



Rat der
Europäischen Union

Brüssel, den 17. Januar 2017
(OR. en)

5365/17
ADD 8

ENT 13
ENV 28
MI 46

ÜBERMITTLUNGSVERMERK

Absender:	Europäische Kommission
Eingangsdatum:	16. Januar 2017
Empfänger:	Generalsekretariat des Rates
Nr. Komm.dok.:	D045884/03 ANNEXES 19 TO 21
Betr.:	ANHÄNGE der Verordnung der Kommission zur Ergänzung der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Typp Genehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Fahrzeugreparatur- und -wartungsinformationen, zur Änderung der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission sowie der Verordnung (EU) Nr. 1230/2012 der Kommission und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 692/2008

Die Delegationen erhalten in der Anlage das Dokument D045884/03 ANNEXES 19 TO 21.

Anl.: D045884/03 ANNEXES 19 TO 21



EUROPÄISCHE
KOMMISSION

Brüssel, den XXX
D045884/02
[...] (2016) XXX draft

ANNEXES 19 to 21

ANHÄNGE

der

Verordnung der Kommission

zur Ergänzung der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Fahrzeugreparatur- und -wartungsinformationen, zur Änderung der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission sowie der Verordnung (EU) Nr. 1230/2012 der Kommission und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 692/2008

ANHANG XIX

ÄNDERUNGEN AN DER VERORDNUNG (EU) Nr. 1230/2012

Die Verordnung (EU) Nr. 1230/2012 wird wie folgt geändert:

1. Artikel 2 Absatz 5 erhält folgende Fassung:

„Masse der Zusatzausrüstung“ bezeichnet die Höchstmasse der Kombinationen optionaler Ausrüstungsteile, die gemäß den Herstellerangaben zusätzlich zur Standardausrüstung am Fahrzeug angebracht werden können;“

ANHANG XX

MESSUNG DER NUTZLEISTUNG UND DER HÖCHSTEN 30-MINUTEN-LEISTUNG ELEKTRISCHER ANTRIEBSSTRÄNGE

1. EINLEITUNG

Dieser Anhang enthält die Anforderungen für die Messung der Nutzleistung von Motoren, der Nutzleistung und der höchsten 30-Minuten-Leistung elektrischer Antriebsstränge.

2. ALLGEMEINE VORSCHRIFTEN

2.1. Die allgemeinen Vorschriften für die Durchführung der Prüfungen und die Interpretation der Ergebnisse sind in Absatz 5 der UNECE-Regelung Nr. 85¹ enthalten, mit Ausnahme der in diesem Anhang enthaltenen Bestimmungen.

2.2. Prüfkraftstoff

Die Absätze 5.2.3.1, 5.2.3.2.1, 5.2.3.3.1 und 5.2.3.4 der UNECE-Regelung Nr. 85 sind folgendermaßen zu verstehen:

Der verwendete Kraftstoff ist der handelsübliche Kraftstoff. In Zweifelsfällen muss der entsprechende Bezugskraftstoff verwendet werden, der in Anhang IX dieser Verordnung festgelegt ist.

2.3. Leistungskorrekturfaktoren

In Abweichung von Anhang 5 Absatz 5.1 der UNECE-Regelung Nr. 85 werden bei Motoren mit Abgasturbolader, die mit einem System zum Ausgleich der Umgebungsbedingungen Temperatur und Höhe ausgestattet sind, auf Antrag der Hersteller die Korrekturfaktoren α_a oder α_d auf den Wert 1 festgelegt.

¹ ABl. L 326 vom 24.11.2006, S. 55.

ANHANG XXI

VERFAHREN FÜR DIE EMISSIONSPRÜFUNG TYP 1

1. Einleitung

In diesem Anhang ist das Verfahren zur Bestimmung der Emissionswerte gasförmiger Verbindungen, der Masse und Anzahl von Partikeln, der CO₂-Emissionen, des Kraftstoffverbrauchs, des Stromverbrauchs und der elektrischen Reichweite leichter Nutzfahrzeuge beschrieben.

2. Freigelassen

3. Begriffsbestimmungen

3.1. Prüfausrüstung

3.1.1. „*Genauigkeit*“ bezeichnet die Abweichung eines gemessenen Wertes von einem auf eine nationale Norm rückverfolgbaren Bezugswert und beschreibt gleichzeitig die Richtigkeit eines Ergebnisses. Siehe Abbildung 1.

3.1.2. „*Kalibrierung*“ bezeichnet den Vorgang, bei dem das Ansprechverhalten eines Messsystems so eingestellt wird, dass seine Messergebnisse innerhalb einer Spanne von Bezugssignalen liegen.

3.1.3. „*Kalibriergas*“ bezeichnet ein Gasgemisch, das zum Kalibrieren von Gasanalysatoren dient.

3.1.4. „*Doppel-Verdünnungsmethode*“ bezeichnet die Abtrennung eines Teils des verdünnten Abgasstroms und die Vermischung dieses Teils mit einer ausreichenden Menge Verdünnungsluft vor dem Eintritt in den Partikel-Probenahmefilter.

3.1.5. „*Vollstrom-Abgasverdünnungssystem*“ bezeichnet die kontinuierliche Verdünnung der gesamten Fahrzeugabgase mit Umgebungsluft in kontrollierter Weise unter Verwendung einer Probenahmeeinrichtung mit konstantem Volumen (constant volume sampler, CVS).

3.1.6. „*Linearisierung*“ bezeichnet die Anwendung verschiedener Konzentrationen oder Materialien zur Festlegung eines mathematischen Verhältnisses zwischen der Konzentration und dem Ansprechen des Systems.

3.1.7. „*Größere Wartungsarbeiten*“ bezeichnet die Einstellung, die Reparatur oder den Ersatz eines Bauteils oder einer Baugruppe, wodurch die Messgenauigkeit beeinflusst werden könnte.

3.1.8. „*Nichtmethankohlenwasserstoffe (NMHC)*“ bezeichnet die gesamten Kohlenwasserstoffe (THC) ohne Methan (CH₄).

3.1.9. „Präzision“ bezeichnet den Grad des Auftretens gleicher Ergebnisse bei wiederholten Messungen unter unveränderten Bedingungen (Abbildung 1); in diesem Anhang bezieht sich der Begriff stets auf eine Standardabweichung.

3.1.10. „Bezugswert“ bezeichnet einen auf eine nationale Norm rückverfolgbaren Wert. Siehe Abbildung 1.

3.1.11. „Sollwert“ bezeichnet den Zielwert, den ein Kontrollsystem erreichen soll.

3.1.12. „Justieren“ bezeichnet die Anpassung eines Messgeräts, so dass es ein sachgerechtes Ergebnis für ein Kalibrierungsnormal liefert, das zwischen 75 % und 100 % des Höchstwerts des Messbereichs oder des voraussichtlich genutzten Bereichs darstellt.

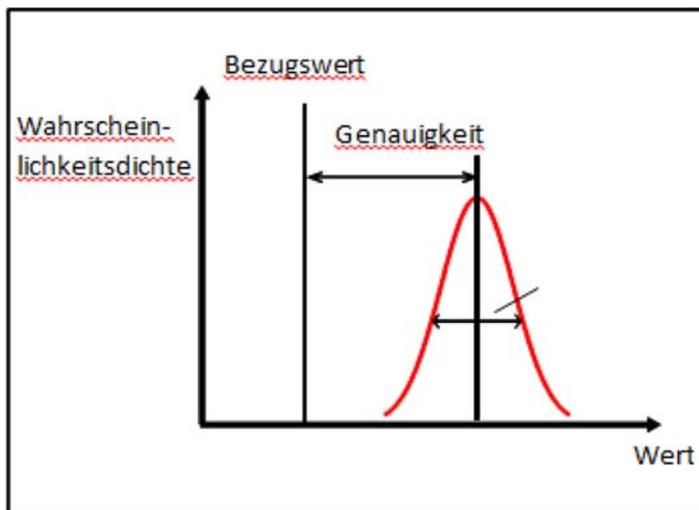
3.1.13. „Gesamtkohlenwasserstoffe“ (total hydrocarbons, THC) bezeichnet alle mit einem Flammenionisationsdetektor (FID) messbaren flüchtigen Verbindungen.

3.1.14. „Nachprüfung“ bezeichnet den Vorgang, mit dem bewertet wird, ob die Ausgabewerte eines Messsystems innerhalb einer oder mehrerer zuvor festgelegter Anerkennungsschwellen mit angewandten Bezugssignalen übereinstimmen.

3.1.15. „Nullgas“ bezeichnet ein Gas, das keinen Analyt enthält und zur Einstellung eines Nullpunktwerts bei einem Analysator verwendet wird.

Abbildung 1

Bestimmung von Genauigkeit, Präzision und Bezugswert



3.2. Fahrwiderstand auf der Straße und Einstellung des Prüfstands

3.2.1. „Luftwiderstand“ bezeichnet die Kraft, die der Vorwärtsbewegung des Fahrzeugs durch die Luft entgegengesetzt ist.

3.2.2. „Aerodynamischer Staupunkt“ bezeichnet den Punkt auf der Oberfläche eines Fahrzeugs, an dem die Windgeschwindigkeit gleich Null ist.

3.2.3. „Anemometer-Blockierung“ bezeichnet die durch das Fahrzeug hervorgerufene Wirkung auf die Anemometermessung aufgrund der scheinbaren Luftgeschwindigkeit, die sich von der Kombination von Fahrzeuggeschwindigkeit und Windgeschwindigkeit relativ zum Boden unterscheidet.

3.2.4. „Analyse mit Nebenbedingungen“ bedeutet, dass die Werte der Fahrzeugfront und der Koeffizient des aerodynamischen Luftwiderstands gesondert bestimmt wurden und diese Werte in der Bewegungsgleichung zu verwenden sind.

3.2.5. „Masse in fahrbereitem Zustand“ bezeichnet die Masse des Fahrzeugs, wobei der (die) Kraftstofftanks zu mindestens 90 % seines (ihres) Fassungsvermögens gefüllt ist (sind), einschließlich der Masse des Fahrers, des Kraftstoffs und der Flüssigkeiten, und die Ausstattung mit der Standardausrüstung gemäß den Spezifikationen des Herstellers und, sofern vorhanden, auch die Masse des Aufbaus, des Führerhauses, der Anhängervorrichtung und des Ersatzrads/der Ersatzräder sowie des Werkzeugs.

3.2.6. „Masse des Fahrers“ bezeichnet eine Masse, die mit 75 kg am Sitzbezugspunkt des Fahrers veranschlagt wird.

3.2.7. „Tragfähigkeit eines Fahrzeuges“ bezeichnet die technisch zulässige Gesamtmasse im beladenen Zustand abzüglich der Masse in fahrbereitem Zustand, 25 kg und die Masse der Zusatzausrüstung gemäß Absatz 3.2.8.

3.2.8. „Masse der Zusatzausrüstung“ bezeichnet die Höchstmasse der Kombinationen optionaler Ausrüstungsteile, die gemäß den Herstellerangaben zusätzlich zur Standardausrüstung am Fahrzeug angebracht werden können.

3.2.9. „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.

3.2.10. „Atmosphärische Bezugsbedingungen (hinsichtlich der Messungen des Fahrwiderstands auf der Straße)“ bezeichnet die atmosphärischen Bedingungen, anhand derer die Messergebnisse korrigiert werden:

a) Luftdruck: $p_0 = 100$ kPa

- b) Umgebungstemperatur: $T_0 = 20$ °C
- c) Trockenluftdichte: $\rho_0 = 1,189$ kg/m³
- d) Windgeschwindigkeit: 0 m/s.

3.2.11. „*Bezugsgeschwindigkeit*“ bezeichnet die Fahrzeuggeschwindigkeit, bei der der Fahrwiderstand auf der Straße bestimmt oder die Lasteinstellung des Prüfstandes überprüft wird.

3.2.12. „*Fahrwiderstand auf der Straße*“ bezeichnet die Kraft, die gegen die Vorwärtsbewegung eines Fahrzeugs wirkt und mit der Ausrollmethode oder mit Methoden gemessen wird, die hinsichtlich der Berücksichtigung der Reibungsverluste des Antriebsstrangs gleichwertig sind.

3.2.13. „*Rollwiderstand*“ bezeichnet die Kräfte der Reifen, die der Bewegung eines Fahrzeugs entgegengesetzt sind.

3.2.14. „*Fahrwiderstand*“ bezeichnet das Drehmoment, das gegen die Vorwärtsbewegung eines Fahrzeugs wirkt und von an den Antriebsrädern eines Fahrzeugs angebrachten Drehmomentmessern gemessen wird.

3.2.15. „*Simulierter Fahrwiderstand auf der Straße*“ bezeichnet den auf dem Rollenprüfstand am Fahrzeug auftretenden Fahrwiderstand, mit dem der auf der Straße gemessene Fahrwiderstand reproduziert werden soll; er besteht aus der durch den Rollenprüfstand ausgeübten Kraft und den gegen das Fahrzeug während seiner Fahrt auf dem Rollenprüfstand wirkenden Kräften und er wird durch die drei Koeffizienten eines Polynoms zweiten Grades angenähert.

3.2.16. „*Simulierter Fahrwiderstand*“ bezeichnet den auf dem Rollenprüfstand am Fahrzeug auftretenden Fahrwiderstand, mit dem der auf der Straße gemessene Fahrwiderstand reproduziert werden soll; er besteht aus dem durch den Rollenprüfstand ausgeübten Drehmoment und dem gegen das Fahrzeug während seiner Fahrt auf dem Rollenprüfstand wirkenden Drehmoment und er wird durch die drei Koeffizienten eines Polynoms zweiten Grades angenähert.

3.2.17. „*Stationäre Anemometrie*“ bezeichnet die Messung von Windgeschwindigkeit und -richtung mit einem Luftstromwächter an einer an der Prüfstrecke liegenden Stelle und in einer sich über dem Fahrbahnniveau befindenden Höhe, wo die repräsentativsten Windbedingungen auftreten.

3.2.18. „*Standardausrüstung*“ bezeichnet die grundlegende Konfiguration eines Fahrzeugs, das mit allen Merkmalen ausgestattet ist, die nach den in Anhang IV und Anhang XI der Richtlinie 2007/46/EG erwähnten Rechtsakten vorgeschrieben sind, einschließlich aller montierten Vorrichtungen, die keine weiteren Spezifikationen auf der Ebene der Konfiguration oder der Ausrüstung bedingen.

3.2.19. „*Soll-Fahrwiderstand auf der Straße*“ bezeichnet den zu reproduzierenden Fahrwiderstand auf der Straße.

3.2.20. „Soll-Fahrwiderstand“ bezeichnet den auf dem Rollenprüfstand zu reproduzierenden Fahrwiderstand.

3.2.21. Reserviert

3.2.22. „Windkorrektur“ bezeichnet die auf Daten der stationären oder On-Board-Anemometrie gestützte Korrektur der Wirkung des Windes auf den Fahrwiderstand auf der Straße.

3.2.23. „Technisch zulässige Gesamtmasse im beladenen Zustand“ bezeichnet die einem Fahrzeug aufgrund seiner Baumerkmale und seiner bauartbedingten Leistung zugewiesene Höchstmasse.

3.2.24. „Tatsächliche Masse des Fahrzeugs“ bezeichnet die Masse des Fahrzeugs in fahrbereitem Zustand, zuzüglich der Masse der an ihm angebrachten Zusatzausrüstung.

3.2.25. „Prüfmasse des Fahrzeugs“ bezeichnet die Summe aus der tatsächlichen Masse des Fahrzeugs, **25** kg und der für die Beladung des Fahrzeugs repräsentativen Masse.

3.2.26. „Für die Beladung des Fahrzeugs repräsentative Masse“ bedeutet x-Prozent der Tragfähigkeit eines Fahrzeuges, wobei $x = 15$ Prozent für Fahrzeuge der Klasse M und $x = 28$ Prozent für Fahrzeuge der Klasse N beträgt.

3.2.27. „Technisch zulässige Gesamtmasse der Fahrzeugkombination“ bezeichnet die Höchstmasse, die einer Kombination aus einem Kraftfahrzeug und einem oder mehreren Anhängern ausgehend von seiner Bauart und seinen bauartbedingten Leistungen zugeordnet wird, oder die Höchstmasse, die einer Kombination aus Zugmaschine und Sattelanhänger zugeordnet wird.

3.3. Elektro-, Hybridelektro- und Brennstoffzellenfahrzeuge

3.3.1. „Vollelektrische Reichweite (Hybrid)“ (All-electric range - AER) bezeichnet die insgesamt von einem extern aufladbaren Fahrzeug mit Hybrid-Elektroantrieb zurückgelegte Strecke, gerechnet ab dem Beginn der Prüfung mit Entladung bis zu dem Zeitpunkt während der Prüfung, an dem der Verbrennungsmotor beginnt, Kraftstoff zu verbrauchen.

3.3.2. „Vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug)“ (Pure Electric Range - PER) bezeichnet die insgesamt von einem Elektrofahrzeug (Pure Electric Vehicle - PEV) zurückgelegte Strecke, gerechnet ab dem Beginn der Prüfung mit Entladung bis zu dem Zeitpunkt, an dem das Kriterium für den Abbruch erreicht ist.

3.3.3. „Tatsächliche Reichweite bei Entladung“ (R_{CDA}) bezeichnet die in einer Reihe von WLTC-Zyklen bei Entladung zurückgelegte Strecke bis zu dem Zeitpunkt, an dem das wiederaufladbare Speichersystem für elektrische Energie (REESS) entladen ist.

3.3.4. „Reichweite der Zyklen bei Entladung“ (R_{CDC}) bezeichnet die Strecke, die vom Beginn der Prüfung bei Entladung bis zum Ende des letzten Zyklus zurückgelegt wurde, der vor dem Zyklus

oder den Zyklen erfolgte, der oder die das Kriterium für den Abbruch erfüllt oder erfüllen, einschließlich des Übergangszyklus, in dem das Fahrzeug sowohl bei Entladung als auch bei gleichbleibender Ladung betrieben wurde.

3.3.5. „*Betrieb bei Entladung*“ bezeichnet eine Betriebsart, in der bei fahrendem Fahrzeug die im REESS gespeicherte Energie zwar schwankt, im Durchschnitt jedoch abnimmt, bis der Übergang zum Betrieb bei gleichbleibender Ladung erreicht ist.

3.3.6. „*Betrieb bei gleichbleibender Ladung*“ bezeichnet eine Betriebsart, in der bei fahrendem Fahrzeug die im REESS gespeicherte Energie zwar schwankt, im Durchschnitt jedoch auf einem neutralen, ladungsausgleichenden Niveau verbleibt.

3.3.7. „*Nutzfaktoren*“ sind Verhältniswerte auf der Grundlage von Fahrstatistiken; sie hängen von der im Betrieb bei Entladung erzielten Reichweite ab und werden zur Gewichtung der Verbindungen von Abgasemissionen bei Entladung und bei gleichbleibendem Ladezustand, der CO₂-Emissionen und des Kraftstoffverbrauchs von extern aufladbaren Fahrzeugen mit Hybrid-Elektroantrieb verwendet.

3.3.8. „*Elektrische Maschine*“ (EM) bezeichnet einen Energiewandler, der elektrische in mechanische Energie und umgekehrt umwandelt.

3.3.9. „*Energiewandler*“ bezeichnet eine Anlage, in der sich die Art der Eingangsenergie von der Art der Ausgangsenergie unterscheidet.

3.3.9.1. „*Antriebsenergiewandler*“ bezeichnet einen Energiewandler des Antriebsstrangs, der keine periphere Vorrichtung ist und dessen Ausgangsenergie unmittelbar oder mittelbar für den Antrieb des Fahrzeugs verwendet wird.

3.3.9.2. „*Art von Antriebsenergiewandler*“ bezeichnet i) einen Verbrennungsmotor oder ii) eine elektrische Maschine oder iii) eine Brennstoffzelle.

3.3.10. „*Energiespeichersystem*“ bezeichnet ein System, das Energie speichert und diese in der gleichen Form wie die Eingangsenergie abgibt.

3.3.10.1. „*Antriebsenergiespeichersystem*“ bezeichnet ein Energiespeichersystem des Antriebsstrangs, das keine periphere Vorrichtung ist und dessen Ausgangsenergie unmittelbar oder mittelbar für den Antrieb des Fahrzeugs verwendet wird.

3.3.10.2. „*Art von Antriebsenergiespeichersystem*“ bezeichnet i) ein Kraftstoffspeichersystem oder ii) ein wiederaufladbares Speichersystem für elektrische Energie oder iii) ein wiederaufladbares Speichersystem für mechanische Energie.

3.3.10.3 „*Energieform*“ bezeichnet i) elektrische Energie oder ii) mechanische Energie oder iii) chemische Energie (einschließlich Kraftstoffe).

3.3.10.4. „*Kraftstoffspeichersystem*“ bezeichnet ein Antriebsenergiespeichersystem, das chemische Energie als flüssigen oder gasförmigen Kraftstoff speichert.

3.3.11. „*Gleichwertige vollelektrische Reichweite*“ (Equivalent all-electric range - EAER) bezeichnet den Anteil der tatsächlichen Reichweite bei Entladung (RCDA), der im Rahmen der Prüfung der Reichweite bei Entladung auf die Verwendung von durch das REESS bereitgestellte Energie zurückzuführen ist.

3.3.12. „*Hybridelektrofahrzeug*“ bezeichnet ein Hybridfahrzeug, bei dem einer der Antriebsenergiewandler eine elektrische Maschine ist.

3.3.13. „*Hybridfahrzeug*“ bezeichnet ein Fahrzeug, das mit einem Antriebsstrang ausgerüstet ist, der mindestens zwei verschiedene Arten von Antriebsenergiewandlern und mindestens zwei verschiedene Arten von Antriebsenergiespeichersystemen enthält.

3.3.14. „*Netto-Energie-Veränderung*“ bezeichnet das Verhältnis der Veränderung der REESS-Energie geteilt durch den Zyklus-Energiebedarf des Prüffahrzeugs.

3.3.15. „*Nicht extern aufladbares Hybridelektrofahrzeug*“ (Not off-vehicle charging hybrid electric vehicle - NOVC-HEV) bezeichnet ein Hybridelektrofahrzeug, das nicht durch eine externe Quelle aufgeladen werden kann.

3.3.16. „*Extern aufladbares Hybridelektrofahrzeug*“ (Off-vehicle charging hybrid electric vehicle - OVC-HEV) bezeichnet ein Hybridelektrofahrzeug, das durch eine externe Quelle aufgeladen werden kann.

3.3.17. „*Elektrofahrzeug*“ (Pure Electric Vehicle - PEV) bezeichnet ein Fahrzeug, das mit einem Antriebsstrang ausgerüstet ist, der ausschließlich elektrische Maschinen als Antriebsenergiewandler und ausschließlich wiederaufladbare Speichersysteme für elektrische Energie als Antriebsenergiespeichersysteme enthält.

3.3.18. „*Brennstoffzelle*“ bezeichnet einen Energiewandler, der chemische Energie (Eingangsenergie) in elektrische Energie (Ausgangsenergie) oder umgekehrt umwandelt.

3.3.19. „*Brennstoffzellenfahrzeug*“ (Fuel cell vehicle - FCV) bezeichnet ein Fahrzeug, das mit einem Antriebsstrang ausgerüstet ist, der ausschließlich eine oder mehrere Brennstoffzellen und eine oder mehrere elektrische Maschinen als Antriebsenergiewandler enthält.

3.3.20. „*Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeug*“ (Fuel cell hybrid vehicle - FCHV) bezeichnet ein Brennstoffzellenfahrzeug, das mit einem Antriebsstrang ausgerüstet ist, der mindestens ein Kraftstoffspeichersystem und mindestens ein wiederaufladbares Speichersystem für elektrische Energie als Antriebsenergiespeichersysteme enthält.

3.4. Antriebsstrang

3.4.1. „Antriebsstrang“ bezeichnet die gesamte Kombination in einem Fahrzeug aus Antriebsenergiespeichersystemen, Antriebsenergiewandlern und Abtriebsstrang, die an den Rädern die mechanische Energie für den Fahrzeugantrieb liefert, einschließlich peripherer Vorrichtungen.

3.4.2. „Zusatzeinrichtungen“ 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.

3.4.3. „Periphere Vorrichtungen“ bezeichnet Energie verbrauchende, umwandelnde, speichernde oder liefernde Vorrichtungen, bei denen die Energie nicht vorwiegend für den Fahrzeugantrieb oder für andere, für den Betrieb des Antriebsstrangs wesentliche Teile, Systeme und Steuereinheiten verwendet wird.

3.4.4. „Abtriebsstrang“ bezeichnet die miteinander verbundenen Bestandteile des Antriebsstrangs zur Kraftübertragung der mechanischen Energie zwischen den Antriebsenergiewandlern und den Rädern.

3.4.5. „Handgeschaltetes Getriebe“ bezeichnet eine Kraftübertragungseinrichtung, bei der die Gänge nur durch die Betätigung durch den Fahrer gewechselt werden können.

3.5. Allgemeines

3.5.1. „Grenzwertemissionen“ bezeichnet die Verbindungen von Abgasemissionen, für die in dieser Verordnung Grenzwerte festgelegt sind.

3.5.2. Reserviert

3.5.3. Reserviert

3.5.4. Reserviert

3.5.5. Reserviert

3.5.6. „Zyklus-Energiebedarf“ bezeichnet die berechnete positive Energie, die vom Fahrzeug benötigt wird, um den vorgeschriebenen Zyklus zu durchfahren.

3.5.7. Reserviert

3.5.8. „Vom Fahrer wählbare Betriebsart“ bezeichnet eine nur vom Fahrer wählbare Bedingung, durch die die Emissionen oder der Kraftstoff- und/oder Energieverbrauch beeinflusst werden könnten.

3.5.9. „Primäre Betriebsart“ bezeichnet im Sinne dieses Anhangs eine einzige Betriebsart, die immer ausgewählt ist, wenn das Fahrzeug eingeschaltet wird, unabhängig von der Betriebsart, die zu dem Zeitpunkt gewählt war, als das Fahrzeug zuletzt abgeschaltet wurde.

3.5.10. „Bezugsbedingungen (in Bezug auf die Berechnung der Massenemissionen)“ bezeichnet die Bedingungen, die für die Dichtewerte von Gasen gelten, d. h. **101,325** kPa und **273,15** K (**0** °C).

3.5.11. „Abgasemissionen“ bezeichnet die Emissionen von gasförmigen, festen und flüssigen Verbindungen.

3.6. PM/PN

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

3.6.1. „Partikelzahl“ (PN) bezeichnet die Gesamtzahl der festen Partikel im Abgas eines Fahrzeugs; sie wird anhand der in diesem Anhang beschriebenen Methoden der Verdünnung, Stichprobennahme und Messung quantifiziert.

3.6.2. „Partikelmasse“ (PM) bezeichnet die Masse jeglicher Partikel im Abgas eines Fahrzeugs; sie wird anhand der in diesem Anhang beschriebenen Methoden der Verdünnung, Stichprobennahme und Messung quantifiziert.

3.7. WLTC

3.7.1. „Motornennleistung“ (P_{rated}) bezeichnet die maximale Motorleistung in kW gemäß den Anforderungen von Anhang XX dieser Verordnung.

3.7.2. „Höchstgeschwindigkeit“ (v_{max}) bezeichnet die vom Hersteller angegebene Höchstgeschwindigkeit eines Fahrzeugs.

3.8. Verfahren

3.8.1. „System mit periodischer Regeneration“ bezeichnet eine emissionsmindernde Einrichtung (z. B. einen Katalysator oder einen Partikelfilter), bei der nach weniger als **4000** km bei normalem Fahrzeugbetrieb ein periodischer Regenerationsvorgang erforderlich ist.

3.9. Prüfung mit Korrektur der Umgebungstemperatur (Unteranhang **6a**)

3.9.1 „Aktive Wärmespeichereinrichtung“ bezeichnet eine Technologie, die Hitze in jeder Vorrichtung eines Fahrzeugs speichert und diese beim Motorstart über einen bestimmten Zeitraum an ein Bauteil des Antriebstranges abgibt. Ihre wesentlichen Merkmale sind die im System gespeicherte Enthalpie und die zur Abgabe der Hitze an die Bauteile des Antriebsstranges erforderliche Zeit.

3.9.2. „Dämmmaterialien“ bezeichnet jedes im Motorraum am Motor selbst und/oder am Fahrgestell angebrachte Material mit Wärmedämmungseffekt und einer Wärmeleitfähigkeit von **0,1** W/(mK).“

4. Abkürzungen

4.1. Allgemeine Abkürzungen

AC	Wechselstrom
CFV	Venturi-Rohr mit kritischer Strömung
CFO	Messblende für kritische Strömung
CLD	Chemilumineszenzdetektor
CLA	Chemilumineszenzanalysator
CVS	Probenahmeeinrichtung mit konstantem Volumen
DC	Gleichstrom
ET	Verdampfungsrohr
Extra High ₂	WLTC-Zyklus mit sehr hoher Geschwindigkeit für Fahrzeuge der Klasse 2
Extra High ₃	WLTC-Zyklus mit sehr hoher Geschwindigkeit für Fahrzeuge der Klasse 3
FCHV	Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeug
FID	Flammenionisationsdetektor
FSD	Skalenendwert
GC	Gaschromatograph
HEPA	Hochleistungs-Partikelfilter/HEPA-Filter
HFID	Beheizter Flammenionisationsdetektor
High ₂	WLTC-Zyklus mit hoher Geschwindigkeit für Fahrzeuge der Klasse 2
High ₃₋₁	WLTC-Zyklus mit hoher Geschwindigkeit für Fahrzeuge der Klasse 3 mit $v_{\max} < 120$ km/h
High ₃₋₂	WLTC-Zyklus mit hoher Geschwindigkeit für Fahrzeuge der Klasse 3 mit $v_{\max} \geq 120$ km/h
ICE	Verbrennungsmotor
LoD	Nachweisgrenze
LoQ	Quantifizierungsgrenze

Low ₁	WLTC-Zyklus mit niedriger Geschwindigkeit für Fahrzeuge der Klasse 1
Low ₂	WLTC-Zyklus mit niedriger Geschwindigkeit für Fahrzeuge der Klasse 2
Low ₃	WLTC-Zyklus mit niedriger Geschwindigkeit für Fahrzeuge der Klasse 3
Medium ₁	WLTC-Zyklus mit mittlerer Geschwindigkeit für Fahrzeuge der Klasse 1
Medium ₂	WLTC-Zyklus mit mittlerer Geschwindigkeit für Fahrzeuge der Klasse 2
Medium ₃₋₁	WLTC-Zyklus mit mittlerer Geschwindigkeit für Fahrzeuge der Klasse 3 mit $v_{\max} < 120$ km/h
Medium ₃₋₂	WLTC-Zyklus mit mittlerer Geschwindigkeit für Fahrzeuge der Klasse 3 mit $v_{\max} \geq 120$ km/h
LC	Flüssigchromatographie
LPG	Flüssiggas
NDIR	Nichtdispersives Infrarot (Analysator)
NDUV	Nichtdispersives Ultraviolett
NG/biomethane	Erdgas/Biomethan
NMC	Nicht-Methan-Cutter
NOVC-FCHV	Nicht extern aufladbares Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeug
NOVC	Nicht extern aufladbar
NOVC-HEV	Nicht extern aufladbares Hybridelektrofahrzeug
OVC-HEV	Extern aufladbares Hybridelektrofahrzeug
P _a	Vom Hintergrundfilter aufgenommene Partikelmasse
P _e	Vom Probenahmefilter aufgenommene Partikelmasse

PAO	Polyalphaolefin
PCF	Partikelvorklassierer
PCRF	Minderungsfaktor der Partikelkonzentration
PDP	Verdrängerpumpe
PER	Vollelektrische Reichweite
Per cent FS	Prozent des Skalenendwertes
PM	Partikelemissionen
PN	Partikelanzahlemissionen
PNC	Partikelzähler
PND ₁	Erster Partikelanzahlverdünner
PND ₂	Zweiter Partikelanzahlverdünner
PTS	Partikelübertragungssystem
PTT	Partikelübertragungsrohr
QCL-IR	Infrarot-Quantenkaskaden-Laser
R _{CDA}	Tatsächliche Reichweite bei Entladung
RCB	REESS-Ladungsausgleich
REESS	Wiederaufladbares Speichersystem für elektrische Energie
SSV	Subsonisches Venturirohr
USFM	Ultraschalldurchsatzmesser
VPR	Entferner flüchtiger Partikel
WLTC	Weltweiter Prüfzyklus für leichte Nutzfahrzeuge

4.2. Chemische Symbole und Abkürzungen

C ₁	C ₁ -äquivalenter Kohlenwasserstoff
CH ₄	Methan
C ₂ H ₆	Ethan
C ₂ H ₅ OH	Ethanol

C ₃ H ₈	Propan
CO	Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlendioxid
DOP	Diocetylphthalat
H ₂ O	Wasser
NH ₃	Ammoniak
NMHC	Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe
NO _x	Stickoxide
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
N ₂ O	Distickstoffoxid
THC	Gesamtkohlenwasserstoffe

5. Allgemeine Anforderungen

5.0. Jeder der in den Absätzen 5.6 bis 5.9 festgelegten Fahrzeugfamilien ist ein individuelles Identifizierungskennzeichen mit dem folgenden Format zuzuteilen:

FT-TA-WMI-JJJJ-NNNN

Bedeutung der Kürzel:

- FT ist das Identifizierungskennzeichen des Familientyps.
 - IP = Interpolationsfamilie gemäß Absatz 5.6
 - RL = Fahrwiderstandsfamilie (Straße) gemäß Absatz 5.7
 - RM = Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) gemäß Absatz 5.8
 - PR = Familie in Bezug auf ein System mit periodischer Regeneration (K_i) gemäß Absatz 5.9
- TA ist die Kennziffer der für die Genehmigung der Familie gemäß Anhang VII Abschnitt 1 Nummer 1 der Richtlinie 2007/46/EG zuständigen Behörde.
- WMI (world manufacturer identifier – Welt-Hersteller-Code) ist ein Code zur eindeutigen Identifizierung des Herstellers; er ist in ISO 3780:2009 definiert. Es können mehrere WMI-Codes für ein und denselben Hersteller verwendet werden.
- JJJJ bezeichnet das Jahr, in dem die Prüfung der jeweiligen Familie abgeschlossen wurde.
- NNNN ist eine vierstellige laufende Nummer.

5.1. Das Fahrzeug und die Bauteile, die einen Einfluss auf die Emissionen gasförmiger Verbindungen, die Masse und die Anzahl von Partikeln haben können, sind so auszulegen, zu bauen und zu montieren, dass das Fahrzeug während seiner Lebensdauer bei normaler Nutzung und unter normalen Betriebsbedingungen wie Feuchtigkeit, Regen, Schnee, Hitze, Kälte, Sand, Schmutz, Vibrationen, Verschleiss usw. den in diesem Anhang enthaltenen Vorschriften genügt.

5.1.1. Diese Anforderungen gelten auch für die Sicherheit aller Schläuche, Dichtungen und Verbindungsstücke in Emissionsminderungssystemen.

5.2. Das Prüffahrzeug muss in Bezug auf seine emissionsrelevanten Bauteile und die Funktionsweise repräsentativ für die von der Genehmigung erfassten beabsichtigten Produktionsserien sein. Der Hersteller und die Genehmigungsbehörde legen im Einvernehmen fest, welches Modell eines Prüffahrzeugs als repräsentativ gilt.

5.3. Für die Fahrzeugprüfung geltende Bedingungen

5.3.1. Art und Menge der für die Emissionsprüfungen verwendeten Schmier- und Kühlmittel müssen den vom Hersteller für den normalen Fahrzeugbetrieb angegebenen Spezifikationen entsprechen.

5.3.2. Der für die Emissionsprüfungen verwendete Kraftstofftyp muss den Bestimmungen von Anhang IX entsprechen.

5.3.3. Alle Emissionsminderungssysteme müssen in funktionsfähigem Zustand sein.

5.3.4. Gemäß Artikel 5 Absatz 2 der Verordnung Nr. 715/2007 ist die Verwendung jeglicher Art von Abschaltvorrichtung verboten.

5.3.5. Der Motor muss so ausgelegt sein, dass Emissionen aus dem Kurbelgehäuse vermieden werden.

5.3.6. Die für die Emissionsprüfungen verwendeten Reifen müssen den Vorschriften von Unteranhang 6 Absatz 1.2.4.5 dieses Anhangs genügen.

5.4. Einfüllöffnungen von Benzintanks

5.4.1. Nach den Vorschriften von Absatz 5.4.2 muss die Einfüllöffnung des Benzin- oder Ethanol tanks so beschaffen sein, dass dieser nicht mit einem Zapfventil mit einem Außendurchmesser von 23,6 mm oder mehr befüllt werden kann.

5.4.2. Absatz 5.4.1 gilt nicht für ein Fahrzeug, bei dem die beiden folgenden Bedingungen erfüllt sind:

a) Das Fahrzeug ist so ausgelegt und gebaut, dass keine Einrichtung zur Begrenzung der Emissionen durch verbleites Benzin beeinträchtigt wird und

b) an dem Fahrzeug befindet sich an einer Stelle, die für eine Person, die den Benzintank füllt, gut sichtbar ist, das Symbol für unverbleites Benzin nach ISO 2575:2010 „Straßenfahrzeuge – Symbole für Betätigungseinrichtungen, Kontrollleuchten und Anzeigen“, das deutlich lesbar und dauerhaft sein muss. Zusätzliche Kennzeichnungen sind zulässig.

5.5. Eingriffsicherheit elektronischer Systeme

5.5.1. Fahrzeuge, die mit einem emissionsmindernden Computer ausgerüstet sind, müssen gegen vom Hersteller nicht zugelassene Eingriffe geschützt sein. Der Hersteller muss Veränderungen genehmigen, wenn sie für die Diagnose, die Wartung, die Untersuchung, die Nachrüstung oder die Instandsetzung des Fahrzeugs erforderlich sind. Alle reprogrammierbaren Rechnercodes oder Betriebsparameter müssen gegen unbefugte Eingriffe geschützt und mindestens in der Sicherheitsstufe gesichert sein, die in der Norm ISO 15031-7 (15. März 2001) vorgeschrieben ist. Auswechselbare Kalibrier-Speicherchips müssen vergossen, in einem abgedichteten Behälter eingekapselt oder durch elektronische Algorithmen gesichert sein und dürfen ohne Spezialwerkzeuge und spezielle Verfahren nicht austauschbar sein.

5.5.2. Codierte Motorbetriebsparameter dürfen ohne Spezialwerkzeuge und spezielle Verfahren nicht veränderbar sein (es müssen z. B. eingelötete oder vergossene Rechnerbauteile oder abgedichtete (oder verlötete) Rechnergehäuse verwendet werden).

5.5.3. Hersteller können bei der Genehmigungsbehörde eine Befreiung von einer dieser Anforderungen für die Fahrzeuge beantragen, bei denen ein solcher Schutz wahrscheinlich nicht erforderlich ist. Zu den Kriterien, die die Genehmigungsbehörde im Hinblick auf eine Befreiung von Vorschriften berücksichtigt, zählen die Verfügbarkeit von Leistungschips, die Hochleistungsfähigkeit des Fahrzeugs und die voraussichtlichen Verkaufszahlen des Fahrzeugs.

5.5.4. Hersteller, die programmierbare Rechnercodesysteme verwenden, müssen eine unbefugte Umprogrammierung verhindern. Die Hersteller müssen verbesserte Techniken zum Schutz gegen unbefugte Benutzung und Schreibschutzvorrichtungen anwenden, die den elektronischen Zugriff auf einen vom Hersteller betriebenen Nebenrechner erfordern, zu dem auch unabhängige Marktteilnehmer unter den Sicherheitsvorkehrungen gemäß Anhang XIV Absatz 5.5.1 und Anhang XIV Abschnitt 2.2 Zugang haben. Die Genehmigungsbehörde genehmigt Verfahren, die einen ausreichenden Schutz gegen unbefugte Benutzung bieten.

5.6. Interpolationsfamilie

5.6.1. Interpolationsfamilie für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor

Nur Fahrzeuge, die in Bezug auf die folgenden Fahrzeug-, Antriebsstrang- und Kraftübertragungsmerkmale identisch sind, können Teil derselben Interpolationsfamilie sein:

- a) Typ des Verbrennungsmotors: Kraftstoffart, Verbrennungsart, Hubraum, Vollastmerkmale, Motortechnologie, Ladesystem sowie sonstige Motorteilsysteme oder Merkmale, die einen nicht vernachlässigbaren Einfluss auf die CO₂-Emissionen unter WLTP-Bedingungen haben
- b) Funktionsweise aller Bauteile im Antriebsstrang, die Einfluss auf die CO₂-Emissionen haben
- c) Getriebetyp (z. B. Handschaltung/automatisch/stufenlos) und Getriebemodell (z. B. Drehmoment, Anzahl der Gänge, Anzahl der Kupplungen usw.)
- d) n/v-Verhältnisse (Motordrehzahl n geteilt durch Fahrzeuggeschwindigkeit v) Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn bei allen betroffenen Übersetzungsverhältnissen die Differenz in Bezug auf die Übersetzungsverhältnisse des am häufigsten eingebauten Getriebetyps höchstens 8 % beträgt.
- e) Anzahl der Antriebsachsen
- f) ATCT-Familie

Fahrzeuge können nur so lange Teil der gleichen Interpolationsfamilie sein, wie sie derselben Fahrzeugklasse gemäß Unteranhang 1 Absatz 2 angehören.

5.6.2. Interpolationsfamilie für nicht extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge und extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge

Zusätzlich zu den in Absatz 5.6.1 enthaltenen Anforderungen gilt, dass nur extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge und nicht extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge, die in Bezug auf die folgenden Merkmale identisch sind, Teil der gleichen Interpolationsfamilie sein können:

- a) Typ und Anzahl der elektrischen Maschinen (Konstruktionstyp (asynchron/synchron usw.), Typ des Kühlmittels (Luft, Flüssigkeit) und alle sonstigen Merkmale, die einen nicht vernachlässigbaren Einfluss auf die CO₂-Emissionen und den Stromverbrauch unter WLTP-Bedingungen haben
- b) Typ des Antriebs-REESS (Modell, Speicherkapazität, Nennspannung, Nennleistung, Typ des Kühlmittels (Luft, Flüssigkeit))
- c) Typ des Energiewandlers zwischen elektrischer Maschine und Antriebs-REESS, zwischen Antriebs-REESS und der Niederspannungsversorgung sowie zwischen Auflade-Plug-in und Antriebs-REESS und alle sonstigen Merkmale, die einen nicht vernachlässigbaren Einfluss auf die CO₂-Emissionen und den Stromverbrauch unter WLTP-Bedingungen haben
- d) Die Differenz zwischen der Anzahl an Entlade-Zyklen ab dem Beginn der Prüfung bis einschließlich des Übergangszyklus darf nicht mehr als eins betragen.

5.6.3. Interpolationsfamilie für Elektrofahrzeuge

Nur Elektrofahrzeuge, die in Bezug auf die folgenden elektrischen Merkmale von Antriebsstrang und Kraftübertragung identisch sind, können Teil der selben Interpolationsfamilie sein:

- a) Typ und Anzahl der elektrischen Maschinen (Konstruktionstyp (asynchron/synchron usw.), Typ des Kühlmittels (Luft, Flüssigkeit) und alle sonstigen Merkmale, die einen nicht vernachlässigbaren Einfluss auf den Stromverbrauch und die Reichweite unter WLTP-Bedingungen haben
- b) Typ des Antriebs-REESS (Modell, Speicherkapazität, Nennspannung, Nennleistung, Typ des Kühlmittels (Luft, Flüssigkeit))
- c) Getriebetyp (z. B. Handschaltung/automatisch/stufenlos) und Getriebemodell (z. B. Drehmoment, Anzahl der Gänge, Anzahl der Kupplungen usw.)
- d) Anzahl der Antriebsachsen
- e) Typ des Stromwandlers zwischen elektrischer Maschine und Antriebs-REESS, zwischen Antriebs-REESS und der Niederspannungsversorgung sowie zwischen Auflade-Plug-in und Antriebs-REESS und alle sonstigen Merkmale, die einen nicht vernachlässigbaren Einfluss auf den Stromverbrauch und die Reichweite unter WLTP-Bedingungen haben
- f) Funktionsweise aller Bauteile im Antriebsstrang, die Einfluss auf den Stromverbrauch haben.
- g) n/v -Verhältnisse (Motordrehzahl n geteilt durch Fahrzeuggeschwindigkeit v). Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn bei allen betroffenen Übersetzungsverhältnissen die Differenz in Bezug auf die Übersetzungsverhältnisse des am häufigsten eingebauten Getriebetyps und Modells höchstens 8 % beträgt.

5.7. Fahrwiderstandsfamilie (Straße)

Nur Fahrzeuge, die in Bezug auf die folgenden Merkmale identisch sind, können Teil der selben Fahrwiderstandsfamilie (Straße) sein:

- a) Getriebetyp (z. B. Handschaltung/automatisch/stufenlos) und Getriebemodell (z. B. Drehmoment, Anzahl der Gänge, Anzahl der Kupplungen usw.). Auf Ersuchen des Herstellers und mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde kann ein Getriebe mit geringeren Leistungsverlusten in die Familie einbezogen werden
- b) n/v -Verhältnisse (Motordrehzahl n geteilt durch Fahrzeuggeschwindigkeit v). Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn bei allen betroffenen Übersetzungsverhältnissen die Differenz in

Bezug auf die Übersetzungsverhältnisse des am häufigsten eingebauten Getriebetyps höchstens 25 % beträgt.

c) Anzahl der Antriebsachsen

d) Ist für mindestens eine elektrische Maschine der Leerlauf eingelegt und ist das Fahrzeug nicht mit einem Ausrollmodus (Unterhang 4 Absatz 4.2.1.8.5) ausgerüstet, so dass die elektrische Maschine keinen Einfluss auf den Fahrwiderstand (Straße) hat, dann gelten die Kriterien von Absatz 5.6.2 Buchstabe a und Absatz 5.6.3 Buchstabe a.

Besteht außer in Bezug auf die Fahrzeugmasse, den Rollwiderstand und die Aerodynamik ein Unterschied, der einen nicht vernachlässigbaren Einfluss auf den Fahrwiderstand (Straße) hat, gilt das Fahrzeug nicht als Teil der Familie, es sei denn, es wurde von der Genehmigungsbehörde eine Genehmigung erteilt.

5.8. Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße)

Fahrzeuge, die für eine technisch zulässige Gesamtmasse von ≥ 3000 kg ausgelegt sind, können Teil einer Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) sein.

Nur Fahrzeuge, die in Bezug auf die folgenden Merkmale identisch sind, können Teil der selben Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) ein:

a) Getriebetyp (z. B. Handschaltung/automatisch/stufenlos)

b) Anzahl der Antriebsachsen

5.9. Familie in Bezug auf ein System mit periodischer Regeneration (K_i)

Nur Fahrzeuge, die in Bezug auf die folgenden Merkmale identisch sind, können Teil der selben Familie in Bezug auf ein System mit periodischer Regeneration sein:

5.9.1. Typ des Verbrennungsmotors: Kraftstoffart, Verbrennungsart

5.9.2. System mit periodischer Regeneration (z. B. Katalysator, Partikelfilter)

a) Bauart (d. h. Art des Gehäuses, Art des Edelmetalls, Art des Trägers, Zelldichte)

b) Typ und Arbeitsweise

c) Volumen ± 10 %

d) Lage (Temperatur ± 100 °C bei der zweithöchsten Bezugsgeschwindigkeit)

e) Die Prüfmasse jedes Fahrzeugs in der Familie muss kleiner oder gleich der Prüfmasse des Fahrzeugs sein, das für die K_i -Nachweisprüfung verwendet wird, zuzüglich 250 kg.

6. Leistungsanforderungen

6.1. Grenzwerte

Es gelten die Emissionsgrenzwerte in Anhang I der Verordnung (EG) Nr. 715/2007.

6.2. Prüfung

Die Prüfung ist wie folgt durchzuführen:

- a) WLTC-Zyklen gemäß Unteranhang 1
- b) Gangwahl und Bestimmung des Schaltpunkts gemäß Unteranhang 2
- c) geeigneter Kraftstoff gemäß Anhang IX dieser Verordnung
- d) Fahrwiderstand (Straße) und Einstellungen des Rollenprüfstands gemäß Unteranhang 4
- e) Prüfausrüstung gemäß Unteranhang 5
- f) Prüfverfahren gemäß Unteranhang 6 und 8
- g) Berechnungsverfahren gemäß Unteranhang 7 und 8.

Unteranhang 1

Weltweiter Prüfzyklus für leichte Nutzfahrzeuge (WLTC)

1. Allgemeine Anforderungen

1.1. Der zu durchzufahrende Zyklus hängt von dem Verhältnis von Nennleistung zu Masse in fahrbereitem Zustand des Prüffahrzeugs, W/kg, und seiner Höchstgeschwindigkeit, v_{\max} , ab.

Der sich aus den Anforderungen dieses Unteranhangs ergebende Zyklus wird in anderen Teilen des Anhangs als „anwendbarer Zyklus“ bezeichnet.

2. Fahrzeugklassen

2.1. Fahrzeuge der Klasse 1 haben ein Verhältnis von Leistung zu Masse in fahrbereitem Zustand von $P_{mr} \leq 22$ W/kg.

2.2. Fahrzeuge der Klasse 2 haben ein Verhältnis von Leistung zu Masse in fahrbereitem Zustand von > 22 aber ≤ 34 W/kg.

2.3. Fahrzeuge der Klasse 3 haben ein Verhältnis von Leistung zu Masse in fahrbereitem Zustand von > 34 W/kg.

2.3.1. Alle gemäß Unteranhang 8 geprüften Fahrzeuge gelten als Fahrzeuge der Klasse 3.

3. Prüfzyklen

3.1. Fahrzeuge der Klasse 1

3.1.1. Ein vollständiger Zyklus für Fahrzeuge der Klasse 1 besteht aus einer Niedrigwertphase (Low₁), einer Mittelwertphase (Medium₁) und einer zusätzlichen Niedrigwertphase (Low₁).

3.1.2. Die Phase Low₁ ist in Abbildung A1/1 und in Tabelle A1/1 beschrieben.

3.1.3. Die Phase Medium₁ ist in Abbildung A1/2 und in Tabelle A1/2 beschrieben.

3.2. Fahrzeuge der Klasse 2

3.2.1. Ein vollständiger Zyklus für Fahrzeuge der Klasse 2 besteht aus einer Niedrigwertphase (Low₂), einer Mittelwertphase (Medium₂), einer Hochwertphase (High₂) und einer Höchstwertphase (Extra High₂).

3.2.2. Die Phase Low₂ ist in Abbildung A1/3 und in Tabelle A1/3 beschrieben.

3.2.3. Die Phase Medium₂ ist in Abbildung A1/4 und in Tabelle A1/4 beschrieben.

3.2.4. Die Phase High₂ ist in Abbildung A1/5 und in Tabelle A1/5 beschrieben.

3.2.5. Die Phase Extra High₂ ist in Abbildung A1/6 und in Tabelle A1/6 beschrieben.

3.3. Fahrzeuge der Klasse 3

Fahrzeuge der Klasse 3 werden entsprechend ihrer Höchstgeschwindigkeit v_{\max} in zwei Unterklassen aufgeteilt.

3.3.1. Fahrzeuge der Klasse 3a mit $v_{\max} < 120$ km/h

3.3.1.1. Ein vollständiger Zyklus besteht aus einer Niedrigwertphase (Low₃), einer Mittelwertphase (Medium₃₋₁), einer Hochwertphase (High₃₋₁) und einer Höchstwertphase (Extra High₃).

3.3.1.2. Die Phase Low₃ ist in Abbildung A1/7 und in Tabelle A1/7 beschrieben.

3.3.1.3. Die Phase Medium₃₋₁ ist in Abbildung A1/8 und in Tabelle A1/8 beschrieben.

3.3.1.4. Die Phase High₃₋₁ ist in Abbildung A1/10 und in Tabelle A1/10 beschrieben.

3.3.1.5. Die Phase Extra High₃ ist in Abbildung A1/12 und in Tabelle A1/12 beschrieben.

3.3.2. Fahrzeuge der Klasse 3b mit $v_{\max} \geq 120$ km/h

3.3.2.1. Ein vollständiger Zyklus besteht aus einer Niedrigwertphase (Low₃), einer Mittelwertphase (Medium₃₋₂), einer Hochwertphase (High₃₋₂) und einer Höchstwertphase (Extra High₃).

3.3.2.2. Die Phase Low₃ ist in Abbildung A1/7 und in Tabelle A1/7 beschrieben.

3.3.2.3. Die Phase Medium₃₋₂ ist in Abbildung A1/9 und in Tabelle A1/9 beschrieben.

3.3.2.4. Die Phase High₃₋₂ ist in Abbildung A1/11 und in Tabelle A1/11 beschrieben.

3.3.2.5. Die Phase Extra High₃ ist in Abbildung A1/12 und in Tabelle A1/12 beschrieben.

3.4. Dauer aller Phasen

3.4.1. Alle Phasen mit niedriger Geschwindigkeit (low) dauern 589 Sekunden.

3.4.2. Alle Phasen mit mittlerer Geschwindigkeit (medium) dauern 433 Sekunden.

3.4.3. Alle Phasen mit hoher Geschwindigkeit (high) dauern 455 Sekunden.

3.4.4. Alle Phasen mit sehr hoher Geschwindigkeit (extra high) dauern 323 Sekunden.

3.5. WLTC-Stadtzyklen (WLTC city)

Im Fall von Fahrzeugen der Klassen 3a und 3b sind extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge und Elektrofahrzeuge anhand der WLTC- und WLTC-Stadtzyklen (siehe Unteranhang 8) zu prüfen.

Der WLTC-Stadtzyklus besteht nur aus den Phasen mit niedriger und mittlerer Geschwindigkeit.

4. WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 1

Abbildung A1/1

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 1, Phase Low₁

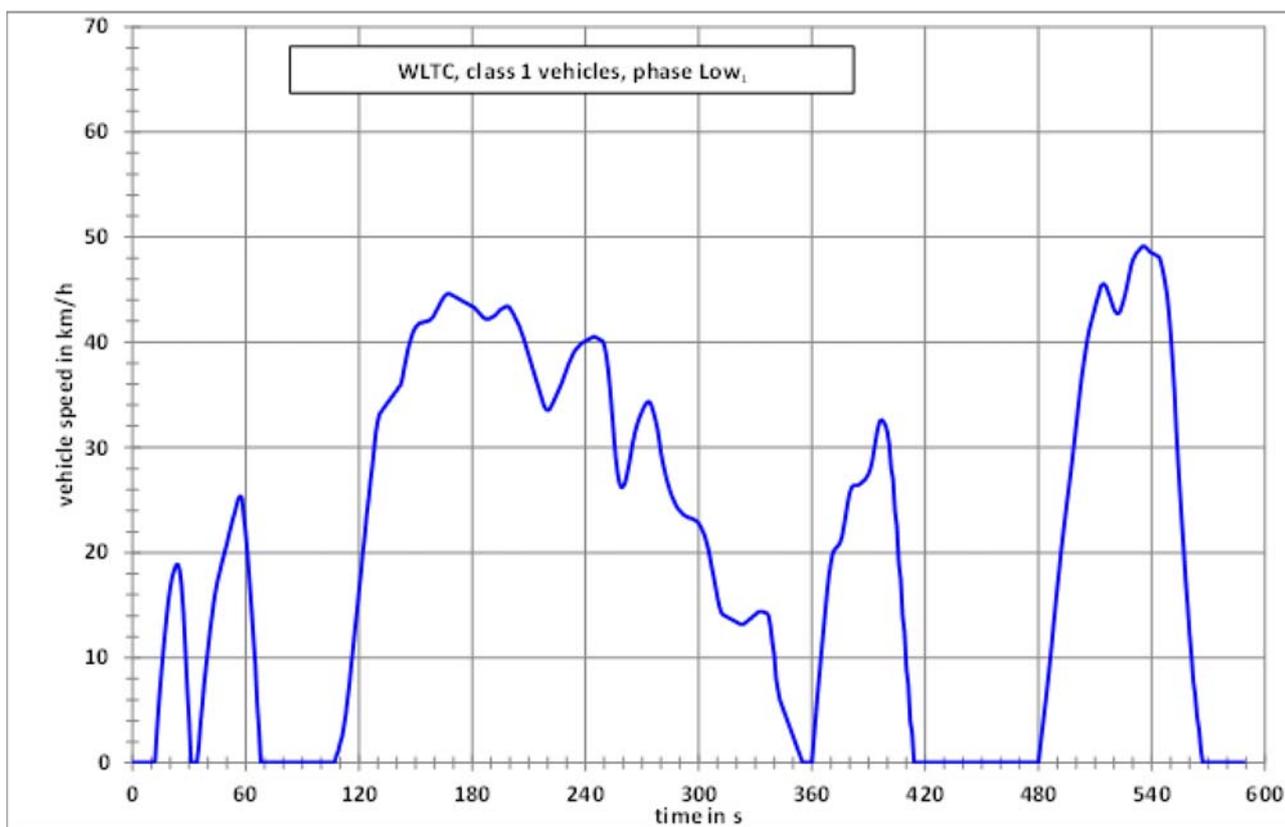


Abbildung A1/2

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 1, Phase Medium₁

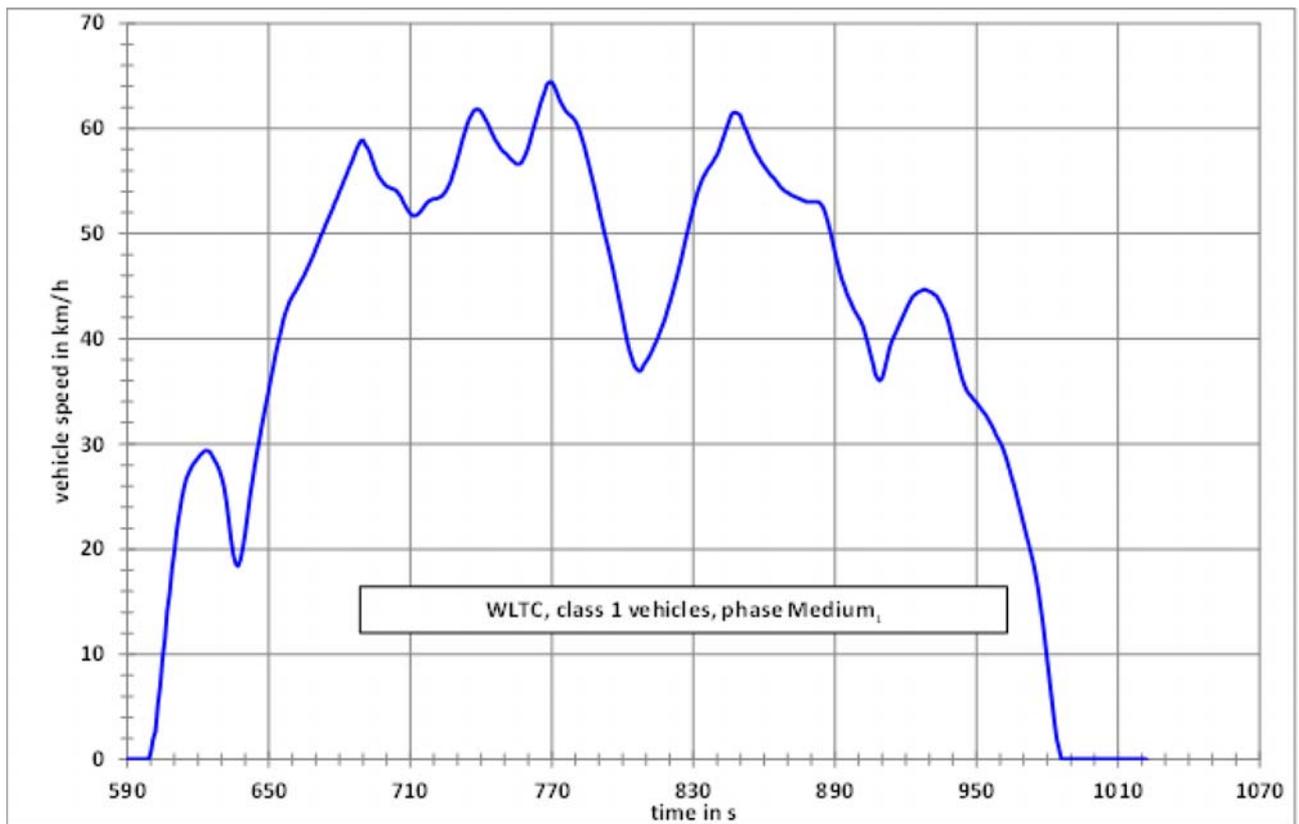


Tabelle A1/1

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 1, Phase Low₁

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
0	0,0	47	18,8	94	0,0	141	35,7
1	0,0	48	19,5	95	0,0	142	35,9
2	0,0	49	20,2	96	0,0	143	36,6
3	0,0	50	20,9	97	0,0	144	37,5
4	0,0	51	21,7	98	0,0	145	38,4
5	0,0	52	22,4	99	0,0	146	39,3
6	0,0	53	23,1	100	0,0	147	40,0
7	0,0	54	23,7	101	0,0	148	40,6
8	0,0	55	24,4	102	0,0	149	41,1
9	0,0	56	25,1	103	0,0	150	41,4
10	0,0	57	25,4	104	0,0	151	41,6
11	0,0	58	25,2	105	0,0	152	41,8
12	0,2	59	23,4	106	0,0	153	41,8
13	3,1	60	21,8	107	0,0	154	41,9

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
14	5,7	61	19,7	108	0,7	155	41,9
15	8,0	62	17,3	109	1,1	156	42,0
16	10,1	63	14,7	110	1,9	157	42,0
17	12,0	64	12,0	111	2,5	158	42,2
18	13,8	65	9,4	112	3,5	159	42,3
19	15,4	66	5,6	113	4,7	160	42,6
20	16,7	67	3,1	114	6,1	161	43,0
21	17,7	68	0,0	115	7,5	162	43,3
22	18,3	69	0,0	116	9,4	163	43,7
23	18,8	70	0,0	117	11,0	164	44,0
24	18,9	71	0,0	118	12,9	165	44,3
25	18,4	72	0,0	119	14,5	166	44,5
26	16,9	73	0,0	120	16,4	167	44,6
27	14,3	74	0,0	121	18,0	168	44,6
28	10,8	75	0,0	122	20,0	169	44,5
29	7,1	76	0,0	123	21,5	170	44,4
30	4,0	77	0,0	124	23,5	171	44,3
31	0,0	78	0,0	125	25,0	172	44,2
32	0,0	79	0,0	126	26,8	173	44,1
33	0,0	80	0,0	127	28,2	174	44,0
34	0,0	81	0,0	128	30,0	175	43,9
35	1,5	82	0,0	129	31,4	176	43,8
36	3,8	83	0,0	130	32,5	177	43,7
37	5,6	84	0,0	131	33,2	178	43,6
38	7,5	85	0,0	132	33,4	179	43,5
39	9,2	86	0,0	133	33,7	180	43,4
40	10,8	87	0,0	134	33,9	181	43,3
41	12,4	88	0,0	135	34,2	182	43,1
42	13,8	89	0,0	136	34,4	183	42,9
43	15,2	90	0,0	137	34,7	184	42,7
44	16,3	91	0,0	138	34,9	185	42,5
45	17,3	92	0,0	139	35,2	186	42,3
46	18,0	93	0,0	140	35,4	187	42,2
188	42,2	237	39,7	286	25,3	335	14,3
189	42,2	238	39,9	287	24,9	336	14,3
190	42,3	239	40,0	288	24,5	337	14,0
191	42,4	240	40,1	289	24,2	338	13,0
192	42,5	241	40,2	290	24,0	339	11,4
193	42,7	242	40,3	291	23,8	340	10,2
194	42,9	243	40,4	292	23,6	341	8,0
195	43,1	244	40,5	293	23,5	342	7,0

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
196	43,2	245	40,5	294	23,4	343	6,0
197	43,3	246	40,4	295	23,3	344	5,5
198	43,4	247	40,3	296	23,3	345	5,0
199	43,4	248	40,2	297	23,2	346	4,5
200	43,2	249	40,1	298	23,1	347	4,0
201	42,9	250	39,7	299	23,0	348	3,5
202	42,6	251	38,8	300	22,8	349	3,0
203	42,2	252	37,4	301	22,5	350	2,5
204	41,9	253	35,6	302	22,1	351	2,0
205	41,5	254	33,4	303	21,7	352	1,5
206	41,0	255	31,2	304	21,1	353	1,0
207	40,5	256	29,1	305	20,4	354	0,5
208	39,9	257	27,6	306	19,5	355	0,0
209	39,3	258	26,6	307	18,5	356	0,0
210	38,7	259	26,2	308	17,6	357	0,0
211	38,1	260	26,3	309	16,6	358	0,0
212	37,5	261	26,7	310	15,7	359	0,0
213	36,9	262	27,5	311	14,9	360	0,0
214	36,3	263	28,4	312	14,3	361	2,2
215	35,7	264	29,4	313	14,1	362	4,5
216	35,1	265	30,4	314	14,0	363	6,6
217	34,5	266	31,2	315	13,9	364	8,6
218	33,9	267	31,9	316	13,8	365	10,6
219	33,6	268	32,5	317	13,7	366	12,5
220	33,5	269	33,0	318	13,6	367	14,4
221	33,6	270	33,4	319	13,5	368	16,3
222	33,9	271	33,8	320	13,4	369	17,9
223	34,3	272	34,1	321	13,3	370	19,1
224	34,7	273	34,3	322	13,2	371	19,9
225	35,1	274	34,3	323	13,2	372	20,3
226	35,5	275	33,9	324	13,2	373	20,5
227	35,9	276	33,3	325	13,4	374	20,7
228	36,4	277	32,6	326	13,5	375	21,0
229	36,9	278	31,8	327	13,7	376	21,6
230	37,4	279	30,7	328	13,8	377	22,6
231	37,9	280	29,6	329	14,0	378	23,7
232	38,3	281	28,6	330	14,1	379	24,8
233	38,7	282	27,8	331	14,3	380	25,7
234	39,1	283	27,0	332	14,4	381	26,2
235	39,3	284	26,4	333	14,4	382	26,4
236	39,5	285	25,8	334	14,4	383	26,4

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
384	26,4	433	0,0	482	3,1	531	48,2
385	26,5	434	0,0	483	4,6	532	48,5
386	26,6	435	0,0	484	6,1	533	48,7
387	26,8	436	0,0	485	7,8	534	48,9
388	26,9	437	0,0	486	9,5	535	49,1
389	27,2	438	0,0	487	11,3	536	49,1
390	27,5	439	0,0	488	13,2	537	49,0
391	28,0	440	0,0	489	15,0	538	48,8
392	28,8	441	0,0	490	16,8	539	48,6
393	29,9	442	0,0	491	18,4	540	48,5
394	31,0	443	0,0	492	20,1	541	48,4
395	31,9	444	0,0	493	21,6	542	48,3
396	32,5	445	0,0	494	23,1	543	48,2
397	32,6	446	0,0	495	24,6	544	48,1
398	32,4	447	0,0	496	26,0	545	47,5
399	32,0	448	0,0	497	27,5	546	46,7
400	31,3	449	0,0	498	29,0	547	45,7
401	30,3	450	0,0	499	30,6	548	44,6
402	28,0	451	0,0	500	32,1	549	42,9
403	27,0	452	0,0	501	33,7	550	40,8
404	24,0	453	0,0	502	35,3	551	38,2
405	22,5	454	0,0	503	36,8	552	35,3
406	19,0	455	0,0	504	38,1	553	31,8
407	17,5	456	0,0	505	39,3	554	28,7
408	14,0	457	0,0	506	40,4	555	25,8
409	12,5	458	0,0	507	41,2	556	22,9
410	9,0	459	0,0	508	41,9	557	20,2
411	7,5	460	0,0	509	42,6	558	17,3
412	4,0	461	0,0	510	43,3	559	15,0
413	2,9	462	0,0	511	44,0	560	12,3
414	0,0	463	0,0	512	44,6	561	10,3
415	0,0	464	0,0	513	45,3	562	7,8
416	0,0	465	0,0	514	45,5	563	6,5
417	0,0	466	0,0	515	45,5	564	4,4
418	0,0	467	0,0	516	45,2	565	3,2
419	0,0	468	0,0	517	44,7	566	1,2
420	0,0	469	0,0	518	44,2	567	0,0
421	0,0	470	0,0	519	43,6	568	0,0
422	0,0	471	0,0	520	43,1	569	0,0
423	0,0	472	0,0	521	42,8	570	0,0
424	0,0	473	0,0	522	42,7	571	0,0

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
425	0,0	474	0,0	523	42,8	572	0,0
426	0,0	475	0,0	524	43,3	573	0,0
427	0,0	476	0,0	525	43,9	574	0,0
428	0,0	477	0,0	526	44,6	575	0,0
429	0,0	478	0,0	527	45,4	576	0,0
430	0,0	479	0,0	528	46,3	577	0,0
431	0,0	480	0,0	529	47,2	578	0,0
432	0,0	481	1,6	530	47,8	579	0,0
580	0,0						
581	0,0						
582	0,0						
583	0,0						
584	0,0						
585	0,0						
586	0,0						
587	0,0						
588	0,0						
589	0,0						

Tabelle A1/2

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 1, Phase Medium₁

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
590	0,0	637	18,4	684	56,2	731	57,9
591	0,0	638	19,0	685	56,7	732	58,8
592	0,0	639	20,1	686	57,3	733	59,6
593	0,0	640	21,5	687	57,9	734	60,3
594	0,0	641	23,1	688	58,4	735	60,9
595	0,0	642	24,9	689	58,8	736	61,3
596	0,0	643	26,4	690	58,9	737	61,7
597	0,0	644	27,9	691	58,4	738	61,8
598	0,0	645	29,2	692	58,1	739	61,8
599	0,0	646	30,4	693	57,6	740	61,6
600	0,6	647	31,6	694	56,9	741	61,2
601	1,9	648	32,8	695	56,3	742	60,8
602	2,7	649	34,0	696	55,7	743	60,4
603	5,2	650	35,1	697	55,3	744	59,9

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
604	7,0	651	36,3	698	55,0	745	59,4
605	9,6	652	37,4	699	54,7	746	58,9
606	11,4	653	38,6	700	54,5	747	58,6
607	14,1	654	39,6	701	54,4	748	58,2
608	15,8	655	40,6	702	54,3	749	57,9
609	18,2	656	41,6	703	54,2	750	57,7
610	19,7	657	42,4	704	54,1	751	57,5
611	21,8	658	43,0	705	53,8	752	57,2
612	23,2	659	43,6	706	53,5	753	57,0
613	24,7	660	44,0	707	53,0	754	56,8
614	25,8	661	44,4	708	52,6	755	56,6
615	26,7	662	44,8	709	52,2	756	56,6
616	27,2	663	45,2	710	51,9	757	56,7
617	27,7	664	45,6	711	51,7	758	57,1
618	28,1	665	46,0	712	51,7	759	57,6
619	28,4	666	46,5	713	51,8	760	58,2
620	28,7	667	47,0	714	52,0	761	59,0
621	29,0	668	47,5	715	52,3	762	59,8
622	29,2	669	48,0	716	52,6	763	60,6
623	29,4	670	48,6	717	52,9	764	61,4
624	29,4	671	49,1	718	53,1	765	62,2
625	29,3	672	49,7	719	53,2	766	62,9
626	28,9	673	50,2	720	53,3	767	63,5
627	28,5	674	50,8	721	53,3	768	64,2
628	28,1	675	51,3	722	53,4	769	64,4
629	27,6	676	51,8	723	53,5	770	64,4
630	26,9	677	52,3	724	53,7	771	64,0
631	26,0	678	52,9	725	54,0	772	63,5
632	24,6	679	53,4	726	54,4	773	62,9
633	22,8	680	54,0	727	54,9	774	62,4
634	21,0	681	54,5	728	55,6	775	62,0
635	19,5	682	55,1	729	56,3	776	61,6
636	18,6	683	55,6	730	57,1	777	61,4
778	61,2	827	49,7	876	53,2	925	44,4
779	61,0	828	50,6	877	53,1	926	44,5
780	60,7	829	51,6	878	53,0	927	44,6
781	60,2	830	52,5	879	53,0	928	44,7
782	59,6	831	53,3	880	53,0	929	44,6
783	58,9	832	54,1	881	53,0	930	44,5
784	58,1	833	54,7	882	53,0	931	44,4
785	57,2	834	55,3	883	53,0	932	44,2

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
786	56,3	835	55,7	884	52,8	933	44,1
787	55,3	836	56,1	885	52,5	934	43,7
788	54,4	837	56,4	886	51,9	935	43,3
789	53,4	838	56,7	887	51,1	936	42,8
790	52,4	839	57,1	888	50,2	937	42,3
791	51,4	840	57,5	889	49,2	938	41,6
792	50,4	841	58,0	890	48,2	939	40,7
793	49,4	842	58,7	891	47,3	940	39,8
794	48,5	843	59,3	892	46,4	941	38,8
795	47,5	844	60,0	893	45,6	942	37,8
796	46,5	845	60,6	894	45,0	943	36,9
797	45,4	846	61,3	895	44,3	944	36,1
798	44,3	847	61,5	896	43,8	945	35,5
799	43,1	848	61,5	897	43,3	946	35,0
800	42,0	849	61,4	898	42,8	947	34,7
801	40,8	850	61,2	899	42,4	948	34,4
802	39,7	851	60,5	900	42,0	949	34,1
803	38,8	852	60,0	901	41,6	950	33,9
804	38,1	853	59,5	902	41,1	951	33,6
805	37,4	854	58,9	903	40,3	952	33,3
806	37,1	855	58,4	904	39,5	953	33,0
807	36,9	856	57,9	905	38,6	954	32,7
808	37,0	857	57,5	906	37,7	955	32,3
809	37,5	858	57,1	907	36,7	956	31,9
810	37,8	859	56,7	908	36,2	957	31,5
811	38,2	860	56,4	909	36,0	958	31,0
812	38,6	861	56,1	910	36,2	959	30,6
813	39,1	862	55,8	911	37,0	960	30,2
814	39,6	863	55,5	912	38,0	961	29,7
815	40,1	864	55,3	913	39,0	962	29,1
816	40,7	865	55,0	914	39,7	963	28,4
817	41,3	866	54,7	915	40,2	964	27,6
818	41,9	867	54,4	916	40,7	965	26,8
819	42,7	868	54,2	917	41,2	966	26,0
820	43,4	869	54,0	918	41,7	967	25,1
821	44,2	870	53,9	919	42,2	968	24,2
822	45,0	871	53,7	920	42,7	969	23,3
823	45,9	872	53,6	921	43,2	970	22,4
824	46,8	873	53,5	922	43,6	971	21,5
825	47,7	874	53,4	923	44,0	972	20,6
826	48,7	875	53,3	924	44,2	973	19,7

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
974	18,8						
975	17,7						
976	16,4						
977	14,9						
978	13,2						
979	11,3						
980	9,4						
981	7,5						
982	5,6						
983	3,7						
984	1,9						
985	1,0						
986	0,0						
987	0,0						
988	0,0						
989	0,0						
990	0,0						
991	0,0						
992	0,0						
993	0,0						
994	0,0						
995	0,0						
996	0,0						
997	0,0						
998	0,0						
999	0,0						
1000	0,0						
1001	0,0						
1002	0,0						
1003	0,0						
1004	0,0						
1005	0,0						
1006	0,0						
1007	0,0						
1008	0,0						
1009	0,0						
1010	0,0						
1011	0,0						
1012	0,0						
1013	0,0						
1014	0,0						

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
1015	0,0						
1016	0,0						
1017	0,0						
1018	0,0						
1019	0,0						
1020	0,0						
1021	0,0						
1022	0,0						

5. WLTC-Zyklus für Fahrzeuge der Klasse 2

Abbildung A1/3

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 2, Phase Low₂

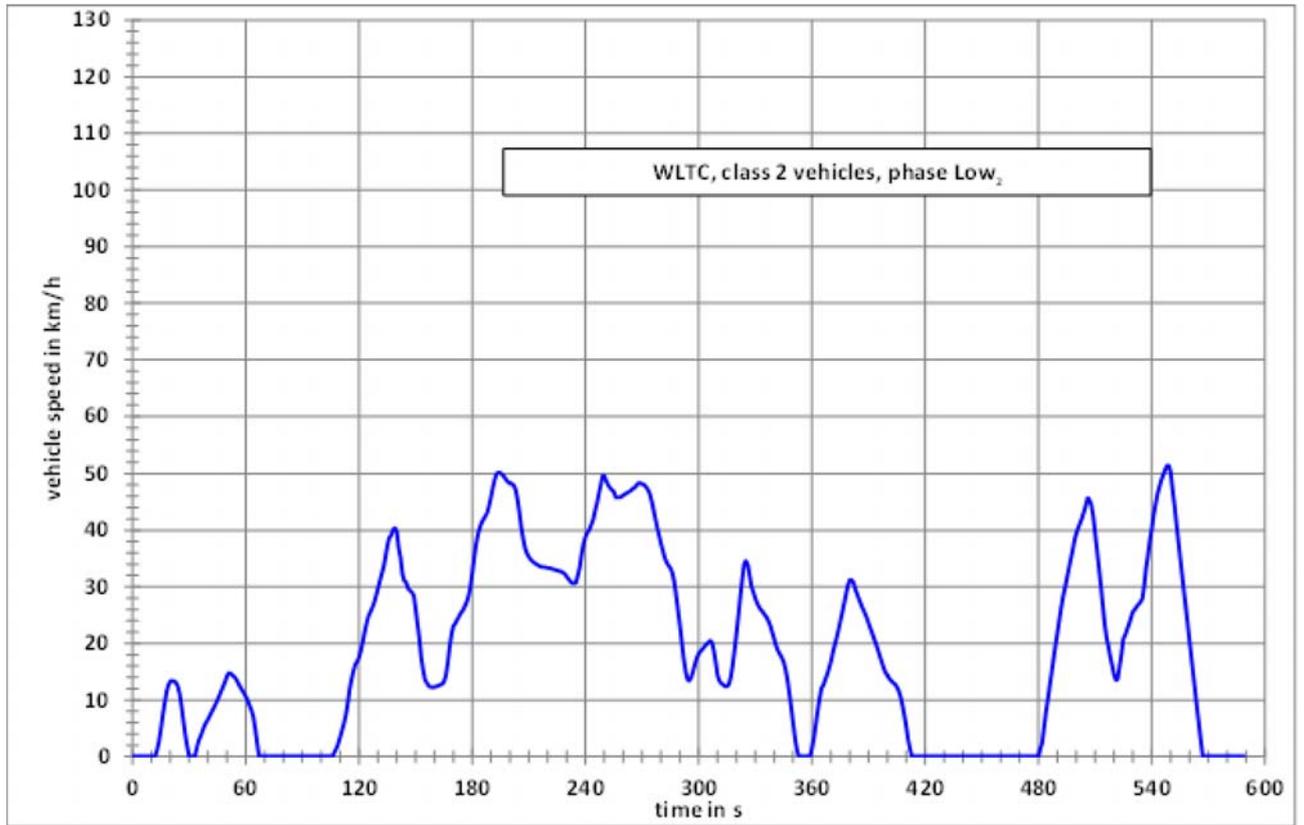


Abbildung A1/4

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 2, Phase Medium₂

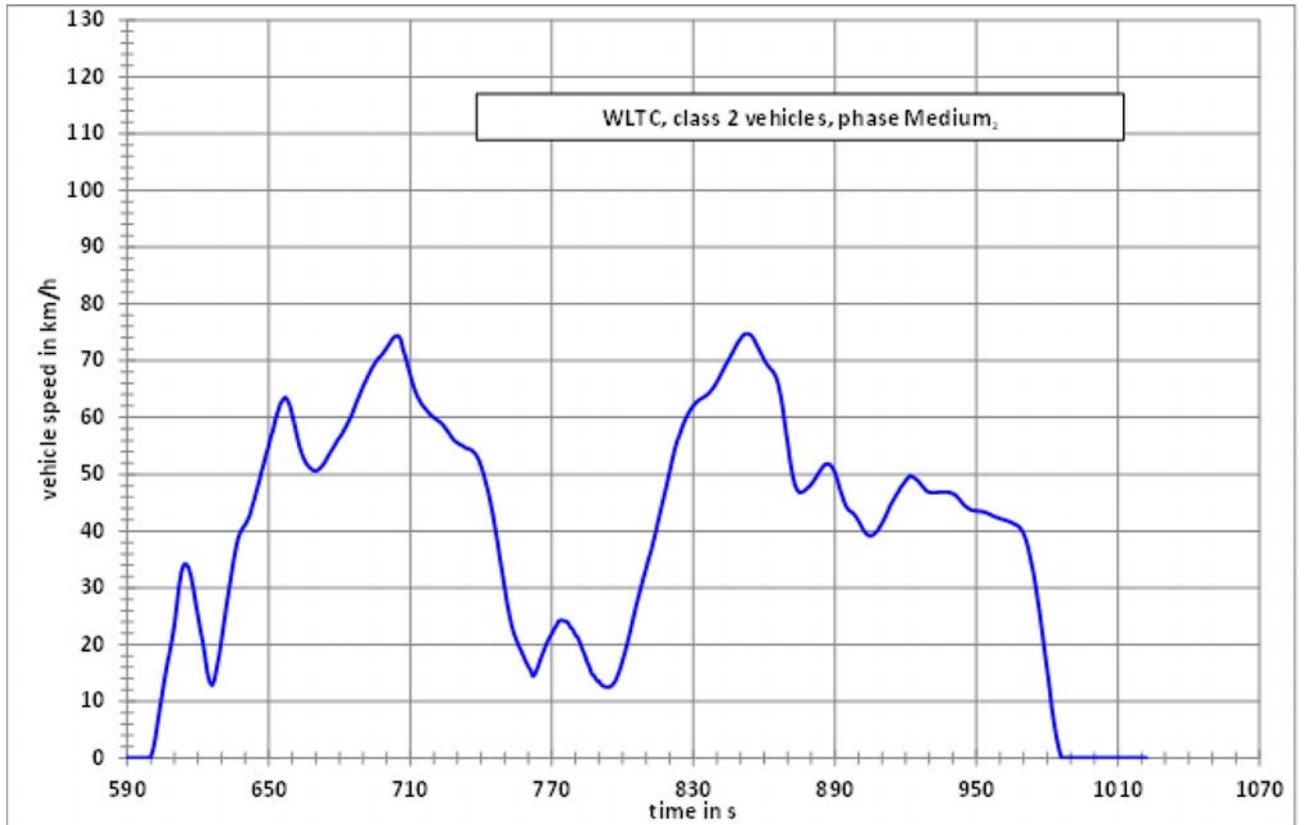


Abbildung A1/5

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 2, Phase High₂

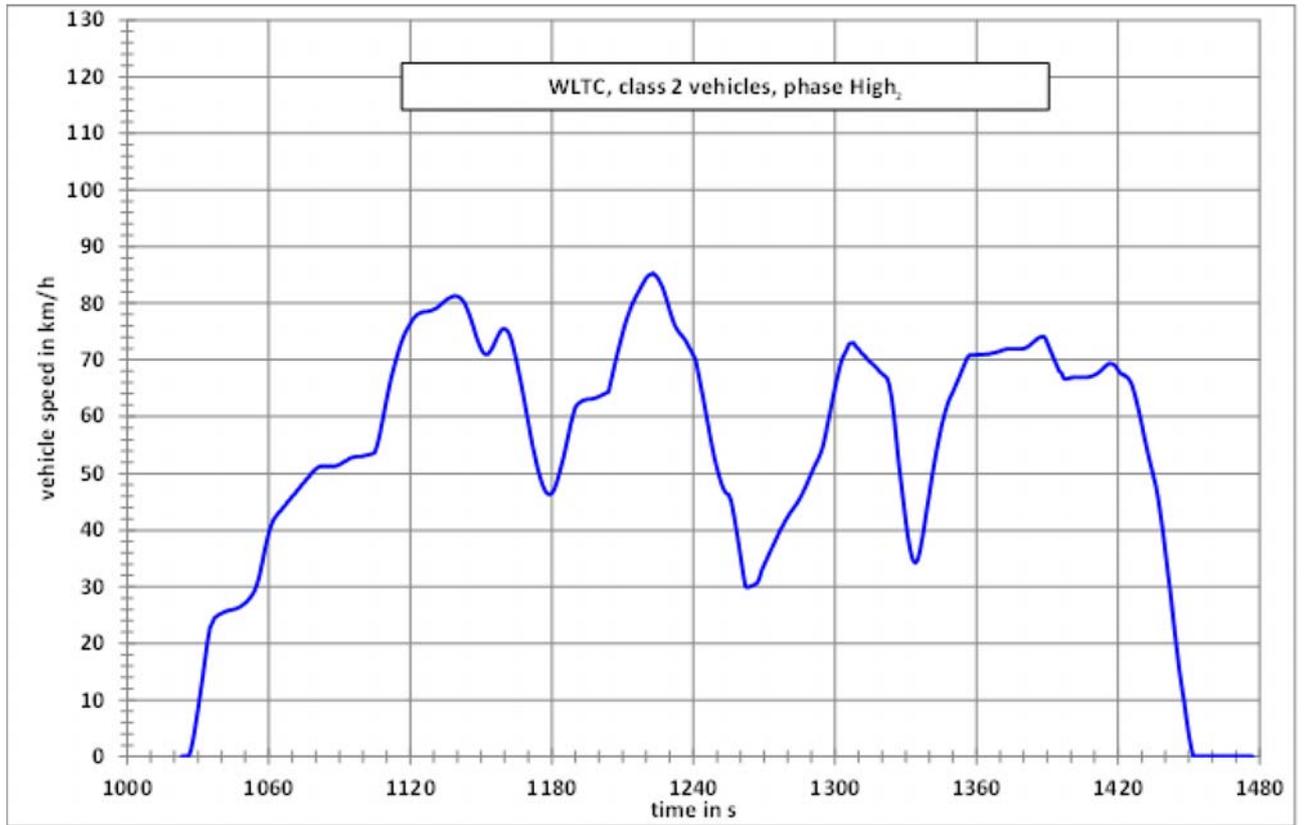


Abbildung A1/6

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 2, Phase Extra High₂

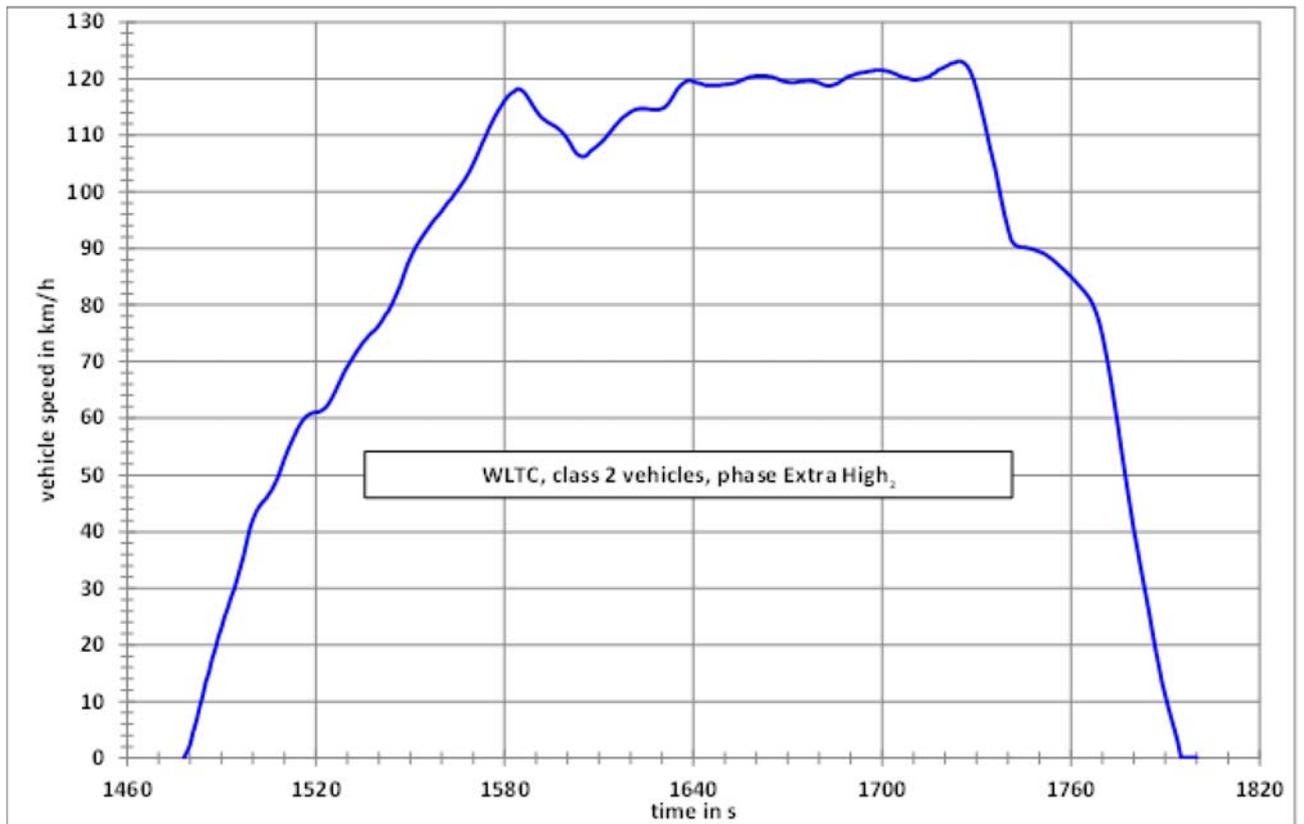


Tabelle A1/3

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 2, Phase Low₂

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
0	0,0	47	11,6	94	0,0	141	36,8
1	0,0	48	12,4	95	0,0	142	35,1
2	0,0	49	13,2	96	0,0	143	32,2
3	0,0	50	14,2	97	0,0	144	31,1
4	0,0	51	14,8	98	0,0	145	30,8
5	0,0	52	14,7	99	0,0	146	29,7
6	0,0	53	14,4	100	0,0	147	29,4
7	0,0	54	14,1	101	0,0	148	29,0
8	0,0	55	13,6	102	0,0	149	28,5
9	0,0	56	13,0	103	0,0	150	26,0
10	0,0	57	12,4	104	0,0	151	23,4
11	0,0	58	11,8	105	0,0	152	20,7
12	0,0	59	11,2	106	0,0	153	17,4
13	1,2	60	10,6	107	0,8	154	15,2
14	2,6	61	9,9	108	1,4	155	13,5
15	4,9	62	9,0	109	2,3	156	13,0
16	7,3	63	8,2	110	3,5	157	12,4
17	9,4	64	7,0	111	4,7	158	12,3
18	11,4	65	4,8	112	5,9	159	12,2
19	12,7	66	2,3	113	7,4	160	12,3
20	13,3	67	0,0	114	9,2	161	12,4
21	13,4	68	0,0	115	11,7	162	12,5
22	13,3	69	0,0	116	13,5	163	12,7
23	13,1	70	0,0	117	15,0	164	12,8
24	12,5	71	0,0	118	16,2	165	13,2
25	11,1	72	0,0	119	16,8	166	14,3
26	8,9	73	0,0	120	17,5	167	16,5
27	6,2	74	0,0	121	18,8	168	19,4
28	3,8	75	0,0	122	20,3	169	21,7
29	1,8	76	0,0	123	22,0	170	23,1
30	0,0	77	0,0	124	23,6	171	23,5
31	0,0	78	0,0	125	24,8	172	24,2
32	0,0	79	0,0	126	25,6	173	24,8
33	0,0	80	0,0	127	26,3	174	25,4
34	1,5	81	0,0	128	27,2	175	25,8
35	2,8	82	0,0	129	28,3	176	26,5

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
36	3,6	83	0,0	130	29,6	177	27,2
37	4,5	84	0,0	131	30,9	178	28,3
38	5,3	85	0,0	132	32,2	179	29,9
39	6,0	86	0,0	133	33,4	180	32,4
40	6,6	87	0,0	134	35,1	181	35,1
41	7,3	88	0,0	135	37,2	182	37,5
42	7,9	89	0,0	136	38,7	183	39,2
43	8,6	90	0,0	137	39,0	184	40,5
44	9,3	91	0,0	138	40,1	185	41,4
45	10	92	0,0	139	40,4	186	42,0
46	10,8	93	0,0	140	39,7	187	42,5
188	43,2	237	33,5	286	32,5	335	25,0
189	44,4	238	35,8	287	30,9	336	24,6
190	45,9	239	37,6	288	28,6	337	23,9
191	47,6	240	38,8	289	25,9	338	23,0
192	49,0	241	39,6	290	23,1	339	21,8
193	50,0	242	40,1	291	20,1	340	20,7
194	50,2	243	40,9	292	17,3	341	19,6
195	50,1	244	41,8	293	15,1	342	18,7
196	49,8	245	43,3	294	13,7	343	18,1
197	49,4	246	44,7	295	13,4	344	17,5
198	48,9	247	46,4	296	13,9	345	16,7
199	48,5	248	47,9	297	15,0	346	15,4
200	48,3	249	49,6	298	16,3	347	13,6
201	48,2	250	49,6	299	17,4	348	11,2
202	47,9	251	48,8	300	18,2	349	8,6
203	47,1	252	48,0	301	18,6	350	6,0
204	45,5	253	47,5	302	19,0	351	3,1
205	43,2	254	47,1	303	19,4	352	1,2
206	40,6	255	46,9	304	19,8	353	0,0
207	38,5	256	45,8	305	20,1	354	0,0
208	36,9	257	45,8	306	20,5	355	0,0
209	35,9	258	45,8	307	20,2	356	0,0
210	35,3	259	45,9	308	18,6	357	0,0
211	34,8	260	46,2	309	16,5	358	0,0
212	34,5	261	46,4	310	14,4	359	0,0
213	34,2	262	46,6	311	13,4	360	1,4
214	34,0	263	46,8	312	12,9	361	3,2
215	33,8	264	47,0	313	12,7	362	5,6
216	33,6	265	47,3	314	12,4	363	8,1
217	33,5	266	47,5	315	12,4	364	10,3

