfungen müssen repräsentativ für den Betrieb der Fahrzeuge auf ihren tatsächlichen Fahrtrouten mit normaler Belastung sein. Die Anforderungen an die Emissionsgrenzwerte müssen im Betrieb innerorts und während der gesamten PEMS-Fahrt erfüllt sein.

Die in diesem Anhang vorgeschriebenen RDE-Prüfungen begründen eine Konformitätsvermutung. Die Konformitätsvermutung kann durch zusätzliche RDE-Prüfungen neu bewertet werden. Die Überprüfung der Übereinstimmung erfolgt gemäß den Bestimmungen hinsichtlich der Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge.

3.2. Erleichterung der PEMS-Prüfungen

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.

Die Hersteller stellen sicher, dass Fahrzeuge mit PEMS geprüft werden können, indem sie:

- a) Auspuffrohre so konstruieren, dass die Probenahme des Abgases erleichtert wird, oder indem sie den Behörden für die Prüfung geeignete Adapter für Auspuffrohre zur Verfügung stellen,
- b) im Falle einer Auspuffrohrkonstruktion, die keine Probenahme von Abgasen erleichtert, unabhängigen Dritten über das Ersatzteilnetz oder Servicetool-Netz (z. B. über das RMI-Portal) des Herstellers, über autorisierte Händler oder über eine Kontaktstelle auf der genannten öffentlich zugänglichen Website Adapter zum Kauf oder zur Miete zur Verfügung stellen,
- c) Anleitungen zur Verfügung stellen, wie ein PEMS an die Fahrzeuge angeschlossen werden kann; diese Anleitungen müssen ohne Registrierung oder Anmeldung online abrufbar sein,
- d) Zugang zu den für diesen Anhang relevanten ECU-Signalen gemäß Anlage 4 Tabelle A4/1 gewähren und

- e) die erforderlichen Verwaltungsvereinbarungen treffen.

3.3. Auswahl von Fahrzeugen für PEMS-Prüfungen

PEMS-Prüfungen sind nicht für jeden „*Fahrzeugtyp hinsichtlich der Emissionen im praktischen Fahrbetrieb*“ erforderlich. Der Hersteller kann mehrere Fahrzeugemissionstypen gemäß Absatz 3.3.1 zu einer „*PEMS-Prüffamilie*“ zusammenfassen, die nach den Anforderungen des Absatzes 3.4 zu validieren ist.

Symbole, Parameter und Einheiten

N	—	Anzahl der Fahrzeugemissionstypen
NT	—	Mindestanzahl der Fahrzeugemissionstypen
PMR _H	—	Höchstes Leistungs-Masse-Verhältnis aller Fahrzeuge in der PEMS-Prüffamilie
PMR _L	—	Niedrigstes Leistungs-Masse-Verhältnis aller Fahrzeuge in der PEMS-Prüffamilie
V_eng_max	—	Größter Hubraum aller Fahrzeuge in der PEMS-Prüffamilie

3.3.1. Zusammenstellung von PEMS-Prüffamilien

Eine PEMS-Prüffamilie besteht aus fertiggestellten Fahrzeugen eines Herstellers mit ähnlichen Emissionsmerkmalen. Die Einbeziehung von Fahrzeugemissionstypen in eine PEMS-Prüffamilie ist nur dann zulässig, wenn die Fahrzeuge innerhalb einer PEMS-Prüffamilie in Bezug auf alle im Folgenden genannten verwaltungstechnischen und technischen Kriterien identisch sind.

3.3.1.1. Verwaltungstechnische Kriterien

- a) Die Genehmigungsbehörde, die die Emissionstypgenehmigung nach dem vorliegenden Anhang erteilt („Behörde“)
- b) Der Hersteller, der die Emissionstypgenehmigung nach dem vorliegenden Anhang erhalten hat („Hersteller“).

3.3.1.2. Technische Kriterien

- a) Art des Antriebs (z. B. ICE, NOVC-HEV, OVC-HEV)
- b) Kraftstoffarten (z. B. Benzin, Diesel, LPG, NG usw.). Bivalente oder Flexfuel-Fahrzeuge können zusammen mit anderen Fahrzeugen eingruppiert werden, mit dem sie einen der Kraftstoffe gemein haben.
- c) Verbrennungsvorgang (z. B. Zweitakt-, Viertaktmotor)
- d) Anzahl Zylinder
- e) Anordnung der Zylinder (Reihe, V-förmig, radial, horizontal gegenüberliegend)
- f) 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 $V_{eng_max} \geq 1500$ ccm ist, um nicht mehr als – 22 % abweichen und wenn $V_{eng_max} < 1500$ ccm ist, um nicht mehr als – 32 %.

- g) Art der Kraftstoffzufuhr (z. B. indirekte, direkte oder kombinierte Einspritzung)
- h) Kühlungssystem (z. B. Luft, Wasser, Öl)
- i) Ansaugmethode wie natürliche Ansaugung, Aufladung, Art des Aufladers (z. B. mit Antrieb von außen, Einzel- oder Mehrfachturbolader, variable Geometrien...)
- j) Typen und Aufeinanderfolge der Abgasnachbehandlungseinrichtungen (z. B. Dreiwegekatalysator, Oxidationskatalysator, Mager- NO_x -Falle, selektive katalytische Reduktion (SCR), Lean- NO_x -Trap, Partikelfilter)
- k) Abgasrückführung (mit oder ohne, intern oder extern, gekühlt oder nicht gekühlt, niedriger oder hoher Druck)

3.3.1.3. 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 Absätze 3.3 und 3.4 ebenfalls erfüllen. Dazu können PEMS-Prüfungen zusätzlicher Fahrzeuge mit dem Ziel erforderlich sein, die erweiterte PEMS-Prüffamilie gemäß Absatz 3.4 zu validieren.

3.3.1.4. Festlegung der andersartigen PEMS-Prüffamilie

Als Alternative zu den Bestimmungen der Absätze 3.3.1.1 und 3.3.1.2 kann der Fahrzeugherrsteller eine PEMS-Prüffamilie festlegen, die mit einem einzigen Fahrzeugemissionstyp oder einer einzigen WLTP IP-Familie identisch ist. In diesem Fall ist nach Wahl der Behörde nur ein Fahrzeug aus der Familie entweder in einer Warm- oder Kaltprüfung zu prüfen, und es ist nicht erforderlich, die PEMS-Prüffamilie gemäß Absatz 3.4 zu validieren.

3.4. Validierung einer PEMS-Prüffamilie

3.4.1. Allgemeine Anforderungen für die Validierung einer PEMS-Prüffamilie

- 3.4.1.1. Der Fahrzeugherrsteller führt der Behörde ein repräsentatives Fahrzeug der PEMS-Prüffamilie vor. Ein technischer Dienst prüft das Fahrzeug mit einer PEMS-Prüfung, damit der Nachweis erbracht wird, dass das repräsentative Fahrzeug die Anforderungen dieses Anhangs erfüllt.
- 3.4.1.2. Die Behörde wählt nach den Anforderungen in Absatz 3.4.3 weitere Fahrzeuge für PEMS-Prüfungen durch einen technischen Dienst aus, damit der Nachweis erbracht wird, dass die ausgewählten Fahrzeuge die Anforderungen dieses Anhangs erfüllen. Die technischen Kriterien für die Auswahl eines zusätzlichen Fahrzeugs gemäß Absatz 3.4.3 werden zusammen mit den Prüfergebnissen aufgezeichnet.
- 3.4.1.3. Mit Zustimmung der Behörde kann eine PEMS-Prüfung auch von einer dritten Bedienperson unter Aufsicht eines technischen Dienstes unter der Voraussetzung gefahren werden, dass wenigstens die in den Absätzen 3.4.3.2 und 3.4.3.6 verlangten Prüfungen und insgesamt wenigstens 50 % der 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.

3.4.1.4. Unter den nachstehenden Bedingungen kann das Ergebnis einer PEMS-Prüfung eines bestimmten Fahrzeugs zur Validierung verschiedener PEMS-Prüffamilien verwendet werden:

- die zu allen zu validierenden PEMS-Prüffamilien gehörenden Fahrzeuge werden von einer einzigen Behörde gemäß den Anforderungen des vorliegenden Anhangs 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.

3.4.2. 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.

3.4.3. 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 von einer PEMS-Prüfung abgedeckt 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:

3.4.3.1. 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.

3.4.3.2. Der Hersteller gibt einen Wert für PMR_H (= höchstes Leistung-Masse-Verhältnis aller Fahrzeuge in der PEMS-Prüffamilie) sowie einen Wert PMR_L (= niedrigstes Leistung-Masse-Verhältnis aller Fahrzeuge in der PEMS-Prüffamilie) an. 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. Damit ein Fahrzeug als für diesen Wert repräsentativ gelten kann, darf das Leistung-Masse-Verhältnis des Fahrzeugs um höchstens 5 % von dem für PMR_H oder PMR_L angegebenen Wert abweichen.

3.4.3.3. Für die Prüfungen wird wenigstens ein Fahrzeug für jeden in Fahrzeugen der PEMS-Prüffamilie eingebauten Getriebetyp (z. B. manuell, automatisch, stufenlos) ausgewählt.

3.4.3.4. Für die Prüfungen wird wenigstens ein Fahrzeug je Antriebsachsenkonfiguration ausgewählt, falls die PEMS-Prüffamilie Fahrzeuge entsprechende Fahrzeuge umfasst.

3.4.3.5. Für jeden mit einer PEMS-Familie verbundenen Hubraum wird wenigstens ein repräsentatives Fahrzeug geprüft.

3.4.3.6. Mindestens ein Fahrzeug in der PEMS-Prüffamilie ist der Warmstartprüfung zu unterziehen.

3.4.3.7. Unbeschadet der Bestimmungen der Absätze 3.4.3.1 bis 3.4.3.6 wird für die Prüfungen wenigstens die folgende Anzahl von Fahrzeugemissionstypen einer bestimmten PEMS-Prüffamilie ausgewählt:

Anzahl Fahrzeugemissionstypen einer PEMS-Prüffamilie (N)	von Mindestanzahl in Kaltstartprüfungen Fahrzeugemissionstypen (NT)	für PEMS- ausgewählten Fahrzeugemissionstypen	Mindestanzahl Warmstartprüfungen Fahrzeugemissionstypen	für PEMS- ausgewählten Fahrzeugemissionstypen
1	1		1 ⁽²⁾	
von 2 bis 4	2		1	
von 5 bis 7	3		1	
von 8 bis 10	4		1	
von 11 bis 49	NT = 3 + 0,1 x N ⁽¹⁾		2	
mehr als 49	NT = 0,15 x N ⁽¹⁾		3	

⁽¹⁾ NT wird auf die nächstgrößere ganze Zahl gerundet.

⁽²⁾ Ist in einer PEMS-Prüffamilie nur ein Fahrzeugemissionstyp vorhanden, entscheidet die Typgenehmigungsbehörde darüber, ob das Fahrzeug bei Heiß- oder Kaltstart zu prüfen ist.

3.5. Berichterstattung für die Typgenehmigung

- 3.5.1. Der Fahrzeugherrsteller stellt eine vollständige Beschreibung der PEMS-Prüffamilie bereit, die insbesondere die in Absatz 3.3.1.2 beschriebenen technischen Kriterien umfasst, und legt sie der Behörde vor.
- 3.5.2. Der Hersteller weist der PEMS-Prüffamilie eine eindeutige Kennnummer im Format MS-OEM-X-Y zu und teilt sie der Behörde mit. Darin ist MS die Kennnummer des Mitgliedstaats, der die EG-Typgenehmigung erteilt,³ 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).
- 3.5.3. Die Behörde und der Fahrzeugherrsteller 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.
- 3.5.4. Die Behörde und der Fahrzeugherrsteller führen eine Liste der für PEMS-Prüfungen ausgewählten Fahrzeugemissionstypen zur Validierung einer PEMS-Prüffamilie gemäß Nummer 3.4; die Liste enthält auch die erforderlichen Informationen darüber, wie die Auswahlkriterien von Nummer 3.4.3 erfasst sind. Diese Liste enthält auch die Angabe, ob die Bestimmungen von Nummer 3.4.1.3 auf eine bestimmte PEMS-Prüfung angewandt wurden.

3.6. Vorschriften zur Rundung

³ 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; 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

Eine Rundung der Daten in der Datenaustauschdatei gemäß Anlage 7 Abschnitt 10 ist nicht zulässig. In der Vorverarbeitungsdatei können die Daten auf die gleiche Größenordnung der Genauigkeit der Messung des entsprechenden Parameters gerundet werden.

Die gemäß Anhang 11 errechneten Zwischen- und endgültigen Emissionsprüfergebnisse sind in einem Schritt auf die in der jeweils geltenden Emissionsnorm angegebene Zahl von Dezimalstellen zu runden, zuzüglich einer weiteren signifikanten Stelle. Bei vorherigen Schritten der Berechnungen wird keine Rundung vorgenommen.

4. LEISTUNGSANFORDERUNGEN AN DIE MESSAUSRÜSTUNG

Die für RDE-Prüfungen verwendete Messausrüstung erfüllt die Anforderungen in Anlage 5. Auf Anfrage der Behörden legt der Prüfer einen Nachweis vor, dass die verwendete Messausrüstung die Anforderungen in Anlage 5 erfüllt.

5. PRÜFBEDINGUNGEN

Nur eine RDE-Prüfung, die die Anforderungen dieses Abschnitts erfüllt, ist als gültig anzuerkennen. Sofern nicht anders angegeben, gelten Prüfungen, die außerhalb der in diesem Abschnitt genannten Prüfbedingungen durchgeführt werden, als ungültig.

5.1. Umgebungsbedingungen

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. Der Faktor für erweiterte Bedingungen gemäß Absatz 7.5 ist nur einmal anzuwenden, auch wenn im selben Zeitraum beide Bedingungen erweitert sind. Wird ein Teil der Prüfung oder die gesamte Prüfung außerhalb der erweiterten Bedingungen durchgeführt, so ist die Prüfung ungeachtet des einleitenden Absatzes dieses Abschnitts nur dann ungültig, wenn die nach Anhang 11 berechneten endgültigen Emissionen die geltenden Emissionsgrenzwerte überschreiten. Die Bedingungen umfassen folgende Punkte:

Für Typgenehmigungen mit der Eigenschaft EA gemäß Anhang I Anlage 6 Tabelle 1:

Gemäßigte Höhenlage-Bedingungen:	Höhe höchstens 700 Meter über dem Meeresspiegel.
Erweiterte Höhenlage-Bedingungen:	Höhe über 700 Meter und höchstens 1300 Meter über dem Meeresspiegel.
Gemäßigte Temperaturbedingungen:	Mindestens 273,15 K (0°C) und höchstens 303,15 K (30°C).
Erweiterte Temperaturbedingungen:	Mindestens 266,15 K (-7°C) und höchstens 273,15 K (0°C) oder mehr als 303,15 K (30°C) und höchstens 308,15 K (35°C).“

Für Typgenehmigungen mit den Eigenschaften EB und EC gemäß Anhang I Anlage 6 Tabelle 1:

Gemäßigte Höhenlage-Bedingungen:	Höhe höchstens 700 Meter über dem Meeresspiegel.
Erweiterte Höhenlage-Bedingungen:	Höhe über 700 Meter und höchstens 1300 Meter über dem Meeresspiegel.
Gemäßigte Temperaturbedingungen:	Mindestens 273,15 K (0 °C) und höchstens 308,15 K (35 °C).
Erweiterte Temperaturbedingungen:	Mindestens 266,15 K (-7 °C) und höchstens 273,15 K (0 °C) oder mehr als 308,15 K (35 °C) und höchstens 311,15 K (38 °C).“

5.2. Dynamische Bedingungen der Fahrt

Die dynamischen Bedingungen umfassen den Einfluss der Straßenneigung, des Gegenwindes, der Fahrdynamik (Beschleunigungen, Verzögerungen) sowie von Nebenverbrauchern auf Energieverbrauch und Emissionen des Prüffahrzeugs. Die Gültigkeit der Fahrt für die dynamischen Bedingungen wird nach Abschluss der Prüfung anhand der aufgezeichneten PEMS-Daten geprüft. Diese Nachprüfung ist in zwei Schritten durchzuführen.

SCHRITT i: Anhand der in Anlage 9 beschriebenen Verfahren ist zu überprüfen, ob die Fahrdynamik während der Fahrt zu hoch oder zu gering ist.

SCHRITT ii: Erweist sich die Fahrt im Zuge der Nachprüfungen gemäß SCHRITT i als gültig, so werden die in den Anlagen 8 und 10 festgelegten Verfahren zur Nachprüfung der Gültigkeit der Fahrt angewendet.

5.3. Zustand und Betrieb des Fahrzeugs

5.3.1. Zustand des Fahrzeugs

Das Fahrzeug einschließlich seiner emissionsrelevanten Bauteile muss in einem guten technischen Zustand und vor der Prüfung mindestens 3000 km eingefahren sein. Die Kilometerleistung und das Alter des für die RDE-Prüfung verwendeten Fahrzeugs sind aufzuzeichnen.

Alle Fahrzeuge, insbesondere auch OVC-HEV-Fahrzeuge, können in jeder wählbaren Betriebsart, einschließlich der Betriebsart „Batterieaufladung“, geprüft werden. Auf der Grundlage technischer Unterlagen, die vom Hersteller bereitgestellt werden, und der Zustimmung der zuständigen Behörde sind die speziellen vom Fahrzeugführer wählbaren Betriebsarten für sehr spezielle begrenzte Zwecke außer Acht zu lassen (z. B. Wartungsmodus, Kriechmodus). Alle verbleibenden wählbaren Betriebsarten, die für das Fahren verwendet werden, können berücksichtigt werden und die Schwellenwerte der Schadstoffemissionen müssen in allen diesen Betriebsarten eingehalten werden.

Änderungen, die die Aerodynamik des Fahrzeugs beeinflussen, sind nicht zulässig, außer in Bezug auf die PEMS-Installation. Reifentypen und Reifendruck entsprechen den Empfehlungen des Fahrzeugherstellers. Der Reifendruck ist vor der Vorkonditionierung zu überprüfen und erforderlichenfalls auf die empfohlenen Werte einzustellen. Das Fahren des Fahrzeugs mit Schneeketten ist nicht zulässig.

Fahrzeuge sollten nicht mit einer leeren Starterbatterie geprüft werden. Bei Startproblemen des Fahrzeugs ist die Batterie entsprechend den Empfehlungen des Fahrzeugherstellers zu ersetzen.

Die Prüfmasse des Fahrzeugs umfasst den Fahrer, gegebenenfalls einen Zeugen der Prüfung, die Prüfausrüstung einschließlich der Anbringungsteile und der Stromversorgungsgeräte und etwaiger künstlicher Nutzlast. Sie muss zwischen der tatsächlichen Masse des Fahrzeugs und der maximal zulässigen Prüfmasse des Fahrzeugs zu Beginn der Prüfung liegen und darf sich während der Prüfung nicht erhöhen.

Das Fahrzeug darf nicht mit der Absicht gefahren werden, durch extremes Fahren, das keine normale Nutzung widerspiegelt, eine bestandene oder eine nicht bestandene Prüfung zu generieren. Falls nötig kann die Nachprüfung normaler Fahrmuster auf der Grundlage der Einschätzung durch Sachverständige der Typgenehmigungsbehörde oder in ihrem Namen durch Kreuzkorrelation hinsichtlich mehrerer Signale erfolgen; diese umfassen unter anderen: Abgasdurchsatz, Abgastemperatur, CO₂, O₂ usw. in Verbindung mit der Fahrzeuggeschwindigkeit, der Beschleunigung und GNSS-Daten sowie gegebenenfalls weitere Fahrzeugparameter wie Motordrehzahl, Gang, Position des Gaspedals usw.

5.3.2. Konditionierung des Fahrzeugs für die PEMS-Fahrt mit Kaltstart

Vor der RDE-Prüfung ist das Fahrzeug auf folgende Weise vorzukonditionieren:

Das Fahrzeug wird auf öffentlichen Straßen gefahren, vorzugsweise auf derselben Route wie die geplante RDE-Prüfung, oder für mindestens 10 Minuten je Betriebsmodus (z. B: innerorts, außerorts, Autobahn), oder für 30 Minuten mit einer Mindestdurchschnittsgeschwindigkeit von 30 km/h. Die Validierungsprüfung im Labor gemäß Anlage 6 zu diesem Anhang gilt auch als Vorkonditionierung. Das Fahrzeug wird in der Folge zwischen 6 und 72 Stunden mit geschlossenen Türen und geschlossener Motorhaube bei ausgeschaltetem Motor und bei mittleren bis erweiterten Höhen- und Temperaturwerten gemäß Absatz 5.1 abgestellt. Extreme Witterungsbedingungen (starke Schneefälle, Sturm, Hagel) und übermäßige Staub- oder Rauchmengen sollten vermieden werden.

Vor dem Beginn der Prüfung sind das Fahrzeug und die Ausrüstung in Bezug auf Schäden und das Vorhandensein von Warnsignalen, die auf Fehlfunktionen hindeuten könnten, zu überprüfen. Im Falle einer Fehlfunktion ist die Ursache der Fehlfunktion festzustellen und zu beseitigen oder das Fahrzeug ist abzulehnen.

5.3.3. Hilfseinrichtungen

Der Betrieb der Klimaanlage und der sonstigen Hilfseinrichtungen muss ihrer zu erwartenden typischen Verwendung im tatsächlichen Fahrbetrieb auf der Straße entsprechen. Jede Art der Verwendung ist zu dokumentieren. Die Fahrzeugfenster müssen während des Betriebs der Klimaanlage oder der Heizung geschlossen sein.

5.3.4. Fahrzeuge mit Systemen mit periodischer Regenerierung

- 5.3.4.1. Alle Ergebnisse sind mit den K_i-Faktoren oder mit den K_i-Abweichungen zu korrigieren, die durch die Verfahren in Anhang B6 Anlage 1 der UN-Regelung Nr. 154⁴ für die Typgenehmigung eines Fahrzeugtyps, der mit einem System mit periodischer Regenerierung ausgerüstet ist, entwickelt wurden. Der K_i-Faktor oder die K_i-Abweichung sind auf die Endergebnisse nach Bewertung gemäß Anlage 11 anzuwenden.
- 5.3.4.2. Liegen die nach Anlage 11 berechneten endgültigen Emissionen über den geltenden Emissionsgrenzwerten, ist das Auftreten der Regenerierung zu überprüfen. Die

⁴ UN-Regelung Nr. 154 – Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen in Bezug auf die Kriterien Emissionen, Kohlendioxidemissionen und Kraftstoffverbrauch und/oder die Messung des Stromverbrauchs und der elektrischen Reichweite (WLTP) ([ABl. L xxx vom xx.xx.2022, S. xx. [vom Amt für Veröffentlichungen vor der Annahme zu vervollständigen, sobald die Amtsblattveröffentlichung der Änderungsserie 02 zu UN-Regelung Nr. 154 erfolgt ist].)

Überprüfung einer Regenerierung kann sich auf die Beurteilung durch Experten stützen, wobei eine Kreuzkorrelation mehrerer der folgenden Signale durchzuführen ist; diese können die Abgastemperatur, PN-, CO₂-, O₂-Messungen in Verbindung mit der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Beschleunigung beinhalten. Verfügt das Fahrzeug über eine Funktion zur Erkennung der Regenerierung, so ist diese zur Bestimmung des Auftretens der Regenerierung zu verwenden. Falls ein solches Signal nicht verfügbar ist, kann der Hersteller Empfehlungen geben, wie eine erfolgte Regenerierung erkannt wird.

- 5.3.4.3. Falls eine Regenerierung während einer Prüfung auftrat, so ist das endgültige Emissionsergebnis in Bezug auf die geltenden Emissionsgrenzwerte zu überprüfen, wobei der K_i-Faktor oder die K_i-Abweichung nicht angewendet werden. Liegen die endgültigen Emissionen über den Emissionsgrenzwerten, dann ist die Prüfung einmal zu wiederholen. Der Abschluss der Regenerierung und der Stabilisierung während ungefähr 1 Stunde Fahrt muss vor dem Beginn der zweiten Prüfung erfolgen. Die zweite Prüfung ist gültig, auch wenn während der Prüfung eine Regenerierung erfolgt.

Selbst wenn die endgültigen Emissionsergebnisse unter die geltenden Emissionsgrenzwerte fallen, kann das Auftreten der Regenerierung gemäß Absatz 5.3.4.2 überprüft werden. Wenn die Regenerierung nachgewiesen werden kann und mit Zustimmung der Typgenehmigungsbehörde, werden die endgültigen Ergebnisse ohne die Anwendung des K_i-Faktors oder der K_i-Abweichung berechnet.

5.4. PEMS-Betriebsanforderungen

Die Fahrstrecke muss so gewählt werden, dass die Prüfung nicht unterbrochen wird und die Daten kontinuierlich aufgezeichnet werden, damit die minimale Prüfungsdauer nach Absatz 6.3 erreicht wird.

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.