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
218	33,5	267	47,9	316	12,8	365	12,1
219	33,4	268	48,3	317	14,1	366	12,6
220	33,3	269	48,3	318	16,2	367	13,6
221	33,3	270	48,2	319	18,8	368	14,5
222	33,2	271	48,0	320	21,9	369	15,6
223	33,1	272	47,7	321	25,0	370	16,8
224	33,0	273	47,2	322	28,4	371	18,2
225	32,9	274	46,5	323	31,3	372	19,6
226	32,8	275	45,2	324	34,0	373	20,9
227	32,7	276	43,7	325	34,6	374	22,3
228	32,5	277	42,0	326	33,9	375	23,8
229	32,3	278	40,4	327	31,9	376	25,4
230	31,8	279	39,0	328	30,0	377	27,0
231	31,4	280	37,7	329	29,0	378	28,6
232	30,9	281	36,4	330	27,9	379	30,2
233	30,6	282	35,2	331	27,1	380	31,2
234	30,6	283	34,3	332	26,4	381	31,2
235	30,7	284	33,8	333	25,9	382	30,7
236	32,0	285	33,3	334	25,5	383	29,5
384	28,6	433	0,0	482	2,5	531	26,0
385	27,7	434	0,0	483	5,2	532	26,5
386	26,9	435	0,0	484	7,9	533	26,9
387	26,1	436	0,0	485	10,3	534	27,3
388	25,4	437	0,0	486	12,7	535	27,9
389	24,6	438	0,0	487	15,0	536	30,3
390	23,6	439	0,0	488	17,4	537	33,2
391	22,6	440	0,0	489	19,7	538	35,4
392	21,7	441	0,0	490	21,9	539	38,0
393	20,7	442	0,0	491	24,1	540	40,1
394	19,8	443	0,0	492	26,2	541	42,7
395	18,8	444	0,0	493	28,1	542	44,5
396	17,7	445	0,0	494	29,7	543	46,3
397	16,6	446	0,0	495	31,3	544	47,6
398	15,6	447	0,0	496	33,0	545	48,8
399	14,8	448	0,0	497	34,7	546	49,7
400	14,3	449	0,0	498	36,3	547	50,6
401	13,8	450	0,0	499	38,1	548	51,4
402	13,4	451	0,0	500	39,4	549	51,4
403	13,1	452	0,0	501	40,4	550	50,2
404	12,8	453	0,0	502	41,2	551	47,1
405	12,3	454	0,0	503	42,1	552	44,5

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
406	11,6	455	0,0	504	43,2	553	41,5
407	10,5	456	0,0	505	44,3	554	38,5
408	9,0	457	0,0	506	45,7	555	35,5
409	7,2	458	0,0	507	45,4	556	32,5
410	5,2	459	0,0	508	44,5	557	29,5
411	2,9	460	0,0	509	42,5	558	26,5
412	1,2	461	0,0	510	39,5	559	23,5
413	0,0	462	0,0	511	36,5	560	20,4
414	0,0	463	0,0	512	33,5	561	17,5
415	0,0	464	0,0	513	30,4	562	14,5
416	0,0	465	0,0	514	27,0	563	11,5
417	0,0	466	0,0	515	23,6	564	8,5
418	0,0	467	0,0	516	21,0	565	5,6
419	0,0	468	0,0	517	19,5	566	2,6
420	0,0	469	0,0	518	17,6	567	0,0
421	0,0	470	0,0	519	16,1	568	0,0
422	0,0	471	0,0	520	14,5	569	0,0
423	0,0	472	0,0	521	13,5	570	0,0
424	0,0	473	0,0	522	13,7	571	0,0
425	0,0	474	0,0	523	16,0	572	0,0
426	0,0	475	0,0	524	18,1	573	0,0
427	0,0	476	0,0	525	20,8	574	0,0
428	0,0	477	0,0	526	21,5	575	0,0
429	0,0	478	0,0	527	22,5	576	0,0
430	0,0	479	0,0	528	23,4	577	0,0
431	0,0	480	0,0	529	24,5	578	0,0
432	0,0	481	1,4	530	25,6	579	0,0
580	0,0						
581	0,0						
582	0,0						
583	0,0						
584	0,0						
585	0,0						
586	0,0						
587	0,0						
588	0,0						
589	0,0						

Tabelle A1/4

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 2, Phase Medium₂

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
590	0,0	637	38,6	684	59,3	731	55,3
591	0,0	638	39,8	685	60,2	732	55,1
592	0,0	639	40,6	686	61,3	733	54,8
593	0,0	640	41,1	687	62,4	734	54,6
594	0,0	641	41,9	688	63,4	735	54,5
595	0,0	642	42,8	689	64,4	736	54,3
596	0,0	643	44,3	690	65,4	737	53,9
597	0,0	644	45,7	691	66,3	738	53,4
598	0,0	645	47,4	692	67,2	739	52,6
599	0,0	646	48,9	693	68,0	740	51,5
600	0,0	647	50,6	694	68,8	741	50,2
601	1,6	648	52,0	695	69,5	742	48,7
602	3,6	649	53,7	696	70,1	743	47,0
603	6,3	650	55,0	697	70,6	744	45,1
604	9,0	651	56,8	698	71,0	745	43,0
605	11,8	652	58,0	699	71,6	746	40,6
606	14,2	653	59,8	700	72,2	747	38,1
607	16,6	654	61,1	701	72,8	748	35,4
608	18,5	655	62,4	702	73,5	749	32,7
609	20,8	656	63,0	703	74,1	750	30,0
610	23,4	657	63,5	704	74,3	751	27,5
611	26,9	658	63,0	705	74,3	752	25,3
612	30,3	659	62,0	706	73,7	753	23,4
613	32,8	660	60,4	707	71,9	754	22,0
614	34,1	661	58,6	708	70,5	755	20,8
615	34,2	662	56,7	709	68,9	756	19,8
616	33,6	663	55,0	710	67,4	757	18,9
617	32,1	664	53,7	711	66,0	758	18,0
618	30,0	665	52,7	712	64,7	759	17,0
619	27,5	666	51,9	713	63,7	760	16,1
620	25,1	667	51,4	714	62,9	761	15,5
621	22,8	668	51,0	715	62,2	762	14,4
622	20,5	669	50,7	716	61,7	763	14,9
623	17,9	670	50,6	717	61,2	764	15,9
624	15,1	671	50,8	718	60,7	765	17,1
625	13,4	672	51,2	719	60,3	766	18,3

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
626	12,8	673	51,7	720	59,9	767	19,4
627	13,7	674	52,3	721	59,6	768	20,4
628	16,0	675	53,1	722	59,3	769	21,2
629	18,1	676	53,8	723	59,0	770	21,9
630	20,8	677	54,5	724	58,6	771	22,7
631	23,7	678	55,1	725	58,0	772	23,4
632	26,5	679	55,9	726	57,5	773	24,2
633	29,3	680	56,5	727	56,9	774	24,3
634	32,0	681	57,1	728	56,3	775	24,2
635	34,5	682	57,8	729	55,9	776	24,1
636	36,8	683	58,5	730	55,6	777	23,8
778	23,0	827	59,9	876	46,9	925	49,0
779	22,6	828	60,7	877	47,1	926	48,5
780	21,7	829	61,4	878	47,5	927	48,0
781	21,3	830	62,0	879	47,8	928	47,5
782	20,3	831	62,5	880	48,3	929	47,0
783	19,1	832	62,9	881	48,8	930	46,9
784	18,1	833	63,2	882	49,5	931	46,8
785	16,9	834	63,4	883	50,2	932	46,8
786	16,0	835	63,7	884	50,8	933	46,8
787	14,8	836	64,0	885	51,4	934	46,9
788	14,5	837	64,4	886	51,8	935	46,9
789	13,7	838	64,9	887	51,9	936	46,9
790	13,5	839	65,5	888	51,7	937	46,9
791	12,9	840	66,2	889	51,2	938	46,9
792	12,7	841	67,0	890	50,4	939	46,8
793	12,5	842	67,8	891	49,2	940	46,6
794	12,5	843	68,6	892	47,7	941	46,4
795	12,6	844	69,4	893	46,3	942	46,0
796	13,0	845	70,1	894	45,1	943	45,5
797	13,6	846	70,9	895	44,2	944	45,0
798	14,6	847	71,7	896	43,7	945	44,5
799	15,7	848	72,5	897	43,4	946	44,2
800	17,1	849	73,2	898	43,1	947	43,9
801	18,7	850	73,8	899	42,5	948	43,7
802	20,2	851	74,4	900	41,8	949	43,6
803	21,9	852	74,7	901	41,1	950	43,6
804	23,6	853	74,7	902	40,3	951	43,5
805	25,4	854	74,6	903	39,7	952	43,5
806	27,1	855	74,2	904	39,3	953	43,4
807	28,9	856	73,5	905	39,2	954	43,3

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
808	30,4	857	72,6	906	39,3	955	43,1
809	32,0	858	71,8	907	39,6	956	42,9
810	33,4	859	71,0	908	40,0	957	42,7
811	35,0	860	70,1	909	40,7	958	42,5
812	36,4	861	69,4	910	41,4	959	42,4
813	38,1	862	68,9	911	42,2	960	42,2
814	39,7	863	68,4	912	43,1	961	42,1
815	41,6	864	67,9	913	44,1	962	42,0
816	43,3	865	67,1	914	44,9	963	41,8
817	45,1	866	65,8	915	45,6	964	41,7
818	46,9	867	63,9	916	46,4	965	41,5
819	48,7	868	61,4	917	47,0	966	41,3
820	50,5	869	58,4	918	47,8	967	41,1
821	52,4	870	55,4	919	48,3	968	40,8
822	54,1	871	52,4	920	48,9	969	40,3
823	55,7	872	50,0	921	49,4	970	39,6
824	56,8	873	48,3	922	49,8	971	38,5
825	57,9	874	47,3	923	49,6	972	37,0
826	59,0	875	46,8	924	49,3	973	35,1
974	33,0						
975	30,6						
976	27,9						
977	25,1						
978	22,0						
979	18,8						
980	15,5						
981	12,3						
982	8,8						
983	6,0						
984	3,6						
985	1,6						
986	0,0						
987	0,0						
988	0,0						
989	0,0						
990	0,0						
991	0,0						
992	0,0						
993	0,0						
994	0,0						
995	0,0						

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
996	0,0						
997	0,0						
998	0,0						
999	0,0						
1000	0,0						
1001	0,0						
1002	0,0						
1003	0,0						
1004	0,0						
1005	0,0						
1006	0,0						
1007	0,0						
1008	0,0						
1009	0,0						
1010	0,0						
1011	0,0						
1012	0,0						
1013	0,0						
1014	0,0						
1015	0,0						
1016	0,0						
1017	0,0						
1018	0,0						
1019	0,0						
1020	0,0						
1021	0,0						
1022	0,0						

Tabelle A1/5

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 2, Phase High₂

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
1023	0,0	1070	46,0	1117	73,9	1164	71,7
1024	0,0	1071	46,4	1118	74,9	1165	69,9
1025	0,0	1072	47,0	1119	75,7	1166	67,9
1026	0,0	1073	47,4	1120	76,4	1167	65,7
1027	1,1	1074	48,0	1121	77,1	1168	63,5
1028	3,0	1075	48,4	1122	77,6	1169	61,2
1029	5,7	1076	49,0	1123	78,0	1170	59,0
1030	8,4	1077	49,4	1124	78,2	1171	56,8
1031	11,1	1078	50,0	1125	78,4	1172	54,7
1032	14,0	1079	50,4	1126	78,5	1173	52,7
1033	17,0	1080	50,8	1127	78,5	1174	50,9
1034	20,1	1081	51,1	1128	78,6	1175	49,4
1035	22,7	1082	51,3	1129	78,7	1176	48,1
1036	23,6	1083	51,3	1130	78,9	1177	47,1
1037	24,5	1084	51,3	1131	79,1	1178	46,5
1038	24,8	1085	51,3	1132	79,4	1179	46,3
1039	25,1	1086	51,3	1133	79,8	1180	46,5
1040	25,3	1087	51,3	1134	80,1	1181	47,2
1041	25,5	1088	51,3	1135	80,5	1182	48,3
1042	25,7	1089	51,4	1136	80,8	1183	49,7
1043	25,8	1090	51,6	1137	81,0	1184	51,3
1044	25,9	1091	51,8	1138	81,2	1185	53,0
1045	26,0	1092	52,1	1139	81,3	1186	54,9
1046	26,1	1093	52,3	1140	81,2	1187	56,7
1047	26,3	1094	52,6	1141	81,0	1188	58,6
1048	26,5	1095	52,8	1142	80,6	1189	60,2
1049	26,8	1096	52,9	1143	80,0	1190	61,6
1050	27,1	1097	53,0	1144	79,1	1191	62,2
1051	27,5	1098	53,0	1145	78,0	1192	62,5
1052	28,0	1099	53,0	1146	76,8	1193	62,8
1053	28,6	1100	53,1	1147	75,5	1194	62,9
1054	29,3	1101	53,2	1148	74,1	1195	63,0
1055	30,4	1102	53,3	1149	72,9	1196	63,0
1056	31,8	1103	53,4	1150	71,9	1197	63,1
1057	33,7	1104	53,5	1151	71,2	1198	63,2
1058	35,8	1105	53,7	1152	70,9	1199	63,3

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
1059	37,8	1106	55,0	1153	71,0	1200	63,5
1060	39,5	1107	56,8	1154	71,5	1201	63,7
1061	40,8	1108	58,8	1155	72,3	1202	63,9
1062	41,8	1109	60,9	1156	73,2	1203	64,1
1063	42,4	1110	63,0	1157	74,1	1204	64,3
1064	43,0	1111	65,0	1158	74,9	1205	66,1
1065	43,4	1112	66,9	1159	75,4	1206	67,9
1066	44,0	1113	68,6	1160	75,5	1207	69,7
1067	44,4	1114	70,1	1161	75,2	1208	71,4
1068	45,0	1115	71,5	1162	74,5	1209	73,1
1069	45,4	1116	72,8	1163	73,3	1210	74,7
1211	76,2	1260	35,4	1309	72,3	1358	70,8
1212	77,5	1261	32,7	1310	71,9	1359	70,8
1213	78,6	1262	30,0	1311	71,3	1360	70,9
1214	79,7	1263	29,9	1312	70,9	1361	70,9
1215	80,6	1264	30,0	1313	70,5	1362	70,9
1216	81,5	1265	30,2	1314	70,0	1363	70,9
1217	82,2	1266	30,4	1315	69,6	1364	71,0
1218	83,0	1267	30,6	1316	69,2	1365	71,0
1219	83,7	1268	31,6	1317	68,8	1366	71,1
1220	84,4	1269	33,0	1318	68,4	1367	71,2
1221	84,9	1270	33,9	1319	67,9	1368	71,3
1222	85,1	1271	34,8	1320	67,5	1369	71,4
1223	85,2	1272	35,7	1321	67,2	1370	71,5
1224	84,9	1273	36,6	1322	66,8	1371	71,7
1225	84,4	1274	37,5	1323	65,6	1372	71,8
1226	83,6	1275	38,4	1324	63,3	1373	71,9
1227	82,7	1276	39,3	1325	60,2	1374	71,9
1228	81,5	1277	40,2	1326	56,2	1375	71,9
1229	80,1	1278	40,8	1327	52,2	1376	71,9
1230	78,7	1279	41,7	1328	48,4	1377	71,9
1231	77,4	1280	42,4	1329	45,0	1378	71,9
1232	76,2	1281	43,1	1330	41,6	1379	71,9
1233	75,4	1282	43,6	1331	38,6	1380	72,0
1234	74,8	1283	44,2	1332	36,4	1381	72,1
1235	74,3	1284	44,8	1333	34,8	1382	72,4
1236	73,8	1285	45,5	1334	34,2	1383	72,7
1237	73,2	1286	46,3	1335	34,7	1384	73,1
1238	72,4	1287	47,2	1336	36,3	1385	73,4
1239	71,6	1288	48,1	1337	38,5	1386	73,8
1240	70,8	1289	49,1	1338	41,0	1387	74,0

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
1241	69,9	1290	50,0	1339	43,7	1388	74,1
1242	67,9	1291	51,0	1340	46,5	1389	74,0
1243	65,7	1292	51,9	1341	49,1	1390	73,0
1244	63,5	1293	52,7	1342	51,6	1391	72,0
1245	61,2	1294	53,7	1343	53,9	1392	71,0
1246	59,0	1295	55,0	1344	56,0	1393	70,0
1247	56,8	1296	56,8	1345	57,9	1394	69,0
1248	54,7	1297	58,8	1346	59,7	1395	68,0
1249	52,7	1298	60,9	1347	61,2	1396	67,7
1250	50,9	1299	63,0	1348	62,5	1397	66,7
1251	49,4	1300	65,0	1349	63,5	1398	66,6
1252	48,1	1301	66,9	1350	64,3	1399	66,7
1253	47,1	1302	68,6	1351	65,3	1400	66,8
1254	46,5	1303	70,1	1352	66,3	1401	66,9
1255	46,3	1304	71,0	1353	67,3	1402	66,9
1256	45,1	1305	71,8	1354	68,3	1403	66,9
1257	43,0	1306	72,8	1355	69,3	1404	66,9
1258	40,6	1307	72,9	1356	70,3	1405	66,9
1259	38,1	1308	73,0	1357	70,8	1406	66,9
1407	66,9	1456	0,0				
1408	67,0	1457	0,0				
1409	67,1	1458	0,0				
1410	67,3	1459	0,0				
1411	67,5	1460	0,0				
1412	67,8	1461	0,0				
1413	68,2	1462	0,0				
1414	68,6	1463	0,0				
1415	69,0	1464	0,0				
1416	69,3	1465	0,0				
1417	69,3	1466	0,0				
1418	69,2	1467	0,0				
1419	68,8	1468	0,0				
1420	68,2	1469	0,0				
1421	67,6	1470	0,0				
1422	67,4	1471	0,0				
1423	67,2	1472	0,0				
1424	66,9	1473	0,0				
1425	66,3	1474	0,0				
1426	65,4	1475	0,0				
1427	64,0	1476	0,0				
1428	62,4	1477	0,0				

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
1429	60,6						
1430	58,6						
1431	56,7						
1432	54,8						
1433	53,0						
1434	51,3						
1435	49,6						
1436	47,8						
1437	45,5						
1438	42,8						
1439	39,8						
1440	36,5						
1441	33,0						
1442	29,5						
1443	25,8						
1444	22,1						
1445	18,6						
1446	15,3						
1447	12,4						
1448	9,6						
1449	6,6						
1450	3,8						
1451	1,6						
1452	0,0						
1453	0,0						
1454	0,0						
1455	0,0						

Tabelle A1/6

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 2, Phase Extra High₂

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
1478	0,0	1525	63,4	1572	107,4	1619	113,7
1479	1,1	1526	64,5	1573	108,7	1620	114,1
1480	2,3	1527	65,7	1574	109,9	1621	114,4
1481	4,6	1528	66,9	1575	111,2	1622	114,6
1482	6,5	1529	68,1	1576	112,3	1623	114,7
1483	8,9	1530	69,1	1577	113,4	1624	114,7
1484	10,9	1531	70,0	1578	114,4	1625	114,7
1485	13,5	1532	70,9	1579	115,3	1626	114,6
1486	15,2	1533	71,8	1580	116,1	1627	114,5
1487	17,6	1534	72,6	1581	116,8	1628	114,5
1488	19,3	1535	73,4	1582	117,4	1629	114,5
1489	21,4	1536	74,0	1583	117,7	1630	114,7
1490	23,0	1537	74,7	1584	118,2	1631	115,0
1491	25,0	1538	75,2	1585	118,1	1632	115,6
1492	26,5	1539	75,7	1586	117,7	1633	116,4
1493	28,4	1540	76,4	1587	117,0	1634	117,3
1494	29,8	1541	77,2	1588	116,1	1635	118,2
1495	31,7	1542	78,2	1589	115,2	1636	118,8
1496	33,7	1543	78,9	1590	114,4	1637	119,3
1497	35,8	1544	79,9	1591	113,6	1638	119,6
1498	38,1	1545	81,1	1592	113,0	1639	119,7
1499	40,5	1546	82,4	1593	112,6	1640	119,5
1500	42,2	1547	83,7	1594	112,2	1641	119,3
1501	43,5	1548	85,4	1595	111,9	1642	119,2
1502	44,5	1549	87,0	1596	111,6	1643	119,0
1503	45,2	1550	88,3	1597	111,2	1644	118,8
1504	45,8	1551	89,5	1598	110,7	1645	118,8
1505	46,6	1552	90,5	1599	110,1	1646	118,8
1506	47,4	1553	91,3	1600	109,3	1647	118,8
1507	48,5	1554	92,2	1601	108,4	1648	118,8
1508	49,7	1555	93,0	1602	107,4	1649	118,9
1509	51,3	1556	93,8	1603	106,7	1650	119,0
1510	52,9	1557	94,6	1604	106,3	1651	119,0
1511	54,3	1558	95,3	1605	106,2	1652	119,1
1512	55,6	1559	95,9	1606	106,4	1653	119,2
1513	56,8	1560	96,6	1607	107,0	1654	119,4

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
1514	57,9	1561	97,4	1608	107,5	1655	119,6
1515	58,9	1562	98,1	1609	107,9	1656	119,9
1516	59,7	1563	98,7	1610	108,4	1657	120,1
1517	60,3	1564	99,5	1611	108,9	1658	120,3
1518	60,7	1565	100,3	1612	109,5	1659	120,4
1519	60,9	1566	101,1	1613	110,2	1660	120,5
1520	61,0	1567	101,9	1614	110,9	1661	120,5
1521	61,1	1568	102,8	1615	111,6	1662	120,5
1522	61,4	1569	103,8	1616	112,2	1663	120,5
1523	61,8	1570	105,0	1617	112,8	1664	120,4
1524	62,5	1571	106,1	1618	113,3	1665	120,3
1666	120,1	1715	120,4	1764	82,6		
1667	119,9	1716	120,8	1765	81,9		
1668	119,6	1717	121,1	1766	81,1		
1669	119,5	1718	121,6	1767	80,0		
1670	119,4	1719	121,8	1768	78,7		
1671	119,3	1720	122,1	1769	76,9		
1672	119,3	1721	122,4	1770	74,6		
1673	119,4	1722	122,7	1771	72,0		
1674	119,5	1723	122,8	1772	69,0		
1675	119,5	1724	123,1	1773	65,6		
1676	119,6	1725	123,1	1774	62,1		
1677	119,6	1726	122,8	1775	58,5		
1678	119,6	1727	122,3	1776	54,7		
1679	119,4	1728	121,3	1777	50,9		
1680	119,3	1729	119,9	1778	47,3		
1681	119,0	1730	118,1	1779	43,8		
1682	118,8	1731	115,9	1780	40,4		
1683	118,7	1732	113,5	1781	37,4		
1684	118,8	1733	111,1	1782	34,3		
1685	119,0	1734	108,6	1783	31,3		
1686	119,2	1735	106,2	1784	28,3		
1687	119,6	1736	104,0	1785	25,2		
1688	120,0	1737	101,1	1786	22,0		
1689	120,3	1738	98,3	1787	18,9		
1690	120,5	1739	95,7	1788	16,1		
1691	120,7	1740	93,5	1789	13,4		
1692	120,9	1741	91,5	1790	11,1		
1693	121,0	1742	90,7	1791	8,9		
1694	121,1	1743	90,4	1792	6,9		
1695	121,2	1744	90,2	1793	4,9		

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
1696	121,3	1745	90,2	1794	2,8		
1697	121,4	1746	90,1	1795	0,0		
1698	121,5	1747	90,0	1796	0,0		
1699	121,5	1748	89,8	1797	0,0		
1700	121,5	1749	89,6	1798	0,0		
1701	121,4	1750	89,4	1799	0,0		
1702	121,3	1751	89,2	1800	0,0		
1703	121,1	1752	88,9				
1704	120,9	1753	88,5				
1705	120,6	1754	88,1				
1706	120,4	1755	87,6				
1707	120,2	1756	87,1				
1708	120,1	1757	86,6				
1709	119,9	1758	86,1				
1710	119,8	1759	85,5				
1711	119,8	1760	85,0				
1712	119,9	1761	84,4				
1713	120,0	1762	83,8				
1714	120,2	1763	83,2				

6. WLTC-Zyklus für Fahrzeuge der Klasse 3

Abbildung A1/7

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 3, Phase Low₃

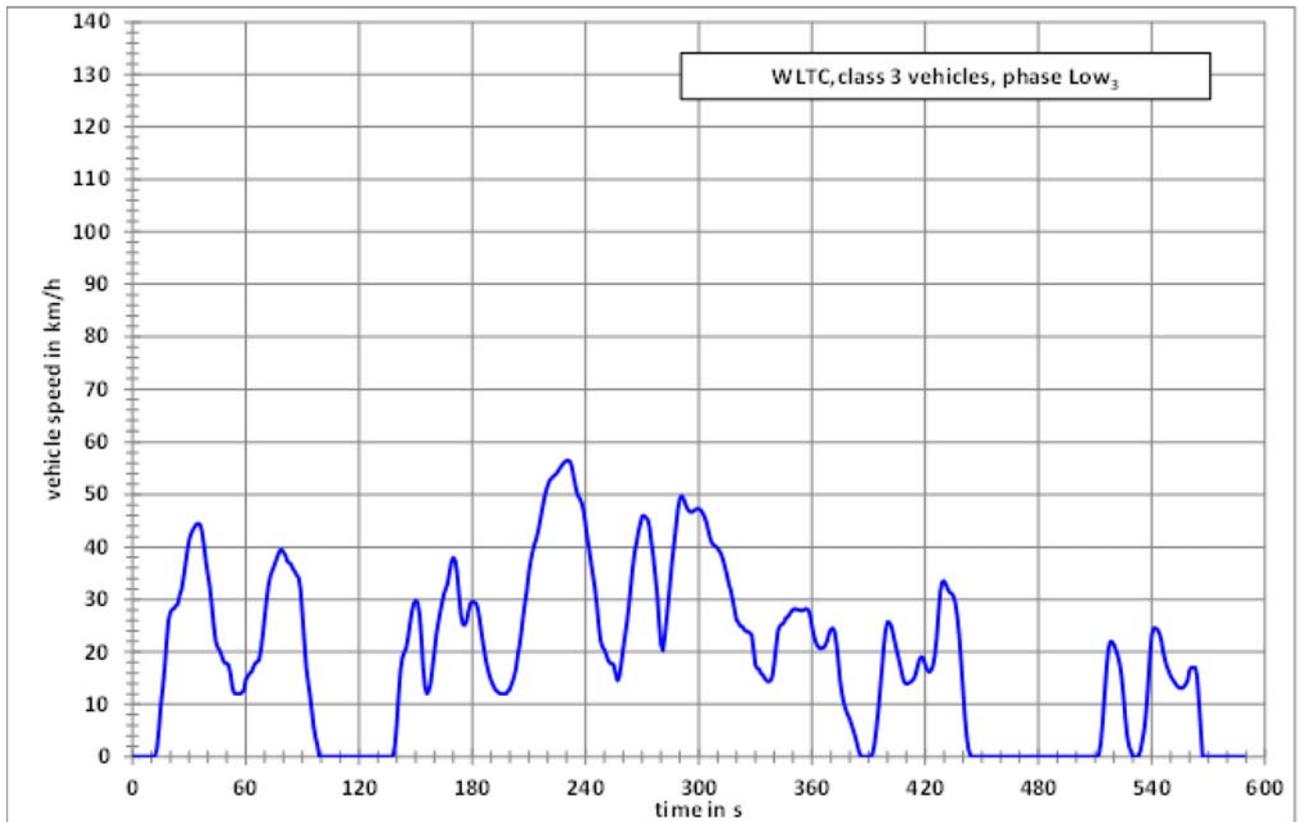


Abbildung A1/8

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 3, Phase Medium₃₋₁

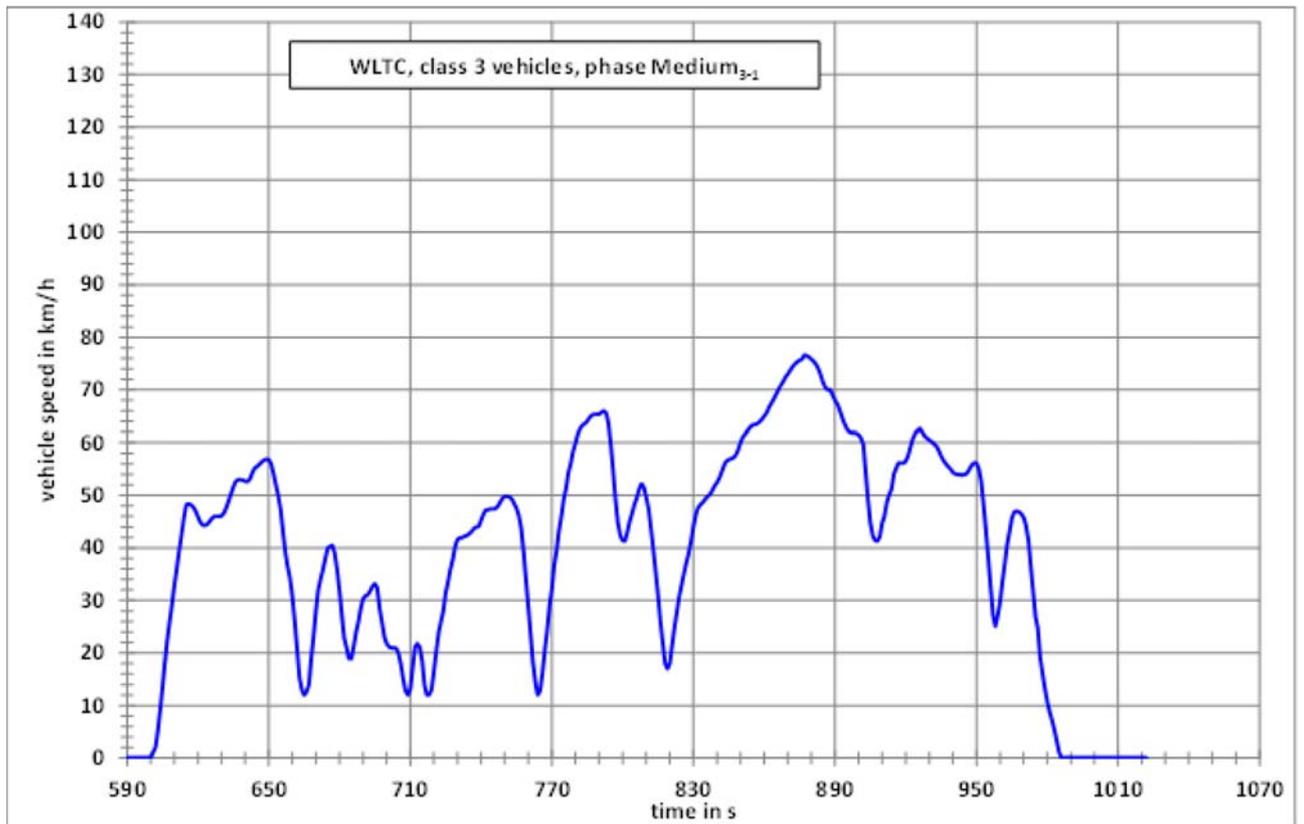


Abbildung A1/9

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 3, Phase Medium₃₋₂

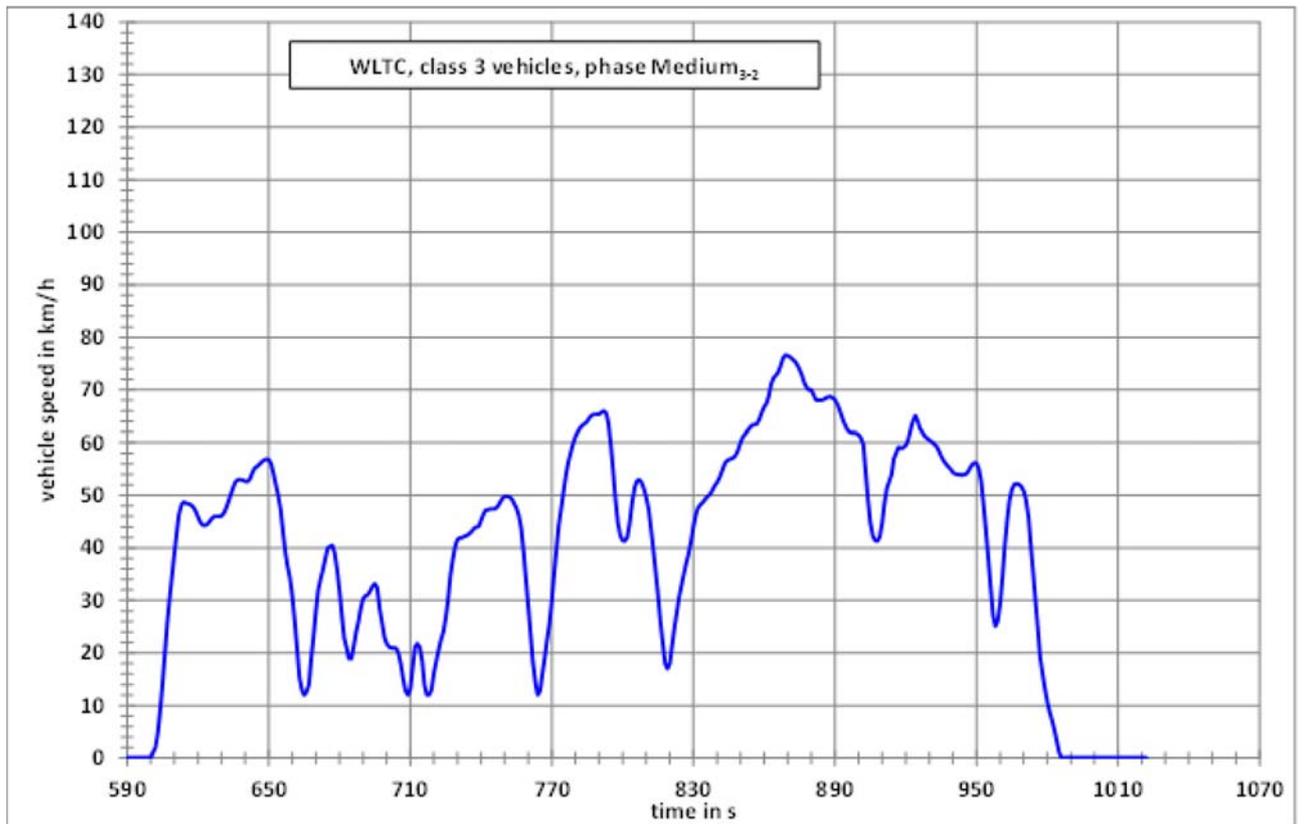


Abbildung A1/10

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 3, Phase High₃₋₁

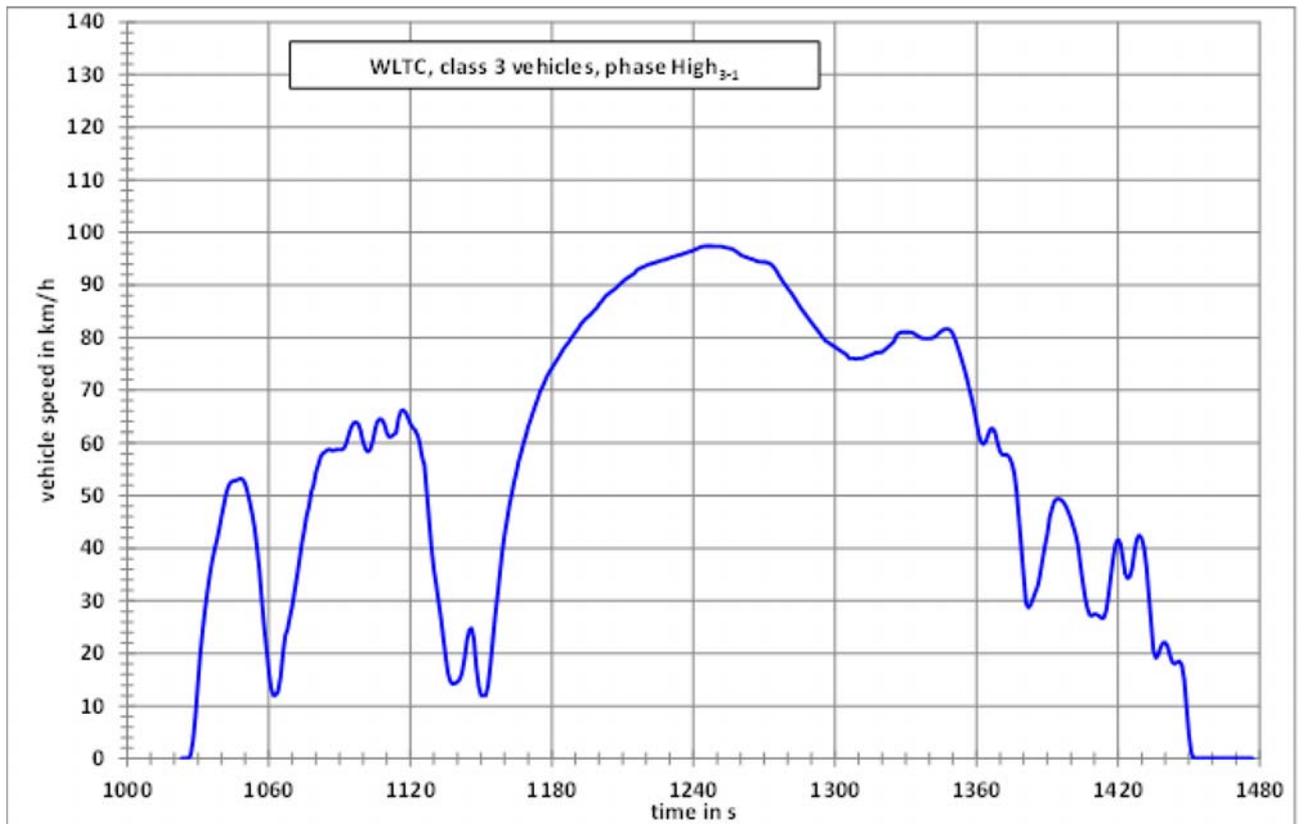


Abbildung A1/11

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 3, Phase High₃₋₂

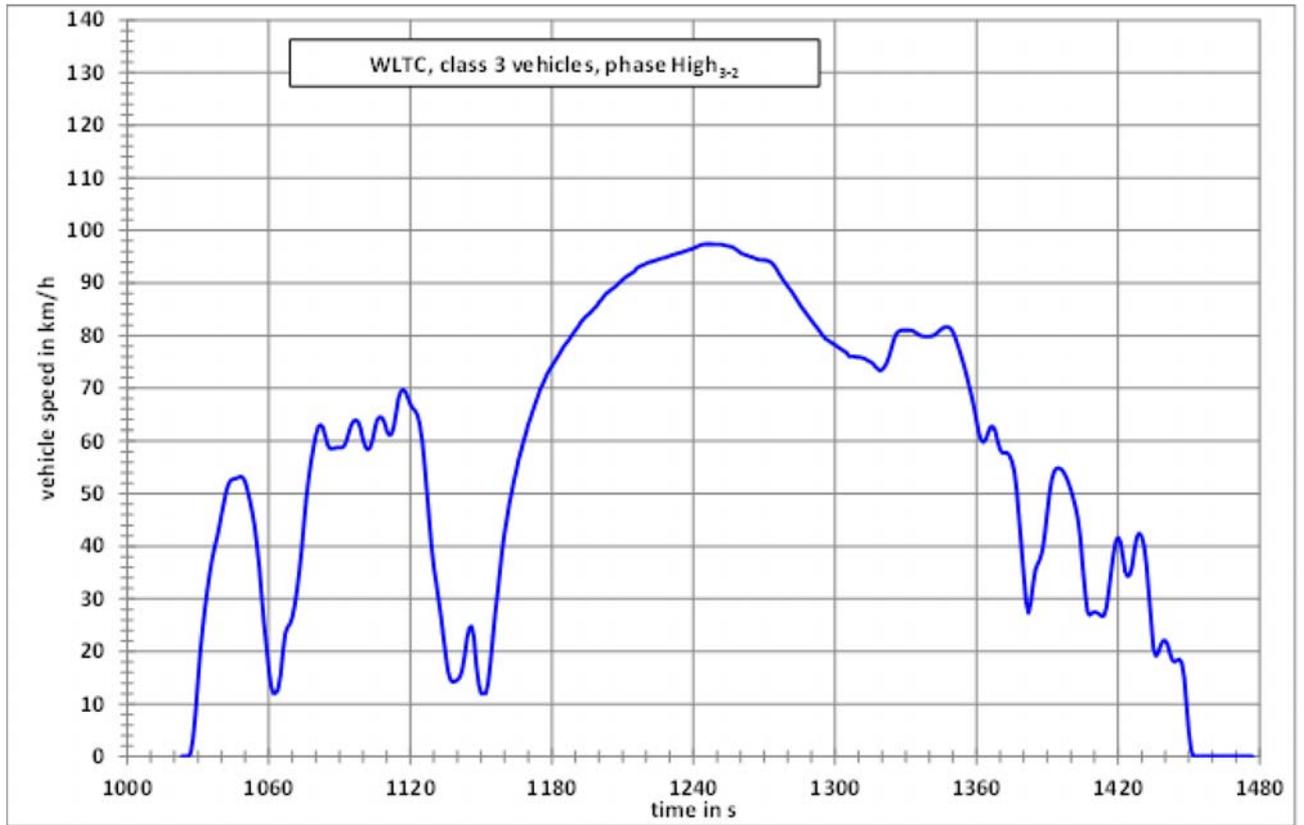


Abbildung A1/12

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 3, Phase Extra High₃

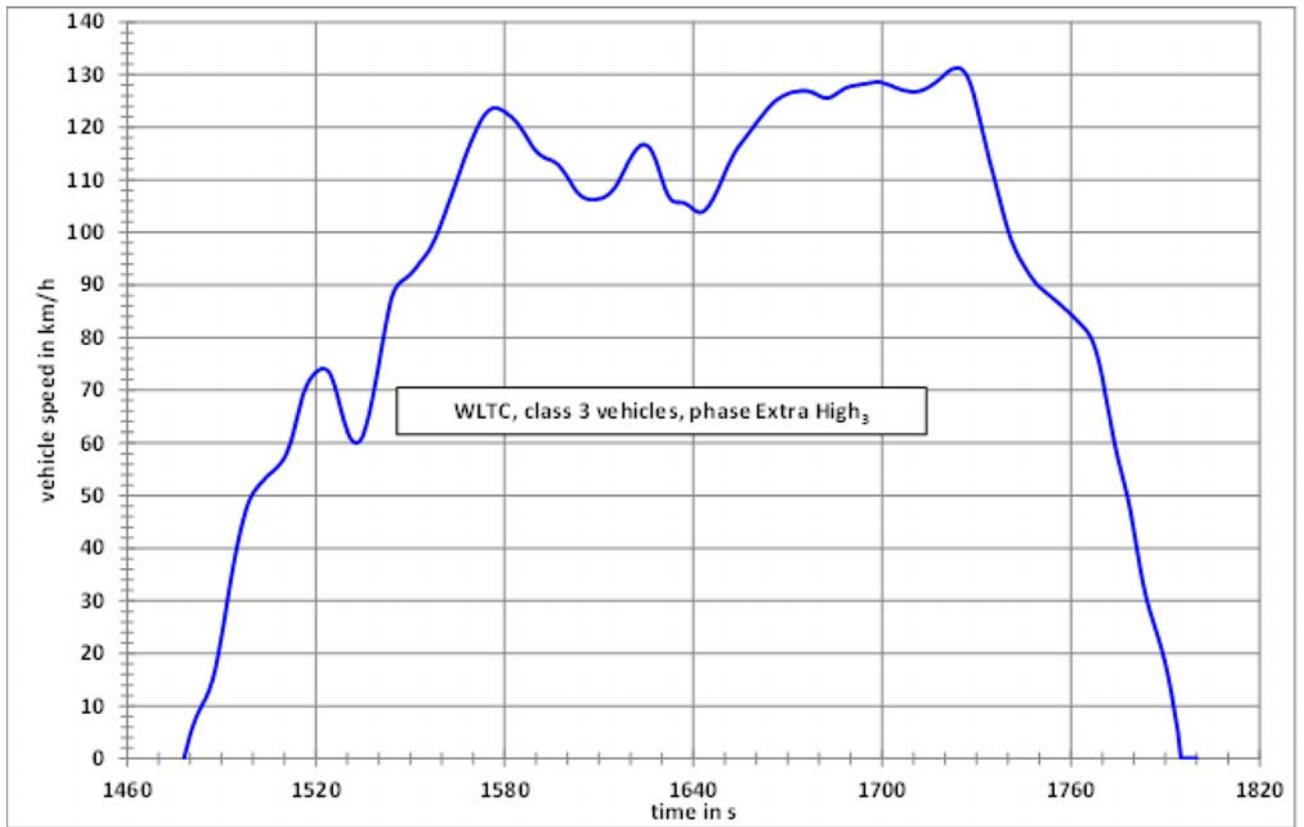


Tabelle A1/7

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 3, Phase Low₃

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
0	0,0	47	19,5	94	12,0	141	11,7
1	0,0	48	18,4	95	9,1	142	16,4
2	0,0	49	17,8	96	5,8	143	18,9
3	0,0	50	17,8	97	3,6	144	19,9
4	0,0	51	17,4	98	2,2	145	20,8
5	0,0	52	15,7	99	0,0	146	22,8
6	0,0	53	13,1	100	0,0	147	25,4
7	0,0	54	12,1	101	0,0	148	27,7
8	0,0	55	12,0	102	0,0	149	29,2
9	0,0	56	12,0	103	0,0	150	29,8
10	0,0	57	12,0	104	0,0	151	29,4
11	0,0	58	12,3	105	0,0	152	27,2
12	0,2	59	12,6	106	0,0	153	22,6
13	1,7	60	14,7	107	0,0	154	17,3
14	5,4	61	15,3	108	0,0	155	13,3
15	9,9	62	15,9	109	0,0	156	12,0
16	13,1	63	16,2	110	0,0	157	12,6
17	16,9	64	17,1	111	0,0	158	14,1
18	21,7	65	17,8	112	0,0	159	17,2
19	26,0	66	18,1	113	0,0	160	20,1
20	27,5	67	18,4	114	0,0	161	23,4
21	28,1	68	20,3	115	0,0	162	25,5
22	28,3	69	23,2	116	0,0	163	27,6
23	28,8	70	26,5	117	0,0	164	29,5
24	29,1	71	29,8	118	0,0	165	31,1
25	30,8	72	32,6	119	0,0	166	32,1
26	31,9	73	34,4	120	0,0	167	33,2
27	34,1	74	35,5	121	0,0	168	35,2
28	36,6	75	36,4	122	0,0	169	37,2
29	39,1	76	37,4	123	0,0	170	38,0
30	41,3	77	38,5	124	0,0	171	37,4
31	42,5	78	39,3	125	0,0	172	35,1
32	43,3	79	39,5	126	0,0	173	31,0
33	43,9	80	39,0	127	0,0	174	27,1
34	44,4	81	38,5	128	0,0	175	25,3
35	44,5	82	37,3	129	0,0	176	25,1

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
36	44,2	83	37,0	130	0,0	177	25,9
37	42,7	84	36,7	131	0,0	178	27,8
38	39,9	85	35,9	132	0,0	179	29,2
39	37,0	86	35,3	133	0,0	180	29,6
40	34,6	87	34,6	134	0,0	181	29,5
41	32,3	88	34,2	135	0,0	182	29,2
42	29,0	89	31,9	136	0,0	183	28,3
43	25,1	90	27,3	137	0,0	184	26,1
44	22,2	91	22,0	138	0,2	185	23,6
45	20,9	92	17,0	139	1,9	186	21,0
46	20,4	93	14,2	140	6,1	187	18,9
188	17,1	237	49,2	286	37,4	335	15,0
189	15,7	238	48,4	287	40,7	336	14,5
190	14,5	239	46,9	288	44,0	337	14,3
191	13,7	240	44,3	289	47,3	338	14,5
192	12,9	241	41,5	290	49,2	339	15,4
193	12,5	242	39,5	291	49,8	340	17,8
194	12,2	243	37,0	292	49,2	341	21,1
195	12,0	244	34,6	293	48,1	342	24,1
196	12,0	245	32,3	294	47,3	343	25,0
197	12,0	246	29,0	295	46,8	344	25,3
198	12,0	247	25,1	296	46,7	345	25,5
199	12,5	248	22,2	297	46,8	346	26,4
200	13,0	249	20,9	298	47,1	347	26,6
201	14,0	250	20,4	299	47,3	348	27,1
202	15,0	251	19,5	300	47,3	349	27,7
203	16,5	252	18,4	301	47,1	350	28,1
204	19,0	253	17,8	302	46,6	351	28,2
205	21,2	254	17,8	303	45,8	352	28,1
206	23,8	255	17,4	304	44,8	353	28,0
207	26,9	256	15,7	305	43,3	354	27,9
208	29,6	257	14,5	306	41,8	355	27,9
209	32,0	258	15,4	307	40,8	356	28,1
210	35,2	259	17,9	308	40,3	357	28,2
211	37,5	260	20,6	309	40,1	358	28,0
212	39,2	261	23,2	310	39,7	359	26,9
213	40,5	262	25,7	311	39,2	360	25,0
214	41,6	263	28,7	312	38,5	361	23,2
215	43,1	264	32,5	313	37,4	362	21,9
216	45,0	265	36,1	314	36,0	363	21,1
217	47,1	266	39,0	315	34,4	364	20,7

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
218	49,0	267	40,8	316	33,0	365	20,7
219	50,6	268	42,9	317	31,7	366	20,8
220	51,8	269	44,4	318	30,0	367	21,2
221	52,7	270	45,9	319	28,0	368	22,1
222	53,1	271	46,0	320	26,1	369	23,5
223	53,5	272	45,6	321	25,6	370	24,3
224	53,8	273	45,3	322	24,9	371	24,5
225	54,2	274	43,7	323	24,9	372	23,8
226	54,8	275	40,8	324	24,3	373	21,3
227	55,3	276	38,0	325	23,9	374	17,7
228	55,8	277	34,4	326	23,9	375	14,4
229	56,2	278	30,9	327	23,6	376	11,9
230	56,5	279	25,5	328	23,3	377	10,2
231	56,5	280	21,4	329	20,5	378	8,9
232	56,2	281	20,2	330	17,5	379	8,0
233	54,9	282	22,9	331	16,9	380	7,2
234	52,9	283	26,6	332	16,7	381	6,1
235	51,0	284	30,2	333	15,9	382	4,9
236	49,8	285	34,1	334	15,6	383	3,7
384	2,3	433	31,3	482	0,0	531	0,0
385	0,9	434	31,1	483	0,0	532	0,0
386	0,0	435	30,6	484	0,0	533	0,2
387	0,0	436	29,2	485	0,0	534	1,2
388	0,0	437	26,7	486	0,0	535	3,2
389	0,0	438	23,0	487	0,0	536	5,2
390	0,0	439	18,2	488	0,0	537	8,2
391	0,0	440	12,9	489	0,0	538	13
392	0,5	441	7,7	490	0,0	539	18,8
393	2,1	442	3,8	491	0,0	540	23,1
394	4,8	443	1,3	492	0,0	541	24,5
395	8,3	444	0,2	493	0,0	542	24,5
396	12,3	445	0,0	494	0,0	543	24,3
397	16,6	446	0,0	495	0,0	544	23,6
398	20,9	447	0,0	496	0,0	545	22,3
399	24,2	448	0,0	497	0,0	546	20,1
400	25,6	449	0,0	498	0,0	547	18,5
401	25,6	450	0,0	499	0,0	548	17,2
402	24,9	451	0,0	500	0,0	549	16,3
403	23,3	452	0,0	501	0,0	550	15,4
404	21,6	453	0,0	502	0,0	551	14,7
405	20,2	454	0,0	503	0,0	552	14,3

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
406	18,7	455	0,0	504	0,0	553	13,7
407	17,0	456	0,0	505	0,0	554	13,3
408	15,3	457	0,0	506	0,0	555	13,1
409	14,2	458	0,0	507	0,0	556	13,1
410	13,9	459	0,0	508	0,0	557	13,3
411	14,0	460	0,0	509	0,0	558	13,8
412	14,2	461	0,0	510	0,0	559	14,5
413	14,5	462	0,0	511	0,0	560	16,5
414	14,9	463	0,0	512	0,5	561	17,0
415	15,9	464	0,0	513	2,5	562	17,0
416	17,4	465	0,0	514	6,6	563	17,0
417	18,7	466	0,0	515	11,8	564	15,4
418	19,1	467	0,0	516	16,8	565	10,1
419	18,8	468	0,0	517	20,5	566	4,8
420	17,6	469	0,0	518	21,9	567	0,0
421	16,6	470	0,0	519	21,9	568	0,0
422	16,2	471	0,0	520	21,3	569	0,0
423	16,4	472	0,0	521	20,3	570	0,0
424	17,2	473	0,0	522	19,2	571	0,0
425	19,1	474	0,0	523	17,8	572	0,0
426	22,6	475	0,0	524	15,5	573	0,0
427	27,4	476	0,0	525	11,9	574	0,0
428	31,6	477	0,0	526	7,6	575	0,0
429	33,4	478	0,0	527	4,0	576	0,0
430	33,5	479	0,0	528	2,0	577	0,0
431	32,8	480	0,0	529	1,0	578	0,0
432	31,9	481	0,0	530	0,0	579	0,0
580	0,0						
581	0,0						
582	0,0						
583	0,0						
584	0,0						
585	0,0						
586	0,0						
587	0,0						
588	0,0						
589	0,0						

Tabelle A1/8

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 3, Phase Medium₃₋₁

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
590	0,0	637	53,0	684	18,9	731	41,9
591	0,0	638	53,0	685	18,9	732	42,0
592	0,0	639	52,9	686	21,3	733	42,2
593	0,0	640	52,7	687	23,9	734	42,4
594	0,0	641	52,6	688	25,9	735	42,7
595	0,0	642	53,1	689	28,4	736	43,1
596	0,0	643	54,3	690	30,3	737	43,7
597	0,0	644	55,2	691	30,9	738	44,0
598	0,0	645	55,5	692	31,1	739	44,1
599	0,0	646	55,9	693	31,8	740	45,3
600	0,0	647	56,3	694	32,7	741	46,4
601	1,0	648	56,7	695	33,2	742	47,2
602	2,1	649	56,9	696	32,4	743	47,3
603	5,2	650	56,8	697	28,3	744	47,4
604	9,2	651	56,0	698	25,8	745	47,4
605	13,5	652	54,2	699	23,1	746	47,5
606	18,1	653	52,1	700	21,8	747	47,9
607	22,3	654	50,1	701	21,2	748	48,6
608	26,0	655	47,2	702	21,0	749	49,4
609	29,3	656	43,2	703	21,0	750	49,8
610	32,8	657	39,2	704	20,9	751	49,8
611	36,0	658	36,5	705	19,9	752	49,7
612	39,2	659	34,3	706	17,9	753	49,3
613	42,5	660	31,0	707	15,1	754	48,5
614	45,7	661	26,0	708	12,8	755	47,6
615	48,2	662	20,7	709	12,0	756	46,3
616	48,4	663	15,4	710	13,2	757	43,7
617	48,2	664	13,1	711	17,1	758	39,3
618	47,8	665	12,0	712	21,1	759	34,1
619	47,0	666	12,5	713	21,8	760	29,0
620	45,9	667	14,0	714	21,2	761	23,7
621	44,9	668	19,0	715	18,5	762	18,4
622	44,4	669	23,2	716	13,9	763	14,3
623	44,3	670	28,0	717	12,0	764	12,0
624	44,5	671	32,0	718	12,0	765	12,8
625	45,1	672	34,0	719	13,0	766	16,0

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
626	45,7	673	36,0	720	16,3	767	20,4
627	46,0	674	38,0	721	20,5	768	24,0
628	46,0	675	40,0	722	23,9	769	29,0
629	46,0	676	40,3	723	26,0	770	32,2
630	46,1	677	40,5	724	28,0	771	36,8
631	46,7	678	39,0	725	31,5	772	39,4
632	47,7	679	35,7	726	33,4	773	43,2
633	48,9	680	31,8	727	36,0	774	45,8
634	50,3	681	27,1	728	37,8	775	49,2
635	51,6	682	22,8	729	40,2	776	51,4
636	52,6	683	21,1	730	41,6	777	54,2
778	56,0	827	37,1	876	75,8	925	62,3
779	58,3	828	38,9	877	76,6	926	62,7
780	59,8	829	41,4	878	76,5	927	62,0
781	61,7	830	44,0	879	76,2	928	61,3
782	62,7	831	46,3	880	75,8	929	60,9
783	63,3	832	47,7	881	75,4	930	60,5
784	63,6	833	48,2	882	74,8	931	60,2
785	64,0	834	48,7	883	73,9	932	59,8
786	64,7	835	49,3	884	72,7	933	59,4
787	65,2	836	49,8	885	71,3	934	58,6
788	65,3	837	50,2	886	70,4	935	57,5
789	65,3	838	50,9	887	70,0	936	56,6
790	65,4	839	51,8	888	70,0	937	56,0
791	65,7	840	52,5	889	69,0	938	55,5
792	66,0	841	53,3	890	68,0	939	55,0
793	65,6	842	54,5	891	67,3	940	54,4
794	63,5	843	55,7	892	66,2	941	54,1
795	59,7	844	56,5	893	64,8	942	54,0
796	54,6	845	56,8	894	63,6	943	53,9
797	49,3	846	57,0	895	62,6	944	53,9
798	44,9	847	57,2	896	62,1	945	54,0
799	42,3	848	57,7	897	61,9	946	54,2
800	41,4	849	58,7	898	61,9	947	55,0
801	41,3	850	60,1	899	61,8	948	55,8
802	43,0	851	61,1	900	61,5	949	56,2
803	45,0	852	61,7	901	60,9	950	56,1
804	46,5	853	62,3	902	59,7	951	55,1
805	48,3	854	62,9	903	54,6	952	52,7
806	49,5	855	63,3	904	49,3	953	48,4
807	51,2	856	63,4	905	44,9	954	43,1

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
808	52,2	857	63,5	906	42,3	955	37,8
809	51,6	858	63,9	907	41,4	956	32,5
810	49,7	859	64,4	908	41,3	957	27,2
811	47,4	860	65,0	909	42,1	958	25,1
812	43,7	861	65,6	910	44,7	959	27,0
813	39,7	862	66,6	911	46,0	960	29,8
814	35,5	863	67,4	912	48,8	961	33,8
815	31,1	864	68,2	913	50,1	962	37,0
816	26,3	865	69,1	914	51,3	963	40,7
817	21,9	866	70,0	915	54,1	964	43,0
818	18,0	867	70,8	916	55,2	965	45,6
819	17,0	868	71,5	917	56,2	966	46,9
820	18,0	869	72,4	918	56,1	967	47,0
821	21,4	870	73,0	919	56,1	968	46,9
822	24,8	871	73,7	920	56,5	969	46,5
823	27,9	872	74,4	921	57,5	970	45,8
824	30,8	873	74,9	922	59,2	971	44,3
825	33,0	874	75,3	923	60,7	972	41,3
826	35,1	875	75,6	924	61,8	973	36,5
974	31,7						
975	27,0						
976	24,7						
977	19,3						
978	16,0						
979	13,2						
980	10,7						
981	8,8						
982	7,2						
983	5,5						
984	3,2						
985	1,1						
986	0,0						
987	0,0						
988	0,0						
989	0,0						
990	0,0						
991	0,0						
992	0,0						
993	0,0						
994	0,0						
995	0,0						

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
996	0,0						
997	0,0						
998	0,0						
999	0,0						
1000	0,0						
1001	0,0						
1002	0,0						
1003	0,0						
1004	0,0						
1005	0,0						
1006	0,0						
1007	0,0						
1008	0,0						
1009	0,0						
1010	0,0						
1011	0,0						
1012	0,0						
1013	0,0						
1014	0,0						
1015	0,0						
1016	0,0						
1017	0,0						
1018	0,0						
1019	0,0						
1020	0,0						
1021	0,0						
1022	0,0						

Tabelle A1/9

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 3, Phase Medium₃₋₂

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
590	0,0	637	53,0	684	18,9	731	41,9
591	0,0	638	53,0	685	18,9	732	42,0
592	0,0	639	52,9	686	21,3	733	42,2
593	0,0	640	52,7	687	23,9	734	42,4
594	0,0	641	52,6	688	25,9	735	42,7
595	0,0	642	53,1	689	28,4	736	43,1
596	0,0	643	54,3	690	30,3	737	43,7
597	0,0	644	55,2	691	30,9	738	44,0
598	0,0	645	55,5	692	31,1	739	44,1
599	0,0	646	55,9	693	31,8	740	45,3
600	0,0	647	56,3	694	32,7	741	46,4
601	1,0	648	56,7	695	33,2	742	47,2
602	2,1	649	56,9	696	32,4	743	47,3
603	4,8	650	56,8	697	28,3	744	47,4
604	9,1	651	56,0	698	25,8	745	47,4
605	14,2	652	54,2	699	23,1	746	47,5
606	19,8	653	52,1	700	21,8	747	47,9
607	25,5	654	50,1	701	21,2	748	48,6
608	30,5	655	47,2	702	21,0	749	49,4
609	34,8	656	43,2	703	21,0	750	49,8
610	38,8	657	39,2	704	20,9	751	49,8
611	42,9	658	36,5	705	19,9	752	49,7
612	46,4	659	34,3	706	17,9	753	49,3
613	48,3	660	31,0	707	15,1	754	48,5
614	48,7	661	26,0	708	12,8	755	47,6
615	48,5	662	20,7	709	12,0	756	46,3
616	48,4	663	15,4	710	13,2	757	43,7
617	48,2	664	13,1	711	17,1	758	39,3
618	47,8	665	12,0	712	21,1	759	34,1
619	47,0	666	12,5	713	21,8	760	29,0
620	45,9	667	14,0	714	21,2	761	23,7
621	44,9	668	19,0	715	18,5	762	18,4
622	44,4	669	23,2	716	13,9	763	14,3
623	44,3	670	28,0	717	12,0	764	12,0
624	44,5	671	32,0	718	12,0	765	12,8
625	45,1	672	34,0	719	13,0	766	16,0

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
626	45,7	673	36,0	720	16,0	767	19,1
627	46,0	674	38,0	721	18,5	768	22,4
628	46,0	675	40,0	722	20,6	769	25,6
629	46,0	676	40,3	723	22,5	770	30,1
630	46,1	677	40,5	724	24,0	771	35,3
631	46,7	678	39,0	725	26,6	772	39,9
632	47,7	679	35,7	726	29,9	773	44,5
633	48,9	680	31,8	727	34,8	774	47,5
634	50,3	681	27,1	728	37,8	775	50,9
635	51,6	682	22,8	729	40,2	776	54,1
636	52,6	683	21,1	730	41,6	777	56,3
778	58,1	827	37,1	876	72,7	925	64,1
779	59,8	828	38,9	877	71,3	926	62,7
780	61,1	829	41,4	878	70,4	927	62,0
781	62,1	830	44,0	879	70,0	928	61,3
782	62,8	831	46,3	880	70,0	929	60,9
783	63,3	832	47,7	881	69,0	930	60,5
784	63,6	833	48,2	882	68,0	931	60,2
785	64,0	834	48,7	883	68,0	932	59,8
786	64,7	835	49,3	884	68,0	933	59,4
787	65,2	836	49,8	885	68,1	934	58,6
788	65,3	837	50,2	886	68,4	935	57,5
789	65,3	838	50,9	887	68,6	936	56,6
790	65,4	839	51,8	888	68,7	937	56,0
791	65,7	840	52,5	889	68,5	938	55,5
792	66,0	841	53,3	890	68,1	939	55,0
793	65,6	842	54,5	891	67,3	940	54,4
794	63,5	843	55,7	892	66,2	941	54,1
795	59,7	844	56,5	893	64,8	942	54,0
796	54,6	845	56,8	894	63,6	943	53,9
797	49,3	846	57,0	895	62,6	944	53,9
798	44,9	847	57,2	896	62,1	945	54,0
799	42,3	848	57,7	897	61,9	946	54,2
800	41,4	849	58,7	898	61,9	947	55,0
801	41,3	850	60,1	899	61,8	948	55,8
802	42,1	851	61,1	900	61,5	949	56,2
803	44,7	852	61,7	901	60,9	950	56,1
804	48,4	853	62,3	902	59,7	951	55,1
805	51,4	854	62,9	903	54,6	952	52,7
806	52,7	855	63,3	904	49,3	953	48,4
807	53,0	856	63,4	905	44,9	954	43,1

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
808	52,5	857	63,5	906	42,3	955	37,8
809	51,3	858	64,5	907	41,4	956	32,5
810	49,7	859	65,8	908	41,3	957	27,2
811	47,4	860	66,8	909	42,1	958	25,1
812	43,7	861	67,4	910	44,7	959	26,0
813	39,7	862	68,8	911	48,4	960	29,3
814	35,5	863	71,1	912	51,4	961	34,6
815	31,1	864	72,3	913	52,7	962	40,4
816	26,3	865	72,8	914	54,0	963	45,3
817	21,9	866	73,4	915	57,0	964	49,0
818	18,0	867	74,6	916	58,1	965	51,1
819	17,0	868	76,0	917	59,2	966	52,1
820	18,0	869	76,6	918	59,0	967	52,2
821	21,4	870	76,5	919	59,1	968	52,1
822	24,8	871	76,2	920	59,5	969	51,7
823	27,9	872	75,8	921	60,5	970	50,9
824	30,8	873	75,4	922	62,3	971	49,2
825	33,0	874	74,8	923	63,9	972	45,9
826	35,1	875	73,9	924	65,1	973	40,6
974	35,3						
975	30,0						
976	24,7						
977	19,3						
978	16,0						
979	13,2						
980	10,7						
981	8,8						
982	7,2						
983	5,5						
984	3,2						
985	1,1						
986	0,0						
987	0,0						
988	0,0						
989	0,0						
990	0,0						
991	0,0						
992	0,0						
993	0,0						
994	0,0						
995	0,0						

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
996	0,0						
997	0,0						
998	0,0						
999	0,0						
1000	0,0						
1001	0,0						
1002	0,0						
1003	0,0						
1004	0,0						
1005	0,0						
1006	0,0						
1007	0,0						
1008	0,0						
1009	0,0						
1010	0,0						
1011	0,0						
1012	0,0						
1013	0,0						
1014	0,0						
1015	0,0						
1016	0,0						
1017	0,0						
1018	0,0						
1019	0,0						
1020	0,0						
1021	0,0						
1022	0,0						

Tabelle A1/10

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 3, Phase High₃₋₁

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
1023	0,0	1070	29,0	1117	66,2	1164	52,6
1024	0,0	1071	32,0	1118	65,8	1165	54,5
1025	0,0	1072	34,8	1119	64,7	1166	56,6
1026	0,0	1073	37,7	1120	63,6	1167	58,3
1027	0,8	1074	40,8	1121	62,9	1168	60,0
1028	3,6	1075	43,2	1122	62,4	1169	61,5
1029	8,6	1076	46,0	1123	61,7	1170	63,1
1030	14,6	1077	48,0	1124	60,1	1171	64,3
1031	20,0	1078	50,7	1125	57,3	1172	65,7
1032	24,4	1079	52,0	1126	55,8	1173	67,1
1033	28,2	1080	54,5	1127	50,5	1174	68,3
1034	31,7	1081	55,9	1128	45,2	1175	69,7
1035	35,0	1082	57,4	1129	40,1	1176	70,6
1036	37,6	1083	58,1	1130	36,2	1177	71,6
1037	39,7	1084	58,4	1131	32,9	1178	72,6
1038	41,5	1085	58,8	1132	29,8	1179	73,5
1039	43,6	1086	58,8	1133	26,6	1180	74,2
1040	46,0	1087	58,6	1134	23,0	1181	74,9
1041	48,4	1088	58,7	1135	19,4	1182	75,6
1042	50,5	1089	58,8	1136	16,3	1183	76,3
1043	51,9	1090	58,8	1137	14,6	1184	77,1
1044	52,6	1091	58,8	1138	14,2	1185	77,9
1045	52,8	1092	59,1	1139	14,3	1186	78,5
1046	52,9	1093	60,1	1140	14,6	1187	79,0
1047	53,1	1094	61,7	1141	15,1	1188	79,7
1048	53,3	1095	63,0	1142	16,4	1189	80,3
1049	53,1	1096	63,7	1143	19,1	1190	81,0
1050	52,3	1097	63,9	1144	22,5	1191	81,6
1051	50,7	1098	63,5	1145	24,4	1192	82,4
1052	48,8	1099	62,3	1146	24,8	1193	82,9
1053	46,5	1100	60,3	1147	22,7	1194	83,4
1054	43,8	1101	58,9	1148	17,4	1195	83,8
1055	40,3	1102	58,4	1149	13,8	1196	84,2
1056	36,0	1103	58,8	1150	12,0	1197	84,7
1057	30,7	1104	60,2	1151	12,0	1198	85,2
1058	25,4	1105	62,3	1152	12,0	1199	85,6

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
1059	21,0	1106	63,9	1153	13,9	1200	86,3
1060	16,7	1107	64,5	1154	17,7	1201	86,8
1061	13,4	1108	64,4	1155	22,8	1202	87,4
1062	12,0	1109	63,5	1156	27,3	1203	88,0
1063	12,1	1110	62,0	1157	31,2	1204	88,3
1064	12,8	1111	61,2	1158	35,2	1205	88,7
1065	15,6	1112	61,3	1159	39,4	1206	89,0
1066	19,9	1113	61,7	1160	42,5	1207	89,3
1067	23,4	1114	62,0	1161	45,4	1208	89,8
1068	24,6	1115	64,6	1162	48,2	1209	90,2
1069	27,0	1116	66,0	1163	50,3	1210	90,6
1211	91,0	1260	95,7	1309	75,9	1358	68,2
1212	91,3	1261	95,5	1310	76,0	1359	66,1
1213	91,6	1262	95,3	1311	76,0	1360	63,8
1214	91,9	1263	95,2	1312	76,1	1361	61,6
1215	92,2	1264	95,0	1313	76,3	1362	60,2
1216	92,8	1265	94,9	1314	76,5	1363	59,8
1217	93,1	1266	94,7	1315	76,6	1364	60,4
1218	93,3	1267	94,5	1316	76,8	1365	61,8
1219	93,5	1268	94,4	1317	77,1	1366	62,6
1220	93,7	1269	94,4	1318	77,1	1367	62,7
1221	93,9	1270	94,3	1319	77,2	1368	61,9
1222	94,0	1271	94,3	1320	77,2	1369	60,0
1223	94,1	1272	94,1	1321	77,6	1370	58,4
1224	94,3	1273	93,9	1322	78,0	1371	57,8
1225	94,4	1274	93,4	1323	78,4	1372	57,8
1226	94,6	1275	92,8	1324	78,8	1373	57,8
1227	94,7	1276	92,0	1325	79,2	1374	57,3
1228	94,8	1277	91,3	1326	80,3	1375	56,2
1229	95,0	1278	90,6	1327	80,8	1376	54,3
1230	95,1	1279	90,0	1328	81,0	1377	50,8
1231	95,3	1280	89,3	1329	81,0	1378	45,5
1232	95,4	1281	88,7	1330	81,0	1379	40,2
1233	95,6	1282	88,1	1331	81,0	1380	34,9
1234	95,7	1283	87,4	1332	81,0	1381	29,6
1235	95,8	1284	86,7	1333	80,9	1382	28,7
1236	96,0	1285	86,0	1334	80,6	1383	29,3
1237	96,1	1286	85,3	1335	80,3	1384	30,5
1238	96,3	1287	84,7	1336	80,0	1385	31,7
1239	96,4	1288	84,1	1337	79,9	1386	32,9
1240	96,6	1289	83,5	1338	79,8	1387	35,0

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
1241	96,8	1290	82,9	1339	79,8	1388	38,0
1242	97,0	1291	82,3	1340	79,8	1389	40,5
1243	97,2	1292	81,7	1341	79,9	1390	42,7
1244	97,3	1293	81,1	1342	80,0	1391	45,8
1245	97,4	1294	80,5	1343	80,4	1392	47,5
1246	97,4	1295	79,9	1344	80,8	1393	48,9
1247	97,4	1296	79,4	1345	81,2	1394	49,4
1248	97,4	1297	79,1	1346	81,5	1395	49,4
1249	97,3	1298	78,8	1347	81,6	1396	49,2
1250	97,3	1299	78,5	1348	81,6	1397	48,7
1251	97,3	1300	78,2	1349	81,4	1398	47,9
1252	97,3	1301	77,9	1350	80,7	1399	46,9
1253	97,2	1302	77,6	1351	79,6	1400	45,6
1254	97,1	1303	77,3	1352	78,2	1401	44,2
1255	97,0	1304	77,0	1353	76,8	1402	42,7
1256	96,9	1305	76,7	1354	75,3	1403	40,7
1257	96,7	1306	76,0	1355	73,8	1404	37,1
1258	96,4	1307	76,0	1356	72,1	1405	33,9
1259	96,1	1308	76,0	1357	70,2	1406	30,6
1407	28,6	1456	0,0				
1408	27,3	1457	0,0				
1409	27,2	1458	0,0				
1410	27,5	1459	0,0				
1411	27,4	1460	0,0				
1412	27,1	1461	0,0				
1413	26,7	1462	0,0				
1414	26,8	1463	0,0				
1415	28,2	1464	0,0				
1416	31,1	1465	0,0				
1417	34,8	1466	0,0				
1418	38,4	1467	0,0				
1419	40,9	1468	0,0				
1420	41,7	1469	0,0				
1421	40,9	1470	0,0				
1422	38,3	1471	0,0				
1423	35,3	1472	0,0				
1424	34,3	1473	0,0				
1425	34,6	1474	0,0				
1426	36,3	1475	0,0				
1427	39,5	1476	0,0				
1428	41,8	1477	0,0				

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
1429	42,5						
1430	41,9						
1431	40,1						
1432	36,6						
1433	31,3						
1434	26,0						
1435	20,6						
1436	19,1						
1437	19,7						
1438	21,1						
1439	22,0						
1440	22,1						
1441	21,4						
1442	19,6						
1443	18,3						
1444	18,0						
1445	18,3						
1446	18,5						
1447	17,9						
1448	15,0						
1449	9,9						
1450	4,6						
1451	1,2						
1452	0,0						
1453	0,0						
1454	0,0						
1455	0,0						

Tabelle A1/11

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 3, Phase High₃₋₂

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
1023	0,0	1070	26,4	1117	69,7	1164	52,6
1024	0,0	1071	28,8	1118	69,3	1165	54,5
1025	0,0	1072	31,8	1119	68,1	1166	56,6
1026	0,0	1073	35,3	1120	66,9	1167	58,3
1027	0,8	1074	39,5	1121	66,2	1168	60,0
1028	3,6	1075	44,5	1122	65,7	1169	61,5
1029	8,6	1076	49,3	1123	64,9	1170	63,1
1030	14,6	1077	53,3	1124	63,2	1171	64,3
1031	20,0	1078	56,4	1125	60,3	1172	65,7
1032	24,4	1079	58,9	1126	55,8	1173	67,1
1033	28,2	1080	61,2	1127	50,5	1174	68,3
1034	31,7	1081	62,6	1128	45,2	1175	69,7
1035	35,0	1082	63,0	1129	40,1	1176	70,6
1036	37,6	1083	62,5	1130	36,2	1177	71,6
1037	39,7	1084	60,9	1131	32,9	1178	72,6
1038	41,5	1085	59,3	1132	29,8	1179	73,5
1039	43,6	1086	58,6	1133	26,6	1180	74,2
1040	46,0	1087	58,6	1134	23,0	1181	74,9
1041	48,4	1088	58,7	1135	19,4	1182	75,6
1042	50,5	1089	58,8	1136	16,3	1183	76,3
1043	51,9	1090	58,8	1137	14,6	1184	77,1
1044	52,6	1091	58,8	1138	14,2	1185	77,9
1045	52,8	1092	59,1	1139	14,3	1186	78,5
1046	52,9	1093	60,1	1140	14,6	1187	79,0
1047	53,1	1094	61,7	1141	15,1	1188	79,7
1048	53,3	1095	63,0	1142	16,4	1189	80,3
1049	53,1	1096	63,7	1143	19,1	1190	81,0
1050	52,3	1097	63,9	1144	22,5	1191	81,6
1051	50,7	1098	63,5	1145	24,4	1192	82,4
1052	48,8	1099	62,3	1146	24,8	1193	82,9
1053	46,5	1100	60,3	1147	22,7	1194	83,4
1054	43,8	1101	58,9	1148	17,4	1195	83,8
1055	40,3	1102	58,4	1149	13,8	1196	84,2
1056	36,0	1103	58,8	1150	12,0	1197	84,7
1057	30,7	1104	60,2	1151	12,0	1198	85,2
1058	25,4	1105	62,3	1152	12,0	1199	85,6

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
1059	21,0	1106	63,9	1153	13,9	1200	86,3
1060	16,7	1107	64,5	1154	17,7	1201	86,8
1061	13,4	1108	64,4	1155	22,8	1202	87,4
1062	12,0	1109	63,5	1156	27,3	1203	88,0
1063	12,1	1110	62,0	1157	31,2	1204	88,3
1064	12,8	1111	61,2	1158	35,2	1205	88,7
1065	15,6	1112	61,3	1159	39,4	1206	89,0
1066	19,9	1113	62,6	1160	42,5	1207	89,3
1067	23,4	1114	65,3	1161	45,4	1208	89,8
1068	24,6	1115	68,0	1162	48,2	1209	90,2
1069	25,2	1116	69,4	1163	50,3	1210	90,6
1211	91,0	1260	95,7	1309	75,9	1358	68,2
1212	91,3	1261	95,5	1310	75,9	1359	66,1
1213	91,6	1262	95,3	1311	75,8	1360	63,8
1214	91,9	1263	95,2	1312	75,7	1361	61,6
1215	92,2	1264	95,0	1313	75,5	1362	60,2
1216	92,8	1265	94,9	1314	75,2	1363	59,8
1217	93,1	1266	94,7	1315	75,0	1364	60,4
1218	93,3	1267	94,5	1316	74,7	1365	61,8
1219	93,5	1268	94,4	1317	74,1	1366	62,6
1220	93,7	1269	94,4	1318	73,7	1367	62,7
1221	93,9	1270	94,3	1319	73,3	1368	61,9
1222	94,0	1271	94,3	1320	73,5	1369	60,0
1223	94,1	1272	94,1	1321	74,0	1370	58,4
1224	94,3	1273	93,9	1322	74,9	1371	57,8
1225	94,4	1274	93,4	1323	76,1	1372	57,8
1226	94,6	1275	92,8	1324	77,7	1373	57,8
1227	94,7	1276	92,0	1325	79,2	1374	57,3
1228	94,8	1277	91,3	1326	80,3	1375	56,2
1229	95,0	1278	90,6	1327	80,8	1376	54,3
1230	95,1	1279	90,0	1328	81,0	1377	50,8
1231	95,3	1280	89,3	1329	81,0	1378	45,5
1232	95,4	1281	88,7	1330	81,0	1379	40,2
1233	95,6	1282	88,1	1331	81,0	1380	34,9
1234	95,7	1283	87,4	1332	81,0	1381	29,6
1235	95,8	1284	86,7	1333	80,9	1382	27,3
1236	96,0	1285	86,0	1334	80,6	1383	29,3
1237	96,1	1286	85,3	1335	80,3	1384	32,9
1238	96,3	1287	84,7	1336	80,0	1385	35,6
1239	96,4	1288	84,1	1337	79,9	1386	36,7
1240	96,6	1289	83,5	1338	79,8	1387	37,6

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
1241	96,8	1290	82,9	1339	79,8	1388	39,4
1242	97,0	1291	82,3	1340	79,8	1389	42,5
1243	97,2	1292	81,7	1341	79,9	1390	46,5
1244	97,3	1293	81,1	1342	80,0	1391	50,2
1245	97,4	1294	80,5	1343	80,4	1392	52,8
1246	97,4	1295	79,9	1344	80,8	1393	54,3
1247	97,4	1296	79,4	1345	81,2	1394	54,9
1248	97,4	1297	79,1	1346	81,5	1395	54,9
1249	97,3	1298	78,8	1347	81,6	1396	54,7
1250	97,3	1299	78,5	1348	81,6	1397	54,1
1251	97,3	1300	78,2	1349	81,4	1398	53,2
1252	97,3	1301	77,9	1350	80,7	1399	52,1
1253	97,2	1302	77,6	1351	79,6	1400	50,7
1254	97,1	1303	77,3	1352	78,2	1401	49,1
1255	97,0	1304	77,0	1353	76,8	1402	47,4
1256	96,9	1305	76,7	1354	75,3	1403	45,2
1257	96,7	1306	76,0	1355	73,8	1404	41,8
1258	96,4	1307	76,0	1356	72,1	1405	36,5
1259	96,1	1308	76,0	1357	70,2	1406	31,2
1407	27,6	1456	0,0				
1408	26,9	1457	0,0				
1409	27,3	1458	0,0				
1410	27,5	1459	0,0				
1411	27,4	1460	0,0				
1412	27,1	1461	0,0				
1413	26,7	1462	0,0				
1414	26,8	1463	0,0				
1415	28,2	1464	0,0				
1416	31,1	1465	0,0				
1417	34,8	1466	0,0				
1418	38,4	1467	0,0				
1419	40,9	1468	0,0				
1420	41,7	1469	0,0				
1421	40,9	1470	0,0				
1422	38,3	1471	0,0				
1423	35,3	1472	0,0				
1424	34,3	1473	0,0				
1425	34,6	1474	0,0				
1426	36,3	1475	0,0				
1427	39,5	1476	0,0				
1428	41,8	1477	0,0				

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
1429	42,5						
1430	41,9						
1431	40,1						
1432	36,6						
1433	31,3						
1434	26,0						
1435	20,6						
1436	19,1						
1437	19,7						
1438	21,1						
1439	22,0						
1440	22,1						
1441	21,4						
1442	19,6						
1443	18,3						
1444	18,0						
1445	18,3						
1446	18,5						
1447	17,9						
1448	15,0						
1449	9,9						
1450	4,6						
1451	1,2						
1452	0,0						
1453	0,0						
1454	0,0						
1455	0,0						

Tabelle A1/12

WLTC-Zyklus, Fahrzeuge der Klasse 3, Phase Extra High₃

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
1478	0,0	1525	72,5	1572	120,7	1619	113,0
1479	2,2	1526	70,8	1573	121,8	1620	114,1
1480	4,4	1527	68,6	1574	122,6	1621	115,1
1481	6,3	1528	66,2	1575	123,2	1622	115,9
1482	7,9	1529	64,0	1576	123,6	1623	116,5
1483	9,2	1530	62,2	1577	123,7	1624	116,7
1484	10,4	1531	60,9	1578	123,6	1625	116,6
1485	11,5	1532	60,2	1579	123,3	1626	116,2
1486	12,9	1533	60,0	1580	123,0	1627	115,2
1487	14,7	1534	60,4	1581	122,5	1628	113,8
1488	17,0	1535	61,4	1582	122,1	1629	112,0
1489	19,8	1536	63,2	1583	121,5	1630	110,1
1490	23,1	1537	65,6	1584	120,8	1631	108,3
1491	26,7	1538	68,4	1585	120,0	1632	107,0
1492	30,5	1539	71,6	1586	119,1	1633	106,1
1493	34,1	1540	74,9	1587	118,1	1634	105,8
1494	37,5	1541	78,4	1588	117,1	1635	105,7
1495	40,6	1542	81,8	1589	116,2	1636	105,7
1496	43,3	1543	84,9	1590	115,5	1637	105,6
1497	45,7	1544	87,4	1591	114,9	1638	105,3
1498	47,7	1545	89,0	1592	114,5	1639	104,9
1499	49,3	1546	90,0	1593	114,1	1640	104,4
1500	50,5	1547	90,6	1594	113,9	1641	104,0
1501	51,3	1548	91,0	1595	113,7	1642	103,8
1502	52,1	1549	91,5	1596	113,3	1643	103,9
1503	52,7	1550	92,0	1597	112,9	1644	104,4
1504	53,4	1551	92,7	1598	112,2	1645	105,1
1505	54,0	1552	93,4	1599	111,4	1646	106,1
1506	54,5	1553	94,2	1600	110,5	1647	107,2
1507	55,0	1554	94,9	1601	109,5	1648	108,5
1508	55,6	1555	95,7	1602	108,5	1649	109,9
1509	56,3	1556	96,6	1603	107,7	1650	111,3
1510	57,2	1557	97,7	1604	107,1	1651	112,7
1511	58,5	1558	98,9	1605	106,6	1652	113,9
1512	60,2	1559	100,4	1606	106,4	1653	115,0
1513	62,3	1560	102,0	1607	106,2	1654	116,0

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
1514	64,7	1561	103,6	1608	106,2	1655	116,8
1515	67,1	1562	105,2	1609	106,2	1656	117,6
1516	69,2	1563	106,8	1610	106,4	1657	118,4
1517	70,7	1564	108,5	1611	106,5	1658	119,2
1518	71,9	1565	110,2	1612	106,8	1659	120,0
1519	72,7	1566	111,9	1613	107,2	1660	120,8
1520	73,4	1567	113,7	1614	107,8	1661	121,6
1521	73,8	1568	115,3	1615	108,5	1662	122,3
1522	74,1	1569	116,8	1616	109,4	1663	123,1
1523	74,0	1570	118,2	1617	110,5	1664	123,8
1524	73,6	1571	119,5	1618	111,7	1665	124,4
1666	125,0	1715	127,7	1764	82,0		
1667	125,4	1716	128,1	1765	81,3		
1668	125,8	1717	128,5	1766	80,4		
1669	126,1	1718	129,0	1767	79,1		
1670	126,4	1719	129,5	1768	77,4		
1671	126,6	1720	130,1	1769	75,1		
1672	126,7	1721	130,6	1770	72,3		
1673	126,8	1722	131,0	1771	69,1		
1674	126,9	1723	131,2	1772	65,9		
1675	126,9	1724	131,3	1773	62,7		
1676	126,9	1725	131,2	1774	59,7		
1677	126,8	1726	130,7	1775	57,0		
1678	126,6	1727	129,8	1776	54,6		
1679	126,3	1728	128,4	1777	52,2		
1680	126,0	1729	126,5	1778	49,7		
1681	125,7	1730	124,1	1779	46,8		
1682	125,6	1731	121,6	1780	43,5		
1683	125,6	1732	119,0	1781	39,9		
1684	125,8	1733	116,5	1782	36,4		
1685	126,2	1734	114,1	1783	33,2		
1686	126,6	1735	111,8	1784	30,5		
1687	127,0	1736	109,5	1785	28,3		
1688	127,4	1737	107,1	1786	26,3		
1689	127,6	1738	104,8	1787	24,4		
1690	127,8	1739	102,5	1788	22,5		
1691	127,9	1740	100,4	1789	20,5		
1692	128,0	1741	98,6	1790	18,2		
1693	128,1	1742	97,2	1791	15,5		
1694	128,2	1743	95,9	1792	12,3		
1695	128,3	1744	94,8	1793	8,7		

Zeit in s	Geschwindigkeit in km/h						
1696	128,4	1745	93,8	1794	5,2		
1697	128,5	1746	92,8	1795	0,0		
1698	128,6	1747	91,8	1796	0,0		
1699	128,6	1748	91,0	1797	0,0		
1700	128,5	1749	90,2	1798	0,0		
1701	128,3	1750	89,6	1799	0,0		
1702	128,1	1751	89,1	1800	0,0		
1703	127,9	1752	88,6				
1704	127,6	1753	88,1				
1705	127,4	1754	87,6				
1706	127,2	1755	87,1				
1707	127,0	1756	86,6				
1708	126,9	1757	86,1				
1709	126,8	1758	85,5				
1710	126,7	1759	85,0				
1711	126,8	1760	84,4				
1712	126,9	1761	83,8				
1713	127,1	1762	83,2				
1714	127,4	1763	82,6				

7. Identifizierung des Zyklus

Zur Bestätigung der Auswahl der richtigen Zyklusversion oder der Verwendung des richtigen Zyklus durch das Betriebssystem des Prüfstands sind in Tabelle A1/13 Kontrollsummen in Bezug auf die Werte der Fahrzeuggeschwindigkeit für die Zyklusphasen und den gesamten Zyklus enthalten.

Tabelle A1/13

1 Hz-Kontrollsummen

Fahrzeugklasse	Zyklusphase	Kontrollsumme der 1 Hz-Sollgeschwindigkeiten des Fahrzeugs
Klasse 1	Low	11988,4
	Medium	17162,8
	Insgesamt	29151,2
Klasse 2	Low	11162,2
	Medium	17054,3

	High	24450,6
	Extra High	28869,8
	Insgesamt	81536,9
Klasse 3-1	Low	11140,3
	Medium	16995,7
	High	25646,0
	Extra High	29714,9
	Insgesamt	83496,9
Klasse 3-2	Low	11140,3
	Medium	17121,2
	High	25782,2
	Extra High	29714,9
	Insgesamt	83758,6

8. Zyklusänderung

Absatz 8 dieses Unteranhangs gilt nicht für: extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge, nicht extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge und nicht extern aufladbare Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeuge.

8.1. Allgemeine Bemerkungen

Der zu durchzufahrende Zyklus hängt von dem Verhältnis von Nennleistung zu Masse im fahrbereiten Zustand des Prüffahrzeugs, W/kg, und seiner Höchstgeschwindigkeit, v_{\max} , ab.

Es können Beeinträchtigungen des Fahrverhaltens bei Fahrzeugen auftreten, deren Verhältnisse von Leistung zu Masse nahe an den Grenzwerten zwischen Klasse 1 und Klasse 2, Klasse 2 und Klasse 3 liegen, oder bei Fahrzeugen mit sehr geringer Leistung in Klasse 1.

Da sich diese Probleme hauptsächlich auf Zyklusphasen mit einer Kombination aus hoher Fahrzeuggeschwindigkeit und hohen Beschleunigungswerten statt auf die Höchstgeschwindigkeit des Zyklus beziehen, ist das Miniaturisierungsverfahren anzuwenden, um das Fahrverhalten zu verbessern.

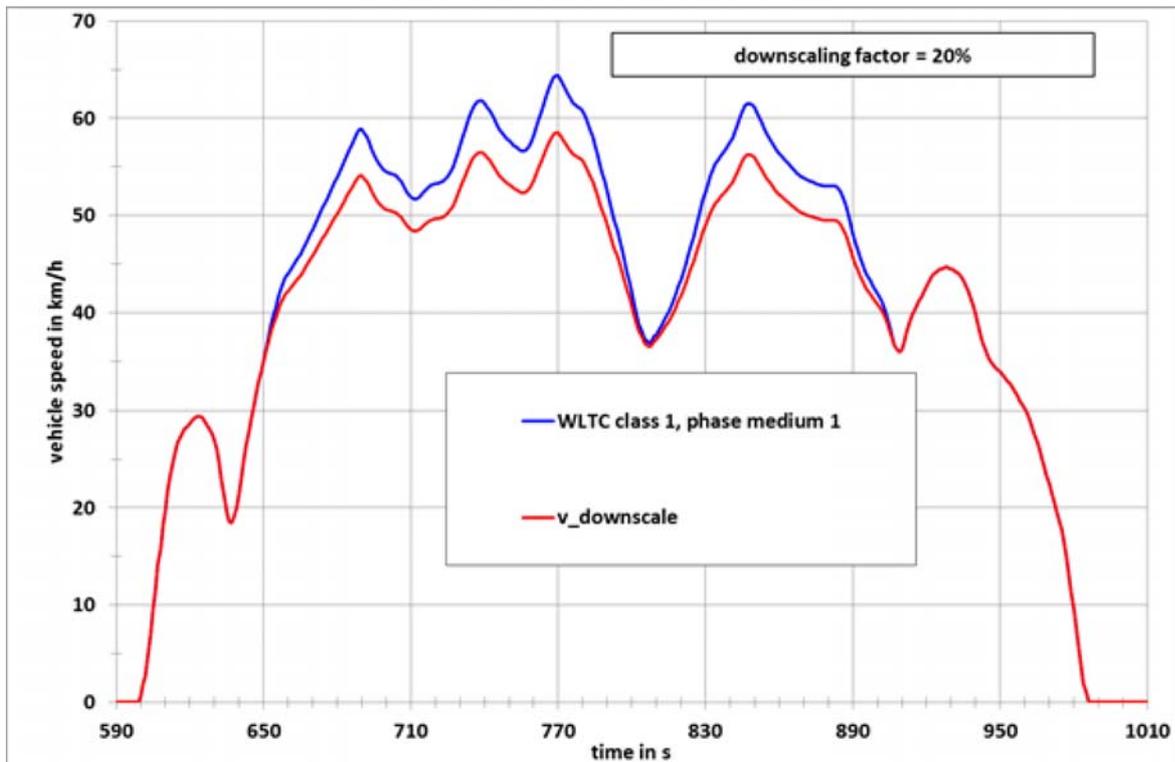
8.2. In diesem Absatz wird das Miniaturisierungsverfahren zur Änderung des Zyklusprofils beschrieben.

8.2.1. Miniaturisierungsverfahren für Fahrzeuge der Klasse 1

Abbildung A1/14 zeigt beispielhaft eine miniaturisierte Phase mittlerer Geschwindigkeit im WLTC-Zyklus für Fahrzeuge der Klasse 1.

Abbildung A1/14

Miniaturisierte Phase mittlerer Geschwindigkeit im WLTC-Zyklus für Fahrzeuge der Klasse 1



Im Zyklus der Klasse 1 erfolgt die Miniaturisierung im Zeitraum zwischen Sekunde 651 und Sekunde 906. In diesem Zeitraum ist die Beschleunigung für den ursprünglichen Zyklus mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$a_{\text{orig}_i} = \frac{v_{i+1} - v_i}{3,6}$$

Dabei ist:

v_i die Fahrzeuggeschwindigkeit in km/h

i die Zeit zwischen Sekunde 651 und Sekunde 906

Die Miniaturisierung muss zuerst im Zeitraum zwischen Sekunde 651 und Sekunde 848 erfolgen. Die miniaturisierte Geschwindigkeitskurve ist dann mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$v_{\text{dsc}_{i+1}} = v_{\text{dsc}_i} + a_{\text{orig}_i} \times (1 - f_{\text{dsc}}) \times 3,6$$

dabei ist $i = 651$ bis 847 .

Für $i = 651$, $v_{dsc_i} = v_{orig_i}$

Um bei Sekunde 907 die ursprüngliche Fahrzeuggeschwindigkeit zu erhalten, ist für die Verzögerung ein Korrekturfaktor mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$f_{corr_dec} = \frac{v_{dsc_848} - 36,7}{v_{orig_848} - 36,7}$$

dabei ist 36,7 km/h die ursprüngliche Fahrzeuggeschwindigkeit bei Sekunde 907.

Die miniaturisierte Fahrzeuggeschwindigkeit zwischen Sekunde 849 und Sekunde 906 ist dann mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$v_{dsc_i} = v_{dsc_{i-1}} + a_{orig_{i-1}} \times f_{corr_dec} \times 3,6$$

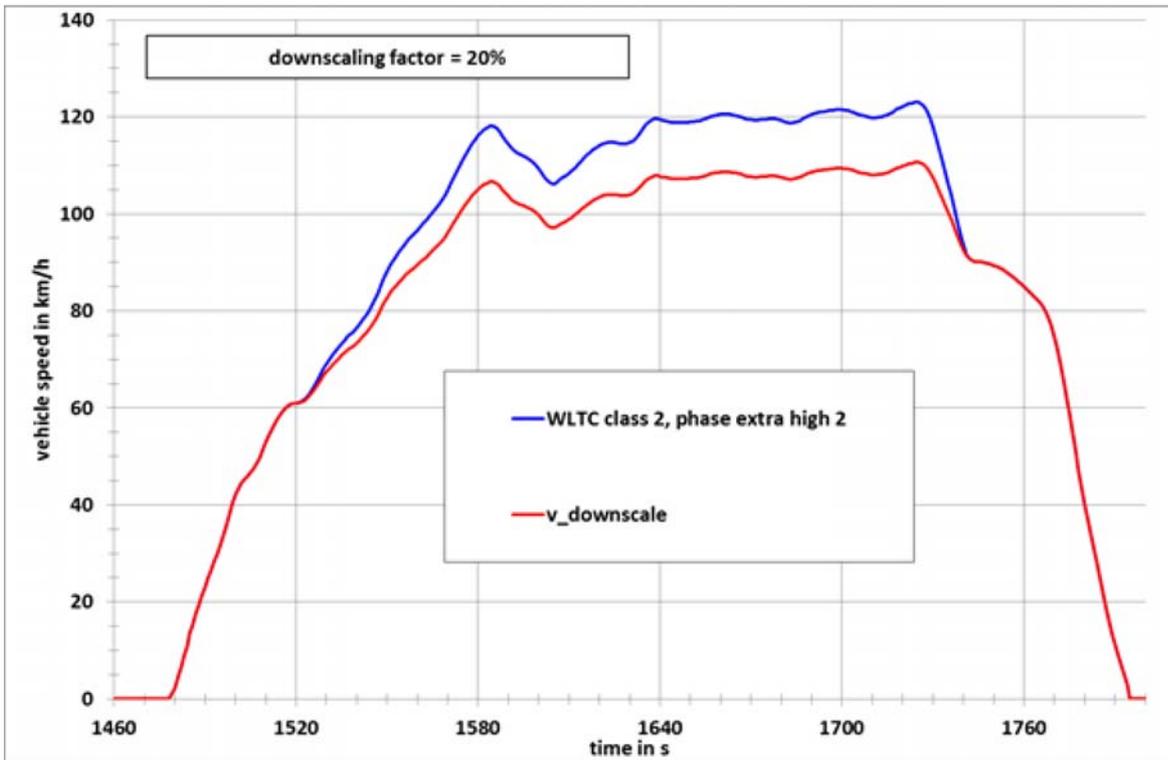
für $i = 849$ bis 906.

8.2.2. Miniaturisierungsverfahren für Fahrzeuge der Klasse 2

Da sich die Beeinträchtigungen des Fahrverhaltens ausschließlich auf die Phasen sehr hoher Geschwindigkeit („extra high“) der Zyklen für die Klasse 2 und die Klasse 3 beziehen, bezieht sich die Miniaturisierung auf die Absätze der Phasen mit sehr hoher Geschwindigkeit, in denen die Beeinträchtigungen des Fahrverhaltens auftreten (siehe Abbildung A1/15).

Abbildung A1/15

Miniaturisierte Phase sehr hoher Geschwindigkeit im WLTC-Zyklus für Fahrzeuge der Klasse 2



Im Zyklus der Klasse 2 erfolgt die Miniaturisierung im Zeitraum zwischen Sekunde 1520 und Sekunde 1742. In diesem Zeitraum ist die Beschleunigung für den ursprünglichen Zyklus mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$a_{\text{orig}_i} = \frac{v_{i+1} - v_i}{3,6}$$

Dabei ist:

v_i die Fahrzeuggeschwindigkeit in km/h

i die Zeit zwischen Sekunde 1520 und Sekunde 1742

Die Miniaturisierung muss zuerst im Zeitraum zwischen Sekunde 1520 und Sekunde 1725 erfolgen. Sekunde 1725 ist der Zeitpunkt, an dem die Höchstgeschwindigkeit der Phase sehr hoher Geschwindigkeit erreicht ist. Die miniaturisierte Geschwindigkeitskurve ist dann mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$v_{\text{dsc}_{i+1}} = v_{\text{dsc}_i} + a_{\text{orig}_i} \times (1 - f_{\text{dsc}}) \times 3,6$$

für $i = 1520$ bis 1724 .

Für $i = 1520$ $v_{dsc_i} = v_{orig_i}$

Um bei Sekunde 1743 die ursprüngliche Fahrzeuggeschwindigkeit zu erhalten, ist für die Verzögerung ein Korrekturfaktor mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$f_{corr_dec} = \frac{v_{dsc_1725} - 90,4}{v_{orig_1725} - 90,4}$$

dabei ist $90,4$ km/h die ursprüngliche Fahrzeuggeschwindigkeit bei Sekunde 1743 .

Die miniaturisierte Fahrzeuggeschwindigkeit zwischen Sekunde 1726 und Sekunde 1742 ist dann mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$v_{dsc_i} = v_{dsc_{i-1}} + a_{orig_{i-1}} \times f_{corr_dec} \times 3,6$$

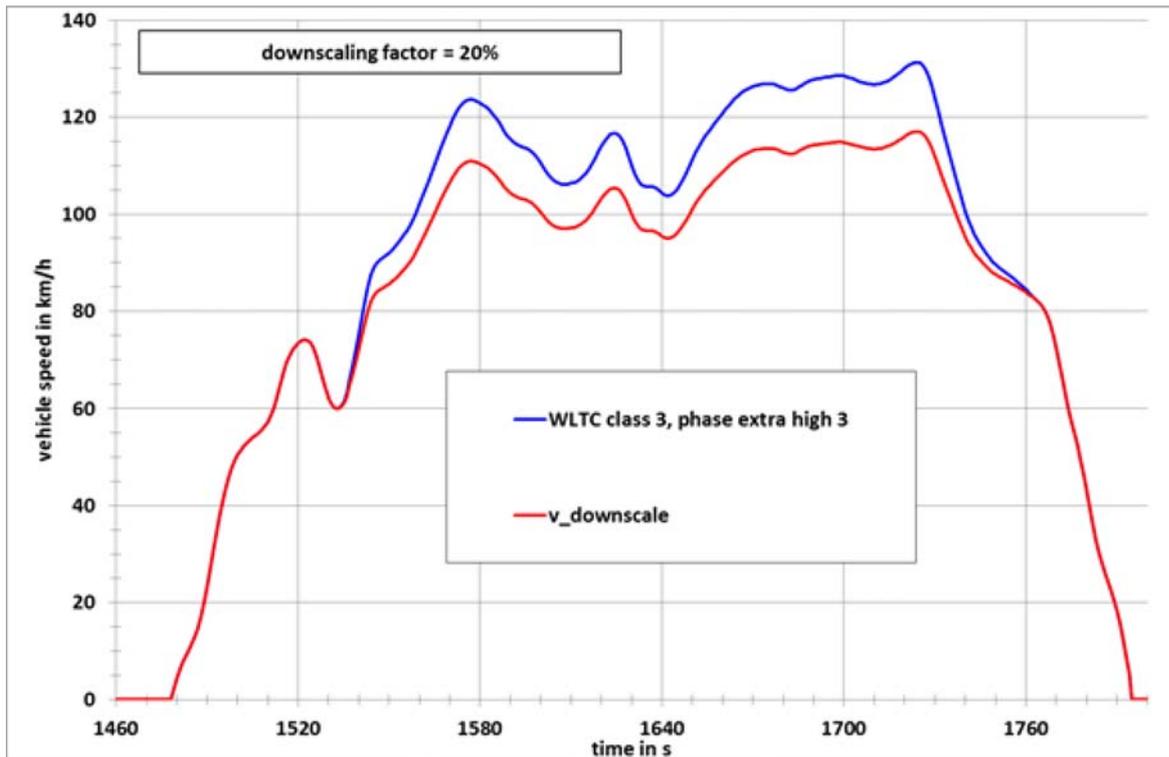
für $i = 1726$ bis 1742 .

8.2.3. Miniaturisierungsverfahren für Fahrzeuge der Klasse 3

Abbildung A1/16 zeigt beispielhaft eine miniaturisierte Phase sehr hoher Geschwindigkeit im WLTC-Zyklus für Fahrzeuge der Klasse 3.

Abbildung A1/16

Miniaturisierte Phase sehr hoher Geschwindigkeit im WLTC-Zyklus für Fahrzeuge der Klasse 3



Im Zyklus der Klasse 3 erfolgt die Miniaturisierung im Zeitraum zwischen Sekunde 1533 und Sekunde 1762. In diesem Zeitraum ist die Beschleunigung für den ursprünglichen Zyklus mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$a_{\text{orig}_i} = \frac{v_{i+1} - v_i}{3,6}$$

Dabei ist:

v_i die Fahrzeuggeschwindigkeit in km/h

i die Zeit zwischen Sekunde 1533 und Sekunde 1762

Die Miniaturisierung muss zuerst im Zeitraum zwischen Sekunde 1533 und Sekunde 1724 erfolgen. Sekunde 1724 ist der Zeitpunkt, an dem die Höchstgeschwindigkeit der Phase sehr hoher Geschwindigkeit erreicht ist. Die miniaturisierte Geschwindigkeitskurve ist dann mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$v_{\text{dsc}_{i+1}} = v_{\text{dsc}_i} + a_{\text{orig}_i} \times (1 - f_{\text{dsc}}) \times 3,6$$

für $i = 1533$ bis 1723 .

Für $i = 1533$ $v_{\text{dsc}_i} = v_{\text{orig}_i}$

Um bei Sekunde 1763 die ursprüngliche Fahrzeuggeschwindigkeit zu erhalten, ist für die Verzögerung ein Korrekturfaktor mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$f_{\text{corr_dec}} = \frac{v_{\text{dsc_1724}} - 82,6}{v_{\text{orig_1724}} - 82,6}$$

dabei ist 82,6 km/h die ursprüngliche Fahrzeuggeschwindigkeit bei Sekunde 1763.

Die miniaturisierte Fahrzeuggeschwindigkeit zwischen Sekunde 1725 und Sekunde 1762 ist dann mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$v_{\text{dsc}_i} = v_{\text{dsc}_{i-1}} + a_{\text{orig}_{i-1}} \times f_{\text{corr_dec}} \times 3,6$$

für $i = 1725$ bis 1762.

8.3. Bestimmung des Miniaturisierungsfaktors

Der Miniaturisierungsfaktor f_{dsc} ist eine Funktion des Verhältnisses r_{max} zwischen der maximal erforderlichen Leistung der Zyklusphasen, in denen die Miniaturisierung anzuwenden ist, und der Nennleistung des Fahrzeugs P_{rated} .

Die maximal erforderliche Leistung $P_{\text{req,max},i}$ (in kW) bezieht sich auf eine spezifische Zeit i und die entsprechende Fahrzeuggeschwindigkeit v_i in der Zykluskurve und wird mit folgender Gleichung berechnet:

$$P_{\text{req,max},i} = \frac{((f_0 \times v_i) + (f_1 \times v_i^2) + (f_2 \times v_i^3) + (1,03 \times TM \times v_i \times a_i))}{3600}$$

Dabei ist/sind:

f_0, f_1, f_2 die anzuwendenden Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) N, N/(km/h) und N/(km/h)²

TM die anzuwendende Prüfmasse in kg

v_i die Geschwindigkeit zur Zeit i in km/h

Die Zykluszeit i , zu der die Höchstleistung oder Leistungswerte nahe an der Höchstleistung erforderlich ist/sind: Sekunde 764 für Fahrzeuge der Klasse 1, Sekunde 1574 für Fahrzeuge der Klasse 2 und Sekunde 1566 für Fahrzeuge der Klasse 3.

Die entsprechenden Werte der Fahrzeuggeschwindigkeit v_i , und die Beschleunigungswerte a_i sind:

$v_i = 61,4$ km/h, $a_i = 0,22$ m/s² für Klasse 1

$v_i = 109,9$ km/h, $a_i = 0,36$ m/s² für Klasse 2

$v_i = 111,9$ km/h, $a_i = 0,50$ m/s² für Klasse 3.

r_{max} ist mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$r_{\text{max}} = \frac{P_{\text{req,max},i}}{P_{\text{rated}}}$$

Der Miniaturisierungsfaktor f_{dsc} ist mit folgenden Gleichungen zu berechnen:

wenn $r_{\text{max}} < r_0$ dann $f_{\text{dsc}} = 0$

und es erfolgt keine Miniaturisierung.

Wenn $r_{\text{max}} \geq r_0$ dann $f_{\text{dsc}} = a_1 \times r_{\text{max}} + b_1$

Es gelten folgende Berechnungsparameter und -koeffizienten r_0 , a_1 und b_1 :

Klasse 1 $r_0 = 0,978$, $a_1 = 0,680$, $b_1 = -0,665$

Klasse 2 $r_0 = 0,866$, $a_1 = 0,606$, $b_1 = -0,525$.

Klasse 3 $r_0 = 0,867$, $a_1 = 0,588$, $b_1 = -0,510$.

Der sich daraus ergebende Miniaturisierungsfaktor f_{dsc} wird auf 3 Dezimalstellen gerundet und wird nur angewendet, wenn er 0,010 übersteigt.

Die folgenden Daten sind in allen einschlägigen Prüfberichten zu berücksichtigen:

a) f_{dsc}

b) v_{max}

c) gefahrene Strecke in m

Die Strecke wird für die gesamte Zyklusurve als die Summe von v_i in km/h, geteilt durch 3,6 berechnet.

8.4. Zusätzliche Anforderungen

Bei unterschiedlichen Fahrzeugkonfigurationen hinsichtlich Prüfmasse und Fahrwiderstandskoeffizienten ist die Miniaturisierung individuell anzuwenden.

Ist die Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs nach der Miniaturisierung geringer als die Höchstgeschwindigkeit des Zyklus, so ist das in Absatz 9 dieses Unteranhangs beschriebene Verfahren mit dem anwendbaren Zyklus durchzuführen.

Kann das Fahrzeug nicht der Geschwindigkeitskurve des anwendbaren Zyklus innerhalb der Toleranz bei Geschwindigkeiten folgen, die geringer als seine Höchstgeschwindigkeit sind, so ist es in diesen Zeiträumen mit voll betätigter Beschleunigungseinrichtung zu fahren. Während solcher Betriebsphasen ist die Nichteinhaltung der Geschwindigkeitskurve zulässig.

9. Zyklusänderungen für Fahrzeuge mit einer Höchstgeschwindigkeit, die geringer ist als die in den vorstehenden Absätzen dieses Unteranhangs genannte Höchstgeschwindigkeit des Zyklus

9.1. Allgemeine Bemerkungen

Dieser Absatz gilt für Fahrzeuge, die technisch in der Lage sind, der Geschwindigkeitskurve des in Absatz 1 dieses Unteranhangs genannten Zyklus (Basiszyklus oder miniaturisierter Basiszyklus) bei

Geschwindigkeiten zu folgen, die geringer sind als ihre Höchstgeschwindigkeit, deren Höchstgeschwindigkeit jedoch geringer ist als die Höchstgeschwindigkeit des Zyklus. Die Höchstgeschwindigkeit eines solchen Fahrzeugs wird im Folgenden als „begrenzte Geschwindigkeit“ v_{cap} bezeichnet. Die Höchstgeschwindigkeit des Basiszyklus wird im Folgenden als $v_{\text{max,cycle}}$ bezeichnet.

In solchen Fällen wird der Basiszyklus gemäß Absatz 9.2 geändert, um für den Zyklus mit begrenzter Geschwindigkeit dieselbe Zyklusstrecke wie für den Basiszyklus zu erhalten.

9.2. Berechnungsschritte

9.2.1. Bestimmung der Differenz der Strecke pro Zyklusphase

Ein Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit ist abzuleiten, indem alle Werte der Fahrzeuggeschwindigkeiten v_i (wobei $v_i > v_{\text{cap}}$) durch v_{cap} ersetzt werden.

9.2.1.1 Ist $v_{\text{cap}} < v_{\text{max,medium}}$, so sind die Strecken der Phasen mit mittlerer Geschwindigkeit im Falle des Basiszyklus $d_{\text{base,medium}}$ und des Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit $d_{\text{cap,medium}}$ mit der folgenden Gleichung für beide Zyklen zu berechnen:

$$d_{\text{medium}} = \sum \left(\frac{(v_i + v_{i-1})}{2 \times 3,6} \times (t_i - t_{i-1}) \right), \text{ für } i = 591 \text{ bis } 1022$$

Dabei ist:

$v_{\text{max,medium}}$ ist die Fahrzeughöchstgeschwindigkeit der Phase mit mittlerer Geschwindigkeit gemäß Tabelle A1/2 für Fahrzeuge der Klasse 1, gemäß Tabelle A1/4 für Fahrzeuge der Klasse 2, gemäß Tabelle A1/8 für Fahrzeuge der Klasse 3a und gemäß Tabelle A1/9 für Fahrzeuge der Klasse 3b.

9.2.1.2. Ist $v_{\text{cap}} < v_{\text{max,medium}}$, so sind die Strecken der Phasen mit hoher Geschwindigkeit im Falle des Basiszyklus $d_{\text{base,medium}}$ und des Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit $d_{\text{cap,medium}}$ mit der folgenden Gleichung für beide Zyklen zu berechnen:

$$d_{\text{high}} = \sum \left(\frac{(v_i + v_{i-1})}{2 \times 3,6} \times (t_i - t_{i-1}) \right), \text{ für } i = 1024 \text{ bis } 1477$$

$v_{\text{max,medium}}$ ist die Fahrzeughöchstgeschwindigkeit der Phase mit hoher Geschwindigkeit gemäß Tabelle A1/5 für Fahrzeuge der Klasse 2, gemäß Tabelle A1/10 für Fahrzeuge der Klasse 3a und gemäß Tabelle A1/11 für Fahrzeuge der Klasse 3b.

9.2.1.3 Die Strecken der Phase mit sehr hoher Geschwindigkeit im Falle des Basiszyklus $d_{\text{base,exhigh}}$ und des Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit $d_{\text{cap,exhigh}}$ sind für die Phase mit sehr hoher Geschwindigkeit in beiden Zyklen mit der folgenden Gleichung zu berechnen:

$$d_{\text{exhigh}} = \sum \left(\frac{(v_i + v_{i-1})}{2 \times 3,6} \times (t_i - t_{i-1}) \right), \text{ für } i = 1479 \text{ bis } 1800$$

9.2.2. Bestimmung der dem Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit hinzuzufügenden Zeiträume zum Ausgleich von Streckendifferenzen

Um eine Streckendifferenz zwischen dem Basiszyklus und dem Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit auszugleichen, sind Letzterem, gemäß der Beschreibung in den folgenden Absätzen, entsprechende Zeiträume ($v_i = v_{\text{cap}}$) hinzuzufügen.

9.2.2.1. Zusätzlicher Zeitraum für die Phase mit mittlerer Geschwindigkeit

Ist $v_{\text{cap}} < v_{\text{max,medium}}$, so ist der zusätzliche Zeitraum, der im Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit der Phase mit mittlerer Geschwindigkeit hinzugefügt wird, mit der folgenden Gleichung zu berechnen:

$$\Delta t_{\text{medium}} = \frac{(d_{\text{base,medium}} - d_{\text{cap,medium}})}{v_{\text{cap}}} \times 3,6$$

Die Anzahl der Zeitabschnitte $n_{\text{add,medium}}$ (wobei $v_i = v_{\text{cap}}$), die im Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit der Phase mit mittlerer Geschwindigkeit hinzugefügt wird, entspricht dem auf die nächste ganze Zahl gerundeten Wert von Δt_{medium} , (z. B. ist 1,4 auf 1 abzurunden und 1,5 auf 2 aufzurunden).

9.2.2.2 Zusätzlicher Zeitraum für die Phase mit hoher Geschwindigkeit

Ist $v_{\text{cap}} < v_{\text{max,high}}$, so ist der zusätzliche Zeitraum, der im Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit den Phasen mit hoher Geschwindigkeit hinzugefügt wird, mit der folgenden Gleichung zu berechnen:

$$\Delta t_{\text{high}} = \frac{(d_{\text{base,high}} - d_{\text{cap,high}})}{v_{\text{cap}}} \times 3,6$$

Die Anzahl der Zeitabschnitte $n_{\text{add,high}}$ (wobei $v_i = v_{\text{cap}}$), die im Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit der Phase mit hoher Geschwindigkeit hinzugefügt wird, entspricht dem auf die nächste ganze Zahl gerundeten Wert von Δt_{high} .

9.2.2.3 Der zusätzliche Zeitraum, der im Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit der Phase mit sehr hoher Geschwindigkeit hinzugefügt wird, ist mit der folgenden Gleichung zu berechnen:

$$\Delta t_{\text{exhigh}} = \frac{(d_{\text{base,exhigh}} - d_{\text{cap,exhigh}})}{v_{\text{cap}}} \times 3,6$$

Die Anzahl der Zeitabschnitte $n_{\text{add,exhigh}}$ (wobei $v_i = v_{\text{cap}}$), die im Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit der Phase mit sehr hoher Geschwindigkeit hinzugefügt wird, entspricht dem auf die nächste ganze Zahl gerundeten Wert von Δt_{exhigh} .

9.2.3. Aufbau des letzten Zyklus mit begrenzter Geschwindigkeit

9.2.3.1 Fahrzeuge der Klasse 1

Der erste Teil des letzten Zyklus mit begrenzter Geschwindigkeit besteht aus der Fahrzeuggeschwindigkeitskurve des Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit bis zum letzten Abschnitt in der Phase mit mittlerer Geschwindigkeit, wobei $v = v_{\text{cap}}$ ist. Die Zeit dieses Abschnitts wird im Folgenden als t_{medium} bezeichnet.

Dann wird die Anzahl $n_{\text{add,medium}}$ an Abschnitten hinzugefügt, wobei $v_i = v_{\text{cap}}$, so dass die Zeit des letzten Abschnitts gleich $(t_{\text{medium}} + n_{\text{add,medium}})$ ist.

Daraufhin ist der restliche Teil der Phase mit mittlerer Geschwindigkeit im Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit, der mit demselben Teil des Basiszyklus identisch ist, hinzuzufügen, damit die Zeit des letzten Abschnitts ($1022 + n_{\text{add,medium}}$) beträgt.

9.2.3.2 Fahrzeuge der Klasse 2 und der Klasse 3

9.2.3.2.1 $v_{\text{cap}} < v_{\text{max,medium}}$

Der erste Teil des letzten Zyklus mit begrenzter Geschwindigkeit besteht aus der Fahrzeuggeschwindigkeitskurve des Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit bis zum letzten Abschnitt in der Phase mit mittlerer Geschwindigkeit, wobei $v = v_{\text{cap}}$. Die Zeit dieses Abschnitts wird im Folgenden t_{medium} bezeichnet.

Dann wird die Anzahl $n_{\text{add,medium}}$ an Abschnitten hinzugefügt, wobei $v_i = v_{\text{cap}}$, so dass die Zeit des letzten Abschnitts gleich $(t_{\text{medium}} + n_{\text{add,medium}})$ ist.

Daraufhin ist der restliche Teil der Phase mit mittlerer Geschwindigkeit im Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit, der mit demselben Teil des Basiszyklus identisch ist, hinzuzufügen, damit die Zeit des letzten Abschnitts ($1022 + n_{\text{add,medium}}$) beträgt.

Der nächste Schritt besteht darin, den ersten Teil der Phase mit hoher Geschwindigkeit im Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit bis zum letzten Abschnitt in der Phase mit hoher Geschwindigkeit hinzuzufügen, wobei $v = v_{\text{cap}}$. Die Zeit dieses Abschnitts im Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit wird im Folgenden als t_{high} bezeichnet, so dass die Zeit dieses Abschnitts im letzten Zyklus mit begrenzter Geschwindigkeit gleich $(t_{\text{high}} + n_{\text{add,medium}})$ ist.

Dann wird die Anzahl $n_{\text{add,high}}$ an Abschnitten hinzugefügt, so dass die Zeit des letzten Abschnitts gleich $(t_{\text{high}} + n_{\text{add,medium}} + n_{\text{add,high}})$ ist.

Daraufhin ist der restliche Teil der Phase mit hoher Geschwindigkeit im Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit, der mit demselben Teil des Basiszyklus identisch ist, hinzuzufügen, damit die Zeit des letzten Abschnitts gleich $(1477 + n_{\text{add,medium}} + n_{\text{add,high}})$ ist.

Der nächste Schritt besteht darin, den ersten Teil der Phase mit sehr hoher Geschwindigkeit im Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit bis zum letzten Abschnitt in der Phase mit sehr hoher Geschwindigkeit hinzuzufügen, wobei $v = v_{\text{cap}}$. Die Zeit dieses Abschnitts im Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit wird im Folgenden als t_{exhigh} bezeichnet, so dass die Zeit dieses Abschnitts im letzten Zyklus mit begrenzter Geschwindigkeit gleich $(t_{\text{exhigh}} + n_{\text{add,medium}} + n_{\text{add,high}})$ ist.

Dann wird die Anzahl $n_{\text{add,exhigh}}$ an Abschnitten hinzugefügt, so dass die Zeit des letzten Abschnitts gleich $(t_{\text{exhigh}} + n_{\text{add,medium}} + n_{\text{add,high}} + n_{\text{add,exhigh}})$ ist.

Daraufhin ist der restliche Teil der Phase mit sehr hoher Geschwindigkeit im Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit, der mit demselben Teil des Basiszyklus identisch ist, hinzuzufügen, damit die Zeit des letzten Abschnitts gleich $(1800 + n_{\text{add,medium}} + n_{\text{add,high}} + n_{\text{add,exhigh}})$ ist.

Die Länge des letzten Zyklus mit begrenzter Geschwindigkeit ist dieselbe wie die Länge des Basiszyklus, abgesehen von Unterschieden aufgrund der Auf- bzw. Abrundung für $n_{\text{add,medium}}$, $n_{\text{add,high}}$ und $n_{\text{add,exhigh}}$.

9.2.3.2.2 $v_{\text{max, medium}} \leq v_{\text{cap}} < v_{\text{max, high}}$

Der erste Teil des letzten Zyklus mit begrenzter Geschwindigkeit besteht aus der Fahrzeuggeschwindigkeitskurve des Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit bis zum letzten Abschnitt in der Phase mit hoher Geschwindigkeit, wobei $v = v_{\text{cap}}$. Die Zeit dieses Abschnitts wird im Folgenden als t_{high} bezeichnet.

Dann wird die Anzahl $n_{\text{add,high}}$ an Abschnitten hinzugefügt, so dass die Zeit des letzten Abschnitts gleich $(t_{\text{high}} + n_{\text{add,high}})$ ist.

Daraufhin ist der restliche Teil der Phase mit hoher Geschwindigkeit im Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit, der mit demselben Teil des Basiszyklus identisch ist, hinzuzufügen, damit die Zeit des letzten Abschnitts $(1477 + n_{\text{add,high}})$ beträgt.

Der nächste Schritt besteht darin, den ersten Teil der Phase mit sehr hoher Geschwindigkeit im Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit bis zum letzten Abschnitt in der Phase mit sehr hoher Geschwindigkeit hinzuzufügen, wobei $v = v_{\text{cap}}$. Die Zeit dieses Abschnitts im Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit wird im Folgenden als t_{exhigh} bezeichnet, so dass die Zeit dieses Abschnitts im letzten Zyklus mit begrenzter Geschwindigkeit gleich $(t_{\text{exhigh}} + n_{\text{add,high}})$ ist.

Dann wird die Anzahl $n_{\text{add,exhigh}}$ an Abschnitten (wobei $v_i = v_{\text{cap}}$) hinzugefügt, so dass die Zeit des letzten Abschnitts gleich $(t_{\text{exhigh}} + n_{\text{add,high}} + n_{\text{add,exhigh}})$ ist.

Daraufhin ist der restliche Teil der Phase mit sehr hoher Geschwindigkeit im Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit, der mit demselben Teil des Basiszyklus identisch ist, hinzuzufügen, damit die Zeit des letzten Abschnitts gleich $(1800 + n_{\text{add,high}} + n_{\text{add,exhigh}})$ ist.

Die Länge des letzten Zyklus mit begrenzter Geschwindigkeit ist dieselbe wie die Länge des Basiszyklus, abgesehen von Unterschieden aufgrund der Auf- bzw. Abrundung für $n_{\text{add,high}}$ und $n_{\text{add,exhigh}}$.

9.2.3.2.3 $v_{\text{max, high}} \leq v_{\text{cap}} < v_{\text{max, exhigh}}$

Der erste Teil des letzten Zyklus mit begrenzter Geschwindigkeit besteht aus der Fahrzeuggeschwindigkeitskurve des Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit bis zum letzten Abschnitt in der Phase mit sehr hoher Geschwindigkeit, wobei $v = v_{\text{cap}}$. Die Zeit dieses Abschnitts wird im Folgenden als t_{exhigh} bezeichnet.

Dann wird die Anzahl $n_{\text{add,exhigh}}$ an Abschnitten (wobei $v_i = v_{\text{cap}}$) hinzugefügt, so dass die Zeit des letzten Abschnitts gleich $(t_{\text{exhigh}} + n_{\text{add,exhigh}})$ ist.

Daraufhin ist der restliche Teil der Phase mit sehr hoher Geschwindigkeit im Zwischenzyklus mit begrenzter Geschwindigkeit, der mit demselben Teil des Basiszyklus identisch ist, hinzuzufügen, damit die Zeit des letzten Abschnitts gleich $(1800 + n_{\text{add,exhigh}})$ ist.

Die Länge des letzten Zyklus mit begrenzter Geschwindigkeit ist dieselbe wie die Länge des Basiszyklus, abgesehen von Unterschieden aufgrund der Auf- bzw. Abrundung für $n_{\text{add,exhigh}}$.

Unteranhang 2

Gangwahl und Bestimmung des Schaltpunkts bei Fahrzeugen mit Handschaltung

1. Allgemeiner Ansatz

1.1. Die in diesem Unteranhang beschriebenen Schaltverfahren gelten für Fahrzeuge mit Handschaltgetriebe.

1.2. Die vorgeschriebenen Gänge und Schaltpunkte basieren auf dem Gleichgewicht zwischen der zur Überwindung des Fahrwiderstands erforderlichen Leistung und Beschleunigung, und der vom Motor in allen möglichen Gängen in einer spezifischen Zyklusphase gelieferten Leistung.

1.3. Die Berechnung zur Bestimmung der zu verwendenden Gänge basiert auf den Motordrehzahlen und den Leistungskurven bei Vollast gegenüber der Motordrehzahl.

1.4. Bei Fahrzeugen mit Dual-Range-Getriebe (niedrig und hoch) ist nur der für den normalen Straßenbetrieb ausgelegte Bereich für die Bestimmung der zu verwendenden Gänge zu berücksichtigen.

1.5. Die Vorschriften für den Betrieb der Kupplung gelten nicht, wenn die Kupplung automatisch, ohne Aktivierung oder Deaktivierung durch den Fahrer, betrieben wird.

1.6. Dieser Unteranhang gilt nicht für Fahrzeuge, die gemäß Unteranhang 8 geprüft werden.

2. Erforderliche Daten und Vorberechnungen

Folgende Daten sind erforderlich und folgende Berechnungen durchzuführen, um die zu verwendenden Gänge zu bestimmen, wenn das Fahrzeug auf einem Rollenprüfstand gefahren wird.

- a) P_{rated} , die maximale Motornennleistung wie vom Hersteller angegeben, in kW
- b) n_{rated} , die Motornenn Drehzahl, bei der der Motor seine Höchstleistung erreicht. Wird die Höchstleistung über einen Motordrehzahlbereich erreicht, so muss n_{rated} der Mindestwert \min dieses Bereichs sein.
- c) n_{idle} die Leerlaufdrehzahl in min^{-1}

n_{idle} ist über einen Zeitraum von mindestens einer Minute und einer Erfassungsfrequenz von mindestens 1 Hz zu messen, wobei sich der Motor in einem warmen Betriebszustand befinden, der Schalthebel in der Neutral-Stellung und die Kupplung aktiviert sein muss. Die Bedingungen in Bezug auf Temperatur, periphere Vorrichtungen, Zusatzeinrichtungen usw. entsprechen denen von Prüfung Typ 1 gemäß Unteranhang 6.

Der in diesem Unteranhang zu verwendende Wert ist der arithmetische, auf den nächstgelegenen Wert von 10 min^{-1} gerundete oder gekürzte Durchschnitt über den Messzeitraum hinweg.

- d) n_g , die Anzahl der Vorwärtsgänge

Die Vorwärtsgänge im Getriebebereich, der für den normalen Straßenbetrieb ausgelegt ist, sind in absteigender Reihenfolge des Verhältnisses zwischen Motordrehzahl in min^{-1} und Fahrzeuggeschwindigkeit in km/h zu nummerieren. Gang 1 ist der Gang mit dem größten Verhältnis, Gang n_g ist der Gang mit dem niedrigsten Verhältnis. „ n_g “ gibt die Anzahl der Vorwärtsgänge an.

e) ndv_i , das Verhältnis, das ermittelt wird, wenn die Motordrehzahl n durch die Fahrzeuggeschwindigkeit v für jeden Gang i von i bis $n_{g_{\max}}$, $\text{min}^{-1}/(\text{km/h})$ geteilt wird.

f) f_0, f_1, f_2 , die für die Prüfungen ausgewählten Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) N , $N/(\text{km/h})$ und $N/(\text{km/h})^2$

g) n_{\max}

$n_{\max_{95}}$, die Mindestmotordrehzahl in min^{-1} , bei der 95 % der Nennleistung erreicht sind

Ist der Wert von $n_{\max_{95}}$ geringer als 65 % von n_{rated} , so ist $n_{\max_{95}}$ auf 65 % von n_{rated} zu setzen.

Sind 65 % von $(n_{\text{rated}} \times ndv_3 / ndv_2) < 1,1 \times (n_{\text{idle}} + 0,125 \times (n_{\text{rated}} - n_{\text{idle}}))$, so ist $n_{\max_{95}}$ auf

$1,1 \times (n_{\text{idle}} + 0,125 \times (n_{\text{rated}} - n_{\text{idle}})) \times ndv_2 / ndv_3$ zu setzen.

$$n_{\max}(n_{g_{v\max}}) = ndv(n_{g_{v\max}}) \times v_{\max, \text{cycle}}$$

Dabei gilt:

$n_{g_{v\max}}$ ist in Absatz 2 Buchstabe i dieses Unteranhangs definiert

$v_{\max, \text{cycle}}$ ist die Höchstgeschwindigkeit in km/h der Fahrzeuggeschwindigkeitskurve gemäß Unteranhang 1

n_{\max} ist der Höchstwert von $n_{\max_{95}}$ und $n_{\max}(n_{g_{v\max}})$, min^{-1}

h) $P_{\text{wot}}(n)$ ist die Leistungskurve bei Volllast über den Motordrehzahlbereich von n_{idle} bis n_{rated} oder n_{\max} , oder $ndv(n_{g_{v\max}}) \times v_{\max}$, je nachdem welcher Wert größer ist

$ndv(n_{g_{v\max}})$ ist das Verhältnis, das ermittelt wird, wenn die Motordrehzahl n durch die Fahrzeuggeschwindigkeit v für den Gang $n_{g_{v\max}}$, $\text{min}^{-1}/(\text{km/h})$ geteilt wird

Die Leistungskurve muss aus einer ausreichenden Anzahl an Datensätzen (n, P_{wot}) bestehen, so dass die Berechnung von Zwischenpunkten zwischen aufeinanderfolgenden Datensätzen mittels einer linearen Interpolation durchgeführt werden kann. Die Abweichung der linearen Interpolation von der Leistungskurve bei Volllast gemäß Anhang XX darf 2 % nicht übersteigen. Erster Datensatz: n_{idle} oder niedriger. Datensätze müssen nicht gleichmäßig voneinander entfernt sein. Die Leistung bei Volllast im Falle von Motordrehzahlen, die nicht durch Anhang XX abgedeckt sind (z. B. n_{idle}), sind gemäß der in Anhang XX beschriebenen Methode zu bestimmen.

i) $n_{g_{v\max}}$

$ng_{v_{\max}}$ ist der Gang, in dem die Fahrzeughöchstgeschwindigkeit erreicht wird; er wird folgendermaßen bestimmt:

Ist $v_{\max}(ng) \geq v_{\max}(ng-1)$, dann ist

$ng_{v_{\max}} = ng$

ansonsten $ng_{v_{\max}} = ng - 1$

Dabei ist:

$v_{\max}(ng)$ die Fahrzeuggeschwindigkeit, bei der die erforderliche Leistung auf der Straße dieselbe ist wie die zur Verfügung stehende Leistung P_{wot} , in Gang ng (siehe Abbildung A2/1a).

$v_{\max}(ng-1)$ die Fahrzeuggeschwindigkeit, bei der die erforderliche Leistung auf der Straße dieselbe ist wie die zur Verfügung stehende Leistung P_{wot} im nächstniedrigeren Gang (siehe Abbildung A2/1b).

Die erforderliche Leistung auf der Straße in kW wird mit folgender Gleichung berechnet:

$$P_{\text{required}} = \frac{f_0 \times v_{\max} + f_1 \times v_{\max}^2 + f_2 \times v_{\max}^3}{3600}$$

Dabei ist:

v_{\max} die Fahrzeuggeschwindigkeit in km/h.

Die bei der Fahrzeuggeschwindigkeit im Gang ng oder $ng-1$ zur Verfügung stehende Leistung $P_{\text{wot}}(n)$ kann anhand der Leistungskurve bei Vollast mit folgender Gleichung bestimmt werden:

$$n_{ng} = ndv_{ng} \times v_{\max}(ng); n_{ng-1} = ndv_{ng-1} \times v_{\max}(ng-1)$$

und indem die Leistungswerte der Leistungskurve bei Vollast um 10 % verringert werden.

Abbildung A2/1a

Beispiel, in dem ng_{\max} der höchste Gang ist

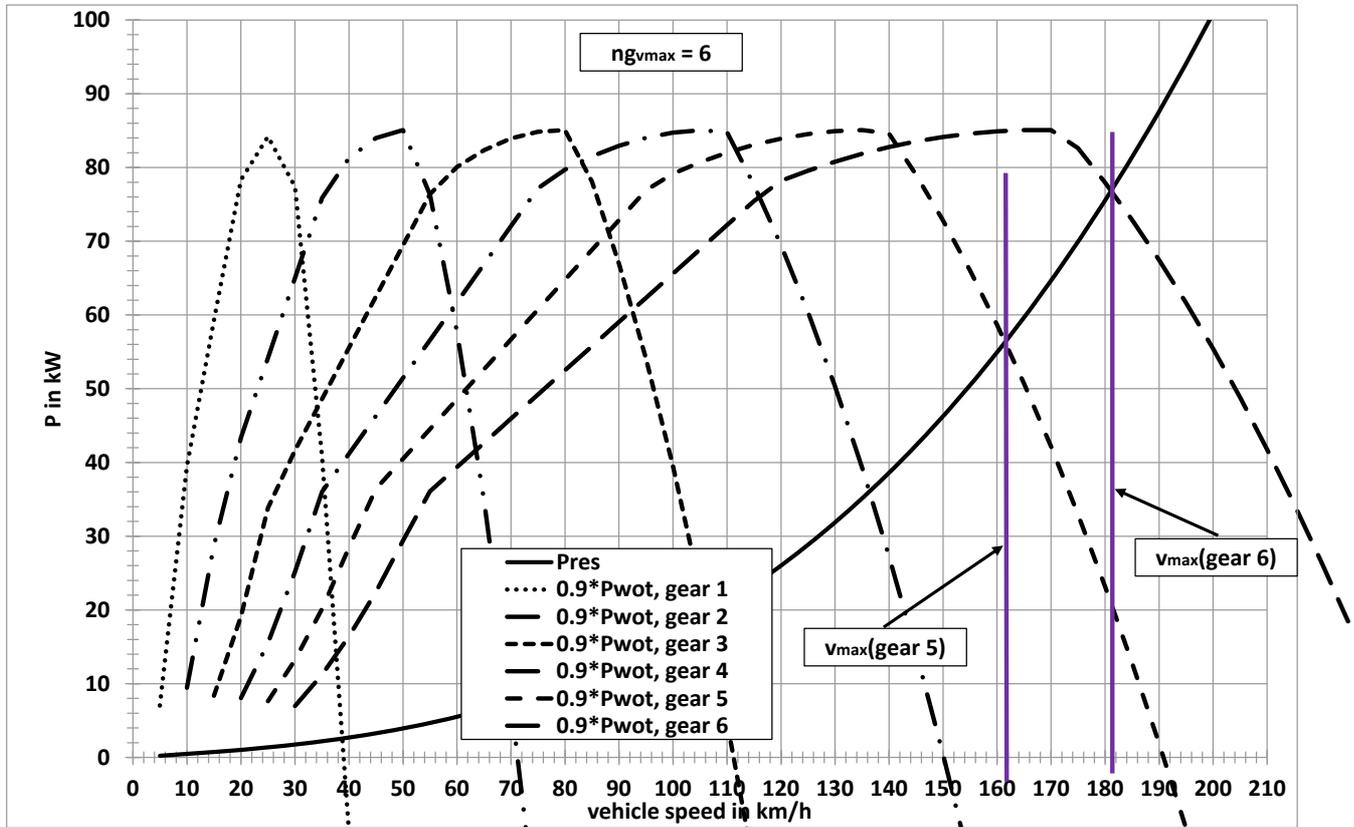
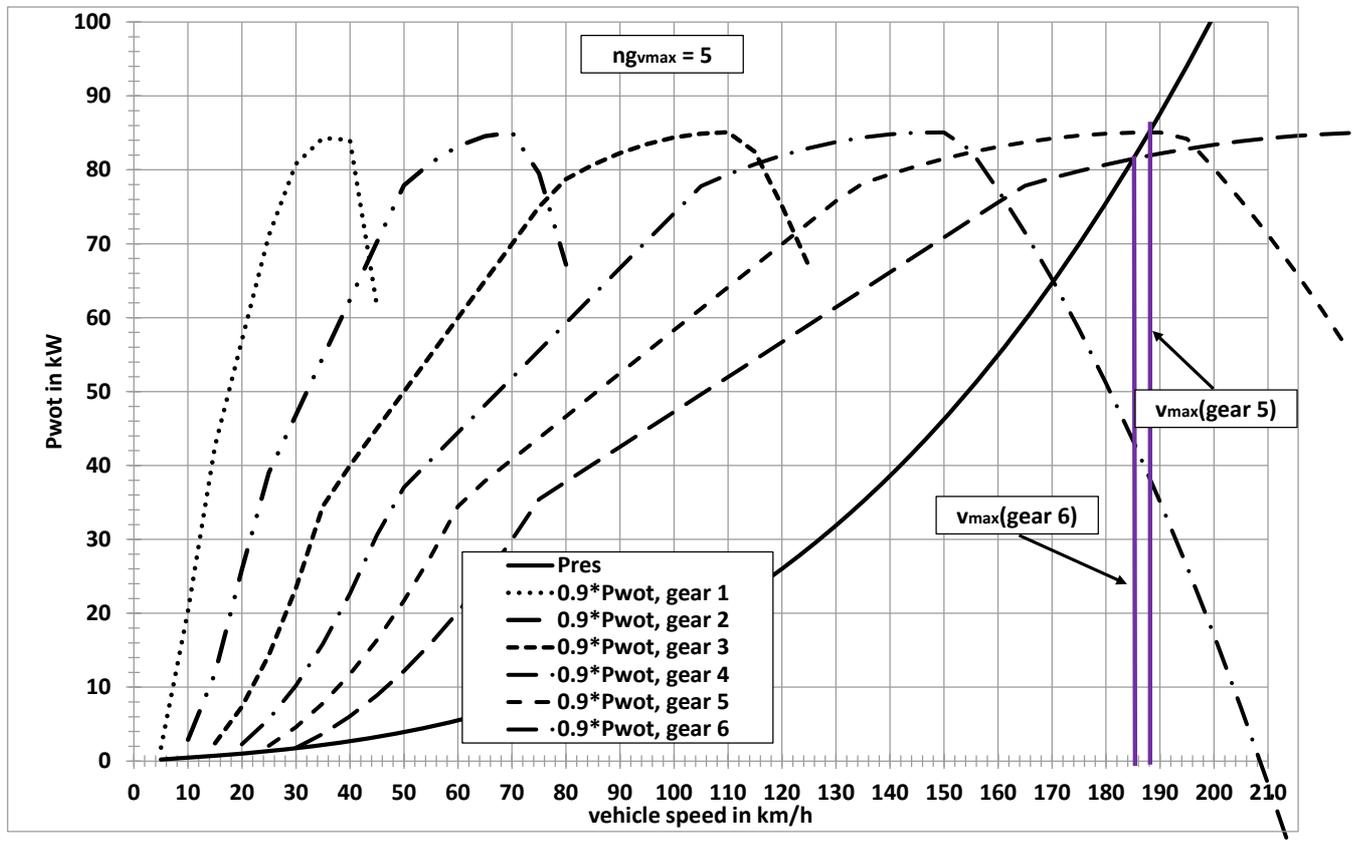


Abbildung A2/1b

Beispiel, in dem ng_{\max} der zweithöchste Gang ist



j) Ausschluss eines Kriechgangs

Gang 1 kann auf Antrag des Herstellers ausgeschlossen werden, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:

1) Das Fahrzeug hat kein Dual-Range-Getriebe.

2) Die Fahrzeugfamilie ist für das Ziehen von Anhängern zugelassen.

3) $(ndv_1 / ndv(ng_{vmax})) \times (v_{max} \times ndv(ng_{vmax}) / n_{rated}) > 7$

4) $(ndv_2 / ndv(ng_{vmax})) \times (v_{max} \times ndv(ng_{vmax}) / n_{rated}) > 4$

5) Das Fahrzeug, das eine Masse gemäß folgender Gleichung aufweist, muss in der Lage sein, auf einer Steigung von mindestens 12 % in einem Zeitraum von 5 Minuten fünfmal innerhalb von 4 Sekunden aus dem Stillstand loszufahren.

$m_r + 25 \text{ kg} + (MC - m_r - 25 \text{ kg}) \times 0,28$ (0,15 bei Fahrzeugen der Klasse M).

Dabei gilt:

$ndv(n_{g_{vmax}})$ ist das Verhältnis, das ermittelt wird, wenn die Motordrehzahl n durch die Fahrzeuggeschwindigkeit v für den Gang $n_{g_{vmax}}$, $\text{min. } \frac{v}{(km/h)}$ geteilt wird

m_r ist die Masse in fahrbereitem Zustand in kg

MC ist die Bruttozugmasse (Bruttofahrzeugmasse + maximale Masse des Anhängers) in kg

In diesem Fall wird Gang 1 nicht verwendet, wenn der Zyklus auf einem Rollenprüfstand gefahren wird, und die Gänge sind neu zu nummerieren, wobei mit dem zweiten Gang als Gang 1 begonnen wird.

k) Definition von n_{min_drive}

n_{min_drive} ist die Mindestmotordrehzahl in $\text{min. } \frac{1}{\text{min}}$, wenn das Fahrzeug in Bewegung ist.

Für $n_{gear} = 1$, $n_{min_drive} = n_{idle}$

Für $n_{gear} = 2$

a) für Schaltungen vom ersten in den zweiten Gang:

$n_{min_drive} = 1,15 \times n_{idle}$

b) für Verzögerungen bis zum Stillstand:

$n_{min_drive} = n_{idle}$.

c) für alle anderen Fahrbedingungen:

$n_{min_drive} = 0,9 \times n_{idle}$.

Für $n_{gear} > 2$, n_{min_drive} wird bestimmt durch:

$n_{min_drive} = n_{idle} + 0,125 \times (n_{rated} - n_{idle})$.

Das Endergebnis für n_{min_drive} ist auf die nächste ganzzahlige Zahl zu runden. Beispiel: 1199,5 wird zu 1200, 1199,4 wird zu 1199.

Falls vom Hersteller gewünscht, können höhere Werte verwendet werden.

l) T_M , ist die Prüfmasse des Fahrzeugs in kg.

3. Berechnungen von erforderlicher Leistung, Drehzahlen, zur Verfügung stehender Leistung und des möglichen und zu verwendenden Ganges

3.1. Berechnungen der erforderlichen Leistung

Für jede Sekunde j der Zykluskurve ist die zur Überwindung des Fahrwiderstands und zur Beschleunigung erforderliche Leistung mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$P_{\text{required},j} = \left(\frac{f_0 \times v_j + f_1 \times v_j^2 + f_2 \times v_j^3}{3600} \right) + \frac{kr \times a_j \times v_j \times TM}{3600}$$

Dabei ist:

$P_{\text{required},j}$ die erforderliche Leistung bei Sekunde j in kW

a_j die Fahrzeugbeschleunigung bei Sekunde j in m/s^2 , $a_j = \frac{(v_{j+1} - v_j)}{3,6 \times (t_{j+1} - t_j)}$

kr ein Faktor, mit dem die Trägheitswiderstände des Antriebsstranges während der Beschleunigung berücksichtigt werden; er ist auf **1,03** festgesetzt.

3.2. Bestimmung der Drehzahlen

Immer wenn $v_j < 1$ km/h ist davon auszugehen, dass das Fahrzeug stillsteht und die Motordrehzahl ist auf n_{idle} zu setzen. Der Gangschalthebel ist in die neutrale Stellung zu bringen, wobei die Kupplung aktiviert sein muss, außer eine Sekunde vor dem Beginn einer Beschleunigung aus dem Stillstand, wenn der erste Gang bei deaktivierter Kupplung auszuwählen ist.

Immer wenn $v_j \geq 1$ km/h der Zykluskurve und jeder Gang i gleich $i = 1$ bis ng_{max} , ist die Motordrehzahl $n_{i,j}$ mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$n_{i,j} = ndv_i \times v_j$$

3.3. Auswahl möglicher Gänge in Bezug auf die Motordrehzahl

Die folgenden Gänge können zum Durchfahren der Geschwindigkeitskure mit v_j ausgewählt werden:

a) alle Gänge $i < ng_{v\text{max}}$ wobei $n_{\text{min_drive}} \leq n_{i,j} \leq n_{\text{max}_95}$,

b) alle Gänge $i \geq ng_{v\text{max}}$ wobei $n_{\text{min_drive}} \leq n_{i,j} \leq n_{\text{max}}(ng_{v\text{max}})$

c) Gang **1**, wenn $n_{1,j} < n_{\text{min_drive}}$.

Wenn $a_j \leq 0$ und $n_{i,j} \leq n_{\text{idle}}$, so ist $n_{i,j}$ auf n_{idle} zu setzen und die Kupplung ist zu deaktivieren.

Wenn $a_j > 0$ und $n_{i,j} \leq (1,15 \times n_{\text{idle}})$, so ist $n_{i,j}$ auf $(1,15 \times n_{\text{idle}})$ zu setzen und die Kupplung ist zu deaktivieren.

3.4. Berechnung der zur Verfügung stehenden Leistung

Die für jeden möglichen Gang zur Verfügung stehende Leistung und jeder Fahrzeuggeschwindigkeitswert der Zykluskurve, v_j , ist mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$P_{\text{available},i,j} = P_{\text{wot}}(n_{i,j}) \times (1 - (SM + ASM))$$

Dabei ist:

P_{rated} die Nennleistung in kW

P_{wot} die bei $n_{i,j}$ bei Volllast zur Verfügung stehende Leistung gemäß der Leistungskurve bei Volllast

SM eine Sicherheitsspanne, die sich aus dem Unterschied zwischen der bei stationärer Volllast zur Verfügung stehenden Leistung gemäß der Leistungskurve und der bei Übergangsbedingungen verfügbaren Leistung ergibt. SM wird auf 10 % gesetzt.

ASM eine zusätzliche exponentielle Leistungssicherheitsspanne, die auf Antrag des Herstellers angewendet werden kann. ASM kommt zwischen n_{idle} und n_{start} voll zur Geltung und nähert sich bei n_{end} dem Wert null exponentiell an, wie durch die folgenden Anforderungen beschrieben:

Wenn $n_{i,j} \leq n_{\text{start}}$, dann ist $ASM = ASM_0$

Wenn $n_{i,j} > n_{\text{start}}$, dann gilt:

$$ASM = ASM_0 \times \exp(\ln(0,005/ASM_0) \times (n_{\text{start}} - n)/(n_{\text{start}} - n_{\text{end}}))$$

ASM_0 , n_{start} und n_{end} sind vom Hersteller zu definieren, müssen aber folgende Bedingungen erfüllen:

$$n_{\text{start}} \geq n_{\text{idle}}$$

$$n_{\text{end}} > n_{\text{start}}$$

Wenn $a_j > 0$ und $i = 1$ oder $i = 2$ und $P_{\text{available},i,j} < P_{\text{required},j}$, dann ist $n_{i,j}$ in Schritten von 1 min^{-1} zu steigern, bis $P_{\text{available},i,j} = P_{\text{required},j}$, und die Kupplung ist zu deaktivieren.

3.5. Bestimmung möglicher Gänge, die zu verwenden sind

Die möglichen Gänge, die zu verwenden sind, müssen folgende Bedingungen erfüllen:

a) Die Bedingungen von Absatz 3.3 sind erfüllt und

b) $P_{\text{available},i,j} \geq P_{\text{required},j}$

Der erste, für jede Sekunde j der Zykluskurve zu verwendende Gang ist der höchstmögliche letzte Gang i_{max} . Bei einem Start aus dem Stillstand ist nur der erste Gang zu verwenden.

Der niedrigstmögliche letzte Gang ist i_{min} .

4. Zusätzliche Anforderungen für Korrekturen und/oder Änderungen an der Verwendung von Gängen

Die erste Gangwahl ist zu prüfen und zu ändern, um zu häufige Gangwechsel zu vermeiden und die Fahrbarkeit und Handhabbarkeit zu gewährleisten.

Eine Beschleunigungsphase ist ein Zeitabschnitt von mehr als 3 Sekunden bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit von $\geq 1 \text{ km/h}$ und einem monotonen Anstieg der Fahrzeuggeschwindigkeit. Eine Verzögerungsphase ist ein Zeitabschnitt von mehr als 3 Sekunden bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit von $\geq 1 \text{ km/h}$ und einem monotonen Abnehmen der Fahrzeuggeschwindigkeit.

Korrekturen und/oder Änderungen sind gemäß den folgenden Anforderungen durchzuführen:

a) Ist bei einer höheren Fahrzeuggeschwindigkeit während einer Beschleunigungsphase ein niedrigerer Gang erforderlich, so sind die zuvor verwendeten höheren Gänge auf den niedrigeren Gang zu korrigieren.

Beispiel: $v_j < v_{j+1} < v_{j+2} < v_{j+3} < v_{j+4} < v_{j+5} < v_{j+6}$. Die ursprünglich berechnete Verwendung der Gänge ist **2, 3, 3, 3, 2, 2, 3**. In diesem Fall ist die Verwendung der Gänge so zu korrigieren: **2, 2, 2, 2, 2, 2, 3**.

b) Gänge, die bei Beschleunigungen verwendet werden, sind für mindestens **2** Sekunden zu verwenden (z. B. ist die Gangabfolge **1, 2, 3, 3, 3, 3, 3** durch **1, 1, 2, 2, 3, 3, 3** zu ersetzen). Während der Beschleunigungsphasen dürfen keine Gänge ausgelassen werden.

c) Während einer Verzögerungsphase sind Gänge mit $n_{\text{gear}} > \mathbf{2}$ so lange zu verwenden, bis die Motordrehzahl unter $n_{\text{min_drive}}$ fällt.

Dauert ein Gangabschnitt nur **1** Sekunde, so ist dieser durch den Gang **0** zu ersetzen und die Kupplung ist zu deaktivieren.

Dauert ein Gangabschnitt **2** Sekunden, so ist dieser für die erste Sekunde durch den Gang **0** und für die zweite Sekunde durch den Gang zu ersetzen, der nach dem **2**-Sekunden-Abschnitt folgt. Die Kupplung ist für die erste Sekunde zu deaktivieren.

Beispiel: Die Gangabfolge **5, 4, 4, 2** ist durch **5, 0, 2, 2** zu ersetzen.

d) Der zweite Gang ist während einer Verzögerungsphase innerhalb eines kurzen Zyklusabschnitts so lange zu verwenden, bis die Motordrehzahl unter $(\mathbf{0,9} \times n_{\text{idle}})$ fällt.

Fällt die Motordrehzahl unter n_{idle} , so ist die Kupplung zu deaktivieren.

e) Falls die Verzögerungsphase der letzte Teil eines kurzen Abschnitts kurz vor einer Haltephase ist und der zweite Gang nur für höchstens **2** Sekunden verwendet werden würde, so kann die Kupplung entweder deaktiviert werden oder der Schalthebel in die Neutral-Stellung gesetzt werden und die Kupplung dabei aktiviert bleiben.

Zurückschalten ist während dieser Verzögerungsphasen nicht erlaubt.

f) Wird der Gang i für einen Zeitabschnitt von **1** bis **5** Sekunden verwendet und ist der in diesem Zeitabschnitt verwendete Gang niedriger und ist der Gang nach diesem Abschnitt derselbe oder niedriger als der Gang vor diesem Abschnitt, so ist der Gang für diesen Abschnitt auf den Gang vor diesem Abschnitt zu korrigieren.

Beispiele:

i) Gangabfolge $i - \mathbf{1}, i, i - \mathbf{1}$ ist durch $i - \mathbf{1}, i - \mathbf{1}, i - \mathbf{1}$ zu ersetzen

ii) Gangabfolge $i - \mathbf{1}, i, i, i - \mathbf{1}$ ist durch $i - \mathbf{1}, i - \mathbf{1}, i - \mathbf{1}, i - \mathbf{1}$ zu ersetzen

iii) Gangabfolge $i - \mathbf{1}, i, i, i, i - \mathbf{1}$ ist durch $i - \mathbf{1}, i - \mathbf{1}, i - \mathbf{1}, i - \mathbf{1}, i - \mathbf{1}$ zu ersetzen

iv) Gangabfolge $i - 1, i, i, i, i - 1$ ist durch $i - 1, i - 1$ zu ersetzen

v) Gangabfolge $i - 1, i, i, i, i, i - 1$ ist durch $i - 1, i - 1$ zu ersetzen.

In allen Fällen i) bis v) muss $i - 1 \geq i_{\min}$ erfüllt sein.

5. Die Absätze 4. a bis einschließlich 4. f sind sequentiell anzuwenden, wobei in jedesmal die gesamte Zykluskurve zu scannen ist. Da Änderungen an den Absätzen 4. a bis 4. f dieses Unteranhangs neue Abfolgen hinsichtlich der Verwendung der Gänge zur Folge haben können, sind diese neuen Gangabfolgen dreimal zu prüfen und gegebenenfalls zu ändern.

Damit die Richtigkeit der Berechnung bewertet werden kann, ist der durchschnittliche Gang für $v \geq 1$ km/h (auf vier Dezimalstellen gerundet) zu berechnen und in alle einschlägigen Prüfberichte aufzunehmen.

Unteranhang 3

Reserviert

Unteranhang 4

Fahrwiderstand auf der Straße und Einstellung des Rollenprüfstands

1. Anwendungsbereich

In diesem Unteranhang wird die Bestimmung des Fahrwiderstands eines Prüffahrzeugs auf der Straße und die Übertragung dieses Fahrwiderstands auf einen Rollenprüfstand beschrieben.

2. Begriffe und Definitionen

2.1. Reserviert

2.2. Geschwindigkeitsbezugspunkte beginnen bei 20 km/h und erfolgen in Schritten von 10 km/h und mit der höchsten Bezugsgeschwindigkeit gemäß folgenden Bestimmungen:

a) Der höchste Geschwindigkeitsbezugspunkt ist 130 km/h oder der Geschwindigkeitsbezugspunkt, der sich unmittelbar vor der Höchstgeschwindigkeit des anzuwendenden Prüfzyklus befindet, falls dieser Wert weniger als 130 km/h beträgt. Falls der anzuwendende Prüfzyklus weniger als 4 Zyklusphasen enthält (niedrig, mittel, hoch, sehr hoch) und auf Antrag des Herstellers und mit Genehmigung der Genehmigungsbehörde kann die höchste Bezugsgeschwindigkeit auf den Geschwindigkeitsbezugspunkt erhöht werden, der unmittelbar vor der Höchstgeschwindigkeit der nächsthöheren Phase liegt, jedoch nicht höher als 130 km/h; in diesem Fall erfolgt die Bestimmung des Fahrwiderstands auf der Straße und die Einstellung des Rollenprüfstands mit denselben Geschwindigkeitsbezugspunkten.

b) Falls ein Geschwindigkeitsbezugspunkt, der für den Zyklus gilt plus 14 km/h, größer oder gleich v_{\max} ist, so ist dieser Geschwindigkeitsbezugspunkt von der Ausrollprüfung und der Einstellung des Rollenprüfstands auszunehmen. Der nächstniedrigere Geschwindigkeitsbezugspunkt wird dann zum höchsten Geschwindigkeitsbezugspunkt für das Fahrzeug.

2.3. Unbeschadet anderer Bestimmungen ist gemäß Unteranhang 7 Absatz 5 ein Zyklus-Energiebedarf hinsichtlich der Sollgeschwindigkeitskurve des anzuwendenden Fahrzyklus zu berechnen.

2.4. f_0 , f_1 , f_2 sind die gemäß diesem Unteranhang bestimmten Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) der Fahrwiderstandsgleichung $F = f_0 + f_1 \times v + f_2 \times v^2$,

f_0 ist der konstante Fahrwiderstandskoeffizient (Straße) in N

f_1 ist der Fahrwiderstandskoeffizient (Straße) erster Ordnung in N/(km/h)

f_2 ist der Fahrwiderstandskoeffizient (Straße) zweiter Ordnung in N/(km/h)².

Unbeschadet anderer Bestimmungen sind die Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) mit einer linearen Regressionsanalyse nach der Methode der Mindestquadrate über den ganzen Bereich der Geschwindigkeitsbezugspunkte zu berechnen.

2.5. Rotierende Masse

2.5.1. Bestimmung von m_r

m_r ist die gleichwertige effektive Masse aller Räder und Fahrzeugbauteile in kg, die, bei Getriebe in Neutral-Stellung, mit den Rädern auf der Straße rotieren. m_r ist mittels eines geeigneten und von der Genehmigungsbehörde genehmigten Verfahrens zu messen oder zu berechnen. Wahlweise kann m_r auf 3 % der Summe aus der Masse in fahrbereitem Zustand zuzüglich 25 kg geschätzt werden.

2.5.2. Anwendung der rotierenden Masse auf den Fahrwiderstand (Straße)

Die Ausrollzeiten sind auf die Kräfte zu übertragen und umgekehrt, wobei die anzuwendende Prüfmasse plus m_r zu berücksichtigen sind. Dies gilt sowohl für Messungen auf der Straße als auch auf dem Rollenprüfstand.

2.5.3. Anwendung der rotierenden Masse auf die Schwungmasseneinstellung

Wenn das Fahrzeug auf einem 4-Rad-Prüfstand geprüft wird und beide Achsen rotieren und diese die Ergebnisse der Messungen auf dem Prüfstand beeinflussen, so ist der Wert der gleichwertigen Schwungmasse des Rollenprüfstands auf den Wert der anzuwendenden Prüfmasse zu setzen.

Ansonsten ist der Wert der gleichwertigen Schwungmasse des Rollenprüfstands auf den Wert der Prüfmasse zuzüglich entweder der gleichwertigen effektiven Masse der Räder, die die Messergebnisse nicht beeinflussen, oder 50 % von m_r zu setzen.

3. Allgemeine Anforderungen

Der Hersteller ist für die Genauigkeit der Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) verantwortlich und gewährleistet dies für jedes Serienfahrzeug in der Fahrwiderstandsfamilie (Straße). Toleranzen in der Bestimmung, der Simulation und den Berechnungsmethoden dürfen nicht verwendet werden, damit der Fahrwiderstand (Straße) von Serienfahrzeugen nicht unterschätzt wird. Auf Verlangen der Genehmigungsbehörde ist die Genauigkeit der Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) eines individuellen Fahrzeugs nachzuweisen.

3.1. Gesamtmessgenauigkeit

Die erforderliche Gesamtmessgenauigkeit muss folgende Anforderungen erfüllen:

- Fahrzeuggeschwindigkeit: $\pm 0,2$ km/h mit einer Messfrequenz von mindestens 10 Hz
- Zeitgenauigkeit, Präzision und Auflösung: min. ± 10 ms
- Raddrehmoment: ± 6 Nm oder $\pm 0,5$ % des höchsten gemessenen Gesamtdrehmoments für das ganze Fahrzeug, je nachdem welcher Wert höher ist, bei einer Messfrequenz von mindestens 10 Hz
- Windgeschwindigkeit: $\pm 0,3$ m/s mit einer Messfrequenz von mindestens 1 Hz
- Windrichtung: $\pm 3^\circ$ mit einer Messfrequenz von mindestens 1 Hz
- Umgebungstemperatur: $\pm 1^\circ$ C mit einer Messfrequenz von mindestens 0,1 Hz

- g) Luftdruck: $\pm 0,3$ kPa mit einer Messfrequenz von mindestens $0,1$ Hz
- h) Die Fahrzeugmasse ist vor und nach der Prüfung auf derselben Waage zu messen: ± 10 kg (± 20 kg für Fahrzeuge $> 4\ 000$ kg)
- i) Reifendruck: ± 5 kPa
- j) Radumdrehungsfrequenz: $\pm 0,05$ s⁻¹ oder 1 %, je nachdem welcher Wert höher ist

3.2. Windkanalkriterien

3.2.1. Windgeschwindigkeit

Die Windgeschwindigkeit muss während einer Messung im Mittelpunkt des Prüfbereichs innerhalb von ± 2 km/h bleiben. Die mögliche Windgeschwindigkeit muss mindestens 140 km/h betragen.

3.2.2. Lufttemperatur

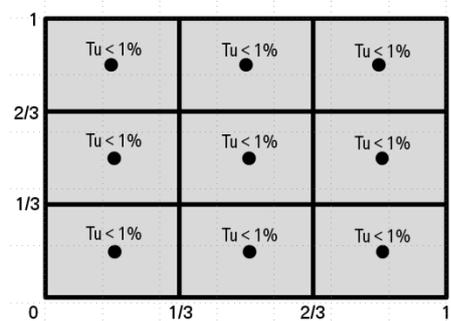
Die Lufttemperatur muss während einer Messung im Mittelpunkt des Prüfbereichs innerhalb von ± 3 °C bleiben. Die Verteilung der Lufttemperatur am Düsenauslass muss innerhalb von ± 3 °C bleiben.

3.2.3. Turbulenzen

Um ein gleichmäßiges Gitternetz mit dreimal drei Rechtecken über dem Düsenauslass zu erhalten, darf die Turbulenzintensität Tu 1 % nicht überschreiten. Siehe Abbildung A4/1.

Abbildung A4/1

Turbulenzintensität



$$Tu = \frac{u'}{U_\infty}$$

Dabei ist:

Tu die Turbulenzintensität

u' die Fluktuation der Turbulenzgeschwindigkeit in m/s

U_{∞} die ungestörte Strömungsgeschwindigkeit in m/s

3.2.4. Festes Blockierungsverhältnis

Das Fahrzeugblockierungsverhältnis ε_{sb} , das als der Quotient aus der Fläche der Fahrzeugfront und der Fläche des Düsenauslasses ausgedrückt wird, ist nach folgender Gleichung zu berechnen und darf **0,35** nicht übersteigen.

$$\varepsilon_{sb} = \frac{A_f}{A_{nozzle}}$$

Dabei ist:

ε_{sb} das Fahrzeugblockierungsverhältnis

A_f die Fläche der Fahrzeugfront in m^2

A_{nozzle} die Fläche des Düsenauslasses in m^2

3.2.5. Rotierende Räder

Damit der aerodynamische Einfluss der Räder bestimmt werden kann, müssen die Räder des Prüffahrzeugs mit einer solchen Geschwindigkeit rotieren, dass die sich daraus ergebende Fahrzeuggeschwindigkeit innerhalb einer Toleranz von ± 3 km/h der Windgeschwindigkeit liegt.

3.2.6. Laufband

Um die Strömung unter dem Prüffahrzeug zu simulieren, muss der Windkanal mit einem Laufband ausgerüstet sein, das über die ganze Länge des Fahrzeugs verläuft. Die lineare Geschwindigkeit des Laufbands muss innerhalb ± 3 km/h der Windgeschwindigkeit liegen.

3.2.7. Fluidströmungswinkel

An neun gleichmäßig verteilten Punkten über dem Düsenbereich darf die mittlere quadratische Abweichung beider Winkel (Y-, Z-Ebene) α und β am Düsenauslass **1**° nicht überschreiten.

3.2.8. Luftdruck

An neun gleichmäßig verteilten Punkten über dem Düsenauslass muss die Standardabweichung des Gesamtdrucks am Düsenauslass gleich oder kleiner als **0,02** sein.

$$\sigma\left(\frac{\Delta P_t}{q}\right) \leq 0,02$$

Dabei ist:

σ die Standardabweichung des Druckverhältnisses $\left(\frac{\Delta P_t}{q}\right)$

ΔP_t die Schwankung des Gesamtdrucks zwischen den Messpunkten in N/m^2

q der dynamische Druck N/m²

Die absolute Differenz des Druckkoeffizienten c_p über eine Distanz von 3 Metern vor und 3 Metern hinter dem Mittelpunkt der Waage im leeren Prüfabschnitt und in einer Höhe des Mittelpunkts des Düsenauslasses darf nicht um mehr als $\pm 0,02$ abweichen.

$$|c_{p_{x=+3m}} - c_{p_{x=-3m}}| \leq 0,02$$

Dabei ist:

c_p der Druckkoeffizient.

3.2.9. Dicke der Grenzschicht

Bei $x = 0$ (Mittelpunkt der Waage) muss die Windgeschwindigkeit mindestens 99 % der Einströmgeschwindigkeit 30 mm über dem Boden des Windkanals betragen.

$$\delta_{99}(x = 0 \text{ m}) \leq 30 \text{ mm}$$

Dabei ist:

δ_{99} der Abstand senkrecht zur Straße, wo 99 % der ungestörten Strömungsgeschwindigkeit erreicht werden (Dicke der Grenzschicht).

3.2.10. Rückhalteblockierungsverhältnis

Das Rückhaltesystem darf sich nicht vor dem Fahrzeug befinden. Das relative Blockierungsverhältnis der Fahrzeugfront $\varepsilon_{\text{restr}}$ aufgrund des Rückhaltesystems darf 0,10 nicht überschreiten.

$$\varepsilon_{\text{restr}} = \frac{A_{\text{restr}}}{A_f}$$

Dabei ist:

$\varepsilon_{\text{restr}}$ das relative Blockierungsverhältnis des Rückhaltesystems

A_{restr} die Fahrzeugfront des Rückhaltesystems, auf die Düsenvorderseite projiziert, in m²

A_f die Fläche der Fahrzeugfront in m²

3.2.11. Messung der Genauigkeit der Waage in der x-Richtung

Die Ungenauigkeit der sich in der x-Richtung ergebenden Kraft darf ± 5 N nicht überschreiten. Die Auflösung der gemessenen Kraft muss innerhalb ± 3 N liegen.

3.2.12. Wiederholbarkeit der Messung

Die Wiederholbarkeit der gemessenen Kraft muss innerhalb ± 3 N liegen.

4. Messung des Fahrwiderstands auf der Straße

4.1. Anforderungen für die Straßenprüfung

4.1.1. Atmosphärische Bedingungen für die Straßenprüfung

4.1.1.1. Zulässige Windbedingungen

Die maximal zulässigen Windbedingungen für die Bestimmung des Fahrwiderstands (Straße) werden in den Absätzen 4.1.1.1.1 und 4.1.1.1.2 beschrieben.

Zur Feststellung der Anwendbarkeit des zu verwendenden Typs der Anemometrie ist der arithmetische Durchschnitt der Windgeschwindigkeit mittels kontinuierlicher Windgeschwindigkeitsmessungen zu bestimmen, indem ein anerkanntes meteorologisches Instrument an einer an der Prüfstrecke liegenden Stelle und in einer sich über dem Fahrhahnniveau befindenden Höhe, wo die repräsentativsten Windbedingungen auftreten, verwendet wird.

Können keine Prüfungen in entgegengesetzter Richtung auf dem selben Abschnitt der Prüfstrecke durchgeführt werden (z. B. auf einer ovalen Prüfstrecke mit obligatorischer Fahrtrichtung), so sind die Windgeschwindigkeit und die Richtung auf jedem Teil der Prüfstrecke zu messen. In diesem Fall bestimmt der höhere gemessene Wert den zu verwendenden Typ der Anemometrie und der niedrigere Wert bestimmt das Kriterium der Zulässigkeit eines Verzichts auf die Windkorrektur.

4.1.1.1.1. Zulässige Windbedingungen bei der Verwendung stationärer Anemometrie

Stationäre Anemometrie ist nur zu verwenden, wenn Windgeschwindigkeiten über einen Zeitraum von 5 Sekunden im Durchschnitt weniger als 5 m/s betragen und die Spitzenwindgeschwindigkeiten in weniger als 2 Sekunden weniger als 8 m/s betragen. Außerdem muss die Vektorkomponente der Windgeschwindigkeit, die quer zur Prüfstrecke verläuft, weniger als 2 m/s betragen. Jegliche Windkorrektur ist gemäß Absatz 4.5.3 dieses Unteranhangs zu berechnen. Auf eine Windkorrektur kann verzichtet werden, wenn die niedrigste arithmetische durchschnittliche Windgeschwindigkeit 2 m/s oder weniger beträgt.

4.1.1.1.2. Windbedingungen und On-Board-Anemometrie

Für Prüfungen mit einem On-Board-Anemometer ist ein Gerät gemäß Absatz 4.3.2 dieses Unteranhangs zu verwenden. Die arithmetische Gesamtwindgeschwindigkeit während der Prüfung auf der Prüfstrecke muss weniger als 7 m/s betragen mit Spitzenwindgeschwindigkeiten von weniger als 10 m/s. Außerdem muss die Vektorkomponente der Windgeschwindigkeit auf der Straße weniger als 4 m/s betragen.

4.1.1.2. Umgebungstemperatur

Die Umgebungstemperatur muss im Bereich von 5 °C bis einschließlich 35 °C liegen.

Beträgt die Differenz zwischen der höchsten und der niedrigsten gemessenen Temperatur während der Ausrollprüfung mehr als 5 °C, so ist die Temperaturkorrektur separat auf jede Fahrt mit dem arithmetischen Durchschnitt der Umgebungstemperatur dieser Fahrt anzuwenden.

In diesem Fall sind die Werte der Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) f_0 , f_1 und f_2 zu bestimmen und für jede einzelne Fahrt zu korrigieren. Die endgültigen Werte von f_0 , f_1 and f_2 müssen dem arithmetischen Durchschnitt der individuell korrigierten Koeffizienten f_0 , f_1 und f_2 entsprechen.

Es steht dem Hersteller frei, Ausrollprüfungen zwischen $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ durchzuführen.

4.1.2. Prüfstrecke

Die Straßenoberfläche muss flach, eben, sauber und trocken sein und darf keine Hindernisse oder Windschutzwände aufweisen, die die Messung des Fahrwiderstands beeinträchtigen könnten; ihre Struktur und Zusammensetzung muss repräsentativ für derzeitige städtische und Fernstraßenbeläge sein. Die Längsneigung der Prüfstrecke darf nicht mehr als $\pm 1\%$ betragen. Die lokale Neigung zwischen beliebigen, 3 Meter voneinander entfernten Punkten darf nicht mehr als $\pm 0,5\%$ von dieser Längsneigung abweichen. Können keine Prüfungen in entgegengesetzten Richtungen auf dem selben Abschnitt der Prüfstrecke durchgeführt werden (z. B. auf einer ovalen Prüfstrecke mit obligatorischer Fahrtrichtung), so muss die Summe der Längsneigungen der parallelen Prüfstreckenabschnitte zwischen 0 und einer Steigung von $0,1\%$ liegen. Die Wölbung der Prüfstrecke muss $1,5\%$ betragen.

4.2. Vorbereitung

4.2.1. Prüffahrzeug

Jedes Prüffahrzeug muss mit allen seinen Bauteilen der Produktionsserie entsprechen, andernfalls, wenn das Fahrzeug sich von dem Serienfahrzeug unterscheidet, ist eine vollständige Beschreibung in alle einschlägigen Prüfberichte aufzunehmen.

4.2.1.1. Keine Anwendung der Interpolationsmethode

Aus der Interpolationsfamilie ist ein Prüffahrzeug (Fahrzeug H) mit der Kombination aus Merkmalen auszuwählen, die für den Fahrwiderstand (Straße) relevant sind (d. h. Masse, Luftwiderstand und Reifenrollwiderstand), und den höchsten Zyklusenergiebedarf verursachen (siehe Absatz 5.6 dieses Anhangs).

Ist der aerodynamische Einfluss der verschiedenen Felgen innerhalb einer Interpolationsfamilie nicht bekannt, so muss die Auswahl auf dem größten zu erwartenden Luftwiderstand basieren. Als Orientierungshilfe bei der Auswahl ist zu berücksichtigen, dass der größte Luftwiderstand für ein Rad mit a) der größten Breite, b) dem größten Durchmesser und c) der am weitesten geöffneten Struktur (in dieser Reihenfolge) zu erwarten ist.

Die Auswahl des Rades muss unbeschadet der Anforderung hinsichtlich des höchsten Zyklusenergiebedarfs erfolgen.

4.2.1.2. Anwendung der Interpolationsmethode

Auf Antrag des Herstellers kann die Interpolationsmethode für Einzelfahrzeuge in der Interpolationsfamilie angewendet werden (siehe Absatz 1.2.3.1 von Unteranhang 6 und Absatz 3.2.3.2 von Unteranhang 7).

In diesem Fall sind zwei Prüffahrzeuge, die den Anforderungen der Interpolationsmethode genügen, aus der Interpolationsfamilie auszuwählen (Absätze 1.2.3.1 und 1.2.3.2 von Unteranhang 6).

Prüffahrzeug H muss das Fahrzeug sein, das den höheren und vorzugsweise den höchsten Zyklusenergiebedarf dieser Auswahl verursacht, während Prüffahrzeug L das Fahrzeug sein muss, das den geringeren und vorzugsweise den geringsten Zyklusenergiebedarf verursacht.

Alle Teile der Zusatzausrüstung und/oder Karosserieformen, die nicht in der Interpolationsmethode berücksichtigt werden sollen, sind an den beiden Prüffahrzeugen H und L so anzubringen, dass sie aufgrund ihrer für den Fahrwiderstand (Straße) relevanten Merkmale (d. h. Masse, Luftwiderstand und Reifenrollwiderstand) die höchste Kombination des Zyklusenergiebedarfs verursachen.

4.2.1.3. Anwendung der Fahrwiderstandsfamilie (Straße)

4.2.1.3.1. Auf Antrag des Herstellers und bei Erfüllung der Kriterien von Absatz 5.7 dieses Anhangs sind die Werte des Fahrwiderstands (Straße) für die Fahrzeuge H und L einer Interpolationsfamilie zu berechnen.

4.2.1.3.2. Für die Zwecke von Absatz 4.2.1.3 dieses Unteranhangs ist das Fahrzeug H einer Fahrwiderstandsfamilie (Straße) als „Fahrzeug H_R “ zu bezeichnen. Alle Bezugnahmen auf „Fahrzeug H“ in Absatz 4.2.1 dieses Unteranhangs sind durch „Fahrzeug H_R “ und alle Bezugnahmen auf eine Interpolationsfamilie in Absatz 4.2.1 dieses Unteranhangs sind durch „Fahrwiderstandsfamilie (Straße)“ zu ersetzen.

4.2.1.3.3. Für die Zwecke von Absatz 4.2.1.3 dieses Unteranhangs ist das Fahrzeug L einer Fahrwiderstandsfamilie (Straße) als „Fahrzeug L_R “ zu bezeichnen. Alle Bezugnahmen auf „Fahrzeug L“ in Absatz 4.2.1 dieses Unteranhangs sind durch „Fahrzeug L_R “ und alle Bezugnahmen auf eine Interpolationsfamilie in Absatz 4.2.1 dieses Unteranhangs sind durch „Fahrwiderstandsfamilie (Straße)“ zu ersetzen.

4.2.1.3.4. Unbeschadet der Anforderungen in den Absätzen 1.2.3.1 und 1.2.3.2 von Unteranhang 6 hinsichtlich des Umfangs einer Interpolationsfamilie muss die Differenz des Zyklusenergiebedarfs zwischen H_R und L_R der Fahrwiderstandsfamilie (Straße), basierend auf H_R über einen vollständigen WLTC-Zyklus Klasse 3, mindestens 4 % betragen und sie darf 35 % nicht übersteigen.

Ist mehr als ein Getriebe in der Fahrwiderstandsfamilie (Straße) enthalten, so ist das Getriebe mit den größten Leistungsverlusten für die Bestimmung des Fahrwiderstands zu verwenden.

4.2.1.3.5. Die Fahrwiderstände (Straße) H_R und/oder L_R sind gemäß diesem Unteranhang zu bestimmen.

Der Fahrwiderstand (Straße) von H- und L-Fahrzeugen einer Interpolationsfamilie innerhalb der Fahrwiderstandsfamilie (Straße) ist gemäß den Absätzen 3.2.3.2.2 bis 3.2.3.2.2.4 einschließlich von Unteranhang 7 folgendermaßen zu berechnen:

a) indem H_R und L_R der Fahrwiderstandsfamilie (Straße) anstelle von H und L für die Gleichungen verwendet werden

b) indem die Fahrwiderstandsparameter (Straße) (d. h. Prüfmasse, $\Delta(C_D \times A_f)$ in Bezug zu Fahrzeug L_R und der Reifenrollwiderstand) von Fahrzeug H (oder L) der Interpolationsfamilie für das „Einzelfahrzeug“ verwendet werden

c) indem diese Berechnung für jedes H- und L-Fahrzeug der Interpolationsfamilie innerhalb der Fahrwiderstandsfamilie (Straße) wiederholt wird.

Die Fahrwiderstandsinterpolation darf nur für die Fahrwiderstandsmerkmale angewendet werden, die sich bei dem Prüffahrzeug L_R und dem Prüffahrzeug H_R voneinander unterscheiden. Für andere Merkmale, die für den Fahrwiderstand (Straße) relevant sind, gilt der Wert von Fahrzeug H_R .

4.2.1.4. Anwendung der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße)

Ein Fahrzeug, das die Kriterien von Absatz 5.8 dieses Anhangs erfüllt und das:

a) für die beabsichtigte Serie vollständiger Fahrzeuge, die von der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) hinsichtlich des geschätzten schlechtesten C_D -Wertes und der Karosserieform abgedeckt werden sollen, repräsentativ ist, und

b) für die beabsichtigte Serie von Fahrzeugen, die von der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) hinsichtlich des geschätzten Wertes der Masse der Zusatzausrüstung abgedeckt werden sollen, repräsentativ ist, ist für die Bestimmung des Fahrwiderstands (Straße) zu verwenden.

Kann keine repräsentative Karosserieform für ein vollständiges Fahrzeug bestimmt werden, so ist das Prüffahrzeug mit einem viereckigen Kasten mit abgerundeten Ecken mit einem Radius von höchstens 25 mm und einer Breite, die der Höchstbreite der durch die Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) abgedeckten Fahrzeuge entspricht, und einer Gesamthöhe des Prüffahrzeugs einschließlich des Kastens von 3,0 m \pm 0,1 m, auszurüsten.

Der Hersteller und die Genehmigungsbehörde legen im Einvernehmen fest, welches Modell eines Prüffahrzeugs als repräsentativ gilt.

Die Fahrzeugparameter Prüfmasse, Reifenrollwiderstand und Fahrzeugfront eines H_M - und L_M -Fahrzeugs sind so zu bestimmen, dass das H_M -Fahrzeug den höchsten Zyklusenergiebedarf und das L_M -Fahrzeug den geringsten Zyklusenergiebedarf der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) verursacht. Der Hersteller und die Genehmigungsbehörde legen im Einvernehmen die Fahrzeugparameter für das H_M -Fahrzeug und das L_M -Fahrzeug fest.

Der Fahrwiderstand (Straße) aller Einzelfahrzeuge der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) einschließlich H_M und L_M ist gemäß Absatz 5.1 dieses Unteranhangs zu berechnen.

4.2.1.5. Bewegliche aerodynamische Karosserieteile

Bewegliche aerodynamische Karosserieteile an den Prüffahrzeugen müssen während der Fahrwiderstandsbestimmung (Straße) zu den Prüfbedingungen gemäß WLTP-Prüfzyklus Typ 1 (Prüftemperatur, Fahrzeuggeschwindigkeit und Beschleunigungsbereich, Motorlast usw.) betrieben werden.

Jedes Fahrzeugsystem, das dynamisch den Luftwiderstand des Fahrzeugs ändert (z. B. Fahrzeughöhensteuerung) ist als ein bewegliches aerodynamisches Karosserieteil zu betrachten. Geeignete Anforderungen sind hinzuzufügen, falls die Zusatzausrüstung künftiger Fahrzeuge bewegliche aerodynamische Teile enthält, deren Einfluss auf den Luftwiderstand den Bedarf weiterer Anforderungen begründet.

4.2.1.6. Wägung

Vor und nach dem Verfahren zur Bestimmung des Fahrwiderstands (Straße) ist das ausgewählte Fahrzeug einschließlich des Fahrers und der Ausrüstung zu wiegen, um die arithmetische Durchschnittsmasse m_{av} zu bestimmen. Die Masse des Fahrzeugs muss größer als oder gleich der Prüfmasse von Fahrzeug H oder Fahrzeug L zu Beginn des Verfahrens zur Bestimmung des Fahrwiderstands (Straße) sein.

4.2.1.7. Konfiguration des Prüffahrzeugs

Die Konfiguration des Prüffahrzeugs ist in alle einschlägigen Prüfberichte aufzunehmen und für jede Ausrollprüfung zu verwenden.

4.2.1.8. Zustand des Prüffahrzeugs

4.2.1.8.1. Einfahren

Das Prüffahrzeug ist in geeigneter Weise für den Zweck der darauf folgenden Prüfung über mindestens 10 000 jedoch nicht mehr als 80 000 km einzufahren.

4.2.1.8.1.1. Auf Antrag des Herstellers kann ein Fahrzeug mit mindestens 3 000 km verwendet werden.

4.2.1.8.2. Herstellerangaben

Das Fahrzeug muss mit den vom Hersteller vorgesehenen Spezifikationen für das Serienfahrzeug hinsichtlich der Reifendrucke gemäß Absatz 4.2.2.3 dieses Unteranhangs, der Fahrwerksgeometrie/Spureinstellung gemäß Absatz 4.2.1.8.3 dieses Unteranhangs, der Bodenfreiheit, der Fahrzeughöhe, der Schmierung von Antriebsstrang und Radlager sowie der Bremseinstellung übereinstimmen, um unrepräsentative Störeinflüsse zu vermeiden.

4.2.1.8.3. Spureinstellung

Die Spur- und Sturzwerte sind auf die maximale Abweichung von der Fahrzeuglängsachse in dem vom Hersteller definierten Bereich einzustellen. Schreibt ein Hersteller bestimmte Spur- und Sturzwerte für das Fahrzeug vor, so sind diese Werte zu verwenden. Auf Antrag des Herstellers können höhere als die vorgeschriebenen Werte für Abweichungen von der Fahrzeuglängsachse verwendet werden. Die vorgeschriebenen Werte sind die Bezugswerte für alle Wartungstätigkeiten während der Lebensdauer des Fahrzeugs.

Sonstige einstellbare Parameter der Spureinstellung (z. B. Nachlauf) sind auf die vom Hersteller empfohlenen Werte zu setzen. Stehen keine empfohlenen Werte zur Verfügung, sind diese auf den vom Hersteller definierten arithmetischen Durchschnittsbereich einzustellen.

Diese einstellbaren Parameter und vorgeschriebenen Werte sind in alle einschlägigen Prüfblätter aufzunehmen.

4.2.1.8.4. Geschlossene Abdeckungen

Während der Bestimmung des Fahrwiderstands (Straße) müssen die Motorraumabdeckung, die Kofferraumabdeckung, die manuell betätigten beweglichen Abdeckungen und alle Fenster geschlossen sein.

4.2.1.8.5. Ausrollmodus

Können die in den Absätzen 8.1.3 oder 8.2.3 dieses Unteranhangs beschriebenen Kriterien bei der Bestimmung der Einstellungen des Rollenprüfstands aufgrund nichtreproduzierbarer Kräfte nicht erfüllt werden, so ist das Fahrzeug mit einem Fahrzeug-Ausrollmodus auszurüsten. Der Ausrollmodus muss von der Genehmigungsbehörde genehmigt werden und die Verwendung eines Ausrollmodus ist in alle einschlägigen Prüfblätter aufzunehmen.

4.2.1.8.5.1. Ist ein Fahrzeug mit einem Fahrzeug-Ausrollmodus ausgerüstet, so ist dieser sowohl während der Bestimmung des Fahrwiderstands (Straße) als auch auf dem Rollenprüfstand zu aktivieren.

4.2.2. Reifen

4.2.2.1. Auswahl der Reifen

Die Auswahl der Reifen erfolgt auf Grundlage von Absatz 4.2.1 dieses Unteranhangs, wobei deren Rollwiderstände gemäß Anhang 6 der UNECE-Regelung Nr. 117 Änderungsserie 02 zu messen sind.

Die Rollwiderstandskoeffizienten sind gemäß den Rollwiderstandsklassen in Verordnung (EG) Nr. 1222/2009 anzugleichen und zu kategorisieren.

Die tatsächlichen Rollwiderstandswerte für die an den Prüffahrzeugen angebrachten Reifen sind zu verwenden, um den Gradient der Interpolationsgeraden der Interpolationsmethode in Absatz 3.2.3.2 von Unteranhang 7 zu bestimmen. Für Einzelfahrzeuge in der Interpolationsfamilie wird die Interpolationsmethode auf der Grundlage der Werte der Rollwiderstandsklassen, die für die am Einzelfahrzeug angebrachten Reifen gemäß Tabelle A4/1 gelten, durchgeführt.

Tabelle A4/1

Energieeffizienzklassen von Rollwiderstandskoeffizienten (RWK) für Reifenklassen C1, C2 und C3, kg/Tonne

Energieeffizienzklasse	Wert Klasse C1	Wert Klasse C2	Wert Klasse C3
A	RWK = 5,9	RWK = 4,9	RWK = 3,5
B	RWK = 7,1	RWK = 6,1	RWK = 4,5

C	RWK = 8,4	RWK = 7,4	RWK = 5,5
D	Leer	Leer	RWK = 6,5
E	RWK = 9,8	RWK = 8,6	RWK = 7,5
F	RWK = 11,3	RWK = 9,9	RWK = 8,5
G	RWK = 12,9	RWK = 11,2	Leer

4.2.2.2. Reifenzustand

Reifen, die für die Prüfung verwendet werden,

- dürfen nicht älter als zwei Jahre nach dem Herstellungsdatum sein
- dürfen nicht speziell konditioniert oder behandelt worden sein (z. B. erhitzt oder künstlich gealtert), mit Ausnahme des Schleifens der Reifenlauffläche im ursprünglichen Zustand
- müssen vor der Bestimmung des Fahrwiderstands auf einer Straße über mindestens 200 km eingefahren worden sein
- müssen vor der Prüfung an jedem Punkt auf der gesamten Breite des Reifens eine konstante Profiltiefe von 100 bis 80 % der ursprünglichen Profiltiefe aufweisen.

4.2.2.2.1. Nach der Messung der Profiltiefe ist die Fahrstrecke auf 500 km zu begrenzen. Werden 500 km überschritten, so ist die Profiltiefe wieder zu messen.

4.2.2.3. Reifendruck

Die Vorder- und Hinterreifen sind, wie vom Hersteller festgelegt, an der jeweiligen Achse und dem ausgewählten Reifen mit der Ausrollprüfmasse auf den unteren Grenzwert des Reifendruckbereichs aufzupumpen.

4.2.2.3.1. Reifendruckregelung

Beträgt die Differenz zwischen Umgebungs- und Abkühltemperatur mehr als 5 °C, so ist der Reifendruck folgendermaßen anzupassen:

- die Reifen sind über mehr als eine Stunde mit 10 % über dem Solldruck abzukühlen
- Vor der Prüfung ist der Reifendruck auf den in Absatz 4.2.2.3 dieses Unteranhangs angegebenen Druck zu verringern, wobei eine Anpassung an die Differenz zwischen der Abkühl-Umgebungstemperatur und der Umgebungsprüftemperatur mit 0,8 kPa pro 1 °C gemäß folgender Gleichung durchzuführen ist:

$$\Delta p_t = 0,8 \times (T_{\text{soak}} - T_{\text{amb}})$$

Dabei ist:

Δp_t die dem Reifendruck gemäß Absatz 4.2.2.3 dieses Unteranhangs hinzugefügte Reifendruckanpassung in kPa

0,8 der Druckanpassungsfaktor in kPa/°C

T_{soak} die Reifenabkühltemperatur in °C

T_{amb} die Umgebungsprüftemperatur in °C

c) Zwischen der Druckanpassung und dem Aufwärmen des Fahrzeugs sind die Reifen von äußeren Wärmequellen einschließlich der Sonneneinstrahlung abzuschirmen.

4.2.3. Instrumentenausrüstung

Instrumente sind derart zu installieren, dass ihr Einfluss auf die aerodynamischen Merkmale des Fahrzeugs minimiert wird.

Ist der Einfluss des installierten Instruments auf $(C_D \times A_f)$ wahrscheinlich größer als $0,015 \text{ m}^2$, so ist das Fahrzeug mit und ohne Instrument in einem Windkanal zu messen, der dem Kriterium von Absatz 3.2 dieses Unteranhangs genügt. Die entsprechende Differenz ist von f_2 abzuziehen. Auf Antrag des Herstellers und mit Genehmigung der Genehmigungsbehörde kann der ermittelte Wert für ähnliche Fahrzeuge verwendet werden, bei denen der Einfluss der Ausrüstung wahrscheinlich den gleichen Einfluss hat.

4.2.4. Aufwärmen des Fahrzeugs

4.2.4.1. Auf der Straße

Das Aufwärmen darf nur durch Fahren des Fahrzeugs erfolgen.

4.2.4.1.1. Vor dem Aufwärmen ist das Fahrzeug zu verzögern, wobei die Kupplung deaktiviert sein muss oder ein automatisches Getriebe in die Neutralstellung gebracht wird und innerhalb von 5 bis 10 Sekunden maßvoll von 80 auf 20 km/h gebremst wird. Nach diesem Bremsvorgang darf keine weitere Betätigung oder manuelle Anpassung der Bremsanlage erfolgen.