Die PEMS-Ausrüstung ist so einzubauen, um eine Beeinflussung der Emissionen und/oder der Leistung des Fahrzeugs so weit wie möglich zu minimieren. Es ist darauf zu achten, dass die Masse der eingebauten Ausrüstung sowie mögliche Veränderungen der Aerodynamik des Prüffahrzeugs so gering wie möglich gehalten werden.

Während der Typgenehmigung ist vor Durchführung einer RDE-Prüfung gemäß Anlage 6 eine Validierungsprüfung im Labor durchzuführen. Bei OVC-HEV ist die Prüfung im Fahrzeugbetrieb bei gleichbleibender Ladung durchzuführen.

5.5. Schmieröl, Kraftstoffe und Reagens

Für die während der Typgenehmigung durchgeführte Prüfung muss der für die RDE-Prüfung verwendete Kraftstoff entweder der in Anhang B3 der UN-Regelung Nr. 154 festgelegte Bezugskraftstoff oder der vom Hersteller für den Betrieb des Fahrzeugs durch den Kunden angegebene Kraftstoff sein. Das (gegebenenfalls) verwendete Reagens und Schmiermittel muss im Rahmen der vom Hersteller empfohlenen oder herausgegebenen Spezifikationen liegen.

Bei Prüfungen, die im Rahmen der ISC oder Marktüberwachung durchgeführt werden, kann der für RDE-Prüfungen verwendete Kraftstoff jeder auf dem Markt legal verfügbare⁵ und unter die vom

⁵ Siehe Richtlinie 2009/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Änderung der Richtlinie 98/70/EG im Hinblick auf die Spezifikationen für Otto-, Diesel- und Gasölkraftstoffe und die Einführung eines Systems zur Überwachung und Verringerung der Treibhausgasemissionen sowie zur Änderung der Richtlinie 1999/32/EG des Rates im Hinblick auf die Spezifikationen für von Binnenschiffen gebrauchte Kraftstoffe und zur Aufhebung der Richtlinie 93/12/EWG (ABl. L 140 vom 5.6.2009, S. 88).

Hersteller für den Fahrzeugbetrieb durch den Kunden angegebenen Spezifikationen fallende Kraftstoff sein.

Im Falle einer RDE-Prüfung mit einem nicht bestandenen Ergebnis sind Proben des Kraftstoffs, des Schmiermittels und (falls zutreffend) des Reagens zu entnehmen und mindestens 1 Jahr lang unter Bedingungen aufzubewahren, die die Integrität der Probe gewährleisten. Nach entsprechender Analyse können sie beseitigt werden.

6. PRÜFVERFAHREN

6.1. Arten von Geschwindigkeitsintervallen

Das **Geschwindigkeitsintervall „innerorts“** ist durch Fahrzeuggeschwindigkeiten von höchstens 60 km/h gekennzeichnet.

Das **Geschwindigkeitsintervall „außerorts“** ist durch Fahrzeuggeschwindigkeiten von über 60 km/h und höchstens 90 km/h gekennzeichnet. Bei Fahrzeugen, die mit einer Einrichtung zur dauerhaften Begrenzung der Geschwindigkeit auf 90 km/h ausgerüstet sind, ist das Geschwindigkeitsintervall „außerorts“ durch Fahrzeuggeschwindigkeiten von über 60 km/h und höchstens 80 km/h gekennzeichnet.

Das Geschwindigkeitsintervall „Autobahn“ ist durch Geschwindigkeiten von über 90 km/h gekennzeichnet.

Bei Fahrzeugen, die mit einer Einrichtung zur dauerhaften Begrenzung der Geschwindigkeit auf 100 km/h ausgerüstet sind, ist das Geschwindigkeitsintervall „Autobahn“ durch Fahrzeuggeschwindigkeiten von über 90 km/h gekennzeichnet.

Bei Fahrzeugen, die mit einer Einrichtung zur dauerhaften Begrenzung der Geschwindigkeit auf 90 km/h ausgerüstet sind, ist das Geschwindigkeitsintervall „Autobahn“ durch Fahrzeuggeschwindigkeiten von über 80 km/h gekennzeichnet.

6.1.1. Sonstige Anforderungen

Beim Geschwindigkeitsintervall „innerorts“ sollte die Durchschnittsgeschwindigkeit (unter Einrechnung der Haltezeiten) zwischen 15 und 40 km/h liegen.

Der Geschwindigkeitsbereich bei Autobahnbetrieb muss einen Bereich zwischen 90 km/h und mindestens 110 km/h in geeigneter Weise abdecken. Die Fahrzeuggeschwindigkeit muss mindestens 5 Minuten lang höher als 100 km/h sein.

Bei Fahrzeugen, die mit einer Einrichtung zur dauerhaften Begrenzung der Geschwindigkeit auf 100 km/h ausgerüstet sind, muss das Geschwindigkeitsintervall „Autobahn“ in geeigneter Weise einen Geschwindigkeitsbereich zwischen 90 und 100 km/h abdecken. Die Fahrzeuggeschwindigkeit muss mindestens 5 Minuten lang höher als 90 km/h sein.

Bei Fahrzeugen, die mit einer Einrichtung zur Begrenzung der Geschwindigkeit auf 90 km/h ausgerüstet sind, muss das Geschwindigkeitsintervall „Autobahn“ in geeigneter Weise einen Geschwindigkeitsbereich zwischen 80 und 90 km/h abdecken. Die Fahrzeuggeschwindigkeit muss mindestens 5 Minuten lang höher als 80 km/h sein.

Für den Fall, dass die lokalen Geschwindigkeitsbegrenzungen für das zu prüfende spezifische Fahrzeug die Einhaltung der Vorschriften dieses Absatzes verhindern, gelten die Vorschriften des folgenden Absatzes:

Der Geschwindigkeitsbereich bei Autobahnbetrieb muss einen Bereich zwischen X – 10 km/h und X km/h in geeigneter Weise abdecken. Die Fahrzeuggeschwindigkeit muss mindestens 5 Minuten lang höher als x – 10 km/h sein. Dabei ist X = die lokale Geschwindigkeitsbegrenzung für das geprüfte Fahrzeug.

6.2. Jeweils erforderliche Streckenanteile der Geschwindigkeitsintervalle

Im Folgenden wird Verteilung der Geschwindigkeitsintervalle bei einer RDE-Fahrt genannt, die für die Bewertung erforderlich sind: Die Fahrt muss zu etwa 34 % aus dem Geschwindigkeitsintervall „innerorts“, zu etwa 33 % aus dem Geschwindigkeitsintervall „außerorts“ und zu etwa 33 % aus dem Geschwindigkeitsintervall „Autobahn“ bestehen. „Etwa“ bezeichnet dabei einen Bereich von ±10 Prozentpunkten um die angegebenen Prozentwerte. Das Geschwindigkeitsintervall „innerorts“ darf jedoch nie weniger als 29 % der Gesamtfahrstrecke ausmachen.

Die Anteile der Geschwindigkeitsintervalle „innerorts“, „außerorts“ und „Autobahn“ sind in Prozent der Gesamtfahrstrecke auszudrücken.

Die Mindeststrecke für die Geschwindigkeitsintervalle „innerorts“, „außerorts“ und „Autobahn“ beträgt jeweils 16 km.

6.3. Durchzuführende RDE-Prüfung

Das Emissionsverhalten im praktischen Fahrbetrieb ist durch die Prüfung von Fahrzeugen auf der Straße unter normalen Fahrmustern und -bedingungen und mit normaler Nutzlast nachzuweisen. RDE-Prüfungen sind auf befestigten Straßen durchzuführen (Geländebetrieb ist beispielsweise unzulässig). Für den Nachweis der Einhaltung der Emissionsanforderungen ist eine RDE-Fahrt durchzuführen.

- 6.3.1. Die Fahrt muss so ausgelegt sein, dass sie Fahrweisen umfasst, die grundsätzlich alle nach Absatz 6.2 erforderlichen Anteile der Geschwindigkeitsintervalle abdecken und allen anderen Vorschriften der Absätze 6.1.1, 6.3 sowie des Absatzes 4.5.1 der Anlage 8 und Abschnitt 4 der Anlage 9 entsprechen.
- 6.3.2. Die geplante RDE-Fahrt muss immer mit Betrieb innerorts beginnen, gefolgt von Betrieb außerorts und Betrieb auf der Autobahn, im Einklang mit den Geschwindigkeitsintervallen gemäß Absatz 6.2. Die Betriebsarten innerorts, außerorts und auf der Autobahn müssen nacheinander durchgeführt werden, können aber auch eine Fahrt beinhalten, die am gleichen Punkt beginnt und endet. Der Betrieb außerorts kann durch kurzzeitige Geschwindigkeitsintervalle „innerorts“ unterbrochen werden, wenn die Fahrt durch Ortschaften hindurchführt. Der Betrieb auf der Autobahn kann, etwa beim Passieren von Mautstellen oder Abschnitten mit Baustellen, durch kurzzeitige Geschwindigkeitsintervalle „innerorts“ oder „außerorts“ unterbrochen werden.
- 6.3.3. Die Fahrzeuggeschwindigkeit darf normalerweise 145 km/h nicht überschreiten. Eine Überschreitung dieser Höchstgeschwindigkeit um einen Toleranzwert von 15 km/h ist zulässig, wenn der entsprechende Anteil 3 % der Gesamtdauer des Betriebs auf der Autobahn 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.

Die Haltezeiten, gekennzeichnet durch eine Fahrzeuggeschwindigkeit von weniger als 1 km/h, müssen 6-30 % der Gesamtdauer des Betriebs innerorts ausmachen. Der Betrieb innerorts kann mehrere Haltezeiten von mindestens 10 s umfassen. Betragen die Haltezeiten im Fahranteil innerorts mehr als 30 % oder gibt es einzelne Haltezeiten von

mehr als 300 Sekunden Dauer, so ist die Prüfung nur dann ungültig, wenn die Emissionsgrenzwerte nicht eingehalten werden.

Die Dauer der Fahrt muss zwischen 90 und 120 Minuten betragen.

Ausgangs- und Endpunkt einer Fahrt dürfen sich in ihrer Höhe über dem Meeresspiegel um nicht mehr als 100 m unterscheiden. Außerdem muss die proportionale kumulierte positive Höhendifferenz über die gesamte Fahrt und während des Betriebs innerorts weniger als 1200 m/100 km betragen und gemäß Anlage 10 ermittelt werden.

- 6.3.4. Beim Geschwindigkeitsintervall „innerorts“ sollte die Durchschnittsgeschwindigkeit (unter Einrechnung der Haltezeiten) während der Kaltstartphase zwischen 15 und 40 km/h liegen. Die Höchstgeschwindigkeit während der Kaltstartphase darf 60 km/h nicht überschreiten.

Bei Prüfbeginn muss sich das Fahrzeug innerhalb von 15 Sekunden in Bewegung setzen. Die Fahrzeughaltezeiten während der gesamten Kaltstartphase gemäß der Definition in Absatz 2.5.1 müssen so kurz wie möglich sein und dürfen insgesamt nicht mehr als 90 Sekunden betragen.

6.4. Sonstige Anforderungen an die Fahrt

Wird der Motor während der Prüfung abgewürgt, kann er erneut gestartet werden, Probenahme und Datenerfassung dürfen jedoch nicht unterbrochen werden. Erfolgt ein Motorstillstand während der Prüfung, dürfen Probenahme und Datenerfassung nicht unterbrochen werden.

Im Allgemeinen ist der Abgasmassendurchsatz mithilfe einer unabhängig vom Fahrzeug funktionierenden Messausrüstung zu bestimmen. Mit Zustimmung der Behörde können in diesem Zusammenhang bei der ursprünglichen Typgenehmigung die ECU-Daten des Fahrzeugs verwendet werden.

Hält die Genehmigungsbehörde die Prüfung der Datenqualität und die Ergebnisse der Validierung einer nach Anlage 4 durchgeführten PEMS-Prüfung für unzulänglich, 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.

Der Hersteller muss der Genehmigungsbehörde nachweisen, dass das ausgewählte Fahrzeug, das Fahrmuster, die Bedingungen und Nutzlasten für die PEMS-Prüffamilie repräsentativ sind. Anhand der Anforderungen zu den Umgebungsbedingungen und zur Nutzlast gemäß den Absätzen 5.1 und 5.3.1 ist vorab zu bestimmen, ob die Bedingungen für eine RDE-Prüfung akzeptabel sind.

Die Genehmigungsbehörde schlägt eine Prüfstrecke mit den Betriebsarten innerorts, außerorts und auf der Autobahn vor, die die Anforderungen des Absatzes 6.2 erfüllt. Gegebenenfalls sind bei der Festlegung der Strecke auf der Grundlage einer topografischen Karte die innerorts, außerorts und auf Autobahnen gefahrenen Anteile auszuwählen. 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 gehört, als nicht konform erachtet.

Bei RDE-Prüfungen, die während der Typgenehmigung durchgeführt werden, kann die Typgenehmigungsbehörde mittels direkter Inaugenscheinnahme oder einer Analyse der Nachweise (z. B. Fotos, Aufzeichnungen) überprüfen, ob der Prüfaufbau und die verwendete Ausrüstung die Anforderungen der Anlagen 4 und 5 erfüllen.

6.5. Konformität der Software-Tools

Jedes Software-Tool, das zur Überprüfung der Gültigkeit der Fahrt und zur Berechnung der Übereinstimmung der Emissionen mit den Bestimmungen der Absätze 5 und 6 und der Anlagen 7, 8, 9, 10 und 11 verwendet wird, wird durch eine vom Mitgliedstaat bestimmte Stelle validiert. Ist

ein solches Software-Tool in die PEMS-Einrichtung integriert, muss ein Nachweis über die Validierung zusammen mit der Einrichtung vorgelegt werden.

7. ANALYSE DER PRÜFDATEN

7.1. EMISSIONEN UND BEWERTUNG DER FAHRT

Die Prüfung wird in Übereinstimmung mit Anlage 4 durchgeführt.

7.2. DIE GÜLTIGKEIT DER FAHRT IST IN EINEM DREISTUFIGEN VERFAHREN WIE FOLGT ZU BEWERTEN:

SCHRITT A: Die Fahrt erfüllt die allgemeinen Anforderungen, die Grenzbedingungen, die Anforderungen an die Fahrt und Betriebsanforderungen sowie die Spezifikationen hinsichtlich Schmieröl, Kraftstoff und Reagenzien gemäß den Abschnitten 5 und 6 und der Anlage 10.

SCHRITT B: Die Fahrt erfüllt die in Anlage 9 festgelegten Anforderungen.

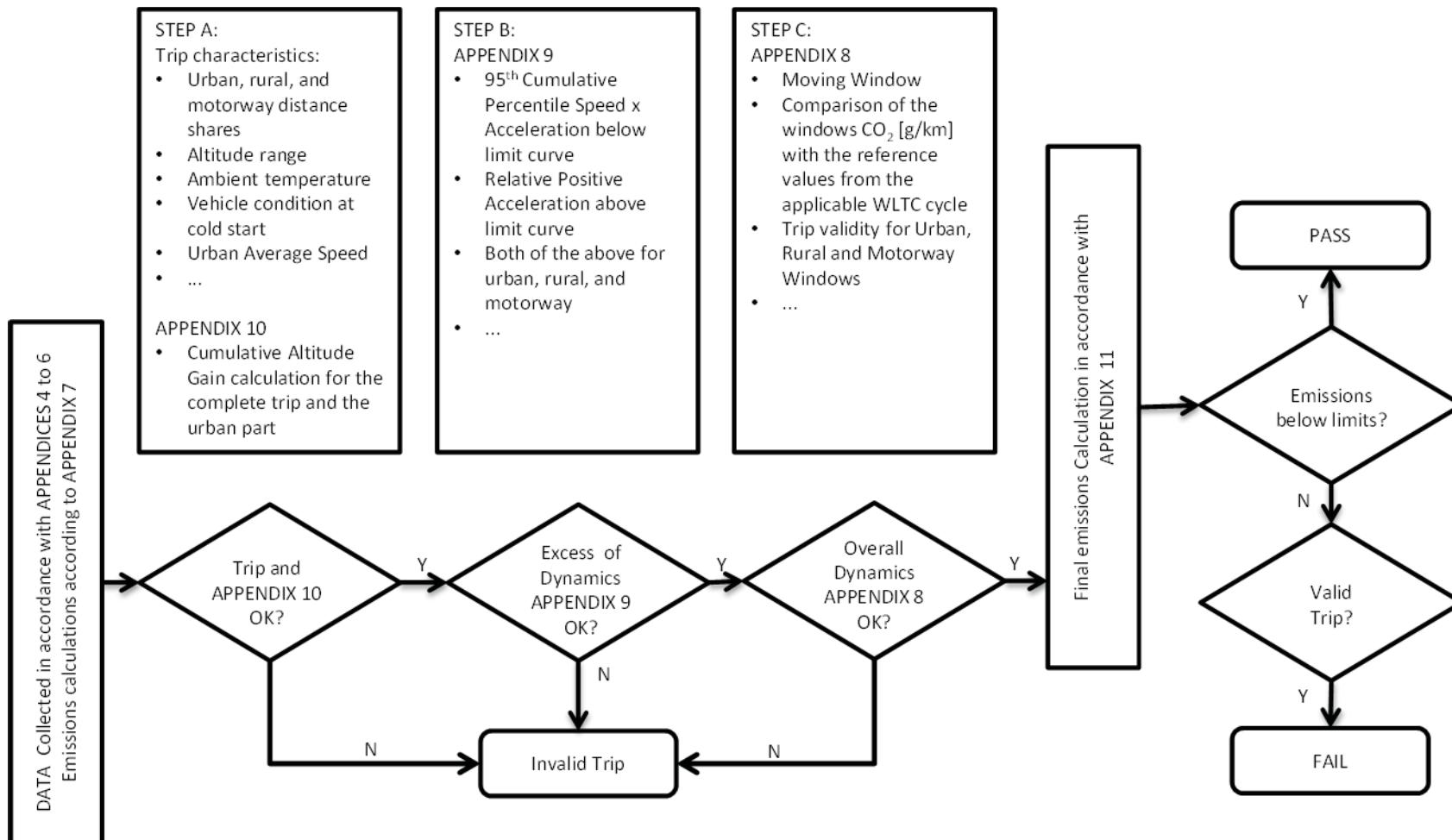
SCHRITT C: Die Fahrt erfüllt die in Anlage 8 festgelegten Anforderungen.

Die Stufen des Verfahrens sind in Abbildung 6 dargestellt.

Wenn mindestens eine der Anforderungen nicht erfüllt ist, dann ist die Fahrt für ungültig zu erklären.

Abbildung 6

Bewertung der Gültigkeit der Fahrt – schematisch (d. h. nicht alle Einzelheiten sind in den jeweiligen Schritten in der Abbildung dargestellt; siehe die entsprechenden Anlagen zu diesen Einzelheiten)



- 7.3. Zur Wahrung der Datenintegrität ist es außer in den in diesem Anhang ausdrücklich genannten Fällen nicht zulässig, Daten aus verschiedenen RDE-Fahrten in einem einzigen Datensatz zusammenzufassen oder Daten aus einer RDE-Fahrt zu ändern oder zu löschen.
- 7.4. Die Emissionsergebnisse sind nach den in Anlage 7 und Anlage 11 beschriebenen Verfahren zu berechnen. Die Emissionsberechnungen sind zwischen Prüfbeginn und Prüfungsende vorzunehmen.
- 7.5. Der erweiterte Faktor für diesen Anhang wird auf 1,6 festgelegt. Erweitern sich die Umgebungsbedingungen während eines bestimmten Zeitabschnitt gemäß Absatz 5.1, so sind die nach Anlage 7 berechneten Schadstoffemissionen während dieses bestimmten Zeitabschnitts durch den erweiterten Faktor zu dividieren. Diese Bestimmung gilt nicht für Kohlendioxidemissionen.
- 7.6. Die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und die Partikelzahl während der Kaltstartphase gemäß Absatz 2.6.1 sind in die normale Bewertung gemäß den Anlagen 7 und 11 aufzunehmen.

Wenn das Fahrzeug während der letzten drei Stunden vor der Prüfung bei einer Durchschnittstemperatur, die in den erweiterten Bereich gemäß Absatz 5.1 fällt, konditioniert wurde, dann gelten die Bestimmungen von Absatz 7.5 für die während der Kaltstartphase erfassten Daten, selbst wenn Umgebungsbedingungen während der Prüfung nicht innerhalb des erweiterten Temperaturbereichs liegen.

7.7. Datenberichterstattung

7.7.1. Allgemeines

Alle Daten einer einzelnen RDE-Prüfung sind gemäß den von der Kommission zur Verfügung gestellten Datenaustausch- und der Berichtsdateien aufzuzeichnen.⁶

7.7.2. Berichterstattung und Verbreitung von Informationen zu RDE-Typgenehmigungsprüfungen

- 7.7.2.1. Der Hersteller stellt der Genehmigungsbehörde einen von ihm erstellten technischen Bericht zur Verfügung. Der technische Bericht besteht aus 4 Elementen:
 - i) Datenaustauschdatei
 - ii) Berichtsdatei
 - iii) Beschreibung des Fahrzeugs und des Motors gemäß Anhang I Anlage 4 der Verordnung 2017/1151
 - iv) unterstützendes visuelles Material (Fotos und/oder Videos) der PEMS-Installation im geprüften Fahrzeug angemessener Qualität und Quantität, das es ermöglicht, das Fahrzeug zu identifizieren und einzuschätzen, ob der Einbau der PEMS-Haupteinheit, des Abgasdurchsatzmessers (EFM), der GNSS-Antenne und der Wetterstation den Empfehlungen der Instrumentenhersteller und den allgemeinen bewährten Praktiken für PEMS-Prüfungen entsprechen.
- 7.7.2.2. Der Hersteller sorgt dafür, dass die in Nummer 7.7.2.1 aufgeführten Informationen auf einer öffentlich zugänglichen Website, ohne Kosten für den Nutzer und ohne

⁶

Siehe CIRCABC-Link....xxxxx

Verpflichtung, die Identität offenzulegen oder sich anzumelden, bereitgestellt werden. Der Hersteller hält die Kommission und die Typgenehmigungsbehörden über die Adresse der Website auf dem Laufenden.

7.7.2.2.1. Die Website muss eine Wildcard-Suche der zugrunde liegenden Datenbank auf der Grundlage eines oder mehrerer der folgenden Elemente ermöglichen:

Fabrikmarke, Typ, Variante, Version, Handelsbezeichnung oder Typgenehmigungsnummer gemäß der Übereinstimmungsbescheinigung nach Anhang IX der Richtlinie 2007/46/EG oder Anhang VIII der Durchführungsverordnung (EU) 2020/683 der Kommission.

Die folgenden Informationen sind für jedes Fahrzeug bei einer Suche zugänglich zu machen:

- Die Kennung der PEMS-Familie, zu der das Fahrzeug gehört, gemäß der Transparenzliste 2 nach Anhang II Anlage 5 Tabelle 1;
- die angegebenen RDE-Höchstwerte gemäß der Meldung in Nummer 48.2 der Übereinstimmungsbescheinigung gemäß Anhang VIII der Durchführungsverordnung (EU) 2020/683 der Kommission.

7.7.2.3. Auf Anfrage stellt der Hersteller jedem Dritten sowie der Kommission den technischen Bericht nach Nummer 7.7.2.1 binnen 10 Tagen kostenlos zur Verfügung. Der Hersteller stellt Anderen den unter Nummer 7.7.2.1 genannten technischen Bericht auf Anfrage zur Verfügung, und zwar gegen eine angemessene und verhältnismäßige Gebühr, die weder abschreckend auf einen Antragsteller mit berechtigtem Interesse an den jeweiligen Informationen wirken noch die internen Kosten übersteigen darf, die dem Hersteller durch die Bereitstellung der angeforderten Informationen entstehen.

Auf Anfrage stellt die Typgenehmigungsbehörde Dritten oder der Kommission die unter den Nummern 7.7.2.1 und 7.7.2.2 aufgeführten Informationen kostenfrei und binnen 10 Tagen nach Eingang der Anfrage bereit. Die Typgenehmigungsbehörde stellt Anderen die unter den Nummern 7.7.2.1 und 7.7.2.2. genannten Informationen auf Anfrage zur Verfügung, und zwar gegen 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.

Anlage 1 – Reserviert

Anlage 2 – Reserviert

Anlage 3 – Reserviert

Anlage 4 – Prüfverfahren für Fahrzeugemissionsprüfungen mit einem portablen Emissionsmesssystem (PEMS)

Prüfverfahren für Fahrzeugemissionsprüfungen mit einem portablen Emissionsmesssystem (PEMS)

1. Einführung

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

2. Symbole, Parameter und Einheiten

p_e	—	Druck nach Evakuierung [kPa]
q_{vs}	—	Volumendurchsatz des Systems [l/min]
ppmC_1	—	Teile Kohlenstoffäquivalent pro Million
V_s	—	Systemvolumen [l]

3. Allgemeine Anforderungen

3.1. PEMS

Die Prüfungen sind mit einem PEMS, bestehend aus den in den Absätzen 3.1.1 bis 3.1.5 genannten Bauteilen, durchzuführen. Falls zutreffend kann eine Verbindung mit dem Motorsteuergerät des Fahrzeugs hergestellt werden, um maßgebliche Motor- und Fahrzeugparameter gemäß Absatz 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 GNSS-Empfänger 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 und Luftdruck

3.1.5. Eine vom Fahrzeug unabhängige Energiequelle zur Energieversorgung des PEMS

3.2. Prüfparameter

Die in Tabelle A4/1 angegebenen Prüfparameter sind mit einer konstanten Frequenz von mindestens 1,0 Hz zu messen und gemäß den Anforderungen in Anlage 7 Absatz 10 mit einer Abtastfrequenz von 1,0 Hz aufzuzeichnen und zu melden. Wenn Parameter vom ECU geliefert werden, können diese mit einer erheblich höheren Frequenz erfasst werden, die Aufzeichnungsfrequenz muss jedoch 1,0 Hz betragen. Die Analysatoren, Durchsatzmessinstrumente und Sensoren des PEMS müssen die Anforderungen der Anlagen 5 und 6 erfüllen.