Auf Antrag des Herstellers und mit Genehmigung der Genehmigungsbehörde können die Bremsen auch nach dem Aufwärmen mit derselben Verzögerung wie in diesem Absatz beschrieben betätigt werden

4.2.4.1.2. Aufwärmen und Stabilisierung

Alle Fahrzeuge sind mit 90 % der Höchstgeschwindigkeit des anzuwendenden WLTC zu fahren. Das Fahrzeug kann mit 90 % der Höchstgeschwindigkeit der nächsthöheren Phase gefahren werden (siehe Tabelle A4/2), wenn diese Phase gemäß Absatz 7.3.4 dieses Unteranhangs dem anzuwendenden WLTC-Aufwärmverfahren hinzugefügt wird. Das Fahrzeug ist für mindestens 20 Minuten aufzuwärmen, bis stabile Bedingungen erreicht sind.

Tabelle A4/2

Aufwärmen und Stabilisierung in den verschiedenen Phasen

Fahrzeug- klasse	Anzuwendender WLTC	90 % der Höchst- geschwindigkeit	Nächsthöhere Phase
Klasse 1	Low ₁ + Medium ₁	58 km/h	entfällt
Klasse 2	Low ₂ + Medium ₂ + High ₂ + Extra High ₂	111 km/h	entfällt
	Low ₂ + Medium ₂ + High ₂	77 km/h	Extra High (111 km/h)
Klasse 3	Low ₃ + Medium ₃ + High ₃ + Extra High ₃	118 km/h	entfällt
	Low ₃ + Medium ₃ + High ₃	88 km/h	Extra High (118 km/h)

4.2.4.1.3. Kriterium für den stabilen Zustand

Siehe Absatz 4.3.1.4.2 dieses Unteranhangs.

4.3. Messung und Berechnung des Fahrwiderstands (Straße) anhand der Ausrollmethode

Der Fahrwiderstand (Straße) ist entweder mittels stationärer Anemometrie (Absatz 4.3.1 dieses Unteranhangs) oder On-Board-Anemometrie (Absatz 4.3.2 dieses Unteranhangs) zu bestimmen.

4.3.1. Ausrollmethode mit stationärer Anemometrie

4.3.1.1. Auswahl der Bezugsgeschwindigkeiten für die Bestimmung der Fahrwiderstandskurve (Straße)

Die Bezugsgeschwindigkeiten für die Bestimmung des Fahrwiderstands auf der Straße sind gemäß Absatz 2 dieses Unteranhangs auszuwählen.

4.3.1.2. Datenerfassung

Während der Prüfung sind die Zeit und die Fahrzeuggeschwindigkeit mit einer Frequenz von mindestens 5 Hz zu messen.

4.3.1.3. Fahrzeugausrollmethode

4.3.1.3.1. Im Anschluss an das in Absatz 4.2.4 dieses Unteranhangs beschriebene Aufwärmverfahren und unmittelbar vor jeder Prüfmessung ist das Fahrzeug auf 10 bis 15 km/h über der höchsten Bezugsgeschwindigkeit zu beschleunigen und mit dieser Geschwindigkeit höchstens eine Minute lang zu fahren. Danach muss unverzüglich das Ausrollen beginnen.

4.3.1.3.2. Während des Ausrollens muss sich das Getriebe in Neutralstellung befinden. So weit wie möglich sind Bewegungen des Lenkrads zu vermeiden und die Fahrzeugbremsen dürfen nicht betätigt werden.

4.3.1.3.3. Die Prüfung ist so lange zu wiederholen, bis die Ausrolldaten den Anforderungen hinsichtlich der statistischen Präzision gemäß Absatz **4.3.1.4.2** genügen.

4.3.1.3.4. Obwohl empfohlen wird, jede Ausrollfahrt ohne Unterbrechung durchzuführen, sind Teilfahrten zulässig, wenn in einer einzigen Fahrt nicht für alle Geschwindigkeitsbezugspunkte Daten gesammelt werden können. Bei Teilfahrten ist darauf zu achten, dass die Fahrzeugbedingungen bei jedem Teilpunkt so stabil wie möglich bleiben.

4.3.1.4. Bestimmung des Fahrwiderstands auf der Straße durch Messung der Ausrollzeit

4.3.1.4.1. Die Ausrollzeit, die der Bezugsgeschwindigkeit v_j entspricht und sich aus der abgelaufenen Zeit der Fahrzeuggeschwindigkeit ($v_j + 5$ km/h) bis ($v_j - 5$ km/h) ergibt, ist zu messen.

4.3.1.4.2. Diese Messungen sind in entgegengesetzten Richtungen durchzuführen bis mindestens drei Messpaare ermittelt wurden, die der statistischen Präzision p_j genügen; diese entspricht folgender Gleichung:

$$p_j = \frac{h \times \sigma_j}{\sqrt{n \times \Delta t_j}} \leq 0,03$$

Dabei ist:

p_j die statistische Präzision der bei der Bezugsgeschwindigkeit v_j durchgeführten Messungen

n die Anzahl der Messpaare

Δt_j der arithmetische Durchschnitt der Ausrollzeit bei der Bezugsgeschwindigkeit v_j in Sekunden gemäß folgender Gleichung:

$$\Delta t_j = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\Delta t_{ji}}}$$

Dabei ist:

Δt_{ji} die harmonische durchschnittliche Ausrollzeit des ersten Messpaares bei der Geschwindigkeit v_j in Sekunden s gemäß folgender Gleichung:

$$\Delta t_{ji} = \frac{2}{\left(\frac{1}{\Delta t_{jai}}\right) + \left(\frac{1}{\Delta t_{jbi}}\right)}$$

Dabei gilt:

Δt_{jai} und Δt_{jbi} sind die Ausrollzeiten der ersten Messung bei der Bezugsgeschwindigkeit v_j in Sekunden s in den Richtungen a und b

σ_j ist die Standardabweichung in Sekunden s gemäß:

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta t_{ji} - \Delta t_{pj})^2}$$

h ist ein Koeffizient in Tabelle A4/3

Tabelle A4/3

Koeffizient h als Funktion von n

n	h	h/ \sqrt{n}	n	h	h/ \sqrt{n}
3	4,3	2,48	10	2,2	0,73
4	3,2	1,60	11	2,2	0,66
5	2,8	1,25	12	2,2	0,64
6	2,6	1,06	13	2,2	0,61
7	2,5	0,94	14	2,2	0,59
8	2,4	0,85	15	2,2	0,57
9	2,3	0,77			

4.3.1.4.3. Tritt während einer Messung in einer Richtung ein externer Faktor oder eine Einwirkung durch den Fahrer auf, der oder die die Prüfung des Fahrwiderstands auf der Straße beeinflusst, so sind diese Messung und die entsprechende Messung in der entgegengesetzten Richtung zu verwerfen.

Die größte Anzahl an Messpaaren, die noch der statistischen Präzision gemäß Absatz 4.3.1.4.2 genügt, ist zu bewerten und die Anzahl an verworfenen Messpaaren darf ein Drittel der Gesamtzahl an Messpaaren nicht überschreiten.

4.3.1.4.4. Die folgende Gleichung ist für die Berechnung des arithmetischen Durchschnitts des Fahrwiderstands auf der Straße zu verwenden, wobei der harmonische arithmetische Durchschnitt der Ausrollzeiten zu berücksichtigen ist.

$$F_j = \frac{1}{3,6} \times (m_{av} + m_r) \times \frac{2 \times \Delta v}{\Delta t_j}$$

Dabei ist:

Δt_j der harmonische arithmetische Durchschnitt der Messungen der abwechselnden Ausrollzeiten bei der Geschwindigkeit v_j in Sekunden s gemäß:

$$\Delta t_j = \frac{2}{\frac{1}{\Delta t_{ja}} + \frac{1}{\Delta t_{jb}}}$$

Dabei gilt:

Δt_{ja} und Δt_{jb} sind der arithmetische Durchschnitt der Ausrollzeiten in den Richtungen a und b entsprechend der Bezugsgeschwindigkeit v_j in Sekunden s gemäß folgender zwei Gleichungen:

$$\Delta t_{ja} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta t_{jai}$$

und:

$$\Delta t_{jb} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta t_{jbi}$$

Dabei ist:

m_{av} der arithmetische Durchschnitt der Prüffahrzeugmassen zu Beginn und am Ende der Bestimmung des Fahrwiderstands (Straße) in kg

m_r die gleichwertige effektive Masse der rotierenden Bauteile gemäß Absatz 2.5.1 dieses Unteranhangs

Die Koeffizienten f_0 , f_1 und f_2 , in der Fahrwiderstandsgleichung (Straße) sind mit einer Regressionsanalyse nach der Methode der Mindestquadrate zu berechnen.

Handelt es sich bei dem geprüften Fahrzeug um das repräsentative Fahrzeug einer Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße), so ist der Koeffizient f_1 auf Null zu setzen und die Koeffizienten f_0 und f_2 sind mit einer Regressionsanalyse nach der Methode der Mindestquadrate neu zu berechnen.

4.3.2. Ausrollmethode mit On-Board-Anemometrie

Das Fahrzeug ist gemäß Absatz 4.2.4 dieses Unteranhangs aufzuwärmen und zu stabilisieren.

4.3.2.1. Zusätzliche Instrumente für die On-Board-Anemometrie

Das On-Board-Anemometer und die Instrumente sind im Betrieb am Prüffahrzeug zu kalibrieren, wenn eine Kalibrierung während des Aufwärmens für die Prüfung notwendig wird.

4.3.2.1.1. Die relative Windgeschwindigkeit ist mit einer Mindestfrequenz von 1 Hz und einer Genauigkeit von 0,3 m/s zu messen. Die Blockierung des Fahrzeugs ist bei der Kalibrierung des Anemometers zu berücksichtigen.

4.3.2.1.2. Die Windrichtung muss relativ zur Fahrzeugrichtung sein. Die relative Windrichtung (Gierachse) ist mit einer Auflösung von 1 Grad und einer Genauigkeit von 3 Grad zu messen. Die Totzone des Instruments darf 10 Grad nicht überschreiten und muss zum Fahrzeugheck hin gerichtet sein.

4.3.2.1.3. Vor dem Ausrollen ist das Anemometer in Bezug auf Windgeschwindigkeit und Gierrate gemäß ISO **10521-1:2006**(E) Anhang A zu kalibrieren.

4.3.2.1.4. Die Blockierung des Anemometers ist im Kalibrierungsverfahren gemäß ISO **10521-1:2006**(E) Anhang A zu korrigieren, um ihren Effekt zu minimieren.

4.3.2.2. Auswahl des Fahrzeuggeschwindigkeitsbereichs für die Bestimmung der Fahrwiderstandskurve (Straße)

Der Geschwindigkeitsbereich des Prüffahrzeugs ist gemäß Absatz **2.2** dieses Unteranhangs auszuwählen.

4.3.2.3. Datenerfassung

Während der Prüfung sind die abgelaufene Zeit, die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Luftgeschwindigkeit (Windgeschwindigkeit, Richtung) relativ zum Fahrzeug mit einer Frequenz von **5** Hz zu messen. Die Umgebungstemperatur ist zu synchronisieren und mit einer Mindestfrequenz von **1** Hz zu messen.

4.3.2.4. Fahrzeugausrollmethode

Die Messungen sind in entgegengesetzten Richtungen durchzuführen, bis mindestens zehn aufeinanderfolgende Fahrten (fünf in jeder Richtung) erfolgt sind. Genügt eine Fahrt nicht den geforderten On-Board-Anemometrie-Prüfbedingungen, so sind diese Fahrt und die entsprechende Fahrt in entgegengesetzter Richtung zu verwerfen. Alle gültigen Messpaare sind in die endgültige Analyse mit mindestens **5** Ausrollfahrten aufzunehmen. Vgl. die statistischen Validierungskriterien in Absatz **4.3.2.6.10** dieses Unteranhangs.

Das Anemometer ist so zu installieren, dass der Effekt auf die Betriebseigenschaften des Fahrzeugs minimiert ist.

Das Anemometer ist gemäß einer der folgenden Optionen zu installieren:

- a) an einem Balken ungefähr **2** Meter vor dem vorderen aerodynamischen Staupunkt des Fahrzeugs
- b) auf der Mittellinie des Fahrzeugdachs; wenn möglich, ist das Anemometer innerhalb von **30** cm vom oberen Rand der Windschutzscheibe zu installieren
- c) auf der Motorraumabdeckung in der Fahrzeugmittellinie, d. h. in der Mitte zwischen der Fahrzeugfront und dem unteren Rand der Windschutzscheibe.

In allen Fällen ist das Anemometer parallel zur Fahrbahnoberfläche zu installieren. Falls die Positionen b oder c verwendet werden, sind die Ausrollergebnisse analytisch anzupassen, um den zusätzlichen Luftwiderstand aufgrund des Anemometers zu berücksichtigen. Zur Anpassung ist das ausrollende Fahrzeug in einem Windkanal sowohl mit dem als auch ohne das in derselben Position wie auf dem Prüfstand installierte Anemometer zu prüfen. Die berechnete Differenz ist der graduelle Luftwiderstandskoeffizient C_D in Kombination mit der Fahrzeugfront zur Korrektur der Ausrollergebnisse.

4.3.2.4.1. Im Anschluss an das in Absatz **4.2.4** dieses Unteranhangs beschriebene Aufwärmverfahren und unmittelbar vor jeder Prüfmessung ist das Fahrzeug auf **10** bis **15** km/h über der höchsten

Bezugsgeschwindigkeit zu beschleunigen und mit dieser Geschwindigkeit höchstens eine Minute lang zu fahren. Danach muss unverzüglich das Ausrollen beginnen.

4.3.2.4.2. Während des Ausrollens muss sich das Getriebe in Neutralstellung befinden. So weit wie möglich sind Bewegungen des Lenkrads zu vermeiden und die Fahrzeugbremsen dürfen nicht betätigt werden.

4.3.2.4.3. Es wird empfohlen, jedes Ausrollen ohne Unterbrechung durchzuführen. Teilfahrten sind jedoch zulässig, wenn in einer einzigen Fahrt nicht für alle Geschwindigkeitsbezugspunkte Daten gesammelt werden können. Bei Teilfahrten ist darauf zu achten, dass die Fahrzeugbedingungen bei jedem Teilpunkt so stabil wie möglich bleiben.

4.3.2.5. Bestimmung der Bewegungsgleichung

Die in den Bewegungsgleichungen des On-Board-Anemometers verwendeten Symbole sind in Tabelle A4/4 aufgelistet. Tabelle A4/4

Die in den Bewegungsgleichungen des On-Board-Anemometers verwendeten Symbole

Symbol	Einheiten	Beschreibung
A_f	m^2	Fahrzeugfront
$a_0 \dots a_n$	$Grad^{-1}$	Luftwiderstandskoeffizienten als Funktion des Gierwinkels
A_m	N	mechanischer Widerstandskoeffizient
B_m	$N/(km/h)$	mechanischer Widerstandskoeffizient
C_m	$N/(km/h)^2$	mechanischer Widerstandskoeffizient
$C_D(Y)$		Luftwiderstandskoeffizient bei Gierwinkel Y
D	N	Widerstand
D_{aero}	N	Luftwiderstand
D_f	N	Widerstand der Vorderachse (einschließlich Antriebssystem)
D_{grav}	N	Widerstand durch Schwerkraft
D_{mech}	N	mechanischer Widerstand
D_r	N	Widerstand der Hinterachse (einschließlich Antriebssystem)
D_{tyre}	N	Reifenrollwiderstand
(dh/ds)	-	Sinus der Neigung des Prüfstands in der Fahrtrichtung (+ gibt eine Steigung an)
(dv/dt)	m/s^2	Beschleunigung
g	m/s^2	Schwerkraftskonstante
m_{av}	kg	arithmetische Durchschnittsmasse des Prüffahrzeugs vor und nach der Bestimmung des Fahrwiderstands (Straße)
ρ	kg/m^3	Luftdichte
t	s	Zeit
T	K	Temperatur
v	km/h	Fahrzeuggeschwindigkeit
v_r	km/h	relative Windgeschwindigkeit
Y	Grad	Gierwinkel des scheinbaren Winds relativ zur Fahrtrichtung des Fahrzeugs

4.3.2.5.1. Allgemeine Form

Die allgemeine Form der Bewegungsgleichung ist folgende:

$$-m_e \left(\frac{dv}{dt} \right) = D_{mech} + D_{aero} + D_{grav}$$

Dabei ist:

$$D_{mech} = D_{tyre} + D_f + D_r;$$

$$D_{aero} = \left(\frac{1}{2} \right) \rho C_D(Y) A_f v_r^2;$$

$$D_{\text{grav}} = m \times g \times \left(\frac{dh}{ds} \right)$$

Ist die Neigung der Prüfstrecke gleich oder weniger als 0,1 % über ihre Länge, so kann D_{grav} auf Null gesetzt werden.

4.3.2.5.2. Modell des mechanischen Widerstands

Der mechanische Widerstand, der aus selbständigen Komponenten besteht und Reibungsverluste der Reifen D_{tyre} sowie der Vorder- und Hinterachse D_f und D_r repräsentiert (einschließlich Verlusten im Getriebe), ist als dreistelliges Polynom als Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit v gemäß folgender Gleichung zu modellieren:

$$D_{\text{mech}} = A_m + B_m v + C_m v^2$$

Dabei gilt:

A_m , B_m und C_m werden in der Datenanalyse nach der Methode der Mindestquadrate bestimmt. Diese Konstanten stellen den kombinierten Widerstand des Antriebssystems und der Reifen dar.

Handelt es sich bei dem geprüften Fahrzeug um das repräsentative Fahrzeug einer Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße), so ist der Koeffizient B_m auf Null zu setzen und die Koeffizienten A_m und C_m sind mit einer Regressionsanalyse nach der Methode der Mindestquadrate neu zu berechnen.

4.3.2.5.3. Modell des Luftwiderstands

Der Luftwiderstandskoeffizient $C_D(Y)$ ist als vierstelliges Polynom als Funktion des Gierwinkels Y gemäß folgender Gleichung zu modellieren:

$$C_D(Y) = a_0 + a_1 Y + a_2 Y^2 + a_3 Y^3 + a_4 Y^4$$

a_0 bis a_4 sind konstante Koeffizienten, die in der Datenanalyse bestimmt werden.

Der Luftwiderstand wird bestimmt, indem der Widerstandskoeffizient mit der Fahrzeugfront A_f und der relativen Windgeschwindigkeit kombiniert wird. v_r :

$$D_{\text{aero}} = \left(\frac{1}{2} \right) \times \rho \times A_f \times v_r^2 \times C_D(Y)$$

$$D_{\text{aero}} = \left(\frac{1}{2} \right) \times \rho \times A_f \times v_r^2 (a_0 + a_1 Y + a_2 Y^2 + a_3 Y^3 + a_4 Y^4)$$

4.3.2.5.4. Endgültige Form der Bewegungsgleichung

Durch Substitution erhält man folgende endgültige Form der Bewegungsgleichung:

$$m_e \left(\frac{dv}{dt} \right) =$$

$$A_m + B_m v + C_m v^2 + \left(\frac{1}{2}\right) \times \rho \times A_f \times v_r^2 (a_0 + a_1 Y + a_2 Y^2 + a_3 Y^3 + a_4 Y^4 + (m \times g \times \frac{dh}{ds}))$$

4.3.2.6. Datenreduktion

Es ist eine Gleichung mit drei Termen zu bilden, um den Fahrwiderstand (Straße) als eine Funktion der Geschwindigkeit, $F = A + Bv + Cv^2$, korrigiert hinsichtlich der Standard-Umgebungstemperatur und den Druckbedingungen, und bei Windstille zu beschreiben. Die Methode für diese Analyse ist in den Absätzen 4.3.2.6.1 bis einschließlich 4.3.2.6.10 dieses Unteranhangs beschrieben.

4.3.2.6.1. Bestimmung der Kalibrierungskoeffizienten

Wurden Kalibrierungsfaktoren für die Blockierung des Fahrzeugs nicht vorher bestimmt, so sind diese für die relative Windgeschwindigkeit und den Gierwinkel zu bestimmen. Messungen der Fahrzeuggeschwindigkeit v , der relativen Windgeschwindigkeit v_r und der Gierrate Y sind während der Aufwärmphase des Prüfverfahrens aufzuzeichnen. Es sind Fahrtenpaare in unterschiedlichen Richtungen auf der Prüfstrecke bei einer konstanten Geschwindigkeit von 80 km/h durchzuführen und die arithmetischen Durchschnittswerte von v , v_r und Y sind für jede Fahrt zu bestimmen. Es sind Kalibrierungsfaktoren, die die Gesamtfehler aufgrund von Gegen- und Seitenwinden bei allen Fahrtenpaaren minimieren, d. h. die Summe von $(head_i - head_{i+1})^2$ usw., auszuwählen, wobei sich $head_i$ und $head_{i+1}$ auf die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung in den Fahrtenpaaren in entgegengesetzten Richtungen während der Fahrzeug-Aufwärm- und Stabilisierungsphase vor der Prüfung beziehen.

4.3.2.6.2. Ableitung von Beobachtungen im Sekundentakt

Mittels der während der Ausrollfahrten gewonnenen Daten sind die Werte für v , $\left(\frac{dh}{ds}\right) \left(\frac{dv}{dt}\right)$, v_r^2 und Y zu bestimmen, indem die gemäß den Absätzen 4.3.2.1.3 und 4.3.2.1.4 dieses Unteranhangs erhaltenen Kalibrierungsfaktoren angewendet werden. Zur Anpassung der Stichproben an die Frequenz von 1 Hz ist eine Datenfilterung anzuwenden.

4.3.2.6.3. Vorläufige Analyse

Mittels einer linearen Regressionsanalyse nach der Methode der Mindestquadrate sind alle Datenpunkte sofort zu analysieren, um A_m , B_m , C_m , a_0 , a_1 , a_2 , a_3 , a_4 sowie M_e , $\left(\frac{dh}{ds}\right)$, $\left(\frac{dv}{dt}\right)$, v , v_r , und ρ zu bestimmen.

4.3.2.6.4. Datenausreißer

Eine vorhergesagte Kraft $m_e \left(\frac{dv}{dt}\right)$ ist zu berechnen und mit den beobachteten Datenpunkten zu vergleichen. Datenpunkte mit zu starken Abweichungen, z. B. mehr als drei Standardabweichungen, sind zu kennzeichnen.

4.3.2.6.5. Datenfilterung (optional)

Es sind geeignete Methoden zur Datenfilterung anzuwenden und die verbleibenden Datenpunkte sind zu glätten.

4.3.2.6.6. Dateneliminierung

Datenpunkte, die bei Gierwinkeln erfasst wurden, die größer als ± 20 Grad der Fahrtrichtung des Fahrzeugs sind, sind zu kennzeichnen. Datenpunkte, die bei einer Windgeschwindigkeit von weniger als $+ 5$ km/h erfasst wurden (zur Vermeidung von Bedingungen, bei denen der Rückenwind größer ist als die Fahrzeuggeschwindigkeit), sind ebenfalls zu kennzeichnen. Die Datenanalyse ist auf Fahrzeuggeschwindigkeiten innerhalb des gemäß Absatz 4.3.2.2 dieses Unteranhangs ausgewählten Geschwindigkeitsbereichs zu beschränken.

4.3.2.6.7. Endgültige Datenanalyse

Alle nicht gekennzeichneten Daten sind mittels einer linearen Regressionsanalyse nach der Methode der Mindestquadrate zu analysieren. M_e , $\left(\frac{dh}{ds}\right)$, $\left(\frac{dv}{dt}\right)$, v , v_r , und ρ , A_m , B_m , C_m , a_0 , a_1 , a_2 , a_3 und a_4 sind zu bestimmen.

4.3.2.6.8. Analyse mit Nebenbedingungen (optional)

Zur besseren Unterscheidung des Luft- und mechanischen Widerstands des Fahrzeugs kann eine Analyse mit Nebenbedingungen so angewendet werden, dass die Fahrzeugfront A_f und der Widerstandskoeffizient C_D festgelegt werden können, falls sie zuvor bestimmt wurden.

4.3.2.6.9. Korrektur auf Bezugsbedingungen

Bewegungsgleichungen sind gemäß Absatz 4.5 dieses Unteranhangs auf Bezugsbedingungen hin zu korrigieren.

4.3.2.6.10. Statistische Kriterien für die On-Board-Anemometrie

Der Ausschluss jedes Einzelpaares von Ausrollfahrten verändert den berechneten Fahrwiderstand (Straße) für jede Ausrollbezugsgeschwindigkeit v_j weniger als die Konvergenzanforderung für alle i und j :

$$\Delta F_i(v_j)/F(v_j) \leq \frac{0,03}{\sqrt{n-1}}$$

Dabei ist:

$\Delta F_i(v_j)$ die Differenz in N zwischen dem berechneten Fahrwiderstand (Straße) mit allen Ausrollfahrten und dem berechneten Fahrwiderstand (Straße) unter Ausschluss des i -ten Paares der Ausrollfahrten

$F(v_j)$ der berechnete Fahrwiderstand (Straße) in N , unter Einschluss aller Ausrollfahrten

v_j die Bezugsgeschwindigkeit in km/h

n die Anzahl an Ausrollfahrtenpaaren, unter Einschluss aller gültigen Paare.

Ist die Konvergenzanforderung nicht erfüllt, müssen Paare aus der Analyse entfernt werden, wobei mit dem Paar begonnen wird, das die größte Änderung im berechneten Fahrwiderstand (Fahrwiderstand) bewirkt, bis

die Konvergenzanforderung erfüllt ist, jedoch müssen mindestens **5** gültige Paare für die endgültige Bestimmung des Fahrwiderstands (Straße) verwendet werden.

4.4. Messung und Bestimmung des Fahrwiderstands mit einem Drehmomentmesser

Als Alternative zu den Ausrollmethoden kann auch ein Drehmomentmesser verwendet werden, wobei der Fahrwiderstand durch die Messung des Raddrehmoments an den Antriebsrädern an den Geschwindigkeitsbezugspunkten in Zeitabschnitten von mindestens **5** Sekunden bestimmt wird.

4.4.1. Einbau des Drehmomentmessers

Raddrehmomentmesser sind zwischen der Radnabe und der Felge jedes Antriebsrades anzubringen, um so das zur Beibehaltung einer konstanten Fahrzeuggeschwindigkeit erforderliche Drehmoment zu messen.

Drehmomentmesser sind regelmäßig, mindestens einmal pro Jahr zu kalibrieren und sie müssen auf nationale oder internationale Normen zurückführbar sein, um die erforderliche Genauigkeit und Präzision sicherzustellen.

4.4.2. Verfahren und Datenerhebung

4.4.2.1. Auswahl der Bezugsgeschwindigkeiten für die Bestimmung der Fahrwiderstandskurve

Die Bezugsgeschwindigkeitspunkte für die Bestimmung des Fahrwiderstands sind gemäß Absatz **2.2** dieses Unteranhangs auszuwählen.

Die Bezugsgeschwindigkeiten sind in absteigender Reihenfolge zu messen. Auf Antrag des Herstellers sind Stabilisierungsphasen zwischen den Messungen zulässig, aber die Stabilisierungsgeschwindigkeit darf die Geschwindigkeit der folgenden Bezugsgeschwindigkeit nicht überschreiten.

4.4.2.2. Datenerfassung

Es sind Datensätze aus tatsächlicher Geschwindigkeit v_{ji} , tatsächlichem Drehmoment C_{ji} und der Zeit über mindestens **5** Sekunden für jede v_j mit einer Frequenz von mindestens **10** Hz zu messen. Die über eine Zeitphase für eine Bezugsgeschwindigkeit v_j erhobenen Datensätze gelten als eine Messung.

4.4.2.3. Verfahren der Fahrzeugdrehmomentmessung

Vor der Prüfmessung mit einem Drehmomentmesser ist gemäß Absatz **4.2.4** dieses Unteranhangs ein Aufwärmen des Fahrzeugs durchzuführen.

Während der Prüfmessung sind Bewegungen des Lenkrads so weit wie möglich zu vermeiden und die Fahrzeugbremsen dürfen nicht betätigt werden.

Die Prüfung ist zu wiederholen, bis die Daten des Fahrwiderstands den Präzisionsanforderungen hinsichtlich der Messung gemäß Absatz **4.4.3.2** dieses Unteranhangs genügen.

Obwohl empfohlen wird, jede Prüffahrt ohne Unterbrechung durchzuführen, sind Teilfahrten zulässig, wenn in einer einzigen Fahrt nicht für alle Geschwindigkeitsbezugspunkte Daten gesammelt werden können. Bei

Teilfahrten ist darauf zu achten, dass die Fahrzeugbedingungen bei jedem Teilpunkt so stabil wie möglich bleiben.

4.4.2.4. Geschwindigkeitsabweichung

Während einer Messung an einem einzelnen Geschwindigkeitsbezugspunkt muss die Geschwindigkeitsabweichung von der arithmetischen Durchschnittsgeschwindigkeit, $v_{ji}-v_{jm}$, berechnet gemäß Absatz 4.4.3 dieses Unteranhangs, innerhalb der in Tabelle A4/5 angegebenen Werte liegen.

Zusätzlich darf die arithmetische Durchschnittsgeschwindigkeit v_{jm} an jedem Geschwindigkeitsbezugspunkt von der Bezugsgeschwindigkeit v_j um nicht mehr als ± 1 km/h oder 2 % der Bezugsgeschwindigkeit v_j , je nachdem welcher Wert größer ist, abweichen.

Tabelle A4/5

Geschwindigkeitsabweichung

Zeitabschnitt in s	Geschwindigkeitsabweichung in (km/h)
5 - 10	± 0,2
10 - 15	± 0,4
15 - 20	± 0,6
20 - 25	± 0,8
25 - 30	± 1,0
≥ 30	± 1,2

4.4.2.5. Umgebungstemperatur

Die Prüfungen sind unter den gleichen Temperaturbedingungen wie in Absatz 4.1.1.2 dieses Unteranhangs beschrieben durchzuführen.

4.4.3. Berechnung der arithmetischen Durchschnittsgeschwindigkeit und des arithmetischen Durchschnittsdrehmoments

4.4.3.1. Berechnung

Die arithmetische Durchschnittsgeschwindigkeit v_{jm} in km/h und das arithmetische Durchschnittsdrehmoment C_{jm} in Nm von jeder Messung sind anhand der gemäß Absatz 4.4.2.2 dieses Unteranhangs gesammelten Datensätze mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$v_{jm} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k v_{ji}$$

und

$$C_{jm} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k C_{ji} - C_{js}$$

Dabei ist:

v_{ji} die tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit des i-ten Datensatzes am Geschwindigkeitsbezugspunkt j in km/h

k die Anzahl der Datensätze in einer einzelnen Messung

C_{ji} das tatsächliche Drehmoment des i -ten Datensatzes in Nm

C_{js} der Kompensationsterm für die Geschwindigkeitdrift in Nm gemäß folgender Gleichung:

$$C_{js} = (m_{st} + m_r) \times \alpha_j r_j.$$

$\frac{C_{js}}{\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k C_{ji}}$ darf nicht größer als 0,05 sein und kann unberücksichtigt bleiben, wenn α_j nicht größer als $\pm 0,005 \text{ m/s}^2$ ist

m_{st} die Masse des Prüffahrzeugs in kg zu Beginn der Messungen, die erst unmittelbar vor dem Aufwärmverfahren und nicht früher zu messen ist

m_r die gleichwertige effektive Masse der rotierenden Bauteile in kg gemäß Absatz 2.5.1 dieses Unteranhangs

r_j der dynamische Radius des Reifens, der an einem Bezugspunkt von 80 km/h oder, falls die Geschwindigkeit niedriger als 80 km/h ist, am höchsten Geschwindigkeitsbezugspunkt des Fahrzeugs bestimmt wird und gemäß folgender Gleichung zu berechnen ist:

$$r_j = \frac{1}{3,6} \times \frac{v_{jm}}{2 \times \pi n}$$

Dabei ist:

n die Rotationsfrequenz des gefahrenen Reifens in s^{-1}

α_j die arithmetische Durchschnittsbeschleunigung in m/s^2 , die gemäß folgender Gleichung zu berechnen ist:

$$\alpha_j = \frac{1}{3,6} \times \frac{k \sum_{i=1}^k t_i v_{ji} - \sum_{i=1}^k t_i \sum_{i=1}^k v_{ji}}{k \times \sum_{i=1}^k t_i^2 - [\sum_{i=1}^k t_i]^2}$$

Dabei ist:

t_i der Zeitpunkt in s, an dem der i -te Datensatz erfasst wurde

4.4.3.2. Messpräzision

Diese Messungen sind in entgegengesetzten Richtungen durchzuführen, bis mindestens drei Messpaare bei jeder Bezugsgeschwindigkeit v_i vorliegen und für die \bar{C}_j gemäß folgender Gleichung der Präzision ρ_j genügt:

$$\rho_j = \frac{h \times s}{\sqrt{n} \times \bar{C}_j} \leq 0,03 \quad \text{Dabei gilt:}$$

n die Anzahl der Messpaare für C_{jm}

\bar{C}_j der Fahrwiderstand bei der Geschwindigkeit v_j in Nm gemäß folgender Gleichung:

$$\bar{C}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_{jmi}$$

Dabei gilt:

C_{jmi} ist das arithmetische Durchschnittsdrehmoment des i-ten Messpaares in Nm bei der Geschwindigkeit v_j gemäß folgender Gleichung:

$$C_{jmi} = \frac{1}{2} \times (C_{jmai} + C_{jmbi})$$

Dabei ist:

C_{jmai} und C_{jmbi} sind die arithmetischen Durchschnittsdrehmomente der i-ten Messung in Nm bei der Geschwindigkeit v_j , die in Absatz 4.4.3.1 dieses Unteranhangs für jede Richtung a and b bestimmt werden

s die Standardabweichung in Nm gemäß folgender Gleichung:

$$s = \sqrt{\frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k (C_{jmi} - \bar{C}_j)^2};$$

h ein Koeffizient als Funktion von n gemäß Tabelle A4/3 in Absatz 4.3.1.4.2 dieses Unteranhangs.

4.4.4. Bestimmung der Fahrwiderstandskurve

Die arithmetische Durchschnittsgeschwindigkeit des Fahrzeugs und das arithmetische Durchschnittsdrehmoment bei jedem Geschwindigkeitsbezugspunkt sind gemäß folgenden Gleichungen zu berechnen:

$$V_{jm} = \frac{1}{2} \times (v_{jma} + v_{jmb})$$

$$C_{jm} = \frac{1}{2} \times (C_{jma} + C_{jmb})$$

Die folgende, nach der Methode der Mindestquadrate erstellte Regressionsanalysekurve des arithmetischen Durchschnittsfahrwiderstands ist auf alle Datenpaare (v_{jm} , C_{jm}) bei allen Bezugsgeschwindigkeiten gemäß Absatz 4.4.2.1 dieses Unteranhangs anzuwenden, um die Koeffizienten c_0 , c_1 und c_2 zu bestimmen.

Die Koeffizienten c_0 , c_1 und c_2 , sowie die auf dem Rollenprüfstand gemessenen Ausrollzeiten (siehe Absatz 8.2.4 dieses Unteranhangs) sind in alle einschlägigen Prüfblätter aufzunehmen.

Handelt es sich bei dem geprüften Fahrzeug um das repräsentative Fahrzeug einer Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße), so ist der Koeffizient c_1 auf Null zu setzen und die Koeffizienten c_0 und c_2 sind mit einer Regressionsanalyse nach der Methode der Mindestquadrate neu zu berechnen.

4.5. Korrektur auf Bezugsbedingungen und Messausrüstung

4.5.1. Korrekturfaktor des Luftwiderstands

Der Korrekturfaktor für den Luftwiderstand K_2 ist gemäß folgender Gleichung zu bestimmen:

$$K_2 = \frac{T}{293 \text{ K}} \times \frac{100 \text{ kPa}}{P}$$

Dabei ist:

T die arithmetische durchschnittliche Umgebungstemperatur aller Einzelfahrten in Kelvin (K)

P der arithmetische durchschnittliche Umgebungsdruck in kPa

4.5.2. Korrekturfaktor des Rollwiderstands

Der Korrekturfaktor K_0 für den Rollwiderstand Kelvin⁻¹ (K^{-1}) kann auf der Grundlage empirischer Daten bestimmt und von der Genehmigungsbehörde für die jeweilige Fahrzeug- und Reifenprüfung genehmigt werden, oder gemäß folgender Gleichung als gesetzt gelten:

$$K_0 = 8,6 \times 10^{-3} K^{-1}$$

4.5.3. Windkorrektur

4.5.3.1. Windkorrektur mit stationärem Anemometer

4.5.3.1.1. Es ist eine Windkorrektur für die absolute Windgeschwindigkeit entlang der Prüfstrecke durchzuführen, indem die Differenz, die durch abwechselnde Fahrten nicht aus dem konstanten Term f_0 gemäß Absatz 4.3.1.4.4 dieses Unteranhangs oder aus c_0 gemäß Absatz 4.4.4 dieses Unteranhangs gelöscht werden kann, subtrahiert wird.

4.5.3.1.2. Der Windkorrekturwiderstand w_1 für die Ausrollmethode oder w_2 für die Methode der Drehmomentmessung ist gemäß folgenden Gleichungen zu berechnen:

$$w_1 = 3,6^2 \times f_2 \times v_w^2$$

$$\text{oder: } w_2 = 3,6^2 \times c_2 \times v_w^2$$

Dabei ist:

w_1 der Windkorrekturwiderstand für die Ausrollmethode in N

f_2 der Koeffizient des gemäß Absatz 4.3.1.4.4 dieses Unteranhangs bestimmten Terms

v_w die untere arithmetische Durchschnittswindgeschwindigkeit aus entgegengesetzten Richtungen in m/s entlang der Prüfstrecke während der Prüfung

w_2 der Windkorrekturwiderstand für die Methode der Drehmomentmessung in Nm

c_2 der Koeffizient des gemäß Absatz 4.4.4 dieses Unteranhangs bestimmten aerodynamischen Terms für die Methode der Drehmomentmessung.

4.5.3.2. Windkorrektur mit On-Board-Anemometer

Für den Fall, dass die Ausrollmethode mit einer On-Board-Anemometrie erfolgt, sind w_1 und w_2 in den Gleichungen in Absatz 4.5.3.1.2 auf Null zu setzen, da die Windkorrektur bereits gemäß Absatz 4.3.2 dieses Unteranhangs angewendet wird.

4.5.4. Korrekturfaktor der Prüfmasse

Der Korrekturfaktor K_1 für die Prüfmasse des Prüffahrzeugs ist gemäß folgender Gleichung zu bestimmen:

$$K_1 = f_0 \times \left(1 - \frac{TM}{m_{av}} \right)$$

Dabei ist:

f_0 ein konstanter Term N

TM die Prüfmasse des Prüffahrzeugs in kg

m_{av} die tatsächliche Prüfmasse des Prüffahrzeugs in kg, bestimmt gemäß Absatz 4.3.1.4.4 dieses Unteranhangs

4.5.5. Korrektur der Fahrwiderstandskurve (Straße)

4.5.5.1. Die in Absatz 4.3.1.4.4 dieses Unteranhangs bestimmte Kurve ist auf die Bezugsbedingungen hin folgendermaßen zu korrigieren:

$$F^* = ((f_0 - w_1 - K_1) + f_1 v) \times (1 + K_0(T - 20)) + K_2 f_2 v^2$$

Dabei ist:

F^* der korrigierte Fahrwiderstand (Straße) in N

f_0 der konstante Term N

f_1 der Koeffizient des Terms erster Ordnung in N (h/km)

f_2 der Koeffizient des Terms zweiter Ordnung in N (h/km)²

K_0 der Korrekturfaktor für den Rollwiderstand gemäß der Definition in Absatz 4.5.2 dieses Unteranhangs

K_1 die Korrektur für die Prüfmasse gemäß der Definition in Absatz 4.5.4 dieses Unteranhangs

K_2 der Korrekturfaktor für den Luftwiderstand gemäß der Definition in Absatz 4.5.1 dieses Unteranhangs

T der arithmetische Durchschnitt der Umgebungstemperatur in ° C

v die Fahrzeuggeschwindigkeit in km/h

w_1 die Korrektur für den Windwiderstand in N gemäß der Definition in Absatz 4.5.3 dieses Unteranhangs

Das Ergebnis der Berechnung $((f_0 - w_1 - K_1) \times (1 + K_0 \times (T - 20)))$ ist als Sollfahrwiderstandskoeffizient (Straße) A_t in der Berechnung der Einstellung des Widerstands des Rollenprüfstands gemäß Absatz 8.1 dieses Unteranhangs zu verwenden.

Das Ergebnis der Berechnung $(f_1 \times (1 + K_0 \times (T - 20)))$ ist als Sollfahrwiderstandskoeffizient B_t in der Berechnung der Einstellung des Widerstands des Rollenprüfstands gemäß Absatz 8.1 dieses Unteranhangs zu verwenden.

Das Ergebnis der Berechnung $(K_2 \times f_2)$ ist als Sollfahrwiderstandskoeffizient (Straße) C_t in der Berechnung der Einstellung des Widerstands des Rollenprüfstands gemäß Absatz 8.1 dieses Unteranhangs zu verwenden.

4.5.5.2. Die in Absatz 4.4.4 dieses Unteranhangs bestimmte Kurve ist auf die Bezugsbedingungen hin zu korrigieren und die Messausrüstung ist gemäß dem folgenden Verfahren zu installieren.

4.5.5.2.1. Korrektur auf Bezugsbedingungen

$$C^* = ((c_0 - w_2 - K_1) + c_1 v) \times (1 + K_0(T - 20)) + K_2 c_2 v^2$$

Dabei ist:

C^* der korrigierte Fahrwiderstand in Nm

c_0 der gemäß Absatz 4.4.4 dieses Unteranhangs bestimmte konstante Term in Nm

c_1 der gemäß Absatz 4.4.4 dieses Unteranhangs bestimmte Koeffizient erster Ordnung in Nm (h/km)

c_2 der gemäß Absatz 4.4.4 dieses Unteranhangs bestimmte Koeffizient zweiter Ordnung in Nm (h/km)²

K_0 der Korrekturfaktor für den Rollwiderstand gemäß der Definition in Absatz 4.5.2 dieses Unteranhangs

K_1 die Korrektur für die Prüfmasse gemäß der Definition in Absatz 4.5.4 dieses Unteranhangs

K_2 der Korrekturfaktor für den Luftwiderstand gemäß der Definition in Absatz 4.5.1 dieses Unteranhangs

v die Fahrzeuggeschwindigkeit in km/h

T der arithmetische Durchschnitt der Umgebungstemperatur in °C

w_2 die Korrektur für den Windwiderstand gemäß der Definition in Absatz 4.5.3 dieses Unteranhangs.

4.5.5.2.2. Korrektur für installierte Drehmomentmesser

Wird der Fahrwiderstand mit einem Drehmomentmesser bestimmt, so ist dieser zu korrigieren, um die Effekte auf die aerodynamischen Fahrzeugmerkmale der außen am Fahrzeug angebrachten Drehmomentmessausrüstung zu berücksichtigen.

Der Fahrwiderstandskoeffizient c_2 ist gemäß folgender Gleichung zu korrigieren:

$$c_{2\text{corr}} = K_2 \times c_2 \times (1 + (\Delta(C_D \times A_f)) / (C_{D'} \times A_f))$$

Dabei ist:

$$\Delta(C_D \times A_f) = (C_D \times A_f) - (C_{D'} \times A_f)$$

$C_{D'} \times A_f$ das Produkt aus dem Luftwiderstandskoeffizienten multipliziert mit der Fahrzeugfront, wobei die Drehmomentmessausrüstung angebracht sein muss und die Messung in einem Windkanal erfolgt, der den Kriterien von Absatz 3.2 dieses Unteranhangs genügt, in m^2

$C_D \times A_f$ das Produkt aus dem Luftwiderstandskoeffizienten multipliziert mit der Fahrzeugfront, wobei die Drehmomentmessausrüstung nicht angebracht sein darf und die Messung in einem Windkanal erfolgt, der den Kriterien von Absatz 3.2 dieses Unteranhangs genügt, in m^2

4.5.5.2.3. Sollfahrwiderstandskoeffizienten

Das Ergebnis der Berechnung $((c_0 - w_2 - K_1) \times (1 + K_0 \times (T-20)))$ ist als Sollfahrwiderstandskoeffizient a_t in der Berechnung der Einstellung des Widerstands des Rollenprüfstands gemäß Absatz 8.2 dieses Unteranhangs zu verwenden.

Das Ergebnis der Berechnung $(c_1 \times (1 + K_0 \times (T-20)))$ ist als Sollfahrwiderstandskoeffizient b_t in der Berechnung der Einstellung des Widerstands des Rollenprüfstands gemäß Absatz 8.2 dieses Unteranhangs zu verwenden.

Das Ergebnis der Berechnung $(c_{2\text{corr}} \times r)$ ist als Sollfahrwiderstandskoeffizient c_t in der Berechnung der Einstellung des Widerstands des Rollenprüfstands gemäß Absatz 8.2 dieses Unteranhangs zu verwenden.

5. Methode zur Berechnung des Fahrwiderstands auf der Straße oder des Fahrwiderstands auf der Grundlage von Fahrzeugparametern

5.1. Berechnung des Fahrwiderstands auf der Straße und des Fahrwiderstands auf dem Rollenprüfstand auf der Grundlage eines repräsentativen Fahrzeugs einer Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße)

Wird der Fahrwiderstand (Straße) des repräsentativen Fahrzeugs nach einer in Absatz 4.3 dieses Unteranhangs beschriebenen Methode bestimmt, so ist der Fahrwiderstand (Straße) eines Einzelfahrzeugs gemäß Absatz 5.1.1 dieses Unteranhangs zu berechnen.

Wird der Fahrwiderstand des repräsentativen Fahrzeugs nach der in Absatz 4.4 dieses Unteranhangs beschriebenen Methode bestimmt, so ist der Fahrwiderstand eines Einzelfahrzeugs gemäß Absatz 5.1.2 dieses Unteranhangs zu berechnen.

5.1.1. Für die Berechnung des Fahrwiderstands (Straße) von Fahrzeugen einer Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) sind die in Absatz **4.2.1.4** dieses Unteranhangs beschriebenen Fahrzeugparameter und die in Absatz **4.3** dieses Unteranhangs bestimmten Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) des repräsentativen Prüffahrzeugs zu verwenden.

5.1.1.1. Die Fahrwiderstandskraft (Straße) für ein Einzelfahrzeug ist gemäß folgender Gleichung zu berechnen: $F_c = f_0 + (f_1 \times v) + (f_2 \times v^2)$

Dabei ist:

F_c die berechnete Fahrwiderstandskraft (Straße) als Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit in N

f_0 der konstante Fahrwiderstandskoeffizient (Straße) in N gemäß folgender Gleichung:

$$f_0 = \text{Max}((0,05 \times f_{0r} + 0,95 \times (f_{0r} \times TM/TM_r + (RR - RR_r) \times 9,81 \times TM)); (0,2 \times f_{0r} + 0,8 \times (f_{0r} \times TM/TM_r + (RR - RR_r) \times 9,81 \times TM)))$$

f_{0r} der konstante Fahrwiderstandskoeffizient (Straße) des repräsentativen Fahrzeugs der Fahrwiderstandsmatrix-Familie in N

f_1 der Fahrwiderstandskoeffizient (Straße) erster Ordnung, der auf Null zu setzen ist

f_2 ist der Fahrwiderstandskoeffizient (Straße) zweiter Ordnung in N (H/km)² gemäß folgender Gleichung:

$$f_2 = \text{Max}((0,05 \times f_{2r} + 0,95 \times f_{2r} \times A_f / A_{fr}); (0,2 \times f_{2r} + 0,8 \times f_{2r} \times A_f / A_{fr}))$$

f_{2r} der Fahrwiderstandskoeffizient (Straße) zweiter Ordnung des repräsentativen Fahrzeugs der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) in N (h/km)²

v die Fahrzeuggeschwindigkeit in km/h

TM die tatsächliche Prüfmasse des Einzelfahrzeugs der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) in kg

TM_r die Prüfmasse des repräsentativen Fahrzeugs der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) in kg

A_f die Fahrzeugfront des Einzelfahrzeugs der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) in m²

A_{fr} die Fahrzeugfront des repräsentativen Fahrzeugs der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) in m²

RR der Reifenrollwiderstand des Einzelfahrzeugs der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) in kg/Tonne

RR_r der Reifenrollwiderstand des repräsentativen Fahrzeugs der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) in kg/Tonne

5.1.2. Für die Berechnung des Fahrwiderstands von Fahrzeugen einer Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) sind die in Absatz **4.2.1.4** dieses Unteranhangs beschriebenen Fahrzeugparameter und die in

Absatz 4.4 dieses Unteranhangs bestimmten Fahrwiderstandskoeffizienten des repräsentativen Prüffahrzeugs zu verwenden.

5.1.2.1. Die Fahrwiderstandskraft für ein Einzelfahrzeug ist gemäß folgender Gleichung zu berechnen:

$$C_c = c_0 + c_1 \times v + c_2 \times v^2$$

Dabei ist:

C_c der berechnete Fahrwiderstand als Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit in Nm

c_0 der konstante Fahrwiderstandskoeffizient in N gemäß folgender Gleichung:

$$c_0 = r' / 1,02 \times \text{Max}((0,05 \times 1,02 \times c_{0r} / r' + 0,95 \times (1,02 \times c_{0r} / r' \times TM / TM_r + (RR - RR_r) \times 9,81 \times TM)); (0,2 \times 1,02 \times c_{0r} / r' + 0,8 \times (1,02 \times c_{0r} / r' \times TM / TM_r + (RR - RR_r) \times 9,81 \times TM)))$$

c_{0r} der konstante Fahrwiderstandskoeffizient des repräsentativen Fahrzeugs der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) in Nm

c_1 der Fahrwiderstandskoeffizient (Straße) erster Ordnung, der auf Null zu setzen ist

c_2 der Fahrwiderstandskoeffizient zweiter Ordnung in Nm (h/km)² gemäß folgender Gleichung:

$$c_2 = r' / 1,02 \times \text{Max}((0,05 \times 1,02 \times c_{2r} / r' + 0,95 \times 1,02 \times c_{2r} / r' \times A_f / A_{fr}); (0,2 \times 1,02 \times c_{2r} / r' + 0,8 \times 1,02 \times c_{2r} / r' \times A_f / A_{fr}))$$

c_{2r} der Fahrwiderstandskoeffizient zweiter Ordnung des repräsentativen Fahrzeugs der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) in N (h/km)²

v die Fahrzeuggeschwindigkeit in km/h

TM die tatsächliche Prüfmasse des Einzelfahrzeugs der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) in kg

TM_r die Prüfmasse des repräsentativen Fahrzeugs der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) in kg

A_f die Fahrzeugfront des Einzelfahrzeugs der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) in m²

A_{fr} die Fahrzeugfront des repräsentativen Fahrzeugs der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) in m²

RR der Reifenrollwiderstand des Einzelfahrzeugs der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) in kg/Tonne

RR_r der Reifenrollwiderstand des repräsentativen Fahrzeugs der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) in kg/Tonne

r' der bei 80 km/h erreichte dynamische Radius des Reifens auf dem Rollenprüfstand in m

1,02 ein approximativer Koeffizient zum Ausgleich von Verlusten im Antriebsstrang

5.2. Berechnung des Standardfahrwiderstands (Straße) auf der Grundlage von Fahrzeugparametern

5.2.1. Als Alternative für die Bestimmung des Fahrwiderstands (Straße) mit der Ausrollmethode oder einer Drehmomentmessung kann eine Berechnungsmethode für einen Standardfahrwiderstand (Straße) verwendet werden.

Für die Berechnung eines Standardfahrwiderstands (Straße) auf der Grundlage von Fahrzeugparametern sind mehrere Parameter, z. B. Prüfmasse, Breite und Höhe des Fahrzeugs, zu verwenden. Der Standardfahrwiderstand (Straße) F_c ist für die Geschwindigkeitsbezugspunkte zu berechnen.

5.2.2. Der Standardfahrwiderstand (Straße) wird mit folgender Gleichung berechnet:

$$F_c = f_0 + f_1 \times v + f_2 \times v^2$$

Dabei ist:

F_c die berechnete Standardfahrwiderstandskraft (Straße) als Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit in N

f_0 der konstante Fahrwiderstandskoeffizient (Straße) in N gemäß folgender Gleichung:

$$f_0 = 0.140 \times TM;$$

f_1 der Fahrwiderstandskoeffizient (Straße) erster Ordnung, der auf Null zu setzen ist

f_2 der Fahrwiderstandskoeffizient (Straße) zweiter Ordnung in N (h/km)² gemäß folgender Gleichung:

$$f_2 = (2,8 \times 10^{-6} \times TM) + (0,0170 \times \text{width} \times \text{height}); \quad (49)$$

v die Fahrzeuggeschwindigkeit in km/h

TM die Prüfmasse in kg

width die Fahrzeugbreite gemäß Nummer 6.2 der Norm ISO 612:1978 in m

height die Fahrzeughöhe gemäß Nummer 6.3 der Norm ISO 612:1978 in m

6. Windkanalmethode

Die Windkanalmethode ist eine Methode zur Messung des Fahrwiderstands (Straße) unter Verwendung einer Kombination eines Windkanals und Rollenprüfstands oder eines Windkanals und eines Prüfstands mit Flachriemen. Die Prüfstände können separate Vorrichtungen oder ineinander integriert sein.

6.1. Messmethode

6.1.1. Der Fahrwiderstand (Straße) wird bestimmt durch:

a) Hinzufügen der in einem Windkanal und auf einem Prüfstand mit Flachriemen gemessenen Fahrwiderstandskräfte (Straße) oder

b) Hinzufügen der in einem Windkanal und auf einem Rollenprüfstand gemessenen Fahrwiderstandskräfte (Straße).

6.1.2. Der Luftwiderstand ist im Windkanal zu messen.

6.1.3. Der Rollwiderstand und die Verluste durch den Antriebsstrang sind mit einem Flachriemen oder einem Rollenprüfstand gleichzeitig an Vorder- und Hinterachsen zu messen.

6.2. Genehmigung der Vorrichtungen durch die Genehmigungsbehörde

Die Ergebnisse der Windkanalmethode sind mit den Ergebnissen der Ausrollmethode zu vergleichen, um die Eignung der Vorrichtungen nachzuweisen, und sie sind in alle einschlägigen Prüfberichte aufzunehmen.

6.2.1. Von der Genehmigungsbehörde sind drei Fahrzeuge auszuwählen. Die Fahrzeuge müssen die Bandbreite an Fahrzeugen (z. B. Größe, Gewicht) abdecken, die mit den jeweiligen Vorrichtungen gemessen werden sollen.

6.2.2. Zwei getrennte Ausrollprüfungen sind mit jedem der drei Fahrzeuge gemäß Absatz 4.3 dieses Unteranhangs durchzuführen, die sich ergebenden Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) f_0 , f_1 und f_2 sind gemäß dem genannten Absatz zu bestimmen und gemäß Absatz 4.5.5 dieses Unteranhangs zu korrigieren. Das Ergebnis der Ausrollprüfung eines Prüffahrzeugs muss der arithmetische Durchschnitt der Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) seiner beiden getrennten Ausrollprüfungen sein. Sind mehr als zwei Ausrollprüfungen zur Erfüllung der Genehmigungskriterien der Vorrichtungen notwendig, müssen die Mittelwerte aller gültigen Prüfungen gebildet werden.

6.2.3. Es sind Messungen mit der Windkanalmethode gemäß den Absätzen 6.3 und 6.7 einschließlich dieses Unteranhangs an den selben drei Fahrzeugen, die gemäß Absatz 6.2.1 dieses Unteranhangs ausgewählt wurden, und unter den selben Bedingungen durchzuführen, und die sich ergebenden Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) f_0 , f_1 und f_2 sind zu bestimmen.

Entscheidet sich der Hersteller, zwei oder mehrere der im Rahmen der Windkanalmethode möglichen alternativen Verfahren zu verwenden (d. h. Absatz 6.5.2.1 über die Vorkonditionierung, die Absätze 6.5.2.2 und 6.5.2.3 über das Verfahren und Absatz 6.5.2.3 über die Einstellung des Prüfstands), dann sind diese Verfahren auch für die Genehmigung der Vorrichtungen zu verwenden.

6.2.4. Genehmigungskriterien

Die verwendete Vorrichtung oder Kombination von Vorrichtungen ist zu genehmigen, wenn die beiden folgenden Kriterien erfüllt sind:

- (a) Die als ε_k , ausgedrückte Differenz in der Zyklusenergie zwischen der Windkanalmethode und der Ausrollmethode muss für jedes der drei Fahrzeuge k gemäß folgender Gleichung innerhalb von $\pm 0,05$ liegen:

$$\varepsilon_k = \frac{E_{k,WTM}}{E_{k,coastdown}} - 1$$

Dabei ist:

ε_k die Differenz in der Zyklusenergie in Prozent zwischen der Windkanalmethode und der Ausrollmethode über einen vollständigen WLTC-Zyklus der Klasse 3 für Fahrzeug k

$E_{k,WTM}$ die Zyklusenergie in J über einen vollständigen WLTC-Zyklus der Klasse 3 für Fahrzeug k, die mit dem Fahrwiderstand (Straße) berechnet wird, der sich aus der Windkanalmethode ergibt und gemäß Absatz 5 von Unteranhang 7 berechnet wird

$E_{k,coastdown}$ die Zyklusenergie in J über einen vollständigen WLTC-Zyklus der Klasse 3 für Fahrzeug k, die mit dem Fahrwiderstand (Straße) berechnet wird, der sich aus der Windkanalmethode ergibt und gemäß Absatz 5 von Unteranhang 7 berechnet wird und

- (b) Der arithmetische Durchschnitt \bar{x} der drei Differenzen muss innerhalb von 0,02 liegen.

$$\bar{x} = \left| \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3}{3} \right|$$

Die Vorrichtung kann für längstens zwei Jahre nach der Erteilung der Genehmigung für die Bestimmung des Fahrwiderstands (Straße) verwendet werden.

Jede Kombination aus Rollenprüfstand oder Laufband und Windkanal ist einzeln zu genehmigen.

6.3. Vorbereitung des Fahrzeugs und Temperatur

Die Konditionierung und die Vorbereitung des Fahrzeugs sind gemäß den Absätzen 4.2.1 und 4.2.2 dieses Unteranhangs durchzuführen; dies gilt sowohl für Laufbandprüfstände oder Rollenprüfstände als auch für die Windkanalmessungen.

Wird das in Absatz 6.5.2.1 beschriebene alternative Aufwärmverfahren angewendet, so sind die Anpassung der Sollprüfmasse, die Wägung des Fahrzeugs und die Messung mit dem Fahrzeug ohne Fahrer durchzuführen.

Die Prüfzellen der Laufbandprüfstände oder Rollenprüfstände müssen einen Temperatursollpunkt von 20 °C mit einer Toleranz von ± 3 °C haben. Auf Antrag des Herstellers kann der Sollpunkt auch 23 °C betragen mit einer Toleranz von ± 3 °C.

6.4. Windkanalverfahren

6.4.1. Windkanalkriterien

Die Auslegung des Windkanals, die Prüfmethode und die Korrekturen müssen den Wert ($C_D \times A_f$) besitzen, repräsentativ für den Straßenwert ($C_D \times A_f$) sein und eine Wiederholbarkeit von 0,015 m² aufweisen.

Für alle Messungen ($C_D \times A_f$) sind die in Absatz 3.2 dieses Unteranhangs genannten Windkanalkriterien mit folgenden Änderungen einzuhalten:

a) das in Absatz 3.2.4 dieses Unteranhangs beschriebene Blockierungsverhältnis muss weniger als 25 % betragen

b) die Riemen- oder Bandoberfläche, die Kontakt mit Reifen hat, muss die Länge der Kontaktfläche des jeweiligen Reifens um mindestens 20 % übersteigen und mindestens so breit sein wie die Kontaktfläche

c) die Standardabweichung des in Absatz 3.2.8 dieses Unteranhangs beschriebenen Gesamtluftdrucks am Düsenauslass muss weniger als 1 % betragen

d) das in Absatz 3.2.10 dieses Unteranhangs beschriebene Blockierungsverhältnis des Rückhaltesystems muss weniger als 3 % betragen

6.4.2. Windkanalmessung

Das Fahrzeug muss sich in dem in Absatz 6.3 dieses Unteranhangs beschriebenen Zustand befinden.

Das Fahrzeug ist parallel zur Längsmittellinie des Kanals mit einer Abweichung von 10 mm zu platzieren.

Das Fahrzeug ist mit einem Gierwinkel von 0 ° und mit einer Toleranz von ± 0,1° zu platzieren.

Der Luftwiderstand ist für mindestens 60 Sekunden und mit einer Mindestfrequenz von 5 Hz zu messen. Wahlweise kann der Widerstand mit einer Frequenz von 1 Hz und mit mindestens 300 aufeinanderfolgenden Messungen gemessen werden. Das Ergebnis muss der arithmetische Durchschnitt des Widerstands sein.

Sind am Fahrzeug bewegliche aerodynamische Karosserieteile vorhanden, so gilt Absatz 4.2.1.5 dieses Unteranhangs. Können die beweglichen Teile durch die Geschwindigkeit beeinflusst werden, dann ist jede mögliche Position im Windkanal zu messen und der Genehmigungsbehörde sind Nachweise über das Verhältnis zwischen Bezugsgeschwindigkeit, Position des beweglichen Teils und des entsprechenden ($C_D \times A_f$)-Wertes vorzulegen.

6.5. Flachriemen in der Windkanalmethode

6.5.1. Kriterien für den Flachriemen

6.5.1.1. Beschreibung des Prüfstands mit Flachriemen

Die Räder müssen auf Flachriemen rollen, die die Rolleigenschaften der Räder im Vergleich zum Fahren auf der Straße nicht verändern. Die in der x-Richtung gemessenen Kräfte müssen die Reibungskräfte im Antriebsstrang berücksichtigen.

6.5.1.2. Fahrzeugrückhaltesystem

Der Prüfstand muss mit einer Zentriereinrichtung ausgerüstet sein, mit der das Fahrzeug in eine Umdrehungsposition von ± 0,5 Grad um die z-Achse gebracht wird. Das Rückhaltesystem muss die Position des zentrierten Antriebsrads während der Ausrollfahrten bei der Fahrwiderstandsbestimmung (Straße) durchgängig innerhalb der folgenden Werte halten:

6.5.1.2.1. Seitliche Position (y-Achse)

Das Fahrzeug muss in der y-Richtung bleiben und seitliche Bewegungen sind zu minimisieren.

6.5.1.2.2. Vordere und hintere Position (x-Achse)

Unbeschadet der Anforderung von Absatz 6.5.1.2.1 dieses Unteranhangs müssen sich beide Radachsen innerhalb von ± 10 mm der seitlichen Mittellinien des Riemens befinden.

6.5.1.2.3. Vertikale Kraft

Das Rückhaltesystem muss so ausgelegt sein, dass keine vertikale Kraft auf die Antriebsräder wirkt.

6.5.1.3. Genauigkeit der gemessenen Kräfte

Es ist nur die Reaktionskraft zur Drehung der Räder zu messen. Externe Kräfte dürfen nicht in das Ergebnis aufgenommen werden (z. B. Kraft des Kühlgebläses, der Fahrzeugrückhaltesysteme, aerodynamische Reaktionskräfte des Flachriemens, Verluste durch den Prüfstand)

Die Kraft in der x-Richtung ist mit einer Genauigkeit von ± 5 N zu messen.

6.5.1.4. Geschwindigkeitsregelung des Flachriemens

Die Geschwindigkeit des Flachriemens ist mit einer Genauigkeit von $\pm 0,1$ km/h zu regeln.

6.5.1.5. Oberfläche des Flachriemens

Die Oberfläche des Flachriemens muss sauber, trocken und frei von Fremdmaterial sein, um Reifenschlupf zu vermeiden.

6.5.1.6. Kühlung

Ein Luftstrom unterschiedlicher Geschwindigkeiten ist gegen das Fahrzeug zu leiten. Über Messgeschwindigkeiten von 5 km/h muss der Sollpunkt der linearen Luftgeschwindigkeit am Gebläseauslass der jeweiligen Prüfstandsgeschwindigkeit entsprechen. Die Abweichung der linearen Luftgeschwindigkeit am Gebläseauslass muss innerhalb von ± 5 km/h oder ± 10 % der jeweiligen Messgeschwindigkeit liegen, je nachdem welcher Wert größer ist.

6.5.2. Messung des Flachriemens

Das Messverfahren kann entweder gemäß Absatz 6.5.2.2 oder Absatz 6.5.2.3 dieses Unteranhangs durchgeführt werden.

6.5.2.1. Vorkonditionierung

Das Fahrzeug ist auf dem Prüfstand gemäß den Absätzen 4.2.4.1.1 bis 4.2.4.1.3 einschließlich dieses Unteranhangs zu konditionieren.

Die Einstellung des Widerstands des Prüfstands F_d für die Vorkonditionierung muss folgende sein:

$$F_d = a_d + b_d \times v + c_d \times v^2$$

Dabei ist:

$$a_d = 0$$

$$b_d = 0;$$

$$c_d = (C_D \times A_f) \times \frac{\rho_0}{2} \times \frac{1}{3,6^2}$$

Die gleichwertige Schwungmasse des Prüfstands ist die Prüfmasse.

Der für die Einstellung des Widerstands verwendete Luftwiderstand ist Absatz 6.7.2 dieses Unteranhangs zu entnehmen und kann unmittelbar verwendet werden. Ansonsten sind a_d , b_d und c_d aus diesem Absatz zu verwenden.

Auf Antrag des Herstellers und alternativ zu Absatz 4.2.4.1.2 dieses Unteranhangs kann das Aufwärmen durch Fahren des Fahrzeugs mit dem Flachriemen erfolgen.

In diesem Fall muss die Aufwärmgeschwindigkeit 110 % der Höchstgeschwindigkeit des anwendbaren WLTC-Zyklus betragen und die Dauer muss 1200 Sekunden überschreiten, bis die Änderung der gemessenen Kraft während 200 Sekunden weniger als 5 N beträgt.

6.5.2.2. Messverfahren mit stabilisierten Geschwindigkeiten

6.5.2.2.1. Die Prüfung ist vom höchsten bis zum niedrigsten Geschwindigkeitsbezugspunkt durchzuführen.

6.5.2.2.2. Unmittelbar nach der Messung beim vorhergehenden Geschwindigkeitspunkt ist die Verzögerung vom derzeitigen zum folgenden anwendbaren Geschwindigkeitsbezugspunkt durch einen weichen Übergang von ungefähr 1 m/s² durchzuführen.

6.5.2.2.3. Die Bezugsgeschwindigkeit ist für mindestens 4 Sekunden und für höchstens 10 Sekunden zu stabilisieren. Die Messausrüstung muss gewährleisten, dass das Signal der gemessenen Kraft nach dieser Dauer stabilisiert ist.

6.5.2.2.4. Die Kraft ist bei jeder Bezugsgeschwindigkeit für mindestens 6 Sekunden zu messen, wobei die Fahrzeuggeschwindigkeit konstant bleiben muss. Die sich ergebende Kraft für diesen Geschwindigkeitsbezugspunkt F_{jDyna} muss der arithmetische Durchschnitt der Kraft während der Messung sein.

Die Schritte gemäß den Absätzen 6.5.2.2.2 bis 6.5.2.2.4 dieses Unteranhangs sind für jede Bezugsgeschwindigkeit zu wiederholen.

6.5.2.3. Messverfahren bei Verzögerung

6.5.2.3.1. Vorkonditionierung und Prüfstandseinstellungen sind gemäß Absatz 6.5.2.1 dieses Unteranhangs durchzuführen. Vor jedem Ausrollen ist das Fahrzeug für mindestens 1 Minute mit der höchsten Bezugsgeschwindigkeit oder, falls das alternative Aufwärmverfahren angewendet wird, mit 110 % der höchsten Bezugsgeschwindigkeit zu fahren. Das Fahrzeug ist anschließend auf mindestens 10 km/h über die höchste Bezugsgeschwindigkeit hinaus zu beschleunigen und das Ausrollen muss unverzüglich beginnen.

6.5.2.3.2. Die Messung ist gemäß den Absätzen 4.3.1.3.1 bis 4.3.1.4.4 einschließlich dieses Unteranhangs durchzuführen. Das Ausrollen in entgegengesetzten Richtungen ist nicht erforderlich und die Gleichung zur Berechnung von Δt_{ji} gemäß Absatz 4.3.1.4.2 dieses Unteranhangs ist nicht anzuwenden. Die

Messung ist nach zwei Verzögerungen zu stoppen, falls die Kraft beider Ausrollfahrten bei jedem Geschwindigkeitsbezugspunkt innerhalb von ± 10 N liegt, ansonsten sind mindestens drei Ausrollfahrten gemäß den Kriterien von Absatz 4.3.1.4.2 dieses Unteranhangs durchzuführen.

6.5.2.3.3. Die Kraft $f_{j\text{Dyno}}$ bei jeder Bezugsgeschwindigkeit v_j ist durch Entfernen der simulierten aerodynamischen Kraft zu berechnen.

$$f_{j\text{Dyno}} = f_{j\text{Decel}} - c_d \times v_j^2$$

Dabei ist:

$f_{j\text{Decel}}$ die beim Geschwindigkeitsbezugspunkt j gemäß der Gleichung zur Berechnung von F_j in Absatz 4.3.1.4.4 dieses Unteranhangs bestimmte Kraft in N

c_d der festgelegte Prüfstandskoeffizient gemäß Absatz 6.5.2.1 dieses Unteranhangs in $\text{N}/(\text{km/h})^2$.

Wahlweise kann auf Antrag des Herstellers c_d während des Ausrollens und zur Berechnung von $f_{j\text{Dyno}}$ auf Null gesetzt werden.

6.5.2.4. Messbedingungen

Das Fahrzeug muss sich in dem in Absatz 4.3.1.3.2 dieses Unteranhangs beschriebenen Zustand befinden.

Während des Ausrollens muss sich das Getriebe in Neutralstellung befinden. So weit wie möglich sind Bewegungen des Lenkrads zu vermeiden und die Fahrzeugbremsen dürfen nicht betätigt werden. .

6.5.3. Messergebnis bei Verwendung des Flachriemens

Das Ergebnis des Flachriemenprüfstands $f_{j\text{Dyno}}$ wird für die weiteren Berechnungen in Absatz 6.7 dieses Unteranhangs als f_j bezeichnet.

6.6. Rollenprüfstand in der Windkanalmethode

6.6.1. Kriterien

Zusätzlich zu den Beschreibungen in den Absätzen 1 und 2 von Unteranhang 5 gelten auch die in den Absätzen 6.6.1.1 bis 6.6.1.6 einschließlich dieses Unteranhangs enthaltenen Kriterien.

6.6.1.1. Beschreibung eines Rollenprüfstands

Die Vorder- und Hinterachsen müssen mit einer Einzelrolle mit einem Durchmesser von mindestens 1,2 Meter ausgerüstet sein. Die in der x-Richtung gemessenen Kräfte müssen die Reibungskräfte im Antriebsstrang berücksichtigen.

6.6.1.2. Fahrzeugrückhaltesystem

Der Prüfstand muss mit einer Zentriereinrichtung für das Fahrzeug ausgerüstet sein. Das Rückhaltesystem muss die Position des zentrierten Antriebsrads während der gesamten Ausrollfahrten der Fahrwiderstandsbestimmung (Straße) innerhalb der folgenden empfohlenen Grenzen halten:

6.6.1.2.1. Fahrzeugposition

Das zu prüfende Fahrzeug ist gemäß Absatz 7.3.3 dieses Unteranhangs auf der Rolle des Rollenprüfstands einzurichten.

6.6.1.2.2. Vertikale Kraft

Das Rückhaltesystem muss die Anforderungen von Absatz 6.5.1.2.3 dieses Unteranhangs erfüllen.

6.6.1.3. Genauigkeit der gemessenen Kräfte

Die Genauigkeit der gemessenen Kräfte muss den Anforderungen von Absatz 6.5.1.3 dieses Unteranhangs genügen, mit Ausnahme der Kraft in x-Richtung, die mit der in Absatz 2.4.1 des Unteranhangs 5 beschriebenen Genauigkeit zu messen ist.

6.6.1.4. Geschwindigkeitsregelung

Die Geschwindigkeiten der Rolle sind mit einer Genauigkeit von $\pm 0,2$ km/h zu regeln.

6.6.1.5. Oberfläche der Rolle

Die Oberfläche der Rolle muss den Anforderungen von Absatz 6.5.1.5 dieses Unteranhangs genügen.

6.6.1.6. Kühlung

Das Kühlgebläse muss den Anforderungen von Absatz 6.5.1.6 dieses Unteranhangs genügen.

6.6.2. Prüfstandsmessungen

Die Messung muss den Anforderungen von Absatz 6.5.2 dieses Unteranhangs genügen.

6.6.3. Korrektur der Rollenkurve des Prüfstands

Die auf dem Rollenprüfstand gemessenen Kräfte sind auf einen Bezugswert hin zu korrigieren, der der Straße (flache Oberfläche) entspricht und das Ergebnis wird als f_j bezeichnet.

$$f_j = f_{jD_{\text{Dyνο}}} \times c_1 \times \sqrt{\frac{1}{\frac{R_{\text{Wheel}}}{R_{\text{Dyνο}}} \times c_2 + 1}} + f_{jD_{\text{Dyνο}}} \times (1 - c_1)$$

Dabei ist:

c_1 der Anteil am Reifenrollwiderstand von $f_{jD_{\text{Dyνο}}}$

c_2 ein spezifischer Radiuskorrekturfaktor für den Rollenprüfstand

$f_{jD_{\text{Dyνο}}}$ die gemäß Absatz 6.5.2.3.3 für jede Bezugsgeschwindigkeit j berechnete Kraft in N

R_{Wheel} die Hälfte des Nennreifendurchmessers in m

R_{Dyno} der Radius der Rolle des Prüfstands in m.

Auf der Grundlage des vom Hersteller vorgelegten Ergebnisses eines Korrelationstests hinsichtlich der Bandbreite an Reifenmerkmalen, die für die Prüfung auf dem Rollenprüfstand vorgesehen sind, müssen der Hersteller und die Genehmigungsbehörde einvernehmlich über die Verwendung der Faktoren c_1 und c_2 entscheiden.

Wahlweise kann die folgende konservative Gleichung verwendet werden:

$$f_j = f_{j\text{Dyno}} \times \sqrt{\frac{1}{\frac{R_{\text{Wheel}}}{R_{\text{Dyno}}} \times 0,2 + 1}}$$

6.7. Berechnungen

6.7.1. Korrektur der Ergebnisse der Flachriemen- und Rollenprüfstände

Die gemäß den Absätzen 6.5 und 6.6 dieses Unteranhangs gemessenen Kräfte sind gemäß folgender Gleichung auf die Bezugsbedingungen hin zu korrigieren:

$$F_{Dj} = (f_j - K_1) \times (1 + K_0(T - 293))$$

Dabei ist:

F_{Dj} der korrigierte, auf dem Flachriemen- oder Rollenprüfstand bei der Bezugsgeschwindigkeit j gemessene Widerstand j in N

f_j die bei der Bezugsgeschwindigkeit j gemessene Kraft in N

K_0 der Korrekturfaktor für den Rollwiderstand in K^{-1} gemäß der Definition in Absatz 4.5.2 dieses Unteranhangs

K_1 die Korrektur für die Prüfmasse in N gemäß der Definition in Absatz 4.5.4 dieses Unteranhangs

T die arithmetische Durchschnittstemperatur in K in der Prü fzelle während der Messung.

6.7.2. Berechnung der aerodynamischen Kraft

Der Luftwiderstand ist gemäß folgender Gleichung zu berechnen: Ist das Fahrzeug mit beweglichen aerodynamischen Karosserieteilen, die durch die Geschwindigkeit beeinflusst werden können, ausgerüstet, so sind die entsprechenden $(C_D \times A_f)$ -Werte auf die betreffenden Geschwindigkeitsbezugspunkte anzuwenden.

$$F_{Aj} = (C_D \times A_f)_j \times \frac{\rho_0}{2} \times \frac{v_j^2}{3,6^2}$$

Dabei ist:

- F_{Aj} der im Windkanal bei der Bezugsgeschwindigkeit j gemessene Luftwiderstand in N
- $(C_D \times A_f)_j$ das Produkt in m^2 aus Luftwiderstandskoeffizient und der Fahrzeugfront bei einem bestimmten Geschwindigkeitsbezugspunkt j
- ρ_0 die Trockenluftdichte in kg/m^3 gemäß der Definition in Absatz 3.2.10 dieses Anhangs
- v_j die Bezugsgeschwindigkeit j in km/h.

6.7.3. Berechnung von Fahrwiderstandswerten (Straße)

Der gesamte Fahrwiderstand (Straße) als Summe der Ergebnisse der Absätze 6.7.1 und 6.7.2 dieses Unteranhangs ist gemäß folgender Gleichung zu berechnen:

$$F_j^* = F_{Dj} + F_{Aj}$$

für alle anwendbaren Geschwindigkeitsbezugspunkte j in N.

Für alle berechneten F_j^* sind die Koeffizienten f_0 , f_1 und f_2 in der Fahrwiderstandsgleichung (Straße) mit einer Regressionsanalyse nach der Methode der Mindestquadrate zu berechnen und als Sollkoeffizienten in Absatz 8.1.1 dieses Unteranhangs zu verwenden.

Handelt es sich bei dem nach der Windkanalmethode geprüften Fahrzeug um das repräsentative Fahrzeug einer Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße), so ist der Koeffizient f_1 auf Null zu setzen und die Koeffizienten f_0 und f_2 sind mit einer Regressionsanalyse nach der Methode der Mindestquadrate neu zu berechnen.

7. Übertragung des Fahrwiderstands (Straße) auf einen Rollenprüfstand

7.1. Vorbereitung der Prüfung auf dem Rollenprüfstand

7.1.1. Laborbedingungen

7.1.1.1. Rolle(n)

Die Oberfläche der Rolle(n) des Prüfstands muss sauber, trocken und frei von Fremdmaterial sein, um Reifenschlupf zu vermeiden. Bei Rollenprüfständen mit mehreren Rollen ist der Prüfstand in denselben Gängen zu betreiben, wie in der folgenden Prüfung Typ 1. Die Geschwindigkeit des Rollenprüfstands ist an der Rolle zu messen, die mit der Einheit verbunden ist, die die Kraft aufnimmt.

7.1.1.1.1. Reifenschlupf

Es kann zusätzliches Gewicht am oder im Fahrzeug angebracht werden, um Reifenschlupf zu vermeiden. Die Einstellung des Widerstands am Rollenprüfstand ist vom Hersteller mit dem Zusatzgewicht durchzuführen. Das Zusatzgewicht ist sowohl bei der Einstellung des Fahrwiderstands als auch bei den Emissions- und Kraftstoffverbrauchsprüfungen zu verwenden. Die Verwendung eines Zusatzgewichts ist in alle einschlägigen Prüfblätter aufzunehmen.

7.1.1.2. Raumtemperatur

Die Umgebungstemperatur des Prüflabors muss bei dem festgelegten Wert von 23 °C liegen und darf davon während der Prüfung um nicht mehr als ± 5 °C abweichen, es sei denn, dies ist aufgrund einer darauf folgenden Prüfung erforderlich.

7.2. Vorbereitung eines Rollenprüfstands

7.2.1. Einstellung der Schwungmasse

Die gleichwertige Schwungmasse des Rollenprüfstands ist gemäß Absatz 2.5.3 dieses Unteranhangs einzustellen. Kann der Rollenprüfstand die Schwungmasseneinstellung nicht exakt einhalten, so ist die nächsthöhere Schwungmasseneinstellung mit einer maximalen Steigerung von 10 kg zu verwenden.

7.2.2. Aufwärmen des Rollenprüfstands

Der Rollenprüfstand ist gemäß den Empfehlungen des Herstellers des Rollenprüfstands oder in anderer geeigneter Weise aufzuwärmen, so dass sich die Reibungsverluste des Prüfstands stabilisieren.

7.3. Vorbereitung des Fahrzeugs

7.3.1. Reifendruckregelung

Der Reifendruck darf, wenn die Abstelltemperatur einer Prüfung Typ 1 erreicht ist, auf nicht mehr als 50 % über dem unteren Grenzwert des Reifendruckbereichs für den ausgewählten Reifen gemäß den Spezifikationen des Herstellers (siehe Absatz 4.2.2.3 dieses Unteranhangs) eingestellt werden und er ist in alle einschlägigen Prüfberichte aufzunehmen.

7.3.2. Können die in Absatz 8.1.3 dieses Unteranhangs beschriebenen Kriterien bei der Bestimmung der Einstellungen des Rollenprüfstands aufgrund nichtreproduzierbarer Kräfte nicht erfüllt werden, so ist das Fahrzeug mit einem Fahrzeug-Ausrollmodus auszurüsten. Der Ausrollmodus muss von der Genehmigungsbehörde genehmigt werden und die Verwendung eines Ausrollmodus ist in alle einschlägigen Prüfblätter aufzunehmen.

7.3.2.1. Ist ein Fahrzeug mit einem Fahrzeug-Ausrollmodus ausgerüstet, so ist dieser sowohl während der Bestimmung des Fahrwiderstands (Straße) als auch auf dem Rollenprüfstand zu aktivieren.

7.3.3. Einrichtung des Fahrzeugs auf dem Prüfstand

Das zu prüfende Fahrzeug ist in einer exakt nach vorne gerichteten Position auf dem Rollenprüfstand zu platzieren und dort zu sichern. Wird ein Rollenprüfstand mit nur einer Rolle verwendet, so muss sich der Mittelpunkt der Reifenkontaktfläche auf der Rolle, von oben gesehen, innerhalb von ± 25 mm oder ± 2 % des Rollendurchmessers befinden, je nachdem welcher Wert größer ist.

7.3.3.1. Wird die Methode der Drehmomentmessung angewendet, so ist der Reifendruck so anzupassen, dass der dynamische Radius innerhalb von 0,5 % des dynamischen Radius r_j liegt, der gemäß den Gleichungen in Absatz 4.4.3.1 dieses Unteranhangs am Geschwindigkeitsbezugspunkt bei 80 km/h berechnet wird. Der

dynamische Radius auf dem Rollenprüfstand ist gemäß dem Verfahren von Absatz 4.4.3.1 dieses Unteranhangs zu berechnen.

Liegt diese Anpassung außerhalb des in Absatz 7.3.1 dieses Unteranhangs definierten Bereichs, so ist die Methode der Drehmomentmessung nicht anwendbar.

7.3.4. Aufwärmen des Fahrzeugs

7.3.4.1. Das Fahrzeug ist gemäß dem anwendbaren WLTC-Zyklus aufzuwärmen. Wurde das Fahrzeug während des in Absatz 4.2.4.1.2 dieses Unteranhangs beschriebenen Verfahrens mit 90 % der Höchstgeschwindigkeit der nächsthöheren Phase aufgewärmt, so ist diese höhere Phase dem anwendbaren WLTC-Zyklus hinzuzufügen.

Tabelle A4/6

Aufwärmen des Fahrzeugs

Fahrzeugklasse	Anzuwendender WLTC	Weiter zu nächsthöherer Phase	Aufwärmzyklus
Klasse 1	Low ₁ + Medium ₁	entfällt	Low ₁ + Medium ₁
Klasse 2	Low ₂ + Medium ₂ + High ₂ + Extra High ₂	entfällt	Low ₂ + Medium ₂ + High ₂ + Extra High ₂
	Low ₂ + Medium ₂ + High ₂	Ja (Extra High ₂)	
		Nein	Low ₂ + Medium ₂ + High ₂
Klasse 3	Low ₃ + Medium ₃ + High ₃ + Extra High ₃	Low ₃ + Medium ₃ + High ₃ + Extra High ₃	Low ₃ + Medium ₃ + High ₃ + Extra High ₃
	Low ₃ + Medium ₃ + High ₃	Ja (Extra High ₃)	
		Nein	Low ₃ + Medium ₃ + High ₃

7.3.4.2. Ist das Fahrzeug bereits aufgewärmt, dann muss die WLTC-Phase gemäß Absatz 7.3.4.1 dieses Unteranhangs mit der höchsten Geschwindigkeit gefahren werden.

7.3.4.3. Alternatives Aufwärmverfahren

7.3.4.3.1. Auf Antrag des Fahrzeugherstellers und mit Genehmigung der Genehmigungsbehörde kann ein alternatives Aufwärmverfahren angewendet werden. Das genehmigte alternative Aufwärmverfahren kann

für Fahrzeuge innerhalb derselben Fahrwiderstandsfamilie (Straße) angewendet werden und es muss den in den Absätzen 7.3.4.3.2 bis 7.3.4.3.5 dieses Unteranhangs enthaltenen Anforderungen genügen.

7.3.4.3.2. Es ist mindestens ein für die Fahrwiderstandsfamilie (Straße) repräsentatives Fahrzeug auszuwählen.

7.3.4.3.3. Der Zyklusenergiebedarf, der gemäß Absatz 5 des Unteranhangs 7 mit den korrigierten Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) f_{0a} , f_{1a} und f_{2a} für das alternative Aufwärmverfahren berechnet wurde, muss mindestens so hoch sein, wie der Zyklusenergiebedarf, der mit den Sollfahrwiderstandskoeffizienten (Straße) f_0 , f_1 und f_2 für jede anwendbare Phase berechnet wurde.

Die korrigierten Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) f_{0a} , f_{1a} und f_{2a} sind gemäß folgender Gleichung zu berechnen:

$$f_{0a} = f_0 + A_{d_alt} - A_{d_WLTC}$$

$$f_{1a} = f_1 + B_{d_alt} - B_{d_WLTC}$$

$$f_{2a} = f_2 + C_{d_alt} - C_{d_WLTC}$$

Dabei sind:

A_{d_alt} , B_{d_alt} und C_{d_alt} die Koeffizienten der Einstellung des Rollenprüfstands nach dem alternativen Aufwärmverfahren

A_{d_WLTC} , B_{d_WLTC}

und C_{d_WLTC} die Koeffizienten der Einstellung des Rollenprüfstands nach dem in Absatz 7.3.4.1 dieses Unteranhangs beschriebenen WLTC-Aufwärmverfahrens und eine gültige Einstellung des Rollenprüfstands gemäß Absatz 8 dieses Unteranhangs.

7.3.4.3.4. Die korrigierten Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) f_{0a} , f_{1a} und f_{2a} dürfen nur für die Zwecke von Absatz 7.3.4.3.3 dieses Unteranhangs verwendet werden. Für andere Zwecke sind die Sollfahrwiderstandskoeffizienten (Straße) f_0 , f_1 und f_2 als Sollfahrwiderstandskoeffizienten (Straße) zu verwenden.

7.3.4.3.5. Einzelheiten zum Verfahren und seiner Gleichwertigkeit sind der Genehmigungsbehörde vorzulegen.

8. Einstellung des Widerstands des Rollenprüfstands

8.1. Einstellung des Widerstands des Rollenprüfstands bei Verwendung der Ausrollmethode

Diese Methode ist anwendbar, wenn die Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) f_0 , f_1 und f_2 bestimmt wurden.

Bei einer Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) ist diese Methode anzuwenden, wenn der Fahrwiderstand (Straße) des repräsentativen Fahrzeugs mit der in Absatz 4.3 dieses Unteranhangs beschriebenen

Ausrollmethode bestimmt wird. Die Werte des Sollfahrwiderstands (Straße) sind die nach der Methode gemäß Absatz 5.1 dieses Unteranhangs berechneten Werte.

8.1.1. Anfängliche Einstellung des Widerstands

Bei einem Rollenprüfstand mit Koeffizientensteuerung ist die Kraftaufnahmeeinheit mit den willkürlichen anfänglichen Koeffizienten A_d , B_d und C_d der folgenden Gleichung anzupassen:

$$F_d = A_d + B_d v + C_d v^2$$

Dabei ist:

F_d der eingestellte Widerstand des Rollenprüfstands in N

v die Geschwindigkeit der Rolle des Rollenprüfstands in km/h.

Die folgenden Koeffizienten werden für die anfängliche Einstellung des Widerstands empfohlen:

a) $A_d = 0.5 \times A_t, B_d = 0.2 \times B_t, C_d = C_t$

für einachsige Rollenprüfstände oder

$$A_d = 0.1 \times A_t, B_d = 0.2 \times B_t, C_d = C_t$$

für zweiachsige Rollenprüfstände, wobei A_t , B_t und C_t die Sollfahrwiderstandskoeffizienten (Straße) sind

b) empirische Werte, beispielsweise solche, die für die Einstellung eines ähnlichen Fahrzeugtyps verwendet werden.

Bei einem Rollenprüfstand mit polygonaler Kontrolle sind in der Kraftaufnahmeeinheit des Rollenprüfstands geeignete Widerstandswerte bei jeder Bezugsgeschwindigkeit zu setzen.

8.1.2. Ausrollen

Die Ausrollprüfung auf dem Rollenprüfstand ist gemäß dem in Absatz 8.1.3.4.1 oder in Absatz 8.1.3.4.2 dieses Unteranhangs genannten Verfahren durchzuführen und darf nicht später als 120 Sekunden nach Beendigung des Aufwärmverfahrens beginnen. Aufeinanderfolgende Ausrollfahrten müssen unmittelbar beginnen. Auf Antrag des Herstellers und mit Genehmigung der Genehmigungsbehörde kann die Zeit zwischen dem Aufwärmverfahren und dem Ausrollen unter Verwendung der iterativen Methode verlängert werden, um eine korrekte Fahrzeugeinstellung für das Ausrollen zu gewährleisten. Der Hersteller muss der Genehmigungsbehörde nachweisen, dass die Parameter für die Einstellung des Widerstands des Rollenprüfstands (z. B. Kühlmittel- und/oder Öltemperatur, Kraft auf einem Prüfstand) nicht beeinflusst werden.

8.1.3. Überprüfung

8.1.3.1. Der Wert des Sollfahrwiderstands (Straße) ist mit dem Sollfahrwiderstandskoeffizienten (Straße) A_t , B_t und C_t , für jede Bezugsgeschwindigkeit v_j zu berechnen:

$$F_{tj} = A_t + B_t v_j + C_t v_j^2$$

Dabei ist/sind:

A_t , B_t und C_t die Sollfahrwiderstandsparameter (Straße) f_0 , f_1 und f_2

F_{tj} der bei der Bezugsgeschwindigkeit v_j gemessene Sollfahrwiderstand (Straße) in N

v_j die j-te Bezugsgeschwindigkeit in km/h.

8.1.3.2. Der gemessene Fahrwiderstand (Straße) wird mit folgender Gleichung berechnet:

$$F_{mj} = \frac{1}{3,6} \times (TM + m_r) \times \frac{2 \times \Delta v}{\Delta t_j}$$

Dabei ist:

F_{mj} der bei jeder Bezugsgeschwindigkeit v_j , gemessene Fahrwiderstand (Straße) in N

TM die Prüfmassse des Fahrzeugs in kg

m_r die gleichwertige effektive Masse der rotierenden Bauteile in kg gemäß Absatz **2.5.1** dieses Unteranhangs

j die Ausrollzeit in s entsprechend der Geschwindigkeit v_j .

8.1.3.3. Der auf dem Rollenprüfstand simulierte Fahrwiderstand (Straße) ist gemäß der in Absatz **4.3.1.4** dieses Unteranhangs beschriebenen Methode zu berechnen, mit Ausnahme der Messungen in entgegengesetzten Richtungen, und die anwendbaren Korrekturen gemäß Absatz **4.5** dieses Unteranhangs sind durchzuführen; dies ergibt folgende Kurve für den simulierten Fahrwiderstand (Straße):

$$F_s = A_s + B_s \times v + C_s \times v^2$$

Der simulierte Fahrwiderstand (Straße) für jede Bezugsgeschwindigkeit v_j ist mit der folgenden Gleichung und unter Verwendung der berechneten A_s , B_s und C_s zu bestimmen:

$$F_{sj} = A_s + B_s \times v_j + C_s \times v_j^2$$

8.1.3.4. Für die Einstellung des Widerstands des Rollenprüfstands können zwei unterschiedliche Methoden angewendet werden. Wird das Fahrzeug durch den Prüfstand beschleunigt, so sind die in Absatz **8.1.3.4.1** dieses Unteranhangs beschriebenen Methoden anzuwenden. Wird das Fahrzeug durch seinen eigenen Antrieb beschleunigt, so sind die in den Absätzen **8.1.3.4.1** oder **8.1.3.4.2** dieses Unteranhangs beschriebenen Methoden anzuwenden. Die mit der Geschwindigkeit multiplizierte Mindestbeschleunigung muss **6** m²/sec³ betragen. Fahrzeuge, die **6** m²/s³ nicht erreichen können, müssen mit voll betätigtem Beschleunigungsregler gefahren werden.

8.1.3.4.1. Prüffahrt mit festen Einstellwerten

8.1.3.4.1.1. Die Prüfstandssoftware führt insgesamt vier Ausrollfahrten durch: Ausgehend von der ersten Ausrollfahrt sind die Koeffizienten der Prüfstandseinstellung für die zweite Fahrt gemäß Absatz **8.1.4** dieses Unteranhangs zu berechnen. Nach dem ersten Ausrollen muss die Software drei zusätzliche Ausrollfahrten entweder mit den festgelegten Koeffizienten der Prüfstandseinstellung, die nach dem ersten Ausrollen bestimmt wurden, oder mit den gemäß Absatz **8.1.4** dieses Unteranhangs angepassten Koeffizienten der Prüfstandseinstellung durchführen.

8.1.3.4.1.2. Die endgültigen Koeffizienten A, B und C der Prüfstandseinstellung sind gemäß folgenden Gleichungen zu berechnen:

$$A = A_t - \frac{\sum_{n=2}^4 (A_{s_n} - A_{d_n})}{3}$$

$$B = B_t - \frac{\sum_{n=2}^4 (B_{s_n} - B_{d_n})}{3}$$

$$C = C_t - \frac{\sum_{n=2}^4 (C_{s_n} - C_{d_n})}{3}$$

Dabei ist/sind:

A_t, B_t und C_t	die Sollfahrwiderstandsparameter (Straße) f_0, f_1 und f_2
A_{s_n}, B_{s_n} und C_{s_n}	die simulierten Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) der n-ten Fahrt
A_{d_n}, B_{d_n} und C_{d_n}	die Koeffizienten der Prüfstandseinstellung der n-ten Fahrt
n	die Kennziffer der Ausrollfahrten einschließlich der ersten Stabilisierungsfahrt.

8.1.3.4.2. Iterative Methode

Die berechneten Kräfte in den jeweiligen Geschwindigkeitsbereichen müssen bei zwei aufeinanderfolgenden Ausrollfahrten nach einer Regressionsanalyse nach der Methode der Mindestquadrate in Bezug auf die Kräfte entweder innerhalb einer Toleranz von ± 10 N liegen, oder es müssen nach der gemäß Absatz **8.1.4** dieses Unteranhangs durchgeführten Anpassung der Einstellung des Widerstands des Rollenprüfstands zusätzliche Ausrollfahrten erfolgen.