Tabelle A4/1

Prüfparameter

Parameter	Empfohlene Einheit	Quelle ⁷
THC Konzentration ^{8,9} (falls anwendbar)	ppm C ₁	Analysator
CH ₄ -Konzentration ^{7,8,9} (falls anwendbar)	ppm C ₁	Analysator
NMHC-Konzentration ^{7,8,9} (falls anwendbar)	ppm C ₁	Analysator ¹⁰
CO-Konzentration ^{7,8,9}	ppm	Analysator
CO ₂ -Konzentration ⁸	ppm	Analysator
NO _x -Konzentration ^{8,9}	ppm	Analysator ¹¹
PN-Konzentration ⁹	#/m ³	Analysator
Abgasmassendurchsatz	kg/s	EFM, alle Verfahren nach Anlage 5 Absatz 7
Umgebungsfeuchte	%	Sensor
Umgebungstemperatur	K	Sensor
Umgebungsdruck	kPa	Sensor
Fahrzeuggeschwindigkeit	km/h	Sensor, GNSS, oder ECU ¹²
Breitengrad des Grad		GNSS

⁷ Es können mehrere Parameterquellen herangezogen werden.

⁸ Im feuchten Bezugszustand zu messen oder gemäß Anlage 7 Absatz 5.1 zu korrigieren.

⁹ Parameter nur obligatorisch, wenn die Messung zur Einhaltung der Grenzwerte erforderlich ist.

¹⁰ Kann aus den THC- und CH₄-Konzentrationen nach Anlage 7 Absatz 6.2 errechnet werden.

¹¹ Kann aus den gemessenen NO- und NO₂-Konzentrationen errechnet werden.

¹² Das Verfahren ist gemäß Absatz 4.7 der vorliegenden Anlage zu wählen.

Parameter	Empfohlene Einheit	Quelle ⁷
Fahrzeugs		
Längengrad Fahrzeugs	des Grad	GNSS
Höhenlage Fahrzeugs ¹³¹⁴	des m	GNSS oder Sensor
Abgastemperatur ¹³	K	Sensor
Temperatur Motorkühlmittels ¹³	des K	Sensor oder ECU
Motordrehzahl ¹³	U/min (rpm)	Sensor oder ECU
Motordrehmoment ¹³	Nm	Sensor oder ECU
Drehmoment an der Nm angetriebenen Achse ¹³ (falls zutreffend)	Nm	Felgen-Drehmomentmesser
Pedalstellung ¹³	%	Sensor oder ECU
Kraftstoffdurchsatz des g/s Motors ¹⁵ (falls zutreffend)	g/s	Sensor oder ECU
Ansaugluftdurchsatz des g/s Motors ¹⁵ (falls zutreffend)	g/s	Sensor oder ECU
Fehlerstatus ¹³	—	ECU
Temperatur des K Ansaugluftstroms	—	Sensor oder ECU
Regenerierungsstatus ¹³ (falls zutreffend)	—	ECU
Motoröltemperatur ¹³	K	Sensor oder ECU
Tatsächlich eingelegter # Gang ¹³	#	ECU
Gewünschter Gang (z. B. # Gangwechselanzeiger) ¹³	#	ECU
Sonstige Fahrzeugdaten ¹³ nicht bestimmt	näher bestimmt	ECU

3.4. Einbau des PEMS

¹³ Nur zu bestimmen, wenn dies zur Nachprüfung des Fahrzeugzustandes und der Betriebsbedingungen notwendig ist.

¹⁴ Als Quelle ist bevorzugt der Sensor für den Umgebungsluftdruck heranzuziehen.

¹⁵ Nur zu bestimmen, wenn der Abgasmassendurchsatz mit einer indirekten Methode gemäß Anlage 7 Absätze 7.2 und 7.4 berechnet wird.

3.4.1. Allgemeines:

Der Einbau des PEMS geschieht nach den Anweisungen des PEMS-Herstellers unter Einhaltung der örtlichen Gesundheits- und Sicherheitsvorschriften. Wenn das PEMS im Fahrzeug eingebaut ist, sollte das Fahrzeug mit Gasüberwachungsgeräten oder Warnsystemen für gefährliche Gase (z. B. CO) ausgerüstet sein. Das PEMS ist so einzubauen, dass elektromagnetische Störungen während der Prüfung möglichst gering gehalten werden und es ist dafür zu sorgen, dass das PEMS möglichst geringen Einwirkungen durch Stöße, Schwingungen, Staub und Temperaturschwankungen ausgesetzt ist. Beim Einbau und beim Betrieb des PEMS sind Leckagen zu vermeiden 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 Teile aus Elastomeren zu vermeiden. Falls jedoch Anschlüsse aus Elastomeren zum Einsatz kommen, ist dafür zu sorgen, dass sie keinen Kontakt mit dem Abgas haben, damit Artefakte vermieden werden. Wird die Prüfung mit Anschläßen aus Elastomeren nicht bestanden, so ist die Prüfung ohne Verwendung von Anschläßen aus Elastomeren zu wiederholen.

3.4.2. Zulässiger Abgasgegendruck

Durch den Einbau und den Betrieb der PEMS-Probenahmesonden darf sich der statische Druck an der Auspuffmündung nicht übermäßig in der Weise erhöhen, dass dies Auswirkungen auf die Repräsentativität der Messungen haben könnte. Es wird daher empfohlen, nur eine einzige Probenahmesonde in derselben Ebene zu installieren. Verlängerungen zur Erleichterung der Probenahme oder Verbindungen mit dem Abgasmassendurchsatzmesser müssen, soweit dies technisch machbar ist, eine mindestens ebenso große Querschnittsfläche aufweisen wie das Auspuffrohr.

3.4.3. Abgasmassendurchsatzmesser (EFM)

Der Abgasmassendurchsatzmesser (EFM) 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. Es wird

empfohlen, den EFM so auszuwählen, dass der maximal zu erwartende Durchsatz während der Prüfung mindestens 75 % des gesamten EFM-Bereichs erreicht, den gesamten EFM-Bereich aber nicht überschreitet. 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, den Abgasmassendurchsatzmesser hinter die Stelle zu setzen, an der sich die Auspuffkrümmer vereinigen, und die Querschnittsfläche der Rohrleitung so zu vergrößern, dass die Querschnittsfläche der Rohrleitung eine mindestens ebenso große Querschnittsfläche für die Stichprobe aufweist. Wenn dies nicht möglich ist, kann eine Messung des Abgasdurchsatzes mit mehreren Abgasmassendurchsatzmessern durchgeführt werden. Aufgrund der großen Vielfalt der Auspuffrohr-Konfigurationen und -Abmessungen sowie der 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 damit die Messgenauigkeit verbessert und der Betrieb oder das Abgasnachbehandlungssystem nach Absatz 3.4.2 dadurch nicht beeinträchtigt werden. Es wird empfohlen, den EFM-Aufbau mit Fotos zu dokumentieren.

3.4.4. Globales Satellitennavigationssystem (GNSS)

Die GNSS-Antenne wird so nah wie möglich an der höchsten Stelle des Fahrzeugs angebracht, damit ein guter Empfang des Satellitensignals gewährleistet ist. Der Einfluss der angebrachten GNSS-Antenne auf den Betrieb des Fahrzeugs muss so gering wie möglich sein.

3.4.5. Verbindung mit dem Motorsteuergerät (ECU)

Falls gewünscht, können die in Tabelle A4/1 aufgeführten Fahrzeug- und Motorparameter mithilfe eines Datenloggers aufgezeichnet werden, welcher gemäß nationalen oder 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 Label gegebenenfalls offenlegen, damit die benötigten Parameter identifiziert werden können.

3.4.6. Sensoren und Hilfseinrichtungen

Fahrzeuggeschwindigkeitssensoren, Temperatursensoren, Kühlmittelthermoelemente oder sonstige Messeinrichtungen, 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 Analysatoren, Durchsatzmessgeräte, Sensoren und Signale übermäßig beeinträchtigt wird. Sensoren und Nebenverbraucher sind unabhängig vom Fahrzeug mit Energie zu versorgen. Etwaige sicherheitsrelevante Beleuchtungseinrichtungen für Befestigungen und Anbauteile von PEMS-Bauteilen außerhalb des Führerhauses des Fahrzeugs dürfen durch die Fahrzeuggbatterie mit Strom versorgt werden.

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 des Punktes, an dem das Abgas aus der PEMS-Probenahmeeinrichtung in die Atmosphäre entlassen wird, anzubringen, wobei der Abstand zu diesem Punkt mindestens 200 mm oder den dreifachen Auspuffrohrdurchmesser betragen muss, je nachdem, welcher Wert größer ist.

Wird vom PEMS ein Teil der Probe ins Auspuffrohr zurückgeleitet, muss dies nach der Probenahmesonde so geschehen, dass die Beschaffenheit des Abgases an den Probenahmestellen nicht verändert wird. Wird die Länge der Probenahmeleitung geändert, müssen die Systemtransportzeiten überprüft und gegebenenfalls korrigiert werden. Ist das Fahrzeug mit mehr als einem Auspuff ausgerüstet, müssen alle betriebsbereiten Auspuffrohre vor der Probenahme und Messung des Abgasdurchsatzes angeschlossen werden.

Ist der Motor mit einer Anlage zur Abgasnachbehandlung versehen, muss die Abgasprobe unterhalb dieser Anlage entnommen werden. Bei der Prüfung eines Fahrzeugs mit einem verzweigten Auspuffkrümmer muss der Einlass der Sonde so weit strömungsabwärts angebracht sein, dass die Probe für die durchschnittlichen Schadstoffemissionen aller Zylinder repräsentativ ist. Bei Mehrzylindermotoren mit getrennten Auspuffkrümmern, etwa bei V-Motoren, müssen die Probenahmesonden strömungsabwärts hinter der Stelle, an der sich die Auspuffkrümmern vereinigen,

platziert werden. Ist dies technisch nicht machbar, ist eine Probenahme an mehreren Stellen, an denen das Abgas gut durchmischt 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 sind die Partikel der Mitte des Abgasstroms zu entnehmen. Werden für die Emissionsprobenahme mehrere Sonden verwendet, sollte die Partikelprobenahmesonde oberhalb der übrigen Probenahmesonden angebracht werden. Die Partikelprobenahmesonde sollte keinen Einfluss auf die Probenahme von gasförmigen Schadstoffen haben. Der Typ und die Spezifikationen der Sonde sowie ihre Befestigung sind detailliert zu dokumentieren (z. B. L-Form oder mit 45-Grad-Winkelschnitt, Innendurchmesser, mit oder ohne Flansch usw.).

Für die Messung von Kohlenwasserstoffen ist die Probenahmeleitung auf $463 \pm 10\text{ K}$ ($190 \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$) zu heizen. Für die Messung anderer gasförmiger Bestandteile mit oder ohne Kühler ist sie auf mindestens 333 K ($60\text{ }^{\circ}\text{C}$) 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 nicht am Auspuffendrohr verdünnten Partikelproben ist die Probenahmeleitung ab der Stelle, an der die Probe aus dem Rohabgas entnommen wird, bis zu der Stelle, an der die Verdünnung erfolgt oder an der sich der Partikeldetektor befindet, auf mindestens 373 K ($100\text{ }^{\circ}\text{C}$) zu beheizen. Die Zeit, die die Probe in der Partikelprobenahmeleitung verweilt, bis sie zum ersten Mal verdünnt wird oder den Partikeldetektor erreicht, muss weniger als 3 s betragen.

Alle Teile des Probenahmesystems (vom Auspuff bis zum Partikeldetektor), die mit unverdünnten oder verdünnten Abgasen in Berührung kommen, müssen so konstruiert sein, dass die Ablagerung von Partikeln so gering wie möglich ist. Zur Vermeidung elektrostatischer Effekte müssen alle Teile aus antistatischem Material bestehen.

4. Verfahren vor der Prüfung
 - 4.1. PEMD-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 ist einzuschalten. Ist das System dicht, müssen nach einer Stabilisierungsphase alle Durchsatzmesser annähernd null anzeigen. Ist dies nicht der Fall, sind die Probenahmeleitungen zu überprüfen 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 Δp im System folgenden Wert nicht übersteigen:

$$\Delta p = \frac{p_e}{V_s} \times q_{vs} \times 0.005$$

Dabei gilt:

p_e ist der Druck nach Evakuierung [Pa],

V_s ist das Systemvolumen [l],

q_{vs} ist der Volumendurchsatz des Systems [l/min].

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 $\leq 99\%$ der eingeleiteten Konzentration beträgt, ist die Leckage zu beheben.

4.2. Starten und Stabilisieren des PEMS

Das PEMS ist einzuschalten, aufzuheizen und nach den Spezifikationen des PEMS-Herstellers zu stabilisieren, bis wichtige Funktionsparameter, beispielsweise Drücke, Temperaturen und Durchsätze ihre Betriebssollwerte erreicht haben, bevor die Prüfung beginnt. Zur Gewährleistung einer ordnungsgemäßen Funktionsweise kann das PEMS während der Konditionierung des Fahrzeugs eingeschaltet bleiben oder aufgewärmt und stabilisiert werden. Das System muss frei von Warnsignalen und Fehleranzeigen sein.

4.3.

Vorbereitung des Probenahmesystems

Das Probenahmesystem, bestehend aus Probenahmesonde und Probenahmeleitungen, 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 Abgasmassendurchsatzmessers (EFM)

Wird zur Messung des Abgasmassendurchsatzes ein EFM eingesetzt, ist dieser nach den Spezifikationen 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 5 Absatz 5 entsprechen. Die Kalibriergase sind so zu wählen, dass sie dem bei der RDE-Prüfung erwarteten Bereich der Schadstoffkonzentrationen entsprechen. Um die Drift von Analysatoren zu minimieren, wird empfohlen, die Kalibrierung des Nullpunkts und der Messbereichsgrenze von Analysatoren bei einer Umgebungstemperatur vorzunehmen, die der Temperatur, der die Prüfausrüstung während der RDE-Fahrt ausgesetzt ist, möglichst nahekommt.

4.6.

Überprüfung des Analysators für die Messung von Partikelemissionen

Das Nullniveau des Analysators ist mithilfe von Proben von Umgebungsluft, die durch einen HEPA-Filter hindurchgeleitet wurden, an einer geeigneten Entnahmestelle, idealerweise am Einlass der Probenahmeleitung, aufzuzeichnen. Das Signal wird 2 min lang mit einer konstanten Frequenz eines Vielfachen von 1,0 Hz aufgezeichnet und ein Durchschnittswert ermittelt. Die endgültige Konzentration liegt innerhalb der Spezifikationen des Herstellers, darf jedoch 5000 Partikel pro Kubikzentimeter nicht überschreiten.

4.7.

Bestimmung der Fahrzeuggeschwindigkeit

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

- a) mit einem Sensor (z. B. einem optischen oder einem Mikrowellensensor); wird die Fahrzeuggeschwindigkeit mit einem Sensor ermittelt, muss die Geschwindigkeitsmessung den

Anforderungen von Anlage 5 Absatz 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.

- b) mit dem ECU; wird die Fahrzeuggeschwindigkeit mit dem ECU bestimmt, ist die Gesamtfahrstrecke nach Anlage 6 Absatz 3 zu validieren und das Geschwindigkeitssignal des ECU einzustellen, falls dies notwendig ist, um die Anforderungen von Anlage 6 Absatz 3 zu erfüllen. Stattdessen kann die vom ECU bestimmte 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.
- c) ein GNSS; wird die Fahrzeuggeschwindigkeit mit einem GNSS-Gerät ermittelt, ist die Gesamtfahrstrecke mit den Messungen nach einem anderen Verfahren gemäß Anlage 4 Absatz 6.5 abzulegen.

4.8. Überprüfung der Einstellung des PEMS

Die Richtigkeit der Verbindungen zu allen Sensoren und gegebenenfalls zum ECU ist zu überprüfen. 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 müssen vor dem Prüfbeginn (gemäß Nummer 2.6.5. des vorliegenden Anhangs) beginnen. Vor dem Prüfbeginn ist zu sicherzustellen, dass alle notwendigen Parameter vom Datenlogger aufgezeichnet werden.

Zur Erleichterung des Zeitabgleichs wird empfohlen, die vom Zeitabgleich betroffenen Parameter entweder mit einem einzigen Aufzeichnungsgerät oder mit einem synchronisierten Zeitstempel aufzuzeichnen.

5.2. Prüfung

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. Ein wiederholtes Abwürgen des Motors (d. h. unbeabsichtigtes Abstellen des Motors) sollte während einer RDE-Fahrt vermieden werden. Etwaige Warnsignale, die auf Mängel des PEMS hindeuten, sind zu dokumentieren und zu überprüfen. Erscheinen während der Prüfung etwaige Fehleranzeigen, so ist die Prüfung ungültig. 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

Zu lange Leerlaufzeiten nach der Beendigung der Fahrt sind zu vermeiden. Die Datenerfassung muss nach dem Prüfungsende (gemäß Absatz 2.6.6 dieses Anhangs) und bis zum Ablauf der Ansprechzeit der Probenahmesysteme fortgesetzt werden. Bei Fahrzeugen, die mit einer Signalfunktion zur Erkennung des Auftretens einer Regenerierung ausgerüstet sind, ist die OBD-Überprüfung durchzuführen und unmittelbar nach der Datenerfassung und vor einer weiteren gefahrenen Strecke zu dokumentieren.

6. Verfahren nach der Prüfung

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 Nullpunkt- und Ausschlagsdrift des

Analysators gegenüber der Kalibrierung vor der Prüfung gemäß Absatz 4.5 verwendet werden. Eine Nullpunkteinstellung des Analysators vor Nachprüfung der Justierausschlagsdrift ist zulässig, wenn festgestellt wurde, dass die Nullpunkt drift innerhalb des zulässigen Bereichs lag. Die Überprüfung der Drift nach der Prüfung ist so bald wie möglich nach der Prüfung, und 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 A4/2 entsprechen.

Tabelle A4/2

Zulässige Drift der Analysatoren während einer PEMS-Prüfung

Schadstoff	Absolute Nullpunkt drift	Absolute Justierausschlagsdrift ¹⁶
CO ₂	≤ 2000 ppm je Prüfung	≤ 2 % des Ablesewerts oder ≤ 2000 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 _x	≤ 3 ppm je Prüfung	≤ 2 % des Ablesewerts oder ≤ 3 ppm je Prüfung, je nachdem, welcher Wert höher ist
CH ₄	≤ 10 ppm Prüfung	C ₁ je ≤ 2 % des Ablesewerts oder ≤ 10 ppm C ₁ je Prüfung, je nachdem, welcher Wert höher ist
THC	≤ 10 ppm Prüfung	C ₁ je ≤ 2 % des Ablesewerts oder ≤ 10 ppm C ₁ je Prüfung, je nachdem, welcher Wert höher ist

Ist bei der Nullpunkt- und bei der Justierausschlagsdrift die Differenz zwischen den Ergebnissen vor und nach der Prüfung höher als zulässig, sind alle Prüfergebnisse ungültig und die Prüfung ist zu wiederholen.

6.2. Überprüfung des Analysators für die Messung von Partikelemissionen

Das Nullniveau des Analysators ist gemäß Absatz 4.6 aufzuzeichnen.

6.3. Überprüfung der Emissionsmessungen bei der Straßenprüfung

Die Konzentration des für die Kalibrierung der Analysatoren gemäß Absatz 4.5 bei Prüfbeginn verwendeten Justiergases muss mindestens 90 % der Konzentrationswerte abdecken, die von 99 % der Messungen der gültigen Teile der Emissionsprüfung erzielt wurden. Es ist zulässig, dass bei 1 % der Gesamtzahl der zur Bewertung herangezogenen Messungen die Konzentration des verwendeten Justiergases bis zu einem Faktor von zwei überschreiten wird. Sind diese Anforderungen nicht erfüllt, ist die Prüfung ungültig.

¹⁶

Liegt die Nullpunkt drift innerhalb des zulässigen Bereichs, ist es zulässig, die Nullpunkteinstellung des Analysators vor Nachprüfung der Justierausschlagsdrift vorzunehmen.

6.4.

Konsistenzprüfung der Daten zur Höhenlage des Fahrzeugs

Wurde die Höhenlage nur mit einem GNSS gemessen, sind die GNSS-Höhendaten auf Konsistenz zu überprüfen und erforderlichenfalls zu korrigieren. Die Konsistenz der Daten ist durch Vergleich von Breiten- und Längengrad sowie von Höhendaten des GNSS zu überprüfen, wobei die Höhe durch ein digitales Geländemodell oder eine topografische Karte im geeigneten Maßstab anzusehen ist. Messungen, die von der Höhenangabe der topografischen Karte um mehr als 40 m abweichen, sind manuell zu korrigieren. Die ursprünglichen und unkorrigierten Daten sind aufzubewahren und alle korrigierten Daten sind zu kennzeichnen.

Die Daten zur momentanen Höhe sind auf Vollständigkeit zu prüfen. Datenlücken sind durch Dateninterpolation zu füllen. Die Richtigkeit der interpolierten Daten ist anhand einer topografischen Karte zu überprüfen. Es wird empfohlen, interpolierte Daten zu korrigieren, wenn folgende Bedingung zutrifft:

$$|h_{GNSS}(t) - h_{map}(t)| > 40 \text{ m}$$

Die Höhenkorrektur ist wie folgt anzuwenden:

$$|h(t) - h_{map}(t)| < 40 \text{ m}$$

Dabei ist:

$h(t)$	—	Höhenlage des Fahrzeugs nach Kontrolle und grundsätzlicher Überprüfung der Datenqualität bei Datenpunkt t [m über dem Meeresspiegel]
$h_{GNSS}(t)$	—	Höhenlage des Fahrzeugs, mit GNSS gemessen, am Datenpunkt t [m über dem Meeresspiegel]
$h_{map}(t)$	—	Höhenlage des Fahrzeugs am Datenpunkt t anhand topografischer Karte [m über dem Meeresspiegel]

6.5.

Konsistenzprüfung der GNSS-Daten zur Fahrzeuggeschwindigkeit

Die vom GNSS 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 GNSS-Daten sind vor der Konsistenzprüfung beispielsweise mithilfe eines Koppelnavigationssensors

obligatorisch zu korrigieren. Die ursprünglichen und unkorrigierten Daten sind aufzubewahren und alle korrigierten Daten sind zu kennzeichnen. Die korrigierten 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 GNSS-Daten berechnete Gesamtstrecke darf von den Bezugswerten um nicht mehr als 4 % abweichen. Wenn die GNSS-Daten diese Anforderungen nicht erfüllen und keine andere verlässliche Quelle für Daten zur Fahrzeuggeschwindigkeit zur Verfügung steht, ist die Prüfung ungültig.

6.6. Konsistenzprüfung der Umgebungstemperatur

Die Umgebungstemperaturdaten sind auf Konsistenz zu überprüfen und inkonsistente Werte sind zu korrigieren, indem Ausreißer durch das Mittel der benachbarten Werte ersetzt werden. Die ursprünglichen und unkorrigierten Daten sind aufzubewahren und alle korrigierten Daten sind zu kennzeichnen.

Anlage 5 – Spezifikationen und Kalibrierung der PEMS-Bauteile und -Signale

1. Einführung

In dieser Anlage werden die Spezifikationen und Kalibrierung der PEMS-Bauteile und -Signale festgelegt.