8.1.4. Anpassung

Der eingestellte Widerstand des Rollenprüfstands ist gemäß folgenden Gleichungen anzupassen:

$$\begin{aligned} F_{dj}^* &= F_{dj} - F_j = F_{dj} - F_{sj} + F_{tj} \\ &= (A_d + B_d v_j + C_d v_j^2) - (A_s + B_s v_j + C_s v_j^2) + (A_t + B_t v_j + C_t v_j^2) \\ &= (A_d + A_t - A_s) + (B_d + B_t - B_s) v_j + (C_d + C_t - C_s) v_j^2 \end{aligned}$$

Daraus folgt:

$$A_d^* = A_d + A_t - A_s$$

$$B_d^* = B_d + B_t - B_s$$

$$C_d^* = C_d + C_t - C_s$$

Dabei ist:

F_{dj} der anfänglich eingestellte Widerstand des Rollenprüfstands in N

F_{dj}^* der angepasste Widerstand des Rollenprüfstands in N

F_j der angepasste Fahrwiderstand (Straße) gleich $(F_{sj} - F_{tj})$ in N

F_{sj} der bei der Bezugsgeschwindigkeit v_j simulierte Fahrwiderstand (Straße) in N

F_{tj} der Sollfahrwiderstand (Straße) bei der Bezugsgeschwindigkeit v_j in N

A_d^* , B_d^* und C_d^* die neuen Koeffizienten der Rollenprüfstandseinstellung.

8.2. Einstellung des Widerstands des Rollenprüfstands bei Verwendung der Drehmomentmessung

Diese Methode wird angewendet, wenn der Fahrwiderstand unter Verwendung der in Absatz 4.4 dieses Unteranhangs beschriebenen Drehmomentmessung bestimmt wird.

Bei einer Straßenfahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) ist diese Methode anzuwenden, wenn der Fahrwiderstand des repräsentativen Fahrzeugs mit der in Absatz 4.4 dieses Unteranhangs beschriebenen Drehmomentmessung bestimmt wird. Die Werte des Sollfahrwiderstands auf der Straße sind die nach der Methode gemäß Absatz 5.1 dieses Unteranhangs berechneten Werte.

8.2.1. Anfängliche Einstellung des Widerstands

Bei einem Rollenprüfstand mit Koeffizientensteuerung ist die Kraftaufnahmeeinheit mit den willkürlichen anfänglichen Koeffizienten A_d , B_d und C_d der folgenden Gleichung anzupassen:

$$F_d = A_d + B_d v + C_d v^2$$

Dabei ist:

F_d der eingestellte Widerstand des Rollenprüfstands in N

v die Geschwindigkeit der Rolle des Rollenprüfstands in km/h.

Die folgenden Koeffizienten werden für die anfängliche Einstellung des Widerstands empfohlen:

a) $A_d = 0,5 \times \frac{a_t}{r'}$, $B_d = 0,2 \times \frac{b_t}{r'}$, $C_d = \frac{c_t}{r'}$

für einachsige Rollenprüfstände oder

$$A_d = 0,1 \times \frac{a_t}{r'}, B_d = 0,2 \times \frac{b_t}{r'}, C_d = \frac{c_t}{r'}$$

für zweiachsige Rollenprüfstände wobei:

a_t , b_t und c_t die Sollfahrwiderstandskoeffizienten sind und

r' der bei 80 km/h erreichte dynamische Radius des Reifens auf dem Rollenprüfstand in m oder

- b) empirische Werte, beispielsweise solche, die für die Einstellung eines ähnlichen Fahrzeugtyps verwendet werden.

Bei einem Rollenprüfstand mit polygonaler Kontrolle sind in der Kraftaufnahmeeinheit des Rollenprüfstands geeignete Widerstandswerte bei jeder Bezugsgeschwindigkeit zu setzen.

8.2.2. Raddrehmomentsmessung

Die Drehmomentmessungsprüfung auf dem Rollenprüfstand ist gemäß dem in Absatz 4.4.2 dieses Unteranhangs beschriebenen Verfahren durchzuführen. Die Drehmomentmesser müssen mit den in der vorangehenden Straßenprüfung verwendeten identisch sein.

8.2.3. Überprüfung

8.2.3.1. Die Sollfahrwiderstands(Drehmoment)kurve ist mit der Gleichung in Absatz 4.5.5.2.1 dieses Unteranhangs zu bestimmen und kann folgendermaßen geschrieben werden:

$$C_t^* = a_t + b_t \times v_j + c_t \times v_j^2$$

8.2.3.2. Die simulierte Fahrwiderstands(Drehmoment)kurve ist gemäß der beschriebenen Methode und der in Absatz 4.4.3 dieses Unteranhangs angegebenen Messgenauigkeit, und gemäß der in Absatz 4.4.4 dieses Unteranhangs beschriebenen Bestimmung der Fahrwiderstands(Drehmoment)kurve sowie den anwendbaren Korrekturen gemäß Absatz 4.5 dieses Unteranhangs zu berechnen, ohne jedoch in entgegengesetzten Richtungen zu messen; daraus ergibt sich die folgende simulierte Fahrwiderstandskurve:

$$C_s^* = C_{0s} + C_{1s} \times v_j + C_{2s} \times v_j^2$$

Der simulierte Fahrwiderstand (Drehmoment) muss innerhalb einer Toleranz von $\pm 10 \text{ N} \times r'$ des Sollfahrwiderstands bei jedem Geschwindigkeitsbezugspunkt liegen, wobei r' der dynamische, bei 80 km/h erreichte Radius des Reifens auf dem Rollenprüfstand in Metern ist.

Erfüllt die Toleranz bei einer beliebigen Bezugsgeschwindigkeit nicht das Kriterium der in diesem Absatz beschriebenen Methode, so ist das in Absatz 8.2.3.3 dieses Unteranhangs genannte Verfahren zur Anpassung der Einstellung des Widerstands des Rollenprüfstands anzuwenden.

8.2.3.3. Anpassung

Die Einstellung des Widerstands des Rollenprüfstands wird mit folgender Gleichung vorgenommen:

$$\begin{aligned}
F_{dj}^* &= F_{dj} - \frac{F_{ej}}{r'} = F_{dj} - \frac{F_{sj}}{r'} + \frac{F_{tj}}{r'} \\
&= (A_d + B_d v_j + C_d v_j^2) - \frac{(a_s + b_s v_j + c_s v_j^2)}{r'} + \frac{(a_t + b_t v_j + c_t v_j^2)}{r'} \\
&= \left\{ A_d + \frac{(a_t - a_s)}{r'} \right\} + \left\{ B_d + \frac{(b_t - b_s)}{r'} \right\} v_j + \left\{ C_d + \frac{(c_t - c_s)}{r'} \right\} v_j^2
\end{aligned}$$

Daraus folgt:

$$A_d^* = A_d + \frac{a_t - a_s}{r'}$$

$$B_d^* = B_d + \frac{b_t - b_s}{r'}$$

$$C_d^* = C_d + \frac{c_t - c_s}{r'}$$

Dabei ist/sind:

F_{dj}^* die neue Einstellung des Widerstands des Rollenprüfstands in N; $(F_{sj} - F_{tj})$, Nm;

F_{ej} der angepasste Fahrwiderstand (Straße) gleich $(F_{sj} - F_{tj})$ in Nm

F_{sj} der bei der Bezugsgeschwindigkeit v_j simulierte Fahrwiderstand (Straße) in Nm

F_{tj} der Sollfahrwiderstand (Straße) bei der Bezugsgeschwindigkeit v_j in Nm

A_d^* , B_d^* und C_d^* die neuen Koeffizienten der Rollenprüfstandseinstellung

r' der bei 80 km/h erreichte dynamische Radius des Reifens auf dem Rollenprüfstand in m.

Die Absätze 8.2.2 und 8.2.3 dieses Unteranhangs sind zu wiederholen.

8.2.3.4. Die Masse der Antriebsachse(n), die Reifenspezifikationen und die Einstellung des Widerstands des Rollenprüfstands sind in allen einschlägigen Prüfberichten zu berücksichtigen, wenn die Anforderung von Absatz 8.2.3.2 dieses Unteranhangs erfüllt ist.

8.2.4. Umwandlung der Fahrwiderstandskoeffizienten in Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) f_0 , f_1 , f_2

8.2.4.1 Erfolgt das Ausrollen des Fahrzeugs in einer nicht wiederholbaren Weise und ist ein Ausrollmodus gemäß Absatz 4.2.1.8.5 dieses Unteranhangs nicht durchführbar, so sind die Koeffizienten f_0 , f_1 und f_2 in der Fahrwiderstandsgleichung (Straße) gemäß den Gleichungen in Absatz 8.2.4.1.1 dieses Unteranhangs zu berechnen. In jedem anderen Fall ist das Verfahren gemäß den Absätzen 8.2.4.2 bis 8.2.4.4 einschließlich dieses Unteranhangs durchzuführen.

8.2.4.1.1. $f_0 = \frac{c_0}{r} \times 1,02$

$$f_1 = \frac{c_1}{r} \times 1,02$$

$$f_2 = \frac{c_2}{r} \times 1,02$$

Dabei ist/sind:

c_0, c_1, c_2 die Fahrwiderstandskoeffizienten gemäß Absatz 4.4.4 dieses Unteranhangs in Nm, Nm/(km/h), Nm/(km/h)²

r der dynamische Reifenradius des Fahrzeugs, mit dem der Fahrwiderstand bestimmt wurde, in m.

1,02 ein approximativer Koeffizient zum Ausgleich von Verlusten im Antriebsstrang.

8.2.4.1.2. Die ermittelten Werte f_0, f_1, f_2 dürfen nicht für eine Rollenprüfstandseinstellung oder für Emissions- oder Reichweitenprüfungen verwendet werden. Sie sind nur in den folgenden Fällen zu verwenden:

- Bestimmung der Miniaturisierung, Absatz 8 von Unteranhang 1
- Bestimmung von Gangwechsellpunkten, Unteranhang 2
- Interpolation von CO₂ und Kraftstoffverbrauch, Absatz 3.2.3 von Unteranhang 7
- Berechnung von Ergebnissen elektrischer Fahrzeuge, Absatz 4 in Unteranhang 8.

8.2.4.2. Wenn der Rollenprüfstand innerhalb der angegebenen Toleranzen eingestellt worden ist, ist ein Ausrollverfahren auf dem Rollenprüfstand gemäß Absatz 4.3.1.3 dieses Unteranhangs durchzuführen. Die Ausrollzeiten sind in allen einschlägigen Prüfblättern zu berücksichtigen.

8.2.4.3. Der Fahrwiderstand (Straße) F_j bei der Bezugsgeschwindigkeit v_j in N ist gemäß folgender Gleichung zu bestimmen:

$$F_j = \frac{1}{3,6} \times (TM + m_r) \times \frac{\Delta v}{\Delta t_j}$$

Dabei ist:

F_j der Fahrwiderstand (Straße) bei der Bezugsgeschwindigkeit v_j in N

TM die Prüfmassse des Fahrzeugs in kg

m_r die gleichwertige effektive Masse der rotierenden Bauteile in kg gemäß Absatz 2.5.1 dieses Unteranhangs

$\Delta v = 10$ km/h

Δt_j die Ausrollzeit in s entsprechend der Geschwindigkeit v_j .

8.2.4.4. Die Koeffizienten f_0 , f_1 und f_2 in der Fahrwiderstandsgleichung (Straße) sind mit einer Regressionsanalyse nach der Methode der Mindestquadrate über den ganzen Bezugsgeschwindigkeitsbereich zu berechnen.

Unterhang 5

Prüfausrüstung und Kalibrierungen

1. Spezifikationen und Einstellungen des Prüfstands

1.1. Spezifikationen des Kühlgebläses

1.1.1. Ein Luftstrom unterschiedlicher Geschwindigkeiten ist gegen das Fahrzeug zu leiten. Über Rollengeschwindigkeiten von 5 km/h muss der Sollpunkt der linearen Luftgeschwindigkeit am Gebläseauslass der jeweiligen Rollengeschwindigkeit entsprechen. Die Abweichung der linearen Luftgeschwindigkeit am Gebläseauslass muss innerhalb von ± 5 km/h oder ± 10 % der jeweiligen Rollengeschwindigkeit liegen, je nachdem welcher Wert größer ist.

1.1.2. Die oben genannte Luftgeschwindigkeit ist als gemittelter Wert einer Reihe von Messpunkten zu bestimmen, die:

a) sich, bei Gebläsen mit rechteckigen Auslässen, im Mittelpunkt jedes der Rechtecke befinden, mit denen der gesamte Gebläseauslass in 9 Bereiche aufgeteilt wird (sowohl die horizontalen als auch vertikalen Seiten des Gebläseauslasses sind in 3 gleiche Teile unterteilt). Der Bereich im Mittelpunkt ist nicht zu messen (siehe Abbildung A5/1).

Abbildung A5/1

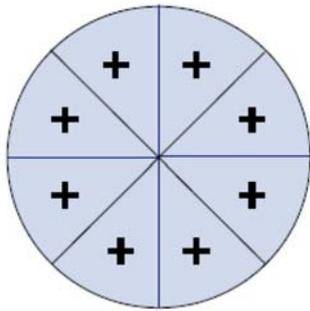
Gebläse mit rechteckigem Auslass

+	+	+
+		+
+	+	+

b) Bei Gebläsen mit kreisförmigen Auslässen ist der Auslass durch vertikale, horizontale und 45° -Geraden in 8 gleiche Bereiche zu unterteilen. Die Messpunkte befinden sich auf der radialen Mittellinie jedes Bereichs ($22,5^\circ$) in einer Entfernung von zwei Drittel des Auslassradius.

Abbildung A5/2

Gebläse mit kreisförmigem Auslass



Bei diesen Messungen darf sich weder ein Fahrzeug noch eine sonstige Verdeckung vor dem Gebläse befinden. Das Gerät zur Messung der linearen Luftaustrittsgeschwindigkeit muss sich in einer Entfernung von **0** bis **20** cm von der Auslassöffnung befinden.

1.1.3. Der Auslass muss folgende Merkmale aufweisen:

- a) einen Bereich von mindestens **0,3 m²** und
- b) eine Breite/ein Durchmesser von mindestens **0,8** m.

1.1.4. Die Lage des Gebläses muss folgende sein:

- a) Höhe der Unterkante über dem Boden: ungefähr **20** cm
- b) Abstand von der Stirnseite des Fahrzeugs: ungefähr **30** cm.

1.1.5. Die Höhe und die seitliche Lage des Kühlgebläses können auf Antrag des Herstellers und, falls als zweckmäßig erachtet, von der Genehmigungsbehörde geändert werden.

1.1.6. In den in Absatz **1.1.5** dieses Unteranhangs beschriebenen Fällen ist die Lage des Kühlgebläses (Höhe und Abstand) in allen einschlägigen Prüfberichten zu berücksichtigen und in allen folgenden Prüfungen zu verwenden.

2. Rollenprüfstand

2.1. Allgemeine Anforderungen

2.1.1. Der Rollenprüfstand muss dazu geeignet sein, den Fahrwiderstand auf der Straße mit drei Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) zu simulieren; die Koeffizienten müssen an die Widerstandskurve angepasst werden können.

2.1.2. Der Rollenprüfstand kann über eine oder zwei Rollen verfügen. Werden Rollenprüfstände mit zwei Rollen verwendet, so müssen die Rollen dauerhaft gekuppelt sein oder die vordere Rolle muss direkt oder indirekt vorhandene Schwungmassen und die Kraftaufnahmeeinheit antreiben.

2.2. Besondere Anforderungen

Die folgenden besonderen Anforderungen beziehen sich auf die Spezifikationen des Herstellers des Rollenprüfstands.

- 2.2.1.** Die Rundlaufabweichung der Rolle muss an allen gemessenen Stellen weniger als **0,25** mm betragen.
- 2.2.2.** Der Rollendurchmesser muss an allen Messstellen innerhalb von \pm **1,0** mm des spezifizierten Nennwertes liegen.
- 2.2.3.** Der Prüfstand muss über ein Zeitmesssystem zur Bestimmung der Beschleunigung und zur Messung der Fahrzeug-/Prüfstand-Ausrollzeiten verfügen. Das Zeitmesssystem muss eine Genauigkeit von mindestens \pm **0,001** Prozent besitzen. Dies ist bei der Erstinstitution zu überprüfen.
- 2.2.4.** Der Prüfstand muss über ein Geschwindigkeitsmesssystem mit einer Genauigkeit von mindestens \pm **0,080** km/h verfügen. Dies ist bei der Erstinstitution zu überprüfen.
- 2.2.5.** Der Prüfstand muss eine Ansprechzeit (**90** Prozent-Reaktion auf einen Zugkraft-Stufenwechsel) von weniger als **100** s aufweisen, wobei Spontanbeschleunigungen mindestens **3** m/s² betragen müssen. Dies ist bei der Erstinstitution und nach umfangreichen Wartungstätigkeiten zu überprüfen.
- 2.2.6.** Die grundlegende Trägheit des Prüfstands ist vom Hersteller des Prüfstands anzugeben und muss innerhalb von \pm **0,5** Prozent für jede gemessene Basisträgheit und \pm **0,2** Prozent relativ zu jedem arithmetischen Wert durch dynamische Ableitung bei Versuchen bei konstanter Beschleunigung, Verzögerung und Kraft bestätigt werden.
- 2.2.7.** Die Rollengeschwindigkeit ist mit einer Frequenz von mindestens **1** Hz zu messen.
- 2.3.** Zusätzliche spezifische Anforderungen für Rollenprüfstände bei Fahrzeugen, die in der Betriebsart „Vierradantrieb“ zu prüfen sind
- 2.3.1.** Die Steuerung des Vierradantriebs muss so ausgelegt sein, dass die folgenden Anforderungen erfüllt sind, wenn ein Fahrzeug über den WLTC-Zyklus geprüft wird
- 2.3.1.1.** Die Simulation des Fahrwiderstands auf der Straße ist so durchzuführen, dass der Betrieb im Vierradantrieb die gleiche proportionale Verteilung der Kräfte reproduziert wie auf einer glatten, trockenen und ebenen Straßenoberfläche.
- 2.3.1.2.** Bei der Erstinstitution und nach umfangreichen Wartungstätigkeiten müssen die Anforderungen von Absatz **2.3.1.2.1** dieses Unteranhangs und entweder von Absatz **2.3.1.2.2** oder **2.3.1.2.3** dieses Unteranhangs erfüllt sein. Die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der vorderen und der hinteren Rolle wird durch die Anwendung eines **1**-Sekunden-Mittelungsfilters auf die mit einer Mindestfrequenz von **20** Hz erhaltenen Geschwindigkeitsdaten der Rolle bewertet.
- 2.3.1.2.1.** Die Differenz der zurückgelegten Strecken zwischen der vorderen und der hinteren Rolle muss weniger als **0,2** % der über den WLTC-Zyklus gefahrenen Strecke betragen. Die absolute Zahl ist in die Berechnung der Gesamtstreckendifferenz über den WLTC zu integrieren.
- 2.3.1.2.2.** Die Differenz der zurückgelegten Strecken zwischen der vorderen und der hinteren Rolle muss weniger als **0,1** m in jedem einzelnen **200** ms-Zeitabschnitt betragen.
- 2.3.1.2.3.** Die Geschwindigkeitsdifferenz aller Rollen muss innerhalb von \pm **0,16** km/h liegen.

2.4. Kalibrierung des Rollenprüfstands

2.4.1. Kraftmesssystem

Die Genauigkeit und Linearität der Kraftmeseinheit muss mindestens ± 10 N für alle gemessenen Instrumente betragen. Dies ist bei der Erstinstitution, nach umfangreichen Wartungstätigkeiten und innerhalb von 370 Tagen vor einer Prüfung zu überprüfen.

2.4.2. Verluste bei der Kalibrierung des Rollenprüfstands

Die Verluste des Rollenprüfstands sind zu messen und zu aktualisieren, falls ein Messwert um mehr als 9,0 N von der aktuellen Verlustkurve abweicht. Dies ist bei der Erstinstitution, nach umfangreichen Wartungstätigkeiten und innerhalb von 35 Tagen vor einer Prüfung zu überprüfen.

2.4.3. Überprüfung der Simulation des Fahrwiderstands auf der Straße ohne Fahrzeug

Die Leistung des Rollenprüfstands ist bei der Erstinstitution, nach umfangreichen Wartungstätigkeiten und innerhalb von 7 Tagen vor einer Prüfung durch Ausrollen in unbeladenem Zustand zu überprüfen. Der Fehlerfaktor des arithmetischen Durchschnitts der Ausrollkraft muss bei jedem Geschwindigkeitsbezugspunkt weniger als 10 N oder 2 % betragen, je nachdem, welcher Wert höher ist.

3. Abgasverdünnungssystem

3.1. Spezifikation des Systems

3.1.1. Überblick

3.1.1.1. Es ist ein Vollstrom-Abgasverdünnungssystem zu verwenden. Die gesamten Fahrzeugabgase sind unter kontrollierten Bedingungen und unter Verwendung einer Probenahmeeinrichtung mit konstantem Volumen kontinuierlich mit Umgebungsluft zu verdünnen. Es dürfen ein kritisch durchströmtes Venturi-Rohr oder mehrere parallel angeordnete kritisch durchströmte Venturi-Rohre, eine Verdrängerpumpe, ein subsonisches Venturi-Rohr oder ein Ultraschalldurchsatzmesser verwendet werden. Das Gesamtvolumen des Gemisches aus Abgas und Verdünnungsluft ist zu messen und eine kontinuierlich proportionale Probe des Volumens ist für die Analyse zu entnehmen. Die Mengen an Abgasverbindungen sind anhand der Probenkonzentrationen zu bestimmen und um ihren jeweiligen Anteil an Verdünnungsluft und um den gesamten Durchsatz über den Prüfzeitraum zu korrigieren.

3.1.1.2. Das Abgasverdünnungssystem besteht aus einem Verbindungsrohr, einer Mischvorrichtung, einem Verdünnungstunnel, einer Vorrichtung zur Verdünnungsluftkonditionierung, einer Ansaugvorrichtung und einem Durchflussmesser. Probennahmesonden sind im Verdünnungstunnel gemäß den Absätzen 4.1, 4.2 und 4.3 dieses Unteranhangs anzubringen.

3.1.1.3. Die Mischvorrichtung nach Absatz 3.1.1.2 dieses Unteranhangs muss ein Behälter gemäß der Abbildung A5/3 sein, in dem die Fahrzeugabgase und die Verdünnungsluft so kombiniert werden, dass an der Entnahmestelle ein homogenes Gemisch entsteht.

3.2. Allgemeine Anforderungen

3.2.1. Die Fahrzeugabgase sind mit einer ausreichenden Menge an Umgebungsluft zu verdünnen, um jegliche Wasserkondensation im Probenahme- und Messsystem bei allen während der Prüfung auftretenden Bedingungen zu verhindern.

3.2.2. Das Gemisch aus Luft und Abgasen muss an der Stelle, an der sich die Probenahmesonden befinden, homogen sein (Absatz **3.3.3** dieses Unteranhangs). Mit den Probenahmesonden sind repräsentative Proben des verdünnten Abgases zu entnehmen.

3.2.3. Mit diesem System muss das Gesamtvolumen der verdünnten Abgase gemessen werden können.

3.2.4. Das Probenahmesystem muss gasdicht sein. Die Auslegung des Probenahmesystems für variable Verdünnung und die für seine Bauteile verwendeten Werkstoffe müssen derart sein, dass die Konzentration einer jeglichen Verbindung in den verdünnten Abgasen nicht beeinflusst wird. Wird durch ein Teil des Systems (Wärmetauscher, Zyklonabscheider, Ansaugvorrichtung usw.) die Konzentration einer beliebigen Abgasverbindung verändert und kann der Fehler nicht behoben werden, dann muss die Probe dieser Verbindung vor diesem Teil entnommen werden.

3.2.5. Alle Teile des Verdünnungssystems, die mit dem unverdünnten oder verdünnten Abgas in Kontakt kommen, müssen so ausgelegt sein, dass Ablagerungen oder Änderungen der Partikel minimiert werden. Alle Teile müssen aus elektrisch leitenden und mit den Bestandteilen der Abgase nicht reagierenden Werkstoffen gefertigt und zur Vermeidung elektrostatischer Effekte geerdet sein.

3.2.6. Hat das zu prüfende Fahrzeug eine Auspuffanlage mit mehreren Endrohren, dann sind diese Rohre möglichst nah am Fahrzeug miteinander zu verbinden, ohne dass sein Betriebsverhalten beeinträchtigt wird.

3.3. Besondere Anforderungen

3.3.1. Verbindung zum Fahrzeugauspuff

3.3.1.1. Der Anfang vom Verbindungsrohr ist die Auslassöffnung des Auspuffs. Das Ende des Verbindungsrohrs ist die Probenahmestelle oder die erste Stelle der Verdünnung.

Bei Mehrfachauspuffkonfigurationen, in denen alle Auspuffendrohre kombiniert sind, ist der Anfang des Verbindungsrohrs an der Stelle, an der alle Auspuffendrohre miteinander verbunden sind. In diesem Fall ist es zulässig, das Rohr zwischen der Auslassöffnung des Auspuffes und dem Anfang des Verbindungsrohres zu isolieren oder zu erhitzen.

3.3.1.2. Das Verbindungsrohr zwischen dem Fahrzeug und dem Verdünnungssystem muss so ausgelegt sein, dass Wärmeverluste minimiert werden.

3.3.1.3. Das Verbindungsrohr muss die folgenden Anforderungen erfüllen:

a) Länge: weniger als **3,6** m; bei vorhandener Hitzeisolierung weniger als **6,1** m. Sein Innendurchmesser darf **105** mm nicht überschreiten. Die Isoliermaterialien müssen über eine Stärke von mindestens **25** mm verfügen und die thermische Leitfähigkeit darf **0,1** W/m¹K¹ bei **400** °C nicht überschreiten. Es ist zulässig, das Rohr auf eine Temperatur über dem Taupunkt zu erhitzen. Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn eine Temperatur von **70** °C erreicht ist.

b) Das Verbindungsrohr darf den statischen Druck an den Abgasauslässen des Prüffahrzeugs bei 50 km/h um nicht mehr als $\pm 0,75$ kPa oder, wenn nichts an die Auspuffendrohre des Fahrzeugs angeschlossen ist, während der gesamten Prüfdauer um mehr als $\pm 1,25$ kPa abweichen lassen. Der Druck ist im Abgasauslass oder in einer Verlängerung mit dem selben Durchmesser und so nahe wie möglich am Ende des Auspuffs zu messen. Probenahmesysteme, mit denen der statische Druck innerhalb von $\pm 0,25$ kPa gehalten werden kann, dürfen verwendet werden, wenn in einem schriftlichen Antrag des Herstellers an die Genehmigungsbehörde die Notwendigkeit für eine geringere Toleranz begründet wird.

c) Kein Bauteil des Verbindungsrohrs darf aus einem Werkstoff sein, der die gasförmige oder feste Zusammensetzung des Abgases beeinflusst. Werden Elastomere verwendet, so müssen diese thermisch so stabil wie möglich und dem Abgas so wenig wie möglich ausgesetzt sein, damit keine Partikel aus Anschlüssen aus Elastomeren freigesetzt werden. Es wird empfohlen, keine Anschlüsse aus Elastomeren zur Überbrückung von Auspuff und Verbindungsrohr zu verwenden.

3.3.2. Konditionierung der Verdünnungsluft

3.3.2.1. Die Verdünnungsluft, die zur Vorverdünnung des Abgases im Tunnel der CVS-Anlage verwendet wird, muss durch ein Filtermedium, mit dem mindestens 99,95 % der Partikel der Größe mit dem höchsten Durchlassgrad abgeschieden werden können, oder durch einen Filter, der mindestens der Klasse H13 nach der Norm EN 1822:2009 entspricht, geleitet werden. Diese Norm enthält die Vorschriften für Hochleistungs-Partikelfilter (High Efficiency Particulate Air filters, HEPA-Filter). Die Verdünnungsluft kann auch durch Aktivkohlefilter gereinigt werden, bevor sie in das HEPA-Filter geleitet wird. Es wird empfohlen, einen gegebenenfalls eingesetzten zusätzlichen groben Partikelfilter vor den HEPA-Filter und hinter die Aktivkohle zu setzen.

3.3.2.2. Auf Antrag des Fahrzeugherstellers können nach bestem fachlichen Ermessen Proben der Verdünnungsluft entnommen werden, um den Anteil der Partikelmasse aus dem Verdünnungstunnel an der Hintergrund-Partikelmasse zu bestimmen, damit dieser von den im verdünnten Abgas gemessenen Werten abgezogen werden kann. Siehe Unteranhang 6 Absatz 1.2.1.3.

3.3.3. Verdünnungstunnel

3.3.3.1. Die Fahrzeugabgase und die Verdünnungsluft müssen gemischt werden können. Eine Mischvorrichtung kann eingesetzt werden.

3.3.3.2. An der Anbringungsstelle der Probenahmesonde darf die Homogenität des Gemisches in einem beliebigen Querschnitt um höchstens ± 2 % vom Durchschnitt der Werte abweichen, die an mindestens fünf gleichmäßig über den Durchmesser des Gasstroms verteilten Stellen gemessen wurden.

3.3.3.3. Für die Probenahmen zur Bestimmung von Partikelmasse und Partikelzahl der Emissionen ist ein Verdünnungstunnel zu verwenden, der:

- a) aus einem geraden Rohr aus elektrisch leitendem Material besteht und geerdet ist
- b) einen turbulenten Strom (Reynolds-Zahl $\geq 4\ 000$) von ausreichender Dauer erzeugt, um eine vollständige Vermischung von Abgasen und Verdünnungsluft herbeizuführen

- c) einen Durchmesser von mindestens 200 mm hat
- d) isoliert und/oder erhitzt werden kann.

3.3.4. Ansaugvorrichtung

3.3.4.1. Diese Vorrichtung kann eine Reihe fester Drehzahlen haben, damit ein ausreichender Durchsatz gewährleistet ist, um die Kondenswasserbildung zu verhindern. Dieses Ergebnis wird erreicht, wenn der Durchsatz entweder:

- a) zweimal so hoch wie der Höchstdurchsatz des durch Beschleunigungen des Fahrzyklus erzeugten Abgases ist oder
- b) ausreichend ist, um zu gewährleisten, dass die CO₂-Konzentration des verdünnten Abgases im Sammelbeutel weniger als 3 Vol.-% für Benzin und Diesel, weniger als 2,2 Vol.-% für LPG und weniger als 1,5 Vol.-% für Erdgas/Biomethan beträgt.

3.3.4.2. Die Einhaltung der Anforderungen von Absatz 3.3.4.1 dieses Unteranhangs ist nicht notwendig, wenn die CVS-Anlage so ausgelegt ist, dass die Kondensation durch folgende Methoden oder Kombinationen von Methoden verhindert wird:

- a) Verringerung des Wassergehalts in der Verdünnungsluft (Entfeuchtung der Verdünnungsluft)
- b) Erhitzen der CVS-Verdünnungsluft und aller Bauteile bis zur Messvorrichtung für den verdünnten Abgasstrom und, wahlweise, des Sammelbeutelsystems einschließlich der Sammelbeutel und des Systems zur Messung der Beutelkonzentrationen.

In diesen Fällen ist die Auswahl des CVS-Durchsatzes für die Prüfung durch den Nachweis zu begründen, dass an keiner Stelle im CVS-Sammelbeutel oder dem analytischen System Kondensation von Wasser auftreten kann.

3.3.5. Volumenmessung im Vorverdünnungssystem

3.3.5.1. Die Methode zur Messung des Gesamtvolumens der verdünnten Abgase in der Probenahmeeinrichtung mit konstantem Volumen muss unter allen Betriebsbedingungen eine Messgenauigkeit von ± 2 gewährleisten. Kann das Gerät Temperaturschwankungen des Gemisches aus Abgasen und Verdünnungsluft am Messpunkt nicht ausgleichen, dann muss ein Wärmetauscher verwendet werden, um die Temperatur bei einer Verdrängerpumpe und CVS-Anlage innerhalb von ± 6 °C, bei einem kritisch durchströmten Venturi-Rohr und einer CVS-Anlage innerhalb von ± 11 °C, bei einem Ultraschalldurchsatzmesser und einer CVS-Anlage innerhalb von ± 6 °C und bei einem subsonischen Venturi-Rohr und einer CVS-Anlage innerhalb von ± 11 °C der vorgesehenen Betriebstemperatur zu halten.

3.3.5.2. Falls erforderlich, kann zum Schutz des Volumenmessgeräts z. B. ein Zyklonabscheider oder ein Grobpartikelfilter verwendet werden.

3.3.5.3. Ein Temperaturfühler ist unmittelbar vor dem Volumenmessgerät anzubringen. Dieser Temperaturfühler muss eine Genauigkeit und eine Präzision von ± 1 °C aufweisen und eine Ansprechzeit von 0,1 Sekunden bei 62 % einer gegebenen Temperaturveränderung haben (gemessen in Silikonöl).

3.3.5.4. Die Messung des Druckunterschieds zum Luftdruck ist vor und gegebenenfalls hinter dem Volumenmessgerät vorzunehmen

3.3.5.5. Druckmessungen während der Prüfung müssen mit einer Präzision und einer Genauigkeit von $\pm 0,4$ kPa durchgeführt werden. Siehe Tabelle A5/5

3.3.6. Empfohlene Systemmerkmale

Abbildung A5/3 ist eine schematische Darstellung von Abgasverdünnungssystemen, die die Anforderungen dieses Unteranhangs erfüllen

Die folgenden Bauteile werden empfohlen:

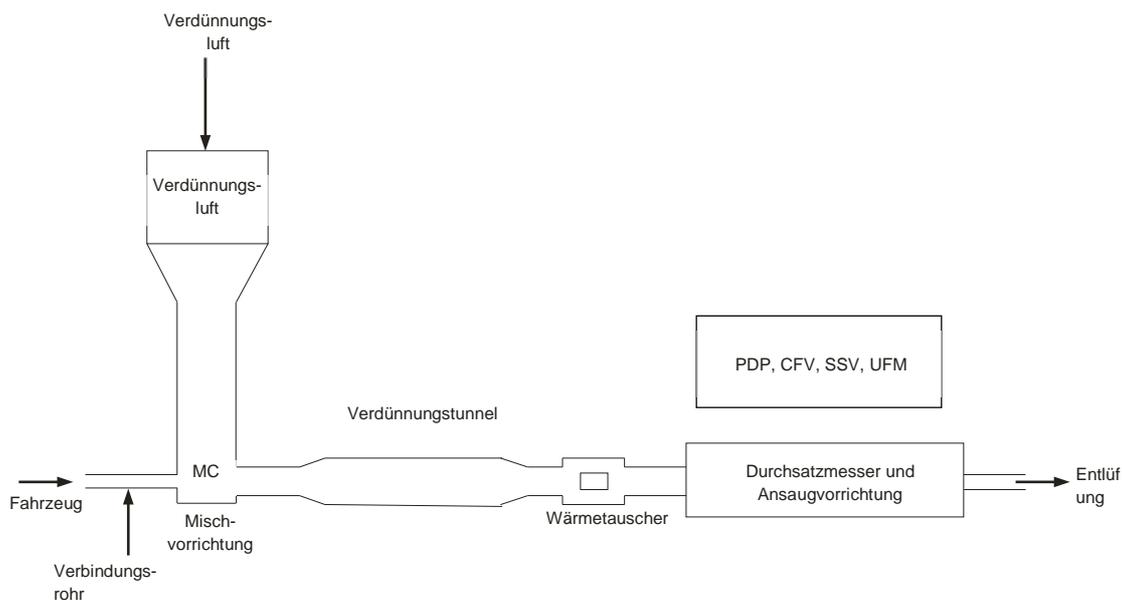
- a) Ein Verdünnungsluftfilter, der erforderlichenfalls vorgewärmt werden darf. Dieser Filter besteht aus folgenden hintereinander angeordneten Filtern: einem fakultativen Aktivkohlefilter (Einlassseite) und einem HEPA-Filter (Auslassseite). Es wird empfohlen, einen gegebenenfalls eingesetzten zusätzlichen groben Partikelfilter vor den HEPA-Filter und hinter den Aktivkohlefilter zu setzen. Mit dem Aktivkohlefilter soll die Kohlenwasserstoff-Hintergrundkonzentration in der Verdünnungsluft verringert und stabilisiert werden.
- b) Ein Verbindungsrohr, mit dem die Abgase in einen Verdünnungstunnel geleitet werden können.
- c) Ein fakultativer Wärmetauscher gemäß Absatz 3.3.5.1 dieses Unteranhangs.
- d) Ein Mischgerät, in dem Abgase und Verdünnungsluft homogen gemischt werden und das sich so nahe am Fahrzeug befindet, dass die Länge des Verbindungsrohrs minimiert wird.
- e) Ein Verdünnungstunnel, aus dem Partikelproben entnommen werden.
- f) Zum Schutz des Volumenmesssystems kann z. B. ein Zyklonabscheider oder ein Grobpartikelfilter verwendet werden.
- g) Eine Ansaugvorrichtung mit ausreichender Leistungsfähigkeit, um das Gesamtvolumen des verdünnten Abgases zu bewältigen.

Eine exakte Übereinstimmung mit diesen Abbildungen ist nicht erforderlich. Es können zusätzliche Teile, wie z. B. Instrumente, Ventile, Magnetventile und Schalter, verwendet werden, um zusätzliche Daten zu erhalten und die Funktionen der einzelnen Teile der Anlage zu koordinieren.

Abbildung A5/3

Abgasverdünnungssystem

Eine exakte Übereinstimmung mit diesen Abbildungen ist nicht erforderlich. Es können zusätzliche Teile, wie z. B. Instrumente, Ventile, Magnetventile und Schalter, verwendet werden, um zusätzliche Daten zu erhalten und die Funktionen der einzelnen Teile der Anlage zu koordinieren.



3.3.6.1. Verdrängerpumpe (PDP)

3.3.6.1.1. Mit einem Vollstrom-Abgasverdünnungssystem mit Verdrängerpumpe (PDP) wird entsprechend den Vorschriften dieses Unteranhangs der Gasdurchsatz durch die Pumpe bei konstanter Temperatur und konstantem Druck gemessen. Zur Messung des Gesamtvolumens wird die Zahl der Umdrehungen der kalibrierten Verdrängerpumpe gezählt. Die proportionale Probe erhält man durch Entnahme bei konstantem Durchsatz mit einer Pumpe, einem Durchsatzmesser und einem Durchflussregler.

3.3.6.2. Venturi-Rohr mit kritischer Strömung (CFV)

3.3.6.2.1. Wird bei dem Vollstrom-Abgasverdünnungssystem ein CFV verwendet, dann gelten die Grundsätze der Strömungslehre in Bezug auf die kritische Strömung. Der variable Durchsatz des Gemisches aus Verdünnungsluft und Abgas erfolgt bei Schallgeschwindigkeit, die der Quadratwurzel aus der Gastemperatur direkt proportional ist. Der Durchsatz wird während der gesamten Prüfung kontinuierlich überwacht, berechnet und integriert.

3.3.6.2.2. Durch die Verwendung eines weiteren kritisch durchströmten Venturi-Rohrs für die Probenahme wird die Proportionalität der Gasproben aus dem Verdünnungstunnel gewährleistet. Da Druck und Temperatur beim Einlass in beide Venturi-Rohre gleich sind, ist das Volumen des für die Probenahme abgeleiteten Gasstroms proportional zum Gesamtvolumen des verdünnten Abgas-Luft-Gemisches; das System entspricht folglich den Vorschriften dieses Unteranhangs.

3.3.6.2.3. Ein Mess-CFV dient der Messung der Durchsatzmenge des verdünnten Abgases.

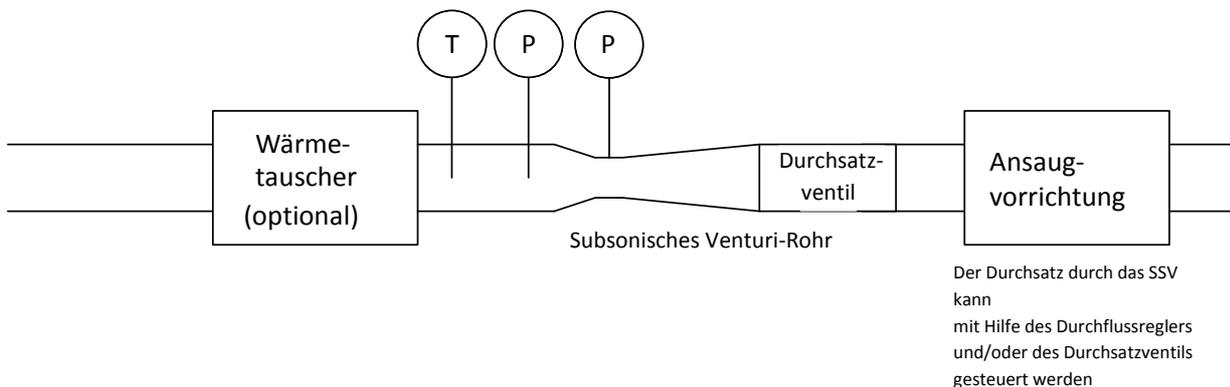
3.3.6.3. Venturi-Rohr mit subsonischer Strömung (SSV)

3.3.6.3.1. Wird bei dem Vollstrom-Abgasverdünnungssystem ein SSV (Abbildung A5/4) verwendet, dann gelten die Grundsätze der Strömungslehre. Der variable Durchsatz des Gemisches aus Verdünnungsluft und Abgast erfolgt bei Schallgeschwindigkeit, die aus den physikalischen Maßen des subsonischen Venturi-Rohrs und der Messung der absoluten Temperatur (T) und des absoluten Drucks (P) am Einlass des Venturi-Rohrs und des Drucks in der Einschnürung des Venturi-Rohrs berechnet wird. Der Durchsatz wird während der gesamten Prüfung kontinuierlich überwacht, berechnet und integriert.

3.3.6.3.2. Ein SSV dient der Messung der Durchsatzmenge des verdünnten Abgases.

Abbildung A5/4

Schematische Darstellung eines subsonischen Venturi-Rohrs (SSV)



3.3.6.4. Ultraschalldurchsatzmesser (UFM)

3.3.6.4.1. Ein UFM misst die Geschwindigkeit des verdünnten Abgases in den CVS-Leitungen auf der Grundlage der Ultraschalldurchsatzerkennung mittels eines Paares oder mehrerer Paare von Ultraschallsendern/-empfängern, die wie auf Abbildung A5/5 im Inneren der Leitungen angebracht sind. Die Geschwindigkeit des strömenden Gases wird mittels des Zeitunterschieds zwischen der Übertragungsdauer des Ultraschallsignals vom Sender zum Empfänger mit dem und gegen den Strom ermittelt. Die Geschwindigkeit des Gases wird mithilfe eines Kalibrierfaktors für den Durchmesser des Rohrs mit Echtzeitkorrektur um die Temperatur des verdünnten Abgases und den absoluten Druck in einen Standard-Volumendurchsatz konvertiert.

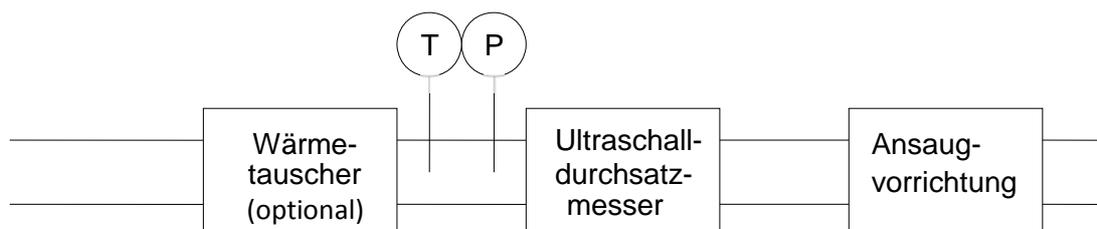
3.3.6.4.2. Zu den Systembestandteilen gehören:

- a) eine Ansaugvorrichtung mit Geschwindigkeitsregler, Durchsatzventil oder einer anderen Methode zu Regulierung des Durchsatzes durch das CVS sowie zur Erhaltung eines konstanten Volumenstroms unter Standardbedingungen
- b) ein UFM
- c) Temperatur- und Druckmessgeräte, T und P, erforderlich für die Korrektur des Durchsatzes

d) ein optionaler Wärmetauscher zur Regulierung der Temperatur des verdünnten Abgases im UFM Ist ein Wärmetauscher angebracht, so muss er die Temperatur des verdünnten Abgases wie in Absatz 3.3.5.1 dieses Unteranhangs beschrieben regulieren können. Während der Prüfung muss die Temperatur der Luft-Abgas-Mischung, gemessenen an einer Stelle unmittelbar vor der Ansaugvorrichtung, innerhalb des Bereichs von ± 6 °C des arithmetischen Durchschnittswerts der Betriebstemperatur während der Prüfung liegen.

Abbildung A5/5

Schematische Darstellung eines Ultraschalldurchsatzmessers (UFM)



3.3.6.4.3. Für die Gestaltung und die Nutzung von CVS des Typs UFM gelten folgende Bedingungen:

- a) Die Geschwindigkeit des verdünnten Abgases muss eine Reynolds-Zahl von über 4 000 ergeben, um einen konsistenten turbulenten Strom vor dem Ultraschalldurchsatzmesser zu gewährleisten.
- b) Ein Ultraschalldurchsatzmesser wird in einer Leitung mit gleichmäßigem Durchmesser so angebracht, dass das Rohr vor ihm die Länge des 10-fachen Innendurchmessers und nach ihm des 5-fachen Durchmessers hat.
- c) Unmittelbar vor dem Ultraschalldurchsatzmesser ist ein Temperaturfühler (T) für das verdünnte Abgas anzubringen. Dieser Fühler muss eine Genauigkeit und eine Präzision von ± 1 °C aufweisen und eine Ansprechzeit von 0,1 Sekunden bei 62 % einer gegebenen Temperaturveränderung haben (gemessen in Silikonöl).
- d) Der absolute Druck (P) des verdünnten Abgases wird unmittelbar vor dem Ultraschalldurchsatzmesser mit einer Genauigkeit von $\pm 0,3$ kPa gemessen.
- e) Ist vor dem Ultraschalldurchsatzmesser kein Wärmetauscher angebracht, muss der auf Standardbedingungen korrigierte Durchsatz des verdünnten Abgases während der gesamten Prüfung konstant gehalten werden. Das kann durch Regulierung der Ansaugvorrichtung, des Durchflussventils oder auf andere Weise erfolgen.

3.4. Verfahren zum Kalibrieren der CVS-Anlage

3.4.1. Allgemeine Anforderungen

3.4.1.1. Die CVS-Anlage ist mit einem Präzisionsdurchsatzmesser und einem Durchflussbegrenzer mit den in Tabelle A5/4 angegebenen Intervallen zu kalibrieren. Der Durchsatz durch die Anlage ist bei verschiedenen Druckwerten zu messen, und die Regelungsparameter der Anlage sind zu berechnen und auf

die Durchsatzwerte zu beziehen. Das Durchsatzmessgerät (z. B. kalibriertes Venturi-Rohr, Laminar-Durchfluss-Element, kalibrierter Flügelraddurchflussmesser) muss dynamisch und für die bei der Prüfung in CVS-Anlagen auftretenden hohen Durchsätze geeignet sein. Die Genauigkeit des Geräts muss bescheinigt sein und einer nationalen oder internationalen Norm entsprechen.

3.4.1.2. In den folgenden Absätzen sind die Verfahren eingehend beschrieben, nach denen Verdrängerpumpen, CFV, SSV und UFM mithilfe eines Laminar-Durchflussmessers mit der erforderlichen Genauigkeit kalibriert werden und die Gültigkeit der Kalibrierung statistisch geprüft wird.

3.4.2. Kalibrierung der Verdrängerpumpe (PDP)

3.4.2.1. Bei dem nachstehend festgelegten Kalibrierverfahren werden Geräte, Versuchsanordnung und verschiedene Kennwerte beschrieben, die für die Ermittlung des Durchsatzes der Pumpe in der CVS-Anlage gemessen werden müssen. Alle Kenngrößen von Pumpe und Durchsatzmesser, die hintereinander geschaltet sind, werden gleichzeitig gemessen. Der berechnete Durchsatz (angegeben in m^3/min am Pumpeneinlass beim gemessenen absoluten Druck und der gemessenen absoluten Temperatur) kann dann in Form einer Korrelationsfunktion als Funktion einer bestimmten Kombination von Pumpenkenngrößen dargestellt werden. Anschließend wird die lineare Gleichung, die das Verhältnis zwischen dem Pumpendurchsatz und der Korrelationsfunktion ausdrückt, aufgestellt. Sind bei einer Pumpe einer CVS-Anlage mehrere Antriebsdrehzahlen vorgesehen, dann muss für jeden verwendeten Drehzahlbereich eine Kalibrierung vorgenommen werden.

3.4.2.2. Bei diesem Kalibrierverfahren werden für die Pumpen- und die Durchsatzmesser-Kenngrößen, die den Durchsatz in jedem Punkt bestimmen, die absoluten Werte gemessen. Es müssen folgende Bedingungen eingehalten werden, damit die Genauigkeit und die Stetigkeit der Kalibrierkurve gewährleistet sind:

3.4.2.2.1. Die Pumpendrucke sind an den Pumpenanschlüssen und nicht an den äußeren Rohrleitungen an Ein- und Auslass der Pumpe zu messen. Druckanschlüsse am oberen und am unteren Mittelpunkt der Vorderplatte des Pumpenantriebs sind den tatsächlichen Drücken im Pumpenfüllraum ausgesetzt und ermöglichen somit die Messung der Absolutdruckdifferenzen.

3.4.2.2.2. Während der Kalibrierung muss die Temperatur konstant gehalten werden. Der Laminar-Durchflussmesser ist gegen Schwankungen der Einlasstemperatur empfindlich, die eine Streuung der Messpunkte verursachen. Temperaturschwankungen von ± 1 °C sind zulässig, sofern sie allmählich innerhalb eines Zeitraums von mehreren Minuten auftreten.

3.4.2.2.3. Alle Anschlüsse zwischen dem Durchsatzmesser und der Pumpe der CVS-Anlage müssen dicht sein.

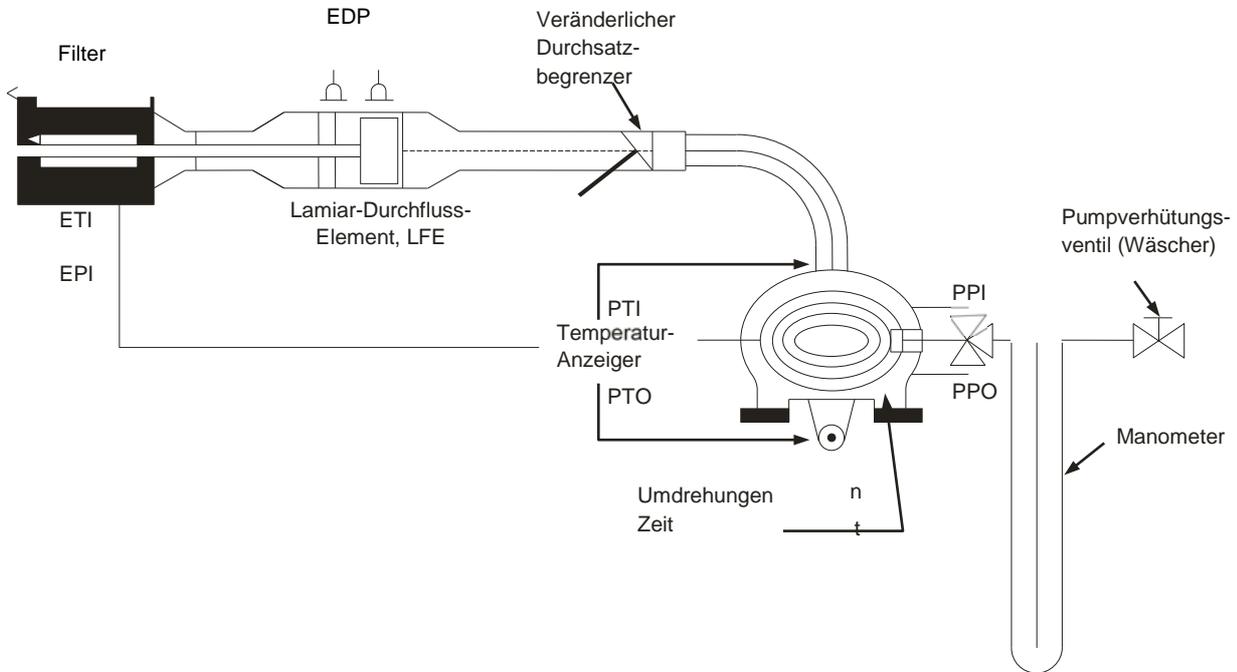
3.4.2.3. Bei einer Abgasemissionsprüfung sind die gemessenen Pumpenkenngrößen für die Berechnung des Durchsatzes mithilfe der Kalibriergleichung zu verwenden.

3.4.2.4. In der Abbildung A5/6 dieses Unteranhangs ist eine mögliche Kalibrieranordnung dargestellt. Veränderungen sind zulässig, wenn die Genehmigungsbehörde sie genehmigt, weil eine vergleichbare Genauigkeit erzielt werden kann. Wenn die in der Abbildung A5/6 dargestellte Prüfanordnung verwendet wird, müssen die nachstehenden Kenngrößen jeweils mit folgender Genauigkeit gemessen werden können:

Luftdruck (korrigiert), P_b $\pm 0,03$ kPa
Umgebungstemperatur, T $\pm 0,2$ K
Lufttemperatur am LFE, ETI $\pm 0,15$ K
Unterdruck vor dem LFE, EPI $\pm 0,01$ kPa
Druckabfall durch LFE-Düse, EDP $\pm 0,0015$ kPa
Lufttemperatur am Einlass der Pumpe der CVS-Anlage, PTI $\pm 0,2$ K
Lufttemperatur am Auslass der Pumpe der CVS-Anlage, PTO $\pm 0,2$ K
Unterdruck am Einlass der Pumpe der CVS-Anlage, PPI $\pm 0,22$ kPa
Druckhöhe am Einlass der Pumpe der CVS-Anlage, PPO $\pm 0,22$ kPa
Pumpendrehzahl während der Prüfung, n ± 1 min⁻¹
Dauer der Prüfung (mindestens 250 s), t $\pm 0,1$ s

Abbildung A5/6

Kalibrieranordnung für die Verdrängerpumpe



3.4.2.5. Ist der Aufbau nach Abbildung A5/6 durchgeführt, so ist das Durchflussregelventil auf volle Öffnung einzustellen und die CVS-Pumpe 20 Minuten lang laufen zu lassen, bevor die Kalibrierung beginnt.

3.4.2.5.1. Das Drosselventil wird so eingestellt, dass der Durchsatz um einen Schritt (ungefähr 1 kPa) des Unterdrucks am Pumpeneinlass weiter begrenzt wird, wodurch sich mindestens sechs Messpunkte für die gesamte Kalibrierung ergeben. Vor Wiederholung der Datenerfassung muss sich die Anlage 3 Minuten stabilisieren.

3.4.2.5.2. Der Luftdurchsatz Q_s an jedem Prüfpunkt wird nach dem vom Hersteller vorgeschriebenen Verfahren aus den Messwerten des Durchsatzmessers bei Normaldruck und -temperatur in m^3/min berechnet.

3.4.2.5.3. Der Luftdurchsatz wird anschließend auf den Pumpendurchsatz V_0 am Pumpeneinlass in m^3/rev bei absoluter Temperatur und absolutem Druck umgerechnet.

$$V_0 = \frac{Q_s}{n} \times \frac{T_p}{273,15 \text{ K}} \times \frac{101,325 \text{ kPa}}{P_p}$$

Dabei ist:

V_0 der Pumpendurchsatz bei T_p und P_p , m^3/rev

Q_s der Luftdurchsatz bei 101,325 kPa und 273,15 K (0 °C), m³/min

T_p die Temperatur am Pumpeneinlass, Kelvin (K)

P_p der absolute Druck am Pumpeneinlass, kPa

n die Pumpendrehzahl, min⁻¹

3.4.2.5.4. Zur Kompensierung der gegenseitigen Beeinflussung von Pumpendrehzahl, Druckschwankungen an der Pumpe und Drehzahldifferenz (Schlupf) wird die Korrelationsfunktion x_0 zwischen der Pumpendrehzahl n , der Druckdifferenz zwischen Pumpeneinlass und -auslass und dem absoluten Druck am Pumpenauslass mithilfe der nachstehenden Gleichung berechnet:

$$x_0 = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{\Delta P_p}{P_e}}$$

Dabei ist:

x_0 die Korrelationsfunktion

ΔP_p die Druckdifferenz zwischen Pumpeneinlass und Pumpenauslass, kPa

P_e der absolute Druck am Auslass ($P_{PO} + P_p$), kPa

Zur Erstellung der Kalibriergleichungen in folgender Form ist die Einstellung nach der Methode der kleinsten Quadrate durchzuführen:

$$V_0 = D_0 - M \times x_0$$

$$n = A - B \times \Delta P_p$$

Wobei B und M die Steigungen und A und D_0 die Achsenabschnitte der Geraden sind.

3.4.2.6. Bei einer CVS-Anlage mit mehreren Drehzahlen muss für jede verwendete Drehzahl eine Kalibrierung vorgenommen werden. Die für die Bereiche ermittelten Kalibrierkurven müssen annähernd parallel verlaufen, und die Achsenabschnittswerte D_0 müssen steigen, während der Pumpendurchsatz sinkt.

3.4.2.7. Die mithilfe der Gleichung errechneten Werte dürfen nicht mehr als $\pm 0,5$ % vom gemessenen Wert V_0 abweichen. Der Wert M ist je nach Pumpe verschieden. Bei der Erstinstallation und nach umfangreichen Wartungstätigkeiten ist eine Kalibrierung durchzuführen.

3.4.3. Kalibrierung des Venturi-Rohrs mit kritischer Strömung (CFV)

3.4.3.1. Bei der Kalibrierung des CFV wird die Durchsatzgleichung für ein kritisch durchströmtes Venturi-Rohr verwendet:

$$Q_s = \frac{K_v P}{\sqrt{T}}$$

Dabei ist:

- Q_s der Durchsatz, m³/min
- K_v der Kalibrierkoeffizient
- P der absolute Druck, kPa
- T die absolute Temperatur, Kelvin (K)

Der Gasdurchsatz ist eine Funktion des Einlassdrucks und der Eintrittstemperatur.

Bei dem in den Absätzen 3.4.3.2 bis einschließlich 3.4.3.3.4 dieses Unteranhangs beschriebenen Kalibrierverfahren wird der Wert des Kalibrierkoeffizienten anhand der Messwerte für Druck, Temperatur und Luftdurchsatz bestimmt.

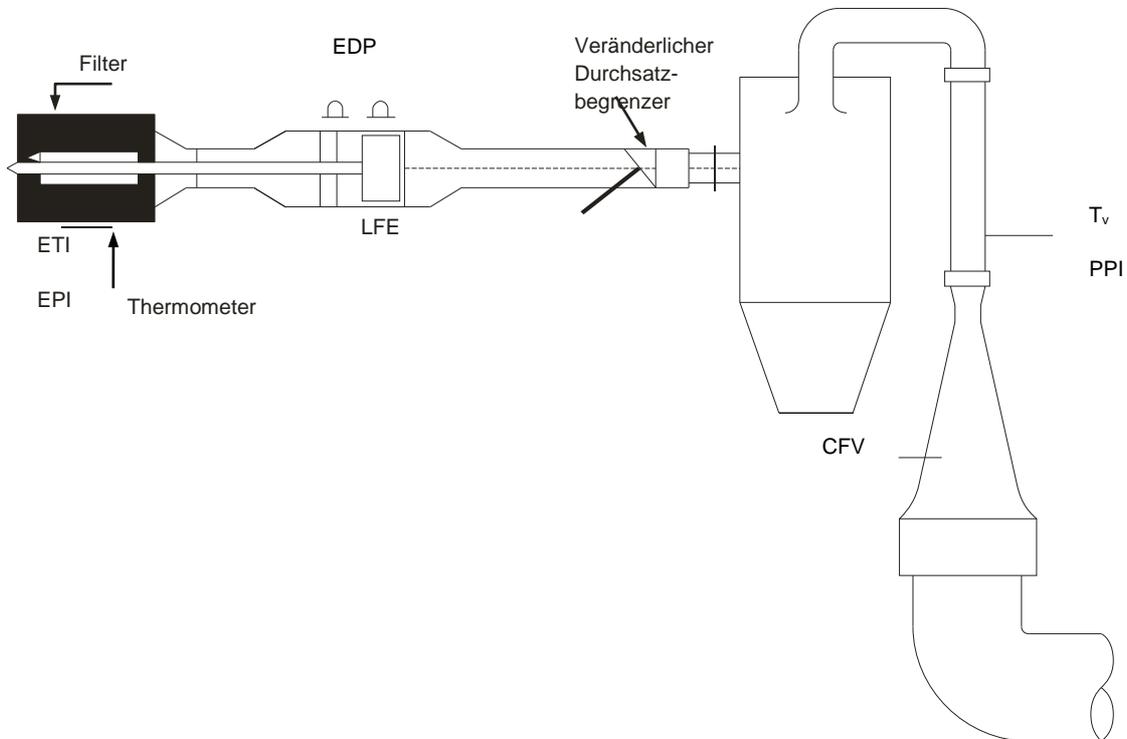
3.4.3.2. Bei den Messungen für die Kalibrierung des Durchsatzes des kritisch durchströmten Venturi-Rohrs müssen die nachstehenden Kenngrößen jeweils mit folgender Genauigkeit gemessen werden können:

- Luftdruck (korrigiert), P_b $\pm 0,03$ kPa
- Lufttemperatur am LFE, Durchsatzmesser, ETI $\pm 0,15$ K
- Unterdruck vor dem LFE, EPI $\pm 0,01$ kPa
- Druckabfall durch LFE-Düse, EDP $\pm 0,0015$ kPa
- Luftdurchsatz, Q_s $\pm 0,5$ Prozent
- Unterdruck am Einlass des Venturi-Rohrs, PPI $\pm 0,02$ kPa
- Temperatur am Einlass des Venturi-Rohrs, T_v $\pm 0,2$ K

3.4.3.3. Die Geräte sind entsprechend der Abbildung A5/7 aufzubauen und auf Dichtheit zu überprüfen. Jede undichte Stelle zwischen dem Durchsatzmessgerät und dem kritisch durchströmten Venturi-Rohr würde die Genauigkeit der Kalibrierung stark beeinträchtigen und ist daher zu verhindern.

Abbildung A5/7

Kalibrieranordnung für das kritisch durchströmte Venturi-Rohr



3.4.3.3.1. Der veränderliche Durchflussbegrenzer wird in die geöffnete Stellung gebracht, die Ansaugvorrichtung eingeschaltet und das System stabilisiert. Die Messdaten aller Geräte sind aufzuzeichnen.

3.4.3.3.2. Die Einstellung des Durchflussbegrenzers ist zu verändern, und es sind mindestens acht Messungen mit dem Venturi-Rohr im Bereich der kritischen Strömung durchzuführen.

3.4.3.3.3. Die bei der Kalibrierung aufgezeichneten Daten sind bei der nachstehenden Berechnung zu verwenden.

3.4.3.3.3.1. Der Luftdurchsatz Q_s an jedem Prüfpunkt wird nach dem vom Hersteller vorgeschriebenen Verfahren aus den Messwerten des Durchsatzmessers berechnet.

Die Werte des Kalibrierkoeffizienten sind für jeden Prüfpunkt zu berechnen:

$$K_v = \frac{Q_s \sqrt{T_v}}{P_v}$$

Dabei ist:

Q_s der Durchsatz, m^3/min bei 273,15 K (0 °C) und 101,325 kPa

T_V die Temperatur am Einlass des Venturi-Rohrs, Kelvin (K)

P_V der absolute Druck am Einlass des Venturi-Rohrs, kPa

3.4.3.3.3.2. K_V ist als Funktion des Drucks am Einlass des Venturi-Rohrs P_V grafisch darzustellen. Bei Schallgeschwindigkeit ist K_V fast konstant. Wenn der Druck fällt (d. h. der Unterdruck steigt), wird das Venturi-Rohr frei, und der Wert von K_V sinkt. Diese Werte für K_V sind nicht für weitere Berechnungen zu verwenden.

3.4.3.3.3.3. Bei mindestens acht Drosselstellen im kritischen Bereich sind der arithmetische Mittelwert von K_V und die Standardabweichung zu berechnen.

3.4.3.3.3.4. Überschreitet die Standardabweichung 0,3 Prozent des arithmetischen Mittelwerts K_V sind Korrekturmaßnahmen zu ergreifen.

3.4.4. Kalibrierung des subsonischen Venturi-Rohrs (SSV)

3.4.4.1. Die Kalibrierung des SSV basiert auf der Durchsatzgleichung für ein Venturi-Rohr mit subsonischer Strömung. Der Gasdurchsatz ist abhängig vom Druck und von der Temperatur am Einlass sowie vom Druckabfall zwischen SSV-Einlass und -Einschnürung.

3.4.4.2. Datenanalyse

3.4.4.2.1. Der Luftdurchsatz Q_{SSV} ist bei jeder Einstellung des Drosselglieds (mindestens 16 Einstellungen) nach den Angaben des Herstellers aus den Messwerten des Durchsatzmessers in m^3/s zu ermitteln. Der Durchflusskoeffizient C_d ist aus den Kalibrierdaten für jede Drosselstelle mithilfe der folgenden Gleichung zu berechnen:

$$C_d = \frac{Q_{SSV}}{d_V^2 \times p_p \times \sqrt{\left\{ \frac{1}{T} \times \left(r_p^{1,426} - r_p^{1,713} \right) \times \left(\frac{1}{1 - r_D^2 \times r_p^{1,426}} \right) \right\}}}$$

Dabei ist:

Q_{SSV} der Luftdurchsatz bei Standardbedingungen (101,325 kPa, 273,15 K (0 °C)), m^3/s

T die Temperatur am Einlass des Venturi-Rohrs, Kelvin (K)

d_V der Durchmesser der Einschnürung am Venturi-Rohr mit subsonischer Strömung (SSV), m

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

r_D das Verhältnis zwischen den Innendurchmessern an der Einschnürung d_V und am Einlass des SSV D

C_d der Durchflusskoeffizient des SSV

p_p der absolute Druck am Einlass des Venturi-Rohrs, kPa

Zur Bestimmung der Spanne des Unterschallflusses ist C_d als Funktion der Reynolds-Zahl Re an der SSV-Einschnürung abzutragen. Die Reynolds-Zahl an der SSV-Einschnürung ist mithilfe der folgenden Gleichung zu berechnen:

$$Re = A_1 \times \frac{Q_{SSV}}{d_V \times \mu}$$

Dabei ist:

$$\mu = \frac{b \times T^{1,5}}{S + T}$$

A_1 gleich 25,55152 in SI, $\left(\frac{1}{m^3}\right) \left(\frac{min}{s}\right) \left(\frac{mm}{m}\right)$

Q_{SSV} der Luftdurchsatz bei Standardbedingungen (101,325 kPa, 273,15 K (0 °C)), m^3/s

d_V der Durchmesser der Einschnürung am Venturi-Rohr mit subsonischer Strömung (SSV), m

μ die absolute oder dynamische Viskosität des Gases, kg/ms

b gleich $1,458 \times 10^6$ (empirische Konstante), $kg/ms K^{0,5}$

S gleich 110,4 (empirische Konstante), Kelvin (K)

3.4.4.2.2. Da Q_{SSV} selbst in die Re -Gleichung eingeht, müssen die Berechnungen mit einer Schätzung für Q_{SSV} oder C_d des Kalibrierungs-Venturi-Rohrs beginnen und so lange wiederholt werden, bis Q_{SSV} konvergiert. Die Konvergenzmethode muss auf mindestens 0,1 Prozent genau sein.

3.4.4.2.3. Für mindestens 16 Punkte des subsonischen Strömungsbereichs müssen die aus der resultierenden Deckungsformel der Kalibrierungskurve für C_d sich ergebenden Rechenwerte innerhalb von $\pm 0,5$ % des Messwerts C_d für jeden Kalibrierungspunkt liegen.

3.4.5. Kalibrierung eines Ultraschalldurchsatzmessers (UFM)

3.4.5.1. Der UFM ist mithilfe eines geeigneten Bezugsdurchsatzmessers zu kalibrieren.

3.4.5.2. Der UFM ist für die CVS-Anlage zu kalibrieren, die in der Prüfzelle genutzt wird (Leitungen für verdünntes Abgas, Ansaugvorrichtung) und auf Dichtheit zu prüfen. Siehe Abbildung A5.8.

3.4.5.3. Verfügt das UFM-System über keinen Wärmetauscher, ist zur Konditionierung des Kalibrierdurchsatzes ein Heizgerät einzusetzen.

3.4.5.4. Für jede zu verwendende CVS-Durchsatz-Einstellung, ist die Kalibrierung in einem Temperaturbereich zwischen Raumtemperatur und der höchsten während der Prüfung des Fahrzeugs vorkommenden Temperatur durchzuführen.

3.4.5.5. Bei der Kalibrierung der elektrischen Geräte (Temperaturfühler (T) und Druckfühler (P)) des UFM ist das vom Hersteller empfohlene Verfahren anzuwenden.

3.4.5.6. Bei den Messungen für die Kalibrierung des Durchsatzes des Ultraschalldurchsatzmessers müssen die nachstehenden Kenngrößen (sofern ein Laminar-Durchfluss-Element eingesetzt wird) jeweils mit folgender Genauigkeit gemessen werden können:

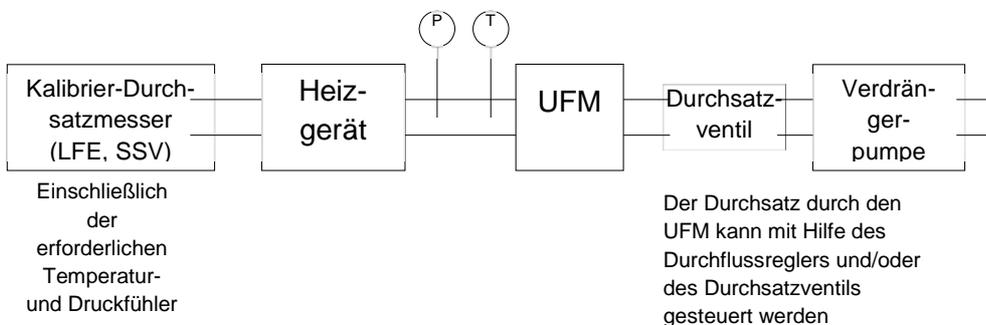
Luftdruck (korrigiert), P_b	$\pm 0,03$ kPa
Lufttemperatur am LFE, Durchsatzmesser, ETI	$\pm 0,15$ K
Unterdruck vor dem LFE, EPI	$\pm 0,01$ kPa
Druckabfall durch LFE-Düse, EDP	$\pm 0,0015$ kPa
Luftdurchsatz Q_s	$\pm 0,5$ Prozent
Unterdruck am Einlass des UFM, P_{act}	$\pm 0,02$ kPa
Temperatur am Einlass des UFM, T_{act}	$\pm 0,2$ K

3.4.5.7. Verfahren

3.4.5.7.1. Die Geräte sind entsprechend der Abbildung A5/8 aufzubauen und auf Dichtheit zu überprüfen. Jede undichte Stelle zwischen dem Durchsatzmessgerät und dem UFM würde die Genauigkeit der Kalibrierung stark beeinträchtigen.

Abbildung A5/8

Kalibrieranordnung für das UFM



3.4.5.7.2. Die Ansaugvorrichtung wird eingeschaltet. Die Drehzahl und/oder die Stellung des Durchsatzventils sind so anzupassen, dass der für die Validierung eingestellte Durchsatz sichergestellt ist und das System ist zu stabilisieren Die Messdaten aller Geräte sind aufzuzeichnen.

3.4.5.7.3. Bei UFM-Systemen ohne Wärmetauscher ist das Heizgerät einzuschalten, um die Kalibrierluft zu erwärmen, und nach dessen Stabilisierung sind die Messdaten aller Instrumente aufzuzeichnen. Die Temperatur ist in angemessenen Schritten zu erhöhen bis die höchste während der Abgasprüfung erwartete Temperatur des verdünnten Abgases erreicht ist.

3.4.5.7.4. Anschließend ist das Heizgerät abzuschalten und die Drehzahl der Ansaugvorrichtung und/oder das Durchsatzventil sind auf die nächste für die Abgasprüfung des Fahrzeugs vorgesehene Durchsatzeinstellung einzurichten; danach ist die Kalibrierfolge zu wiederholen.

3.4.5.8. Die bei der Kalibrierung aufgezeichneten Daten sind bei den nachstehenden Berechnungen zu verwenden. Der Luftdurchsatz Q_s an jedem Prüfpunkt wird nach dem vom Hersteller vorgeschriebenen Verfahren aus den Messwerten des Durchsatzmessers berechnet.

$$K_v = \frac{Q_{\text{reference}}}{Q_s}$$

Dabei ist:

Q_s der Luftdurchsatz bei Standardbedingungen (101,325 kPa, 273,15 K (0 °C)), m³/s

$Q_{\text{reference}}$ der Luftdurchsatz des Kalibrier-Durchsatzmessers bei Standardbedingungen (101,325 kPa, 273,15 K (0 °C)), m³/s

K_v der Kalibrierkoeffizient

Bei UFM-Systemen ohne Wärmetauscher ist K_v als Funktion von T_{act} grafisch darzustellen.

Die maximale Streuung in K_v darf 0,3 Prozent des arithmetischen Mittelwerts K_v aller durchgeführten Messungen bei den unterschiedlichen Temperaturen nicht überschreiten.

3.5. Verfahren zur Überprüfung des Systems

3.5.1. Allgemeine Anforderungen

3.5.1.1. Die Gesamtgenauigkeit des CVS-Probenahme- und Analysesystems ist durch Einführung einer bekannten Masse einer Abgasverbindung in das System bei Betrieb unter normalen Prüfbedingungen und durch anschließende Analyse und Berechnung der Abgasverbindungen mithilfe der Gleichungen in Unteranhang 7 zu bestimmen. Das in Absatz 3.5.1.1.1 dieses Unteranhangs beschriebene CFO-Verfahren und das in Absatz 3.5.1.1.2 dieses Unteranhangs beschriebene gravimetrische Verfahren bieten nachweislich eine ausreichende Genauigkeit.

Die höchstzulässige Abweichung zwischen eingeleiteter und gemessener Gasmenge beträgt 2 Prozent.

3.5.1.1.1. Verfahren mit kritisch durchströmter Messblende (CFO)

Mit dem CFO-Verfahren wird ein konstanter Durchsatz eines reinen Gases (CO, CO₂ oder C₃H₈) mit einer kritisch durchströmten Messblende gemessen.

3.5.1.1.1.1. Eine bekannte Masse reines Kohlenmonoxid, Kohlendioxid oder Propangas wird durch die kalibrierte kritisch durchströmte Messblende in die CVS-Anlage geleitet. Ist der Eintrittsdruck groß genug, so ist der mit der Messblende gedrosselte Durchsatz q unabhängig vom Austrittsdruck der Messblende (kritische Strömung). Die CVS-Anlage ist wie bei einer normalen Abgasprüfung zu betreiben und es ist ausreichend Zeit für eine anschließende Analyse einzuplanen. Das im Sammelbeutel aufgefangene Gas wird

mit der gewöhnlichen Ausrüstung (Absatz 4.1 dieses Unteranhangs) geprüft und die Ergebnisse werden mit der Konzentration der bekannten Gasproben verglichen. Treten Abweichungen von mehr als 2 Prozent auf, dann ist die Ursache der Fehlfunktion zu ermitteln und die Störung zu beheben.

3.5.1.1.2. Gravimetrisches Verfahren

Beim gravimetrischen Verfahren wird eine Menge reinen Gases (CO, CO₂ oder C₃H₈) gewogen.

3.5.1.1.2.1. Das Gewicht eines kleinen Zylinders, der entweder mit reinem Kohlenmonoxid, Kohlendioxid oder Propan gefüllt ist, ist mit einer Präzision von ± 0,01 g zu bestimmen. Die CVS-Anlage wird unter den Bedingungen einer normalen Abgasprüfung betrieben, während das reine Gas ausreichend lange in das System eingeleitet wird, um eine anschließende Analyse durchzuführen. Die Menge des eingeleiteten reinen Gases wird durch Differenzwägung bestimmt. Das im Beutel aufgefangene Gas ist mit der nach Absatz 4.1 dieses Unteranhangs normalerweise für die Abgasanalyse verwendeten Ausrüstung zu analysieren. Anschließend werden die Ergebnisse mit den vorher berechneten Konzentrationswerten verglichen. Treten Abweichungen von mehr als 2 % auf, dann ist die Ursache der Fehlfunktion zu ermitteln und die Störung zu beheben.

4. Emissionsmessungsgeräte

4.1. Einrichtung zur Messung gasförmiger Emissionen

4.1.1. Beschreibung des Systems

4.1.1.1. Es muss eine kontinuierlich proportionale Probe aus verdünntem Abgas und Verdünnungsluft für die Analyse entnommen werden.

4.1.1.2. Die Masse der gasförmigen Emissionen ist aus den Konzentrationen in der proportionalen Probe und dem während der Prüfung gemessenen Gesamtvolumen zu bestimmen. Die Probenkonzentrationen sind unter Berücksichtigung der jeweiligen Konzentrationen der Verbindungen in der Verdünnungsluft zu korrigieren.

4.1.2. Anforderungen an das Probenahmesystem

4.1.2.1. Die Probe der verdünnten Abgase ist vor der Ansaugvorrichtung zu entnehmen.

4.1.2.1.1. Mit Ausnahme der Zwecke von Absatz 4.1.3.1 (Kohlenwasserstoff-Probenahmesystem), Absatz 4.2 (PM-Messeinrichtung) und Absatz 4.3 (PN-Messeinrichtung) dieses Unteranhangs kann die Probenahme des verdünnten Abgases unterhalb der Konditioniereinrichtungen (sofern vorhanden) erfolgen.

4.1.2.2. Der Durchsatz im Probenahmesystem mit Sammelbeuteln ist so einzustellen, dass für eine Messung der Konzentrationen ausreichende Volumen Verdünnungsluft und verdünntes Abgas in die CVS-Beutel gelangen, er darf jedoch nicht über 0,3 Prozent des Durchsatzes der verdünnten Abgase liegen, es sei denn, das Füllvolumen des Beutels mit verdünntem Abgas wird zu dem integrierten CVS-Volumen hinzuaddiert.

4.1.2.3. In der Nähe des Einlasses (gegebenenfalls hinter dem Filter) für die Verdünnungsluft ist eine Probe der Verdünnungsluft zu nehmen.

4.1.2.4. Die Verdünnungsluftprobe darf nicht durch Abgase aus der Mischzone verunreinigt sein.

4.1.2.5. Der Durchsatz der Verdünnungsluft muss ungefähr dem der verdünnten Abgase entsprechen.

4.1.2.6. Die für die Probenahme verwendeten Werkstoffe dürfen die Konzentration der Emissionen der Verbindungen nicht verändern.

4.1.2.7. Es können Filter zum Abscheiden von Feststoffteilchen aus der Probe verwendet werden.

4.1.2.8. Als Ventile zur Weiterleitung der Abgase sind Schnellschalt- und -regelventile zu verwenden.

4.1.2.9. Zwischen den Dreiwegeventilen und den Sammelbeuteln können gasdichte Schnellkupplungen verwendet werden, die auf der Beutelseite automatisch schließen. Es können auch andere Mittel zur Weiterleitung der Proben zum Analysator verwendet werden (z. B. Dreiwege-Absperrventile).

4.1.2.10. Lagerung der Proben

4.1.2.10.1. Die Gasproben sind in ausreichend großen Sammelbeuteln aufzufangen, damit der Probengasstrom nicht behindert wird.

4.1.2.10.2. Die Sammelbeutel müssen aus einem Werkstoff bestehen, durch den weder die Messungen selbst noch die chemische Zusammensetzung der Gasproben 30 Minuten nach dem Auffangen um mehr als ± 2 % verändert werden (z. B. Polyäthylen-/Polyamid-Verbundfolien oder polyfluorierte Kohlenwasserstoffe).

4.1.3. Probenahmesystem

4.1.3.1. Kohlenwasserstoff-Probenahmesystem (beheizter Flammenionisations-Detektor, HFID)

4.1.3.1.1. Das Kohlenwasserstoff-Probenahmesystem besteht aus Probenahmesonde, -leitung, -filter und -pumpe, die beheizt sind. Die Probe ist gegebenenfalls vor dem Wärmetauscher zu entnehmen. Die Probenahmesonde muss im gleichen Abstand vom Abgaseinlass wie die Partikel-Probenahmesonde so eingebaut sein, dass eine gegenseitige Beeinflussung der Probenahmen vermieden wird. Sie muss einen Mindestinnendurchmesser von 4 mm haben.

4.1.3.1.2. Alle beheizten Teile müssen durch das Heizsystem auf einer Temperatur von $190 \text{ }^\circ\text{C} \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$ gehalten werden.

4.1.3.1.3. Das arithmetische Mittel der Konzentration der Kohlenwasserstoff-Messwerte ist durch Integration der im Sekundenabstand ermittelten Daten geteilt durch die Dauer der Phase oder der Prüfung zu bestimmen.

4.1.3.1.4. Die beheizte Probenahmeleitung muss mit einem beheizten Filter F_H mit einem 99-prozentigen Wirkungsgrad für die Teilchen $\geq 0,3 \text{ } \mu\text{m}$ versehen sein, mit dem Feststoffteilchen aus dem für die Analyse verwendeten kontinuierlichen Gasstrom abgeschieden werden.

4.1.3.1.5. Die Ansprechverzögerung des Probenahmesystems (von der Sonde bis zur Einlassöffnung des Analysators) muss weniger als 4 Sekunden betragen.

4.1.3.1.6. Der beheizte Flammenionisations-Detektor (HFID) muss mit einem System mit konstanter Durchsatzmasse (Wärmetauscher) verwendet werden, um eine repräsentative Probe zu erhalten, wenn Schwankungen des Durchsatzvolumens durch das CVS nicht ausgeglichen werden.

4.1.3.2. NO- oder NO₂-Probenahmesystem (falls zutreffend)

4.1.3.2.1. Ein kontinuierlicher Probenstrom des verdünnten Abgases wird in den Analysator geleitet.

4.1.3.2.2. Das arithmetische Mittel der Konzentration des NO oder NO₂ ist durch Integration der im Sekundenabstand ermittelten Daten geteilt durch die Dauer der Phase oder der Prüfung zu bestimmen.

4.1.3.2.3. Die kontinuierliche NO- oder NO₂-Messung muss mit einem System mit konstantem Durchsatz (Wärmetauscher) verwendet werden, um eine repräsentative Probe zu erhalten, wenn Schwankungen des Durchsatzvolumens durch das CVS nicht ausgeglichen werden.

4.1.4. Analysegeräte

4.1.4.1. Allgemeine Anforderungen für die Gasanalyse

4.1.4.1.1. Die Analysatoren müssen einen Messbereich mit einer Genauigkeit haben, die für die Messung der Konzentrationen der Abgasverbindungen in den Proben erforderlich ist.

4.1.4.1.2. Sofern nichts anderes bestimmt ist, dürfen Messfehler nicht mehr als ± 2 Prozent (Eigenfehler des Analysators) betragen, wobei der Bezugswert der Kalibriergase unberücksichtigt bleibt.

4.1.4.1.3. Die Analyse der Umgebungsluftprobe wird mit demselben Analysator mit dem gleichen Messbereich durchgeführt.

4.1.4.1.4. Vor den Analysatoren darf keine Gastrocknungsanlage verwendet werden, wenn nicht nachgewiesen ist, dass sie sich in keiner Weise auf den Gehalt der Verbindungen des Gasstroms auswirkt.

4.1.4.2. Analyse von Kohlenmonoxid (CO) und Kohlendioxid (CO₂)

4.1.4.2.1. Die Analysatoren gehören zum Typ nicht dispersiver Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR).

4.1.4.3. Analyse von Kohlenwasserstoffen (HC) für alle Kraftstoffarten außer Dieselkraftstoff

4.1.4.3.1. Es ist ein Analysator mit Flammenionisations-Detektor (FID), kalibriert mit Propan, ausgedrückt als Kohlenstoff-Äquivalent (C₁), zu verwenden.

4.1.4.4. Analyse von Kohlenwasserstoffen (HC) für Dieselkraftstoffe und wahlweise für andere Kraftstoffe

4.1.4.4.1. Es ist ein Analysator mit beheiztem Flammenionisations-Detektor (HFID), Ventilen, Rohrleitungen usw., beheizt auf 190 °C ± 10 °C, kalibriert mit Propan, ausgedrückt als Kohlenstoff-Äquivalent (C₁), zu verwenden

4.1.4.5. Analyse von Methan (CH₄)

4.1.4.5.1. Der Analysator gehört entweder zum Typ Gaschromatograf kombiniert mit einem Flammenionisationsdetektor (FID) oder zum Typ Flammenionisationsdetektor (FID) kombiniert mit einem Nicht-Methan-Cutter (NMC-FID), kalibriert mit Methan oder Propan, ausgedrückt als Kohlenstoff-Äquivalent (C_i).

4.1.4.6. Analyse der Stickoxide (NO_x)

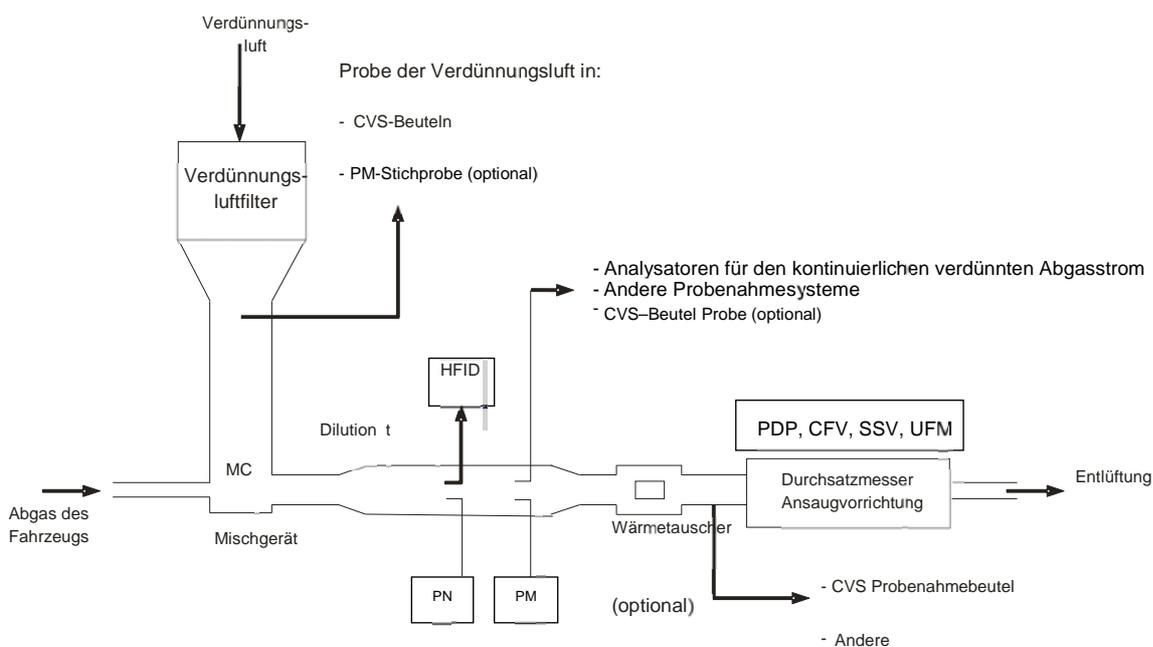
4.1.4.6.1. Es ist entweder ein Chemilumineszenz-Analysator (CLA) oder ein nichtdispersiver Ultraviolett-Resonanzabsorptionsanalysator (NDUV) zu verwenden.

4.1.5. Empfohlene Systemmerkmale

4.1.5.1. In der Abbildung A5/9 ist das Probenahmesystem für gasförmige Emissionen schematisch dargestellt.

Abbildung A5/9

Schematische Darstellung des Vollstrom-Abgasverdünnsystems



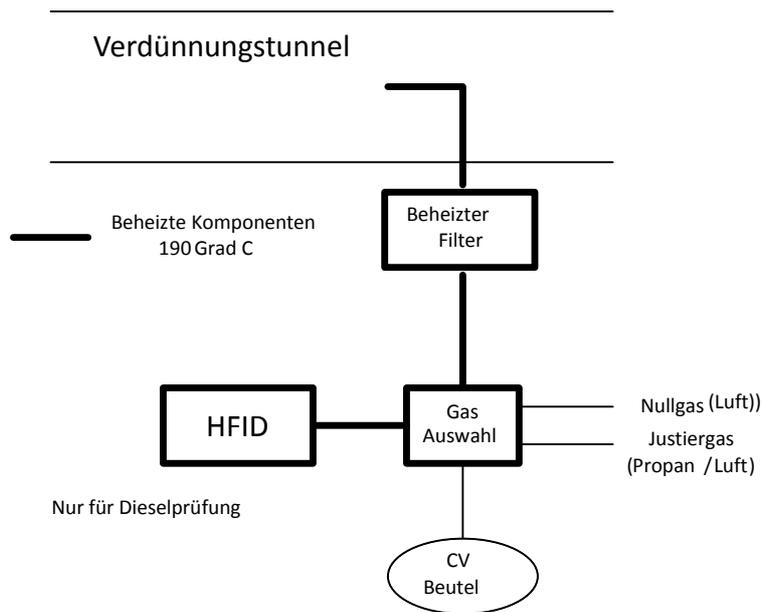
4.1.5.2. Beispiele für Systembestandteile sind untenstehend aufgeführt.

4.1.5.2.1. Zwei Entnahmesonden mit denen kontinuierliche Proben der Verdünnungsluft und der verdünnten Abgase entnommen werden können.

- 4.1.5.2.2. Ein Filter zum Abscheiden von Feststoffteilchen aus den für die Analyse aufgefangenen Gasen.
- 4.1.5.2.3. Pumpen und Durchflussregler zur Sicherstellung eines konstanten, gleichmäßigen Durchsatzes der während der Prüfung entnommenen Proben des verdünnten Abgases und der Verdünnungsluft, die am Ende jeder Prüfung eine ausreichende Probenmenge für eine Analyse ermöglichen.
- 4.1.5.2.4. Schnellschaltventile zur Ableitung eines konstanten Probengasstroms in die Sammelbeutel oder in die Atmosphäre.
- 4.1.5.2.5. Gasdichte Schnellkupplungen zwischen den Schnellschaltventilen und den Sammelbeuteln. Die Kupplungen müssen auf der Beutelseite automatisch abschließen. Es können auch andere Verfahren zur Weiterleitung der Proben zum Analysator verwendet werden (z. B. Dreiwege-Absperrventile).
- 4.1.5.2.6. Beutel zum Auffangen der Proben des verdünnten Abgases und der Verdünnungsluft während der Prüfung.
- 4.1.5.2.7. Ein kritisch durchströmtes Probenahme-Venturi-Rohr für die Entnahme proportionaler Proben aus dem verdünnten Abgas (Nur bei CVS-Anlagen mit CFV).
- 4.1.5.3. Zusätzliche für die Kohlenwasserstoff-Probenahme erforderliche Komponenten bei Verwendung eines beheizten Flammenionisations-Detektor (HFID) wie in Abbildung A5/10 dargestellt.
- 4.1.5.3.1. Beheizte Probenahmesonde im Verdünnungstunnel, auf derselben vertikalen Ebene wie die Partikel- und Teilchen-Probenahmesonden.
- 4.1.5.3.2. Beheizter Filter, nach der Probenahmestelle und vor dem HFID.
- 4.1.5.3.3. Beheizte Auswahlventile zwischen Null-/Kalibriergaszufuhr und dem HFID
- 4.1.5.3.4. Registriergerät und integrierendes Gerät für die momentanen Kohlenwasserstoffkonzentrationen.
- 4.1.5.3.5. Beheizte Probenahmeleitungen und beheizte Bestandteile zwischen beheizter Probenahmesonde und HFID.

Abbildung A5/10

Bei Verwendung eines HFID für die Kohlenwasserstoff-Probenahme erforderliche Bestandteile



4.2. PM-Messeinrichtung

4.2.1. Beschreibung

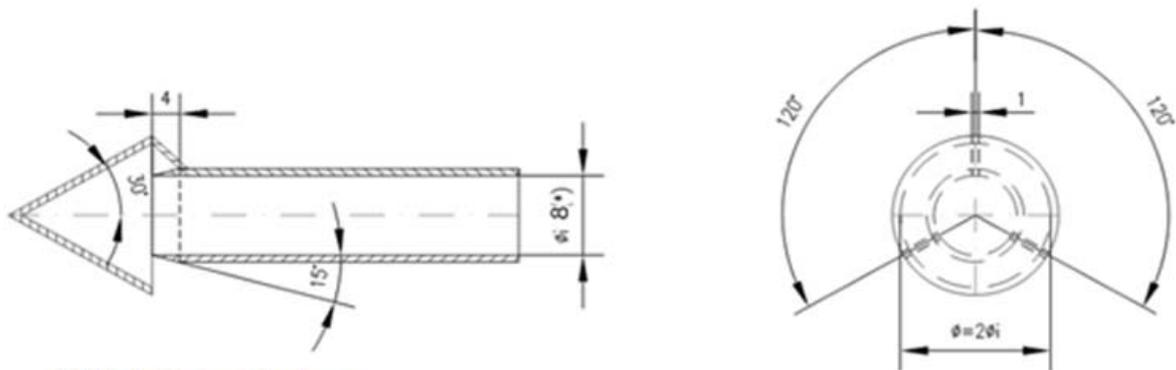
4.2.1.1. Beschreibung des Systems

4.2.1.1.1. Die Partikel-Probenahmeinheit besteht aus einer Probenahmesonde (PSP) im Verdünnungstunnel, einem Verbindungsrohr für die Weiterleitung der Partikel (PTT), einem Filterhalter (FH), einer oder mehreren Pumpen, sowie Durchsatzregelungs- und -messeinrichtungen. Siehe Abbildungen A5/11, A5/12 und A5/13.

4.2.1.1.2. Ein Partikelgrößenvorklassierer (PCF) (z. P. Zyklon- oder Trägheitsabschneider) kann verwendet werden. Es wird empfohlen, diesen gegebenenfalls vor dem Filterhalter anzubringen.

Abbildung A5/11

Alternativkonfiguration für die Probenahmesonde



(*) Minimaler Innendurchmesser
Wanddicke – 1 mm – Material: rostfreier Stahl

4.2.1.2. Allgemeine Anforderungen

4.2.1.2.1. Die Probenahmesonde für den Partikel-Probengasstrom muss im Verdünnungstunnel so angeordnet sein, dass dem homogenen Luft-Abgas-Gemisch ein repräsentativer Probengasstrom entnommen werden kann; sie ist gegebenenfalls vor einem Wärmetauscher anzubringen.