2. Symbole, Parameter und Einheiten

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_b		
$c_{FS,b}$	—	Skalenendwert der HC-Konzentration in Schritt b [ppmC ₁]
$c_{FS,d}$	—	Skalenendwert der HC-Konzentration in Schritt d [ppmC ₁]
$c_{HC(w/N\ MC)}$	—	HC-Konzentration bei Durchfluss von CH ₄ oder C ₂ H ₆ durch den NMC [ppm C ₁]
$c_{HC(w/o\ NMC)}$	—	HC-Konzentration bei Vorbeileitung des CH ₄ oder C ₂ H ₆ am NMC vorbei [ppm C ₁]
$c_{m,b}$	—	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]
D	—	Konzentration des unverdünnten NO [ppm]
D_e	—	erwartete Konzentration des verdünnten NO [ppm]
E	—	absoluter Betriebsdruck [kPa]
E_{CO_2}	—	Prozent CO ₂ -Querempfindlichkeit
$E(d_p)$	—	Wirksamkeit des PEMS-Partikelzähl-Analysators
E_E	—	Ethan-Umwandlungseffizienz
E_{H_2O}	—	Prozent Wasserdampfquerempfindlichkeit
E_M	—	Methan-Umwandlungseffizienz
E_{O_2}	—	Sauerstoffquerempfindlichkeit
F	—	Wassertemperatur [K]
G	—	Sättigungsdampfdruck [kPa]

H	—	Wasserdampfkonzentration [%]
H_m	—	maximale Wasserdampfkonzentration [%]
$\text{NO}_{\text{x,dry}}$	—	feuchtigkeitskorrigierte Bezugs-Durchschnittskonzentration der stabilisierten NO_x -Aufzeichnungen
$\text{NO}_{\text{x,m}}$	—	durchschnittliche Konzentration der stabilisierten NO_x -Aufzeichnungen
$\text{NO}_{\text{x,ref}}$	—	Bezugs-Durchschnittskonzentration der stabilisierten NO_x -Aufzeichnungen
r^2	—	Bestimmungskoeffizient
t_0	—	Zeitpunkt der Umstellung des Gasstroms [s]
t_{10}	—	Zeitpunkt des Ansprechens mit 10 % des Endwerts
t_{50}	—	Zeitpunkt des Ansprechens mit 50 % des Endwerts
t_{90}	—	Zeitpunkt des Ansprechens mit 90 % des Endwerts
tbd	—	noch festzulegen (tbd)
X	—	unabhängige Variable oder Bezugswert
x_{\min}	—	Mindestwert
Y	—	abhängige Variable oder Messwert

3. Nachprüfung der Linearität

3.1. Allgemeines

Die Genauigkeit und die Linearität der Analysatoren, Durchsatzmessgeräte, Sensoren und Signale müssen 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-Laborausrüstung 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 A5/1 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 A5/1 erfüllen.

Tabelle A5/1

Linearitätsanforderungen für Messparameter und -systeme

Messparameter/-instrument	$ x_{min} \times (a_1 - 1) + a_0 $	Steigung a_1	Standardabweichung vom Schätzwert <i>SEE</i>	Bestimmungskoeffizient r^2
Kraftstoffdurchsatz ¹⁷	$\leq 1\% x_{max}$	0.98 – 1.02	$\leq 2\% \text{ von } x_{max}$	≥ 0.990
Luftdurchsatz ¹⁵	$\leq 1\% x_{max}$	0.98 – 1.02	$\leq 2\% \text{ von } x_{max}$	≥ 0.990
Abgasmassendurchsatz	$\leq 2\% x_{max}$	0.97 – 1.03	$\leq 3\% \text{ von } x_{max}$	≥ 0.990
Gasanalysatoren	$\leq 0,5\% \text{ max}$	0.99 – 1.01	$\leq 1\% \text{ von } x_{max}$	≥ 0.998
Drehmoment ¹⁸	$\leq 1\% x_{max}$	0.98 – 1.02	$\leq 2\% \text{ von } x_{max}$	≥ 0.990
Partikelzahl-Analysatoren ¹⁹	$\leq 5\% x_{max}$	0.85 – 1.15 ²⁰	$\leq 10\% \text{ von } x_{max}$	≥ 0.950

3.3. Häufigkeit der Nachprüfungen der Linearität

Die Linearitätsanforderungen nach Nummer 3.2 sind nachzuprüfen:

- a) für jeden Gasanalysator mindestens alle zwölf Monate oder wenn eine Reparatur oder ein Komponentenwechsel oder eine Änderung erfolgt, der oder die die Kalibrierung beeinflussen könnte
- b) für andere maßgebliche Instrumente wie die Partikelzahl-Analysatoren, Abgasmassendurchsatzmesser und rückverfolgbar kalibrierte Sensoren, wenn Schäden festgestellt werden, entsprechend den Anforderungen der internen Kontrollverfahren, des Instrumentenherstellers, aber höchstens ein Jahr vor der tatsächlichen Prüfung.

Die Linearitätsanforderungen nach Absatz 3.2 für Sensoren oder ECU-Signale, die nicht direkt

¹⁷ optional zur Bestimmung des Abgasmassendurchsatzes.

¹⁸ optionaler Parameter.

¹⁹ Die Nachprüfung der Linearität muss mit rußähnlichen Partikeln gemäß der Definition in Absatz 6.2 der vorliegenden Anlage überprüft werden.

²⁰ Auf der Grundlage von Fehlerfortpflanzung und Rückverfolgbarkeitsdiagrammen zu aktualisieren.

rückverfolgbar sind, sind für jeden PEMS-Fahrzeug-Aufbau einmal mit Messeinrichtung auf dem Rollenprüfstand nachzuprüfen.

3.4. Verfahren der Nachprüfung der Linearität

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 Nachprüfung der Linearität 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 Kalibrierwerts von der Nachprüfung der Linearität ausgeschlossen werden.
- e) Bei Gasanalysatoren sind bekannte Gaskonzentrationen gemäß Absatz 5 in die Einlassöffnung des Analysators einzuleiten. Es ist ausreichend Zeit für die Signalstabilisierung vorzusehen. Bei Partikelzählalanalysatoren müssen die Konzentrationen der Partikelzahl mindestens das Zweifache der (unter Nummer 6.2 festgelegten) Nachweisgrenze betragen.

- f) Die zu bewertenden Werte und, falls notwendig, die Bezugswerte sind 30 Sekunden lang (Partikelzahlanalysatoren: 60 s) mit einer konstanten Frequenz eines Vielfachen von 1,0 Hz aufzuzeichnen.
- g) Die arithmetischen Mittel der über 30 s (oder 60 s) aufgezeichneten Werte sind für die Berechnung der Parameter der linearen Regression nach der Fehlerquadratmethode mit folgender Formel für die beste Anpassung zu verwenden:

$$y = a_1 x + a_0$$

Dabei gilt:

y ist der tatsächliche Wert des Messsystems

a_1 ist die Steigung der Regressionsgeraden

x ist der Bezugswert

a_0 ist der y -Achsabschnitt der Regressionsgeraden

Die Standardabweichung vom Schätzwert (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 der Tabelle A5/1 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 einem Rollenprüfstand zu kalibrieren. Das Verfahren richtet sich nach den Vorschriften der UN-Regelung Nr. 154, 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 4 zu betreiben. Das Kalibrierverfahren richtet sich soweit möglich nach den Anforderungen des Absatzes 3.4.2. Es sind mindestens 10 geeignete Bezugswerte auszuwählen, um sicherzustellen, dass mindestens 90 % des bei der RDE-Prüfung erwarteten Höchstwertes erfasst werden.

Soll ein Durchsatzmessgerät, ein Sensor oder ein ECU-Signal zur Bestimmung des Abgasdurchflusses ohne 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 4 Absatz 3.4.3 exakt gemessen wird. Das Fahrzeug ist bei konstanter Stellung der Drosselklappe, bei gleichbleibendem Getriebegang und bei gleichbleibender Lasteinstellung des Rollenprüfstandes zu betreiben.

4. Analysatoren für die Messung der gasförmigen Bestandteile
 - 4.1. Zulässige Analysatortypen
 - 4.1.1. Standardanalysatoren

Die gasförmigen Bestandteile sind mit den in Anhang B5 Absatz 4.1.4 der UN-Regelung Nr. 154 spezifizierten Analysatoren zu messen. 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 Konstruktionsspezifikationen in Absatz 4.1.1 nicht entsprechen, sind zulässig, wenn sie die Anforderungen in Absatz 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 RDE-Prüfung gemäß den Absätzen 5, 6 und 7 der vorliegenden Anlage 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 zusätzlichen 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 Absatz 4.1.1 im erwarteten Bereich der Schadstoffkonzentrationen und Umgebungsbedingungen der Typgenehmigungsprüfung nach UN-Regelung Nr. 154 sowie eine Validierungsprüfung nach Anlage 6 Absatz 3 für je ein Fahrzeug mit Fremd- und Selbstzündungsmotor; der Hersteller des Analysators muss die Signifikanz der

Gleichwertigkeit innerhalb der zulässigen Toleranzen nach Anlage 6 Absatz 3.3 nachweisen;

- c) den Nachweis der Gleichwertigkeit mit dem jeweiligen Standardanalysator nach Absatz 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 Absatz 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 Absatz 4.1.1 in mindestens drei Straßenprüfungen, die die Anforderungen dieser Anlage 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 Absatz 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 der Analysatoren

4.2.1. Allgemeines

Zusätzlich zu den für jeden Analysator in Absatz 3 festgelegten Linearitätsanforderungen ist von den Herstellern der Analysatoren die Übereinstimmung der jeweiligen Analysatortypen mit den Spezifikationen der Absätze 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 Messgenauigkeit ist die Abweichung des abgelesenen Messwerts vom Bezugswert; diese darf 2 % des Ablesewerts oder 0,3 % des Skalenendwerts nicht überschreiten; es gilt der jeweils größere Wert.

4.2.3. Präzision

Die Präzision, definiert als das 2,5-Fache 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 darf 2 % des Skalenendwerts 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. Nullpunkt drift

Die Drift des Nullpunkts, definiert als mittlere Ansprechreaktion auf ein Nullgas in einem Zeitabschnitt von mindestens 30 Sekunden, muss den Spezifikationen in Tabelle A5/2 entsprechen.

4.2.6. Justierausschlagsdrift

Die Drift des Justierausschlags, definiert als mittlere Ansprechreaktion auf ein Justiergas in einem Zeitabschnitt von mindestens 30 Sekunden, muss den Spezifikationen in Tabelle A5/2 entsprechen.

Tabelle A5/2

Zulässige Nullpunkt- und Justierausschlagsdrift von Analysatoren zur Messung gasförmiger Bestandteile unter Laborbedingungen

Schadstoff	Absolute Nullpunkt drift	Absolute Justierausschlagsdrift
CO ₂	≤ 1000 ppm über 4 h	≤ 2 % des Ablesewerts oder ≤ 1000 ppm über 4 h, je nachdem, welcher Wert höher ist
CO	≤ 50 ppm über 4 h	≤ 2 % des Ablesewerts oder ≤ 50 ppm über 4 h, je nachdem, welcher Wert höher ist
PN	5000 Partikel pro Kubikzentimeter über 4 h	gemäß den Spezifikationen des Herstellers

<i>Schadstoff</i>	<i>Absolute Nullpunktdrift</i>	<i>Absolute Justierausschlagsdrift</i>
NO _x	≤ 3 ppm über 4 h	≤ 2 % des Ablesewerts oder 3 ppm über 4 h, je nachdem, welcher Wert höher ist
CH ₄	≤ 10 ppm C ₁	≤ 2 % des Ablesewerts oder ≤ 10 ppm C ₁ über 4 h, je nachdem, welcher Wert höher ist
THC	≤ 10 ppm C ₁	≤ 2 % des Ablesewerts oder ≤ 10 ppm C ₁ über 4 h, je nachdem, welcher Wert höher ist

4.2.7. Anstiegzeit

Die Anstiegzeit ist definiert als die Zeit für den Anstieg des angezeigten Messwerts von 10 % auf 90 % des Endwerts (t_{10} bis t_{90}). siehe Absatz 4.4; darf 3 Sekunden nicht überschreiten.

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

In den Absätzen 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 RDE-Emissionsmessungen eingesetzt wird.

4.3.2. Prüfung der Wirksamkeit der NO_x-Konverter

Wird ein NO_x-Konverter verwendet, etwa zur Umwandlung von NO₂ in NO zwecks Analyse mit einem Chemilumineszenzanalysator, ist sein Wirkungsgrad gemäß den Anforderungen des Absatzes 5.5 der Anlage B5 zu UN-Regelung Nr. 154 zu prüfen. Der Wirkungsgrad des NO_x-Konverters ist höchstens einen Monat vor der Emissionsprüfung zu überprüfen.

4.3.3. Anpassung des Flammenionisationsdetektors (FID)

a) Optimierung des Ansprechverhaltens des Detektors

Werden Kohlenwasserstoffe gemessen, ist der FID nach den Angaben des Geräteherstellers 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) Kohlenwasserstoff-Ansprechfaktoren

Bei der Messung von Kohlenwasserstoffen ist der Kohlenwasserstoff-Ansprechfaktor des FID nach den Bestimmungen von Anhang B5 Absatz 5.4.3 der UN-Regelung Nr. 154 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 FID 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 in Absatz 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 Nullpunktswert ist erneut zu prüfen. Hat er sich um mehr als 0,5 % des Skalenendwerts 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 Nullpunktswert ist erneut zu prüfen. Hat er sich um mehr als $\pm 1\%$ vom Skalenendwert verändert, ist die Prüfung zu wiederholen.
- vi) Die Sauerstoffquerempfindlichkeit $E_{O_2} [\%]$ ist für jedes der unter Schritt iv 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:

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

Dabei gilt:

$c_{ref,b}$	ist die Bezugs-HC-Konzentration in Schritt ii [ppmC ₁]
$c_{ref,d}$	ist die Bezugs-HC-Konzentration in Schritt iv [ppmC ₁]
$c_{FS,b}$	ist der Skalenendwert der HC-Konzentration in Schritt ii [ppmC ₁]
$c_{FS,d}$	ist der Skalenendwert der HC-Konzentration in Schritt iv [ppmC ₁]
$c_{m,b}$	ist die gemessene HC-Konzentration in Schritt ii [ppmC ₁]
$c_{m,d}$	ist die gemessene HC-Konzentration in Schritt iv [ppmC ₁]

- 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} höherer als $\pm 1,5\%$, können zur Korrektur der Luftdurchsatz (ober- und unterhalb der Herstellerangabe) sowie der Kraftstoffdurchsatz und der Probendurchsatz schrittweise verstellt werden.
- ix) Die Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit ist für jede neue Einstellung zu wiederholen.

4.3.4. Umwandlungseffizienz des Nicht-Methan-Cutters (NMC)

Bei der Analyse von Kohlenwasserstoffen können Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe mithilfe eines Nicht-Methan-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 7 Absatz 6.2). Die Bestimmung der Methan-Umwandlungseffizienz ist in

dem Fall nicht notwendig, wenn der NMC-FID nach Methode b gemäß Anlage 7 Absatz 6.2 kalibriert wird, indem das Methan/Luft-Kalibriergas durch den NMC geleitet wird.

a) Methan-Umwandlungseffizienz

Ethan-Kalibriergas ist mit und ohne Vorbeileitung am NMC durch den FID zu leiten; die beiden Konzentrationen sind aufzuzeichnen. Die Methan-Umwandlungseffizienz ist wie folgt zu bestimmen:

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

Dabei gilt:

$c_{HC(w/NMC)}$	ist die HC-Konzentration bei Durchfluss von CH ₄ durch den NMC [ppm C ₁]
$c_{HC(w/o NMC)}$	ist die HC-Konzentration bei Vorbeileitung des CH ₄ am NMC vorbei [ppm C ₁]

b) Ethan-Umwandlungseffizienz

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

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

Dabei gilt:

$c_{HC(w/NMC)}$	ist die HC-Konzentration bei Durchfluss von C ₂ H ₆ durch den NMC [ppm C ₁]
$c_{HC(w/o NMC)}$	ist die HC-Konzentration bei Vorbeileitung des C ₂ H ₆ am NMC vorbei [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 Absatz 4.3.5 Buchstaben b bis f vorzunehmen.

b) Kontrolle der Querempfindlichkeit des CO-Analysators

Wasser und CO₂ können die Messungen des CO-Analysators beeinflussen. Daher lässt man ein bei der Prüfung verwendetes CO₂-Justiergas mit einer Konzentration von 80 % bis 100 % des Skalenendwerts des bei der Prüfung verwendeten maximalen Betriebsbereichs des CO₂-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 H₂O und CO₂ können in getrennten Verfahren durchgeführt werden. Falls die für die Querempfindlichkeitsprüfung herangezogenen H₂O- und CO₂-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 H₂O-Konzentrationen, die geringer sind als die bei der Prüfung erwarteten Höchstwerte, dürfen durchgeführt werden, dabei ist die beobachtete H₂O-Querempfindlichkeit hochzurechnen, und zwar durch Multiplikation des beobachteten Werts mit dem Verhältnis zwischen dem bei dieser Prüfung erwarteten Höchstwert der H₂O-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 CO₂ 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 bestimmen. Wenn der CLD- und der HCLD-Analysator Algorithmen zur Kompensierung der

Querempfindlichkeit verwenden, die H₂O- und/oder CO₂-Messanalysatoren einsetzen, müssen diese zur Ermittlung der Querempfindlichkeit eingeschaltet sein und die Kompensierungsalgorithmen müssen dabei angewendet werden.

i) Kontrolle der CO₂-Querempfindlichkeit

Ein CO₂-Justiergas mit einer Konzentration von 80 % bis 100 % des maximalen Betriebsbereichs ist durch den NDIR-Analysator zu leiten; 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. Dann ist die Zufuhr von CO₂ zu unterbrechen 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:

$$E_{CO_2} = \left[1 - \left(\frac{C \times A}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100$$

Dabei gilt:

A		ist die mit dem NDIR gemessene Konzentration des unverdünnten CO ₂ [%]
B		ist die mit dem NDIR gemessene Konzentration des verdünnten CO ₂ [%]
C		ist die mit dem CLD oder dem HCLD gemessene Konzentration des verdünnten NO [ppm]
D		ist 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 Wasserdampfquerempfindlichkeit

Diese Überprüfung ist nur bei der Messung der Konzentration feuchter Gase anzuwenden. Bei

der Berechnung der Wasserdampfquerempfindlichkeit sind die Verdünnung des NO-Justergases mit Wasserdampf und die Skalierung der Wasserdampfkonzentration des Gasgemisches auf die während einer Emissionsprüfung erwarteten Konzentrationswerte zu berücksichtigen. Ein NO-Justergas mit einer Konzentration von 80 % bis 100 % des Skalenendwerts des normalen Betriebsbereichs ist durch den CLD oder HCLD zu leiten; der NO-Wert ist als D aufzuzeichnen. Das NO-Justergas ist anschließend bei Raumtemperatur durch Wasser zu perlen und durch den CLD oder HCLD zu leiten; der NO-Wert ist als C_b 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-Justergases 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 wie folgt errechnet wurde:

$$H_m = 0.9 \times A$$

Die Wasserdampfquerempfindlichkeit in % ist wie folgt zu berechnen:

$$E_{H2O} = \left(\frac{D_e - C_b}{D_e}\right) \times \left(\frac{H_m}{H}\right) \times 100$$

Dabei gilt:

D_e	die erwartete Konzentration des verdünnten NO [ppm]
C_b	die gemessene Konzentration des verdünnten NO [ppm]
H_m	die maximale Wasserdampfkonzentration [%]
H	die tatsächliche Wasserdampfkonzentration in [%]

iii) Maximal zulässige Querempfindlichkeit

Die kombinierte CO₂- und Wasserdampfquerempfindlichkeit darf 2 % des Skalenendwerts 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 NO₂-Kalibriergas auszuwählen, das so weit wie möglich mit der bei den Emissionsprüfungen erwarteten maximalen NO₂-Konzentration übereinstimmt.
- iv) Die Sonde des Gasprobenahmesystems ist mit NO₂-Kalibriergas zu fluten, bis sich der NO_x-Ausschlag des Analysators stabilisiert hat.
- v) Die Durchschnittskonzentration der stabilisierten NO_x-Aufzeichnungen über einen Zeitraum von 30 s ist zu berechnen und als NO_{x,ref} aufzuzeichnen.

- vi) Der Strom des NO₂-Kalibriergases ist abzusperren 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 Ziffer vi ist das Probenahmesystem erneut mit dem zur Ermittlung von NO_{x,ref} verwendeten NO₂-Kalibriergas zu fluten, bis sich der NO_x-Gesamtausschlag stabilisiert hat.
- viii) Die Durchschnittskonzentration der stabilisierten NO_x-Aufzeichnungen über einen Zeitraum von 30 s ist zu berechnen und als NO_{x,m} aufzuzeichnen.
- ix) NO_{x,m} wird auf der Grundlage der Wasserdampfrückstände, die den Kühlapparat mit der Austrittstemperatur und dem Austrittsdruck des Kühlapparats durchströmt haben, zu NO_{x,dry} korrigiert.

Der berechnete NO_{x,dry}-Wert muss mindestens 95 % von NO_{x,ref} betragen.

e) Probentrockner

Ein Probentrockner entfernt Wasser, das sonst die 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 % H₂O) 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) NO₂-Durchlass des Probentrockners

In einem mangelhaft konzipierten Probentrockner verbleibendes flüssiges Wasser kann der Probe NO₂

entziehen. Somit kann der Probe vor der NO_x-Messung NO₂ entzogen werden, wenn ein Probentrockner in Kombination mit einem NDUV-Analysator ohne vorgelagerten NO₂-NO-Konverter verwendet wird. Der Probentrockner muss die Messung von mindestens 95 % des in einem mit Wasserdampf gesättigten Gas enthaltenen NO₂ ermöglichen, wobei der NO₂-Gehalt des Gases der maximalen NO₂-Konzentration entsprechen muss, die bei einer Emissionsprüfung zu erwarten ist.

4.4. Überprüfung der Ansprechzeit des Analysesystems

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 Skalenendwerts des Analysators bewirken.

Die Konzentrationskurve ist für jeden einzelnen Abgasbestandteil aufzuzeichnen.

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 Endwerts (t_{50}) erreicht.

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

5. Gase

5.1. Kalibrier- und Justiergase für RDE-Prüfungen

5.1.1. Allgemeines

Die Haltbarkeitsdauer aller Kalibrier- und Justiergase ist zu beachten. Reine und gemischte Kalibrier- und Justiergase müssen die Spezifikationen in Anhang B5 der UN-Regelung Nr. 154 erfüllen.

5.1.2. NO₂-Kalibriergas

Darüber hinaus ist NO₂-Kalibriergas zulässig. Die Konzentration des NO₂-Kalibriergases darf vom angegebenen Konzentrationswert um 2 % abweichen. Der NO-Anteil im NO₂-Kalibriergas darf 5 % des NO₂-Gehalts nicht überschreiten.

5.1.3. Mehrkomponenten-Gemische

Nur Mehrkomponenten-Gemische, die die Anforderungen des Absatzes 5.1.1 erfüllen, dürfen verwendet werden. Diese Gemische können zwei oder mehrere der Komponenten enthalten. Mehrkomponenten-Gemische, die sowohl NO als auch NO₂ enthalten, sind von der in den Absätzen 5.1.1 und 5.1.2 enthaltenen Anforderung für NO₂ in Bezug auf Verunreinigungen ausgenommen.

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 Kalibriergasmischungen auf $\pm 2\%$ genau sind. Die Nachprüfung ist bei jeder mithilfe eines Gasteilers vorgenommenen Kalibrierung bei 15 % bis 50 % des Skalenendwerts 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 angeschlossenem 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 $\pm 1\%$ des Konzentrations-Nennwerts 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 $350 \pm 75 \text{ ppmC}_1$ enthalten. Die Konzentration wird durch gravimetrische Verfahren, dynamisches Mischen oder chromatografische Analyse der Gesamtkohlenwasserstoffe zuzüglich der Verunreinigungen bestimmt. Die Sauerstoffkonzentration der Gase zur Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit muss den Anforderungen von Tabelle A5/3 entsprechen; das restliche Gas zur Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit muss aus gereinigtem Stickstoff bestehen.

Tabelle A5/3

Gase zur Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit

Motortyp

	<i>Selbstzündungsmotor</i>	<i>Fremdzündungsmotor</i>
O ₂ -Konzentration	21 ± 1 %	10 ± 1 %
	10 ± 1 %	5 ± 1 %
	5 ± 1 %	0.5 ± 0.5 %

6. Analysatoren für die Messung von Emissionen (fester) Partikel

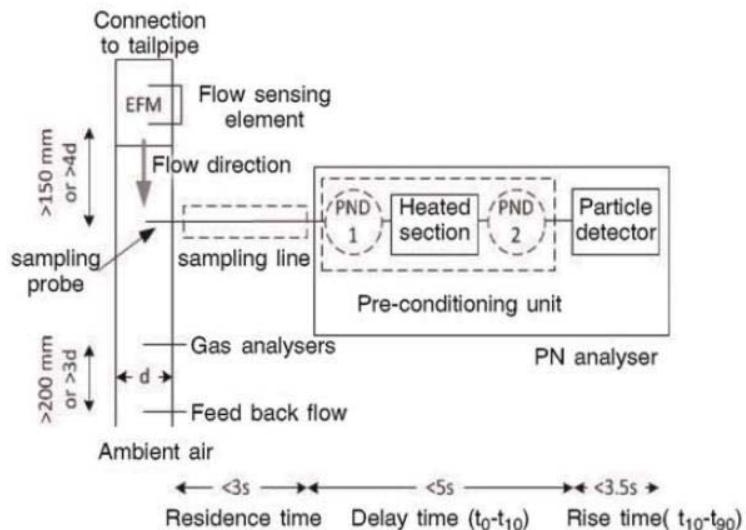
In diesem Abschnitt werden Anforderungen an Analysatoren für die Messung von Partikelzahlemissionen festgelegt, wenn deren Messung verpflichtend vorgeschrieben wird.