4.2.1.2.2. Der Durchsatz der Partikelprobe muss proportional zur Gesamtdurchsatzmenge des verdünnten Abgases im Verdünnungstunnel sein (Durchsatztoleranz für die Partikelprobe: $\pm 5\%$). Bei Inbetriebnahme des Systems ist die Proportionalität der Probenahme wie von der Genehmigungsbehörde verlangt zu überprüfen.

4.2.1.2.3. Die die Probe des verdünnten Abgases ist jeweils 20 cm vor und nach dem Partikel-Probenahmefilter auf einer Temperatur zwischen 20 °C und 52 °C zu halten. Das Erwärmen oder Isolieren von Teilen des Partikel-Probenahmesystems zu diesem Zweck ist zulässig.

Wird die 52 °C-Grenze während einer Prüfung ohne periodische Regenerierung überschritten, ist der CVS-Durchsatz zu erhöhen oder die Verdünnung zu verdoppeln (sofern der CVS-Durchsatz bereits ausreichend ist und um eine Kondensation in den CVS-Probenahmebeuteln oder dem Analysesystem zu verhindern).

4.2.1.2.4. Die Partikelprobe wird auf einem Einfachfilter aufgefangen, der in einem Halter in dem Strom des entnommenen verdünnten Abgases befestigt ist.

4.2.1.2.5. Alle mit dem Rohabgas oder dem verdünnten Abgas in Berührung kommenden Teile des Verdünnungssystems und des Probenahmesystems vom Auspuffrohr bis zum Filterhalter sind so auszulegen, dass sich möglichst wenig Partikel auf ihnen ablagern und die Partikel sich möglichst wenig verändern. Alle Teile müssen aus elektrisch leitenden und mit den Bestandteilen der Abgase nicht reagierenden Werkstoffen gefertigt und zur Vermeidung elektrostatischer Effekte geerdet sein.

4.2.1.2.6. Ist ein Ausgleich der Durchsatzschwankungen nicht möglich, dann sind ein Wärmetauscher und ein Temperaturregler nach Absatz 3.3.5.1 oder 3.3.6.4.2 dieses Unteranhangs zu verwenden, damit ein konstanter Durchsatz durch das System und damit die Proportionalität des Durchsatzes der Probe sichergestellt sind.

4.2.1.2.7. Die für die PM-Messung erforderlichen Temperaturen sind mit einer Genauigkeit von ± 1 °C und einer Reaktionszeit ($t_{10} - t_{90}$) von höchstens 15 Sekunden zu messen.

4.2.1.2.8. Der Probenstrom aus dem Verdünnungstunnel ist mit einer Genauigkeit von $\pm 2,5$ Prozent des Ablesewerts oder $\pm 1,5$ des Skalenendwerts zu messen, je nachdem, welcher Wert geringer ist.

Die obenstehend beschriebene Genauigkeit des Probenstroms aus dem CVS-Tunnel gilt auch bei doppelter Verdünnung. Daher müssen die Messung und Steuerung der Durchsatzmenge der sekundären Verdünnungsluft und des verdünnten Abgases durch den Filter eine größere Genauigkeit aufweisen.

4.2.1.2.9. Alle für die PM-Messung erforderlichen Datenkanäle sind mit einer Frequenz von mindestens 1 Hz zu dokumentieren. Typischerweise würden diese Folgendes umfassen:

- a) Temperatur des verdünnten Abgases am Partikel-Probenahmefilter
- b) Probendurchsatz
- c) Durchsatz der sekundären Verdünnungsluft (nur bei sekundärer Verdünnung)
- d) Temperatur der sekundären Verdünnungsluft (nur bei sekundärer Verdünnung)

4.2.1.2.10. Bei Doppelverdünnungssystemen wird die in Unteranhang 7 Absatz 3.3.2 definierte aus dem Verdünnungstunnel übermittelte Genauigkeit des verdünnten Abgases V_{ep} in der Gleichung nicht direkt gemessen, sondern mittels Differenzdurchsatzmessung ermittelt.

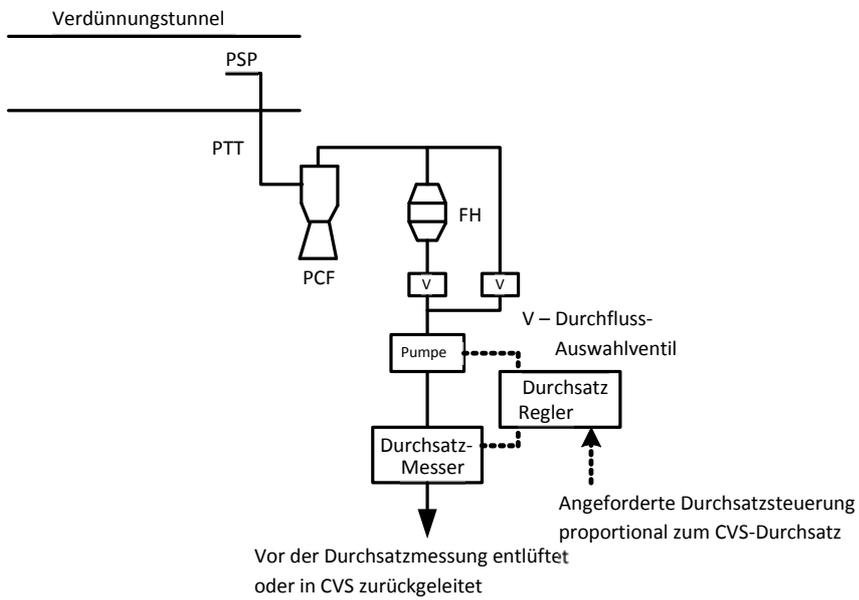
Die Genauigkeit der für die Messung und die Steuerung des durch die Partikel-Probenahmefilter geleiteten doppelt verdünnten Abgases sowie für die Messung/Steuerung der sekundären Verdünnungsluft verwendeten Durchsatzmesser muss ausreichen, damit das Differenzvolumen V_{ep} den Anforderungen an die Genauigkeit und die proportionale Probenahme bei einfacher Verdünnung entspricht.

Die Bedingung, dass im CVS-Verdünnungstunnel, im Messsystem für den Durchsatz des verdünnten Abgases sowie in den Sammel- und Analysesystemen der CVS-Beutel keine Kondensation erfolgen darf, gilt auch beim Einsatz von Systemen mit doppelter Verdünnung.

4.2.1.2.11. Jeder in einem Partikel-Probenahmesystem oder einem System mit doppelter Verdünnung verwendete Durchsatzmesser ist einer Linearitätsüberprüfung nach den Anforderungen des Instrumentenherstellers zu unterziehen.

Abbildung A5/12

Partikel-Probenahmesystem



4.2.1.3.1.3. Der Abstand von der Sondenspitze zum Filterhalter muss mindestens fünf Sondendurchmesser betragen, darf aber nicht größer als 2 000 mm sein.

4.2.1.3.1.4. Der Vorklassierer (Abscheider, Impinger usw.) muss sich vor dem Filterhalter befinden. Der Partikeldurchmesser in Bezug auf den 50 %-Trennschnitt des Partikelvorklassierers muss bei dem Durchfluss, der für die Partikelmasse-Probenahme gewählt wurde, zwischen 2,5 µm und 10 µm betragen. Der Vorklassierer muss mindestens 99 % der Massenkonzentration an 1 µm großen Partikeln, die in den Vorklassierer hineinströmen, bei dem Durchfluss, der für die Partikelmasse-Probenahme gewählt wurde, durch den Auslass des Vorklassierers strömen lassen.

4.2.1.3.2. Partikelübertragungsrohr

4.2.1.3.2.1. Die Kurven des Partikelübertragungsrohrs müssen glatt sein und über den größtmöglichen Radius verfügen.

4.2.1.3.3. Zweite Verdünnung

4.2.1.3.3.1. Es besteht die Möglichkeit, die von der Probenahmeeinrichtung mit konstantem Volumen (constant volume sampler, CVS) zu Zwecken der Messung der Partikelmasse entnommene Probe in einem zweiten Schritt zu verdünnen, sofern die folgenden Anforderungen erfüllt werden:

4.2.1.3.3.1.1. Die Sekundärverdünnungsluft muss durch ein Medium, mit dem mindestens 99,95 % der Partikel der Größe mit dem höchsten Durchlassgrad abgeschieden werden können, oder durch einen Hochleistungs-Partikelfilter (high efficiency particulate air filter, HEPA-Filter), der mindestens der Klasse H13 nach der Norm EN 1822:2009 entspricht, gefiltert werden. Die Verdünnungsluft kann auch durch Aktivkohlefilter gereinigt werden, bevor sie in den HEPA-Filter geleitet wird. Es wird empfohlen, vor dem HEPA-Filter und hinter dem Aktivkohlefilter (falls vorhanden) einen zusätzlichen Grobpartikelfilter zu verwenden.

4.2.1.3.3.1.2. Die Sekundärverdünnungsluft ist möglichst nahe zu dem Punkt, an dem das verdünnte Abgas aus dem Verdünnungstunnel austritt, in das Partikelübertragungsrohr einzuleiten.

4.2.1.3.3.1.3. Die Verweildauer ab der Einbringung der Sekundärverdünnungsluft in den Filter sollte mindestens 0,25 Sekunden betragen, darf 5 Sekunden jedoch nicht übersteigen.

4.2.1.3.3.1.4. Bei einer Rückführung der doppelt verdünnten Probe zur CVS ist der Punkt der Probenrückführung so zu wählen, dass die Entnahme weiterer Proben aus der CVS nicht beeinflusst wird.

4.2.1.3.4. Probenahmepumpe und Durchsatzmesser

4.2.1.3.4.1. Die Messeinrichtung für den Probegasdurchsatz besteht aus Pumpen, Gasströmungsreglern und Durchsatzmeseinrichtungen.

4.2.1.3.4.2. Die Temperatur des Probegasstroms darf im Durchsatzmesser nicht um mehr als ± 3 °C schwanken; dies gilt nicht:

- a) wenn der Probendurchsatzmesser über Echtzeit-Überwachung und Durchsatzregelung bei einer Frequenz von 1 Hz oder schneller verfügt;

- b) für Regenerierungsprüfungen an Fahrzeugen mit einem periodisch regenerierenden Abgasnachbehandlungssystem.

Wenn das Durchflussvolumen sich wegen einer zu hohen Filterbeladung unzulässig verändert, muss die Prüfung abgebrochen werden. Bei der Wiederholung muss ein geringerer Durchsatz eingestellt werden.

4.2.1.3.5. Filter und Filterhalter

4.2.1.3.5.1. Ein Ventil muss in Strömungsrichtung hinter dem Filter angeordnet sein. Das Ventil muss sich innerhalb einer Sekunde nach Beginn und Ende der Prüfung öffnen und schließen können.

4.2.1.3.5.2. Bei einer bestimmten Prüfung muss die Filteranströmgeschwindigkeit auf einen Anfangswert innerhalb des Bereichs von 20 cm/s bis 105 cm/s eingestellt werden. Zu Beginn der Prüfung muss die Filteranströmgeschwindigkeit zudem so eingestellt werden, dass 105 cm/s nicht überschritten werden, wenn das Verdünnungssystem so betrieben wird, dass der Probendurchsatz proportional zum Durchsatz durch die CVS ist.

4.2.1.3.5.3. Es müssen fluorkohlenstoffbeschichtete Glasfaserfilter oder Fluorkohlenstoff-Membranfilter verwendet werden.

Alle Filtertypen müssen für 0,3 µm DOP (Dioctylphthalat) oder PAO (Polyalphaolefin) (CS 68649-12-7 oder CS 68037-01-4) einen Abscheidegrad von mindestens 99 % bei einer Filteranströmgeschwindigkeit von 5,33 cm/s haben, gemessen nach einem der folgenden Standards:

- a) USA Test Method Standard des Department of Defense, MIL-STD-282 Methode 102.8: DOP-Rauchdurchlässigkeit des Aerosol-Filtereinsatzes;
- b) USA Test Method Standard des Department of Defense, MIL-STD-282 Methode 502.1.1: DOP-Rauchdurchlässigkeit von Gasmaskenfiltern;
- c) Institute of Environmental Sciences and Technology, IEST-RP-CC021: Überprüfung von HEPA- und ULPA-Filtermedien.

4.2.1.3.5.4. Der Filterhalter muss so konstruiert sein, dass der Gasstrom gleichmäßig über die gesamte Filterfläche verteilt wird. Der Filter muss rund und die Filterfläche mindestens 1 075 mm² groß sein.

4.2.2. Spezifikationen für Wägekammern (oder Wägeräume) und Analysenwaagen

4.2.2.1. Bedingungen in der Wägekammer (oder im Wägeraum)

- a) In der Wägekammer (oder im Wägeraum), in dem/der die Partikel-Probenahmefilter konditioniert und gewogen werden, herrscht bei allen Filterkonditionierungen und Wägungen eine Temperatur von 22 °C ± 2 °C (22 °C ± 1 °C, wenn möglich).
- b) Der Taupunkt liegt bei weniger als 10,5 °C und die relative Luftfeuchtigkeit beträgt 45 % ± 8 %.

- c) Begrenzte Abweichungen von der für die Wägekammer (oder den Wägeraum) vorgeschriebenen Temperatur und Feuchtigkeit sind zulässig, sofern sie nicht länger als 30 Minuten während einer Filterkonditionierung auftreten.
- d) Die Umgebungsluft der Wägekammer (oder des Wägeraums) muss möglichst frei von jeglichen Schmutzstoffen sein, die sich während der Stabilisierung der Partikel-Probenahmefilter auf diesen absetzen könnten.
- e) Während der Wägung sind keine Abweichungen von den vorgeschriebenen Bedingungen zulässig.

4.2.2.2. Lineare Reaktion einer Analysenwaage

Die Analysenwaage, die verwendet wird, um das Gewicht eines Filters zu bestimmen, muss den Kriterien für die Überprüfung der Linearität gemäß Tabelle A5/1 unter Anwendung einer linearen Regression entsprechen. Die Waage muss demnach eine Genauigkeit von 2 µg und eine Auflösung von 1 µg (1 Stelle = 1 µg) oder besser haben. Es sind mindestens vier Referenzgewichte mit gleichem Abstand voneinander zu überprüfen. Der Wert Null liegt bei ± 1 µg.

Tabelle A5/1

Kriterien für die Überprüfung von Analysenwaagen

Messsystem	Achsenabschnitt a ₀	Steigung a ₁	Standardabweichung vom Schätzwert (SEE)	Bestimmungskoeffizient r ²
Partikelwaage	≤ 1 µg	0,99-1,01	≤ 1 % max.	≥ 0,998

4.2.2.3. Ausschaltung der Auswirkungen statischer Elektrizität

Die Einflüsse statischer Elektrizität müssen ausgeschaltet werden. Dies kann erreicht werden, indem die Waage zum Erden auf eine antistatische Matte gestellt wird und die Partikel-Probenahmefilter vor der Wägung mit einem Polonium-Neutralisator oder einem Gerät mit ähnlicher Wirkung neutralisiert werden. Alternativ dazu können die statischen Einflüsse auch durch Kompensierung der statischen Aufladung ausgeschaltet werden.

4.2.2.4. Korrektur um die Auftriebskraft

Die Gewichte der Probenahmefilter und der Vergleichsfilter sind um ihren Luftauftrieb zu korrigieren. Die Auftriebskorrektur hängt von der Dichte des Probenahmefilters, der Luftdichte und der Dichte des zum Kalibrieren der Waage verwendeten Gewichts ab. Die Auftriebskraft der Partikelmasse selbst bleibt jedoch unberücksichtigt.

Ist die Dichte des Filtermaterials unbekannt, sind die folgenden Dichten zu verwenden:

- a) fluorkohlenstoffbeschichtete PTFE-Glasfaserfilter: 2 300 kg/m³;
- b) PTFE-Membranfilter: 2 144 kg/m³;
- c) PTFE-Membranfilter mit Polymethylpenten-Stützring: 920 kg/m³.

Bei zum Kalibrieren der Waage verwendeten Gewichten aus nichtrostendem Stahl ist eine Dichte von 8 000 kg/m³ zu verwenden. Besteht das zum Kalibrieren der Waage verwendete Gewicht aus einem anderen Material, muss dessen Dichte bekannt sein und verwendet werden. Es ist die Internationale Empfehlung OIML R 111-1 Edition 2004(E) (oder gleichwertig) der International Organization of Legal Metrology zu Kalibrierengewichten zu beachten.

Zur Auftriebskorrektur ist die folgende Gleichung anzuwenden:

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

Dabei gilt:

P_{e_f} = korrigierte Partikelprobenmasse (mg)

$P_{e_{\text{uncorr}}}$ = nicht korrigierte Partikelprobenmasse (mg)

ρ_a = Luftdichte (kg/m³)

ρ_w = Dichte des zum Justieren der Waage verwendeten Kalibrierengewichts (kg/m³)

ρ_f = Dichte des Partikel-Probenahmefilters (kg/m³)

Die Luftdichte ρ_a wird mit folgender Gleichung berechnet:

$$\rho_a = \frac{p_b \times M_{\text{mix}}}{R \times T_a}$$

p_b = atmosphärischer Gesamtdruck (kPa)

T_a = Lufttemperatur in der Waagenumgebung (Kelvin, K)

M_{mix} = Molmasse der Luft in der Waagenumgebung (28,836 g mol⁻¹)

R = molare Gaskonstante (8,3144 J mol⁻¹ K⁻¹)

4.3. Ausrüstung für die Partikelzahlmessung

4.3.1. Spezifikation

4.3.1.1. Beschreibung des Systems

4.3.1.1.1. Das Partikel-Probenahmesystem besteht aus einer Sonde oder Probenahmestelle, über die eine Probe aus einem homogenen Gemisch des Stroms in einem Verdünnungssystem entnommen wird, aus einem Entferner flüchtiger Partikel, der sich vor einem Partikelzähler befindet, sowie aus geeigneten Übertragungsrohren. Siehe Abbildung A5/14.

4.3.1.1.2. Es wird empfohlen, einen Partikelgrößenvorklassierer (Abscheider, Impinger usw.) vor der Einflussöffnung zum Entferner flüchtiger Partikel einzusetzen. Der Partikeldurchmesser in Bezug auf den 50 %-Trennschnitt des Partikelvorklassierers muss bei dem Durchfluss, der für die Partikel-Probenahme gewählt wurde, zwischen 2,5 µm und 10 µm betragen. Der Partikelvorklassierer muss mindestens 99 % der Massenkonzentration an 1 µm großen Partikeln, die in den Partikelvorklassierer hineinströmen, bei dem Durchfluss, der für die Partikel-Probenahme gewählt wurde, durch den Auslass des Partikelvorklassierers strömen lassen.

Eine Probenahmesonde, die die Funktion einer Einrichtung zur Größenklassifizierung erfüllt, wie z. B. in Anhang A5/11 dargestellt, kann alternativ zu einem Partikelgrößenvorklassierer verwendet werden.

4.3.1.2. Allgemeine Vorschriften

4.3.1.2.1. Die Partikel-Probenahmestelle muss sich in einem Verdünnungssystem befinden. Bei Doppelverdünnungssystemen muss sich die Partikel-Probenahmestelle innerhalb des Vorverdünnungssystems befinden.

4.3.1.2.1.1. Die Sondenspitze oder die Partikel-Probenahmestelle sowie das Übertragungsrohr bilden zusammen das Partikelübertragungssystem. Die Probe wird durch das Partikelübertragungssystem aus dem Verdünnungstunnel zur Einflussöffnung des Entfernens flüchtiger Partikel geleitet. Das Partikelübertragungssystem muss folgende Voraussetzungen erfüllen:

- a) Die Probenahmesonde wird mindestens 10 Tunneldurchmesser stromabwärts von dem Punkt angebracht, an dem die Abgase in den Verdünnungstunnel eintreten, und gegen den Abgasstrom in den Tunnel gerichtet, wobei sich ihre Achse an der Spitze parallel zu der des Verdünnungstunnels befindet;
- b) Die Probenahmesonde muss sich vor der Konditioniereinrichtung (z. B. Wärmetauscher) befinden.
- c) Die Probenahmesonde ist innerhalb des Verdünnungstunnels so anzubringen, dass die Probe aus einem homogenen Gemisch aus Verdünnung und Abgasen entnommen werden kann.

4.3.1.2.1.2. Das durch das Partikelübertragungssystem geleitete Gas muss folgende Voraussetzungen erfüllen:

- a) Bei Vollstrom-Verdünnungssystemen muss die Reynolds-Zahl (Re) kleiner als **1 700** sein;
- b) Bei Doppelverdünnungssystemen muss die Reynolds-Zahl (Re) im Partikelübertragungsrohr, d. h. hinter der Probenahmesonde oder der Probenahmestelle, kleiner als **1 700** sein;
- c) Seine Verweildauer im Partikelübertragungssystem darf höchstens **3** Sekunden betragen.

4.3.1.2.1.3. Andere Probenahmeeinstellungen für das Partikelübertragungssystem sind zulässig, wenn ein gleichwertiger Partikeldurchsatz bei **30** nm nachgewiesen wird.

4.3.1.2.1.4. Das Auslassrohr, durch das die verdünnte Probe vom Entferner flüchtiger Partikel zum Einlass des Partikelzählers geleitet wird, muss folgende Eigenschaften besitzen:

- a) Es muss einen Mindestinnendurchmesser von **4** mm haben;
- b) Die Verweildauer des Probengasstroms darf höchstens **0,8** Sekunden betragen.

4.3.1.2.1.5. Andere Probenahmeeinstellungen für das Partikelauslassrohr sind zulässig, wenn ein gleichwertiger Partikeldurchsatz bei **30** nm nachgewiesen wird.

4.3.1.2.2. Der Entferner flüchtiger Partikel muss über Funktionen verfügen, die die Verdünnung der Probe und das Entfernen flüchtiger Partikel ermöglichen.

4.3.1.2.3. Alle mit dem Rohabgas oder dem verdünnten Abgas in Berührung kommenden Teile des Verdünnungssystems und des Probenahmesystems vom Auspuffrohr bis zum Partikelzähler sind so zu gestalten, dass sich möglichst wenig Partikel auf ihnen ablagern. Alle Teile müssen aus elektrisch leitendem Material bestehen, das mit den Bestandteilen der Abgase nicht reagiert, und müssen zur Vermeidung elektrostatischer Effekte geerdet sein.

4.3.1.2.4. Das Partikel-Probenahmesystem muss bewährte Verfahren im Bereich der Aerosolprobenahme berücksichtigen; dazu zählen die Vermeidung scharfer Knicke und abrupter Querschnittsänderungen, die Verwendung glatter Innenflächen und einer möglichst kurzen Probenahmeleitung. Querschnittsänderungen, die schrittweise erfolgen, sind zulässig.

4.3.1.3. Spezifische Anforderungen

4.3.1.3.1. Die Partikelprobe darf vor dem Erreichen des Partikelzählers nicht durch eine Pumpe strömen.

4.3.1.3.2. Es wird empfohlen, einen Probenahmenvorklassierer zu verwenden.

4.3.1.3.3. Das Bauteil zur Vorkonditionierung muss:

- a) die Verdünnung der Probe in einer oder mehreren Stufen derart ermöglichen, dass eine Konzentration der Partikelanzahl unterhalb der oberen Schwelle des Einzelpartikelzählmodus des

Partikelzählers und eine Gastemperatur von weniger als 35 °C am Einlass des Partikelzählers erreicht werden;

- b) über eine erste Verdünnungsstufe verfügen, in der eine Hitzeverdünnung erfolgt, d. h., eine Probe wird auf eine Temperatur von mindestens 150 °C und höchstens 350 °C mit einer Abweichung von ± 10 °C gebracht und mit einem Faktor von mindestens 10 verdünnt;
- c) die Stufen der Hitzeverdünnung so kontrollieren, dass die Nennbetriebstemperaturen mit einer Abweichung von ± 10 °C konstant innerhalb des Bereiches von mindestens 150 °C bis höchstens 400 °C liegen;
- d) mit einer Funktion versehen sein, die anzeigt, ob die Betriebstemperaturen der Hitzeverdünnungsstufen im vorgeschriebenen Bereich liegen;
- e) so konstruiert sein, dass ein zuverlässiger Partikeldurchsatz von mindestens 70 % für Partikel mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von 100 nm erreicht wird;
- f) einen Minderungsfaktor der Partikelkonzentration $f_r(d_i)$ erreichen, der für Partikel mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von 30 nm und 50 nm höchstens 30 % bzw. 20 % höher und höchstens 5 % niedriger als der Minderungsfaktor für Partikel mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von 100 nm für den Entferner flüchtiger Partikel insgesamt ist;

Für jede Partikelgröße ist der Minderungsfaktor der Partikelkonzentration $f_r(d_i)$ folgendermaßen zu berechnen:

$$f_r(d_i) = \frac{N_{in}(d_i)}{N_{out}(d_i)}$$

Dabei gilt:

$N_{in}(d_i)$ = Konzentration (stromaufwärts) der Partikelanzahl für Partikel mit dem Durchmesser d_i

$N_{out}(d_i)$ = Konzentration (stromabwärts) der Partikelanzahl für Partikel mit dem Durchmesser d_i

d_i = elektrischer Mobilitätsdurchmesser der Partikel (30 nm, 50 nm oder 100 nm)

$N_{in}(d_i)$ und $N_{out}(d_i)$ sind zu denselben Bedingungen zu berichtigen.

Der Minderungsfaktor des arithmetischen Mittelwerts der Partikelkonzentration bei einem bestimmten Verdünnungswert \bar{f}_r wird mit Hilfe der folgenden Gleichung berechnet:

$$\bar{f}_r = \frac{f_r(30 \text{ nm}) + f_r(50 \text{ nm}) + f_r(100 \text{ nm})}{3}$$

Es wird empfohlen, den Entferner flüchtiger Partikel als vollständiges Bauteil zu kalibrieren und zu validieren.

(g) nach guter technischer Praxis konstruiert sein, um zu gewährleisten, dass die Minderungsfaktoren der Partikelkonzentration während der gesamten Überprüfung stabil sind;

(h) in Bezug auf Tetracontanpartikel ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$) von einer Größe von 30 nm einen Verdampfungswert von mehr als 99,0 % erzielen, wobei die Konzentration am Einlass mindestens 10 000 pro cm^3 betragen muss; zu diesem Zweck ist das Tetracontan zu erhitzen, und seine Partialdrücke sind zu verringern.

4.3.1.3.4. Der Partikelzähler muss folgende Bedingungen erfüllen:

a) Betrieb unter Vollstrombedingungen.

b) Die Zählgenauigkeit auf der Grundlage einer verfolgbaren Norm liegt bei $\pm 10\%$ im gesamten Bereich von 1 pro cm^3 bis zur oberen Schwelle des Einzelpartikelzählmodus des Partikelzählers. Betragen die Konzentrationen weniger als 100 pro cm^3 , so werden gegebenenfalls Durchschnittsmessungen über längere Probenahmezeiträume erforderlich, um die Genauigkeit des Partikelzählers mit einem hohen Maß an statistischer Verlässlichkeit nachweisen zu können.

c) Die Auflösung beträgt mindestens 0,1 Partikel pro cm^3 bei Konzentrationen von weniger als 100 pro cm^3 .

d) Eine lineare Reaktion auf Partikelkonzentrationen über den gesamten Messbereich im Einzelpartikelzählmodus muss gegeben sein.

e) Die Datenmeldefrequenz beträgt mindestens 0,5 Hz.

f) Die t_{90} -Reaktionszeit über die gesamte gemessene Konzentrationsdauer beträgt weniger als 5 Sekunden.

g) Eine Funktion zur maximal zehnpromzentigen Berichtigung der Koinzidenz muss vorhanden sein und ein interner Kalibrierfaktor gemäß Absatz 5.7.1.3. dieses Unteranhangs kann zur Anwendung kommen; es darf jedoch kein sonstiger Algorithmus zur Berichtigung oder Bestimmung der Effizienz der Zählfunktion eingesetzt werden.

h) Die Effizienz der Zählfunktion für die jeweiligen Partikelgrößen muss den Angaben in Tabelle A5/2 entsprechen.

Tabelle A5/2

Effizienz der Zählfunktion des Partikelzählers

Partikeldurchmesser in Bezug auf die elektrische Mobilität (nm)	Effizienz der Zählfunktion des Partikelzählers (%)
23 ± 1	50 ± 12
41 ± 1	> 90

4.3.1.3.5. Wird im Partikelzähler eine Betriebsflüssigkeit verwendet, so ist diese gemäß der vom Instrumentenhersteller angegebenen Häufigkeit zu wechseln.

4.3.1.3.6. Werden der Druck und/oder die Temperatur nicht auf einem bekannten konstanten Niveau an der Stelle gehalten, an der der Partikelzähler-Durchsatz kontrolliert wird, so sind diese am Einlass zum Partikelzähler zu messen, um die Messungen der Partikelkonzentration auf Standardbedingungen zu berichtigen.

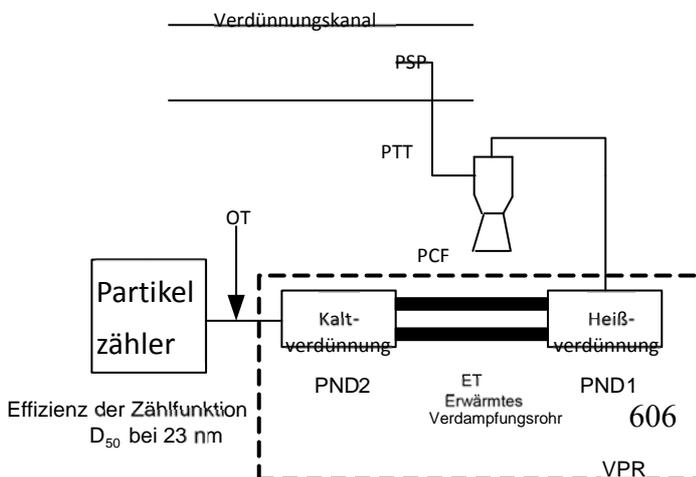
4.3.1.3.7. Die Summe aus der Verweildauer im Partikelübertragungssystem, im Entferner flüchtiger Partikel und im Auslassrohr sowie der t_{90} -Reaktionszeit des Partikelzählers darf höchstens 20 Sekunden betragen.

4.3.1.4. Empfohlene Systemmerkmale

Im folgenden Absatz wird das empfohlene Verfahren für die Messung der Partikelanzahl beschrieben. Jedoch sind Systeme zulässig, die die in den Absätzen 4.3.1.2 und 4.3.1.3 dieses Unteranhangs genannten Leistungsspezifikationen erfüllen.

Abbildung A5/14

Empfohlenes Partikel-Probenahmesystem



4.3.1.4.1. Beschreibung des Probenahmesystems

4.3.1.4.1.1. Das Partikel-Probenahmesystem besteht aus einer Probenahme-Sondenspitze oder einer Partikel-Probenahmestelle im Verdünnungssystem, einem Partikel-Übertragungsrohr, einem Partikelvorklassierer und einem Entferner flüchtiger Partikel, der sich vor dem Bauteil zur Messung der Konzentration der Partikelanzahl befindet.

4.3.1.4.1.2. Der Entferner flüchtiger Partikel muss über Funktionen verfügen, die die Verdünnung der Probe (Partikelanzahlverdünner [PND = particle number diluters]: PND₁ und PND₂) und die Partikelverdampfung (Verdampfungsrohr [ET = evaporation tube]) ermöglichen.

4.3.1.4.1.3. Die Probenahmensonde oder die Probenahmestelle für den Prüfgasstrom ist so im Verdünnungstunnel einzurichten, dass ein repräsentativer Probenahmegasstrom aus einem homogenen Gemisch aus Verdünnung und Abgasen entnommen werden kann.

5. Kalibrierungsintervalle und -verfahren

5.1. Kalibrierungsintervalle

Tabelle A5/3

Kalibrierungsintervalle für Instrumente

Instrumentenprüfungen	Intervall	Kriterium
Linearität (Kalibrierung) der Gasanalysatoren	Halbjährlich	± 2 % des Ablesewerts
Mitteljustierung	Halbjährlich	± 2 Prozent
NDIR für CO: CO ₂ /H ₂ O-Empfindlichkeit	Monatlich	-1 bis 3 ppm
Prüfung des NO _x -Konverters	Monatlich	> 95 Prozent
Überprüfung des CO ₄ -Cutters	Jährlich	98 % des Ethans
Reaktion des Flammenionisationsdetektors (FID) für CH ₄	Jährlich	Siehe Absatz 5.4.3. dieses Unteranhangs
FID-Luft-	Im Rahmen größerer	Nach Angaben des

/Kraftstoffdurchsatz	Wartungsarbeiten	Geräteherstellers
Laser-Infrarotspektrometer (modulierte schmalbandige Infrarotanalysatoren mit hoher Auflösung): Empfindlichkeitsprüfung	Jährlich oder im Rahmen größerer Wartungsarbeiten.	Nach Angaben des Geräteherstellers
Quantenkaskaden-Laser (QKL)	Jährlich oder im Rahmen größerer Wartungsarbeiten.	Nach Angaben des Geräteherstellers
GC-Methode	Siehe Absatz 7.2 dieses Unteranhangs	Siehe Absatz 7.2 dieses Unteranhangs
LC-Methode	Jährlich oder im Rahmen größerer Wartungsarbeiten.	Nach Angaben des Geräteherstellers
Photoakustik	Jährlich oder im Rahmen größerer Wartungsarbeiten.	Nach Angaben des Geräteherstellers.
Mikrowaagenlinearität	Jährlich oder im Rahmen größerer Wartungsarbeiten.	Siehe Absatz 4.2.2.2 dieses Unteranhangs
Partikelzähler	Siehe Absatz 5.7.1.1 dieses Unteranhangs	Siehe Absatz 5.7.1.3 dieses Unteranhangs
Entferner flüchtiger Partikel	Siehe Absatz 5.7.2.1 dieses Unteranhangs	Siehe Absatz 5.7.2 dieses Unteranhangs

Tabelle A5/4

Kalibrierungsintervalle für Probenahmeeinrichtungen mit konstantem Volumen (CVS)

CVS	Intervall	Kriterium
CVS-Durchsatz	Nach Überholung	± 2 %
Verdünnungsdurchfluss	Jährlich	± 2 %
Temperaturfühler	Jährlich	± 1 °C
Druckfühler	Jährlich	± 0,4 kPa
Einspritzprüfung	Wöchentlich	± 2 %

Tabelle A5/5

Kalibrierungsintervalle für Umgebungsdaten

Klima	Intervall	Kriterium
Temperatur	Jährlich	± 1 °C
Feuchtigkeit	Jährlich	± 5 %
Umgebungsdruck	Jährlich	$\pm 0,4$ kPa
Kühlgebläse (Ventilator)	Nach Überholung	Gemäß Absatz 1.1.1 dieses Unteranhangs

5.2. Verfahren zur Kalibrierung der Analysegeräte

5.2.1. Jedes Analysegerät ist gemäß den Angaben des Geräteherstellers bzw. gemäß den in Tabelle A5/3 angegebenen Intervallen zu kalibrieren.

5.2.2. Jeder bei normalem Betrieb verwendete Messbereich ist gemäß folgendem Verfahren zu linearisieren.

5.2.2.1. Die Linearisierungskurve des Analysegerätes wird mit Hilfe von mindestens fünf Kalibrierpunkten ermittelt, die in möglichst gleichen Abständen angeordnet sein sollen. Der Nennwert der Konzentration des Kalibrierergases mit der höchsten Konzentration darf nicht weniger als 80 % des Skalenendwerts betragen.

5.2.2.2. Die zur Kalibrierung benötigte Gaskonzentration kann auch mit Hilfe eines Gasteilers, durch Zusatz von gereinigtem N₂ oder durch Zusatz von gereinigter synthetischer Luft gewonnen werden.

5.2.2.3. Die Linearisierungskurve wird nach der Fehlerquadratmethode berechnet. Falls der sich ergebende Grad des Polynoms größer als 3 ist, muss die Zahl der Kalibrierpunkte mindestens gleich diesem Grad plus 2 sein.

5.2.2.4. Die Linearisierungskurve darf höchstens um ± 2 % vom Nennwert jedes Kalibrierergases abweichen.

5.2.2.5. Anhand der Linearisierungskurve und der Linearisierungspunkte kann festgestellt werden, ob die Kalibrierung richtig durchgeführt wurde. Die verschiedenen Kenndaten des Analysegeräts sind anzugeben, insbesondere:

- a) Analysegerät und Gasbestandteil
- b) Messbereich
- c) Datum der Linearisierung

5.2.2.6. Wird der Genehmigungsbehörde gegenüber nachgewiesen, dass sich mit anderen Methoden (z. B. Computer, elektronisch gesteuerter Bereichsumschalter) die gleiche Genauigkeit erreichen lässt, so dürfen auch diese benutzt werden.

5.3. Verfahren zur Überprüfung des Nullpunkts und der Kalibrierung des Analysatoren

5.3.1. Jeder bei normalem Betrieb verwendete Betriebsbereich ist vor jeder Analyse gemäß den Absätzen 5.3.1.1 und 5.3.1.2 dieses Unteranhangs zu überprüfen.

5.3.1.1. Die Kalibrierung wird unter Verwendung eines Nullgases und eines Kalibriergases entsprechend Absatz 1.2.14.2.3 des Unteranhangs 6 überprüft.

5.3.1.2. Nach der Prüfung werden ein Nullgas und dasselbe Kalibriergas zur erneuten Überprüfung entsprechend Absatz 1.2.14.2.4 des Unteranhangs 6 verwendet.

5.4. Verfahren zur Überprüfung des Ansprechverhaltens des FID auf Kohlenwasserstoffe

5.4.1. Optimierung des Ansprechverhaltens des Detektors

Der FID ist nach den Angaben des Geräteherstellers einzustellen. In dem am meisten verwendeten Betriebsbereich ist Propan in Luft zu verwenden.

5.4.2. Kalibrierung von HC-Analysatoren

5.4.2.1. Der Analysator ist unter Verwendung von Propan in Luft und gereinigter synthetischer Luft zu kalibrieren.

5.4.2.2. Eine Kalibrierkurve ist nach Absatz 5.2.2 dieses Unterabsatzes zu erstellen.

5.4.3. Ansprechfaktoren verschiedener Kohlenwasserstoffe und empfohlene Grenzwerte

5.4.3.1. Der Ansprechfaktor R_f für einen bestimmten Kohlenwasserstoff ist das Verhältnis des FID-Ablesewerts für C_i zur Konzentration in der Gasflasche, ausgedrückt als ppm C_i .

Die Konzentration des Prüfgases muss so hoch sein, dass ungefähr 80 % des Skalenendwerts im Messbereich angezeigt werden. Die Konzentration muss mit einer Genauigkeit von ± 2 %, bezogen auf einen gravimetrischen Normwert, ausgedrückt als Volumen, bekannt sein. Außerdem muss die Gasflasche 24 Stunden lang bei einer Temperatur zwischen 20 °C und 30 °C vorkonditioniert werden.

5.4.3.2. Die Ansprechfaktoren sind bei der Inbetriebnahme eines Analysators und anschließend nach größeren Wartungsarbeiten zu bestimmen. Die zu verwendenden Prüfgase und die empfohlenen Ansprechfaktoren sind:

Propylen und gereinigte Luft: $0,90 < R_f < 1,10$

Toluol und gereinigte Luft: $0,90 < R_f < 1,10$

Diese beziehen sich auf einen R_f von 1,00 für Propan und gereinigte Luft.

5.5. Verfahren zur Prüfung der Wirksamkeit des NO_x-Konverters

5.5.1. Der Wirkungsgrad des Konverters, der zur Umwandlung von NO₂ in NO verwendet wird, ist gemäß den nachfolgenden Absätzen zu bestimmen (Abbildung A5/15).

5.5.1.1. Der Analysator ist in dem am meisten verwendeten Messbereich nach den Angaben des Herstellers unter Verwendung von Null- und Kalibriergas (dessen NO-Gehalt ungefähr 80 % des Messbereichs entsprechen muss; die NO₂-Konzentration des Gasgemischs muss weniger als 5 % der NO-Konzentration betragen) zu kalibrieren. Der NO_x-Analysator muss auf den NO-Betriebszustand eingestellt sein, sodass das Kalibriergas nicht durch den Konverter strömt. Die angezeigte Konzentration ist in allen einschlägigen Prüfblättern zu berücksichtigen.

5.5.1.2. Über ein T-Verbindungsstück wird dem durchströmenden Gas kontinuierlich Sauerstoff oder synthetische Luft zugesetzt, bis die angezeigte Konzentration ungefähr 10 % niedriger als die angezeigte Kalibrierkonzentration nach Absatz 5.5.1.1 dieses Unteranhangs ist. Die angezeigte Konzentration (c) ist in allen einschlägigen Prüfblättern zu berücksichtigen. Der Ozongenerator bleibt während des gesamten Vorgangs ausgeschaltet.

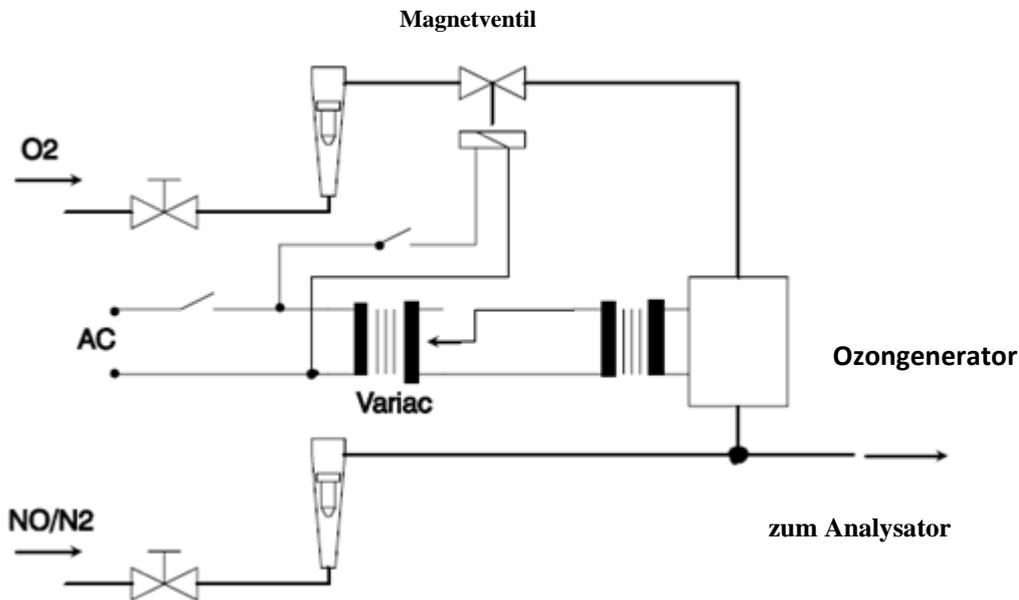
5.5.1.3. Anschließend wird der Ozongenerator eingeschaltet, um so viel Ozon zu erzeugen, dass die NO-Konzentration auf 20 % (Mindestwert 10 %) der Kalibrierkonzentration nach Absatz 5.5.1.1 dieses Unteranhangs zurückgeht. Die angezeigte Konzentration (d) ist in allen einschlägigen Prüfblättern zu berücksichtigen.

5.5.1.4. Der NO_x-Analysator wird dann auf den NO_x-Betriebszustand umgeschaltet, wodurch das Gasgemisch (bestehend aus NO, NO₂, O₂ und N₂) nun durch den Konverter strömt. Die angezeigte Konzentration (a) ist in allen einschlägigen Prüfblättern zu berücksichtigen.

5.5.1.5. Danach wird der Ozongenerator ausgeschaltet. Das Gasgemisch nach Absatz 5.5.1.2 dieses Unteranhangs strömt durch den Konverter in den Detektor. Die angezeigte Konzentration (b) ist in allen einschlägigen Prüfblättern zu berücksichtigen.

Abbildung A5/15

Versuchsanordnung bei der Prüfung der Wirksamkeit des NO_x-Konverters



5.5.1.6. Der Zustrom von Sauerstoff oder synthetischer Luft wird bei abgeschaltetem Ozongenerator abgesperrt. Der am Analysegerät angezeigte NO₂-Wert darf dann höchstens 5 % über dem in Absatz 5.5.1.1 dieses Unteranhangs angegebenen Wert liegen.

5.5.1.7. Der Wirkungsgrad des NO_x-Konverters (in %) wird unter Verwendung der in den Absätzen 5.5.1.2 bis 5.5.1.5 dieses Unteranhangs bestimmten Konzentrationen a, b, c und d und mit Hilfe der folgenden Gleichung berechnet:

$$\text{Effizienz} = \left(1 + \frac{a - b}{c - d} \right) \times 100$$

5.5.1.7.1. Der Wirkungsgrad des Konverters darf nicht geringer als 95 % sein. Der Wirkungsgrad des Konverters wird gemäß den in Tabelle A5/3 festgelegten Intervallen geprüft.

5.6. Kalibrierung der Mikrowaage

5.6.1. Die Kalibrierung der für die Wägung von Partikel-Probenahmefiltern verwendeten Mikrowaage erfolgt in Übereinstimmung mit einer verfolgbaren nationalen oder internationalen Norm. Die Waage muss den Linearitätsanforderungen in Absatz 4.2.2.2 dieses Unteranhangs entsprechen. Die Linearitätsprüfung wird mindestens alle 12 Monate oder nach einer Instandsetzung oder Veränderung, die die Kalibrierung beeinflussen könnte, durchgeführt.

5.7. Kalibrierung und Validierung des Partikel-Probenahmesystems

Beispiele für Methoden zur Kalibrierung/Validierung sind verfügbar unter:

<http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29grpe/pmpFCP.html>.

5.7.1. Kalibrierung des Partikelzählers

5.7.1.1. Die Genehmigungsbehörde sorgt dafür, dass für den Partikelzähler ein Kalibrierzertifikat vorliegt, aus dem für den 13-monatigen Zeitraum vor den Emissionsprüfungen der Nachweis über die Übereinstimmung mit einer verfolgbaren Norm hervorgeht. Zwischen den Kalibrierungen ist entweder die Effizienz der Zählfunktion des Partikelzählers auf Verschlechterung hin zu überwachen oder der Docht des Partikelzählers alle sechs Monate routinemäßig auszutauschen. Siehe Abbildungen A5/16 und A5/17. Die Effizienz der Zählfunktion des Partikelzählers kann mittels eines Referenz-Partikelzählers oder mindestens zwei anderer Mess-Partikelzähler überprüft werden. Gibt der Partikelzähler Konzentrationen der Partikelanzahl an, die mit einer Abweichung von $\pm 10\%$ dem arithmetischen Mittelwert der Konzentrationen des Bezugspartikelzählers oder einer Gruppe von zwei oder mehr Partikelzählern entsprechen, so wird der Partikelzähler als stabil betrachtet. Andernfalls ist eine Wartung des Partikelzählers erforderlich. Wird der Partikelzähler mittels zwei oder mehr anderer Partikelzähler überwacht, ist die Verwendung eines Bezugsfahrzeugs, das nacheinander in verschiedenen Prüfkammern mit jeweils eigenem Partikelzähler in Betrieb ist, zulässig.

Abbildung A5/16

Übliche jährliche Abfolge bei der Partikelzähler-Kalibrierung

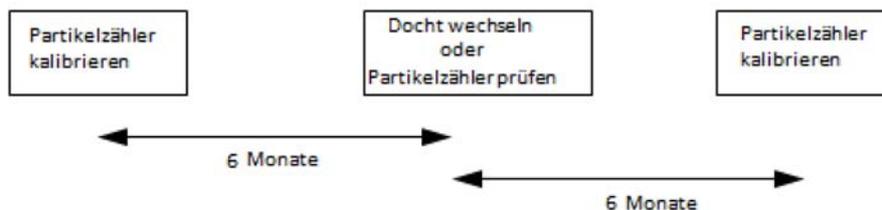
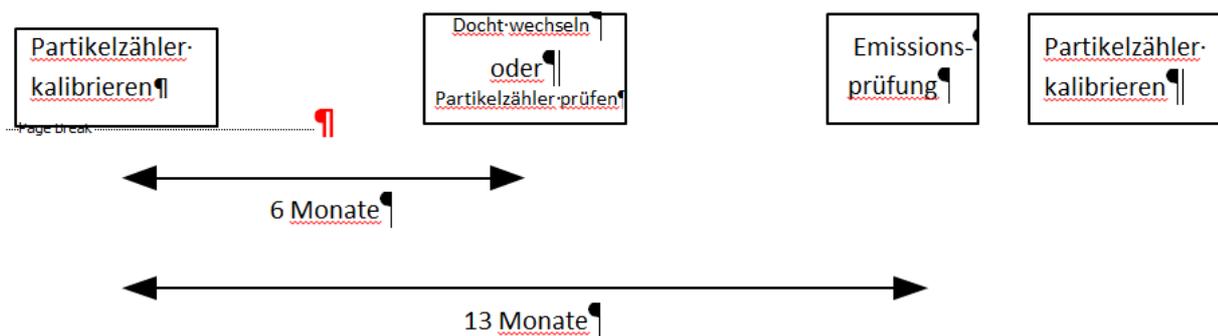


Abbildung A5/17

Erweiterte jährliche Abfolge bei der Partikelzähler-Kalibrierung (im Falle einer Verzögerung einer vollständigen Partikelzähler-Kalibrierung)



5.7.1.2. Der Partikelzähler ist nach jeder größeren Wartung erneut zu kalibrieren, und ein neues Kalibrierzertifikat ist auszustellen.

5.7.1.3. Die verfolgbare Kalibrierung ist auf der Grundlage einer genormten nationalen oder internationalen Kalibrierungsmethode wie folgt durchzuführen:

- Durch Vergleich der Reaktion des Partikelzählers während des Kalibriervorgangs mit der Reaktion eines kalibrierten Aerosol-Elektrometers, wenn gleichzeitig Probenahmen von elektrostatisch klassifizierten Kalibrierungspartikeln erfolgen, oder
- durch Vergleich der Reaktion des Partikelzählers während des Kalibriervorgangs mit der Reaktion eines zweiten Partikelzählers, der direkt mit der oben beschriebenen Methode kalibriert wurde.

5.7.1.3.1. In Absatz **5.7.1.3** Buchstabe a dieses Unteranhangs muss die Kalibrierung derart erfolgen, dass mindestens sechs Standardkonzentrationen, die so gleichmäßig wie möglich über den Messbereich des Partikelzählers verteilt sind, verwendet werden.

5.7.1.3.2. In Absatz **5.7.1.3** Buchstabe b dieses Unteranhangs muss die Kalibrierung derart erfolgen, dass mindestens sechs Standardkonzentrationen über den Messbereich des Partikelzählers verwendet werden. Mindestens drei Punkte müssen Konzentrationen von weniger als **1 000** pro cm^3 entsprechen; die weiteren Konzentrationen müssen linear zwischen **1 000** pro cm^3 und dem Maximum des Partikelzählerbereichs im Einzelpartikelzählmodus liegen.

5.7.1.3.3. In den Absätzen **5.7.1.3** Buchstabe a und **5.7.1.3** Buchstabe b ist ein Nullpunkt für die Nennkonzentration enthalten, der durch die Anbringung von HEPA-Filtern, die mindestens der Klasse **H13** gemäß EN **1822:2008** oder gleichwertiger Leistungsstärke entsprechen, am Einlass jedes Instruments erzielt wird. Wird kein Kalibrierungsfaktor auf den zu kalibrierenden Partikelzähler angewendet, so müssen die gemessenen Konzentrationen bei jeder zugrunde gelegten Konzentration mit einer Abweichung von ± 10 % der standardisierten Konzentration entsprechen, mit Ausnahme des Nullpunktes. Andernfalls ist der zu kalibrierende Partikelzähler abzulehnen. Der Gradient einer linearen Regression der kleinsten Quadrate der beiden Datensätze ist zu berechnen und aufzuzeichnen. Ein Kalibrierungsfaktor, der dem Kehrwert des Gradienten entspricht, ist auf den zu kalibrierenden Partikelzähler anzuwenden. Die Linearreaktion wird als das Quadrat aus dem Korrelationskoeffizienten (Pearson-Produkt-Moment-Korrelation) (r) der beiden Datensätze berechnet und muss größer oder gleich **0,97** sein. Bei der Berechnung des Gradienten und von r^2

ist die lineare Regression durch den Ausgangspunkt (Null-Konzentration auf beiden Instrumenten) zu lenken.

5.7.1.4. Die Kalibrierung muss auch eine Überprüfung in Bezug auf die Erfüllung der Anforderungen gemäß Absatz **4.3.1.3.4** Buchstabe h dieses Unteranhangs beinhalten, d. h. hinsichtlich des Nachweiswirkungsgrads des Partikelzählers bei Partikeln mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von **23** nm. Eine Überprüfung der Effizienz der Zählfunktion in Bezug auf **41** nm-Partikel ist nicht erforderlich.

5.7.2. Kalibrierung/Validierung des Entfernens flüchtiger Partikel

5.7.2.1. Die Kalibrierung der Minderungsfaktoren der Partikelkonzentration für den Entferner flüchtiger Partikel über seinen gesamten Bereich der Verdünnungswerte bei den festen Nennbetriebstemperaturen des Instruments wird erforderlich, wenn das Bauteil neu ist und nach jeder größeren Wartung. Die Anforderung einer regelmäßigen Überprüfung des Minderungsfaktors der Partikelkonzentration für den Entferner flüchtiger Partikel ist auf die Überprüfung mit einer festen Einstellung beschränkt, die in der Regel für die Messung bei Fahrzeugen mit Partikelfiltern verwendet wird. Die Genehmigungsbehörde sorgt dafür, dass in den sechs Monaten vor den Emissionsprüfungen für den Entferner flüchtiger Partikel ein Kalibrier- oder Validierungszertifikat vorliegt. Verfügt der Entferner flüchtiger Partikel über Alarmvorrichtungen für die Temperaturüberwachung, so ist ein **13**-monatiges Validierungsintervall zulässig.

Es wird empfohlen, den Entferner flüchtiger Partikel als vollständiges Bauteil zu kalibrieren und zu validieren.

Der Entferner flüchtiger Partikel muss für einen Minderungsfaktor der Partikelkonzentration mit festen Partikeln von einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von **30** nm, **50** nm und **100** nm ausgelegt sein. Er muss ferner einen Minderungsfaktor der Partikelkonzentration $f_r(d)$ erreichen, der für Partikel mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von **30** nm und **50** nm höchstens **30** % bzw. **20** % höher und höchstens **5** % niedriger als der Minderungsfaktor für Partikel mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von **100** nm ist. Für die Validierung muss der Minderungsfaktor des arithmetischen Mittelwerts der Partikelkonzentration innerhalb von \pm **10** % des Minderungsfaktors des arithmetischen Mittelwerts der Partikelkonzentration \bar{f}_r liegen, der bei der Primärkalibrierung des Entfernens flüchtiger Partikel ermittelt wurde.

5.7.2.2. Das Prüfaerosol muss für diese Messungen aus festen Partikeln mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von **30** nm, **50** nm und **100** nm bestehen, und seine Mindestkonzentration muss am Einlass zum Entferner flüchtiger Partikel **5 000** Partikel pro cm^3 betragen. Optional kann ein polydisperses Aerosol mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von durchschnittlich **50** nm zur Validierung verwendet werden. Das Prüfaerosol muss sich in einem wärmestabilen Zustand bei Betriebstemperatur des Entfernens flüchtiger Partikel befinden. Die Partikelkonzentrationen sind stromaufwärts vor und stromabwärts hinter den Bauteilen zu messen.

Für jede monodisperse Partikelgröße ist der Minderungsfaktor der Partikelkonzentration $f_r(d_i)$ folgendermaßen zu berechnen:

$$f_r(d_i) = \frac{N_{\text{in}}(d_i)}{N_{\text{out}}(d_i)}$$

Dabei ist:

$N_{in}(d_i)$ = Konzentration (stromaufwärts) der Partikelanzahl für Partikel mit dem Durchmesser d_i

$N_{out}(d_i)$ = Konzentration (stromabwärts) der Partikelanzahl für Partikel mit dem Durchmesser d_i

d_i = elektrischer Mobilitätsdurchmesser der Partikel (30 nm, 50 nm oder 100 nm)

$N_{in}(d_i)$ und $N_{out}(d_i)$ sind zu denselben Bedingungen zu berichtigen.

Der Minderungsfaktor des arithmetischen Mittelwerts der Partikelkonzentration \bar{f}_r bei einem bestimmten Verdünnungswert wird mit Hilfe der folgenden Gleichung berechnet:

$$\bar{f}_r = \frac{f_r(30\text{nm}) + f_r(50\text{nm}) + f_r(100\text{nm})}{3}$$

Wird polydisperses Aerosol mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von 50 nm zur Validierung verwendet, wird der Minderungsfaktor des arithmetischen Mittelwerts der Partikelkonzentration \bar{f}_v bei dem zur Validierung verwendeten Verdünnungswert mit Hilfe der folgenden Gleichung berechnet:

$$\bar{f}_v = \frac{N_{in}}{N_{out}}$$

Dabei ist:

N_{in} = Konzentration (stromaufwärts) der Partikelanzahl;

N_{out} = Konzentration (stromabwärts) der Partikelanzahl.

5.7.2.3. Der Entferner flüchtiger Partikel muss in Bezug auf Tetracontanpartikel ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$) mit einem elektrischen Mobilitätsdurchmesser von mindestens 30 nm nachweislich mehr als 99,0 % dieser Partikel entfernen können, wobei die Konzentration am Einlass mindestens 10 000 pro cm^3 betragen muss; ferner sind der Mindestverdünnungswert und die vom Hersteller empfohlene Betriebstemperatur zu wählen.

5.7.3. Verfahren zur Überprüfung des Partikelzählsystems

5.7.3.1. Einmal pro Monat muss die mit einem kalibrierten Durchflussmesser vorgenommene Messung des Stroms in den Partikelzähler einen Wert anzeigen, der innerhalb von 5 % des Nenndurchsatzes des Partikelzählers liegt.

5.8. Genauigkeit der Mischvorrichtung

Wird zur Durchführung der Kalibrierung gemäß Absatz 5.2 dieses Unteranhangs ein Gasteiler verwendet, muss die Mischvorrichtung so genau sein, dass die Konzentrationen der Kalibrierungsgemische mit einer Genauigkeit von ± 2 % bestimmt werden können. Eine Kalibrierkurve ist anhand einer Mitteljustierungsprüfung nach Absatz 5.3 dieses Unteranhangs zu überprüfen. Ein Kalibrierungsgas mit einer Konzentration von weniger als 50 % des Messbereichs des Analysators darf nicht um mehr als 2 % von seiner zertifizierten Konzentration abweichen.

6. Bezugsgase

6.1. Reine Gase

6.1.1. Alle Werte angegeben in ppm bedeuten ppmv (vpm)

6.1.2. Folgende reine Gase müssen gegebenenfalls für die Kalibrierung und den Betrieb der Geräte verfügbar sein:

6.1.2.1. Stickstoff:

Reinheit: ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO, $< 0,1$ ppm NO₂, $< 0,1$ ppm N₂O, $< 0,1$ ppm NH₃

6.1.2.2. Synthetische Luft:

Reinheit: ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO; Sauerstoffgehalt zwischen 18 und 21 Volumenprozent

6.1.2.3. Sauerstoff:

Reinheit: $> 99,5$ Volumenprozent O₂

6.1.2.4. Wasserstoff (und helium- und stickstoffhaltige Mischung):

Reinheit: ≤ 1 ppm C1, ≤ 400 ppm CO₂; Wasserstoffgehalt zwischen 39 und 41 Volumenprozent

6.1.2.5. Kohlenmonoxid:

Mindestreinheit 99,5 %

6.1.2.6. Propan:

Mindestreinheit 99,5 %

6.2. Kalibriergase

6.2.1. Die tatsächliche Konzentration eines Kalibriergases muss dem angegebenen Wert auf ± 1 % genau oder wie nachstehend angegeben entsprechen.

Es müssen Gasgemische mit folgender Zusammensetzung und den Spezifikationen für die gebräuchlichsten Gase entsprechend den Absätzen 6.1.2.1 bzw. 6.1.2.2 dieses Unteranhangs verfügbar sein:

- a) C₃H₈ in synthetischer Luft (siehe Absatz 6.1.2.2 dieses Unteranhangs);
- b) CO in Stickstoff
- b) CO₂ in Stickstoff

- d) CH_4 in synthetischer Luft
- e) NO in Stickstoff (der NO_2 -Anteil in diesem Kalibriergas darf 5 % des NO-Gehalts nicht überschreiten).

Unteranhang 6

Typ 1-Prüfverfahren und Prüfbedingungen

1. Prüfverfahren und Prüfbedingungen

1.1. Beschreibung der Prüfungen

1.1.1. Die Prüfung Typ 1 dient der Verifizierung der Emissionen gasförmiger Verbindungen, der Partikelmasse, der Partikelzahl, der CO₂-Massenemission, des Kraftstoffverbrauchs, des Stromverbrauchs und der elektrischen Reichweiten über den anwendbaren WLTP-Prüfzyklus.

1.1.1.1. Die Prüfungen sind gemäß Absatz 1.2 dieses Unteranhangs bzw. Absatz 3 des Unteranhangs 8 für Elektrofahrzeuge, Hybridelektrofahrzeuge und mit Druckwasserstoff betriebene Brennstoffzellen-Hybridfahrzeuge durchzuführen. Die Probenahme und die Analyse von Abgasen, Partikelmasse und Partikel erfolgen gemäß den beschriebenen Methoden.

1.1.2. Die Anzahl der Prüfungen wird entsprechend dem Flussdiagramm in Abbildung A6/1 bestimmt. Der Grenzwert ist der maximal zulässige Wert für die in Anhang I der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 festgelegten Grenzwertschadstoffe.

1.1.2.1. Das Flussdiagramm in Abbildung A6/1 gilt nur für den gesamten anwendbaren Prüfzyklus des weltweit harmonisierten Prüfverfahrens für leichte Nutzfahrzeuge (WLTP) und nicht für einzelne Phasen.

1.1.2.2. Die Prüfergebnisse entsprechen den Werten nach der Prüfung des wiederaufladbaren Energiespeichersystems (REESS), der Ki-Korrektur und der Prüfung mit Korrektur der Umgebungstemperatur.

1.1.2.3. Bestimmung der Gesamtzykluswerte

1.1.2.3.1. Werden während einer der Prüfungen die Grenzwertemissionen überschritten, ist das Fahrzeug abzulehnen.

1.1.2.3.2. Je nach Fahrzeugtyp erklärt der Hersteller den Gesamtzykluswert der CO₂-Massenemission, des Stromverbrauchs, des Kraftstoffverbrauchs für nicht-extern aufladbare Brennstoffzellen-Hybridfahrzeuge (NOVC-FCHV) sowie PER (pure electric range, vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) und AER (all electric range, vollelektrische Reichweite (Hybrid) gemäß Tabelle A6/1 für anwendbar.

1.1.2.3.3. Der angegebene Wert des Stromverbrauchs für extern aufladbare Fahrzeuge mit Hybrid-Elektroantrieb (OVC-HEV) unter Entlade-Betriebsbedingungen darf nicht gemäß Abbildung A6/1 bestimmt werden. Er gilt als Typgenehmigungswert, wenn der angegebene CO₂-Wert als Genehmigungswert akzeptiert wird. Andernfalls gilt der gemessene Stromverbrauchswert als Typgenehmigungswert.

1.1.2.3.4. Sind nach der ersten Prüfung alle Kriterien in Zeile 1 der geltenden Tabelle A6/2 erfüllt, sind sämtliche vom Hersteller angegebenen Werte als Typgenehmigungswert zu akzeptieren. Ist auch nur eines der Kriterien in Zeile 1 der geltenden Tabelle A6/2 nicht erfüllt, muss dasselbe Fahrzeug einer zweiten Prüfung unterzogen werden.

1.1.2.3.5. Nach der zweiten Prüfung sind für die beiden Prüfungen die arithmetischen Mittelweltergebnisse zu berechnen. Werden mit diesen arithmetischen Mittelweltergebnissen alle Kriterien in Zeile 2 der geltenden Tabelle A6/2 erfüllt, sind sämtliche vom Hersteller angegebenen Werte als Typpengenehmigungswert zu akzeptieren. Ist auch nur eines der Kriterien in Zeile 2 der geltenden Tabelle A6/2 nicht erfüllt, muss dasselbe Fahrzeug einer dritten Prüfung unterzogen werden.

1.1.2.3.6. Nach der dritten Prüfung sind für die drei Prüfungen die arithmetischen Mittelweltergebnisse zu berechnen. Bei allen Parametern, die das entsprechende Kriterium in Zeile 3 der geltenden Tabelle A6/2 erfüllen, gilt der angegebene Wert als Typpengenehmigungswert. Bei Parametern, die das entsprechende Kriterium in Zeile 3 der geltenden Tabelle A6/2 nicht erfüllen, gilt das arithmetische Mittelweltergebnis als Typpengenehmigungswert.

1.1.2.3.7. Für den Fall dass eines der Kriterien der geltenden Tabelle A6/2 nach der ersten oder zweiten Prüfung nicht erfüllt ist, können die Werte auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde als höhere Werte für die Emissionen bzw. den Verbrauch oder als niedrigere Werte für die elektrischen Reichweiten neu angegeben werden, um die Anzahl der erforderlichen Prüfungen für die Typpengenehmigung zu verringern.

1.1.2.3.8. Bestimmung von dCO_{2_1} , dCO_{2_2} und dCO_{2_3}

1.1.2.3.8.1. Unbeschadet der Anforderung in Absatz 1.1.2.3.8.2 sind die folgenden Werte für dCO_{2_1} , dCO_{2_2} und dCO_{2_3} in Relation zu dem Kriterium für die Anzahl der Prüfungen in Tabelle A6/2 zu verwenden:

$$dCO_{2_1} = 0,990$$

$$dCO_{2_2} = 0,995$$

$$dCO_{2_3} = 1,000$$

1.1.2.3.8.2. Besteht die Entlade-Prüfung Typ 1 für OVC-HEV aus zwei oder mehr anwendbaren WLTP-Prüfzyklen und liegt der dCO_{2_x} -Wert unter 1,0, ist der dCO_{2_x} -Wert durch 1,0 zu ersetzen.

1.1.2.3.9. Wird ein Prüfergebnis oder ein Durchschnitt der Prüfergebnisse als Typpengenehmigungswert verwendet und bestätigt, ist dieser Wert für weitere Berechnungen als „angegebener Wert“ zu bezeichnen.

Tabelle A6/1

Geltende Regeln für die vom Hersteller angegebenen Werte (Gesamtzykluswerte)⁽¹⁾

Fahrzeugtyp	M_{CO_2} ⁽²⁾ (g/km)	FC (kg/100 km)	Stromverbrauch ⁽³⁾ (Wh/km)	Vollelektrische Reichweite (Hybrid)/ Vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) ⁽³⁾ (km)

Nach Unteranhang 6 überprüfte Fahrzeuge (mit Verbrennungsmotor)		M_{CO_2} Absatz 3 des Unteranhangs 7			
NOVC-FCHV			FC_{CS} Absatz 4.2.1.2.1 des Unteranhangs 8		
NOVC-HEV		$M_{CO_2,CS}$ Absatz 4.1.1 des Unteranhangs 8			
OVC-HEV	CD	$M_{CO_2,CD}$ Absatz 4.1.2 des Unteranhangs 8		$EC_{AC,CD}$ Absatz 4.3.1 des Unteranhangs 8	AER Absatz 4.4.1.1 des Unteranhangs 8
	CS	$M_{CO_2,CS}$ Absatz 4.1.1 des Unteranhangs 8			
Elektrofahrzeug (PEV)				EC_{WLTC} Absatz 4.3.4.2 des Unteranhangs 8	PER_{WLTC} Absatz 4.4.2 des Unteranhangs 8

(1) Der angegebene Wert ist der Wert, der Gegenstand erforderlicher Korrekturen (d. h. der Ki-Korrektur und anderer regionaler Korrekturen) ist.

(2) Auf- bzw. Abrundung xxx,xx

(3) Auf- bzw. Abrundung xxx,x

Abbildung A6/1

Flussdiagramm für die Anzahl der Prüfungen Typ 1

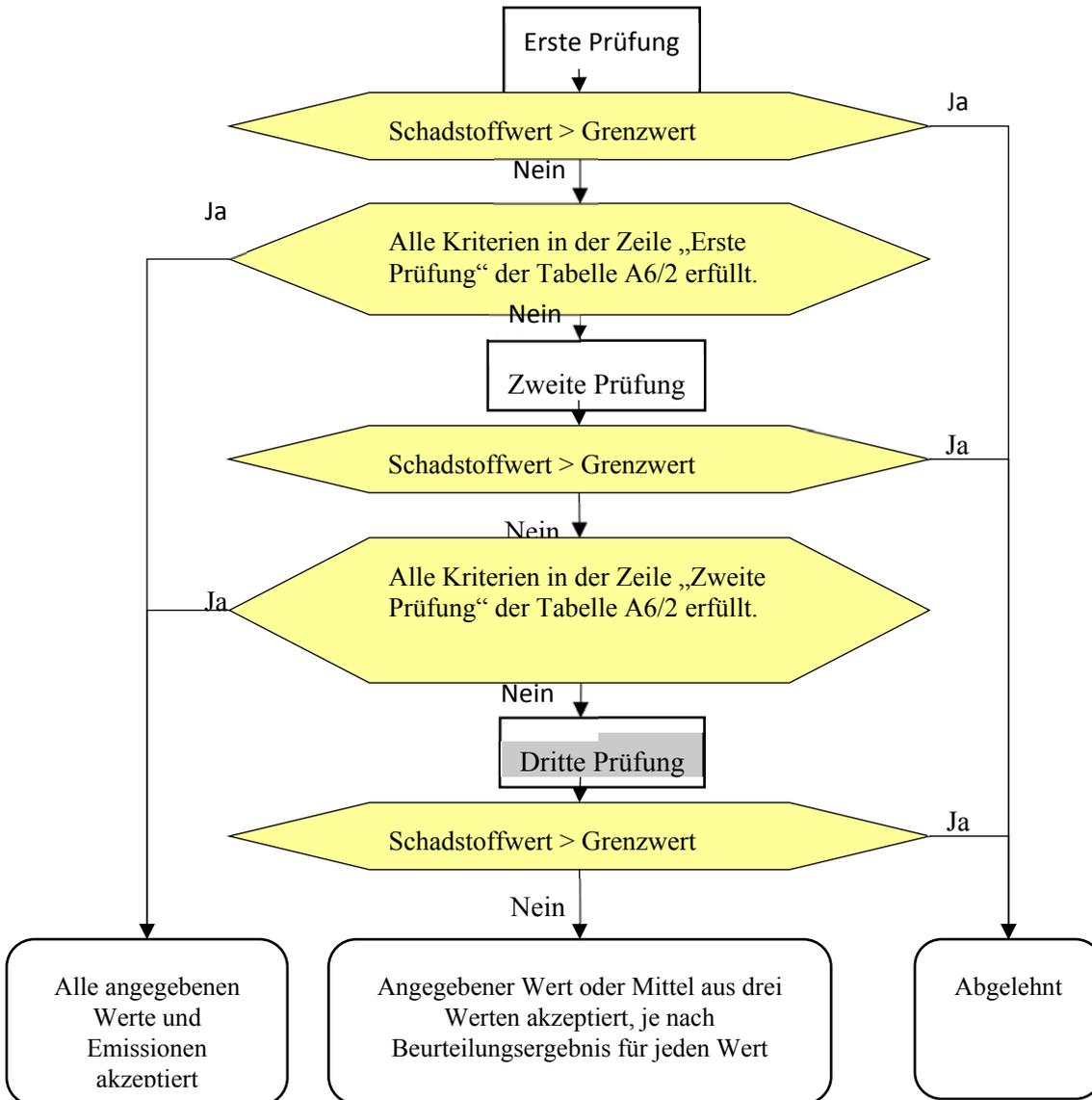


Tabelle A6/2

Kriterium für die Anzahl der Prüfungen

Bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor, NOVC-HEV und OVC-HEV Ladungserhaltungsprüfung Typ 1.

	Prüfung	Beurteilungsparameter	Grenzwertemissionen	M _{CO₂}
Zeile 1	Erste Prüfung	Ergebnisse der ersten Prüfung	≤ Grenzwert × 0,9	≤ angegebener Wert × dCO _{2,1}
Zeile 2	Zweite Prüfung	Arithmetischer Mittelwert der Ergebnisse der ersten und zweiten Prüfung	≤ Grenzwert × 1,0 ¹	≤ angegebener Wert × dCO _{2,2}
Zeile 3	Dritte Prüfung	Arithmetischer Mittelwert der Ergebnisse der drei Prüfungen	≤ Grenzwert × 1,0 ¹	≤ angegebener Wert × dCO _{2,3}

(1) Bei jedem Prüfergebnis muss der Grenzwert eingehalten werden.

Bei OVC-HEV Entlade-Prüfung Typ 1.

	Prüfung	Beurteilungsparameter	Grenzwertemissionen	M _{CO₂,CD}	AER
Zeile 1	Erste Prüfung	Ergebnisse der ersten Prüfung	≤ Grenzwert × 0,9 ⁽¹⁾	≤ angegebener Wert × dCO _{2,1}	≥ angegebener Wert × 1,0
Zeile 2	Zweite Prüfung	Arithmetischer Mittelwert der Ergebnisse der ersten und zweiten Prüfung	≤ Grenzwert × 1,0 ⁽²⁾	≤ angegebener Wert × dCO _{2,2}	≥ angegebener Wert × 1,0
Zeile 3	Dritte Prüfung	Arithmetischer Mittelwert der Ergebnisse der drei Prüfungen	≤ Grenzwert × 1,0 ⁽²⁾	≤ angegebener Wert × dCO _{2,3}	≥ angegebener Wert × 1,0

(1) Bei der Entlade-Prüfung Typ 1 für OVC-HEV ist „0,9“ nur dann mit „1,0“ zu ersetzen, wenn die Prüfung zwei oder mehr anwendbare WLTC-Zyklen umfasst.

(2) Bei jedem Prüfergebnis muss der Grenzwert eingehalten werden.

Für Elektrofahrzeuge

	Prüfung	Beurteilungsparameter	Stromverbrauch	PER
Zeile 1	Erste Prüfung	Ergebnisse der ersten Prüfung	\leq angegebener Wert $\times 1,0$	\geq angegebener Wert $\times 1,0$
Zeile 2	Zweite Prüfung	Arithmetischer Mittelwert der Ergebnisse der ersten und zweiten Prüfung	\leq angegebener Wert $\times 1,0$	\geq angegebener Wert $\times 1,0$
Zeile 3	Dritte Prüfung	Arithmetischer Mittelwert der Ergebnisse der drei Prüfungen	\leq angegebener Wert $\times 1,0$	\geq angegebener Wert $\times 1,0$

Für NOVC-FCHV

	Prüfung	Beurteilungsparameter	FC _{CS}
Zeile 1	Erste Prüfung	Ergebnisse der ersten Prüfung	\leq angegebener Wert $\times 1,0$
Zeile 2	Zweite Prüfung	Arithmetischer Mittelwert der Ergebnisse der ersten und zweiten Prüfung	\leq angegebener Wert $\times 1,0$
Zeile 3	Dritte Prüfung	Arithmetischer Mittelwert der Ergebnisse der drei Prüfungen	\leq angegebener Wert $\times 1,0$

1.1.2.4. Bestimmung der phasenspezifischen Werte

1.1.2.4.1. Phasenspezifischer Wert für CO₂

1.1.2.4.1.1. Nachdem der angegebene Gesamtzykluswert für die CO₂-Massenemission akzeptiert wurde, wird der arithmetische Mittelwert der phasenspezifischen Werte der Prüfergebnisse in g/km mit dem Korrekturfaktor CO₂_AF multipliziert, um die Differenz zwischen dem angegebenen Wert und den Prüfergebnissen auszugleichen. Der korrigierte Wert entspricht dem Typgenehmigungswert für CO₂.

$$CO_2_{AF} = \frac{\text{angegebener Wert}}{\text{phasenkombinierter Wert}}$$

Dabei gilt:

Phasenkombinierter Wert

$$= \frac{\text{CO}_2_{\text{aveL}} \times D_L + \text{CO}_2_{\text{aveM}} \times D_M + \text{CO}_2_{\text{aveH}} \times D_H + \text{CO}_2_{\text{aveexH}} \times D_{\text{exH}}}{D_L + D_M + D_H + D_{\text{exH}}}$$

Dabei gilt:

$\text{CO}_2_{\text{aveL}}$ = arithmetischer Mittelwert des CO_2 -Massenemissionsergebnisses für das/die Prüfergebnis(se) der L-Phase (g/km)

$\text{CO}_2_{\text{aveM}}$ = arithmetischer Mittelwert des CO_2 -Massenemissionsergebnisses für das/die Prüfergebnis(se) der M-Phase (g/km)

$\text{CO}_2_{\text{aveH}}$ = arithmetischer Mittelwert des CO_2 -Massenemissionsergebnisses für das/die Prüfergebnis(se) der H-Phase (g/km)

$\text{CO}_2_{\text{aveexH}}$ = arithmetischer Mittelwert des CO_2 -Massenemissionsergebnisses für das/die Prüfergebnis(se) der exH-Phase (g/km)

D_L = theoretische Strecke der Phase L (km)

D_M = theoretische Strecke der Phase M (km)

D_H = theoretische Strecke der Phase H (km)

D_{exH} = theoretische Strecke der Phase exH (km)

1.1.2.4.1.2. Wird der angegebene Gesamtzykluswert der CO_2 -Massenemission nicht akzeptiert, ist der phasenspezifische CO_2 -Massenemissions-Typgenehmigungswert anhand des arithmetischen Mittelwerts aller Prüfergebnisse für die jeweilige Phase zu berechnen.

1.1.2.4.2. Phasenspezifische Werte für den Kraftstoffverbrauch

1.1.2.4.2.1. Der Kraftstoffverbrauchswert ist anhand der phasenspezifischen CO_2 -Massenemission unter Verwendung der Gleichung in Absatz **1.1.2.4.1** dieses Unteranhangs sowie des arithmetischen Emissionsmittelwerts zu berechnen.

1.1.2.4.3. Phasenspezifischer Wert für Stromverbrauch, PER und AER

1.1.2.4.3.1. Der phasenspezifische Stromverbrauch und die phasenspezifischen elektrischen Reichweiten werden anhand des arithmetischen Mittelwerts der phasenspezifischen Werte des/der Testergebnisse(s) ohne Korrekturfaktor berechnet.

1.2. Bedingungen Prüfung Typ **1**

1.2.1. Überblick

1.2.1.1. Die Prüfung Typ 1 besteht aus der Vorbereitung des Leistungsprüfstandes und verschiedenen Kraftstoff-, Abstell- und Betriebsbedingungen in vorgeschriebenen Abfolgen.

1.2.1.2. Die Prüfung Typ 1 umfasst den Betrieb des Fahrzeugs auf einem Rollenprüfstand im für die Interpolationsfamilie geltenden WLTC. Ein proportionaler Anteil der verdünnten Abgasemissionen wird laufend zur anschließenden Analyse aufgefangen, wobei eine Probenahmeeinrichtung mit konstantem Volumen (CVS) zu verwenden ist.

1.2.1.3. Die Hintergrundkonzentrationen sind für alle Verbindungen zu messen, die Gegenstand von verdünnten Massenemissionsmessungen sind. Bei Abgasprüfungen sind hierfür Proben der Verdünnungsluft zu nehmen und zu analysieren.

1.2.1.3.1. Messung der Hintergrund-Partikelmasse

1.2.1.3.1.1. Ersucht der Hersteller darum, dass die Hintergrundkonzentration der Partikelanzahl in der Verdünnungsluft oder im Verdünnungstunnel von der Emissionsmessung abgezogen wird, werden die Hintergrundwerte gemäß den in den Absätzen 1.2.1.3.1.1.1 bis 1.2.1.3.1.1.3 und in diesem Unterhang beschriebenen Verfahren bestimmt.

1.2.1.3.1.1.1. Die maximal zulässige Hintergrundkorrektur beträgt 1 mg/km oder die entsprechende Masse auf dem Filter bei Prüfdurchsatz.

1.2.1.3.1.1.2. Überschreitet die Hintergrundkonzentration diesen Wert, ist der Vorgabewert von 1 mg/km abzuziehen.

1.2.1.3.1.1.3. Führt der Abzug der Hintergrundkonzentration zu einem negativen Ergebnis, ist das Ergebnis für die Partikelmasse als null zu werten.

1.2.1.3.1.2. Der Partikelgehalt der Verdünnungsluft kann bestimmt werden, indem gefilterte Verdünnungsluft durch den Partikelfilter geleitet wird. Diese ist an einer Stelle unmittelbar hinter den Verdünnungsluftfiltern zu entnehmen. Die Hintergrundwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sind als gleitender arithmetischer Durchschnitt von mindestens 14 Messungen mit mindestens einer Messung pro Woche zu bestimmen.

1.2.1.3.1.3. Der Hintergrundkonzentration der Partikelanzahl im Verdünnungskanal kann bestimmt werden, indem gefilterte Verdünnungsluft durch den Partikelfilter geleitet wird. Diese ist an derselben Stelle zu entnehmen wie die Partikelprobe. Erfolgt für die Prüfung eine zweite Verdünnung, muss das Sekundärverdünnungssystem zu Zwecken der Hintergrund-Messung aktiv sein. Eine Messung kann am Tag der Prüfung durchgeführt werden, und zwar vor oder nach der Prüfung.

1.2.1.3.2. Bestimmung des Hintergrunds der Partikelanzahl

1.2.1.3.2.1. Beantragt der Hersteller eine Hintergrundkorrektur, sind diese Hintergrundwerte wie folgt zu bestimmen:

1.2.1.3.2.1.1. Der Hintergrundwert kann entweder berechnet oder gemessen werden. Die maximal zulässige Hintergrundkorrektur steht in Zusammenhang mit der höchstzulässigen Leckrate der Partikelzahl-

Messeinrichtung (0,5 Partikel pro cm³), die von dem in der eigentlichen Prüfung verwendeten Minderungsfaktor der Partikelkonzentration (particle concentration reduction factor, PCRf) und dem CVS-Durchsatz skaliert wird.

1.2.1.3.2.1.2. Die Genehmigungsbehörde oder der Hersteller kann darum ersuchen, dass anstatt Hintergrundberechnungen tatsächliche Hintergrundmessungen vorgenommen werden.

1.2.1.3.2.1.3. Führt der Abzug der Hintergrundkonzentration zu einem negativen Ergebnis, ist das Ergebnis für die Partikelzahl als null zu werten.

1.2.1.3.2.2. Der Hintergrund der Partikelanzahl in der Verdünnungsluft ist mittels der Probenahme gefilterter Verdünnungsluft zu bestimmen. Diese ist an einer Stelle unmittelbar hinter den Verdünnungsluftfiltern in Richtung der Partikelzahl-Messeinrichtung zu entnehmen. Die Hintergrundwerte in Partikel pro cm³ sind als gleitender arithmetischer Durchschnitt von mindestens 14 Messungen mit mindestens einer Messung pro Woche zu bestimmen.

1.2.1.3.2.3. Der Hintergrund der Partikelanzahl im Verdünnungstunnel ist mittels der Probenahme gefilterter Verdünnungsluft zu bestimmen. Diese ist an derselben Stelle zu entnehmen wie die Partikelprobe. Erfolgt für die Prüfung eine zweite Verdünnung, muss das Sekundärverdünnungssystem zu Zwecken der Hintergrund-Messung aktiv sein. Eine Messung kann am Tag der Prüfung durchgeführt werden, und zwar vor oder nach der Prüfung und anhand des während der Prüfung verwendeten tatsächlichen PCRf und des CVS-Durchsatzes.

1.2.2. Allgemeine Ausstattung der Prüfkammer

1.2.2.1. Zu messende Parameter

1.2.2.1.1. Die folgenden Temperaturen sind auf $\pm 1,5$ °C genau zu messen:

- a) Umgebungsluft in der Prüfkammer
- b) Temperatur des Verdünnungs- und Probenahmesystems nach den in Unterhang 5 festgelegten Vorgaben für Emissionsmesssysteme

1.2.2.1.2. Der atmosphärische Druck muss mit einer Auflösung von $\pm 0,1$ kPa messbar sein.

1.2.2.1.3. Die spezifische Luftfeuchtigkeit muss mit einer Auflösung von ± 1 g H₂O/kg Trockenluft messbar sein.

1.2.2.2. Prüfkammer und Abstellbereich

1.2.2.2.1. Prüfkammer

1.2.2.2.1.1. Der Sollwert der Prüfkammertemperatur beträgt 23 °C (mit einer Toleranz vom eigentlichen Wert von ± 5 °C). Die Lufttemperatur und die Feuchtigkeit werden am Austritt des Kühlventilators der Prüfkammer bei einer Mindestfrequenz von 1 Hz gemessen. Angaben zur Temperatur zu Beginn der Prüfung sind in Absatz 1.2.8.1 im Unterhang 6 zu finden.

1.2.2.2.1.2. Die spezifische Feuchtigkeit H der Luft in der Prüfkammer oder der Ansaugluft des Motors muss folgender Bedingung entsprechen:

$$5.5 \leq H \leq 12.2 \text{ (g H}_2\text{O/kg Trockenluft)}$$

1.2.2.2.1.3. Die Feuchtigkeit ist fortlaufend mit einer Frequenz von mindestens **1** Hz zu messen.

1.2.2.2.2. Abstellbereich

Der Temperatursollwert des Abstellbereichs beträgt **23** °C. Die Toleranz vom eigentlichen Wert liegt bei ± 3 °C bei einem arithmetischen Mittelwert für eine Betriebszeit von fünf Minuten und zeigt keine systematische Abweichung vom Sollwert. Die Temperatur ist fortlaufend mit einer Frequenz von mindestens **1** Hz zu messen.

1.2.3. Prüffahrzeug

1.2.3.1. Allgemeines

Das Prüffahrzeug muss mit allen seinen Bauteilen der Produktionsserie entsprechen, andernfalls, wenn das Fahrzeug sich von der Produktionsserie unterscheidet, ist eine vollständige Beschreibung in alle einschlägige Prüfberichte aufzunehmen. Bei der Auswahl des Prüffahrzeugs vereinbaren der Hersteller und die Genehmigungsbehörde, welches Fahrzeugmodell repräsentativ für die Interpolationsfamilie ist.

Für die Emissionsmessung ist der mit Prüffahrzeug H ermittelte Fahrwiderstand anzuwenden. Im Fall einer Fahrwiderstandsmatrix-Familie ist für die Emissionsmessung der für Fahrzeug H_M gemäß Absatz **5.1** des Unteranhangs **4** berechnete Fahrwiderstand anzuwenden.

Wird auf Anfrage des Herstellers die Interpolationsmethode angewendet (siehe Absatz **3.2.3.2** des Unteranhangs **7**), ist anhand des mit Prüffahrzeug L ermittelten Fahrwiderstands eine zusätzliche Emissionsmessung durchzuführen. Die Prüfungen bei Fahrzeug H und Fahrzeug L sollten mit demselben Prüffahrzeug und mit dem niedrigsten endgültigen Übersetzungsverhältnis innerhalb der Interpolationsfamilie durchgeführt werden. Im Fall einer Fahrwiderstandsmatrix-Familie ist mittels des für Fahrzeug L_M gemäß Absatz **5.1** des Unteranhangs **4** berechneten Fahrwiderstands eine zusätzliche Emissionsmessung durchzuführen.

1.2.3.2. CO₂-Interpolationsbereich

Die Interpolationsmethode ist nur dann anzuwenden, wenn die CO₂-Differenz zwischen Prüffahrzeug L und Prüffahrzeug H zwischen **5** g/km und **30** g/km liegt oder **20** % der CO₂-Emissionen von Fahrzeug H beträgt, je nachdem welcher Wert niedriger ist.

Auf Anfrage des Herstellers und mit Erlaubnis der Genehmigungsbehörde kann die Interpolationslinie auf ein Maximum von **3** g/km über der CO₂-Emission von Fahrzeug H und/oder unter der CO₂-Emission von Fahrzeug L extrapoliert werden. Diese Ausweitung ist nur innerhalb der absoluten Grenzen des vorstehend spezifizierten Interpolationsbereichs gültig.

Dieser Absatz findet keine Anwendung auf die CO₂-Differenz zwischen Fahrzeugen H_M und L_M einer Fahrwiderstandsmatrix-Familie.

1.2.3.3. Einfahren

Das Fahrzeug ist in gutem technischen Zustand vorzuführen. Es muss eingefahren sein und vor der Prüfung zwischen 3 000 km und 15 000 km zurückgelegt haben. Motor und Kraftübertragungsstrang müssen nach den Vorschriften des Herstellers eingefahren sein.

1.2.4. Einstellungen

1.2.4.1. Die Einstellung und Überprüfung des Prüfstandes erfolgt entsprechend dem Unteranhang 4.

1.2.4.2. Prüfstandsbetrieb

1.2.4.2.1. Hilfseinrichtungen sind während des Prüfstandsbetriebs auszuschalten oder zu deaktivieren, es sei denn ihr Betrieb ist erforderlich.

1.2.4.2.2. Der Prüfstandsbetriebsmodus des Fahrzeugs ist gegebenenfalls gemäß den Anweisungen des Herstellers zu aktivieren (z. B. durch die Betätigung der Lenkradtasten in einer bestimmten Reihenfolge, anhand des Werkstattprüfers des Herstellers oder durch die Entfernung einer Sicherung).

Der Hersteller stellt der Genehmigungsbehörde ein Verzeichnis der deaktivierten Geräte zusammen mit einer Begründung für die Deaktivierung zur Verfügung. Der Prüfstandsbetriebsmodus ist durch eine Genehmigungsbehörde zu genehmigen und die Verwendung des Prüfstandsbetriebsmodus ist in allen einschlägigen Testberichten zu berücksichtigen.

1.2.4.2.3. Der Prüfstandsbetriebsmodus darf die Funktion eines beliebigen Teils, das das Emissionsverhalten und den Kraftstoffverbrauch unter den Prüfbedingungen beeinflusst, nicht aktivieren, verändern, verzögern oder deaktivieren. Jedes Gerät, das den Betrieb auf einem Rollenprüfstand beeinflusst, muss so eingestellt sein, dass ein ordnungsgemäßer Betrieb sichergestellt wird.

1.2.4.2.4. Im Zweiradantriebsmodus zu prüfende Prüffahrzeuge sind auf einem Einzelachsen-Rollenprüfstand, der die Anforderungen gemäß Absatz 2 des Unteranhangs 5 erfüllt, zu prüfen. Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde kann die Fahrzeugprüfung auch auf einem Doppelachsen-Rollenprüfstand vorgenommen werden.

1.2.4.2.5. Wird das Prüffahrzeug in einem Modus geprüft, der unter WLTP-Bedingungen im Laufe des anwendbaren Zyklus in einen teilweise oder durchgängigen Vierradantrieb übergehen würde, ist das Fahrzeug auf einem Doppelachsen-Rollenprüfstand, der die Anforderungen gemäß Absatz 2.3 des Unteranhangs 5 erfüllt, zu prüfen.

Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde kann die Fahrzeugprüfung auch auf einem Einzelachsen-Rollenprüfstand vorgenommen werden, sofern die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

- a) das Prüffahrzeug wird in allen Prüfmodi auf durchgängigen Zweiradantrieb umgerüstet;
- b) der Hersteller weist der Genehmigungsbehörde gegenüber nach, dass der CO₂-Kraftstoffverbrauch und/oder der Stromverbrauch des umgerüsteten Fahrzeugs gleich hoch

oder höher als bei nicht umgerüsteten Fahrzeugen ist, die auf einem Doppelachsen-Rollenprüfstand geprüft werden.

1.2.4.3. Die Auspuffanlage des Fahrzeugs darf keine Lecks aufweisen, die zu einer Verringerung der Menge der gesammelten Gase führen können.

1.2.4.4. Die Einstellung des Antriebsstrangs und der Betätigungseinrichtungen des Fahrzeugs muss den Angaben des Herstellers für die Serienproduktion entsprechen.

1.2.4.5. Es sind Reifen zu verwenden, die gemäß den Angaben des Herstellers zur Originalausstattung des Fahrzeugs gehören. Der Reifendruck kann gegenüber dem in Absatz **4.2.2.3** des Unteranhangs **4** festgelegten Druck um bis zu **50** % erhöht werden. Für die Einstellung des Prüfstands und in allen nachfolgenden Prüfungen ist derselbe Reifendruck anzuwenden. Der angewendete Reifendruck ist in allen einschlägigen Prüfberichten zu berücksichtigen.

1.2.4.6. Bezugskraftstoff

1.2.4.6.1. Für die Prüfung sind die geeigneten Bezugskraftstoffe gemäß Anhang IX zu verwenden.

1.2.4.7. Vorbereitung des Prüffahrzeugs

1.2.4.7.1. Das Fahrzeug muss während der Prüfung etwa horizontal stehen, damit eine anomale Kraftstoffverteilung vermieden wird.

1.2.4.7.2. Der Hersteller muss gegebenenfalls zusätzliche Verbindungsstücke und Adapter zur Verfügung stellen, soweit diese erforderlich sind, um eine Ablassmöglichkeit an dem in Einbaulage tiefstmöglichen Punkt des/der Tanks zu schaffen und das Auffangen des Auspuffgases zur Probenahme zu gewährleisten.

1.2.4.7.3. Für eine Partikelprobenahme während einer Prüfung, bei der das Regenerationssystem sich in einem stabilen Beladungszustand befindet (d. h. es erfolgt keine Regeneration), wird empfohlen, dass das Fahrzeug mehr als ein Drittel der Fahrstrecke zwischen den vorgesehenen Regenerationsvorgängen zurückgelegt hat oder an dem periodisch arbeitenden Regenerationssystem ein entsprechender Beladungsvorgang außerhalb des Fahrzeugs erfolgt ist.

1.2.5. Vorversuchszyklen

1.2.5.1. Vorversuchszyklen können auf Anfrage des Herstellers durchgeführt werden, um zu überprüfen, ob die Geschwindigkeitskurve innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen liegt.

1.2.6. Vorkonditionierung des Prüffahrzeugs

1.2.6.1. Der oder die Kraftstoffbehälter sind mit dem angegebenen Prüfkraftstoff zu füllen. Wenn der in den Kraftstoffbehältern vorhandene Kraftstoff den Vorschriften des Absatzes **1.2.4.6** dieses Unteranhangs nicht entspricht, ist der vorhandene Kraftstoff vor dem Befüllen abzulassen. Die Kraftstoffverdunstungsanlage darf nicht übermäßig gespült oder beladen werden.