6.1. Allgemeines

Der Partikelzahlanalysator besteht aus einer Vorkonditionierungseinheit und einem Partikeldetektor, der mit einer 50 %-Effizienz ab einer Größe von ungefähr 23 nm zählt. Die Vorkonditionierung des Aerosols durch den Partikeldetektor ist zulässig. 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 und ist vom Ausrüstungshersteller deutlich in dem Begleitmaterial anzugeben. Der Partikelzahlanalysator darf ausschließlich im Rahmen seiner vom Hersteller angegebenen Betriebsparameter verwendet werden. In Abbildung A5/1 ist Beispiel für den Aufbau eines Partikelzahl-Analysators dargestellt.

Abbildung A5/1

Beispiel für den Aufbau eines Partikelzähl-Analysators: Die gestrichelten Linien zeigen fakultative Teile an. EFM = Abgasmassendurchsatzmesser, d = Innendurchmesser, PND = Partikelzahlverdünner



Der Partikelzählanalysator ist über eine Probenahmesonde, die eine Probe auf der Mittellinie des Auspuffrohrs entnimmt, mit der Entnahmestelle zu verbinden. Werden Partikel wie in Anlage 4 Absatz 3.5 erläutert nicht am Auspuffrohr verdünnt, dann ist die Probenahmeleitung auf eine Mindesttemperatur von 373 K (100 °C) bis zu dem Zeitpunkt der ersten Verdünnung durch den Partikelzählanalysator oder den Partikeldetektor des Analysators zu erhitzten. Die Verweilzeit in der Entnahmleitung muss weniger als 3 s betragen.

Alle Teile, die in Kontakt mit den Abgasproben kommen, müssen auf einer Temperatur gehalten werden, die jegliche Kondensation einer Verbindung in der Vorrichtung verhindert. Dies kann zum Beispiel durch Erhitzen auf einer höheren Temperatur und Verdünnen der Probe oder durch Oxidieren (halb-)flüchtiger Partikel erreicht werden.

Der Partikelzählanalysator muss einen beheizten Abschnitt bei einer Wandtemperatur von ≥ 573 K enthalten. Die Einheit muss die erhitzten Stufen so regeln, dass die Nennbetriebstemperaturen mit einer Toleranz von ± 10 K konstant bleiben und angeben, ob die erhitzten Stufen im vorgeschriebenen Bereich der Betriebstemperaturen liegen. Niedrigere Temperaturen sind akzeptabel, solange die Abscheideeffektivität in Bezug auf flüchtige Partikel den Spezifikationen des Absatzes 6.4 genügt.

Druck-, Temperatur- und andere Sensoren müssen das ordnungsgemäße Funktionieren des Geräts im Betrieb überwachen und bei Fehlfunktionen eine Warnung oder Mitteilung auslösen.

Die Ansprechverzögerung des Partikelzahlanalysators muss ≤ 5 s sein.

Der Partikelzahlanalysator und/oder Partikeldetektor) muss eine Anstiegzeit von $\leq 3,5$ s aufweisen.

Messungen der Partikelkonzentration gelten bei Meldungen von 273 K und 101,3 kPa als normalisiert. Falls erforderlich, sind für die Zwecke der Normalisierung der Partikelkonzentration der Druck und/oder die Temperatur am Einlass des Detektors zu messen und zu melden.

Partikelzahlsysteme die den Anforderungen der UN-Regelung Nr. 154 hinsichtlich der Kalibrierung entsprechen, erfüllen automatisch die Anforderungen des vorliegenden Anhangs.

6.2. Anforderungen an die Effizienz

Das vollständige Partikelzahlanalysesystem einschließlich der Probenahmeleitung muss die Anforderungen in Tabelle A5/3a erfüllen.

Tabelle A5/3 a

Anforderungen an die Systemeffizienz des Partikelzahlanalysators (einschließlich Probenahmeleitung)

$d_p [nm]$	Sub-23	23	30	50	70	100	200
E(d_p) zu bestimmen Partikelzählanalysat (tbd) or	0,2 – 0,6 1,2	0,3 1,3	– 0,6 1,3	– 0,7 1,3	– 0,7 1,3	– 0,7 1,3	– 0,5 2,0

Die Effizienz E(d_p) ist definiert als das Verhältnis der Anzeigewerte des Partikelzahlanalysesystems hinsichtlich eines Kondensationspartikelzählers ($d_{50\%} = 10$ nm oder weniger, auf Linearität geprüft und mit einem Elektrometer kalibriert) oder hinsichtlich der Messung eines Teilchenzahlkonzentration-Elektrometers, der parallel monodisperse Aerosole mit dem Mobilitätsdurchmesser d_p misst, bei normalisierten Temperatur- und Druckbedingungen.

Das Material sollte thermisch stabil und rußähnlich sein (z. B. Grafit mit Funkenentladung oder Ruß einer Diffusionsflamme mit thermischer Vorbehandlung). Wenn die Effizienzkurve mit einem anderen Aerosol gemessen wird (z. B. NaCl), muss die Entsprechung der

rußähnlichen Kurve als Diagramm vorgelegt werden, in der die Effizienzen, die bei den Prüfungen mit beiden Aerosolen erzielt wurden, verglichen werden. Die Unterschiede in der Effizienz der Zählfunktionen müssen berücksichtigt werden, indem die gemessenen Effizienzen auf der Grundlage des vorgelegten Diagramms angepasst werden, um rußähnliche Aerosol-Effizienzen zu erhalten. Die Korrektur für mehrfach geladene Partikel wird angewendet und dokumentiert; sie darf aber 10 % nicht überschreiten. Diese Effizienzwerte beziehen sich auf die Partikelzahlanalysatoren mit der Probenahmeleitung. Der Partikelzahlanalysator kann auch in Teilen kalibriert werden (d. h. die Vorkonditionierungseinheit getrennt vom Partikeldetektor), sofern nachgewiesen wird, dass sowohl der Partikelzahlanalysator als auch die Probenahmeleitung gemeinsam die Anforderungen der Tabelle A5/3a erfüllen. Das gemessene Signal des Detektors muss größer als der zweifache Wert der Nachweisgrenze sein (in diesem Fall: Niveau Null + 3 Standardabweichungen).

6.3. Linearitätsanforderungen

Der Partikelzahlanalysator und die Probenahmeleitung müssen die Linearitätsanforderungen des Anhangs 5 Absatz 3.2 erfüllen, wobei monodisperse oder polydisperse rußähnliche Partikel zu verwenden sind. Die Partikelgröße (Mobilitätsdurchmesser oder mittlerer Zähldurchmesser) sollte größer als 45 nm sein. Das Bezugsinstrument ist ein Elektrometer oder ein Kondensationspartikelzähler mit $d_{50} = 10 \text{ nm}$ oder kleiner und nachgeprüfter Linearität. Alternativ kann ein Partikelzählsystem im Einklang mit der UN-Regelung Nr. 154 verwendet werden.

Außerdem müssen die Unterschiede zwischen dem Partikelzahlanalysator und dem Bezugsinstrument an allen nachgeprüften Punkten (außer am Nullpunkt) innerhalb einer Marge von 15 % um ihren Mittelwert liegen. Mindestens 5 gleichmäßig verteilte Punkte (zuzüglich der Null) sind zu überprüfen. Die höchste geprüfte Konzentration muss > 90 % des Nennmessbereichs des Partikelzahlanalysators betragen.

Wird der Partikelzahlanalysator in Teilen kalibriert, dann kann die Linearität nur für den Partikeldetektor geprüft werden, jedoch sind die Effizienzen der sonstigen Teile und der Probenahmeleitung in der Steigungsberechnung zu berücksichtigen.

6.4. Abscheideeffizienz in Bezug auf flüchtige Partikel

Das System muss > 99 % von $\geq 30 \text{ nm}$ Tetracontanpartikel ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$) mit einer Einlasskonzentration von \geq

10 000 Partikel pro Kubikzentimeter bei der Mindestverdünnung entfernen können.

Das System muss auch eine Abscheideeffizienz von > 99 % bei Tetracontan mit einem mittleren Zähldurchmesser von > 50 nm und einer Masse von > 1 mg/m³ erzielen.

Die Abscheideeffizienz in Bezug auf flüchtige Partikel bei Tetracontan muss nur einmal für die Instrumentenfamilie nachgewiesen werden. Der Hersteller muss jedoch den Wartungs- oder Austauschzeitraum festlegen, der gewährleistet, dass die Abscheideeffizienz nicht unter die technischen Anforderungen fällt. Werden solche Informationen nicht bereitgestellt, ist die Abscheideeffizienz in Bezug auf flüchtige Partikel für jedes Gerät jährlich zu überprüfen.

7. Instrumente für die Messung des Abgasmassendurchsatzes
7.1. Allgemeines

Der Messbereich und die Ansprechzeit von Instrumenten 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 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 auszuschließen.

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 Absatz 3 erfüllen. Überdies muss der Gerätshersteller für jeden Typ eines Abgasmassendurchsatzmessers die Übereinstimmung mit

den Spezifikationen der Absätze 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 gemäß Absatz 3 sowie die Genauigkeitsanforderungen des Absatzes 8 erfüllen und wenn der so berechnete Abgasmassendurchsatz nach Anlage 6 Absatz 4 validiert wird.

Zusätzlich sind andere Verfahren zur Bestimmung des Abgasmassendurchsatzes mithilfe von Geräten und Signalen ohne rückverfolgbare Kalibrierung, etwa vereinfachten Abgasmassendurchsatzmessern oder ECU-Signalen, zulässig, wenn der so ermittelte Abgasmassendurchsatz die Linearitätsanforderungen unter Absatz 3 erfüllt und gemäß Anlage 6 Absatz 4 validiert ist.

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 Absätzen 7.2.3 bis 7.2.9 darf bei der tatsächlichen Prüfung nicht länger als ein Jahr zurückliegen.

7.2.3. Genauigkeit

Die Genauigkeit des Abgasmassendurchsatzmessers, definiert als die Abweichung des abgelesenen EFM-Messwerts vom Bezugswert, darf $\pm 3\%$ des Ablesewerts oder $0,3\%$ des Skalenendwerts nicht überschreiten; es gilt der höhere Wert.

7.2.4. Präzision

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

7.2.5. Rauschen

Das Rauschen darf 2 % des maximalen kalibrierten Durchsatzwerts 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. Nullpunkt drift

Die Nullpunkt drift wird als mittleres Ansprechen auf einen Nulldurchsatz in einem Zeitabschnitt von mindestens 30 Sekunden festgelegt. Die Nullpunkt drift 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 Höchstwerts des Primärsignals betragen, das bei dem Durchsatzwert, bei dem der EFM kalibriert wurde, aufgezeichnet wurde.

7.2.7. Justierausschlagsdrift

Die Justierausschlagsdrift 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 Höchstwerts des Primärsignals betragen, das bei dem Durchsatzwert, bei dem der EFM kalibriert wurde, aufgezeichnet wurde.

7.2.8. Anstiegzeit

Die Anstiegzeit der Geräte und Methoden zur Messung des Abgasdurchsatzes sollte soweit wie möglich der Anstiegzeit des Gasanalysators gemäß Absatz 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 Skalenendwerts 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 Endwerts erreicht. Die Anstiegzeit ist definiert als die Zeit für den Anstieg des angezeigten Messwerts von 10 % auf 90 % (t_{10} bis t_{90}) des Endwerts. Die

Ansprechzeit (t_{90}) ist definiert als die Summe aus der Ansprechverzögerung und der Anstiegzeit. Die Ansprechzeit des Durchsatzmessers (t_{90}) muss gemäß Absatz 7.2.8 ≤ 3 Sekunden bei einer Anstiegzeit (t_{10} bis $-t_{90}$) von ≤ 1 Sekunde betragen.

8. Sensoren und Nebenverbraucher

Sensoren oder Nebenverbraucher, die 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 A5/4 erfüllen. Die Einhaltung der Anforderungen von Tabelle A5/4 ist in den vom Hersteller des Geräts spezifizierten Abständen gemäß den internen Kontrollverfahren oder nach der Norm ISO 9000 nachzuweisen.

Tabelle A5/4

Genauigkeitsanforderungen für Messparameter

Messparameter	Genauigkeit
Kraftstoffdurchsatz ²¹	$\pm 1\%$ des Ablesewerts ²²
Luftdurchsatz ²³	$\pm 2\%$ des Ablesewerts
Fahrzeuggeschwindigkeit ²⁴	$\pm 1,0$ km/h absolut
Temperaturen ≤ 600 K	± 2 K absolut
Temperaturen > 600 K	$\pm 0,4\%$ des Ablesewerts in Kelvin
Umgebungsdruck	$\pm 0,2$ kPa absolut
Relative Feuchtigkeit	$\pm 5\%$ absolut
Absolute Feuchtigkeit	$\pm 10\%$ des Ablesewertes oder 1 gH ₂ O/kg trockener Luft, je nachdem, welcher Wert höher ist

²¹ optional zur Bestimmung des Abgasmassendurchsatzes.

²² Bei Verwendung zur Berechnung des Luft- und Abgasmassendurchsatzes ausgehend vom Kraftstoffdurchsatz nach Anlage 7 Absatz 7 muss die Genauigkeit 0,02 % des Ablesewerts betragen.

²³ optional zur Bestimmung des Abgasmassendurchsatzes.

²⁴ Diese Anforderung gilt nur für den Geschwindigkeitssensor; wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit zur Bestimmung von Parametern wie der Beschleunigung, des Produkts aus Geschwindigkeit und positiver Beschleunigung oder des RPA-Werts (relative positive Beschleunigung) herangezogen wird, muss das Geschwindigkeitssignal über 3 km/h eine Genauigkeit von 0,1 % und eine Abtastfrequenz von 1 Hz aufweisen. Diese Genauigkeitsanforderung kann durch Heranziehen eines Raddrehzahlsignals erfüllt werden.

Anlage 6 Validierung des PEMS und nicht rückführbarer Abgasmassendurchsatz

1. Einführung

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. Symbole, Parameter und Einheiten

a_0	—	y -Achsabschnitt der Regressionsgeraden
a_1	—	Steigung der Regressionsgeraden
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, den korrekten Einbau eines PEMS in ein Fahrzeug durch Vergleich mit im Labor installierten Geräten bei einer Prüfung auf einem Rollenprüfstand entweder vor der RDE-Prüfung oder alternativ nach Abschluss der Prüfung zu validieren. Für Prüfungen, die während der Typgenehmigung durchgeführt werden, ist die Validierungsprüfung vorgeschrieben.

3.2. PEMS-Validierungsverfahren

3.2.1. PEMS-Installation

Das PEMS ist gemäß den Vorschriften der Anlage 4 zu installieren und vorzubereiten. Die PEMS-Installation darf in der Zeit zwischen der Validierung und der RDE-Prüfung nicht verändert werden.

3.2.2. Prüfbedingungen

Die Validierung erfolgt auf einem Rollenprüfstand, soweit wie möglich, unter den Bedingungen der Typgenehmigung gemäß den Vorschriften der UN-Regelung Nr. 154. 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 abzulegen.

3.2.3. Datenanalyse

Der Gesamtwert der mit Laborausrüstung gemessenen entfernungsabhängigen Emissionen [g/km] ist gemäß UN-Regelung Nr. 154 zu berechnen. Die vom PEMS gemessenen Emissionen sind nach Anlage 7 zu berechnen; sie werden zwecks Ermittlung der Gesamtmasse der Schadstoffe [g] summiert und anschließend durch die vom Rollenprüfstand angezeigte Prüfstrecke [km] dividiert. Die gesamte vom PEMS und dem Bezugslaborsystem bestimmte entfernungsabhängige Schadstoffmasse [g/km] ist anhand der Anforderungen in Absatz 3.3 zu bewerten. Für die Validierung von NO_x-Emissionsmessungen ist die Feuchtigkeitskorrektur gemäß UN-Regelung Nr. 154 anzuwenden.

3.3. Zulässige Toleranzen für die PEMS-Validierung

Die PEMS-Validierungsergebnisse müssen die Anforderungen in Tabelle A6/1 erfüllen. Wird eine zulässige Toleranz überschritten, sind Abhilfemaßnahmen zu treffen, und die PEMS-Validierung ist zu wiederholen.

Tabelle A6/1

Zulässige Toleranzen

Parameter [Einheit]	Zulässige absolute Toleranz
Strecke [km] ²⁵	250 m des Laborbezugswerts
THC ²⁶ [mg/km]	15 mg/km oder 15 % des Laborbezugswerts, je nachdem, welcher Wert höher ist
CH ₄ ²⁶ [mg/km]	15 mg/km oder 15 % des Laborbezugswerts, je nachdem, welcher Wert höher ist
NMHC ²⁶ [mg/km]	20 mg/km oder 20 % des Laborbezugswerts, je nachdem, welcher Wert höher ist
PN ²⁶ [#/km]	$8 \cdot 10^{10}$ p/km oder 42 % des Laborbezugswerts ²⁷ , je nachdem, welcher Wert höher ist

²⁵ 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.

²⁶ Parameter nur obligatorisch, wenn die Messung zur Einhaltung der Grenzwerte erforderlich ist.
²⁷ PMP-System

CO ²⁶ [mg/km]	100 mg/km oder 15 % des Laborbezugswerts, je nachdem, welcher Wert höher ist
CO ₂ [g/km]	10 g/km oder 7,5 % des Laborbezugswerts, je nachdem, welcher Wert höher ist
NO _x ²⁶ [mg/km]	10 mg/km oder 12,5 % des Laborbezugswerts, je nachdem, welcher Wert höher ist

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 5 Absatz 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.

4.2. Validierungsverfahren

Die Validierung erfolgt auf einem Rollenprüfstand unter Typgenehmigungsbedingungen, soweit diese zutreffen, auf demselben Fahrzeug, das für die RDE-Prüfung verwendet wurde. Zu Referenzzwecken ist ein rückverfolgbar kalibrierter Durchflussmesser zu verwenden. Jede Umgebungstemperatur innerhalb der in Absatz 5.1 dieses Anhangs genannten Spanne ist zulässig. Der Einbau des Abgasmassendurchsatzmessers und die Durchführung der Prüfung müssen die Anforderung nach Anlage 4 Absatz 3.4.3 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 7 Absatz 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:

$$y = a_1 x + a_0$$

Dabei gilt:

y	ist der tatsächliche Wert des zu validierenden Signals
a_1	ist die Steigung der Regressionsgeraden
x	ist der tatsächliche Wert des Bezugssignals
a_0	ist der y-Achsabschnitt der Regressionsgeraden

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

d) Die Parameter der linearen Regression müssen den Bestimmungen der Tabelle A6/2 entsprechen.

4.3. Anforderungen

Die in Tabelle A6/2 wiedergegebenen Linearitätsanforderungen müssen erfüllt sein. Wird eine zulässige Toleranz überschritten, sind Abhilfemaßnahmen zu treffen, und die Validierung ist zu wiederholen.

Tabelle A6/2

Linearitätsanforderungen an den berechneten und den gemessenen Abgasmassendurchsatz

Messparameter /-system	a_0	Steigung a_1	Standardabweichung vom Schätzwert SEE	Bestimmungskoeffizient r^2
Abgasmassendurchsatz	$0,0 \pm 3,0 \text{ kg/h}$	$1,00 \pm 0,075$	$\leq 10\% \text{ max}$	$\geq 0,90$

Anlage 7 Bestimmung der momentanen Emissionen

1. Einführung

In dieser Anlage ist das Verfahren zur Bestimmung der momentanen Massen- und Partikelanzahlemissionen [g/s; #/s] beschrieben, das auf die Anwendung der Datenkonsistenzregeln nach Anlage 4 folgt. Die momentanen Massen- und Partikelanzahlemissionen werden dann für die nachfolgende Bewertung einer RDE-Fahrt und die Berechnung des Zwischen- und des endgültigen Emissionsergebnisses gemäß der Anlage 11 herangezogen.

2. Symbole, Parameter und Einheiten

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)
ρ_e	—	Abgasdichte
ρ_{gas}	—	Dichte des Abgasbestandteils „Gas“
λ	—	Luftüberschussfaktor
λ_i	—	momentaner Luftüberschussfaktor
A/F_{st}	—	stöchiometrisches Luft-Kraftstoff-Verhältnis [kg/kg]
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]
$c_{\text{HC(w)}}$	—	HC-Konzentration bei Durchfluss von CH ₄ oder C ₂ H ₆

NMC)	—	durch den NMC [ppm C ₁]
<i>c</i> _{HC(w/o NMC)}	—	HC-Konzentration bei Vorbeileitung des CH ₄ oder C ₂ H ₆ am NMC vorbei [ppm C ₁]
<i>c</i> _{i,c}	—	zeitkorrigierte Konzentration des Bestandteils <i>i</i> [ppm]
<i>c</i> _{i,r}	—	Konzentration des Bestandteils <i>i</i> [ppm] im Abgas
<i>c</i> _{NMHC}	—	Konzentration der Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe
<i>c</i> _{wet}	—	Konzentration eines Schadstoffs im feuchten Bezugszustand in ppm oder Volumenprozent
<i>E</i> _E	—	Ethan-Umwandlungseffizienz
<i>E</i> _M	—	Methan-Umwandlungseffizienz
<i>H</i> _a	—	Feuchtigkeit der Ansaugluft [g Wasser je kg trockener Luft]
<i>i</i>	—	ist die Nummer der Messung
<i>m</i> _{gas,i}	—	Masse des Abgasbestandteils „Gas“ [g/s]
<i>q</i> _{maw,i}	—	momentaner Massendurchsatz der Ansaugluft [kg/s]
<i>q</i> _{m,c}	—	zeitkorrigierter Abgasmassendurchsatz [kg/s]
<i>q</i> _{mew,i}	—	momentaner Abgasmassendurchsatz [kg/s]
<i>q</i> _{mf,i}	—	momentaner Kraftstoffmassendurchsatz [kg/s]
<i>q</i> _{m,r}	—	Rohabgasmassendurchsatz [kg/s]
<i>r</i>	—	Kreuzkorrelationskoeffizient
<i>r</i> ²	—	Bestimmungskoeffizient
<i>r</i> _h	—	Kohlenwasserstoff-Ansprechfaktor
<i>u</i> _{gas}	—	<i>u</i> -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 Zeitkorrektur sind Daten, die dem Zeitabgleich unterliegen, entweder in einem einzigen Aufzeichnungsgerät oder mit einem synchronisierten

Zeitstempel gemäß Anlage 4 Absatz 5.1 aufzuzeichnen. Die Zeitkorrektur und der Zeitabgleich für Parameter sind in den Absätzen 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 5 Absatz 4.4 zu bestimmen:

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

Dabei gilt:

$c_{i,c}$	ist die zeitkorrigierte Konzentration des Bestandteils i als Funktion der Zeit t
$c_{i,r}$	ist die Rohkonzentration des Bestandteils i als Funktion der Zeit t
$\Delta t_{t,i}$	ist die Wandlungszeit t des Analysators zur Messung des Bestandteils i

3.2. Zeitkorrektur des Abgasmassendurchsatzes

Der mit einem Abgasdurchsatzmesser gemessene Abgasmassendurchsatz ist einer Zeitkorrektur durch inverse Verschiebung entsprechend der Wandlungszeit des Abgasmassendurchsatzmessers zu unterziehen. Die Wandlungszeit des Massendurchsatzmessers ist nach Anlage 5 Absatz 4.4 zu bestimmen:

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

Dabei gilt:

$q_{m,c}$	ist der zeitkorrigierte Abgasmassendurchsatz als Funktion der Zeit t
$q_{m,r}$	ist der Rohabgasmassendurchsatz als Funktion der Zeit t
$\Delta t_{t,m}$	ist 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 6 Absatz 4 bestimmt wird.

3.3. Zeitabgleich der Fahrzeugdaten

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

3.3.1. Fahrzeuggeschwindigkeit 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 GNSS, 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. Emissionsmessungen bei stehendem Verbrennungsmotor

Momentane Emissions- oder Abgasdurchsatzwerte, die bei deaktiviertem Verbrennungsmotor gemessen wurden, sind in der Datenaustauschdatei aufzuzeichnen.

5. Korrektur der Messwerte

5.0 Driftkorrektur

$$c_{\text{cor}} = c_{\text{ref,z}} + (c_{\text{ref,s}} - c_{\text{ref,z}}) \left(\frac{2c_{\text{gas}} - (c_{\text{pre,z}} + c_{\text{post,z}})}{(c_{\text{pre,s}} + c_{\text{post,s}}) - (c_{\text{pre,z}} + c_{\text{post,z}})} \right)$$

$c_{\text{ref,z}}$		ist der Bezugswert der Konzentration des Nullgases (normalerweise gleich null) [ppm]
$c_{\text{ref,s}}$		ist der Bezugswert der Konzentration des Justiergases [ppm]
$c_{\text{pre,z}}$		ist die Analysator-Konzentration des Nullgases vor der Prüfung [ppm]
$c_{\text{pre,s}}$		ist die Analysator-Konzentration des Justiergases vor der Prüfung [ppm]

$c_{\text{post},z}$		ist die Analysator-Konzentration des Nullgases nach der Prüfung [ppm]
$c_{\text{post},s}$		ist die Analysator-Konzentration des Justiergases nach der Prüfung [ppm]
c_{gas}		ist die Konzentration des Probenahmegases [ppm]

5.1. 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:

Dabei gilt:

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

c_{wet}	ist die Konzentration eines Schadstoffs im feuchten Bezugszustand in ppm oder Volumenprozent
c_{dry}	ist die Konzentration eines Schadstoffs im trockenen Bezugszustand in ppm oder Volumenprozent
k_w	ist der Faktor der Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugszustand

Die Berechnung von k_w erfolgt nach folgender Formel:

$$k_w = \left(\frac{1}{1 + \alpha \times 0.005 \times (c_{\text{CO}_2} + c_{\text{CO}})} - k_{w1} \right) \times 1.008$$

Dabei gilt:

$$k_{w1} = \frac{1.608 \times H_a}{1000 + (1.608 \times H_a)}$$

Dabei gilt:

H_a		ist die Feuchtigkeit der Ansaugluft [g Wasser je kg trockener Luft]
c_{CO_2}		ist die CO ₂ -Konzentration im trockenen Bezugszustand [%]
c_{CO}		ist die CO-Konzentration im trockenen Bezugszustand [%]
α		ist das Molverhältnis des Kraftstoffs für Wasserstoff (H/C)

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

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

5.3. Korrektur negativer Emissionsergebnisse

Negative momentane Ergebnisse dürfen nicht korrigiert werden.

6. Bestimmung der momentanen gasförmigen Abgasbestandteile

6.1. Einführung

Die Bestandteile im Rohabgas sind mit den in Anlage 5 beschriebenen Mess- und Probenahmeanalysatoren zu messen. Die Rohkonzentrationen der maßgeblichen Bestandteile sind gemäß Anlage 4 zu messen. Die Daten

sind einer Zeitkorrektur zu unterziehen und gemäß Absatz 3 abzulegen.

6.2. 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 Flammenionisationsdetektors (FID) sind folgende Verfahren zulässig:

- a) Das Kalibriergas aus Propan und Luft wird am NMC 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.

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

$$c_{CH_4} = \frac{c_{HC(w/o\ NMC)} \times (1 - E_M) - c_{HC(w/NMC)}}{E_E - E_M}$$

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

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

$$c_{CH_4} = \frac{c_{HC(w/NMC)} \times r_h \times (1 - E_M) - c_{HC(w/o\ NMC)} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)}$$

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

Dabei gilt:

c _{HC(w/oNMC)}	ist die HC-Konzentration bei Vorbeileitung des CH ₄ oder C ₂ H ₆ am NMC vorbei [ppm C ₁]
c _{HC(w/NMC)}	ist die HC-Konzentration bei Durchfluss von CH ₄ oder C ₂ H ₆ durch den NMC [ppm C ₁]
r _h	der gemäß Anlage 5 Absatz 4.3.3 Buchstabe b bestimmte Kohlenwasserstoff-

	Ansprechfaktor
E_M	ist die Methan-Umwandlungseffizienz gemäß Anlage 5 Nummer 4.3.4 Buchstabe a
E_E	ist die Ethan-Umwandlungseffizienz gemäß Anlage 5 Absatz 4.3.4 Buchstabe b

Wird der Methan-FID durch den Cutter kalibriert (Verfahren b), beträgt die gemäß Anlage 5 Absatz 4.3.4 Buchstabe a bestimmte 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.

7. Bestimmung des Abgasmassendurchsatzes

7.1. Einführung

Für die Berechnung der momentanen Massenemissionen gemäß den Absätzen 8 und 9 ist die Bestimmung des Abgasmassendurchsatzes erforderlich. Der Abgasmassendurchsatz ist durch eines der direkten Messverfahren nach Anlage 5 Absatz 7.2 zu bestimmen. Alternativ dazu ist die Berechnung des Abgasmassendurchsatzes gemäß den Absäzen 7.2 bis 7.4 des vorliegenden Anhangs zulässig.

7.2. 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 gilt:

$q_{mew,i}$	ist der momentane Abgasmassendurchsatz [kg/s]
$q_{maw,i}$	ist der momentane Massendurchsatz der Ansaugluft [kg/s]
$q_{mf,i}$	ist 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 5 Absatz 3 für den Abgasmassendurchsatz festgelegten Linearitätsanforderungen sowie die Validierungsanforderungen nach Anlage 6 Absatz 4.3 erfüllen.

7.3. 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:

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

Dabei gilt:

$$A/F_{st} = \frac{138.0 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma \right)}{12.011 + 1.008 \times \alpha + 15.9994 \times \varepsilon + 14.0067 \times \delta + 32.0675 \times \gamma}$$

$$l_i = \frac{\left(100 - \frac{c_{co} \times 10^{-4}}{2} - c_{HCw} \times 10^{-4} \right) + \left(\frac{\alpha}{4} \times \frac{1 - \frac{2 \times c_{co} \times 10^{-4}}{3.5 \times c_{co2}}}{1 + \frac{c_{co} \times 10^{-4}}{3.5 \times c_{co2}}} - \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\delta}{2} \right) \times (c_{co2} + c_{co} \times 10^{-4})}{4.764 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma \right) \times (c_{co2} + c_{co} \times 10^{-4} + c_{HCw} \times 10^{-4})}$$

Dabei gilt:

$q_{maw,i}$	ist der momentane Massendurchsatz der Ansaugluft [kg/s]
A/F_{st}	ist das stöchiometrische Luft-Kraftstoff-Verhältnis [kg/kg]
λ_i	ist das momentane Luftüberschussverhältnis
c_{CO2}	ist die CO ₂ -Konzentration im trockenen Bezugszustand [%]
c_{CO}	ist die CO-Konzentration im trockenen Bezugszustand [ppm]
c_{HCw}	ist die HC-Konzentration im feuchten Bezugszustand [ppm]

α	ist das Molverhältnis für Wasserstoff (H/C)
β	ist das Molverhältnis für Kohlenstoff (C/C)
γ	ist das Molverhältnis für Schwefel (S/C)
δ	ist das Molverhältnis für Stickstoff (N/C)
ε	ist 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 λ_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 5 Absatz 3 für den Abgasmassendurchsatz festgelegten Linearitätsanforderungen sowie die Validierungsanforderungen nach Anlage 6 Absatz 4.3 erfüllen.

7.4. 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 λ_i gemäß Absatz 7.3) wie folgt errechnet werden:

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

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

Der berechnete momentane Abgasmassendurchsatz muss die in Anlage 5 Absatz 3 für den Abgasmassendurchsatz festgelegten Linearitätsanforderungen sowie die Validierungsanforderungen nach Anlage 6 Absatz 4.3 erfüllen.

8. Berechnung der momentanen Massenemissionen gasförmiger Bestandteile

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 Korrektur und ein Abgleich für die Wandlungszeit vorzunehmen – und dem jeweiligen u -Wert nach

Tabelle A7/1 bestimmt. Wird im trockenen Bezugszustand gemessen, so sind die momentanen Konzentrationswerte der Bestandteile nach Absatz 5.1 in den feuchten Bezugszustand umzurechnen, ehe sie für weitere Berechnungen verwendet werden. Gegebenenfalls sind in sämtlichen nachfolgenden Datenbewertungen negative momentane Emissionswerte zu verwenden. Die Parameterwerte müssen in die Berechnung der vom Analysator, dem Durchsatzmessgerät, dem Sensor oder dem ECU gemeldeten momentanen Emissionen [g/s] einfließen. Hierzu ist folgende Formel anzuwenden:

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

Dabei gilt:

$m_{\text{gas},i}$		ist die Masse des Abgasbestandteils „Gas“ [g/s]
u_{gas}		ist das Verhältnis zwischen der Dichte des Abgasbestandteils „Gas“ und der Gesamtdichte des Abgases gemäß Tabelle A7/1
$c_{\text{gas},i}$		ist die gemessene Konzentration des Abgasbestandteils „Gas“ im Abgas [ppm]
$q_{\text{mew},i}$		ist der gemessene Abgasmassendurchsatz [kg/s]
gas		ist der jeweilige Bestandteil
i		ist die Nummer der Messung

Tabelle A7/1

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

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]					
		2.052	1.249	(1)	1.9630	1.4276	0.715
		$u_{\text{gas}}^{(2,6)}$					
Dieselkraftst							

off (B0)	1.2893	0.00159 3	0.0009 69	0.000480	0.00152 3	0.00110 8	0.00055 5
Dieselkraftstoff (B5)	1.2893	0.00159 3	0.0009 69	0.000480	0.00152 3	0.00110 8	0.00055 5
Dieselkraftstoff (B7)	1.2894	0.00159 3	0.0009 69	0.000480	0.00152 3	0.00110 8	0.00055 5
Ethanol (ED95)	1.2768	0.00160 9	0.0009 80	0.000780	0.00153 9	0.00111 9	0.00056 1
CNG ⁽³⁾	1.2661	0.00162 1	0.0009 87	0.000528 ⁽ ⁴⁾	0.00155 1	0.00112 8	0.00056 5
Propan	1.2805	0.00160 3	0.0009 76	0.000512	0.00153 3	0.00111 5	0.00055 9
Butan	1.2832	0.00160 0	0.0009 74	0.000505	0.00153 0	0.00111 3	0.00055 8
LPG ⁽⁵⁾	1.2811	0.00160 2	0.0009 76	0.000510	0.00153 3	0.00111 5	0.00055 9
Benzin (E0)	1.2910	0.00159 1	0.0009 68	0.000480	0.00152 1	0.00110 6	0.00055 4
Benzin (E5)	1.2897	0.00159 2	0.0009 69	0.000480	0.00152 3	0.00110 8	0.00055 5
Benzin (E10)	1.2883	0.00159 4	0.0009 70	0.000481	0.00152 4	0.00110 9	0.00055 5
Ethanol (E85)	1.2797	0.00160 4	0.0009 77	0.000730	0.00153 4	0.00111 6	0.00055 9

⁽¹⁾ kraftstoffabhängig.

⁽²⁾ bei $\lambda=2$, trockener Luft, 273 K und 101,3 kPa.

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

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

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

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

9. Berechnung der momentanen Partikelzahlemissionen

Die momentanen Partikelzahlemissionen [Partikel/s] werden durch Multiplikation der momentanen Konzentration des jeweiligen Schadstoffs [Partikel/cm³] mit dem momentanen Abgasmassendurchsatz [kg/s] – bei beiden Werten ist eine Korrektur und ein Abgleich für die Wandlungszeit vorzunehmen – und durch Division durch die Dichte [kg/m³] nach Tabelle A7/1 bestimmt. Gegebenenfalls sind in sämtlichen nachfolgenden Datenbewertungen negative momentane Emissionswerte zu verwenden. Alle signifikanten Stellen der Vorergebnisse sind bei der Berechnung der momentanen Emissionen zu berücksichtigen. Es ist folgende Gleichung anzuwenden:

$$PN_i = c_{PN,i} q_{mew,i} / \rho_e$$

Dabei gilt:

PN _i	ist der Partikelfluss [Partikel/s]
c _{PN,i}	ist die gemessene Partikelzahlkonzentration [#/m ³] normalisiert bei 0 °C
q _{mew,i}	ist der gemessene Abgasmassendurchsatz [kg/s]
ρ _e	ist die Dichte des Abgases [kg/m ³] bei 0 °C (Tabelle A7/1)

10. Datenaustausch

Datenaustausch: Der Datenaustausch zwischen den Messsystemen und der Datenauswertungssoftware erfolgt über eine von der Kommission zur Verfügung gestellte standardisierte Datenaustauschdatei⁶.

Die Vorbearbeitung der Daten (z. B. Zeitkorrektur nach Absatz 3, Korrektur der Fahrzeuggeschwindigkeit nach Anlage 4 Absatz 4.7 oder Korrektur des GNSS-Signals für die Fahrzeuggeschwindigkeit nach Anlage 4 Absatz 6.5) muss mit der Steuerungssoftware des Messsystems erfolgen und vor Erzeugung der Datenaustauschdatei abgeschlossen sein.

Anlage 8 Bewertung der Gültigkeit der Fahrt insgesamt mit der Methode des gleitenden Mittelungsfensters

1. Einführung

Die Methode des gleitenden Mittelungsfensters wird zur Bewertung der gesamten Fahrdynamik verwendet. Die Prüfung ist in Teilabschnitte (Fenster) unterteilt und mit der anschließenden Analyse soll festgestellt werden, ob die Fahrt für RDE-Zwecke geeignet ist. Die „Normalität“ der Fenster wird durch einen Vergleich ihrer entfernungsabhängigen CO₂-Emissionen mit einer Bezugskurve bewertet, die von den gemäß der WLTP-Prüfung gemessenen CO₂-Emissionen stammt.

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 = insgesamt (total), ls = niedrige Geschwindigkeit (low speed), ms = mittlere Geschwindigkeit (medium speed), hs = hohe Geschwindigkeit (high speed) oder auf cc = die charakteristische Kurve für CO₂ (characteristic curve)).

a_1, b_1 - Koeffizienten der charakteristischen Kurve für CO₂

a_2, b_2 - Koeffizienten der charakteristischen Kurve für CO₂

M_{CO_2} - CO₂-Masse, [g]

$M_{CO_2,j}$ - CO₂-Masse in Fenster j, [g]

t_i - Gesamtdauer in Abschnitt i, [s]

t_t - Dauer einer Prüfung, [s]

v_i - tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit im Zeitabschnitt i [km/h]

\bar{v}_j - durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit im Fenster j, [km/h]

tol_{1H} - obere Toleranz für die charakteristische CO₂-Kurve eines Fahrzeugs, [%]

tol_{1L} - untere Toleranz für die charakteristische CO₂-Kurve eines Fahrzeugs, [%]

3. Gleitende Mittelungsfenster

3.1. Festlegung von Mittelungsfenstern

Die gemäß Anlage 7 berechneten momentanen CO₂-Emissionen werden mithilfe einer Methode des gleitenden Mittelungsfensters auf der Grundlage der CO₂-Bezugsmasse integriert.

Das Heranziehen der CO₂-Bezugsmasse ist in Abbildung A8/2 dargestellt. Es gilt folgendes

Berechnungsprinzip: Die entfernungsabhängigen RDE-CO₂-Emissionsmassen werden nicht für den gesamten Datensatz, sondern für Teildatensätze des gesamten Datensatzes berechnet, wobei die Länge dieser Teildatensätze so festgesetzt wird, dass sie immer demselben Anteil an der CO₂-Masse entspricht, die das Fahrzeug während der anzuwendenden WLTP-Prüfung im Labor ausstößt (falls zutreffend, nach Anwendung entsprechender Korrekturen (z. B. ATCT)). Die Berechnungen des gleitenden Fensters werden mit dem Zeitinkrement Δt entsprechend der Datenerfassungsfrequenz durchgeführt. Diese Teildatensätze, die zur Berechnung der CO₂-Emissionen des Fahrzeugs auf der Straße und seiner durchschnittlichen Geschwindigkeit verwendet werden, werden in den folgenden Abschnitten als „Mittelungsfenster“ bezeichnet. Die an dieser Stelle beschriebene Berechnung ist vom ersten Datenpunkt an durchzuführen (vorwärts), wie in Abbildung A8/1 dargestellt.

Die folgenden Daten werden bei der Berechnung der CO₂-Masse, der Entfernung und der Durchschnittsgeschwindigkeit des Fahrzeugs in jedem Mittelungsfenster außer Acht gelassen:

die Überprüfung der Instrumente in regelmäßigen Abständen und/oder nach der Überprüfung der Nullpunkt drift;

die Fahrzeuggeschwindigkeit über dem Boden < 1 km/h;

Die Berechnung beginnt, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit über dem Boden größer als oder gleich 1 km/h ist, und sie beinhaltet Fahrereignisse, in deren Verlauf kein CO₂ ausgestoßen wird und die Fahrzeuggeschwindigkeit über dem Boden größer als oder gleich 1 km/h ist.

Die Massenemissionen $M_{CO_2,j}$ werden durch Integration der momentanen Emissionen in g/s gemäß Anlage 7 bestimmt.

Abbildung A8/1

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

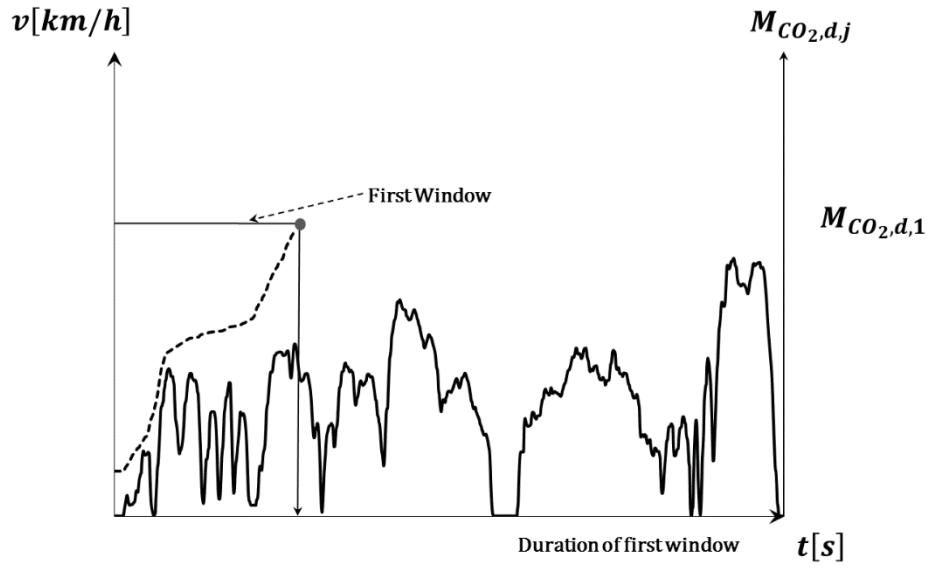
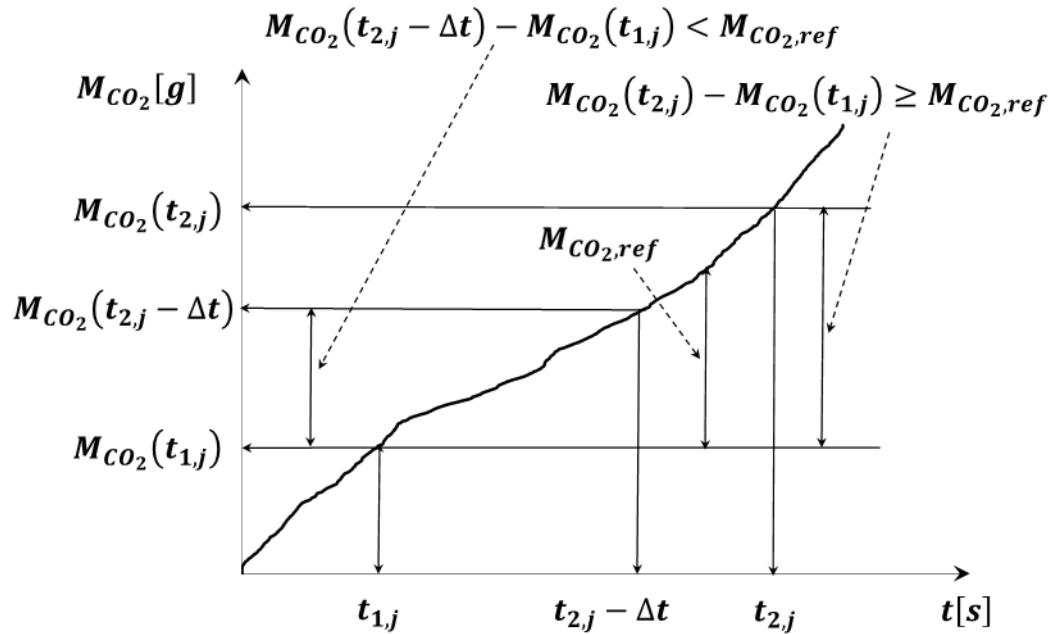


Abbildung A8/2

Festlegung von Mittelungsfenstern auf Grundlage der CO₂-Masse



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

$$M_{CO_2}(t_{2,j}) - M_{CO_2}(t_{1,j}) \geq M_{CO_2,ref}$$

Dabei gilt:

$M_{CO_2}(t_{i,j})$ ist die CO₂-Masse, die zwischen dem Beginn der Prüfung und der Zeit $t_{i,j}$ gemessen wird [g];

$M_{CO_2,ref}$ ist die CO₂-Bezugsmasse (die Hälfte der CO₂-Masse, die vom Fahrzeug während der geltenden WLTP-Prüfung ausgestoßen wird).

Bei der Typgenehmigung ist der CO₂-Bezugswert aus den CO₂-Werten der WLTP-Prüfung des Einzelfahrzeugs, die gemäß der UN-Regelung Nr. 154 einschließlich aller entsprechenden Korrekturen ermittelt wurden, zu ermitteln.

Für ISC- oder Marktüberwachungsprüfungen ist die CO₂-Bezugsmasse der Übereinstimmungsbescheinigung²⁸ für das Einzelfahrzeug zu entnehmen. Der Wert für OVC-HEV-Fahrzeuge ist der WLTP-Prüfung mit Betrieb bei gleichbleibender Ladung zu entnehmen.

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

$$M_{CO_2}(t_{2,j} - \Delta t) - M_{CO_2}(t_{1,j}) < M_{CO_2,ref} \leq M_{CO_2}(t_{2,j}) - M_{CO_2}(t_{1,j})$$

Wobei Δt der Datenerfassungszeitraum ist.

The CO₂-Massen $M_{CO_2,j}$ in den Fenstern werden durch Integration der gemäß Anlage 7 errechneten momentanen Emissionen berechnet.

3.2.

Berechnung von Fenster-Parametern

- Die folgenden Werte werden für jedes nach Absatz 3.1 bestimmte Fenster berechnet: die entfernungsabhängigen CO₂-Emissionen $M_{CO_2,d,j}$;
- die durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit \bar{v}_j .

4.

Bewertung von Fenstern

4.1.

Einführung

Die Bezugsbedingungen für die Dynamik des Prüffahrzeugs werden anhand der CO₂-Emissionen des Fahrzeugs in Abhängigkeit von der zum Zeitpunkt der Typgenehmigung in der WLTP-Prüfung gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit dargestellt und als „charakteristische Kurve des Fahrzeugs hinsichtlich CO₂“ bezeichnet.

4.2.

Bezugspunkte der charakteristischen Kurve für CO₂

Bei der Typgenehmigung sind die Werte aus den WLTP-CO₂-Werten des Einzelfahrzeugs, die gemäß der UN-Regelung Nr. 154 einschließlich aller entsprechenden Korrekturen ermittelt wurden, zu nehmen.

Für ISC- oder Marktüberwachungsprüfungen sind die entfernungsabhängigen CO₂-Emissionen, die in diesem

²⁸

Siehe Anhang VIII der Verordnung (EU) 2020/638

Absatz für die Festlegung der Bezugskurve zu berücksichtigen sind, der Übereinstimmungsbescheinigung für das Einzelfahrzeug zu entnehmen.