1.2.6.2. Aufladen der wiederaufladbaren Energiespeichersysteme

Vor dem Vorkonditionierungsprüfzyklus sind die wiederaufladbaren Energiespeichersysteme vollständig aufzuladen. Auf Anfrage des Herstellers kann die Aufladung vor der Vorkonditionierung ausgelassen werden. Die wiederaufladbaren Energiespeichersysteme dürfen vor der amtlichen Prüfung nicht erneut aufgeladen werden.

1.2.6.3. Das Fahrzeug wird in die Prüfkammer gebracht und die in den Absätzen **1.2.6.3.1** bis einschließlich **1.2.6.3.9** aufgeführten Prüfvorgänge werden durchgeführt.

1.2.6.3.1. Das Fahrzeug wird (entweder fahrend oder schiebend) auf einen Rollenprüfstand gebracht und während der anwendbaren WLTC-Zyklen betrieben. Das Fahrzeug muss nicht kalt sein und kann zur Einstellung der Bremslast des Rollenprüfstands verwendet werden.

1.2.6.3.2. Die Bremslast des Rollenprüfstands ist gemäß den Absätzen **7** und **8** des Unteranhangs **4** einzustellen.

1.2.6.3.3. Während der Vorkonditionierung muss die Temperatur des Prüfraums den Vorgaben für Prüfungen Typ **1** (Absatz **1.2.2.2.1** dieses Unteranhangs) entsprechen.

1.2.6.3.4. Der Reifendruck der Antriebsräder muss gemäß Absatz **1.2.4.5** dieses Unteranhangs eingestellt werden.

1.2.6.3.5. Bei Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotor, die mit Flüssiggas oder Erdgas/Biomethan betrieben werden oder so ausgerüstet sind, dass sie entweder mit Benzin oder mit Flüssiggas oder Erdgas/Biomethan betrieben werden können, muss das Fahrzeug zwischen der Prüfung mit dem ersten und der Prüfung mit dem zweiten gasförmigen Bezugskraftstoff erneut vorkonditioniert werden (vor der Prüfung mit dem zweiten Bezugskraftstoff).

1.2.6.3.6. Zu Vorkonditionierung ist der anwendbare WLTC-Zyklus zu fahren. Das Anlassen des Motors und die Fahrt erfolgen gemäß Absatz **1.2.6.4** dieses Unteranhangs.

Der Prüfstand ist gemäß Unteranhang **4** einzustellen.

1.2.6.3.7. Auf Anfrage des Herstellers oder der Genehmigungsbehörde können zusätzliche WLTC-Zyklen durchgeführt werden, um das Fahrzeug und sein Steuerungssystem in einen stabilisierten Zustand zu bringen.

1.2.6.3.8. Das Ausmaß einer solchen zusätzlichen Vorkonditionierung ist in allen einschlägigen Prüfberichten zu berücksichtigen.

1.2.6.3.9. Bei einer Prüfeinrichtung, bei der die Ergebnisse einer Prüfung an einem Fahrzeug mit niedrigem Partikelaustritt durch Emissionsrückstände von einer vorangegangenen Prüfung an einem Fahrzeug mit hohem Partikelaustritt verfälscht werden könnten, wird empfohlen, zur Vorkonditionierung der Probenahmereinrichtung einen **20**-minütigen Fahrzyklus unter stationären Bedingungen bei **120** km/h mit einem Fahrzeug mit niedrigem Partikelaustritt zu fahren. Falls erforderlich, ist eine längere Laufzeit und/oder eine Laufzeit bei höherer Geschwindigkeit für die Vorkonditionierung der Probenahmereinrichtung zulässig. Hintergrund-Messungen im Verdünnungskanal sind nach der Vorkonditionierung des Kanals und vor einer anschließenden Fahrzeugprüfung vorzunehmen.

1.2.6.4. Der Antriebsstrang ist mit den vorgesehenen Anlasshilfen nach den Anweisungen des Herstellers anzulassen.

Sofern nicht anders spezifiziert, ist ein nicht im Fahrzeug ausgelöster Betriebsmoduswechsel während der Prüfung nicht zulässig.

1.2.6.4.1. Kann der Anlassvorgang nicht erfolgreich ausgelöst werden (kann der Motor z. B. nicht wie erwartet angelassen werden oder gibt das Fahrzeug eine entsprechende Fehlermeldung aus), ist die Prüfung ungültig. Die Vorkonditionierungsprüfungen müssen in diesem Fall wiederholt und eine neue Prüfung gefahren werden.

1.2.6.4.2. Der Fahrzyklus beginnt mit dem Auslösen des Anlassvorgangs.

1.2.6.4.3. Wird als Kraftstoff Flüssiggas oder Erdgas/Biomethan verwendet, dann darf der Motor mit Benzin angelassen werden, bevor nach einer vorher festgelegten Zeitdauer, die der Fahrzeugführer nicht verändern kann, automatisch auf Flüssiggas oder Erdgas/Biomethan umgeschaltet wird.

1.2.6.4.4. Befindet sich das Fahrzeug im Stillstand bzw. im Leerlauf, müssen die Bremsen mit entsprechender Kraft betätigt werden, um zu verhindern, dass sich die Antriebsräder drehen.

1.2.6.4.5. Zur Beurteilung der tatsächlichen Fahrgeschwindigkeit wird die Geschwindigkeit als Funktion der Zeit während der Prüfung gemessen oder mit Hilfe des Datenerfassungssystems bei einer Frequenz von mindestens **1** Hz aufgezeichnet.

1.2.6.4.6. Die vom Fahrzeug tatsächlich zurückgelegte Fahrstrecke ist in allen einschlägigen Prüfblättern für jede WLTC-Phase zu berücksichtigen.

1.2.6.5. Verwendung des Getriebes

1.2.6.5.1. Handschaltgetriebe

Es sind die Vorgaben für Gangschaltungen in Unteranhang **2** zu beachten. Nach Unteranhang **8** geprüfte Fahrzeuge sind gemäß Absatz **1.5**. dieses Unteranhangs zu fahren.

Bei Fahrzeugen, bei denen die für den anwendbaren WLTC-Zyklus vorgeschriebenen Beschleunigungs- und Höchstgeschwindigkeitswerte nicht erreicht werden, muss das Gaspedal voll durchgetreten bleiben, bis die Werte der vorgeschriebenen Fahrkurve erneut erreicht sind. Verletzungen der Geschwindigkeitskurve unter diesen Umständen dürfen eine Prüfung nicht ungültig machen. Abweichungen vom Fahrzyklus sind in allen einschlägigen Prüfblättern zu berücksichtigen.

1.2.6.5.1.1. Es gelten die in Absatz **1.2.6.6** dieses Unteranhangs angegebenen Toleranzen.

1.2.6.5.1.2. Der Gangwechsel sollte innerhalb von \pm **1,0** Sekunden des vorgeschriebenen Schaltpunkts ausgeführt werden.

1.2.6.5.1.3. Die Kupplung ist innerhalb von \pm **1,0** Sekunden des vorgeschriebenen Kupplungsbetriebspunkts zu betätigen.

1.2.6.5.2. Automatikgetriebe

1.2.6.5.2.1. Fahrzeuge mit Automatikgetriebe sind in der primären Betriebsart zu prüfen. Die Betätigungseinrichtung zur Beschleunigung ist so zu betätigen, dass die Werte der Geschwindigkeitskurve erreicht werden.

1.2.6.5.2.2. Mit einem Automatikgetriebe mit vom Fahrer wählbaren Betriebsarten ausgestattete Fahrzeuge müssen in allen automatischen Schaltmodi für das Vorwärtsfahren die Grenzwertemissionen einhalten. Der Hersteller muss der Genehmigungsbehörde einen entsprechenden Nachweis vorlegen. Auf der Grundlage technischer Unterlagen, die vom Hersteller bereitgestellt werden, und der Zustimmung der Genehmigungsbehörde sind die speziellen vom Fahrer wählbaren Betriebsarten für sehr spezielle begrenzte Zwecke außer Acht zu lassen (z. B. Wartungsmodus, Kriechmodus).

1.2.6.5.2.3. Der Hersteller muss der Genehmigungsbehörde gegenüber nachweisen, dass ein Modus vorhanden ist, der die Anforderungen in Absatz 3.5.9 dieses Anhangs erfüllt. Mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde kann die primäre Betriebsart als alleiniger Modus für die Bestimmung der Grenzwertemissionen, CO₂-Emissionen und des Kraftstoffverbrauchs verwendet werden. Unbeschadet der Existenz einer primären Betriebsart dürfen die Grenzwertemissionen in allen berücksichtigten automatischen Schaltmodi für das Vorwärtsfahren gemäß Absatz 1.2.6.5.2.2 dieses Unteranhangs nicht überschritten werden.

1.2.6.5.2.4. Verfügt das Fahrzeug über keine primäre Betriebsart oder findet die beantragte primäre Betriebsart nicht die Zustimmung der Genehmigungsbehörde, ist das Fahrzeug in der im Hinblick auf die Grenzwertemissionen, CO₂-Emissionen und den Kraftstoffverbrauch günstigsten und ungünstigsten Betriebsart zu prüfen. Die günstigste bzw. ungünstigste Betriebsart ist anhand des Nachweises über die CO₂-Emissionen und den Kraftstoffverbrauch in allen Betriebsarten zu ermitteln. Die CO₂-Emissionen und der Kraftstoffverbrauch sind das arithmetische Mittel der Prüfergebnisse in beiden Modi. Die Ergebnisse für beide Modi sind in allen einschlägigen Prüfberichten zu berücksichtigen. Unbeschadet der Verwendung der günstigsten und ungünstigsten Betriebsart für die Prüfung dürfen die Grenzwertemissionen in allen berücksichtigten automatischen Schaltmodi für das Vorwärtsfahren gemäß Absatz 1.2.6.5.2.2 dieses Unteranhangs nicht überschritten werden.

1.2.6.5.2.5. Es gelten die in Absatz 1.2.6.6 dieses Unteranhangs angegebenen Toleranzen.

Nachdem der Wählhebel in die erste Stellung eingelegt worden ist, darf er während der gesamten Prüfung nicht mehr betätigt werden. Der Wählhebel ist eine Sekunde vor Beginn der ersten Beschleunigung in die erste Stellung einzulegen.

1.2.6.5.2.6. Fahrzeuge mit einem Automatikgetriebe mit manueller Betriebsart sind gemäß Absatz 1.2.6.5.2 dieses Unteranhangs zu prüfen.

1.2.6.6. Geschwindigkeitstoleranzen

Die folgenden Toleranzen zwischen der tatsächlichen Fahrzeuggeschwindigkeit und der vorgeschriebenen Geschwindigkeit der anwendbaren Prüfzyklen sind zulässig: Die Toleranzen dürfen dem Fahrer nicht gezeigt werden:

- a) Oberer Grenzwert: 2,0 km/h über dem höchsten Punkt der Kurve während $\pm 1,0$ Sekunde der gegebenen Zeitspanne
- b) Unterer Grenzwert: 2,0 km/h unter dem niedrigsten Punkt der Kurve während $\pm 1,0$ Sekunde der gegebenen Zeitspanne

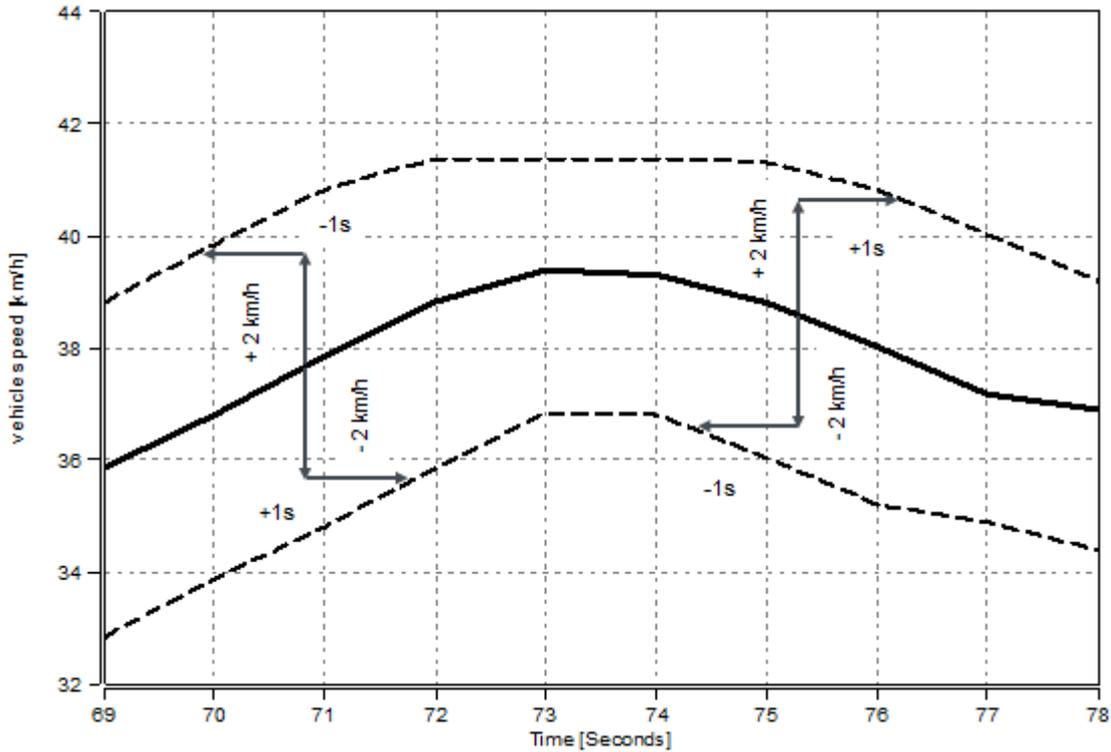
Siehe Abbildung A6/2

Schwankungen der Fahrzeuggeschwindigkeit über die Toleranzen hinaus sind zulässig, wenn sie in keinem Fall länger als eine Sekunde dauern.

Pro Überprüfung darf es nicht mehr als zehn solcher Abweichungen geben.

Abbildung A6/2

Geschwindigkeitstoleranzen



Englisch	Deutsch
Vehicle speed [km/h]	Fahrzeuggeschwindigkeit [km/h]
time [seconds]	Zeit [Sekunden]

1.2.6.7. Beschleunigungen

1.2.6.7.1. Die Betätigungseinrichtung zur Beschleunigung des Fahrzeugs ist so zu betätigen, dass die entsprechenden Geschwindigkeitswerte erreicht werden.

1.2.6.7.2. Das Fahrzeug muss reibungslos und unter Beachtung der repräsentativen Schaltpunkte, Geschwindigkeiten und Verfahren betrieben werden.

1.2.6.7.3. Bei handgeschalteten Getrieben ist die Betätigungseinrichtung zur Beschleunigung nach jedem Schaltvorgang zu lösen. Ferner ist der Schaltvorgang in möglichst kurzer Zeit auszuführen.

1.2.6.7.4. Erreicht das Fahrzeug nicht die Werte gemäß der Geschwindigkeitskurve, muss es mit der maximalen verfügbaren Leistung betrieben werden, bis das Fahrzeug die entsprechende Zielgeschwindigkeit erneut erreicht.

1.2.6.8. Verzögerungen

1.2.6.8.1. Während Verzögerungen des Zyklus muss der Fahrer die Betätigungseinrichtung zur Beschleunigung deaktivieren. Die Kupplung darf jedoch bis zum in Absatz 4 Buchstabe c des Unteranhangs 2 festgelegten Zeitpunkt nicht manuell ausgerückt werden.

1.2.6.8.1.1. Verzögert das Fahrzeug schneller als von der Geschwindigkeitskurve vorgeschrieben, muss die Betätigungseinrichtung zur Beschleunigung so betätigt werden, dass die Übereinstimmung mit der vorgeschriebenen Geschwindigkeit wiederhergestellt wird.

1.2.6.8.1.2. Verzögert das Fahrzeug zu langsam, um der vorgesehenen Verzögerung zu entsprechen, müssen die Bremsen betätigt werden, damit die Übereinstimmung mit der vorgeschriebenen Geschwindigkeit wiederhergestellt wird.

1.2.6.9. Unerwarteter Motorstillstand

1.2.6.9.1. Bei einem unerwarteten Motorstillstand ist die Vorkonditionierung bzw. die Prüfung Typ 1 für ungültig zu erklären.

1.2.6.10. Nach Abschluss des Zyklus ist der Motor abzuschalten. Das Fahrzeug darf erst zu Beginn derjenigen Prüfung, für die es vorkonditioniert wurde, wieder gestartet werden.

1.2.7. Abkühlung

1.2.7.1. Nach der Vorkonditionierung und vor der Prüfung ist das Prüffahrzeug in einem Bereich abzustellen, in denen die in Absatz 1.2.2.2.2 dieses Unteranhangs festgelegten Umgebungsbedingungen herrschen.

1.2.7.2. Das Fahrzeug muss mindestens sechs Stunden und höchstens 36 Stunden lang mit offener oder geschlossener Motorabdeckung abgekühlt werden. Falls nicht durch spezifische Bestimmungen für einen bestimmten Fahrzeugtyp ausgeschlossen, kann das Fahrzeug auf die Solltemperatur abgekühlt werden. Wird die Abkühlung durch Ventilatoren beschleunigt, dann müssen die Ventilatoren so aufgestellt werden, dass die Kraftübertragung, der Motor und das Abgasnachbehandlungssystem am stärksten und einheitlich gekühlt werden.

1.2.8. Überprüfung der Emissionen und des Kraftstoffverbrauchs (Prüfung Typ 1)

1.2.8.1. Die Prüfkammer muss zu Beginn der Prüfung eine Temperatur von $23\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ haben (gemessen bei einer Mindestfrequenz von 1 Hz). Die Temperatur des Motoröls und, falls vorhanden, des Kühlmittels entspricht mit einer Toleranz von $\pm 2\text{ °C}$ dem Sollwert von 23 °C .

1.2.8.2. Das Prüffahrzeug ist auf den Leistungsprüfstand zu schieben.

1.2.8.2.1. Die Antriebsräder des Fahrzeugs sind ohne Anlassen des Motors auf den Prüfstand zu bringen.

1.2.8.2.2. Der jeweilige Reifendruck der Antriebsräder muss gemäß den Bestimmungen in Absatz **1.2.4.5** dieses Unteranhangs eingestellt werden.

1.2.8.2.3. Die Motorraumabdeckung muss geschlossen sein.

1.2.8.2.4. Unmittelbar nach Anlassen des Motors ist ein Abgasverbindungsrohr am (an den) Auspuffrohr(en) des Fahrzeugs anzubringen.

1.2.8.3. Anlassen des Antriebsstrangs und Fahrt

1.2.8.3.1. Der Antriebsstrang ist mit den vorgesehenen Anlasshilfen nach den Anweisungen des Herstellers anzulassen.

1.2.8.3.2. Das Fahrzeug ist gemäß den Angaben in den Absätzen **1.2.6.4** bis einschließlich **1.2.6.10** dieses Unteranhangs über den anwendbaren WLTC-Zyklus wie in Unteranhang **1** beschrieben zu fahren.

1.2.8.4. Für jeden WLTC-Zyklus ist nach Anlage **2** dieses Unteranhangs eine Messung der RCB-Daten vorzunehmen.

1.2.8.5. Die tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit wird bei einer Frequenz von **10** Hz gemessen. Zudem sind die in Absatz **7** des Unteranhangs **7** beschriebenen Fahrkurvenindizes zu berechnen und zu dokumentieren.

1.2.9. Gasprobenahme

Gasproben sind in Beuteln zu sammeln; die Verbindungen sind am Ende der Prüfung bzw. einer Prüfphase zu analysieren. Die Analyse kann auch fortlaufend erfolgen und in den Zyklus integriert werden.

1.2.9.1. Im Vorfeld zu jeder Prüfung sind die folgenden Schritte zu unternehmen.

1.2.9.1.1. Die luftleer gemachten und gespülten Probenahmebeutel sind mit den Probennahmesystemen für verdünntes Abgas und Verdünnungsluft zu verbinden.

1.2.9.1.2. Die Messgeräte sind gemäß den Anweisungen des Geräteherstellers einzuschalten.

1.2.9.1.3. Der CVS-Wärmetauscher (falls installiert) muss auf die in Absatz **3.3.5.1** des Unteranhangs **5** festgelegte Prüfbetriebstemperatur unter Berücksichtigung der Toleranz vorgewärmt bzw. vorgekühlt werden.

1.2.9.1.4. Bauteile wie Probenahmeleitungen, Filter, Kühler und Pumpen sind wie gefordert auf eine stabile Betriebstemperatur zu erwärmen bzw. zu kühlen.

1.2.9.1.5. Der CVS-Durchsatz ist gemäß Absatz **3.3.4** des Unteranhangs **5** und der Probendurchsatz auf ein angemessenes Niveau einzustellen.

1.2.9.1.6. Alle elektronischen Integrationsgeräte sind auf null einzustellen. Vor Beginn einer Zyklusphase können sie erneut auf null eingestellt werden.

1.2.9.1.7. Bei allen kontinuierlichen Gasanalysatoren sind die entsprechenden Messbereiche auszuwählen. Diese dürfen während einer Prüfung nur dann verändert werden, wenn dies über eine

Änderung der Kalibrierung, in der die digitale Auflösung des Geräts angewendet wird, erfolgt. Die Verstärkung der analogen Operationsverstärker eines Analysators darf während einer Prüfung nicht verändert werden.

1.2.9.1.8. Alle kontinuierlichen Gasanalysatoren sind auf null einzustellen und anhand von Gasen, die die Anforderungen aus Absatz **6** des Unteranhangs **5** erfüllen, zu kalibrieren.

1.2.10. Probenahme zur Bestimmung der Partikelmasse

1.2.10.1. Vor jeder Prüfung sind die in den Absätzen **1.2.10.1.1** bis einschließlich **1.2.10.1.2.3** dieses Unteranhangs beschriebenen Schritte zu ergreifen.

1.2.10.1.1. Auswahl der Filter

1.2.10.1.1.1. Während des gesamten anwendbaren WLTC-Zyklus ist ein einzelner Partikel-Probenahmefilter ohne Nachfilter zu verwenden. Um regionale Zyklusvariationen zu kompensieren, kann für die ersten drei Phasen ein Einfachfilter und für die vierte Phase ein separater Filter verwendet werden.

1.2.10.1.2. Vorbereitung der Filter

1.2.10.1.2.1. Wenigstens eine Stunde vor der Prüfung ist der Filter in einer Petrischale, die gegen Staubkontamination geschützt ist und einen Luftaustausch ermöglicht, zur Stabilisierung in eine Wägekammer (bzw. einen Wägeraum) zu bringen.

Nach der Stabilisierungsphase ist der Filter zu wägen und sein Gewicht ist in allen einschlägigen Prüfblättern zu berücksichtigen. Dann ist der Filter in einer verschlossenen Petrischale oder einem abgedichteten Filterhalter bis zur Verwendung aufzubewahren. Der Filter ist binnen acht Stunden nach seiner Entnahme aus der Wägekammer (bzw. dem Wägeraum) zu verwenden.

Der Filter ist binnen einer Stunde nach der Prüfung wieder in den Stabilisierungsraum zu bringen und vor dem Wägen mindestens eine Stunde lang zu konditionieren.

1.2.10.1.2.2. Der Partikel-Probenahmefilter ist vorsichtig in den Filterhalter einzusetzen. Der Filter darf nur mit einer Pinzette oder einer Zange gehandhabt werden. Eine grobe Handhabung des Filters resultiert in einer fehlerhaften Gewichtsbestimmung. Der Filterhalter ist in eine Probenahmeleitung einzusetzen, in der kein Durchfluss vorhanden ist.

1.2.10.1.2.3. Es wird empfohlen, die Mikrowaage zu Beginn jedes Wägedurchgangs, innerhalb von **24** Stunden nach der Wägung der Probe, mit einem Referenzgewicht von ungefähr **100** mg zu überprüfen. Dieses Gewicht ist dreimal zu wägen und das arithmetische Durchschnittsergebnis ist in allen einschlägigen Prüfblättern zu berücksichtigen. Wenn das arithmetische Durchschnittsergebnis der Wägungen nicht um mehr als ± 5 μg von dem beim vorhergehenden Wägedurchgang ermittelten Ergebnis abweicht, sind die Ergebnisse des Wägedurchgangs und die Waage als zuverlässig anzusehen.

1.2.11. Probenahme der Partikelzahl

1.2.11.1. Vor jeder Prüfung sind die in den Absätzen **1.2.11.1.1** bis einschließlich **1.2.11.1.2** dieses Unteranhangs beschriebenen Schritte zu ergreifen.

1.2.11.1.1. Das Verdünnungssystem und die Einrichtung zur Messung der Partikelzahl sind einzuschalten und für die Probenahme vorzubereiten.

1.2.11.1.2. Das einwandfreie Funktionieren des Partikelzählers und der Teile des Entferners flüchtiger Partikel, der zu dem Partikel-Probenahmesystem gehört, ist nach den in den Absätzen **1.2.11.1.2.1** bis einschließlich **1.2.11.1.2.4** dieses Unteranhangs aufgeführten Verfahren zu bestätigen.

1.2.11.1.2.1. Eine Dichtigkeitsprüfung anhand eines Filters mit geeigneter Leistungsstärke, der an die Einlassöffnung des gesamten Partikel-Probenahmesystems (Entferner flüchtiger Partikel und Partikelzähler) angebracht wird, muss eine gemessene Konzentration von weniger als **0,5** Partikeln pro cm³ ergeben.

1.2.11.1.2.2. Täglich wird der Partikelzähler einer Nullzählung anhand eines Filters mit geeigneter Leistungsstärke, der an der Einlassöffnung des Partikelzählers angebracht wird, unterzogen. Diese Nullzählung muss eine Konzentration von \leq **0,2** Partikeln pro cm³ ergeben. Nach dem Entfernen des Filters muss der Partikelzähler einen Anstieg der gemessenen Konzentration auf mindestens **100** Partikel pro cm³ anzeigen, wenn Umgebungsluft entnommen wird, und wenn der Filter erneut angebracht worden ist, muss der Messwert auf \leq **0,2** Partikel pro cm³ zurückgehen.

1.2.11.1.2.3. Es muss gewährleistet sein, dass das Messsystem anzeigt, dass das Verdampfungsrohr, wenn vorhanden, seine vorgeschriebene Betriebstemperatur erreicht hat.

1.2.11.1.2.4. Es muss gewährleistet sein, dass das Messsystem anzeigt, dass der Partikelanzahlverdünner PND₁ seine vorgeschriebene Betriebstemperatur erreicht hat.

1.2.12. Probenahme während der Prüfung

1.2.12.1. Das Verdünnungssystem, die Probenahmepumpen und das System zur Datenerhebung sind einzuschalten.

1.2.12.2. Das Partikelmasse- und Partikelzahl-Probenahmesystem sind einzuschalten.

1.2.12.3. Die Partikelzahl ist kontinuierlich zu messen. Die arithmetische Durchschnittskonzentration ist durch Integration der Analysatorsignale während jeder Phase zu bestimmen.

1.2.12.4. Die Probenahme beginnt vor oder mit dem Auslösen des Anlassvorgangs und endet nach Abschluss des letzten Zyklus.

1.2.12.5. Probenahmeumschaltung

1.2.12.5.1. Gasförmige Emissionen

1.2.12.5.1.1. Die Probenahme aus dem verdünnten Abgas und der Verdünnungsluft ist gegebenenfalls am Ende jeder Phase des anwendbaren, zu fahrenden WLTC-Zyklus von einem Paar Sammelbeutel auf darauffolgende Beutelpaare umzuschalten.

1.2.12.5.2. Partikel

1.2.12.5.2.1. Es gelten die Anforderungen des Absatzes **1.2.10.1.1.1** dieses Unteranhangs.

1.2.12.6. Die auf dem Prüfstand zurückgelegte Fahrstrecke ist in allen einschlägigen Prüfblättern für jede Phase zu berücksichtigen.

1.2.13. Beendigung der Prüfung

1.2.13.1. Der Motor ist unmittelbar nach Abschluss des letzten Teils der Prüfung abzuschalten.

1.2.13.2. Die Probenahmeeinrichtung mit konstantem Volumen (CVS) und die Hauptdurchsatzpumpe sind auszuschalten. Außerdem ist der Abgasschlauch vom Auspuff des Fahrzeugs zu trennen.

1.2.13.3. Das Fahrzeug kann vom Prüfstand genommen werden.

1.2.14. Nach der Prüfung durchzuführende Verfahren

1.2.14.1. Überprüfung des Gasanalysators

1.2.14.1.1. Die Anzeigewerte für das Null- und das Kalibriergas der bei der kontinuierlichen Messung verwendeten Analysatoren sind zu überprüfen. Die Prüfergebnisse sind gültig, wenn die Differenz zwischen den vor und nach der Prüfung erreichten Messergebnissen weniger als **2** % des Wertes für das Kalibriergas beträgt.

1.2.14.2. Analyse der Sammelbeutel

1.2.14.2.1. Die Analyse der in dem Beutel enthaltenen Abgase und der Verdünnungsluft ist so bald wie möglich vorzunehmen. Abgase sind in jedem Fall spätestens **30** Minuten nach Ende der Zyklusphase zu analysieren.

Die Reaktionszeit der Gasverbindungen in den Beuteln ist zu berücksichtigen.

1.2.14.2.2. Sobald dies vor der Analyse praktisch möglich ist, wird die Analysatoranzeige auf der Skala, die für den jeweiligen Schadstoff verwendet wird, mit dem entsprechenden Nullgas in Nullstellung gebracht.

1.2.14.2.3. Die Kalibrierkurven der Analysatoren werden mit Justiergasen eingestellt, die Nennkonzentrationen zwischen **70** % und **100** % des Skalenendwerts für die jeweilige Skala aufweisen.

1.2.14.2.4. Anschließend wird die Nullstellung der Analysatoren erneut überprüft. Weicht ein abgelesener Wert um mehr als **2** % des Skalenendwerts von dem Wert ab, der bei der unter Absatz **1.2.14.2.2** dieses Unteranhangs vorgeschriebenen Einstellung erreicht wurde, ist der Vorgang für den entsprechenden Analysator zu wiederholen.

1.2.14.2.5. Anschließend sind die Proben zu analysieren.

1.2.14.2.6. Nach der Analyse werden Nullpunkt und Kalibrierpunkt mit den gleichen Gasen überprüft. Weichen diese Werte nicht um mehr als **2** % von denen der Kalibriergase ab, ist die Analyse als gültig anzusehen.

1.2.14.2.7. Die Durchsätze durch die Analysatoren und die Drücke der einzelnen Gase müssen die gleichen sein wie bei der Kalibrierung der Analysatoren.

1.2.14.2.8. Der Gehalt der jeweiligen gemessenen Verbindungen sind in allen einschlägigen Prüfblättern nach Stabilisierung des Messgeräts zu berücksichtigen.

1.2.14.2.9. Gegebenenfalls ist die Masse und Anzahl sämtlicher Emissionen gemäß Unteranhang 7 zu berechnen.

1.2.14.2.10. Die Kalibrierungen und Prüfungen erfolgen entweder:

a) vor und nach jeder Beutelpaaranalyse oder

b) vor und nach der vollständigen Prüfung.

Im Fall von Punkt b sind die Kalibrierungen und Prüfungen für alle Analysatoren und alle während der Prüfung verwendeten Messbereiche vorzunehmen.

In beiden Fällen a und b ist derselbe Messbereich des Analysators für die entsprechende Umgebungsluft und die Abgasbeutel zu verwenden.

1.2.14.3. Wägung des Partikel-Probenahmefilters

1.2.14.3.1. Der Partikel-Probenahmefilter ist spätestens eine Stunde nach Abschluss der Prüfung wieder in die Wägekammer (bzw. den Wägeraum) zu bringen und wenigstens eine Stunde lang in einer Petrischale, die gegen Staubkontamination geschützt ist und einen Luftaustausch ermöglicht, zu konditionieren und dann zu wägen. Das Bruttogewicht der Filter ist in allen einschlägigen Prüfblättern zu berücksichtigen.

1.2.14.3.2. Mindestens zwei unbenutzte Vergleichsfilter sind innerhalb von acht Stunden nach dem Wägen der Probenahmefilter, möglichst aber zur gleichen Zeit wie diese, zu wägen. Die Vergleichsfilter müssen dieselbe Größe haben und aus demselben Material bestehen wie die Probenahmefilter.

1.2.14.3.3. Wenn sich das individuelle Gewicht eines Vergleichsfilters zwischen den Wägungen des Probenahmefilters um mehr als $\pm 5 \mu\text{g}$ verändert, sind der Probenahmefilter und die Vergleichsfilter in der Wägekammer (bzw. im Wägeraum) erneut zu konditionieren und anschließend erneut zu wägen.

1.2.14.3.4. Der Vergleich der Bezugsfilterwägungen erfolgt zwischen den spezifischen Gewichten und dem fortlaufenden arithmetischen Durchschnitt der spezifischen Gewichte dieses Bezugsfilters. Der fortlaufende arithmetische Durchschnitt wird aus den spezifischen Gewichten berechnet, die in dem Zeitraum festgestellt wurden, nachdem die Bezugsfilter in die Wägekammer (bzw. in den Wägeraum) gebracht wurden. Der durchschnittliche Zeitraum beträgt mindestens einen Tag, jedoch nicht mehr als 15 Tage.

1.2.14.3.5. Mehrfache Konditionierungen und erneute Wägungen der Probenahme- und Bezugsfilter sind zulässig nach der Messung der Gase in der Emissionsprüfung, bis ein Zeitraum von 80 Stunden abgelaufen ist. Erfüllen vor oder am 80-Stundenzeitpunkt mehr als die Hälfte der Bezugsfilter das Kriterium von $\pm 5 \mu\text{g}$, dann ist die Wägung des Probenahmefilters gültig. Werden am 80-Stundenzeitpunkt zwei Bezugsfilter verwendet und ein Filter erfüllt nicht das Kriterium von $\pm 5 \mu\text{g}$, dann ist die Wägung des Probenahmefilters unter der Bedingung gültig, dass die absoluten Unterschiede zwischen spezifischen und fortlaufenden Mittelwerten der beiden Bezugsfilter höchstens $10 \mu\text{g}$ betragen.

1.2.14.3.6. Erfüllen weniger als die Hälfte der Bezugsfilter das Kriterium von $\pm 5 \mu\text{g}$, dann ist der Probenahmefilter zu verwerfen und die Emissionsprüfung ist zu wiederholen. Alle Bezugsfilter sind zu verwerfen und innerhalb von 48 Stunden auszutauschen. In allen anderen Fällen sind die Bezugsfilter mindestens alle 30 Tage so auszutauschen, dass kein Probenahmefilter ohne Vergleich mit einem Bezugsfilter, der mindestens einen Tag in der Wägekammer (bzw. im Wägeraum) war, gewogen wird.

1.2.14.3.7. Werden die in Absatz 4.2.2.1 des Unteranhangs 5 enthaltenen Kriterien für die Wägekammer (bzw. den Wägeraum) nicht erfüllt, während die Wägungen der Bezugsfilter die oben genannten Kriterien erfüllen, kann der Fahrzeughersteller die Gewichte der Probenahmefilter akzeptieren oder die Prüfungen für ungültig erklären, die Wägekammer (bzw. den Wägeraum) reparieren und die Prüfung erneut durchführen.

Unteranhang 6 – Anlage 1

Verfahren für die Emissionsprüfung für alle mit periodisch arbeitenden Regenerationssystemen ausgestatteten Fahrzeuge

1. Allgemeines

1.1. In dieser Anlage werden die speziellen Vorschriften für die Prüfung eines mit periodisch arbeitenden Regenerationssystemen ausgestatteten Fahrzeugs nach Absatz 3.8.1 dieses Anhangs festgelegt.

Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde kann der Hersteller ein alternatives Verfahren für den Nachweis der Gleichwertigkeit entwickeln, z. B. unter Rückgriff auf Filtertemperatur, Ladungswert und gefahrene Strecke. Diese Prüfungen können auf dem Motorprüfstand oder auf dem Rollenprüfstand durchgeführt werden.

Als Alternative zur Durchführung der in dieser Anlage festgelegten Prüfungen kann ein fester K_i -Wert von 1,05 für den CO_2 - und Kraftstoffverbrauch verwendet werden.

1.2. Während der Zyklen, in denen eine Regeneration erfolgt, brauchen die Emissionsgrenzwerte nicht beachtet zu werden. Erfolgt eine periodische Regeneration mindestens einmal während einer Prüfung Typ 1, nachdem sie bereits mindestens einmal während des Zyklus zur Vorbereitung des Fahrzeugs erfolgt ist, ist kein spezielles Prüfverfahren erforderlich. In diesem Fall findet diese Anlage keine Anwendung.

1.3. Die Vorschriften dieser Anlage gelten nur für Messungen der Partikelemission und nicht für Messungen der Zahl emittierter Partikel.

1.4. Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde wird das spezielle Prüfverfahren für periodisch arbeitende Regenerationssysteme bei einer Regenerationseinrichtung nicht angewandt, wenn der Hersteller Daten vorlegt, nach denen die Emissionsgrenzwerte für die betreffende Fahrzeugklasse während der Zyklen, in denen die Regeneration erfolgt, nicht überschritten werden.

1.5. Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde kann die Höchstwertphase bei der Bestimmung des regenerativen Faktors K_i für Fahrzeuge der Klasse **2** und Klasse **3** ausgeschlossen werden.

2. Prüfverfahren

Das Prüffahrzeug muss über die Möglichkeit verfügen, den Regenerationsvorgang zu verhindern oder zu ermöglichen, allerdings darf dies keine Auswirkungen auf die ursprüngliche Motoreinstellung haben. Die Verhinderung des Regenerationsvorgangs ist nur zulässig während der Beladung des Regenerationssystems und während der Vorkonditionierungszyklen. Bei der Messung der Emissionen während der Regenerationsphase ist es nicht zulässig. Die Emissionsprüfung ist mit dem unveränderten Steuergerät des Erstausrüsters durchzuführen. Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde kann bei der Bestimmung des K_i -Wertes ein technisches Steuergerät verwendet werden, das keine Auswirkungen auf die ursprüngliche Motoreinstellung aufweist.

2.1. Messungen der Abgasemissionen zwischen zwei WLTC-Zyklen, in denen es zu Regenerationsvorgängen kommt.

2.1.1. Der arithmetische Durchschnittswert der Emissionen zwischen Regenerationsvorgängen und während der Beladung der Regenerationseinrichtung ist aus dem arithmetischen Mittel mehrerer Prüfungen Typ **1**, die (bei mehr als zwei Zyklen) in annähernd gleichem zeitlichem Abstand durchgeführt wurden, zu berechnen. Alternativ kann der Hersteller Daten vorlegen, mit denen er nachweist, dass die Emissionen bei den WLTC-Zyklen zwischen den Regenerationsphasen annähernd konstant (Veränderung max. $\pm 15\%$) bleiben. In diesem Fall können die während der Prüfung Typ **1** gemessenen Emissionswerte verwendet werden. In allen anderen Fällen sind bei mindestens zwei Fahrzyklen der Prüfung Typ **1** Emissionsmessungen durchzuführen, und zwar eine unmittelbar nach der Regeneration (vor der erneuten Beladung) und eine so kurz wie möglich vor einer Regenerationsphase. Alle Emissionsmessungen sind nach den Vorschriften dieses Unteranhangs und alle Berechnungen nach der Vorschriften des Absatzes **3** dieser Anlage durchzuführen.

2.1.2. Der Beladungsvorgang und die Bestimmung des Faktors K_i erfolgen während des Fahrzyklus der Prüfung Typ **1** auf einem Rollenprüfstand oder unter Anwendung eines entsprechenden Prüfzyklus auf einem Motorprüfstand. Diese Zyklen dürfen ohne Unterbrechung durchgeführt werden (d. h. ohne dass der Motor zwischen den Zyklen abgeschaltet werden muss). Nach einer beliebigen Anzahl von Zyklen darf das Fahrzeug vom Rollenprüfstand gefahren werden, und die Prüfung kann später fortgesetzt werden.

2.1.3. Die Anzahl der D-Zyklen zwischen zwei WLTC-Zyklen, in denen es zu Regenerationsvorgängen kommt, die Anzahl der Zyklen, in denen Emissionsmessungen durchgeführt werden (n), und die Messung der Emissionsmasse M'_{sij} jeder einzelnen Verbindung i in jedem Zyklus j sind in alle einschlägigen Prüfblätter aufzunehmen.

2.2. Messung der Emissionen während der Regenerationsvorgänge

2.2.1. Die Vorbereitung des Fahrzeugs für die Emissionsprüfung während einer Regenerationsphase darf, falls erforderlich, je nach dem gewählten Beladungsverfahren nach Absatz **2.1.2** dieses Unteranhangs durch

Vorkonditionierungszyklen nach Absatz 1.2.6 dieses Unteranhangs oder entsprechende Prüfzyklen auf dem Motorprüfstand erfolgen.

2.2.2. Die Prüf- und Fahrzeugbedingungen für die Prüfung Typ 1 gemäß dieser Anlage müssen erfüllt sein, bevor die erste gültige Emissionsprüfung durchgeführt wird.

2.2.3. Während der Vorbereitung des Fahrzeugs darf keine Regeneration erfolgen. Dies kann mithilfe eines der nachstehenden Verfahren erreicht werden:

2.2.3.1. Für die Vorkonditionierungszyklen darf eine Attrappe eines zu regenerierenden Systems oder ein Teilsystem eingebaut werden.

2.2.3.2. Es kann jedes andere Verfahren angewandt werden, auf das sich der Hersteller und die Genehmigungsbehörde geeinigt haben.

2.2.4. Eine Abgasemissionsprüfung mit einem Kaltstart einschließlich eines Regenerationsvorgangs ist gemäß dem anzuwendenden WLTC-Zyklus durchzuführen

2.2.5. Wenn für den Regenerationsvorgang mehr als ein WLTC-Zyklus erforderlich ist, muss jeder Zyklus abgeschlossen werden. Die Verwendung eines einzigen Partikel-Probenahmefilters für mehrere, für den Abschluss der Regeneration erforderliche Zyklen ist zulässig.

2.2.5.1. Sind mehrere WLTC-Zyklen erforderlich, ist der folgende WLTC-Zyklus (sind die folgenden WLTC-Zyklen), ohne dass der Motor abgeschaltet wird, unmittelbar im Anschluss an den vorhergehenden durchzuführen, bis die vollständige Regeneration erfolgt ist. Überschreitet die für mehrere Zyklen erforderliche Anzahl der Behälter für die Emissionen gasförmiger Verbindungen die Anzahl verfügbarer Behälter, muss die für die Vorbereitung einer erneuten Prüfung erforderliche Zeit so kurz wie möglich sein. Während dieser Zeit darf der Motor nicht abgestellt sein.

2.2.6. Die Emissionswerte während der Regeneration M_{ri} für jede einzelne Verbindung i sind nach den Vorschriften des Absatzes 3 dieser Anlage zu berechnen. Die Anzahl der anwendbaren Prüfzyklen d , gemessen während einer vollständigen Regeneration, ist in alle einschlägigen Prüfblätter aufzunehmen.

3. Berechnungen

3.1. Berechnungen der Abgas- und CO_2 -Emissionen sowie des Kraftstoffverbrauchs eines einzelnen Regenerationssystems

$$M_{si} = \frac{\sum_{j=1}^n M'_{sij}}{n} \text{ for } n \geq 1$$

$$M_{ri} = \frac{\sum_{j=1}^d M'_{rij}}{d} \text{ for } d \geq 1$$

$$M_{pi} = \frac{M_{si} \times D + M_{ri} \times d}{D + d}$$

Dabei ist für jede untersuchte Verbindung i :

M'_{sij} die Emissionsmasse der Verbindung i im Prüfzyklus j ohne Regeneration, in g/km;

M'_{rij} die Emissionsmasse der Verbindung i im Prüfzyklus j während der Regeneration, in g/km (falls $d > 1$, wird der erste WLTC-Zyklus nach einem Kaltstart durchgeführt, die folgenden Zyklen werden nach einem Warmstart durchgeführt);

M_{si} die mittlere Emissionsmasse der Verbindung i ohne Regeneration, in g/km;

M_{ri} die mittlere Emissionsmasse der Verbindung i während der Regeneration, in g/km;

M_{pi} die mittlere Emissionsmasse der Verbindung i, in g/km;

n die Anzahl der Prüfzyklen, zwischen zwei Zyklen mit Regenerationsphasen, in denen Emissionsmessungen von WLTC-Zyklen Typ 1 vorgenommen werden, ≥ 1 ;

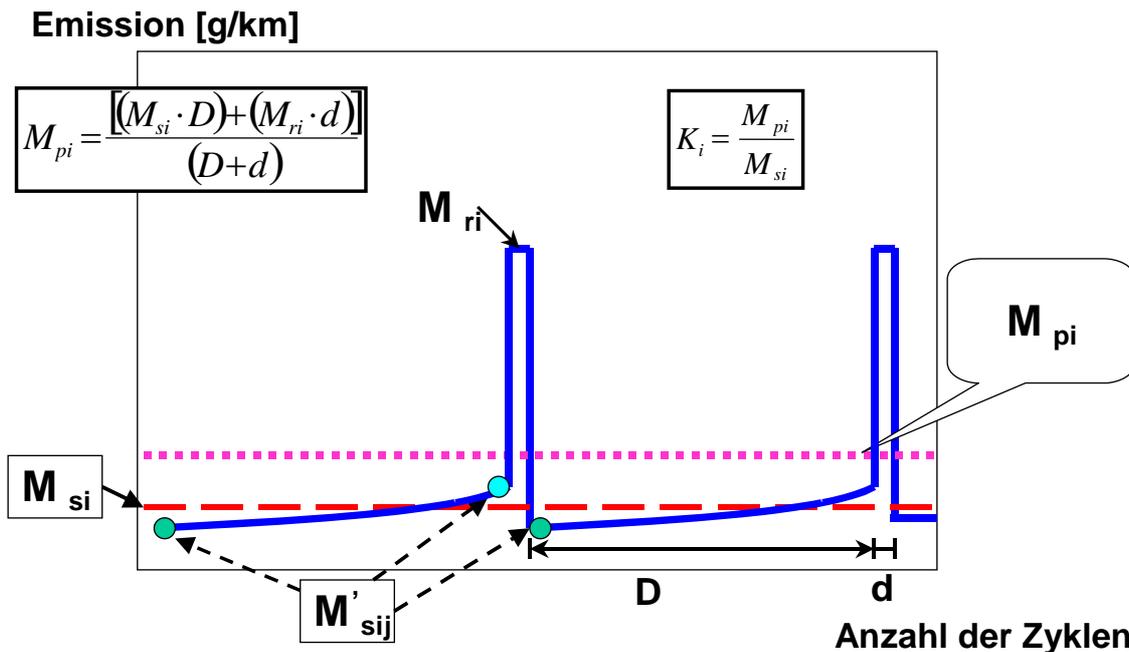
d die Anzahl der für die Regeneration erforderlichen, vollständigen anzuwendenden Prüfzyklen;

D die Anzahl der vollständigen anzuwendenden Prüfzyklen zwischen zwei Zyklen, in denen es zu Regenerationsvorgängen kommt.

Die Berechnung von M_{pi} wird grafisch in Abbildung A6, Anl. 1/1 dargestellt.

Abbildung A6, Anl. 1/1

Größen, die bei der Emissionsprüfung während der Zyklen, in denen eine Regeneration erfolgt, und dazwischen gemessen werden (Beispielschema — die Emissionen in dem Abschnitt D können ansteigen oder abnehmen)



3.1.1. Berechnung des Regenerationsfaktors K_i für jede untersuchte Verbindung i .

Der Hersteller hat die Möglichkeit, für jede Verbindung selbständig entweder zusätzliche Ausgleichs- oder Multiplikationsfaktoren zu bestimmen.

K_i -Faktor: $K_i = \frac{M_{pi}}{M_{si}}$

K_i -Ausgleich: $K_i = M_{pi} - M_{si}$

M_{si} Die Ergebnisse für M_{pi} und K_i sowie der vom Hersteller gewählte Faktortyp sind festzuhalten. Der K_i -Wert ist in allen einschlägigen Prüfberichten zu berücksichtigen. Die M_{si} -, M_{pi} und K_i -Werte sind in alle einschlägigen Prüfblätter aufzunehmen.

K_i kann nach Abschluss einer einzigen Regenerationsfolge bestimmt werden und Messungen vor, während und nach den Regenerationsvorgängen umfassen (siehe Abbildung A6, Anl. 1/1).

3.2. Berechnungen der Abgas- und CO_2 -Emissionen sowie des Kraftstoffverbrauchs mehrerer periodisch arbeitender Regenerationssysteme

Folgende Werte sind zu berechnen für a) einen Fahrzyklus Typ 1 für Grenzwertemissionen und b) für jede Einzelphase für CO₂-Emissionen und Kraftstoffverbrauch.

$$M_{sik} = \frac{\sum_{j=1}^{n_k} M'_{sik,j}}{n_k} \text{ für } n_j \geq 1$$

$$M_{rik} = \frac{\sum_{j=1}^{d_k} M'_{rik,j}}{d_k} \text{ for } d \geq 1$$

$$M_{si} = \frac{\sum_{k=1}^x M_{sik} \times D_k}{\sum_{k=1}^x D_k}$$

$$M_{ri} = \frac{\sum_{k=1}^x M_{rik} \times d_k}{\sum_{k=1}^x d_k}$$

$$M_{pi} = \frac{M_{si} \times \sum_{k=1}^x D_k + M_{ri} \times \sum_{k=1}^x d_k}{\sum_{k=1}^x (D_k + d_k)}$$

$$M_{pi} = \frac{\sum_{k=1}^x (M_{sik} \times D_k + M_{rik} \times d_k)}{\sum_{k=1}^x (D_k + d_k)}$$

K_i -Faktor: $K_i = \frac{M_{pi}}{M_{si}}$

K_i -Ausgleich: $K_i = M_{pi} - M_{si}$

dabei ist:

M_{si} die mittlere Emissionsmasse der Verbindung i bei allen Vorgängen k ohne Regeneration, in g/km;

M_{ri} die mittlere Emissionsmasse der Verbindung i bei allen Vorgängen k während der Regeneration, in g/km;

M_{pi} die mittlere Emissionsmasse der Verbindung i bei allen Vorgängen k, in g/km;

M_{sik} die mittlere Emissionsmasse der Verbindung i bei Vorgang k ohne Regeneration, in g/km;

M_{rik} die mittlere Emissionsmasse der Verbindung i bei Vorgang k während der Regeneration, in g/km;

M'_{sik,j} die mittlere Emissionsmasse der Verbindung i bei Vorgang k ohne Regeneration, gemessen an Punkt j, wobei $1 \leq j \leq n_k$, in g/km;

M'_{rik,j} die Emissionsmasse der Verbindung i bei Vorgang k während der Regeneration (falls $j > 1$, wird der erste Zyklus der Prüfung Typ 1 nach einem Kaltstart durchgeführt, die folgenden Zyklen werden nach einem Warmstart durchgeführt) gemessen im Prüfzyklus j, wobei $1 \leq j \leq d_k$, in g/km;

n_k die Anzahl vollständiger Prüfzyklen des Vorgangs k , zwischen zwei Zyklen, in denen Regenerationsphasen auftreten, in denen Emissionsmessungen (WLTC-Zyklen Typ 1 oder entsprechende Prüfzyklen auf dem Motorprüfstand) durchgeführt werden, ≥ 2 ;

d_k die Anzahl der für eine vollständige Regeneration erforderlichen, vollständigen anzuwendenden Prüfzyklen des Vorgangs k ;

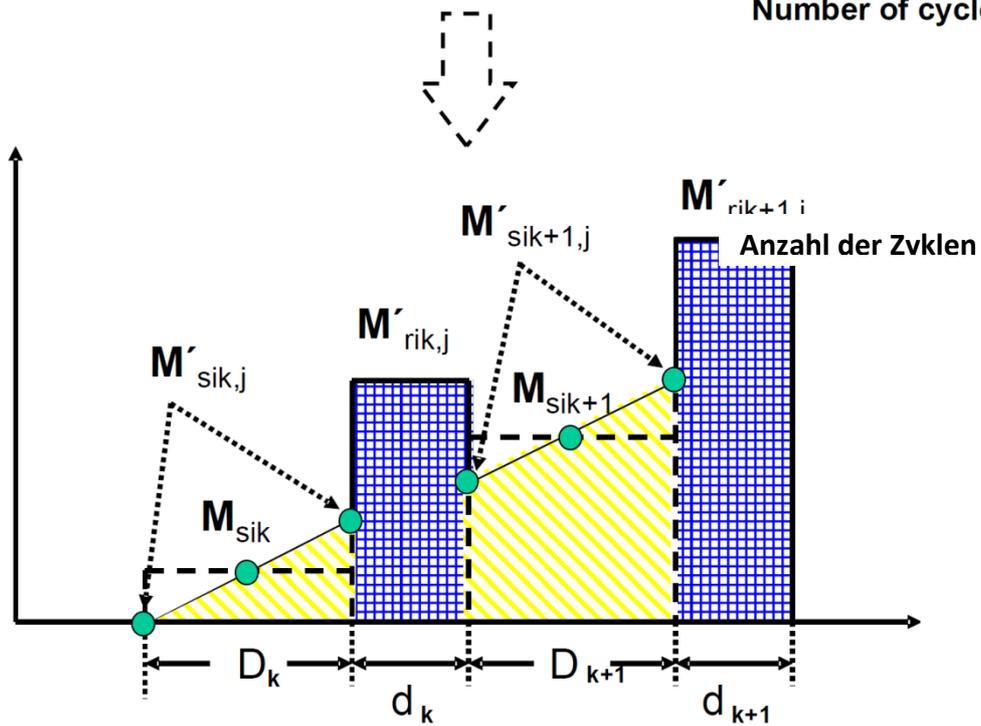
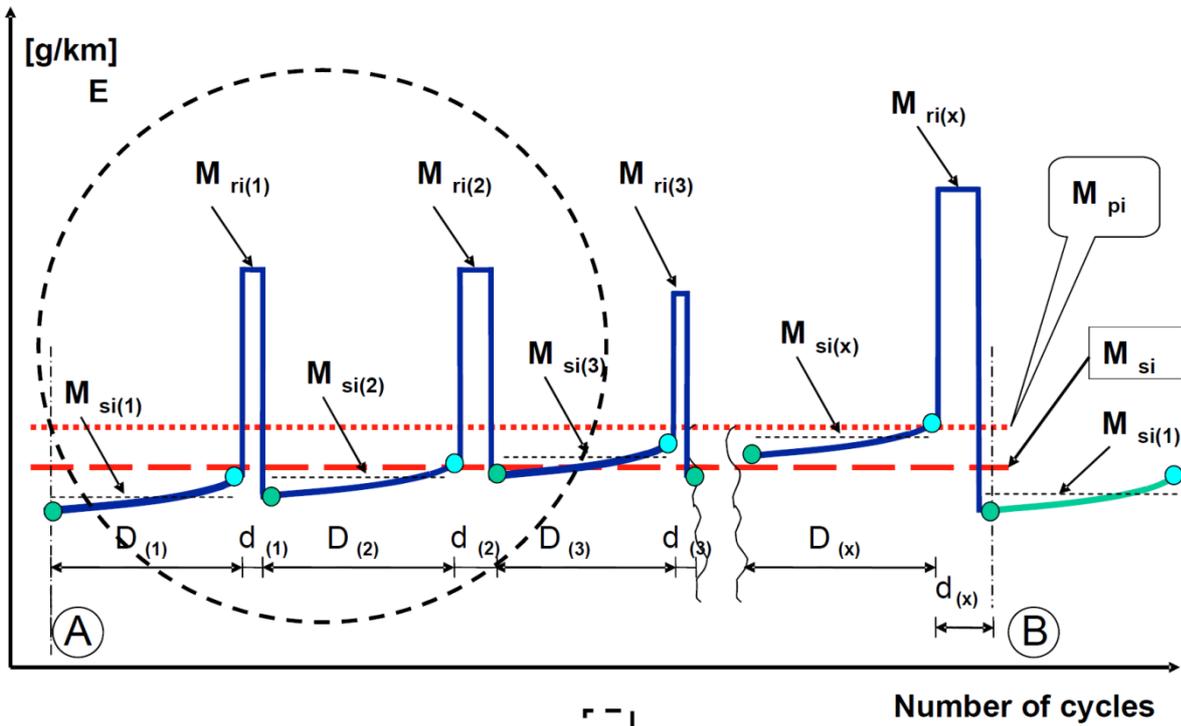
D_k die Anzahl der vollständigen anzuwendenden Prüfzyklen des Vorgangs k zwischen zwei Zyklen, in denen es zu Regenerationsvorgängen kommt;

x die Anzahl der vollständigen Regenerationsvorgänge.

Die Berechnung von M_{pi} wird grafisch in Abbildung A6, Anl. 1/2 dargestellt.

Abbildung A6, Anl. 2/1

Größen, die bei der Emissionsprüfung während der Zyklen, in denen eine Regeneration erfolgt, und dazwischen gemessen werden (Beispielschema)



Der Faktor K_i kann für Systeme mit mehrfach periodischer Regeneration erst nach einer bestimmten Anzahl von Regenerationen für jedes System berechnet werden.

Nach Anwendung des gesamten Verfahrens (A bis B, siehe Abbildung A6, Anl. 1/2) sollten die ursprünglichen Ausgangsbedingungen A wieder erreicht werden.

Unteranhang 6 – Anlage 2

Prüfverfahren für die Stromzufuhrsystemüberwachung

1. Allgemeines

Bei der Prüfung von NOVC-HEV und OVC-HEV gelten die Bestimmungen von Unteranhang 8 Anlage 2 und 3.

In dieser Anlage werden die speziellen Vorschriften für die Korrektur der Prüfergebnisse für die CO₂-Emissionsmasse als Funktion der Energiebilanz ΔE_{REESS} für alle REESS festgelegt.

Die korrigierten Werte der CO₂-Emissionsmasse müssen einer Energiebilanz von Null ($\Delta E_{\text{REESS}} = 0$) entsprechen; sie werden mit Hilfe eines Korrekturkoeffizienten korrigiert, der entsprechend den nachstehenden Angaben bestimmt wird.

2. Messausrüstung und Geräte

2.1. Strommessung

Die Erschöpfung des REESS wird als negativer Strom definiert.

2.1.1. Der Strom des REESS ist während der Prüfung mittels eines Stromwandlers in Klemmausführung oder geschlossener Ausführung zu messen. Das Strommesssystem muss den Anforderungen gemäß Tabelle A8/1 entsprechen. Der Stromwandler muss für die Stromspitzen beim Starten des Motors und die Temperaturbedingungen am Messpunkt geeignet sein.

2.1.2. An alle REESS werden Stromwandler an einem direkt an das REESS angeschlossenen Kabel angebracht, die den gesamten Strom der REESS erfassen müssen.

Bei abgeschirmten Drähten sind in Absprache mit der Genehmigungsbehörde geeignete Methoden anzuwenden.

Damit der REESS-Strom mit externen Messgeräten leicht gemessen werden kann, sollten die Hersteller geeignete, sichere und gut zugängliche Anschlusspunkte im Fahrzeug vorsehen. Ist dies nicht machbar, muss der Hersteller die Genehmigungsbehörde bei einem auf die oben beschriebene Weise gestalteten Anschluss eines Stromwandlers an die mit dem REESS verbundenen Kabel unterstützen.

2.1.3. Die während der Dauer der Prüfung gemessenen Stromwerte sind bei einer Mindestfrequenz von 20 Hz zu integrieren, wodurch sich der Messwert Q, ausgedrückt in Amperestunden (Ah), ergibt. Die während der Dauer der Prüfung gemessenen Stromwerte sind zu integrieren, wodurch sich der Messwert Q, ausgedrückt in Amperestunden (Ah), ergibt. Die Integration kann innerhalb des Strommesssystems erfolgen.

2.2. Bordeigene Fahrzeugdaten

2.2.1. Alternativ kann der REESS-Strom unter Verwendung fahrzeugeigener Daten bestimmt werden. Für die Verwendung dieses Messverfahrens müssen folgende Prüffahrzeugdaten verfügbar sein:

- a) integrierter Ladebilanzwert seit dem letzten Anlassen in Ah;

- b) integrierter bordeigener Ladebilanzwert, berechnet bei einer Mindestfrequenz von 5 Hz;
- c) Ladebilanzwert über den OBD-Anschluss gemäß der Beschreibung in SAE J1962.

2.2.2. Der Hersteller muss der Genehmigungsbehörde die Richtigkeit der bordeigenen Daten zu Auf- und Entladung des REESS nachweisen.

Als Nachweis der Richtigkeit bordeigener Daten zu Auf- und Entladung des REESS kann der Hersteller eine Fahrzeugfamilie für die Zwecke der REESS-Überwachung einrichten. Die Richtigkeit dieser Daten ist anhand eines repräsentativen Fahrzeugs nachzuweisen.

Es gelten folgende Kriterien für die Einstufung in eine Fahrzeugfamilie:

- a) identische Verbrennungsvorgänge (Fremdzündung, Selbstzündung, Zweitakt, Viertakt);
- b) identische Lade- und/oder Rückgewinnungsstrategie (Software-Modul für REESS-Daten);
- c) Verfügbarkeit bordeigener Daten;
- d) identische Ladebilanz, gemessen vom REESS-Datenmodul;
- e) identische bordeigene Ladebilanzsimulation.

3. Korrekturverfahren auf der Grundlage der Veränderung der elektrischen Energie der REESS

3.1. Die Messung des REESS-Stroms beginnt zur gleichen Zeit wie die Prüfung und endet unmittelbar nachdem mit dem Fahrzeug der vollständige Fahrzyklus durchgeführt wurde.

3.2. Die im Stromzufuhrsystem gemessene Ladebilanz Q ist als Maß für die Differenz des REESS-Energiezustands zwischen dem Ende und dem Anfang des Zyklus zu verwenden. Die Ladebilanz ist für den gesamten WLTC für die anwendbare Fahrzeugklasse zu bestimmen.

3.3. Während der Durchführung der für die anwendbare Fahrzeugklasse zu fahrenden Zyklusphasen sind die Werte für Q_{phase} getrennt aufzuzeichnen.

3.4. Korrektur der CO_2 -Emissionsmasse im Verlauf des gesamten Zyklus als Funktion des Korrekturkriteriums c.

3.4.1. Berechnung des Korrekturkriteriums c

Das Korrekturkriterium c ist das Verhältnis des absoluten Werts der Veränderung der elektrischen Energie des REESS $\Delta E_{\text{REESS},j}$ zur Kraftstoffenergie und anhand folgender Formeln zu berechnen:

$$c = \left| \frac{\Delta E_{\text{REESS},j}}{E_{\text{fuel}}} \right|$$

dabei ist:

c das Korrekturkriterium

$\Delta E_{\text{REESS},j}$ die Veränderung der elektrischen Energie aller REESS der Phase j, berechnet gemäß Absatz 4.1 dieser Anlage, in Wh;

j in diesem Absatz: der gesamte anzuwendende WLTP-Prüfzyklus;

E_{Fuel} die Kraftstoffenergie gemäß folgender Formel:

$$E_{\text{fuel}} = 10 \times HV \times FC_{\text{nb}} \times d$$

dabei ist:

E_{fuel} der Energiegehalt des verbrauchten Kraftstoffs im anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus, in Wh

HV der Heizwert gemäß Tabelle A6, Anl. 2/1, in kWh/l;

FC_{nb} der nicht ausgeglichene, nicht um die Energiebilanz korrigierte Kraftstoffverbrauch gemäß Unteranhang 7 Absatz 6, in l/100 km;

d die im entsprechenden anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus gefahrene Strecke, in km:

10 der Faktor zur Umrechnung in Wh.

3.4.2. Die Korrektur ist vorzunehmen wenn ΔE_{REESS} negativ ist (was einer Entladung des REESS entspricht) und das in Absatz 3.4.1 dieses Unteranhangs berechnete Korrekturkriterium c größer als die nach Tabelle A6, Anl. 2/2 anzuwendende Toleranz ist.

3.4.3. Auf die Korrektur kann verzichtet und es können unkorrigierte Werte verwendet werden, wenn das in Absatz 3.4.1 dieses Unteranhangs berechnete Korrekturkriterium c kleiner als die nach Tabelle A6, Anl. 2/2 anzuwendende Toleranz ist.

3.4.4. Auf die Korrektur kann verzichtet und es können unkorrigierte Werte verwendet werden, wenn:

a) ΔE_{REESS} positiv ist (was einer Aufladung des REESS entspricht) und das in Absatz 3.4.1 dieses Unteranhangs berechnete Korrekturkriterium c größer als die nach Tabelle A6, Anl. 2/2 anzuwendende Toleranz ist;

b) der Hersteller der Genehmigungsbehörde durch Messungen nachweisen kann, dass kein Zusammenhang zwischen ΔE_{REESS} und der CO_2 -Emissionsmasse bzw. zwischen ΔE_{REESS} und dem Kraftstoffverbrauch besteht.

Tabelle A6, Anl. 2/1

Energiegehalt des Kraftstoffs

Kraftstoff	Benzin		Dieselmkraftstoff
Gehalt an Ethanol/Biodiesel, in Prozent	E10	E85	B7
Heizwert (in kWh/l)	8,64	6,41	9,79

Tabelle A6, Anl. 2/2

RCB-Korrekturkriterium

Zyklus	Niedrigwertphase + Mittelwertphase	Niedrigwertphase + Mittelwertphase + Hochwertphase	Niedrigwertphase + Mittelwertphase + Hochwertphase + Höchstwertphase
Korrekturkriterium c	0,015	0,01	0,005

4. Anwendung der Korrekturfunktion

4.1. Für die Anwendung der Korrekturfunktion muss die Veränderung der elektrischen Energie $\Delta E_{REESS,j}$ aller REESS während der Phase j anhand der gemessenen Stromwerte und der Nennspannung berechnet werden:

$$\Delta E_{REESS,j} = \sum_{i=1}^n \Delta E_{REESS,j,i}$$

dabei ist:

$\Delta E_{REESS,j,i}$ die Veränderung der elektrischen Energie des REESS i während des betrachteten Zeitraums j, in Wh;

und:

$$\Delta E_{\text{REESS},j,i} = \frac{1}{3600} \times U_{\text{REESS}} \times \int_{t_0}^{t_{\text{end}}} I(t)_{j,i} dt$$

dabei ist:

U_{REESS} die gemäß DIN EN 60050-482 bestimmte REESS-Nennspannung, in V;

$I(t)_{j,i}$ die elektrische Stromstärke des REESS i während des betrachteten Zeitraums j gemäß Absatz 2 dieser Anlage, in A;

t_0 die Zeit am Anfang des betrachteten Zeitraums j, in s;

t_{end} die Zeit am Ende des betrachteten Zeitraums j, in s;

i die Kennziffer des betrachteten REESS;

n die Gesamtzahl der REESS;

j die Kennziffer des betrachteten Zeitraums, wobei ein Zeitraum jede anwendbare Zyklusphase, eine Kombination von Zyklusphasen und der anwendbare Gesamtzyklus ist;

$\frac{1}{3600}$ der Faktor zur Umrechnung von Ws in Wh.

4.2. Für die Korrektur der CO_2 -Emissionsmasse in g/km sind die verbrennungsvorgangsspezifischen Willans-Faktoren aus Tabelle A6, Anl. 2/3 zu verwenden.

4.3. Die Korrektur ist für den gesamten Zyklus und seine Phasen separat durchzuführen und anzuwenden und ist in alle einschlägigen Prüfblätter aufzunehmen.

4.4. Für diese spezifische Berechnung ist ein fester Wirkungsgrad des Generators für das Stromzufuhrsystem anzuwenden:

$$\eta_{\text{alternator}} = 0.67 \text{ for electric power supply system REESS alternators}$$

4.5. Die resultierende Differenz der CO_2 -Emissionsmasse für den betrachteten Zeitraum i, die von dem Ladungszustand des Generators zur REESS-Aufladung abhängig ist, ist nach der folgenden Formel zu berechnen:

$$\Delta M_{\text{CO}_2,j} = 0.0036 \times \Delta E_{\text{REESS},j} \times \frac{1}{\eta_{\text{alternator}}} \times \text{Willans}_{\text{factor}} \times \frac{1}{d_j}$$

dabei ist:

$\Delta M_{\text{CO}_2,j}$ die resultierende Differenz der CO_2 -Emissionsmasse für den Zeitraum j, in g/km;

$\Delta E_{\text{REESS},j}$ die Veränderung der elektrischen Energie des REESS im betrachteten Zeitraum j, berechnet gemäß Absatz 4.1 dieser Anlage, in Wh;

d_j die gefahrene Strecke während des betrachteten Zeitraums j , in km;

j die Kennziffer des betrachteten Zeitraums, wobei ein Zeitraum jede anwendbare Zyklusphase, eine Kombination von Zyklusphasen und der anwendbare Gesamtzyklus ist;

0,0036 der Faktor zur Umrechnung von W_h in MJ;

$\eta_{\text{alternator}}$ der Wirkungsgrad des Generators gemäß Absatz 4.4 dieser Anlage;

$Willans_{\text{factor}}$ der verbrennungsvorgangsspezifische Willans-Faktor gemäß Tabelle A6, Anl. 2/3, in gCO_2/MJ .

4.5.1. Die CO_2 -Werte für jede einzelne Phase und den Gesamtzyklus sind wie folgt zu korrigieren:

$$M_{\text{CO}_2,p,3} = M_{\text{CO}_2,p,1} - \Delta M_{\text{CO}_2,j}$$

$$M_{\text{CO}_2,c,3} = M_{\text{CO}_2,c,2} - \Delta M_{\text{CO}_2,j}$$

dabei ist:

$\Delta M_{\text{CO}_2,j}$ das Ergebnis gemäß Absatz 4.5 dieses Unteranhangs für einen Zeitraum j , in g/km.

4.6. Für die Korrektur der CO_2 -Emissionen in g/km sind die Willans-Faktoren aus Tabelle A6, Anl. 2/2 zu verwenden.

Tabelle A6, Anl. 2/3

Willans-Faktoren

			Ansaugung	Aufladung
Fremdzündungs- motor	Benzin (E10)	l/MJ	0,0756	0,0803
		gCO_2/MJ	174	184
	CNG (G20)	m^3/MJ	0,0719	0,0764
		gCO_2/MJ	129	137
	Flüssiggas	l/MJ	0,0950	0,101
		gCO_2/MJ	155	164
	E85	l/MJ	0,102	0,108
		gCO_2/MJ	169	179
Selbstzündungs-	Diesel (B7)	l/MJ	0,0611	0,0611

			Ansaugung	Aufladung
motor		gCO ₂ /MJ	161	161

Unteranhang 6a

Prüfung mit Korrektur der Umgebungstemperatur zur Bestimmung der CO₂-Emissionen unter Temperaturbedingungen, die für die Region repräsentativ sind

1. Einleitung

In diesem Unteranhang wird das ergänzende Verfahren für die Prüfung mit Korrektur der Umgebungstemperatur (ATCT) beschrieben, mit deren Hilfe die CO₂-Emissionen unter repräsentativen regionalen Temperaturbedingungen ermittelt werden.

1.1. Die CO₂-Emissionen von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor, NOVC-HEV und die Werte für OVC-HEV bei Ladungserhaltung sind nach den Anforderungen des vorliegenden Unteranhangs zu korrigieren. Für den CO₂-Wert der Prüfung bei Entladung ist keine Korrektur erforderlich. Für die elektrische Reichweite ist keine Korrektur erforderlich.

2. Fahrzeugfamilie für die Zwecke der Prüfung mit Korrektur der Umgebungstemperatur (ATCT)

2.1. Nur Fahrzeuge, die in Bezug auf alle folgenden Merkmale identisch sind, können Teil derselben ATCT-Familie sein:

- a) Antriebsstrang-Architektur (d. h. Verbrennungsmotor, Hybrid, Elektroantrieb oder Brennstoffzelle);
- b) Arbeitsverfahren (d. h. Zweitakt-, Viertaktmotor)
- c) Anzahl und Anordnung der Zylinder;
- d) Verbrennungssystem (z. B. indirekte oder direkte Einspritzung);
- e) Kühlsystem (z. B. Luft, Wasser, Öl);
- f) Art der Luftzufuhr (Ansaugung, Aufladung);
- g) Kraftstoff, für den der Motor ausgelegt ist (Ottokraftstoff, Dieseldieselkraftstoff, Erdgas, Flüssiggas usw.);
- h) Katalysatortyp (Dreiwegekatalysator, Lean-NOx-Trap, SCR-System, Lean-NOx-Katalysator oder andere);
- i) Vorhandensein eines Partikelfilters; und
- j) Abgasrückführung (mit oder ohne, gekühlt oder ungekühlt).

Zusätzlich müssen die Fahrzeuge Ähnlichkeit in Bezug auf die folgenden Merkmale aufweisen:

k) Die Fahrzeuge müssen eine Bandbreite des Hubraums von höchstens 30 % des Wertes für Fahrzeuge mit dem geringsten Hubraum aufweisen und

l) die Motorraumdämmung muss in Bezug auf das Material, die Menge und die Lage der Dämmung ähnlich sein. Die Hersteller müssen der Genehmigungsbehörde Beweise dafür vorlegen, (z. B. CAD-Zeichnungen), dass das Volumen und das Gewicht des installierten Dämmungsmaterials innerhalb einer Toleranz von 10 % im Hinblick auf das repräsentative Fahrzeug für die ATCT-Prüfung bleiben.

2.1.1. Bei installierten aktiven Wärmespeichereinrichtungen werden nur diejenigen Fahrzeuge derselben ATCT-Familie zugerechnet, die die folgenden Bedingungen erfüllen:

i) die Wärmeleistung, definiert durch die im System gespeicherte Enthalpie, ist um 0 bis 10 % höher als die Enthalpie des Prüffahrzeugs; und

ii) die Erstausrüster können gegenüber dem technischen Dienst nachweisen, dass die zur Wärmefreisetzung beim Starten des Motors innerhalb einer Familie erforderliche Zeit im Bereich von 0 bis 10 % unter der zur Wärmefreisetzung erforderlichen Zeit des Prüffahrzeugs liegt.

2.1.2. Nur Fahrzeuge, die die Kriterien gemäß Absatz 3.9.4. dieses Unteranhangs erfüllen, werden derselben ATCT-Familie zugerechnet.

3. ATCT-Verfahren

Die Prüfung Typ 1 nach Unteranhang 6 ist mit Ausnahme der Anforderungen der Absätze 3.1. bis 3.9., einschließlich des vorliegenden Unteranhangs 6a zum Thema ATCT, durchzuführen.

3.1. Umgebungsbedingungen für ATCT

3.1.1. Die Temperatur (T_{reg}), bei der das Fahrzeug abzukühlen und die ATCT-Prüfung durchzuführen ist, beträgt 14 °C.

3.1.2. Die Mindest-Abkühlzeit (t_{soak_ATCT}) für die ATCT-Prüfung beträgt 9 Stunden.

3.2. Prüfwelle und Abkühlbereich

3.2.1. Prüfwelle

3.2.1.1. Die Prüfwelle muss einen Temperatur-Sollwert von T_{reg} aufweisen. Der tatsächliche Temperaturwert muss innerhalb eines Bereichs von ± 3 °C am Anfang der Prüfung und innerhalb ± 5 °C während der Prüfung liegen. Die Lufttemperatur und -feuchtigkeit der Prüfwelle ist am Auslass des Kühlgebläses des Fahrzeugs mit einer Mindestfrequenz von 1 Hz zu messen.

3.2.1.2. Die spezifische Feuchtigkeit (H) der Luft in der Prüfkammer oder der Ansaugluft des Motors muss folgender Bedingung entsprechen:

$$3.0 \leq H \leq 8.1 \quad (\text{g H}_2\text{O/kg Trockenluft})$$

3.2.1.3. Die Lufttemperatur und -feuchtigkeit ist am Auslass des Kühlgebläses des Fahrzeugs mit einer Frequenz von 1 Hz zu messen.

3.2.2. Abkühlbereich

3.2.2.1. Der Abkühlbereich muss einen Temperatur-Sollwert von T_{reg} aufweisen und der tatsächliche Temperaturwert muss innerhalb des Bereichs von ± 3 °C des arithmetischen Durchschnittswerts bei 5-minütigem Betrieb liegen und darf nicht systematisch von dem Sollwert abweichen. Die Temperatur ist kontinuierlich mit einer Mindestfrequenz von 1 Hz zu messen.

3.2.2.2. Die Lage des Temperaturfühlers für den Abkühlbereich muss repräsentativ für die Messung der Temperatur der Fahrzeugumgebung sein und ist vom technischen Dienst zu prüfen.

Der Fühler muss in einem Mindestabstand von 10 cm von der Wand des Abkühlbereichs angebracht und gegen direkten Luftstrom geschützt sein.

Die Luftdurchflussbedingungen innerhalb des Abkühlbereichs in der Nähe des Fahrzeugs müssen einer natürlichen, den Abmessungen des Bereichs angemessenen Konvektion entsprechen (keine Luftumwälzung).

3.3. Prüffahrzeug

3.3.1. Das zu prüfende Fahrzeug muss für die Familie, für die die ATCT-Daten bestimmt werden (gemäß der Beschreibung in Absatz 2.3 dieses Unteranhangs), repräsentativ sein.

3.3.2. Aus der ATCT-Familie wird eine Interpolationsfamilie mit dem geringsten Hubvolumen ausgewählt (siehe Absatz 2 dieses Unteranhangs); das Prüffahrzeug muss der Konfiguration „Fahrzeug H“ dieser Familie zugeordnet sein.

3.3.3. Gegebenenfalls ist aus der ATCT-Familie das Fahrzeug mit der geringsten Enthalpie und der langsamsten Wärmefreisetzung der aktiven Wärmespeichereinrichtung auszuwählen.

3.3.4. Das Prüffahrzeug muss den Anforderungen gemäß Unteranhang 6 Absatz 1.2.3 entsprechen.

3.4. Einstellungen

3.4.1. Der Fahrwiderstand und die Einstellungen des Rollenprüfstands müssen den Bestimmungen von Unteranhang 4 entsprechen.

Zur Berücksichtigung der unterschiedlichen Luftdichte bei 14 °C im Vergleich zur Luftdichte bei 20 °C, müssen die Einstellungen des Rollenprüfstands den Bestimmungen gemäß Unteranhang 4 Absatz 7 und 8 entsprechen, mit der Ausnahme, dass der Wert $f_{2_T_{\text{Reg}}}$ aus der folgenden Gleichung als der Zielkoeffizient C_t zu verwenden ist.

$$f_{2_T_{\text{Reg}}} = f_2 * (T_{\text{ref}} + 273)/(T_{\text{reg}} + 273)$$

dabei ist:

f_2 der Fahrwiderstandskoeffizient zweiter Ordnung (Straße) unter Bezugsbedingungen, in $\text{N}/(\text{km/h})^2$.

T_{ref} die Fahrwiderstandbezugstemperatur gemäß den Bestimmungen von Absatz 3.2.10. dieses Anhangs, in C;

T_{reg} die regionale Temperatur gemäß Absatz 3.1.1., in C.

Sind gültige Einstellungen des Rollenprüfstands für die Prüfung bei 23 °C verfügbar, ist der Koeffizient zweiter Ordnung für den Rollenprüfstand C_d gemäß folgender Formel anzupassen:

$$C_{d_Treg} = C_d + (f_{2_TReg} - f_2)$$

3.5. Vorkonditionierung

3.5.1. Das Fahrzeug ist gemäß Unteranhang 6 Absatz 1.2.6 vorzukonditionieren. Auf Antrag des Herstellers kann die Vorkonditionierung bei T_{reg} vorgenommen werden.

3.6. Abkühlverfahren

3.6.1. Nach der Vorkonditionierung und vor der Prüfung müssen die Fahrzeuge in einem Abkühlbereich mit Umgebungsbedingungen gemäß Absatz 3.2.2 dieses Unteranhangs verbleiben.

3.6.2. Der Transfer von der Vorkonditionierung zum Abkühlbereich ist so rasch wie möglich, höchstens jedoch vor Ablauf von 10 Minuten vorzunehmen.

3.6.3. Anschließend hat das Fahrzeug so lange im Abkühlbereich zu verbleiben, bis die Zeit ab dem Ende der Vorkonditionierungsprüfung bis zum Beginn der ATCT-Prüfung $t_{\text{soak_ATCT}}$ entspricht, mit einer Toleranz von zusätzlichen 15 Minuten. Auf Antrag des Herstellers und mit der Zustimmung der Genehmigungsbehörde kann $t_{\text{soak_ATCT}}$ um bis zu 120 Minuten verlängert werden. In diesem Fall ist die verlängerte Zeit für den Abkühlvorgang gemäß Absatz 3.9 dieses Unteranhangs zu verwenden.

3.6.4. Der Abkühlvorgang ist ohne den Einsatz eines Kühlgebläses durchzuführen, wobei alle Karosserieteile wie bei normalen Parkbedingungen zu positionieren sind. Die Zeit zwischen dem Ende der Vorkonditionierung und dem Beginn der ATCT-Prüfung ist festzuhalten.

3.6.5. Der Transfer von dem Abkühlbereich zur Prüfzelle ist so rasch wie möglich vorzunehmen. Das Fahrzeug darf nicht länger als 10 Minuten einer von T_{reg} abweichenden Temperatur ausgesetzt werden.

3.6.6. Für den Fall, dass das Prüffahrzeug als repräsentatives Fahrzeug für eine ATCT-Familie dient, wird ein zusätzlicher Abkühlvorgang bei 23 °C gemäß den Bestimmungen von Absatz 3.9 vorgenommen.

3.7. ATCT-Prüfung

3.7.1. Als Prüfzyklus gilt der in Unteranhang 1 für diese Fahrzeugklasse festgelegte anwendbare WLTC-Zyklus.

3.7.2. Es sind die in Unteranhang 6 festgelegten Verfahren für die Durchführung von Emissionsprüfungen zu befolgen mit der Ausnahme, dass für die Umgebungsbedingungen der Prüfzelle die Bestimmungen von Absatz 3.2.1 dieses Unteranhangs gelten.

3.8. Berechnung und Dokumentation

3.8.1. Der Familienkorrekturfaktor FCF ist wie folgt zu berechnen:

$$FCF = M_{CO_2, Treg} / M_{CO_2, 23^\circ}$$

dabei ist:

$M_{CO_2, 23^\circ}$ die CO_2 -Emissionsmasse während des gesamten WLTC-Zyklus der Prüfung Typ 1 bei $23^\circ C$ für Fahrzeug H, gemäß Unteranhang 7 Tabelle A7/1 Schritt 3, jedoch ohne weitere Korrekturen, in g/km;

$M_{CO_2, Treg}$ die CO_2 -Emissionsmasse während des gesamten WLTC-Zyklus der Prüfung unter regionalen Temperaturbedingungen gemäß Unteranhang 7 Tabelle A7/1 Schritt 3, jedoch ohne weitere Korrekturen, in g/km;

Der *FCF*-Wert ist in allen einschlägigen Prüfberichten zu berücksichtigen.

3.8.2. Die CO_2 -Werte für jedes Fahrzeug innerhalb der ATCT-Familie (gemäß Absatz 3. dieses Unteranhangs) sind anhand folgender Formeln zu berechnen:

$$M_{CO_2, c, 5} = M_{CO_2, c, 4} \times FCF$$

$$M_{CO_2, p, 5} = M_{CO_2, p, 4} \times FCF$$

dabei ist:

$M_{CO_2, c, 4}$ und $M_{CO_2, p, 4}$ die CO_2 -Emissionsmasse während des gesamten WLTC-Zyklus c und der Zyklusphasen p aus den vorhergehenden Berechnungsschritten, in g/km;

$M_{CO_2, c, 5}$ und $M_{CO_2, p, 5}$ die CO_2 -Emissionsmasse während des gesamten WLTC-Zyklus c und der Zyklusphasen p, einschließlich der ATCT-Korrekturen; dieser Wert ist für alle weiteren Korrekturen oder Berechnungen zu verwenden, in g/km;

3.9. Bestimmungen für den Abkühlvorgang

3.9.1. Für alle Prüffahrzeuge, die als repräsentative Fahrzeuge für die ATCT-Familie dienen, und alle Fahrzeuge H der Interpolationsfamilien innerhalb der ATCT-Familie ist die Endtemperatur des Kühlmittels nach dem Abschluss der entsprechenden Prüfung Typ 1 bei $23^\circ C$ und nach dem Abkühlvorgang bei $23^\circ C$ für die Dauer von t_{soak_ATCT} mit einer Toleranz von zusätzlichen 15 Minuten zu messen.

3.9.1.1. Für den Fall, dass t_{soak_ATCT} im Rahmen des entsprechenden ATCT-Prüfung verlängert wurde, ist die gleiche Abkühlzeitdauer mit einer Toleranz von zusätzlichen 15 Minuten zu verwenden.

3.9.2. Der Abkühlvorgang ist so rasch wie möglich nach dem Abschluss der Prüfung Typ 1 mit einer Zeitverzögerung von höchstens 10 Minuten durchzuführen. Die gemessene Abkühlzeit ist die Zeit zwischen der Messung der Endtemperatur und dem Abschluss der Prüfung Typ 1 bei $23^\circ C$; sie ist in alle einschlägigen Prüfblätter aufzunehmen.

3.9.3. Die Durchschnittstemperatur des Abkühlbereichs in den letzten 3 Stunden ist von der gemessenen Endtemperatur des Kühlmittels am Abschluss der Abkühlzeit gemäß Absatz 3.9.1 abzuziehen. Dieser Wert wird bezeichnet als Δ_T_{ATCT} .

3.9.4. Liegt der resultierende Wert Δ_{T_ATCT} nicht im Bereich von -2 °C bis $+4$ °C der Werte des repräsentativen Fahrzeugs, gilt diese Interpolationsfamilie nicht als Teil derselben ATCT-Familie.

3.9.5. Für alle Fahrzeuge innerhalb einer ATCT-Familie ist die Temperatur des Kühlmittels an der gleichen Stelle im Kühlsystem zu messen. Diese Stelle ist möglichst nahe am Motor zu wählen, so dass die Kühlmitteltemperatur möglichst repräsentativ für die Motortemperatur ist.

3.9.6. Die Messung der Temperatur der Abkühlbereiche hat gemäß den Bestimmungen von Absatz 3.2.2.2. dieses Unteranhangs zu erfolgen.

Unteranhang 7

Berechnungen

1. Allgemeine Anforderungen

1.1. Berechnungen, die speziell für Hybridelektrofahrzeuge, vollelektrische Fahrzeuge und Brennstoffzellen-Fahrzeuge mit komprimiertem Wasserstoff gelten, werden in Unteranhang 8 beschrieben.

Eine schrittweise Beschreibung der Ergebnisberechnungen ist in Unteranhang 8 Absatz 4 zu finden.

1.2. Die in diesem Unteranhang beschriebenen Berechnungen sind für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren zu verwenden.

1.3. Rundung der Prüfergebnisse

1.3.1. Für Zwischenschritte der Berechnungen wird keine Rundung vorgenommen.

1.3.2. Die abschließenden Ergebnisse der Grenzwertemissionen sind in einem Schritt auf die in der jeweils geltenden Emissionsnorm angegebene Zahl von Dezimalstellen zu runden, zuzüglich einer weiteren signifikanten Stelle.

1.3.3. Der NO_x-Korrekturfaktor KH ist auf zwei Dezimalstellen zu runden.

1.3.4. Der Verdünnungsfaktor DF ist auf zwei Dezimalstellen zu runden.

1.3.5. Angaben ohne Bezug zu Normen haben nach bestem fachlichen Ermessen zu erfolgen.

1.3.6. Die Rundung der CO₂-Werte und der Ergebnisse des Kraftstoffverbrauchs wird in Absatz 1.4 dieses Unteranhangs beschrieben.

1.4. Schrittweise Anweisung für die Berechnung der abschließenden Prüfergebnisse für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren

Die Ergebnisse werden in der in der Tabelle A7/1 angegebenen Reihenfolge berechnet. Alle anzuwendenden Ergebnisse in der Spalte „Ergebnis“ sind aufzuzeichnen. Die Spalte „Verfahren“ beschreibt die Absätze, die für die Berechnung zu verwenden sind oder enthält zusätzliche Berechnungen.

Für die Zwecke dieser Tabelle wird in den Gleichungen und Ergebnissen folgende Nomenklatur verwendet:

- c vollständiger anzuwendender Zyklus;
- p jede anzuwendende Zyklusphase;
- i anzuwendende Grenzwertemissionskomponente (ohne CO₂);
- CO₂ CO₂-Emission.

Tabelle A7/1

Verfahren zur Berechnung der abschließenden Prüfergebnisse

Quelle	Dateneingabe	Verfahren	Ergebnis	Schritt Nr.
Anhang 6	Rohergebnisse der Prüfung	Masse der Emissionen Unteranhang 7, Absätze 3 bis einschließlich 3.2.2	$M_{i,p,1}$, in g/km; $M_{CO_2,p,1}$, in g/km.	1
Ergebnis Schritt 1	$M_{i,p,1}$, in g/km; $M_{CO_2,p,1}$, in g/km.	Berechnung der Werte von kombinierten Zyklen: $M_{i,c,2} = \frac{\sum_p M_{i,p,1} \times d_p}{\sum_p d_p}$ $M_{CO_2,c,2} = \frac{\sum_p M_{CO_2,p,1} \times d_p}{\sum_p d_p}$ dabei gilt: $M_{i/CO_2,c,2}$ sind die Emissionsergebnisse während des gesamten Zyklus; d_p sind die gefahrenen Strecken der Zyklusphasen p.	$M_{i,c,2}$, in g/km; $M_{CO_2,c,2}$, in g/km.	2
Ergebnis Schritt 1 und 2	$M_{CO_2,p,1}$, in g/km; $M_{CO_2,c,2}$, in g/km.	RCB-Korrektur Unteranhang 6, Anlage 2	$M_{CO_2,p,3}$, in g/km; $M_{CO_2,c,3}$, in g/km.	3

Quelle	Dateneingabe	Verfahren	Ergebnis	Schritt Nr.
<p>Ergebnis</p> <p>Schritt 2 und 3</p>	<p>$M_{i,c,2}$, in g/km;</p> <p>$M_{CO_2,c,3}$, in g/km.</p>	<p>Verfahren für die Emissionsprüfung für alle mit periodisch arbeitenden Regenerationssystemen ausgestatteten Fahrzeuge, K_i.</p> <p>Unteranhang 6, Anlage 1</p> <p>$M_{i,c,4} = K_i \times M_{i,c,2}$</p> <p>oder</p> <p>$M_{i,c,4} = K_i + M_{i,c,2}$</p> <p>und</p> <p>$M_{CO_2,c,4} = K_{CO_2} \times M_{CO_2,c,3}$</p> <p>oder</p> <p>$M_{CO_2,c,4} = K_{CO_2} + M_{CO_2,c,3}$</p> <p>Zusätzlicher Ausgleichs- oder Multiplikationsfaktor, der gemäß der Bestimmung von K_i zu verwenden ist.</p> <p>Wenn K_i nicht gilt:</p> <p>$M_{i,c,4} = M_{i,c,2}$</p> <p>$M_{CO_2,c,4} = M_{CO_2,c,3}$</p>	<p>$M_{i,c,4}$, in g/km;</p> <p>$M_{CO_2,c,4}$, in g/km.</p>	<p>4a</p>

Quelle	Dateneingabe	Verfahren	Ergebnis	Schritt Nr.
Ergebnis Schritt 3 und 4a	$M_{CO_2,p,3}$ in g/km; $M_{CO_2,c,3}$ in g/km; $M_{CO_2,c,4}$ in g/km.	Wenn K_i gilt, sind die Werte der CO_2 -Phasen an den Wert des kombinierten Zyklus anzupassen: $M_{CO_2,p,4} = M_{CO_2,p,3} \times AF_{K_i}$ für jede Zyklusphase p; dabei gilt: $AF_{K_i} = \frac{M_{CO_2,c,4}}{M_{CO_2,c,3}}$ Wenn K_i nicht gilt: $M_{CO_2,p,4} = M_{CO_2,p,3}$	$M_{CO_2,p,4}$ g/km.	4b
Ergebnis Schritt 4	$M_{i,c,4}$ in g/km; $M_{CO_2,c,4}$ in g/km; $M_{CO_2,p,4}$ in g/km.	ATCT-Berichtigung gemäß Unteranhang 6a Absatz 3.8.2. Gemäß Anhang VII berechnete Verschlechterungsfaktoren, angewendet auf die Grenzwertemissionen.	$M_{i,c,5}$ in g/km; $M_{CO_2,c,5}$ in g/km; $M_{CO_2,p,5}$ in g/km.	5 „Ergebnis einer einzigen Prüfung“
Ergebnis Schritt 5	Für jede Prüfung: $M_{i,c,5}$ in g/km; $M_{CO_2,c,5}$ in g/km; $M_{CO_2,p,5}$ in g/km.	Mittelung der Prüfungen und angegebener Wert Unteranhang 6, Absätze 1.1.2 bis einschließlich 1.1.2.3	$M_{i,c,6}$ in g/km; $M_{CO_2,c,6}$ in g/km; $M_{CO_2,p,6}$ in g/km. $M_{CO_2,c,declared}$ in g/km.	6

Quelle	Dateneingabe	Verfahren	Ergebnis	Schritt Nr.
Ergebnis Schritt 6	$M_{CO_2,c,6}$ in g/km; $M_{CO_2,p,6}$ in g/km. $M_{CO_2,c,declared}$ in g/km.	<p>Abgleich der Phasenwerte.</p> <p>Unteranhang 6 Absatz 1.1.2.4</p> <p>und:</p> $M_{CO_2,c,7} = M_{CO_2,c,declared}$	$M_{CO_2,c,7}$ in g/km; $M_{CO_2,p,7}$ in g/km.	7
Ergebnis Schritt 6 und 7	$M_{i,c,6}$ in g/km; $M_{CO_2,c,7}$ in g/km; $M_{CO_2,p,7}$ in g/km.	<p>Berechnung des Kraftstoffverbrauchs</p> <p>Unteranhang 7 Absatz 6</p> <p>Die Berechnung des Kraftstoffverbrauchs ist für den anzuwendenden Zyklus und seine Phasen separat durchzuführen. Hierzu werden:</p> <p>a) die CO_2-Werte der anzuwendenden Phase oder des Zyklus benutzt;</p> <p>b) die Grenzwertemissionen während des gesamten Zyklus benutzt.</p> <p>und:</p> $M_{i,c,8} = M_{i,c,6}$ $M_{CO_2,c,8} = M_{CO_2,c,7}$ $M_{CO_2,p,8} = M_{CO_2,p,7}$	$FC_{c,8}$ in l/100km; $FC_{p,8}$ in l/100km; $M_{i,c,8}$ in g/km; $M_{CO_2,c,8}$ in g/km; $M_{CO_2,p,8}$ in g/km.	8 „, Ergebnis einer Prüfung Typ 1 für ein Prüffahrzeug“

Quelle	Dateneingabe	Verfahren	Ergebnis	Schritt Nr.
Schritt 8	<p>Für jedes der Prüffahrzeuge H und L:</p> <p>$M_{i,c,8}$ in g/km;</p> <p>$M_{CO_2,c,8}$ in g/km;</p> <p>$M_{CO_2,p,8}$ in g/km;</p> <p>$FC_{c,8}$ in l/100km;</p> <p>$FC_{p,8}$ in l/100km.</p>	<p>Wenn zusätzlich zu einem Prüffahrzeug H auch ein Prüffahrzeug L geprüft wird, muss der sich daraus ergebende Wert der Grenzwertemissionen der höchste der beiden Werte sein und bezeichnet werden als $M_{i,c}$.</p> <p>Im Falle der kombinierten THC+NO_x-Emissionen ist der höchste Wert der Summe entweder in Bezug auf Fahrzeug H oder Fahrzeug L zu verwenden.</p> <p>Wurde kein Fahrzeug L geprüft, gilt ansonsten: $M_{i,c} = M_{i,c,8}$</p> <p>Für CO₂- und FC-Werte sind die in Schritt 8 dieser Tabelle abgeleiteten Werte zu verwenden; dabei sind die CO₂-Werte auf zwei, und die FC-Werte auf drei Dezimalstellen zu runden.</p>	<p>$M_{i,c}$ in g/km;</p> <p>$M_{CO_2,c,H}$ in g/km;</p> <p>$M_{CO_2,p,H}$ in g/km;</p> <p>$FC_{c,H}$ in l/100km;</p> <p>$FC_{p,H}$ in l/100km;</p> <p>und falls ein Fahrzeug L geprüft wurde:</p> <p>$M_{CO_2,c,L}$ in g/km;</p> <p>$M_{CO_2,p,L}$ in g/km;</p> <p>$FC_{c,L}$ in l/100km;</p> <p>$FC_{p,L}$ in l/100km.</p>	<p>9</p> <p>„Ergebnis der Interpolationsfamilie“</p> <p>Abschließendes Ergebnis für die Grenzwertemissionen</p>

Quelle	Dateneingabe	Verfahren	Ergebnis	Schritt Nr.
Schritt 9	$M_{CO_2,c,H}$, in g/km; $M_{CO_2,p,H}$, in g/km; $FC_{c,H}$, in l/100km; $FC_{p,H}$, in l/100km; und falls ein Fahrzeug L geprüft wurde: $M_{CO_2,c,L}$, in g/km; $M_{CO_2,p,L}$, in g/km; $FC_{c,L}$, in l/100km; $FC_{p,L}$, in l/100km.	Berechnungen des Kraftstoffverbrauchs und der CO_2 -Werte für Einzelfahrzeuge einer CO_2 -Interpolationsfamilie. Unteranhang 7 Absatz 3.2.3 CO_2 -Emissionswerte sind in Gramm pro Kilometer (g/km) anzugeben, auf die nächstliegende ganze Zahl gerundet; Die Werte für den Kraftstoffverbrauch (FC) sind auf eine Dezimalstelle zu runden und in (l/100km) anzugeben.	$M_{CO_2,c,ind}$, in g/km; $M_{CO_2,p,ind}$, in g/km; $FC_{c,ind}$, in l/100km; $FC_{p,ind}$, in l/100km.	10 „Ergebnis eines Einzelfahrzeugs“ Abschließendes CO_2 - und FC-Ergebnis

2. Bestimmung des Volumens des verdünnten Abgases

2.1. Berechnung des Volumens für ein Probenahmesystem mit variabler Verdünnung, das bei konstantem oder variablem Durchflusssatz betrieben werden kann

2.1.1. Der Volumenstrom ist kontinuierlich zu messen. Das Gesamtvolumen ist für die Dauer der Prüfung zu messen.

2.2. Berechnung des Volumens für ein Probenahmesystem mit variabler Verdünnung, bei dem eine Verdrängerpumpe zum Einsatz kommt

2.2.1. Das Volumen ist anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$V = V_0 \times N$$

dabei ist:

V das Volumen des verdünnten Abgases in Litern je Prüfung (vor der Korrektur),

V_0 von der Verdrängerpumpe gefördertes Gasvolumen unter Prüfungsbedingungen in Litern/Pumpenumdrehung;

N die Anzahl der Umdrehungen je Prüfung.