Die zur Festlegung der charakteristischen Kurve für CO₂ erforderlichen Bezugspunkte P₁, P₂ und P₃ werden wie folgt bestimmt:

4.2.1. Punkt P₁

$\bar{v}_{P1} = 18.882 \text{ km/h}$ (Durchschnittsgeschwindigkeit für die Phase des WLTP-Zyklus mit niedriger Geschwindigkeit)

M_{CO_2,d,P_1} = CO₂-Emissionen des Fahrzeugs während der Phase mit niedriger Geschwindigkeit der WLTP-Prüfung [g/km]

4.2.2. Punkt P₂

$\bar{v}_{P2} = 56.664 \text{ km/h}$ (Durchschnittsgeschwindigkeit für die Phase des WLTP-Zyklus mit hoher Geschwindigkeit)

M_{CO_2,d,P_2} = CO₂-Emissionen des Fahrzeugs während der Phase mit hoher Geschwindigkeit der WLTP-Prüfung [g/km]

4.2.3. Punkt P₃

$\bar{v}_{P3} = 91.997 \text{ km/h}$ (Durchschnittsgeschwindigkeit für die Phase des WLTP-Zyklus mit sehr hoher Geschwindigkeit)

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

4.3. Festlegung der charakteristischen Kurve für CO₂

Die CO₂-Emissionen entsprechend der charakteristischen Kurve werden anhand der in Absatz 4.2 definierten Bezugspunkte als Funktion der Durchschnittsgeschwindigkeit unter Verwendung zweier linearer Abschnitte (P₁, P₂) und (P₂, P₃) berechnet. Der Abschnitt (P₂, P₃) wird auf der Achse der Fahrzeuggeschwindigkeit auf 145 km/h begrenzt. Die charakteristische Kurve wird wie folgt durch Gleichungen bestimmt:

Für den Abschnitt (P₁, P₂):

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

with: $a_1 = (M_{CO_2,d,P_2} - M_{CO_2,d,P_1}) / (\bar{v}_{P2} - \bar{v}_{P1})$

and: $b_1 = M_{CO_2,d,P_1} - a_1 \bar{v}_{P1}$

Für den Abschnitt (P₂, P₃):

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

with: $a_2 = (M_{CO_2,d,P_3} - M_{CO_2,d,P_2}) / (\bar{v}_{P3} - \bar{v}_{P2})$

and: $b_2 = M_{CO_2,d,P_2} - a_2 \bar{v}_{P2}$

Abbildung A8/3

Charakteristische Kurve für CO₂-Emissionen des Fahrzeugs und Toleranzen für ICE-Fahrzeuge und NOVC-HEV-Fahrzeuge

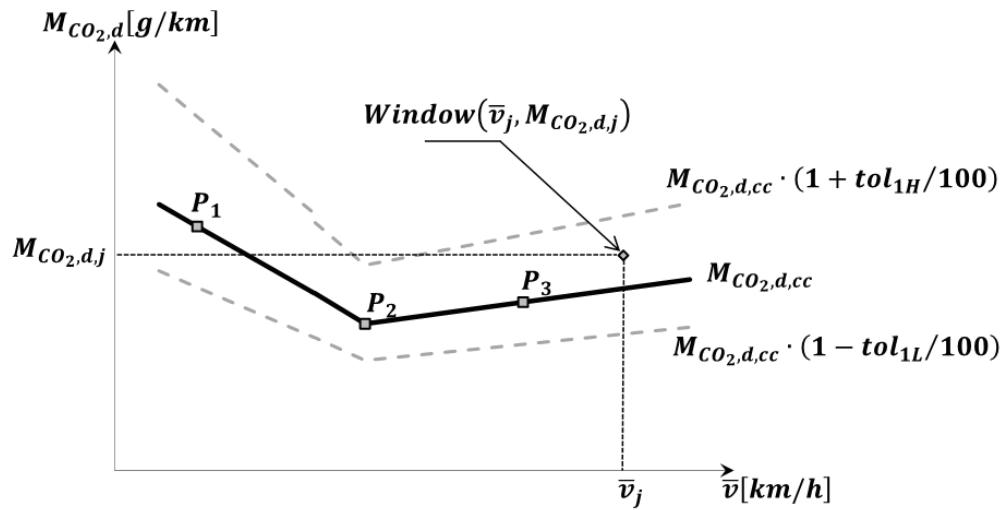
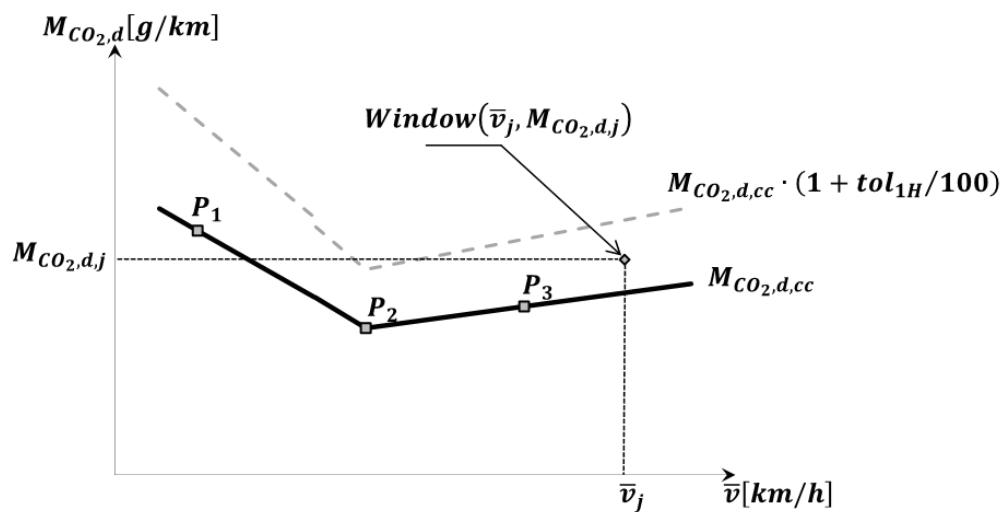


Abbildung A8/4

Charakteristische Kurve für CO₂-Emissionen des Fahrzeugs und Toleranzen für OVC-HEV-Fahrzeuge



- 4.4. Niedrig-, Mittel- und Hochgeschwindigkeitsfenster
- 4.4.1. Die Fenster werden entsprechend der jeweiligen Geschwindigkeit in Niedrig-, Mittel- und Hochgeschwindigkeitsintervalle eingeteilt.
- 4.4.1.1. Niedriggeschwindigkeitsfenster
Für Niedriggeschwindigkeitsfenster sind durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeiten von \bar{v}_j unter 45 km/h charakteristisch.
- 4.4.1.2. Mittelgeschwindigkeitsfenster
Für Mittelgeschwindigkeitsfenster sind durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeiten von \bar{v}_j mindestens 45 km/h und unter 80 km/h charakteristisch.
Bei Fahrzeugen, die mit einer Einrichtung zur Begrenzung der Geschwindigkeit auf 90 km/h ausgerüstet sind, sind für das Mittelgeschwindigkeitsfenster Fahrzeuggeschwindigkeiten von \bar{v}_j unter 70 km/h charakteristisch.
- 4.4.1.3. Hochgeschwindigkeitsfenster
Für Hochgeschwindigkeitsfenster sind durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeiten von \bar{v}_j mindestens 80 km/h und unter 145 km/h charakteristisch.
Bei Fahrzeugen, die mit einer Einrichtung zur Begrenzung der Geschwindigkeit auf 90 km/h ausgerüstet sind, sind für das Hochgeschwindigkeitsfenster Fahrzeuggeschwindigkeiten von \bar{v}_j mindestens 70 km/h und unter 90 km/h charakteristisch.

Abbildung A8/5

Charakteristische Kurve des Fahrzeugs für CO₂: Definitionen der niedrigen, mittleren und hohen Geschwindigkeit (dargestellt für ICE- und NOVC-HEV-Fahrzeuge) außer Fahrzeuge der Klasse N₂, die mit einer Einrichtung zur Begrenzung der Geschwindigkeit auf 90 km/h ausgerüstet sind

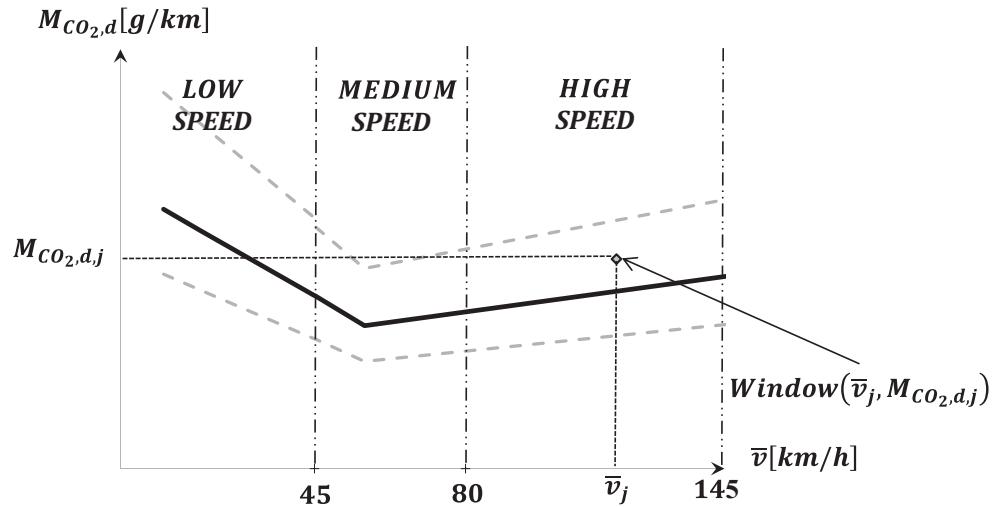
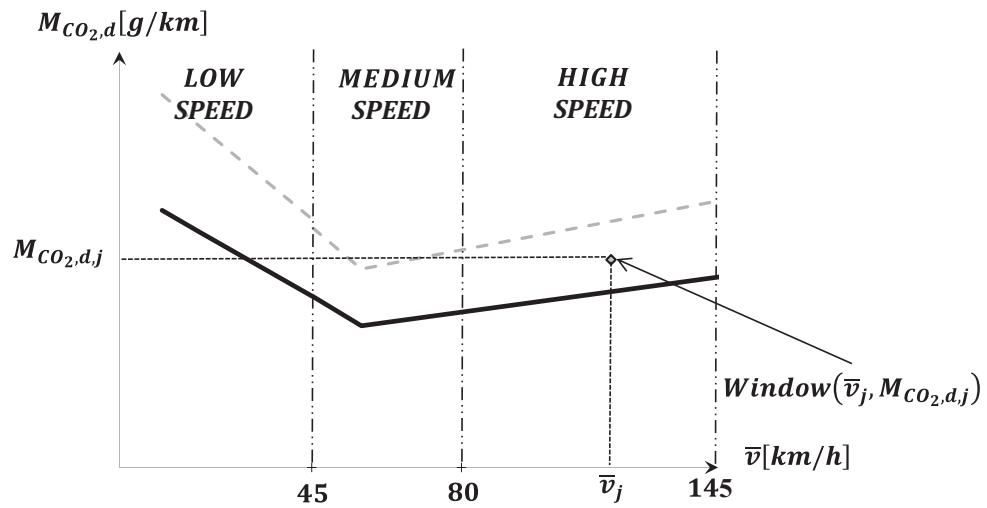


Abbildung A8/6

Charakteristische Kurve des Fahrzeugs für CO₂: Definitionen der niedrigen, mittleren und hohen Geschwindigkeit (dargestellt für OVC-HEV-Fahrzeuge) außer Fahrzeuge, die mit einer Einrichtung zur Begrenzung der Geschwindigkeit auf 90 km/h ausgerüstet sind



- 4.5.1. Bewertung der Gültigkeit der Fahrt
- 4.5.1.1. Toleranzen oberhalb und unterhalb der charakteristischen Kurve für CO₂
- Die obere Toleranz der charakteristischen Kurve für CO₂ des Fahrzeugs beträgt $tol_{1H} = 45\%$ für Fahren mit niedriger Geschwindigkeit und $tol_{1H} = 40\%$ für Fahren mit mittlerer und hoher Geschwindigkeit.
- Die untere Toleranz der charakteristischen Kurve für CO₂ des Fahrzeugs beträgt $tol_{1L} = 25\%$ für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor und $tol_{1L} = 100\%$ für NOVC-HEV-Fahrzeuge und OVC-HEV-Fahrzeuge.
- 4.5.1.2. Bewertung der Gültigkeit der Prüfung
- Die Prüfung ist gültig, wenn mindestens 50 % der Niedrigen, mittleren und Hochgeschwindigkeitsfenster innerhalb der für die charakteristische Kurve für CO₂ festgelegten Toleranz liegen.
- Wird bei NOVC-HEV und OVC-HEV die Mindestanforderung von 50 % zwischen tol_{1H} und tol_{1L} nicht erfüllt, kann die obere positive Toleranz tol_{1H} erhöht werden, bis der Wert von tol_{1H} 50 % erreicht.
- Bei OVC-HEV ist die Prüfung dennoch gültig, wenn aufgrund des Nichteinschaltens des ICE keine MAW berechnet werden.

Anlage 9 Bewertung einer zu hohen oder zu geringen Fahrtdynamik

1. Einführung

In dieser Anlage werden die Verfahren zur Überprüfung der Fahrtdynamik beschrieben, mit denen ermittelt wird, ob bei einer RDE-Fahrt die Dynamik zu hoch oder zu gering ist.

2. Symbole, Parameter und Einheiten

a	—	Beschleunigung [m/s^2]
a_i	—	Beschleunigung im Zeitabschnitt i [m/s^2]
a_{pos}	—	positive Beschleunigung größer als $0,1 \text{ m}/\text{s}^2$ [m/s^2]
$a_{pos,i,k}$	—	positive Beschleunigung größer als $0,1 \text{ m}/\text{s}^2$ in Zeitschritt i unter Berücksichtigung der innerorts, außerorts und auf Autobahnen gefahrenen Anteile [m/s^2]
a_{res}	—	Beschleunigungsauflösung [m/s^2]
d_i	—	im Zeitabschnitt i zurückgelegte Strecke [m]
$d_{i,k}$	—	im Zeitabschnitt i zurückgelegte Strecke [m] unter Berücksichtigung der innerorts, außerorts und auf Autobahnen gefahrenen Anteile
Index (i)	—	einzelner Zeitabschnitt
Index (j)	—	einzelner Zeitabschnitt von Datensätzen zur positiven Beschleunigung
Index (k)	—	verweist auf die Kategorie (t = total (insgesamt), u = urban (innerorts), r = rural (außerorts), m = motorway (Autobahn))
M_k	—	Anzahl der innerorts, außerorts und auf Autobahnen gefahrenen Stichproben mit einer positiven Beschleunigung größer als $0,1 \text{ m}/\text{s}^2$
N_k	—	Gesamtzahl der Stichproben für die innerorts, außerorts und auf Autobahnen gefahrenen Anteile und für die gesamte Fahrt
RPA_k	—	relative positive Beschleunigung für die innerorts, außerorts und auf Autobahnen gefahrenen Anteile [m/s^2 oder $\text{kWs}/(\text{kg} \cdot \text{km})$]
t_k	—	Dauer der Stichproben für die innerorts, außerorts und auf Autobahnen gefahrenen Anteile und der gesamten Fahrt [s]
v	—	Fahrzeuggeschwindigkeit [km/h]
v_i	—	tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit im Zeitabschnitt i [km/h]
$v_{i,k}$	—	tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit im Zeitabschnitt i unter Berücksichtigung der innerorts, außerorts und auf Autobahnen

		gefahrenen Anteile [km/h]
$(v \times a)_i$	—	tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit pro Beschleunigung im Zeitabschnitt i [m^2/s^3 oder W/kg]
$(v \times a)_{j,k}$	—	tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit pro positiver Beschleunigung größer als $0,1 \text{ m/s}^2$ im Zeitabschnitt j unter Berücksichtigung der innerorts, außerorts und auf Autobahnen gefahrenen Anteile [m^2/s^3 oder W/kg]
$(v \times a_{pos})_{k-}[95]$	—	95-Perzentil des Produkts der Fahrzeuggeschwindigkeit pro positiver Beschleunigung größer als $0,1 \text{ m/s}^2$ für innerorts, außerorts und auf Autobahnen gefahrene Anteile [m^2/s^3 oder W/kg]
\bar{v}_k	—	durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit für innerorts, außerorts und auf Autobahnen gefahrene Anteile [km/h]

3 Fahrtindikatoren

3.1. Berechnungen

3.1.1. Vorverarbeitung der Daten

Dynamische Parameter wie Beschleunigung, $(v \times a_{pos})$ oder RPA werden mittels eines Geschwindigkeitssignals mit einer Genauigkeit von 0,1 % für alle Geschwindigkeitswerte über 3 km/h und einer Abtastrate von 1 Hz ermittelt. Ansonsten wird die Beschleunigung mit einer Genauigkeit von $0,01 \text{ m/s}^2$ und einer Abtastrate von 1 Hz bestimmt. In diesem Fall ist für $(v \times a_{pos})$ ein gesondertes Geschwindigkeitssignal mit einer Genauigkeit von mindestens 0,1 km/h erforderlich. Die Geschwindigkeitskurve bildet die Grundlage für weitere Berechnungen und das Binning gemäß Absatz 3.1.2 und 3.1.3.

3.1.2. Berechnung von Strecke, Beschleunigung und $(v \times a)$

Die folgenden Berechnungen sind über die gesamte zeitbasierte Geschwindigkeitskurve von Beginn bis Ende der Prüfdaten vorzunehmen.

Die Vergrößerung der Strecke pro Datensatz ist wie folgt zu berechnen:

$$d_i = \frac{v_i}{3.6} \quad i = 1 \text{ to } N_t$$

Dabei gilt:

d_i		ist die im Zeitabschnitt i zurückgelegte Strecke [m]
-------	--	--

v_i		ist die tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit im Zeitabschnitt i [km/h]
N_t		ist die Gesamtzahl der Stichproben

Die Beschleunigung ist wie folgt zu berechnen:

$$a_i = \frac{v_{i+1} - v_{i-1}}{2 \times 3.6} \quad i = 1 \text{ to } N_t$$

Dabei gilt:

a_i		ist die Beschleunigung im Zeitabschnitt i [m/s^2]. Für $i = 1$: $v_{i-1} = 0$, für $i = N_t$: $v_{i+1} = 0$.
-------	--	---

Das Produkt der Fahrzeuggeschwindigkeit pro Beschleunigung ist wie folgt zu berechnen:

$$(v \times a)_i = v_i \times a_i / 3.6$$

Dabei gilt:

$(v \times a)_i$		ist das Produkt der tatsächlichen Fahrzeuggeschwindigkeit pro Beschleunigung im Zeitabschnitt i [m^2/s^3 oder W/kg].
------------------	--	---

3.1.3. Binning der Ergebnisse

3.1.3.1.

Binning der Ergebnisse

Nach der Berechnung von a_i und $(v \times a)_i$ sind die Werte v_i , d_i , a_i und $(v \times a)_i$ in aufsteigender Reihenfolge der Fahrzeuggeschwindigkeit zu ordnen.

Alle Datensätze mit ($v_i \leq 60 \text{ km/h}$) zählen zum Geschwindigkeitsintervall „innerorts“, alle Datensätze mit ($60 \text{ km/h} < v_i \leq 90 \text{ km/h}$) zählen zum Geschwindigkeitsintervall „außerorts“ und alle Datensätze mit ($v_i > 90 \text{ km/h}$) zählen zum Geschwindigkeitsintervall „Autobahn“.

Bei Fahrzeugen der Klasse N₂, die mit einer Einrichtung zur Begrenzung der Geschwindigkeit auf 90 km/h ausgerüstet sind, gehören alle Datensätze mit $v_i \leq 60 \text{ km/h}$ zum Geschwindigkeitsintervall „innerorts“, alle Datensätze mit $60 \text{ km/h} < v_i \leq 80 \text{ km/h}$ zum

Geschwindigkeitsintervall „außerorts“ und alle Datensätze mit $v_i > 80 \text{ km/h}$ zum Geschwindigkeitsintervall „Autobahn“.

Die Anzahl der Datensätze mit Beschleunigungswerten $a_i > 0,1 \text{ m/s}^2$ muss in jedem Geschwindigkeitsintervall größer als oder gleich 100 sein.

Für jedes Geschwindigkeitsintervall wird die durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit (\bar{v}_k) wie folgt berechnet:

$$\bar{v}_k = \frac{1}{N_k} \sum_i v_{i,k} \quad i = 1 \text{ to } N_k, k = u, r, m$$

Dabei gilt:

N_k		ist die Gesamtzahl der Stichproben für die innerorts, außerorts und auf Autobahnen gefahrenen Anteile.
-------	--	--

3.1.4. Berechnung von $(v \times a_{pos})_{k-[95]}$ pro Geschwindigkeitsintervall

Das 95-Perzentil der Werte von $(v \times a_{pos})$ ist wie folgt zu berechnen:

Die $(v \times a_{pos})_{i,k}$ -Werte innerhalb jedes Geschwindigkeitsintervalls sind für alle Datensätze mit $a_{i,k} > 0,1 \text{ m/s}^2$ in aufsteigender Reihenfolge zu ordnen und die Gesamtzahl dieser Stichproben M_k ist zu bestimmen.

Dann werden die Perzentilwerte den $(v \times a_{pos})_{i,k}$ -Werten mit $a_{i,k} > 0,1 \text{ m/s}^2$ wie folgt zugeordnet:

Der niedrigste Wert $(v \times a_{pos})$ erhält das Perzentil $1/M_k$, der zweitniedrigste das Perzentil $2/M_k$, der dritttniedrigste das Perzentil $3/M_k$ und der höchste Wert ($M_k/M_k = 100\%$).

$(v \times a_{pos})_{k-[95]}$ ist der $(v \times a_{pos})_{j,k}$ -Wert ($j/M_k = 95\%$). Wenn $j/M_k = 95\%$ nicht erreicht/eingehalten werden kann, ist $(v \times a_{pos})_{k-[95]}$ durch lineare Interpolation zwischen den aufeinanderfolgenden Stichproben j und $j+1$ bei $j/M_k < 95\%$ und $(j+1)/M_k > 95\%$ zu berechnen.

Die relative positive Beschleunigung für jedes Geschwindigkeitsintervall ist wie folgt zu berechnen:

$$RPA_k = \frac{\sum_j (v \times a_{pos})_{j,k}}{\sum_i d_{i,k}}, \\ j = 1 \text{ to } M_k, i = 1 \text{ to } N_k, k = u, r, m$$

Dabei gilt:

RPA_k	ist die relative positive Beschleunigung für die innerorts, außerorts und auf Autobahnen gefahrenen Anteile [m/s^2 oder $kWs/(kg*km)$]
M_k	ist die Anzahl der innerorts, außerorts und auf Autobahnen gefahrenen Stichproben mit positiver Beschleunigung
N_k	ist die Gesamtzahl der Stichproben für die innerorts, außerorts und auf Autobahnen gefahrenen Anteile

4. Bewertung der Gültigkeit der Fahrt

4.1.1. Bewertung von $(v \times a_{pos})_{k-}[95]$ pro Geschwindigkeitsintervall (bei v in [km/h])

Wenn $\bar{v}_k \leq 74.6 \text{ km/h}$ und

$$(v \times a_{pos})_{k-}[95] > (0.136 \times \bar{v}_k + 14.44)$$

zutreffen, ist die Fahrt ungültig.

Wenn $\bar{v}_k > 74.6 \text{ km/h}$ und

$$(v \times a_{pos})_{k-}[95] > (0.0742 \times \bar{v}_k + 18.966)$$

zutreffen, ist die Fahrt ungültig.

Auf Antrag des Herstellers und nur für die Fahrzeuge der Klassen N₁ oder N₂, bei denen das Fahrzeugleistungs-Prüfmasse-Verhältnis des Fahrzeugs kleiner als oder gleich 44 W/kg ist, gilt:

Wenn $\bar{v}_k \leq 74.6 \text{ km/h}$ und

$$(v \times a_{pos})_{k-}[95] > (0.136 \times \bar{v}_k + 14.44)$$

zutreffen, ist die Fahrt ungültig.

Wenn $\bar{v}_k > 74.6 \text{ km/h}$ und

$$(v \times a_{pos})_{k-}[95] > (-0.097 \times \bar{v}_k + 31.635)$$

zutreffen, ist die Fahrt ungültig.

4.1.2. Bewertung der relativen positiven Beschleunigung (RPA) pro Geschwindigkeitsintervall

Wenn $\bar{v}_k \leq 94.05 \text{ km/h}$ und

$$RPA_k < (-0.0016 \cdot \bar{v}_k + 0.1755)$$

zutreffen, ist die Fahrt ungültig.

Wenn $\bar{v}_k > 94.05 \text{ km/h}$ und $RPA_k < 0.025$ zutreffen, ist die Fahrt ungültig.

Anlage 10 – Verfahren zur Bestimmung des kumulierten positiven Höhenunterschieds einer PEMS-Fahrt

1. Einführung

In dieser Anlage wird das Verfahren zur Bestimmung der Höhe des kumulierten positiven Höhenunterschieds einer PEMS-Fahrt beschrieben.

2. Symbole, Parameter und Einheiten

$d(0)$	—	Strecke zu Beginn einer Fahrt [m]
d	—	an einer betrachteten diskreten Wegmarke zurückgelegte kumulierte Strecke [m]
d_0	—	bis zur Messung unmittelbar vor der entsprechenden Wegmarke zurückgelegte kumulierte Strecke d [m]
d_1	—	bis zur Messung unmittelbar nach der entsprechenden Wegmarke zurückgelegte kumulierte Strecke d [m]
d_a	—	Bezugs-Wegmarke bei $d(0)$ [m]
d_e	—	zurückgelegte kumulierte Strecke bis zur letzten diskreten Wegmarke [m]
d_i	—	momentane Strecke [m]
d_{tot}	—	Gesamtprüfstrecke [m]
$h(0)$	—	Höhenlage des Fahrzeugs nach Kontrolle der Datenqualität und Überprüfung des Prinzips der Datenqualität bei Beginn der Fahrt [m über dem Meeresspiegel]
$h(t)$	—	Höhenlage des Fahrzeugs nach Kontrolle der Datenqualität und Überprüfung des Prinzips der Datenqualität bei Wegmarke t [m über dem Meeresspiegel]
$h(d)$	—	Höhenlage des Fahrzeugs bei Wegmarke d [m über dem Meeresspiegel]
$h(t-1)$	—	Höhenlage des Fahrzeugs nach Kontrolle der Datenqualität und Überprüfung des Prinzips der Datenqualität bei Wegmarke $t-1$ [m über dem Meeresspiegel]
$h_{\text{corr}}(0)$	—	korrigierte Höhenlage des Fahrzeugs unmittelbar vor der entsprechenden Wegmarke d [m über dem Meeresspiegel]

$h_{corr}(1)$	—	korrigierte Höhenlage des Fahrzeugs unmittelbar nach der entsprechenden Wegmarke d [m über dem Meeresspiegel]
$h_{corr}(t)$	—	korrigierte momentane Höhenlage des Fahrzeugs beim Datenpunkt t [m über dem Meeresspiegel]
$h_{corr}(t-1)$	—	korrigierte momentane Höhenlage des Fahrzeugs beim Datenpunkt $t-1$ [m über dem Meeresspiegel]
$h_{GNSS,i}$	—	momentane Höhenlage des Fahrzeugs, mit GNSS gemessen [m über dem Meeresspiegel]
$h_{GNSS}(t)$	—	Höhenlage des Fahrzeugs, mit GNSS gemessen, am Datenpunkt t [m über dem Meeresspiegel]
$h_{int}(d)$	—	interpolierte Höhenlage des Fahrzeugs bei der betrachteten diskreten Wegmarke d [m über dem Meeresspiegel]
$h_{int,sm,1}(d)$	—	geglättete interpolierte Höhenlage des Fahrzeugs nach der ersten Glättung bei der betrachteten diskreten Wegmarke d [m über dem Meeresspiegel]
$h_{map}(t)$	—	Höhenlage des Fahrzeugs am Datenpunkt t anhand topografischer Karte [m über dem Meeresspiegel]
$road_{grade,1}(d)$	—	geglättete Straßenneigung bei der betrachteten diskreten Wegmarke d nach der ersten Glättung [m/m]
$road_{grade,2}(d)$	—	geglättete Straßenneigung bei der betrachteten diskreten Wegmarke d nach der zweiten Glättung [m/m]
\sin	—	trigonometrische Sinusfunktion
t	—	seit Prüfbeginn vergangene Zeit [s]
t_0	—	bei dem unmittelbar vor der entsprechenden Wegmarke d liegenden Messpunkt vergangene Zeit [s]
v_i	—	momentane Fahrzeuggeschwindigkeit [km/h]
$v(t)$	—	Fahrzeuggeschwindigkeit an einem Datenpunkt t [km/h]

3. Allgemeine Anforderungen

Der kumulierte positive Höhenunterschied einer RDE-Fahrt wird anhand von drei Parametern ermittelt: der korrigierten momentanen Höhenlage des Fahrzeugs $h_{GNSS,i}$ [m über dem Meeresspiegel], mit GNSS gemessen, der momentanen Fahrzeuggeschwindigkeit v_i [in km/h],

aufgezeichnet mit einer Frequenz von 1 Hz, und der entsprechenden seit Prüfbeginn vergangenen Zeit t [s].

4. Berechnung des kumulierten positiven Höhenunterschieds

4.1. Allgemeines

Der kumulierte positive Höhenunterschied einer RDE-Fahrt wird durch ein zweistufiges Verfahren wie folgt berechnet: i) Korrektur der Daten zur momentanen Höhenlage des Fahrzeugs und ii) Berechnung des kumulierten positiven Höhenunterschieds.

4.2. Korrektur der Daten zur momentanen Höhenlage des Fahrzeugs

Die Höhe $h(0)$ bei Beginn der Fahrt bei $d(0)$ ist per GNSS zu ermitteln und anhand einer topografischen Karte auf Richtigkeit zu überprüfen. Die Abweichung darf nicht größer als 40 m sein. Alle Daten zur momentanen Fahrzeughöhe $h(t)$ sind zu korrigieren, wenn folgende Bedingung zutrifft:

$$|h(t) - h(t - 1)| > v(t)/3.6 \times \sin 45^\circ$$

Die Höhenkorrektur ist wie folgt anzuwenden:

$$h_{corr}(t) = h_{corr}(t - 1)$$

Dabei gilt:

$h(t)$	—	Höhenlage des Fahrzeugs nach Kontrolle und grundsätzlicher Überprüfung der Datenqualität bei Datenpunkt t [m über dem Meeresspiegel]
$h(t-1)$	—	Höhenlage des Fahrzeugs nach Kontrolle und grundsätzlicher Überprüfung der Datenqualität bei Datenpunkt t-1 [m über dem Meeresspiegel]
$v(t)$	—	Fahrzeuggeschwindigkeit des Datenpunkts t [km/h]
$h_{corr}(t)$	—	korrigierte momentane Höhenlage des Fahrzeugs beim Datenpunkt t [m über dem Meeresspiegel]
$h_{corr}(t-1)$	—	korrigierte momentane Höhenlage des Fahrzeugs beim Datenpunkt t-1 [m über dem Meeresspiegel]

Nach Abschluss des Korrekturverfahrens wird ein geeigneter Satz von Höhendaten erstellt. Dieser Datensatz wird für die Berechnung des kumulierten positiven

Höhenunterschieds wie im Folgenden beschrieben verwendet.

4.3. Endgültige Berechnung des kumulierten positiven Höhenunterschieds

4.3.1. Festlegung einer einheitlichen räumlichen Auflösung

Der kumulierte positive Höhenunterschied ist anhand von Daten mit einer konstanten räumlichen Auflösung von 1 m, beginnend mit der ersten Messung bei Beginn einer Fahrt $d(0)$ zu errechnen. Die diskreten Datenpunkte bei einer Auflösung von 1 m gelten als Wegmarken und werden durch einen bestimmten Streckenwert d (z. B. 0, 1, 2, 3 m...) und die ihm entsprechende Höhe $h(d)$ [m über dem Meeresspiegel] definiert.

Die Höhe jeder diskreten Wegmarke d ist durch Interpolation der momentanen Höhe $h_{corr}(t)$ wie folgt zu berechnen:

$$h_{int}(d) = h_{corr}(0) + \frac{h_{corr}(1) - h_{corr}(0)}{d_1 - d_0} \times (d - d_0)$$

Dabei ist:

$h_{int}(d)$	—	interpolierte Höhenlage des Fahrzeugs bei der betrachteten diskreten Wegmarke d [m über dem Meeresspiegel]
$h_{corr}(0)$	—	korrigierte Höhenlage des Fahrzeugs unmittelbar vor der entsprechenden Wegmarke d [m über dem Meeresspiegel]
$h_{corr}(1)$	—	korrigierte Höhenlage des Fahrzeugs unmittelbar nach der entsprechenden Wegmarke d [m über dem Meeresspiegel]
d	—	an einer betrachteten diskreten Wegmarke zurückgelegte kumulierte Strecke d [m]
d_0	—	bis zum unmittelbar vor der entsprechenden Wegmarke gelegenen Messpunkt zurückgelegte kumulierte Strecke d [m]
d_1	—	bis zum unmittelbar nach der entsprechenden Wegmarke gelegenen Messpunkt zurückgelegte kumulierte Strecke d [m]

4.3.2. Zusätzliche Datenglättung

Die für jede diskrete Wegmarke erhaltenen Höhendaten sind mittels eines zweistufigen Verfahrens zu glätten; d_a und d_e bezeichnen den ersten beziehungsweise letzten

Datenpunkt (Abbildung A10/1). Die erste Glättung ist wie folgt anzuwenden:

$$\begin{aligned} \text{road}_{\text{grade},1}(d) &= \frac{h_{\text{int}}(d + 200m) - h_{\text{int}}(d_a)}{(d + 200m)} \quad \text{for } d \\ &\leq 200m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{road}_{\text{grade},1}(d) &= \frac{h_{\text{int}}(d + 200m) - h_{\text{int}}(d - 200m)}{(d + 200m) - (d - 200m)} \quad \text{for } 200m < d \\ &< (d_e - 200m) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{road}_{\text{grade},1}(d) &= \frac{h_{\text{int}}(d_e) - h_{\text{int}}(d - 200m)}{d_e - (d - 200m)} \quad \text{for } d \\ &\geq (d_e - 200m) \end{aligned}$$

$$h_{\text{int,sm},1}(d) = h_{\text{int,sm},1}(d - 1m) + \text{road}_{\text{grade},1}(d) \quad \text{for } d = (d_a + 1) \text{ to } d_e$$

$$h_{\text{int,sm},1}(d_a) = h_{\text{int}}(d_a) + \text{road}_{\text{grade},1}(d_a)$$

Dabei ist:

$\text{road}_{\text{grade},1}(d)$	—	geglättete Straßenneigung bei der betrachteten diskreten Wegmarke nach der ersten Glättung [m/m]
$h_{\text{int}}(d)$	—	interpolierte Höhenlage des Fahrzeugs bei der betrachteten diskreten Wegmarke d [m über dem Meeresspiegel]
$h_{\text{int,sm},1}(d)$	—	geglättete interpolierte Höhenlage des Fahrzeugs nach der ersten Glättung bei der betrachteten diskreten Wegmarke d [m über dem Meeresspiegel]
d	—	an einer betrachteten diskreten Wegmarke zurückgelegte kumulierte Strecke [m]
d_a	—	Bezugs-Wegmarke bei $d(0)$ [m]
d_e	—	zurückgelegte kumulierte Strecke bis zur letzten diskreten Wegmarke [m]

Die zweite Glättung ist wie folgt anzuwenden:

$$\begin{aligned} \text{road}_{\text{grade},2}(d) &= \frac{h_{\text{int,sm},1}(d + 200m) - h_{\text{int,sm},1}(d_a)}{(d + 200m)} \quad \text{for } d \leq 200m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{road}_{\text{grade},2}(d) &= \frac{h_{\text{int,sm},1}(d + 200m) - h_{\text{int,sm},1}(d - 200m)}{(d + 200m) - (d - 200m)} \quad \text{for } 200m \\ &< d < (d_e - 200m) \end{aligned}$$

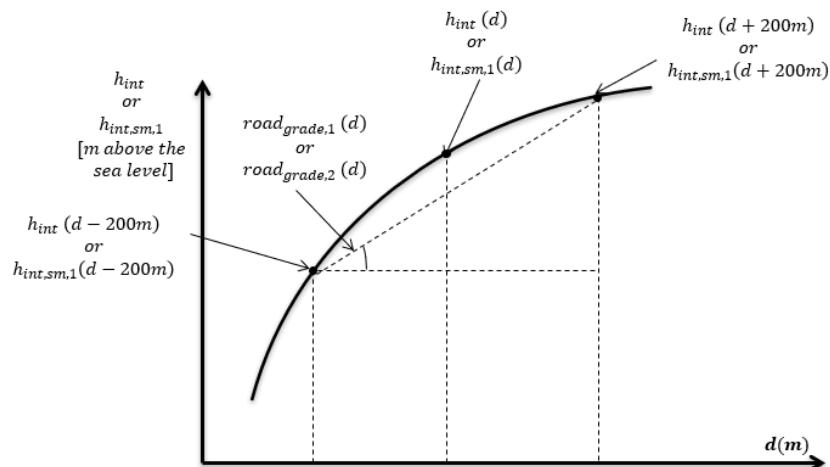
$$\begin{aligned}
& \text{road}_{\text{grade},2}(d) \\
&= \frac{h_{\text{int},sm,1}(d_e) - h_{\text{int},sm,1}(d - 200 \text{ m})}{d_e - (d - 200 \text{ m})} \quad \text{for } d \\
&\geq (d_e - 200 \text{ m})
\end{aligned}$$

Dabei ist:

road _{grade,2} (d)	—	geglättete Straßenneigung bei der betrachteten diskreten Wegmarke nach der zweiten Glättung [m/m]
h _{int,sm,1} (d)	—	geglättete interpolierte Höhenlage des Fahrzeugs nach der ersten Glättung bei der betrachteten diskreten Wegmarke d [m über dem Meeresspiegel]
d	—	an einer betrachteten diskreten Wegmarke zurückgelegte kumulierte Strecke [m]
d _a	—	Bezugs-Wegmarke bei d(0) [m]
d _e	—	zurückgelegte kumulierte Strecke bis zur letzten diskreten Wegmarke [m]

Abbildung A10/1

Darstellung des Verfahrens zur Glättung der interpolierten Höhenlagensignale



4.3.3. Berechnung des Endergebnisses

Der kumulierte positive Höhenunterschied einer gesamten Fahrt wird durch Integration aller positiven interpolierten und geglätteten Werte der Straßenneigungen berechnet, z. B. $\text{road}_{\text{grade},2}(d)$. Das Ergebnis sollte mittels der Gesamtprüfstrecke d_{tot} normalisiert und als kumulierter positiver Höhenunterschied in Metern pro hundert Kilometer Fahrstrecke ausgedrückt werden.

Die Fahrzeuggeschwindigkeit an der Wegmarke v_w ist dann über jede diskrete Wegmarke von 1 m zu berechnen:

$$v_w = \frac{1}{(t_{w,i} - t_{w,i-1})}$$

Der kumulierte positive Höhenunterschied des innerorts zurückgelegten Teils einer Fahrt ist dann auf der Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit über jede diskrete Wegmarke hinweg zu berechnen: Alle Datensätze mit $v_w \leq 60$ km/h sind Bestandteil des innerorts zurückgelegten Teils einer Fahrt. Alle positiven interpolierten und geglätteten Straßenneigungswerte, die den Datensätzen von Anteilen innerorts entsprechen, sind zu integrieren.

Sodann ist die Anzahl an 1m-Wegmarken, die den Datensätzen von Stadt-Anteilen entsprechen, zu integrieren und in km umzurechnen, um die Prüfstrecke des Stadt-Anteils, d_{urban} [km], zu berechnen.

Der kumulierte positive Höhenunterschied des innerorts zurückgelegten Teils der Fahrt wird dann berechnet, indem der städtische Höhenunterschied durch die Prüfstrecke des innerorts zurückgelegten Teils dividiert wird; dieser Wert wird dann als kumulierter positiver Höhenunterschied in Metern pro hundert Kilometer Fahrstrecke ausgedrückt.

Anlage 11 – Berechnung der endgültigen RED-Emissionsergebnisse

1. In dieser Anlage wird das Verfahren zur Berechnung der endgültigen Schadstoffemissionen für den vollständigen und den innerorts zurückgelegten Teil einer RDE-Fahrt beschrieben.

2. Symbole, Parameter und Einheiten

Der Index (k) verweist auf die Kategorie (t = total (insgesamt), u = urban/innerorts, 1–2 = erste zwei Phasen der WLTP-Prüfung).

IC_k ist der streckenbezogene Nutzungsanteil des Verbrennungsmotors bei OVC-HEV während der RDE-Fahrt

$d_{ICE,k}$ ist die gefahrene Strecke [km] bei aktiviertem Verbrennungsmotor bei OVC-HEV während der RDE-Fahrt

$d_{EV,k}$ ist die gefahrene Strecke [km] ohne Verbrennungsmotor für ein OVC-HEV-Fahrzeug während der RDE-Fahrt

$M_{RDE,k}$ ist die für die endgültigen RDE-Ergebnisse relevante streckenabhängige Masse der gasförmigen Schadstoffe [mg/km] oder die Partikelzahl [#/km]

$m_{RDE,k}$ ist die streckenabhängige Masse der gasförmigen Schadstoffe [mg/km] oder die Partikelzahl [Anz./km], die während der gesamten RDE-Fahrt ausgestoßen wurden, und zwar vor den nach dieser Anlage vorgenommenen Korrekturen

$M_{CO_2,RDE,k}$ ist die entfernungsabhängige während der RDE-Fahrt ausgestoßene CO₂-Masse [g/km]

$M_{CO_2,WLTC,k}$ ist die streckenabhängige Masse der CO₂-Emissionen [g/km] während des WLTC-Zyklus

$M_{CO_2,WLTC_CS,k}$ ist die streckenabhängige Masse der CO₂-Emissionen [g/km] während des WLTC-Zyklus bei einem im Betrieb bei gleichbleibender Ladung geprüften OVC-HEV

r_k ist das Verhältnis zwischen den in der RDE-Prüfung und der WLTP-Prüfung gemessenen CO₂-Emissionen

RF_k ist der für die RDE-Fahrt berechneter Ergebnisbewertungsfaktor

RF_{L1} ist der erste Parameter der zur Berechnung des Ergebnisbewertungsfaktors verwendeten Funktion

RF_{L2} ist der zweite Parameter der zur Berechnung des Ergebnisbewertungsfaktors verwendeten Funktion

3. Berechnung der RDE-Emissionszwischenergebnisse

Für die gültigen Fahrten werden die RDE-Zwischenergebnisse bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor sowie bei ICE, NOVC-HEV und OVC-HEV wie folgt berechnet.

Momentane Emissions- oder Abgasdurchsatzwerte, die bei gemäß Absatz 2.5.2 dieses Anhangs deaktiviertem Verbrennungsmotor gemessen wurden, sind auf Null zu setzen.

Jegliche Korrektur der momentanen Schadstoffemissionen für erweiterte Bedingungen nach den Absätzen 5.1, 7.5 und 7.6 dieses Anhangs ist anzuwenden.

Für die gesamte RDE-Fahrt und für den in innerorts zurückgelegten Teil der RDE-Fahrt ($k = t = \text{insgesamt}$, $k = u = \text{urban/innerorts}$):

$$M_{RDE,k} = m_{RDE,k} \times RF_k$$

Für die Werte von Parameter RF_{L1} und RF_{L2} der zur Ermittlung des Ergebnisbewertungsfaktors verwendeten Funktion gilt Folgendes:

$$RF_{L1} = 1.30 \text{ und } RF_{L2} = 1.50;$$

Die RDE-Ergebnisbewertungsfaktoren RF_k ($k = t = \text{insgesamt}$, $k = u = \text{urban/innerorts}$) sind bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor und bei NOVC-HEV anhand der in Absatz 3.1. festgelegten Funktionen und bei OVC-HEV anhand der in Absatz 3.2. festgelegten Funktionen zu ermitteln. Eine grafische Darstellung der Methode findet sich in nachstehender Abbildung A11/1 und die mathematische Formel in Tabelle A11/1:

Abbildung A11/1

Funktion zur Berechnung des Ergebnisbewertungsfaktors

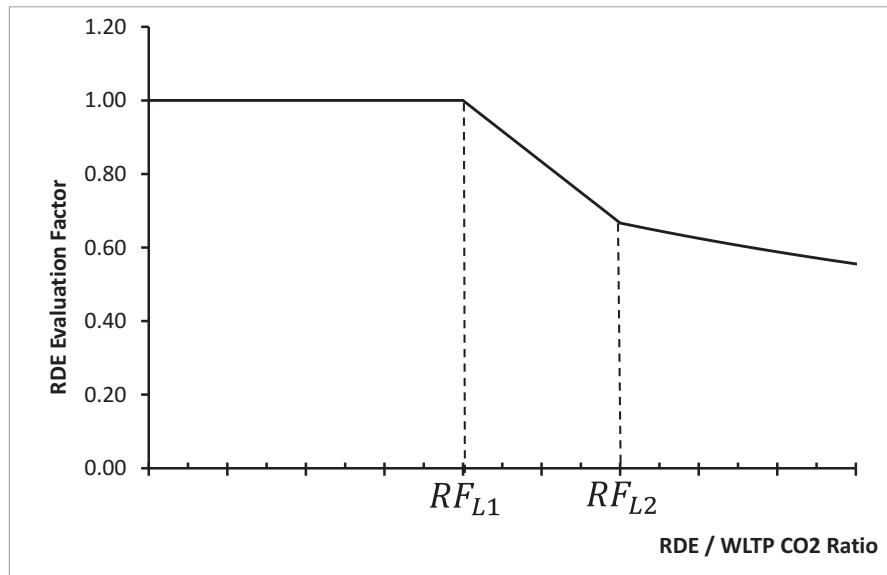


Tabelle A11/1

Berechnung der Ergebnisbewertungsfaktoren

Wenn:	Dann ist RF_k der Ergebnisbewertungsfaktor RF_k : Dabei gilt:	
$r_k \leq RF_{L1}$	$RF_k = 1$	
$RF_{L1} < r_k \leq RF_{L2}$	$RF_k = a_1 r_k + b_1$	$a_1 = \frac{RF_{L2} - 1}{[RF_{L2} \times (RF_{L1} - RF_{L2})]}$
		$b_1 = 1 - a_1 RF_{L1}$
$r_k > RF_{L2}$	$RF_k = \frac{1}{r_k}$	

3.1. RDE-Ergebnisbewertungsfaktor für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor und für NOVC-HEV

Der Wert des RDE-Ergebnisbewertungsfaktors hängt vom Verhältnis r_k zwischen den während der RDE-Prüfung gemessenen entfernungsabhängigen CO₂-Emissionen und dem entfernungsabhängig vom Fahrzeug während der an diesem Fahrzeug durchgeföhrten WLTP-Validierungsprüfung ausgestoßenen CO₂-Wert einschließlich aller entsprechenden Korrekturen ab.

Für die Emissionen innerorts sind folgende Phasen des WLTP-Fahrzyklus maßgeblich:

- a) bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor die ersten beiden WLTC-Phasen, d. h. die Phasen mit niedriger und mittlerer Geschwindigkeit,

$$r_k = \frac{M_{CO_2,RDE,k}}{M_{CO_2,WLTP,k}}$$

b) bei NOVC-HEV alle Phasen des WLTC-Fahrzyklus.

$$r_k = \frac{M_{CO_2,RDE,k}}{M_{CO_2,WLTP,t}}$$

3.2. RDE-Ergebnisbewertungsfaktor für OVC-HEV

Der Wert des RDE-Ergebnisbewertungsfaktors hängt vom Verhältnis r_k zwischen den während der RDE-Prüfung gemessenen entfernungsabhängigen CO₂-Emissionen und dem entfernungsabhängig vom Fahrzeug während der entsprechenden an diesem Fahrzeug durchgeföhrten WLTP-Prüfung im Betrieb bei gleichbleibender Ladung ausgestoßenen CO₂-Wert einschließlich aller entsprechenden Korrekturen ab. Das Verhältnis r_k wird um eine Kennzahl bereinigt, mit der die jeweilige Nutzung des Verbrennungsmotors während der RDE-Fahrt und bei der Fahrzeubetrieb bei gleichbleibender Ladung durchgeföhrten WLTP-Prüfung berücksichtigt wird.

Für entweder die Fahrt innerorts oder die Gesamtfahrt gilt:

$$r_k = \frac{M_{CO_2,RDE,k}}{M_{CO_2,WLTP_CS,t}} \times \frac{0.85}{IC_k}$$

Dabei ist IC_k der Quotient aus der mit aktiviertem Verbrennungsmotor gefahrenen Strecke (innerorts oder Gesamtstrecke) und der gesamten Fahrstrecke (innerorts oder Gesamtstrecke):

$$IC_k = \frac{d_{ICE,k}}{d_{ICE,k} + d_{EV,k}}$$

Dabei erfolgt die Bestimmung des Betriebs des Verbrennungsmotors nach Absatz 2.5.2 dieses Anhangs.

4. Endgültige RDE-Emissionsergebnisse unter Berücksichtigung der PEMS-Toleranz

Um die Unsicherheit der PEMS-Messungen im Vergleich zu den im Labor bei der entsprechenden WLTP-Prüfung durchgeföhrten Messungen zu berücksichtigen, werden die berechneten Zwischenwert der Emissionen $M_{RDE,k}$ durch $1 + \text{margin}_{\text{pollutant}}$ dividiert, wobei $\text{margin}_{\text{pollutant}}$ in Tabelle A11/2 festgelegt ist:

Der PEMS-Toleranzwert für jeden Schadstoff wird wie folgt festgelegt:

Tabelle A11/2

<i>Schadstoff</i>	<i>Masse der Stickoxide (NO_x)</i>	<i>Partikelzahl (PN)</i>	<i>Masse des Kohlenmonoxids (CO)</i>	<i>Masse der Gesamtkohlenwasserstoffe (THC)</i>	<i>Summe der Gesamtkohlenwasserstoffe und der Stickstoffoxide (THC + NO_x)</i>
<i>margin_{pollutant}</i>	0.10	0.34	<i>Noch festzulegen</i>	<i>Noch festzulegen</i>	<i>Noch festzulegen</i>

Sämtliche negative Endergebnisse sind auf Null zu setzen.

Alle gemäß Nummer 5.3.4 dieses Anhangs geltenden Koeffizienten sind anzuwenden.

Diese Werte sind als die endgültigen RDE-Emissionsergebnisse für NO_x und die PN zu betrachten.

Anlage 12 Bescheinigung des Herstellers über die RDE-Übereinstimmung

Bescheinigung des Herstellers über die Übereinstimmung mit den Anforderungen an die Emissionen im praktischen Fahrbetrieb

(Hersteller):

(Anschrift des Herstellers): ...
.....

bescheinigt Folgendes:

Die in der Anlage zu dieser Bescheinigung aufgeführten Fahrzeugtypen erfüllen die Anforderungen in Anhang IIIA Nummer 3.1 der Verordnung (EU) 2017/1151 für alle gültigen RDE-Prüfungen die gemäß den Anforderungen des Anhangs oben durchgeführt werden.

Ort [..... (Ort)]
am [..... (Datum)]

.....
(Stempel und Unterschrift des Bevollmächtigten des Herstellers)

Anhang:

- Liste der Fahrzeugtypen, für die diese Bescheinigung gilt
- Liste der angegebenen RDE-Höchstwerte für jeden Fahrzeugtyp in „mg/km“ oder gegebenenfalls in „Partikelanzahl/km“.

“