2.2.1.1. Umrechnung des Volumens auf den Normzustand

Das Volumen des verdünnten Abgases V ist anhand der folgenden Gleichung auf den Normzustand umzurechnen:

$$V_{\text{mix}} = V \times K_{\text{a}} \times \left(\frac{P_{\text{B}} - P_{\text{a}}}{T_{\text{p}}} \right)$$

dabei ist:

$$K_{\text{a}} = \frac{273,15 \text{ (K)}}{101,325 \text{ (kPa)}} = 2,6961$$

P_{B} der Luftdruck im Prüfraum, in kPa,

P_{a} der Unterdruck am Einlass der Verdrängerpumpe, in kPa, bezogen auf den Umgebungsluftdruck,

T_{p} die arithmetische Durchschnittstemperatur des verdünnten Abgases beim Eintritt in die Verdrängerpumpe während der Prüfung, in Kelvin (K).

3. Masse der Emissionen

3.1. Allgemeine Anforderungen

3.1.1. Unter der Annahme, dass keine Komprimierbarkeitseffekte auftreten, können alle am Arbeitsspiel des Motors beteiligten Gase nach der Avogadro'schen Hypothese als ideal betrachtet werden.

3.1.2. Die von dem Fahrzeug während der Prüfung emittierte Masse M , gasförmiger Verbindungen wird durch Berechnung des Produkts aus der Volumenkonzentration des jeweiligen Gases und dem Volumen des verdünnten Abgases unter Berücksichtigung der nachstehenden Dichtewerte unter den Bezugsbedingungen (273,15 K (0 °C) und 101,325 kPa) ermittelt:

Kohlenmonoxid (CO) $\rho = 1,25 \text{ g/l}$

Kohlendioxid (CO₂) $\rho = 1,964 \text{ g/l}$

Kohlenwasserstoffe:

für Benzin (E10) (C₁H_{1,93}O_{0,033}) $\rho = 0,646 \text{ g/l}$

für Diesel (B7) (C₁H_{1,86}O_{0,007}) $\rho = 0,625 \text{ g/l}$

für Flüssiggas (C₁H_{2,525}) $\rho = 0,649 \text{ g/l}$

für Erdgas/Biomethan (CH₄) $\rho = 0,716 \text{ g/l}$

für Ethanol (E85) (C₁H_{2,74}O_{0,385}) $\rho = 0,934 \text{ g/l}$

Stickoxide (NO_x) $\rho = 2,05 \text{ g/l}$.

Die Dichte, die für die Berechnung der NMHC-Masse herangezogen wird, muss gleich der Dichte der Gesamtkohlenwasserstoffe bei 273,15 K (0 °C) und bei 101,325 kPa sein und hängt vom Kraftstoff ab. Die Dichte, die für die Berechnungen der Propan-Masse herangezogen wird (siehe Unteranhang 5 Absatz 3.5) beträgt 1,967 g/l unter Standardbedingungen.

Wird eine Kraftstoffart nicht in diesem Absatz aufgelistet, ist die Dichte des betreffenden Kraftstoffs anhand der Gleichung in Absatz 3.1.3 dieses Unteranhangs zu berechnen.

3.1.3. Die allgemeine Gleichung für die Berechnung der Dichte der Gesamtkohlenwasserstoffe für jeden Bezugskraftstoff mit einer durchschnittlichen Zusammensetzung von $C_xH_yO_z$ hat die folgende Form:

$$\rho_{\text{THC}} = \frac{MW_C + \frac{H}{C} \times MW_H + \frac{O}{C} \times MW_O}{V_M}$$

dabei ist:

ρ_{THC} die Dichte der Gesamtkohlenwasserstoffe und Nichtmethankohlenwasserstoffe, in g/l;

MW_C die Molmasse von Kohlenstoff (12,011 g/mol);

MW_H die Molmasse von Wasserstoff (1,008 g/mol);

MW_O die Molmasse von Sauerstoff (15,999 g/mol);

V_M das Molvolumen eines idealen Gases bei 273,15 K (0° C) und 101,325 kPa (22,413 l/mol);

H/C das Verhältnis Wasserstoff/Kohlenstoff für einen spezifischen Kraftstoff $C_xH_yO_z$;

O/C das Verhältnis Sauerstoff/Kohlenstoff für einen spezifischen Kraftstoff $C_xH_yO_z$.

3.2. Berechnung der Emissionsmasse

3.2.1. Die Emissionsmasse gasförmiger Verbindungen pro Zyklusphase ist anhand der folgenden Gleichungen zu berechnen:

$$M_{i,\text{phase}} = \frac{V_{\text{mix,phase}} \times \rho_i \times KH_{\text{phase}} \times C_{i,\text{phase}} \times 10^{-6}}{d_{\text{phase}}}$$

dabei ist:

M_i die Emissionsmasse der Verbindung i je Prüfung oder Phase, in g/km;

V_{mix} das Volumen des verdünnten Abgases je Prüfung oder Phase, ausgedrückt in Liter je Prüfung/Phase und auf den Normzustand (273,15 K und 101,325 kPa) umgerechnet;

ρ_i die Dichte der Verbindung i in Gramm pro Liter bei Normaltemperatur und -druck (273,15 K und 101,325 kPa);

KH der Feuchtigkeitskorrekturfaktor, anwendbar nur für die emittierten Massen von Stickoxiden, NO_2 und NO_x , je Prüfung oder Phase;

C_i die Konzentration der Verbindung i im verdünnten Abgas je Prüfung oder Phase, in ppm ausgedrückt und unter Berücksichtigung der Menge der Verbindung i in der Verdünnungsluft korrigiert,

d die im anzuwendenden WLTP-Zyklus gefahrene Strecke, in km;

n die Anzahl der Phasen im anzuwendenden WLTC-Zyklus.

3.2.1.1. Die Konzentration des gasförmigen Verbindung im verdünnten Abgas wird unter Berücksichtigung der Menge der gasförmigen Verbindung in der Verdünnungsluft anhand folgender Gleichung korrigiert:

$$C_i = C_e - C_d \times \left(1 - \frac{1}{DF}\right)$$

dabei ist:

C_i die Konzentration der gasförmigen Verbindung i im verdünnten Abgas, korrigiert unter Berücksichtigung der Menge der gasförmigen Verbindung i in der Verdünnungsluft, in ppm;

C_e die gemessene Konzentration der gasförmigen Verbindung i im verdünnten Abgas, in ppm;

C_d die Konzentration der gasförmigen Verbindung i in der Verdünnungsluft, in ppm;

DF der Verdünnungsfaktor.

3.2.1.1.1. Der Verdünnungsfaktor DF ist anhand der Gleichung für den betreffenden Kraftstoff zu berechnen:

$$DF = \frac{13.4}{C_{\text{CO}_2} + (C_{\text{HC}} + C_{\text{CO}}) \times 10^{-4}} \quad \text{für Benzin (E10)}$$

$$DF = \frac{13.5}{C_{\text{CO}_2} + (C_{\text{HC}} + C_{\text{CO}}) \times 10^{-4}} \quad \text{für Diesel (B7)}$$

$$DF = \frac{11.9}{C_{\text{CO}_2} + (C_{\text{HC}} + C_{\text{CO}}) \times 10^{-4}} \quad \text{für Flüssiggas}$$

$$DF = \frac{9.5}{C_{\text{CO}_2} + (C_{\text{HC}} + C_{\text{CO}}) \times 10^{-4}} \quad \text{für Erdgas/Biomethan}$$

$$DF = \frac{12.5}{C_{\text{CO}_2} + (C_{\text{HC}} + C_{\text{CO}}) \times 10^{-4}} \quad \text{für Ethanol (E85)}$$

$$DF = \frac{35.03}{C_{\text{H}_2\text{O}} - C_{\text{H}_2\text{O}-\text{DA}} + C_{\text{H}_2} \times 10^{-4}} \quad \text{für Wasserstoff}$$

Für die Gleichung für Wasserstoff gilt:

C_{H_2O} ist die H_2O -Konzentration im verdünnten Abgas im Sammelbeutel, in Volumenprozent;

C_{H_2O-DA} ist die H_2O -Konzentration in der Verdünnungsluft, in Volumenprozent;

C_{H_2} ist die H_2 -Konzentration im verdünnten Abgas im Sammelbeutel, in Volumenprozent.

Wird eine Kraftstoffart nicht in diesem Absatz aufgelistet, ist der Verdünnungsfaktor des betreffenden Kraftstoffs anhand der Gleichungen in Absatz 3.2.1.1.2 dieses Unteranhangs zu berechnen.

Verwendet der Hersteller einen Verdünnungsfaktor, der mehrere Phasen umfasst, ist der Verdünnungsfaktor unter Verwendung der durchschnittlichen Konzentration der gasförmigen Verbindungen für die betreffenden Phasen zu berechnen.

Die durchschnittliche Konzentration einer gasförmigen Verbindung ist anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$\bar{C}_i = \frac{\sum_{\text{phase}=1}^n (C_{i,\text{phase}} \times V_{\text{mix,phase}})}{\sum_{\text{phase}=1}^n V_{\text{mix,phase}}}$$

dabei ist:

C_i die durchschnittliche Konzentration einer gasförmigen Verbindung;

$C_{i,\text{phase}}$ die Konzentration für jede einzelne Phase;

$V_{\text{mix,phase}}$ der V_{mix} -Wert der entsprechenden Phase.

3.2.1.1.2. Die allgemeine Gleichung für die Berechnung des Verdünnungsfaktors DF für jeden Bezugskraftstoff mit einem arithmetischen Mittelwert der Zusammensetzung von $C_xH_yO_z$ hat die folgende Form:

$$DF = \frac{X}{C_{CO_2} + (C_{HC} + C_{CO}) \times 10^{-4}}$$

dabei ist:

$$X = 100 \times \frac{x}{x + \frac{y}{2} + 3,76 \left(x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2} \right)}$$

C_{CO_2} die CO_2 -Konzentration im verdünnten Abgas im Sammelbeutel, in Volumenprozent;

C_{HC} die HC-Konzentration im verdünnten Abgas im Sammelbeutel, in ppm Kohlenstoff-Äquivalent;

C_{CO} die CO-Konzentration im verdünnten Abgas im Sammelbeutel, in ppm.

3.2.1.1.3. Methanmessung

3.2.1.1.3.1. Bei der Methanmessung mit einem GC-FID, ist die Konzentration von NMHC anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$C_{\text{NMHC}} = C_{\text{THC}} - (Rf_{\text{CH}_4} \times C_{\text{CH}_4})$$

dabei ist:

C_{NMHC} die korrigierte NMHC-Konzentration im verdünnten Abgas, in ppm Kohlenstoffäquivalent;

C_{THC} die THC-Konzentration im verdünnten Abgas, ausgedrückt in ppm Kohlenstoffäquivalent und korrigiert um die THC-Konzentration in der Verdünnungsluft;

C_{CH_4} die CH_4 -Konzentration im verdünnten Abgas, ausgedrückt in ppm Kohlenstoffäquivalent und korrigiert um die CH_4 -Menge in der Verdünnungsluft;

Rf_{CH_4} der Ansprechfaktor des FID für Methan, wie in Unteranhang 5 Absatz 5.4.3.2 festgelegt.

3.2.1.1.3.2. Bei der Methanmessung mit einem NMC-FID hängt die NMHC-Berechnung vom Kalibriergas/von der Methode zur Nullpunkteinstellung/Kalibrierung ab.

Der für THC-Messungen ohne NMC verwendete FID ist mit Propan/Luft auf die übliche Weise zu kalibrieren.

Für die Kalibrierung des einem NMC nachgeschalteten FID sind folgende Verfahren zulässig:

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

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

Im Fall a) sind die Konzentrationen von CH_4 und NMHC anhand folgender Gleichungen zu berechnen:

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

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

Ist der Wert $r_h < 1,05$, kann er bei der oben aufgeführten Gleichung für C_{CH_4} ausgelassen werden.

Im Fall b) sind die Konzentrationen von CH_4 und NMHC anhand folgender Gleichungen zu berechnen:

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

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

dabei ist:

- $C_{HC(w/NMC)}$ die HC-Konzentration bei Führung des Probengases durch den NMC, in ppm C;
- $C_{HC(w/oNMC)}$ die HC-Konzentration bei Führung des Probengases am NMC vorbei, in ppm C,
- r_h der Ansprechfaktor für Methan, wie in Unteranhang 5 Absatz 5.4.3.2 festgelegt;
- E_M die Methan-Effizienz, wie in Absatz 3.2.1.1.3.3.1 dieses Unteranhangs festgelegt;
- E_E die Ethan-Effizienz, wie in Absatz 3.2.1.1.3.3.2 dieses Unteranhangs festgelegt.

Ist der Wert $r_h < 1,05$, kann er bei der oben für den Fall b) aufgeführten Gleichung für C_{CH_4} und C_{NMHC} ausgelassen werden.

3.2.1.1.3.3. Umwandlungseffizienz des Nichtmethan-Cutters (NMC)

Der NMC entfernt die Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe aus der Gasprobe, indem er alle Kohlenwasserstoffe außer Methan oxidiert. Im Idealfall beträgt die Umwandlung bei Methan 0 % und bei den anderen Kohlenwasserstoffen, repräsentiert durch Ethan, 100 %. Um eine genaue Messung der NMHC zu ermöglichen, sind die beiden Effizienzwerte zu bestimmen und zur Berechnung der NMHC-Emission heranzuziehen.

3.2.1.1.3.3.1. Methan-Umwandlungseffizienz, E_M

Das Methan/Luft-Kalibriergas ist mit und ohne Umgehung des NMC durch den FID zu leiten, und die beiden Konzentrationen sind aufzuzeichnen. Die Umwandlungseffizienz ist anhand der folgenden Gleichung zu berechnen:

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

dabei ist:

$C_{HC(w/NMC)}$ die HC-Konzentration bei Durchfluss von CH_4 durch den NMC, in ppm C;

$C_{HC(w/oNMC)}$ die HC-Konzentration bei Umleitung von CH_4 um den NMC, in ppm C.

3.2.1.1.3.3.2. Ethan-Umwandlungseffizienz, E_E

Das Ethan/Luft-Kalibriergas ist mit und ohne Umgehung des NMC durch den FID zu leiten, und die beiden Konzentrationen sind aufzuzeichnen. Die Umwandlungseffizienz ist anhand der folgenden Gleichung zu berechnen:

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

dabei ist:

$C_{HC(w/NMC)}$ die HC-Konzentration bei Durchfluss von C_2H_6 durch den NMC, in ppm C;

$C_{\text{HC(w/oNMC)}}$ die HC-Konzentration bei Umleitung von C_2H_6 um den NMC, in ppm C.

Liegt die Ethan-Umwandlungseffizienz des NMC bei einem Wert von 0,98 oder höher, ist der Wert E_E für alle nachfolgenden Berechnungen auf 1 zu setzen.

3.2.1.1.3.4. Wird der Methan-FID durch den Cutter kalibriert, beträgt der Wert E_M 0.

Die Gleichung zur Berechnung von C_{H_4} in Absatz 3.2.1.1.3.2 (Fall b) in diesem Unteranhang nimmt folgende Form an:

$$C_{\text{CH}_4} = C_{\text{HC(w/NMC)}}$$

Die Gleichung zur Berechnung von C_{H_4} in Absatz 3.2.1.1.3.2 (Fall b) in diesem Unteranhang nimmt folgende Form an:

$$C_{\text{NMHC}} = C_{\text{HC(w/oNMC)}} - C_{\text{HC(w/NMC)}} \times r_h$$

Die Dichte, die für die Berechnung der NMHC-Masse herangezogen wird, muss gleich der Dichte der Gesamtkohlenwasserstoffe bei 273,15 K (0 °C) und bei 101,325 kPa sein und hängt vom Kraftstoff ab.

3.2.1.1.4. Berechnung des durchflussgewichteten arithmetischen Mittelwertes der Konzentration

Die nachfolgend dargestellte Berechnungsmethode ist nur anzuwenden für CVS-Probenahmesysteme ohne Wärmetauscher, bzw. für CVS-Probenahmesysteme mit Wärmetauscher, die nicht den Bestimmungen von Unteranhang 5 Absatz 3.3.5.1 entsprechen.

Weist der CVS-Durchsatz q_{VCVS} in der Prüfung Abweichungen von über ± 3 Prozent des arithmetischen Durchsatz-Mittelwertes auf, so ist für alle kontinuierliche Verdünnungs-Messungen, einschließlich des PN-Wertes, ein durchflussgewichteter arithmetischer Mittelwert zu verwenden:

$$C_e = \frac{\sum_{i=1}^n q_{\text{VCVS}(i)} \times \Delta t \times C(i)}{V}$$

dabei ist:

C_e der durchflussgewichtete arithmetische Mittelwert der Konzentration;

$q_{\text{VCVS}(i)}$ der CVS-Durchsatz zum Zeitpunkt $t = i \times \Delta t$, in m^3/min ;

$C(i)$ die Konzentration zum Zeitpunkt $t = i \times \Delta t$, in ppm;

Δt der Zeitraum zwischen den Probenahmen, in s;

V das gesamte CVS-Volumen, in m^3 .

3.2.1.2. Berechnung des Feuchtigkeitskorrekturfaktors für NO_x

Um die Auswirkungen der Feuchtigkeit auf die für die Stickoxide erzielten Ergebnisse zu korrigieren, sind folgende Formeln anzuwenden:

$$KH = \frac{1}{1 - 0.0329 \times (H - 10.71)}$$

dabei ist:

$$H = \frac{6.211 \times R_a \times P_d}{P_B - P_d \times R_a \times 10^{-2}}$$

und:

H die spezifische Feuchtigkeit in Gramm Wasser pro Kilogramm Trockenluft;

R_a die relative Feuchtigkeit der Umgebungsluft, in Prozent;

P_d der Sättigungsdampfdruck bei Umgebungstemperatur, in kPa;

P_B der Luftdruck im Prüfraum, in kPa.

Der KH-Faktor ist für jede Phase des Prüfzyklus zu berechnen.

Die Umgebungstemperatur und die relative Feuchtigkeit werden festgelegt als der arithmetische Mittelwert der kontinuierlich in jeder Phase gemessenen Werte.

3.2.2. Bestimmung der HC-Emissionsmasse aus Selbstzündungsmotoren

3.2.2.1. Zur Bestimmung der HC-Emissionsmasse bei Selbstzündungsmotoren wird der arithmetische Mittelwert der HC-Konzentration mit Hilfe der nachstehenden Formel berechnet:

$$C_e = \frac{\int_{t_1}^{t_2} C_{HC} dt}{t_2 - t_1}$$

dabei ist:

$\int_{t_1}^{t_2} C_{HC} dt$ das Integral der vom beheizten FID während der Prüfdauer (t₁ bis t₂) aufgezeichneten Werte;

C_e die in dem verdünnten Abgas gemessene HC-Konzentration in ppm für C_i; C_i ersetzt C_{HC} in allen entsprechenden Gleichungen.

3.2.2.1.1. Die HC-Konzentration in der Verdünnungsluft ist mit Hilfe der Verdünnungsluft-Beutel zu bestimmen. Es ist eine Korrektur gemäß Absatz 3.2.1.1 dieses Unteranhangs vorzunehmen.

3.2.3. Berechnungen des Kraftstoffverbrauchs und der CO₂-Werte für Einzelfahrzeuge einer Interpolationsfamilie

3.2.3.1. Kraftstoffverbrauch und CO₂-Emissionen ohne Anwendung der Interpolationsmethode

Der gemäß Absatz 3.2.1 dieses Unteranhangs berechnete CO₂-Wert und der gemäß Absatz 6 dieses Unteranhangs berechnete Kraftstoffverbrauch werden allen Einzelfahrzeugen der Interpolationsfamilie zugeordnet und die Interpolationsmethode findet keine Anwendung.

3.2.3.2. Kraftstoffverbrauch und CO₂-Emissionen unter Anwendung der Interpolationsmethode

Die CO₂-Emissionen und der Kraftstoffverbrauch für jedes Einzelfahrzeug der Interpolationsfamilie können gemäß der in den Absätzen 3.2.3.2.1 bis einschließlich 3.2.3.2.5 dieses Unteranhangs dargestellten Interpolationsmethode berechnet werden.

3.2.3.2.1. Kraftstoffverbrauch und CO₂-Emissionen der Prüffahrzeuge L und H

Die für die nachfolgenden Berechnungen zu verwendende Masse der CO₂-Emissionen M_{CO_2-L} und M_{CO_2-H} und der Phasen p $M_{CO_2-L,p}$ und $M_{CO_2-H,p}$ der Prüffahrzeuge L und H ist der Tabelle A7/1, Schritt 9 zu entnehmen.

Die Werte des Kraftstoffverbrauchs werden ebenfalls Tabelle A7/1 Schritt 9 entnommen und als $FC_{L,p}$ and $FC_{H,p}$ bezeichnet.

3.2.3.2.2. Berechnung des Fahrwiderstands (Straße) für ein Einzelfahrzeug

3.2.3.2.2.1. Masse eines Einzelfahrzeugs

Die Prüfmassen der Fahrzeuge H und L sind als Dateneingabewerte für die Interpolationsmethode zu verwenden.

TM_{ind} , in kg, wird als Einzelprüfmasse des Fahrzeugs gemäß Absatz 3.2.25 dieses Anhangs festgelegt.

Wird für die Prüffahrzeuge L und H die gleiche Prüfmasse verwendet, ist der Wert von TM_{ind} für die Interpolationsmethode als die Masse des Prüffahrzeugs H festzulegen.

3.2.3.2.2.2. Rollwiderstand eines Einzelfahrzeugs

Die tatsächlichen Rollwiderstandswerte für die ausgewählten Reifen für Prüffahrzeug L, RR_L , und Prüffahrzeug H, RR_H , sind als Input für die Interpolationsmethode zu verwenden. Siehe Unteranhang 4 Absatz 4.2.2.1.

Weisen die Reifen auf der Vorder- und Hinterachse von Fahrzeug L oder H unterschiedliche Rollwiderstandswerte auf, ist der gewichtete Mittelwert der Rollwiderstandswerte anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$RR_x = RR_{x,FA} \times mp_{x,FA} + RR_{x,RA} \times (1 - mp_{x,FA})$$

dabei ist:

$RR_{x,FA}$ der Rollwiderstand der Vorderachsenreifen, in kg/Tonne;

$RR_{x,RA}$ der Rollwiderstand der Hinterachsenreifen, in kg/Tonne;

$mp_{x,FA}$ der Anteil der Fahrzeugmasse auf der Vorderachse von Fahrzeug H;

x Fahrzeug L, H oder ein Einzelfahrzeug.

Für die an einem Einzelfahrzeug angebrachten Reifen wird der Wert des Rollwiderstands RR_{ind} auf den Klassenwert der anwendbaren Klasse für Reifenrollwiderstand gemäß Unteranhang 4 Tabelle A4/1 festgelegt.

Weisen die Reifen auf der Vorder- und Hinterachse unterschiedliche Rollwiderstandswerte auf, ist der anhand der Gleichung in diesem Absatz berechnete gewichtete Mittelwert zu verwenden.

Werden die gleichen Reifen auf die Prüffahrzeuge L und H angebracht, ist der Wert von RR_{ind} für die Interpolationsmethode auf RR_H festzulegen.

3.2.3.2.2.3. Luftwiderstand eines Einzelfahrzeugs

Der Luftwiderstand ist für alle luftwiderstandsrelevanten Teile der Zusatzausrüstung und/oder Karosserieformen in einem von der Genehmigungsbehörde verifizierten Windkanal zu messen, der den Anforderungen von Unteranhang 4 Absatz 3.2. genügt.

Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde kann eine alternative Methode (z. B. Simulation, Windkanal, der das Kriterium in Unteranhang 4 nicht erfüllt) zur Bestimmung von $\Delta(C_D \times A_f)$ verwendet werden, wenn folgende Kriterien erfüllt werden:

- a) Die alternative Bestimmungsmethode muss für den Wert $\Delta(C_D \times A_f)$ eine Genauigkeit von $\pm 0,015 \text{ m}^2$ aufweisen und zusätzlich, für den Fall dass eine Simulation verwendet wird, ist das Verfahren der numerischen Strömungsmechanik (Computational Fluid Dynamics, CFD) eingehend zu validieren, so dass die Übereinstimmung der tatsächlichen Luftströmungsmuster um die Karosserie, einschließlich der Größen der Luftstromgeschwindigkeiten, Kräfte und Drücke, mit den Ergebnissen der Validierungsprüfung nachgewiesen werden kann;
- b) die Alternativmethode ist nur für diejenigen luftwiderstandsrelevanten Karosserieteile (z. B. Räder, Karosserieformen, Kühlsystem) anzuwenden, deren Gleichwertigkeit nachgewiesen wurde;
- c) der Nachweis der Gleichwertigkeit ist der Genehmigungsbehörde für jede Fahrwiderstandsfamilie (Straße) im Voraus vorzulegen, falls eine mathematische Methode verwendet wird, oder in einem Vierjahresrhythmus, falls eine Messmethode verwendet wird. In allen Fällen muss der Gleichwertigkeitsnachweis auf der Grundlage der Windkanalmessungen erstellt werden, die die Kriterien dieser Anlage erfüllen;
- d) beträgt der Wert $\Delta(C_D \times A_f)$ einer Option mehr als das Doppelte des Wertes einer Option, für die der Nachweis vorgelegt wurde, ist der Luftwiderstand nicht mit Hilfe der Alternativmethode zu bestimmen; und
- e) falls ein Simulationsmodell geändert wird, ist eine erneute Validierung erforderlich. $\Delta(C_D \times A_f)_{LH}$ stellt die Differenz des Produkts aus dem Luftwiderstandskoeffizienten multipliziert mit der Fahrzeugfront des Prüffahrzeugs H verglichen mit dem Prüffahrzeug L dar, die in alle einschlägigen Prüfberichte aufzunehmen ist, in m^2 .

$\Delta(C_D \times A_f)_{ind}$ stellt die Differenz des Produkts aus dem Luftwiderstandskoeffizienten multipliziert mit der Fahrzeugfront zwischen einem Einzelfahrzeug und dem Prüffahrzeug L dar, verursacht durch die Optionen und Karosserieformen des Fahrzeugs, die von denjenigen des Prüffahrzeugs L abweichen, in m^2 ;

Diese Differenzwerte des Luftwiderstands, $\Delta(C_D \times A_f)$, sind mit einer Genauigkeit von **0,015** m² zu bestimmen.

Der Wert $\Delta(C_D \times A_f)_{\text{ind}}$ kann auch für die Summe der Teile der Zusatzausrüstung und Karosserieformen anhand der folgenden Gleichung mit einer Genauigkeit von **0,015** m² berechnet werden:

$$\Delta(C_D \times A_f)_{\text{ind}} = \sum_{i=1}^n \Delta(C_D \times A_f)_i$$

dabei ist:

C_D der Luftwiderstandskoeffizient;

A_f die Fläche der Fahrzeugfront, in m²;

n die Anzahl der Teile der Zusatzausrüstung an dem Fahrzeug, die sich zwischen dem Einzelfahrzeug und dem Prüffahrzeug L unterscheiden.

$\Delta(C_D \times A_f)_i$ die Differenz des Produkts aus dem Luftwiderstandskoeffizienten multipliziert mit der Fahrzeugfront, verursacht durch ein Einzelmerkmal i am Fahrzeug. Dieser Wert ist positiv für ein Teil der Zusatzausrüstung, durch den der Luftwiderstand im Vergleich zum Prüffahrzeug L größer wird und umgekehrt, in m².

Die Summe aller Differenzwerte $\Delta(C_D \times A_f)_i$ für die Prüffahrzeuge L und H hat der Gesamtdifferenz zwischen den Prüffahrzeugen L und H zu entsprechen; sie wird mit dem Ausdruck $\Delta(C_D \times A_f)_{LH}$ bezeichnet.

Die Zu- oder Abnahme des Produkts aus dem Luftwiderstandskoeffizienten multipliziert mit der Fahrzeugfront, ausgedrückt als $\Delta(C_D \times A_f)$, für alle Teile der Zusatzausrüstung und Karosserieformen der Interpolationsfamilie, die

a) Auswirkungen auf den Luftwiderstand des Fahrzeugs aufweist und

b) in der Interpolation zu berücksichtigen ist,

ist in allen einschlägigen Prüfberichten zu berücksichtigen.

Der Luftwiderstand des Fahrzeugs H ist auf die gesamte Interpolationsfamilie anzuwenden und der Wert $\Delta(C_D \times A_f)_{LH}$ ist auf Null zu setzen, falls:

a) mit Hilfe der Windkanalanlage eine genaue Bestimmung von $\Delta(C_D \times A_f)$ nicht möglich ist, oder

b) bei den Prüffahrzeugen H und L keine luftwiderstandsrelevanten Teile der Zusatzausrüstung vorhanden sind, die in der Interpolationsmethode zu berücksichtigen sind.

3.2.3.2.2.4. Berechnung des Fahrwiderstands (Straße) für Einzelfahrzeuge der Interpolationsfamilie

Die Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) f_0 , f_1 und f_2 (gemäß der Definition in Unteranhang **4**) für die Prüffahrzeuge H und L werden als $f_{0,H}$, $f_{1,H}$ und $f_{2,H}$, und $f_{0,L}$, $f_{1,L}$ und $f_{2,L}$ bezeichnet. Eine angepasste Fahrwiderstandskurve für das Prüffahrzeug L wird wie folgt definiert:

$$F_L(v) = f_{0,L}^* + f_{1,H} \times v + f_{2,L}^* \times v^2$$

Unter Anwendung der Methode der Mindestquadrate über den Bereich der Geschwindigkeitsbezugspunkte werden die angepassten Fahrwiderstandskoeffizienten $f_{0,L}^*$ und $f_{2,L}^*$ für $F_L(v)$ bestimmt, wobei der lineare Koeffizient $f_{1,L}^*$ auf den Wert $f_{1,H}$ festgelegt wird. Die Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) $f_{0,ind}$, $f_{1,ind}$ und $f_{2,ind}$ für ein Einzelfahrzeug einer Interpolationsfamilie werden anhand der folgenden Gleichungen berechnet:

$$f_{0,ind} = f_{0,H} - \Delta f_0 \times \frac{(TM_H \times RR_H - TM_{ind} \times RR_{ind})}{(TM_H \times RR_H - TM_L \times RR_L)}$$

Alternativ, falls $(TM_H \times RR_H - TM_L \times RR_L) = 0$, gilt die nachfolgend aufgeführte Gleichung für $f_{0,ind}$:

$$f_{0,ind} = f_{0,H} - \Delta f_0$$

$$f_{1,ind} = f_{1,H}$$

$$f_{2,ind} = f_{2,H} - \Delta f_2 \frac{(\Delta[C_d \times A_f]_{LH} - \Delta[C_d \times A_f]_{ind})}{(\Delta[C_d \times A_f]_{LH})}$$

Alternativ, falls $\Delta(C_d \times A_f)_{LH} = 0$, gilt die nachfolgend aufgeführte Gleichung für $f_{2,ind}$:

$$f_{2,ind} = f_{2,H} - \Delta f_2$$

dabei gilt:

$$\Delta f_0 = f_{0,H} - f_{0,L}^*$$

$$\Delta f_2 = f_{2,H} - f_{2,L}^*$$

Bei einer Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) sind die Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) f_0 , f_1 und f_2 für ein Einzelfahrzeug anhand der Gleichungen in Unteranhang 4 Absatz 5.1.1 zu berechnen.

3.2.3.2.3. Berechnung des Zyklusenergiebedarfs

Der Zyklusenergiebedarf eines anwendbaren WLTC-Zyklus, E_k , und der Energiebedarf für alle anwendbaren Zyklusphasen $E_{k,p}$ sind gemäß dem Verfahren in Absatz 5 dieses Unteranhangs für die folgenden Kombinationen k der Fahrwiderstandskoeffizienten und Massen zu berechnen:

$$k=1: \quad f_0 = f_{0,L}^*, f_1 = f_{1,H}, f_2 = f_{2,L}^*, m = TM_L$$

(Prüffahrzeug L)

$$k=2: \quad f_0 = f_{0,H}, f_1 = f_{1,H}, f_2 = f_{2,H}, m = TM_H$$

(Prüffahrzeug H)

$$k=3: \quad f_0 = f_{0,ind}, f_1 = f_{1,H}, f_2 = f_{2,ind}, m = TM_{ind}$$

(ein Einzelfahrzeug einer Interpolationsfamilie).

3.2.3.2.4. Berechnung des CO₂-Werts für ein Einzelfahrzeug innerhalb einer Interpolationsfamilie mit Hilfe der Interpolationsmethode

Für jede Zyklusphase p des anzuwendenden Zyklus ist die Masse der CO₂-Emissionen in g/km für ein Einzelfahrzeug anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$M_{\text{CO}_2\text{-ind,p}} = M_{\text{CO}_2\text{-L,p}} + \left(\frac{E_{3,p} - E_{1,p}}{E_{2,p} - E_{1,p}} \right) \times (M_{\text{CO}_2\text{-H,p}} - M_{\text{CO}_2\text{-L,p}})$$

Die Masse der CO₂-Emissionen in g/km für ein Einzelfahrzeug während des gesamten Zyklus ist anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$M_{\text{CO}_2\text{-ind}} = M_{\text{CO}_2\text{-L}} + \left(\frac{E_3 - E_1}{E_2 - E_1} \right) \times (M_{\text{CO}_2\text{-H}} - M_{\text{CO}_2\text{-L}})$$

Die Ausdrücke E_{1,p}, E_{2,p} und E_{3,p} und E₁, E₂ und E₃ werden in Absatz **3.2.3.2.3** dieses Unteranhangs definiert.

3.2.3.2.5. Berechnung des Kraftstoffverbrauchs FC für ein Einzelfahrzeug innerhalb einer Interpolationsfamilie mit Hilfe der Interpolationsmethode

Für jede Zyklusphase p des anzuwendenden Zyklus ist der Kraftstoffverbrauch in l/100 km für ein Einzelfahrzeug anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$FC_{\text{ind,p}} = FC_{\text{L,p}} + \left(\frac{E_{3,p} - E_{1,p}}{E_{2,p} - E_{1,p}} \right) \times (FC_{\text{H,p}} - FC_{\text{L,p}})$$

Der Kraftstoffverbrauch in l/100 km für ein Einzelfahrzeug während des gesamten Zyklus ist anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$FC_{\text{ind}} = FC_{\text{L}} + \left(\frac{E_3 - E_1}{E_2 - E_1} \right) \times (FC_{\text{H}} - FC_{\text{L}})$$

Die Ausdrücke E_{1,p}, E_{2,p} und E_{3,p}, und E₁, E₂ und E₃ werden in Absatz **3.2.3.2.3** dieses Unteranhangs definiert.

3.2.4. Berechnungen des Kraftstoffverbrauchs und der CO₂-Werte für Einzelfahrzeuge innerhalb einer Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße)

Die CO₂-Emissionen und der Kraftstoffverbrauch für jedes Einzelfahrzeug innerhalb der Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) sind gemäß der in den Absätzen **3.2.3.2.3** bis einschließlich **3.2.3.2.5** dieses Unteranhangs dargestellten Interpolationsmethode zu berechnen. Gegebenenfalls sind Bezüge auf Fahrzeug L und/oder H durch Bezüge auf Fahrzeug L_M und/oder H_M zu ersetzen.

3.2.4.1. Bestimmung des Kraftstoffverbrauchs und der CO₂-Emissionen für die Fahrzeuge L_M und H_M

Die Masse der CO₂-Emissionen M_{CO₂} der Fahrzeuge L_M und H_M ist gemäß den Berechnungen in Absatz **3.2.1** dieses Unteranhangs für die einzelnen Zyklusphasen p des anwendbaren WLTC-Zyklus zu bestimmen;

die beiden Werte werden als $M_{CO_2-LM,p}$ bzw. $M_{CO_2-HM,p}$ bezeichnet. Der Kraftstoffverbrauchswerte für die einzelnen Zyklusphasen des anwendbaren WLTC-Zyklus sind gemäß Absatz 6 dieses Unteranhangs zu bestimmen; sie werden als $FC_{LM,p}$ bzw. $FC_{HM,p}$ bezeichnet.

3.2.4.1.1. Berechnung des Fahrwiderstands (Straße) für ein Einzelfahrzeug

Die Fahrwiderstandskraft ist gemäß dem in Unteranhang 4 Absatz 5.1 beschriebenen Verfahren zu berechnen.

3.2.4.1.1.1. Masse eines Einzelfahrzeugs

Die gemäß Unteranhang 4 Absatz 4.2.1.4 ausgewählten Prüfmassen der Fahrzeuge H_M und L_M sind als Eingabedaten zu verwenden.

TM_{ind} , in kg, wird als Prüfmasse des Einzelfahrzeugs gemäß der Definition von Prüfmasse in Absatz 3.2.25 dieses Anhangs festgelegt.

Wird für die Fahrzeuge L_M und H_M die gleiche Prüfmasse verwendet, ist der Wert von TM_{ind} für die Fahrwiderstandsmatrix-Familie (Straße) als die Masse des Fahrzeugs H_M festzulegen.

3.2.4.1.1.2. Rollwiderstand eines Einzelfahrzeugs

Die in Unteranhang 4 Absatz 4.2.1.4 ausgewählten Rollwiderstandswerte für Fahrzeug L_M , RR_{LM} , und Fahrzeug H_M , RR_{HM} sind als Eingabedaten zu verwenden.

Weisen die Reifen auf der Vorder- und Hinterachse von Fahrzeug L_M or H_M unterschiedliche Rollwiderstandswerte auf, ist der gewichtete Mittelwert der Rollwiderstandswerte anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$RR_x = RR_{x,FA} \times mp_{x,FA} + RR_{x,RA} \times (1 - mp_{x,FA})$$

dabei ist:

$RR_{x,FA}$ der Rollwiderstand der Vorderachsenreifen, in kg/Tonne;

$RR_{x,RA}$ der Rollwiderstand der Hinterachsenreifen, in kg/Tonne;

$mp_{x,FA}$ der Anteil der Fahrzeugmasse auf der Vorderachse;

x Fahrzeug L, H oder ein Einzelfahrzeug.

Für die an einem Einzelfahrzeug angebrachten Reifen wird der Wert des Rollwiderstands RR_{ind} auf den Klassenwert der anwendbaren Klasse für Reifenrollwiderstand gemäß Unteranhang 4 Tabelle A4/1 festgelegt.

Weisen die Reifen auf der Vorder- und Hinterachse unterschiedliche Rollwiderstandsklassenwerte auf, ist der anhand der Gleichung in diesem Absatz berechnete gewichtete Mittelwert zu verwenden.

Wird für die Fahrzeuge L_M und H_M der gleiche Rollwiderstandswert verwendet, so ist der Wert von RR_{ind} für die Methode der Fahrwiderstandmatrix-Familie (Straße) auf RR_{HM} zu setzen.

3.2.4.1.1.3. Fahrzeugfront eines Einzelfahrzeugs

Die in Unteranhang 4 Absatz 4.2.1.4 ausgewählten Werte für die Fahrzeugfront von Fahrzeug L_M , A_{fLM} , und Fahrzeug H_M , A_{fHM} sind als Eingabedaten zu verwenden.

$A_{f,ind}$, m^2 ist die Fahrzeugfront eines Einzelfahrzeugs.

Wird für die Fahrzeuge L_M und H_M der gleiche Wert für die Fahrzeugfront verwendet, ist der Wert von $A_{f,ind}$ für die Methode der Fahrwiderstandmatrix-Familie (Straße) auf den Wert der Fahrzeugfront für Fahrzeug H_M festzusetzen.

3.3. Partikelmasse (PM)

3.3.1. Berechnung

Die Partikelmasse (PM) ist anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$PM = \frac{(V_{mix} + V_{ep}) \times P_e}{V_{ep} \times d}$$

wenn die Abgase aus dem Tunnel abgeleitet werden, und

und:

$$PM = \frac{V_{mix} \times P_e}{V_{ep} \times d}$$

wenn die Gasproben in den Tunnel zurückgeleitet werden;

dabei ist:

V_{mix} das Volumen der verdünnten Abgase (siehe Absatz 2 dieses Unteranhangs) im Normzustand;

V_{ep} das Volumen des verdünnten Abgases, das durch den Partikelprobenahmefilter im Normzustand fließt;

P_e die Masse der in einem oder mehreren Probenahmefilter(n) aufgefangenen Partikel, in mg;

d die während des Prüfzyklus gefahrene Strecke, in km.

3.3.1.1. Wenn Messungen unter Berücksichtigung der Hintergrund-Partikelmasse der Verdünnungsluft korrigiert werden, dann ist diese nach den Vorschriften von Unteranhang 6 Absatz 1.2.1.3.1 zu bestimmen. In diesem Fall ist die Partikelmasse (in mg/km) anhand folgender Gleichungen zu berechnen:

$$PM = \left\{ \frac{P_e}{V_{ep}} - \left[\frac{P_a}{V_{ap}} \times \left(1 - \frac{1}{DF} \right) \right] \right\} \times \frac{(V_{mix} + V_{ep})}{d}$$

wenn die Abgase aus dem Tunnel abgeleitet werden;

und:

$$PM = \left\{ \frac{P_e}{V_{ep}} - \left[\frac{P_a}{V_{ap}} \times \left(1 - \frac{1}{DF} \right) \right] \right\} \times \frac{(V_{mix})}{d}$$

wenn die Abgase in den Tunnel zurückgeleitet werden;

dabei gilt:

V_{ap} ist das Volumen der Verdünnungsluft im Normzustand, die den Hintergrund-Partikelfilter durchströmt hat,

P_a ist die Partikelmasse aus der Verdünnungsluft, oder die Hintergrundleuft des Verdünnungstunnels, bestimmt mit einer der in Unteranhang 6 Absatz 1.2.1.3.1 beschriebenen Methoden;

DF ist der Verdünnungsfaktor, wie in Absatz 3.2.1.1.1 dieses Unteranhangs festgelegt.

Wenn man bei der Hintergrundkorrektur ein negatives Ergebnis erhält, ist ein Wert von Null g/km anzunehmen.

3.3.2. Berechnung der Partikelmasse PM mit Hilfe der Doppel-Verdünnungsmethode

$$V_{ep} = V_{set} - V_{ssd}$$

dabei ist:

V_{ep} das Volumen des verdünnten Abgases, das durch den Partikelprobenahmefilter im Normzustand fließt;

V_{set} das Volumen des doppelt verdünnten Abgases, das durch die Partikelprobenahmefilter im Normzustand fließt;

V_{ssd} das Volumen der sekundären Verdünnungsluft im Normzustand.

Wird die sekundär verdünnte Gasprobe für die PM-Messung nicht in den Tunnel zurückgeleitet, ist das CVS-Volumen wie bei einer einfachen Verdünnung zu berechnen:

$$V_{mix} = V_{mix\ indicated} + V_{ep}$$

dabei ist:

$V_{mix\ indicated}$ das gemessene Volumen des verdünnten Abgases im Verdünnungssystem nach der Entnahme der Partikelprobe im Normzustand.

4. Bestimmung der Partikelzahl (PN)

4.1. Die Partikelzahl ist mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$PN = \frac{V \times k \times (\overline{C}_s \times \overline{f}_r - C_b \times \overline{f}_{rb}) \times 10^3}{d}$$

dabei ist:

PN die Zahl emittierter Partikel, in Partikeln pro Kilometer;

V das Volumen des verdünnten Abgases je Prüfung (nur nach der Vorverdünnung bei der Doppel-Verdünnungsmethode), ausgedrückt in Liter je Prüfung und auf den Normzustand (273,15 K (0 °C) und 101,325 kPa) umgerechnet;

k ein Kalibrierfaktor zur Berichtigung der Messungen des Partikelzählers in Bezug auf die Normalmesseinrichtung, falls dies nicht automatisch im Partikelzähler erfolgt. Wird der Kalibrierfaktor automatisch im Partikelzähler angewendet, ist der Kalibrierfaktorwert auf 1 zu setzen;

\overline{C}_s die korrigierte Konzentration der Partikel im verdünnten Abgas, ausgedrückt als arithmetischer Durchschnitt der Partikelzahl pro Kubikzentimeter während der Emissionsprüfung einschließlich der gesamten Dauer des Fahrzyklus. Wenn die Ergebnisse der mittleren Volumenkonzentration \overline{C} die mit dem Partikelzähler ermittelt werden, nicht auf den Normzustand (273,15 K (0 °C) und 101,325 kPa) bezogen sind, sind die Konzentrationen auf diesen Zustand umzurechnen \overline{C}_s ;

C_b ist die von der Genehmigungsbehörde zugelassene Konzentration der Partikelzahl in der Verdünnungsluft oder in der Hintergrundluft des Verdünnungstunnels, in Partikeln pro Kubikzentimeter ausgedrückt, koinzidenzkorrigiert und auf den Normzustand korrigiert (273,15 K (0 °C) und 101,325 kPa);

\overline{f}_r der Reduktionsfaktor für die mittlere Partikelkonzentration des Abscheiders für flüchtige Partikel bei der für die Prüfung verwendeten Verdünnungseinstellung;

\overline{f}_{rb} der Reduktionsfaktor für die mittlere Partikelkonzentration des Abscheiders für flüchtige Partikel bei der für die Hintergrund-Messung verwendeten Verdünnungseinstellung;

d die dem anzuwendenden Prüfzyklus entsprechende gefahrene Strecke, in km.

\overline{C} wird anhand folgender Gleichung berechnet:

$$\overline{C} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n}$$

dabei ist:

C_i ein mit dem Partikelzähler bestimmter diskreter Messwert der Partikelkonzentration im verdünnten Abgas, in Partikeln pro Kubikzentimeter ausgedrückt und koinzidenzkorrigiert;

n die Gesamtzahl der während des anzuwendenden Prüfzyklus durchgeführten Konzentrationsmessungen diskreter Partikel die anhand folgender Gleichung zu berechnen ist:

$$n = t \times f$$

dabei gilt:

t ist die Dauer des anwendbaren Prüfzyklus, in s;

f ist die Datenerfassungsfrequenz des Partikelzählers, in Hz.

5. Berechnung des Zyklusenergiebedarfs

Unbeschadet anderer Bestimmungen ist die Berechnung anhand der Sollgeschwindigkeitskurve an diskreten Zeitmesspunkten durchzuführen.

Für die Zwecke der Berechnung ist jeder Zeitmesspunkt als eine Zeitdauer zu interpretieren. Unbeschadet anderer Bestimmungen beträgt die Dauer Δt dieser Zeiträume 1 Sekunde.

Der Gesamtenergiebedarf E für den Gesamtzyklus oder eine spezifische Zyklusphase ist zu berechnen, indem der Summenwert E_i während der entsprechenden Zyklusdauer zwischen t_{start} und t_{end} nach der folgenden Gleichung ermittelt wird:

$$E = \sum_{t_{\text{start}}}^{t_{\text{end}}} E_i$$

dabei gilt:

$$E_i = F_i \times d_i \quad \text{wenn } F_i > 0$$

$$E_i = 0 \quad \text{wenn } F_i \leq 0$$

und:

t_{start} ist der Zeitpunkt, an dem der anzuwendende Prüfzyklus oder die Phase beginnt, in s;

t_{end} ist der Zeitpunkt, an dem der anzuwendenden Prüfzyklus oder die Phase endet, in s;

E_i ist der Energiebedarf während des Zeitraumes (i-1) bis (i), in Ws;

F_i ist die Antriebskraft während des Zeitraumes (i-1) bis (i), in N;

d_i ist die während des Zeitraumes (i-1) bis (i) zurückgelegte Strecke, in m;

$$F_i = f_0 + f_1 \times \left(\frac{v_i + v_{i-1}}{2} \right) + f_2 \times \frac{(v_i + v_{i-1})^2}{4} + (1,03 \times TM) \times a_i$$

dabei gilt:

F_i ist die Antriebskraft während des Zeitraumes (i-1) bis (i), in N;

v_i ist die Sollgeschwindigkeit zum Zeitpunkt t_i , in km/h;

TM ist die Prüfmasse, in kg

a_i ist die Beschleunigung während des Zeitraumes (i-1) bis (i), in m/s²;

f_0, f_1, f_2 sind die Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) für das betrachtete Prüffahrzeug (TM_L, TM_H oder TM_{ind}) in N, N/km/h bzw. in N/(km/h)².

$$d_i = \frac{(v_i + v_{i-1})}{2 \times 3,6} \times (t_i - t_{i-1})$$

dabei gilt:

d_i ist die während des Zeitraumes (i-1) bis (i) zurückgelegte Strecke, in m;

v_i ist die Sollgeschwindigkeit zum Zeitpunkt t_i , in km/h;

t_i ist die Zeit, in s.

$$a_i = \frac{v_i - v_{i-1}}{3,6 \times (t_i - t_{i-1})}$$

dabei gilt:

a_i ist die Beschleunigung während des Zeitraumes (i-1) bis (i), in m/s²;

v_i ist die Sollgeschwindigkeit zum Zeitpunkt t_i , in km/h;

t_i ist die Zeit, in s.

6. Berechnung des Kraftstoffverbrauchs

6.1. Die für die Berechnung der Kraftstoffverbrauchswerte erforderlichen Kraftstoffmerkmale sind Anhang IX zu entnehmen.

6.2. Die Werte des Kraftstoffverbrauchs sind anhand der Emissionen von Kohlenwasserstoffen, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid mit Hilfe der Ergebnisse aus Schritt 6 für Grenzwertemissionen und Schritt 7 für CO₂ aus der Tabelle A7/1 zu berechnen.

6.2.1. Die allgemeine Gleichung mit H/C- und O/C-Verhältnismerten in Absatz 6.12 ist zur Berechnung des Kraftstoffverbrauchs zu verwenden.

6.2.2. Für alle Gleichungen in Absatz 6 dieses Unteranhangs ist:

FC der Kraftstoffverbrauch für einen bestimmten Kraftstoff, in l/100 km (oder in m³/100 km bei Erdgas und kg/100 km bei Wasserstoff);

H/C das Verhältnis Wasserstoff/Kohlenstoff für einen spezifischen Kraftstoff C_xH_yO_z;

O/C das Verhältnis Sauerstoff/Kohlenstoff für einen spezifischen Kraftstoff C_xH_yO_z;

MW_C die Molmasse von Kohlenstoff (12,011 g/mol);

MW_H die Molmasse von Wasserstoff (1,008 g/mol);

MW_O die Molmasse von Sauerstoff (15,999 g/mol);

ρ_{fuel} die Dichte des Prüfkraftstoffs, in kg/l. Für gasförmige Kraftstoffe, Kraftstoffdichte bei 15 °C;

- HC die Kohlenwasserstoffemissionen, in g/km;
CO die Kohlenmonoxidemissionen, in g/km;
CO₂ die Kohlendioxidemissionen, in g/km;
H₂O die Wasseremissionen, in g/km;
H₂ die Wasserstoffemissionen, in g/km;
p₁ der Gasdruck im Kraftstofftank vor dem anzuwendenden Prüfzyklus, in Pa;
p₂ der Gasdruck im Kraftstofftank nach dem anzuwendenden Prüfzyklus, in Pa;
T₁ die Gastemperatur im Kraftstofftank vor dem anzuwendenden Prüfzyklus, in K;
T₂ die Gastemperatur im Kraftstofftank nach dem anzuwendenden Prüfzyklus, in K;
Z₁ der Kompressibilitätsfaktor des gasförmigen Kraftstoffs bei p₁ und T₁;
Z₂ der Kompressibilitätsfaktor des gasförmigen Kraftstoffs bei p₂ und T₂;
V das Innenvolumen des Gaskraftstofftanks, m³;
d die theoretische Länge der (des) anzuwendenden Phase bzw. Zyklus, in km.

6.3. Reserviert

6.4. Reserviert

6.5. Bei einem Fahrzeug mit Fremdzündungsmotor für Benzin (E10):

$$FC = \left(\frac{0.1206}{\rho_{\text{fuel}}} \right) \times [(0.829 \times \text{HC}) + (0.429 \times \text{CO}) + (0.273 \times \text{CO}_2)]$$

6.6. Bei einem Fahrzeug mit Fremdzündungsmotor für Flüssiggas:

$$FC_{\text{norm}} = \left(\frac{0.1212}{0.538} \right) \times [(0.825 \times \text{HC}) + (0.429 \times \text{CO}) + (0.273 \times \text{CO}_2)]$$

6.6.1. Wenn sich die Zusammensetzung des bei der Prüfung verwendeten Kraftstoffs von der Zusammensetzung unterscheidet, die bei der Berechnung des Normverbrauchs angenommen wird, kann auf Antrag des Herstellers ein anhand der folgenden Gleichung errechneter Korrekturfaktor cf verwendet werden:

$$FC_{\text{norm}} = \left(\frac{0.1212}{0.538} \right) \times cf \times [(0.825 \times \text{HC}) + (0.429 \times \text{CO}) + (0.273 \times \text{CO}_2)]$$

Der anwendbare Korrekturfaktor cf wird anhand der folgenden Gleichung bestimmt:

$$cf = 0.825 + 0.0693 \times n_{\text{actual}}$$

dabei ist:

n_{actual} das tatsächliche Wasserstoff/Kohlenstoff-Verhältnis des verwendeten Kraftstoffs.

6.7. Bei einem Fahrzeug mit Fremdzündungsmotor für Erdgas/Biomethan

$$FC_{\text{norm}} = \left(\frac{0.1336}{0.654} \right) \times [(0.749 \times \text{HC}) + (0.429 \times \text{CO}) + (0.273 \times \text{CO}_2)]$$

6.8. Reserviert

6.9. Reserviert

6.10. Bei einem Fahrzeug mit Selbstzündungsmotor für Dieselkraftstoff (B7)

$$FC = \left(\frac{0.1165}{\rho_{\text{fuel}}} \right) \times [(0.858 \times \text{HC}) + (0.429 \times \text{CO}) + (0.273 \times \text{CO}_2)]$$

6.11. Bei einem Fahrzeug mit Fremdzündungsmotor für Ethanol (E85)

$$FC = \left(\frac{0.1743}{\rho_{\text{fuel}}} \right) \times [(0.574 \times \text{HC}) + (0.429 \times \text{CO}) + (0.273 \times \text{CO}_2)]$$

6.12. Der Kraftstoffverbrauch für alle Prüfkraftstoffe kann mit folgender Gleichung berechnet werden:

$$FC = \frac{MW_C + \frac{H}{C} \times MW_H + \frac{O}{C} \times MW_O}{MW_C \times \rho_{\text{fuel}} \times 10} \times \left(\frac{MW_C}{MW_C + \frac{H}{C} \times MW_H + \frac{O}{C} \times MW_O} \times \text{HC} + \frac{MW_C}{MW_{\text{CO}}} \times \text{CO} + \frac{MW_C}{MW_{\text{CO}_2}} \times \text{CO}_2 \right)$$

6.13. Der Kraftstoffverbrauch bei einem Fahrzeug mit Fremdzündungsmotor für Wasserstoff:

$$FC = 0.024 \times \frac{V}{d} \times \left(\frac{1}{Z_1} \times \frac{p_1}{T_1} - \frac{1}{Z_2} \times \frac{p_2}{T_2} \right)$$

Mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde und für Fahrzeuge, die mit flüssigem oder gasförmigem Wasserstoff betrieben werden, kann der Hersteller für die Berechnung des Kraftstoffverbrauchs entweder auf die unten aufgeführte Gleichung für FC oder auf eine Methode zurückgreifen, die eine Standardnorm wie SAE J2572 verwendet.

$$FC = 0.1 \times (0.1119 \times \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2)$$

Der Kompressibilitätsfaktor Z ergibt sich aus der folgenden Tabelle:

Tabelle A7/2

Kompressibilitätsfaktor Z

		T (K)									
		5	100	200	300	400	500	600	700	800	900
p (bar)	33	0,859	1,051	1,885	2,648	3,365	4,051	4,712	5,352	5,973	6,576
	53	0,965	0,922	1,416	1,891	2,338	2,765	3,174	3,57	3,954	4,329
	73	0,989	0,991	1,278	1,604	1,923	2,229	2,525	2,810	3,088	3,358
	93	0,997	1,042	1,233	1,470	1,711	1,947	2,177	2,400	2,617	2,829
	113	1,000	1,066	1,213	1,395	1,586	1,776	1,963	2,146	2,324	2,498
	133	1,002	1,076	1,199	1,347	1,504	1,662	1,819	1,973	2,124	2,271
	153	1,003	1,079	1,187	1,312	1,445	1,580	1,715	1,848	1,979	2,107
	173	1,003	1,079	1,176	1,285	1,401	1,518	1,636	1,753	1,868	1,981
	193	1,003	1,077	1,165	1,263	1,365	1,469	1,574	1,678	1,781	1,882
	213	1,003	1,071	1,147	1,228	1,311	1,396	1,482	1,567	1,652	1,735
	233	1,004	1,071	1,148	1,228	1,312	1,397	1,482	1,568	1,652	1,736
	248	1,003	1,069	1,141	1,217	1,296	1,375	1,455	1,535	1,614	1,693
	263	1,003	1,066	1,136	1,207	1,281	1,356	1,431	1,506	1,581	1,655
	278	1,003	1,064	1,130	1,198	1,268	1,339	1,409	1,480	1,551	1,621
	293	1,003	1,062	1,125	1,190	1,256	1,323	1,390	1,457	1,524	1,590
	308	1,003	1,060	1,120	1,182	1,245	1,308	1,372	1,436	1,499	1,562
	323	1,003	1,057	1,116	1,175	1,235	1,295	1,356	1,417	1,477	1,537
	338	1,003	1,055	1,111	1,168	1,225	1,283	1,341	1,399	1,457	1,514
	353	1,003	1,054	1,107	1,162	1,217	1,272	1,327	1,383	1,438	1,493

Falls die erforderlichen Eingangswerte für p und T nicht in der Tabelle angegeben sind, ist der Kompressibilitätsfaktor durch lineare Interpolation zwischen den in der Tabelle angegebenen

Kompressibilitätsfaktoren zu ermitteln, wobei diejenigen zu wählen sind, die dem gesuchten Wert am nächsten sind.

7. Berechnung der Fahrtkurvenindizes

7.1. Allgemeine Anforderungen

Die vorgeschriebene Geschwindigkeit zwischen den Zeitmesspunkten in den Tabellen A1/1 bis A1/12 ist mit Hilfe einer linearen Interpolationsmethode bei einer Frequenz von 10 Hz zu bestimmen.

Bei einer vollständigen Aktivierung der Beschleunigungseinrichtung ist für die Berechnungen der Fahrtkurvenindizes für entsprechende Betriebsphasen die vorgeschriebene Geschwindigkeit anstatt der tatsächlichen Fahrzeuggeschwindigkeit zu verwenden.

7.2. Berechnung der Fahrtkurvenindizes

Die folgenden Indizes sind nach SAE J2951 (Revised JAN2014) zu berechnen:

- a) ER : Energy Rating (Bewertung hinsichtlich Energieverbrauch)
- b) DR : Distance Rating (Bewertung hinsichtlich Wegstrecke)
- c) EER : Energy Economy Rating (Bewertung hinsichtlich Energieeinsparung)
- d) ASCR : Absolute Speed Change Rating (Bewertung hinsichtlich absoluter Drehzahländerung)
- e) IWR : Inertial Work Rating (Bewertung hinsichtlich Trägheitsarbeit)
- f) RMSSE : Root Mean Squared Speed Error (mittlerer quadratischer Geschwindigkeitsfehler)

Unteranhang 8

Elektro-, Hybridelektro- und Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeuge mit komprimiertem Wasserstoff

1. Allgemeine Anforderungen

Bei Prüfungen von NOVC-HEV, OVC-HEV und NOVC-FCHV wird die Anlage 2 von Unteranhang 6 durch Anlage 2 und 3 dieses Unteranhangs ersetzt.

Sofern nicht anders angegeben gelten alle Anforderungen dieses Unteranhangs für Fahrzeuge mit und ohne vom Fahrer wählbaren Betriebsarten. Soweit in diesem Unteranhang nicht ausdrücklich etwas anderes bestimmt ist, gelten alle in Unteranhang 6 festgelegten Anforderungen und Verfahren weiterhin für NOVC-HEV, OVC-HEV, NOVC-FCHV und Elektrofahrzeuge.

1.1. Einheiten, Genauigkeit und Auflösung der elektrischen Parameter

Es gelten die Parameter, Einheiten und Angaben über die Messgenauigkeit aus der nachfolgenden Tabelle A8/1.

Tabelle A8/1

Parameter, Einheiten und Messgenauigkeit

Parameter	Einheiten	Genauigkeit	Auflösung
Elektrische Energie ⁽¹⁾	Wh	± 1 Prozent	0,001 kWh ⁽²⁾
Elektrischer Strom	A	± 0,3 % FSD oder ± 1 % des Ablesewerts ^(3,4)	0,1 A
Elektrische Spannung	V	± 0,3 % FSD oder ± 1 % des Ablesewerts ⁽³⁾	0,1 V
⁽¹⁾ Ausrüstung: statischer Zähler für aktive Energie. ⁽²⁾ Wechselstrom-Wattstundenzähler, Klasse 1 gemäß IEC 62053-21 oder vergleichbares Gerät. ⁽³⁾ Je nachdem, welcher Wert höher ist. ⁽⁴⁾ Frequenz der Stromintegration von 20 Hz oder höher.			

1.2. Prüfung der Emissionen und des Kraftstoffverbrauchs

Es gelten die gleichen Parameter, Einheiten und Messgenauigkeiten wie für die konventionellen Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren.

1.3. Einheiten und Messgenauigkeit der abschließenden Prüfungsergebnisse

Die Einheiten und die Genauigkeit der Angaben für die abschließenden Ergebnisse richten sich nach den Angaben in Tabelle A8/2. Für die Zwecke der Berechnungen in Absatz 4 dieses Unteranhangs gelten die ungerundeten Werte.

Tabelle A8/2

Einheiten und Messgenauigkeit der abschließenden Prüfungsergebnisse

Parameter	Einheiten	Angabe der abschließenden Prüfungsergebnisse
$PER_{(p)}^2$, PER_{city} , $AER_{(p)}^2$, AER_{city} , $EAER_{(p)}^2$, $EAER_{city}$, R_{CDA} , R_{CDC}	km	Auf die nächstliegende ganze Zahl gerundet
$FC_{CS(p)}^2$, FC_{CD} , $FC_{weighted}$ für HEV	l/100 km	auf die erste Dezimalstelle gerundet
$FC_{CS(p)}^2$ für FCHV	kg/100 km	Auf die zweite Dezimalstelle gerundet
$M_{CO_2,CS(p)}^2$, $M_{CO_2,CD}$, M_{CO_2} , gewichtet	g/km	Auf die nächstliegende ganze Zahl gerundet
$EC_{(p)}^2$, EC_{city} , $EC_{AC,CD}$, $EC_{AC,weighted}$	Wh/km	Auf die nächstliegende ganze Zahl gerundet
E_{AC}	kWh	Auf die erste Dezimalstelle gerundet

Keine Parameter für Einzelfahrzeuge

(p) bezeichnet den betrachteten Zeitraum, wobei ein Zeitraum eine Phase, eine Kombination von Phasen oder der gesamte Zyklus sein kann.

1.4. Fahrzeugklassifizierung

Alle OVC-HEV, NOVC-HEV, PEV und NOVC-FCHV werden als Fahrzeuge der Klasse 3 klassifiziert. Der anzuwendende Prüfzyklus für das Prüfverfahren Typ 1 ist nach Absatz 1.4.2. dieses Unteranhangs auf der Grundlage des entsprechenden, in Absatz 1.4.1. dieses Unteranhangs beschriebenen Bezugsprüfzyklus zu bestimmen.

1.4.1. Bezugsprüfzyklus

1.4.1.1. Der Bezugsprüfzyklus für Fahrzeuge der Klasse 3 wird in Unteranhang 1 Absatz 3.3 festgelegt.

1.4.1.2. Für Elektrofahrzeuge kann das Miniaturisierungsverfahren gemäß Unteranhang 1 Absätze 8.2.3 und 8.3 auf die Prüfzyklen gemäß Unteranhang 1 Absatz 3.3 angewendet werden, indem die Nennleistung

durch Spitzenleistung ersetzt wird. In einem solchen Fall gilt der miniaturisierte Zyklus als der Bezugsprüfzyklus.

1.4.2. Anzuwendender Prüfzyklus

1.4.2.1. Anzuwendender WLTP-Prüfzyklus

Als Bezugsprüfzyklus gemäß Absatz 1.4.1 dieses Unteranhangs gilt der anzuwendende WLTP-Prüfzyklus (WLTC) für das Prüfverfahren Typ 1.

Für den Fall, dass Unteranhang 1 Absatz 9 auf der Grundlage des Bezugsprüfzyklus gemäß der Beschreibung in Absatz 1.4.1 dieses Unteranhangs angewendet wird, gilt dieser modifizierte Prüfzyklus als der anzuwendende WLTP-Prüfzyklus (WLTC) für das Prüfverfahren Typ 1.

1.4.2.2. Anzuwendender WLTP-Stadt-Prüfzyklus

Der WLTP-Stadt-Prüfzyklus (WLTC_{city}) für Fahrzeuge der Klasse 3 wird in Unteranhang 1 Absatz 3.5 festgelegt.

1.5. OVC-HEV, NOVC-HEV und Elektrofahrzeuge mit Handschaltung

Die Fahrzeuge sind gemäß Herstelleranweisung, wie sie in der Hersteller-Betriebsanleitung der Serienfahrzeuge enthalten ist und vom Gangwechselanzeiger angezeigt wird, zu fahren.

2. REESS und die Vorbereitung des Brennstoffzellensystems

2.1. Für alle OVC-HEV, NOVC-HEV, NOVC-FCHV und Elektrofahrzeuge gelten folgende Bestimmungen:

a) Unbeschadet der Anforderungen in Unteranhang 6 Absatz 1.2.3.3 müssen die nach den Bestimmungen dieses Unteranhangs zu prüfenden Fahrzeuge eingefahren sein und mindestens 300 km mit den installierten REESS zurückgelegt haben;

b) Werden die REESS oberhalb des normalen Betriebstemperaturbereichs betrieben, hat der Bediener das vom Fahrzeughersteller empfohlene Verfahren anzuwenden, damit die REESS-Temperatur innerhalb des normalen Betriebsbereichs bleibt. Der Hersteller hat den Nachweis zu erbringen, dass das Temperatursteuerungssystem des REESS weder deaktiviert noch reduziert ist.

2.2. Für NOVC-FCHV gilt: Unbeschadet der Anforderungen in Unteranhang 6 Absatz 1.2.3.3 müssen die nach den Bestimmungen dieses Unteranhangs geprüften Fahrzeuge eingefahren sein und mindestens 300 km mit dem installierten Brennstoffzellensystem zurückgelegt haben.

3. Prüfverfahren

3.1. Allgemeine Anforderungen

3.1.1. Für alle OVC-HEV, NOVC-HEV, Elektrofahrzeuge and NOVC-FCHV gelten gegebenenfalls folgende Bestimmungen:

3.1.1.1. Die Fahrzeuge sind gemäß den in Absatz **1.4.2** dieses Unteranhangs beschriebenen anzuwendenden Prüfzyklen zu prüfen.

3.1.1.2. Kann das Fahrzeug den anzuwendenden Prüfzyklus innerhalb der in Unteranhang **6** Absatz **1.2.6.6** angegebenen Geschwindigkeitstoleranzen nicht durchlaufen, muss die Beschleunigungseinrichtung, wenn nicht anders festgelegt, vollständig aktiviert sein, bis die erforderliche Geschwindigkeitskurve wieder erreicht wird.

3.1.1.3. Das Einschalten des Antriebs hat unter Anwendung der gemäß der Herstelleranweisung für diesen Zweck bereitgestellten Einrichtungen zu erfolgen.

3.1.1.4. Bei OVC-HEV, NOVC-HEV und PEV beginnen die Probenahme der Abgasemissionen und die Messung des Stromverbrauchs für jeden anzuwendenden Prüfzyklus vor oder mit dem Auslösen des Anlassvorgangs und enden nach Abschluss jedes anzuwendenden Prüfzyklus.

3.1.1.5. Bei OVC-HEV und NOVC-HEV sind Emissionen gasförmiger Verbindungen für jede einzelne Prüfungsphase zu analysieren. Das Weglassen der Phasenanalyse ist zulässig bei Phasen, in denen kein Verbrennungsmotor betrieben wird.

3.1.1.6. Die Partikelzahl ist für jede einzelne Phase zu analysieren und die Partikelemissionen sind für jeden anzuwendenden Prüfzyklus zu analysieren.

3.1.2. Die Kühlluftzufuhr gemäß der Beschreibung in Unteranhang **6** Absatz **1.2.7.2** gilt nur für die Prüfung Typ **1** bei Ladungserhaltung von OVC-HEV gemäß Absatz **3.2** dieses Unteranhangs und für die Prüfung von NOVC-HEV gemäß Absatz **3.3** dieses Unteranhangs.

3.2. OVC-HEV

3.2.1. Die Fahrzeuge sind im Zustand des Betriebs bei Entladung (CD-Zustand) und des Betriebs bei Ladungserhaltung (CS-Zustand) zu prüfen.

3.2.2. Die Fahrzeuge können nach vier möglichen Prüffolgen geprüft werden:

3.2.2.1. Option **1**: Prüfung Typ **1** bei Entladung ohne anschließende Prüfung Typ **1** bei Ladungserhaltung.

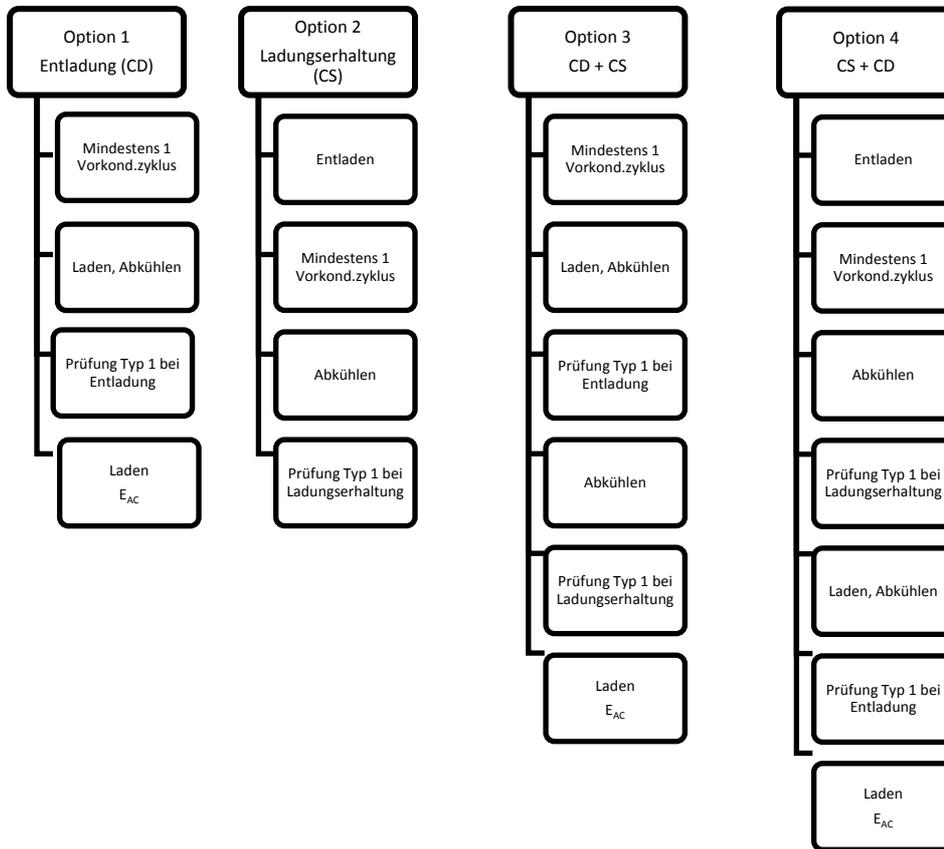
3.2.2.2. Option **2**: Prüfung Typ **1** bei Ladungserhaltung ohne anschließende Prüfung Typ **1** bei Entladung.

3.2.2.3. Option **3**: Prüfung Typ **1** bei Entladung mit anschließender Prüfung Typ **1** bei Ladungserhaltung.

3.2.2.4. Option **4**: Prüfung Typ **1** bei Ladungserhaltung mit anschließender Prüfung Typ **1** bei Entladung.

Abbildung A8/1

Mögliche Prüffolgen bei der OVC-HEV-Prüfung



3.2.3. Die vom Fahrer wählbare Betriebsart ist entsprechend der Beschreibung in folgenden Prüffolgen einzustellen (Option 1 bis Option 4).

3.2.4. Prüfung Typ 1 bei Entladung ohne anschließende Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung (Option 1).

Die Prüffolge nach Option 1 gemäß der Beschreibung in den Absätzen 3.2.4.1 bis einschließlich 3.2.4.7 dieses Unterhangs sowie die entsprechende Ladezustandskurve des REESS werden in Anlage 1 Abbildung A8, Anl. 1/1 dieses Unterhangs gezeigt.

3.2.4.1. Vorkonditionierung

Das Fahrzeug ist gemäß den Verfahren in Anlage 4 Absatz 2.2 dieses Unterhangs vorzubereiten.

3.2.4.2. Prüfbedingungen

3.2.4.2.1. Die Prüfung ist bei voll aufgeladenem REESS entsprechend den in Anlage 4 Absatz 2.2.3 dieses Unteranhangs beschriebenen Ladeanforderungen und im Zustand des Betriebs bei Entladung gemäß Absatz 3.3.5 dieses Anhangs durchzuführen.

3.2.4.2.2. Wahl einer vom Fahrer wählbaren Betriebsart

Bei Fahrzeugen mit einer vom Fahrer wählbaren Betriebsart ist die Betriebsart für die Prüfung Typ 1 bei Entladung gemäß Anlage 6 Absatz 2 dieses Unteranhangs zu wählen.

3.2.4.3. Verfahren für die Prüfung Typ 1 bei Entladung

3.2.4.3.1. Das Verfahren für die Prüfung Typ 1 bei Entladung besteht aus einer Reihe aufeinander folgenden Zyklen, auf die jeweils eine Abkühlzeit von höchstens 30 Minuten folgt, bis der Zustand des Betriebs bei Ladungserhaltung erreicht ist.

3.2.4.3.2. Während der Abkühlzeit zwischen den einzelnen anzuwendenden Prüfzyklen ist der Antriebsstrang zu deaktivieren und das REESS darf nicht aus einer externen elektrischen Energiequelle wiederaufgeladen werden. Die Geräte zur Messung des elektrischen Stroms aller REESS und zur Bestimmung der elektrischen Spannung aller REESS gemäß Anlage 3 dieses Unteranhangs dürfen zwischen den einzelnen Phasen des Prüfzyklus nicht abgeschaltet werden. Bei einer Messung mit Amperestundenzähler muss die Integration während der gesamten Prüfung erfolgen, bis die Prüfung abgeschlossen ist.

Das Fahrzeug ist nach der Abkühlzeit neu zu starten und in der vom Fahrer wählbaren Betriebsart gemäß Absatz 3.2.4.2.2 dieses Unteranhangs zu betreiben.

3.2.4.3.3. Abweichend von Unteranhang 5 Absatz 5.3.1 und unbeschadet des Unteranhangs 5 Absatz 5.3.1.2 können Analysatoren vor und nach der Prüfung Typ 1 bei Entladung kalibriert und ein Nullabgleich kann durchgeführt werden.

3.2.4.4. Ende der Prüfung Typ 1 bei Entladung

Das Ende der Prüfung Typ 1 bei Entladung gilt als erreicht, wenn das Kriterium für den Abbruch nach Absatz 3.2.4.5 dieses Unteranhangs zum ersten Mal erfüllt wird. Die Zahl der anzuwendenden WLTP-Prüfzyklen bis zu dem und einschließlich des Zyklus, bei dem das Kriterium für den Abbruch zum ersten Mal erfüllt wurde, beträgt $n+1$.

Der anzuwendende WLTP-Prüfzyklus n wird als Übergangszyklus bestimmt.

Der anzuwendende WLTP-Prüfzyklus $n+1$ wird als Bestätigungszyklus bestimmt.

Bei Fahrzeugen ohne die Fähigkeit, die Ladung während des gesamten anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus zu erhalten, ist das Ende der Prüfung Typ 1 bei Entladung erreicht, wenn auf einer standardmäßigen bordeigenen Instrumententafel angezeigt wird, dass das Fahrzeug anzuhalten ist, oder wenn das Fahrzeug während vier aufeinander folgenden Sekunden oder länger von der vorgeschriebenen Geschwindigkeitstoleranz abweicht. Die Beschleunigungseinrichtung ist zu deaktivieren und das Fahrzeug innerhalb von 60 Sekunden bis zum Stillstand abzubremesen.

3.2.4.5. Kriterium für den Abbruch

3.2.4.5.1. Es ist zu bewerten, ob das Kriterium für den Abbruch für jeden gefahrenen anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus erfüllt wird.

3.2.4.5.2. Das Kriterium für den Abbruch der Prüfung Typ 1 bei Entladung ist erfüllt, wenn die relative Veränderung der elektrischen Energie REEC_i, berechnet anhand der folgenden Gleichung, weniger als 0,04 beträgt.

$$REEC_i = \frac{|\Delta E_{REESS,i}|}{E_{\text{cycle}} \times \frac{1}{3600}}$$

Dabei ist:

REEC_i die relative Veränderung der elektrischen Energie des anzuwendenden betrachteten Prüfzyklus i der Prüfung Typ 1 bei Entladung;

ΔE_{REESS,i} die Veränderung der elektrischen Energie aller REESS für den betrachteten Prüfzyklus i der Prüfung Typ 1 bei Entladung gemäß Absatz 4.3 dieses Unteranhangs, in Wh;

E_{cycle} der Zyklusenergiebedarf des betrachteten anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus, berechnet nach Unteranhang 7 Absatz 5, in Ws;

i die Kennziffer des betrachteten anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus;

$\frac{1}{3600}$ ein Faktor für die Umrechnung des Zyklusenergiebedarfs in Wh.

3.2.4.6. Ladung des REESS und Messung der wiederaufgeladenen elektrischen Energie

3.2.4.6.1. Das Fahrzeug ist innerhalb von 120 Minuten nach dem anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus n+1, bei dem das Kriterium für den Abbruch der Prüfung Typ 1 bei Entladung zum ersten Mal erfüllt wird, an das Stromnetz anzuschließen.

Das REESS ist vollständig geladen, wenn das Kriterium für das Ende des Ladevorgangs gemäß Anlage 4 Absatz 2.2.3.2 dieses Unteranhangs erfüllt ist.

3.2.4.6.2. Mit dem Energiemessgerät, das zwischen das Ladegerät des Fahrzeugs und die Netzsteckdose geschaltet wird, werden die vom Stromnetz abgegebene wiederaufgeladene Energie E_{AC} sowie die Ladedauer gemessen. Die Energiemessung kann abgebrochen werden, wenn das Kriterium für das Ende des Ladevorgangs gemäß Anlage 4 Absatz 2.2.3.2 dieses Unteranhangs erfüllt ist.

3.2.4.7. Jeder einzelne anzuwendende WLTP-Prüfzyklus im Rahmen der Prüfung Typ 1 bei Entladung muss die anzuwendenden Emissionsgrenzwerte gemäß Unteranhang 6 Absatz 1.1.2 einhalten.

3.2.5. Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung ohne anschließende Prüfung Typ 1 bei Entladung (Option 2)

Die Prüffolge nach Option 2 gemäß der Beschreibung in den Absätzen 3.2.5.1 bis einschließlich 3.2.5.3.3 dieses Unteranhangs sowie die entsprechende Ladezustandskurve des REESS werden in Anlage 1 Abbildung A8, Anl. 1/2 dieses Unteranhangs gezeigt.

3.2.5.1. Vorkonditionierung und Abkühlung

Das Fahrzeug ist gemäß den Verfahren in Anlage 4 Absatz 2.1 dieses Unteranhangs vorzubereiten.

3.2.5.2. Prüfbedingungen

3.2.5.2.1. Die Prüfungen sind beim Betrieb des Fahrzeugs im Zustand des Betriebs bei Ladungserhaltung gemäß Absatz 3.3.6 dieses Anhangs durchzuführen.

3.2.5.2.2. Wahl einer vom Fahrer wählbaren Betriebsart

Bei Fahrzeugen mit einer vom Fahrer wählbaren Betriebsart ist die Betriebsart für die Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung gemäß Anlage 6 Absatz 3 dieses Unteranhangs zu wählen.

3.2.5.3. Verfahren für die Prüfung Typ 1

3.2.5.3.1. Das Fahrzeug ist nach den in Unteranhang 6 beschriebenen Typ-1-Prüfverfahren zu prüfen.

3.2.5.3.2. Erforderlichenfalls ist die CO₂-Emissionsmasse gemäß Anlage 2 dieses Unteranhangs zu berichtigen.

3.2.5.3.3. Die Prüfung gemäß Absatz 3.2.5.3.1 dieses Unteranhangs muss die anzuwendenden Emissionsgrenzwerte nach Unteranhang 6 Absatz 1.1.2 einhalten.

3.2.6. Prüfung Typ 1 bei Entladung mit anschließender Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung (Option 3).

Die Prüffolge nach Option 3 gemäß der Beschreibung in den Absätzen 3.2.6.1 bis einschließlich 3.2.6.3 dieses Unteranhangs sowie die entsprechende Ladezustandskurve des REESS werden in Anlage 1 Abbildung A8, Anl. 1/3 dieses Unteranhangs gezeigt.

3.2.6.1. Für die Prüfung Typ 1 bei Entladung ist das in den Absätzen 3.2.4.1 bis einschließlich 3.2.4.5 sowie Absatz 3.2.4.7 dieses Unteranhangs beschriebene Verfahren durchzuführen.

3.2.6.2. Anschließend ist das Verfahren für die Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung gemäß den Absätzen 3.2.5.1 bis einschließlich 3.2.5.3 dieses Unteranhangs durchzuführen. Die Absätze 2.1.1. bis einschließlich 2.1.2 der Anlage 4 dieses Unteranhangs gelten nicht.

3.2.6.3. Ladung des REESS und Messung der wiederaufgeladenen elektrischen Energie

3.2.6.3.1. Das Fahrzeug ist innerhalb von 120 Minuten nach Abschluss der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung an das Stromnetz anzuschließen.

Das REESS ist vollständig geladen, wenn das Kriterium für das Ende des Ladevorgangs gemäß Anlage 4 Absatz 2.2.3.2 dieses Unteranhangs erfüllt ist.

3.2.6.3.2. Mit dem Energiemessgerät, das zwischen das Ladegerät des Fahrzeugs und die Netzsteckdose geschaltet wird, werden die vom Stromnetz abgegebene wiederaufgeladene Energie E_{AC} sowie die Ladedauer gemessen. Die Energiemessung kann abgebrochen werden, wenn das Kriterium für das Ende des Ladevorgangs gemäß Anlage 4 Absatz 2.2.3.2 dieses Unteranhangs erfüllt ist.

3.2.7. Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung mit anschließender Prüfung Typ 1 bei Entladung (Option 4).

Die Prüffolge nach Option 4 gemäß der Beschreibung in den Absätzen 3.2.7.1 bis einschließlich 3.2.7.2 dieses Unteranhangs sowie die entsprechende Ladezustandskurve des REESS werden in Anlage 1 Abbildung A8, Anl. 1/4 dieses Unteranhangs gezeigt.

3.2.7.1. Für die Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung ist das in den Absätzen 3.2.5.1 bis einschließlich 3.2.5.3 sowie Absatz 3.2.6.3.1 dieses Unteranhangs beschriebene Verfahren durchzuführen.

3.2.7.2. Anschließend ist das Verfahren für die Prüfung Typ 1 bei Entladung gemäß den Absätzen 3.2.4.2 bis einschließlich 3.2.4.7 dieses Unteranhangs durchzuführen.

3.3. NOVC-HEV

Die Prüffolge nach den Absätzen 3.3.1 bis einschließlich 3.3.3 dieses Unteranhangs sowie die entsprechende Ladezustandskurve des REESS werden in Anlage 1 Abbildung A8, Anl. 1/5 dieses Unteranhangs gezeigt.

3.3.1. Vorkonditionierung und Abkühlung

3.3.1.1. Die Fahrzeuge sind gemäß Unteranhang 6 Absatz 1.2.6 vorzukonditionieren.

Zusätzlich zu den Anforderungen in Absatz 1.2.6 kann der Ladezustand des Antriebs-REESS für die Prüfung bei Ladungserhaltung vor der Vorkonditionierung entsprechend den Empfehlungen des Herstellers eingestellt werden, um eine Prüfung im Zustand des Betriebs bei Ladungserhaltung zu erreichen.

3.3.1.2. Die Fahrzeuge sind gemäß Unteranhang 6 Absatz 1.2.7 abzukühlen.

3.3.2. Prüfbedingungen

3.3.2.1. Die Fahrzeuge sind im Zustand des Betriebs bei Ladungserhaltung gemäß Absatz 3.3.6 dieses Anhangs zu prüfen.

3.3.2.2. Wahl einer vom Fahrer wählbaren Betriebsart

Bei Fahrzeugen mit einer vom Fahrer wählbaren Betriebsart ist die Betriebsart für die Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung gemäß Anlage 6 Absatz 3 dieses Unteranhangs zu wählen.

3.3.3. Verfahren für die Prüfung Typ 1

3.3.3.1. Das Fahrzeug ist nach dem in Unteranhang 6 beschriebenen Typ-1-Prüfverfahren zu prüfen.

3.3.3.2. Erforderlichenfalls ist die CO₂-Emissionsmasse gemäß Anlage 2 dieses Unteranhangs zu berichtigen.

3.3.3.3. Die Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung muss die anzuwendenden Abgasemissionsgrenzwerte nach Unteranhang 6 Absatz 1.1.2 einhalten.

3.4. PEV

3.4.1. Allgemeine Anforderungen

Das Prüfverfahren zur Bestimmung der vollelektrischen Reichweite (E-Fahrzeug) und des Stromverbrauchs ist entsprechend der geschätzten vollelektrischen Reichweite (E-Fahrzeug) (PER) des Prüffahrzeugs aus Tabelle A8/3 auszuwählen. Wird das Interpolationskonzept angewendet, so ist das anzuwendende Prüfverfahren entsprechend der PER des Fahrzeugs H innerhalb der spezifischen Interpolationsfamilie auszuwählen.

Tabelle A8/3

Verfahren zur Bestimmung der vollelektrischen Reichweite (E-Fahrzeug) und des Stromverbrauchs

Anzuwendender Prüfzyklus	Die geschätzte PER beträgt	Anzuwendendes Prüfverfahren
Der Prüfzyklus gemäß Absatz 1.4.2.1 einschließlich der Höchstwertphase beträgt	... weniger als die Länge von drei anzuwendenden WLTP-Prüfzyklen.	Das Verfahren für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen (gemäß Absatz 3.4.4.1 dieses Unteranhangs).
	... ist ebenso lang wie oder länger als drei anzuwendende WLTP-Prüfzyklen.	Das verkürzte Verfahren für die Prüfung Typ 1 (gemäß Absatz 3.4.4.2 dieses Unteranhangs).
Der Prüfzyklus gemäß Absatz 1.4.2.1 ohne die Höchstwertphase ist	... kürzer als die Länge von vier anzuwendenden WLTP-Prüfzyklen.	Das Verfahren für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen (gemäß Absatz 3.4.4.1 dieses Unteranhangs).
	... ist ebenso lang wie oder länger als vier anzuwendende WLTP-Prüfzyklen.	Das verkürzte Verfahren für die Prüfung Typ 1 (gemäß Absatz 3.4.4.2 dieses Unteranhangs).
Der Stadtzyklus gemäß für den anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus nicht	Das Verfahren für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden

Absatz 1.4.2.2. ist	verfügbar.	Zyklen (gemäß Absatz 3.4.4.1 dieses Unteranhangs).
---------------------	------------	--

Der Hersteller hat der Genehmigungsbehörde vor der Prüfung Nachweise betreffend die geschätzte vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) (PER) vorzulegen. Wird das Interpolationskonzept angewendet, so ist das anzuwendende Prüfverfahren auf der Grundlage der geschätzten PER des Fahrzeugs H der Interpolationsfamilie auszuwählen. Die durch das angewandte Prüfverfahren bestimmte PER muss bestätigen, dass das korrekte Prüfverfahren angewandt wurde.

Die Prüffolge für das Verfahren für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen gemäß den Absätzen 3.4.2, 3.4.3 und 3.4.4.1 dieses Unteranhangs sowie die entsprechende Ladezustandskurve des REESS werden in Anlage 1 Abbildung A8, Anl. 1/6 dieses Unteranhangs gezeigt.

Die Prüffolge für die verkürzte Prüfung Typ 1 gemäß den Absätzen 3.4.2, 3.4.3 und 3.4.4.2 sowie die entsprechende Ladezustandskurve des REESS werden in Anlage 1 Abbildung A8, Anl. 1/7 dieses Unteranhangs gezeigt.

3.4.2. Vorkonditionierung

Das Fahrzeug ist gemäß den Verfahren in Anlage 4 Absatz 3 dieses Unteranhangs vorzubereiten.

3.4.3. Wahl einer vom Fahrer wählbaren Betriebsart

Bei Fahrzeugen mit einer vom Fahrer wählbaren Betriebsart ist die Betriebsart für die Prüfung gemäß Anlage 6 Absatz 3 dieses Unteranhangs zu wählen.

3.4.4. Verfahren für die Prüfung Typ 1 für PEV

3.4.4.1. Verfahren für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen

3.4.4.1.1. Geschwindigkeitskurve und Pausen

Die Prüfung ist durchzuführen, indem aufeinander folgende anzuwendende Prüfzyklen bis zum Erreichen des Kriteriums für den Abbruch gemäß Absatz 3.4.4.1.3 dieses Unteranhangs gefahren werden.

Pausen des Fahrers und/oder Bedieners sind nur zwischen den Prüfzyklen zulässig; die Höchstdauer der Pausen ist in Tabelle A8/4 festgelegt. Während der Pause muss der Antrieb ausgeschaltet sein.

3.4.4.1.2. Messung des Stroms und der Spannung des REESS

Ab dem Beginn der Prüfung bis zum Erreichen des Kriteriums für den Abbruch ist der elektrische Strom aller REESS gemäß Anlage 3 dieses Unteranhangs zu messen und die elektrische Spannung ist gemäß Anlage 3 dieses Unteranhangs zu bestimmen.

3.4.4.1.3. Kriterium für den Abbruch

Das Kriterium für den Abbruch ist erreicht, wenn das Fahrzeug während vier aufeinander folgenden Sekunden oder länger die vorgeschriebene Toleranz der Geschwindigkeitskurve gemäß Unteranhang 6 Absatz 1.2.6.6 überschreitet. Die Beschleunigungseinrichtung ist zu deaktivieren. Das Fahrzeug ist innerhalb von 60 Sekunden bis zum Stillstand abzubremesen.

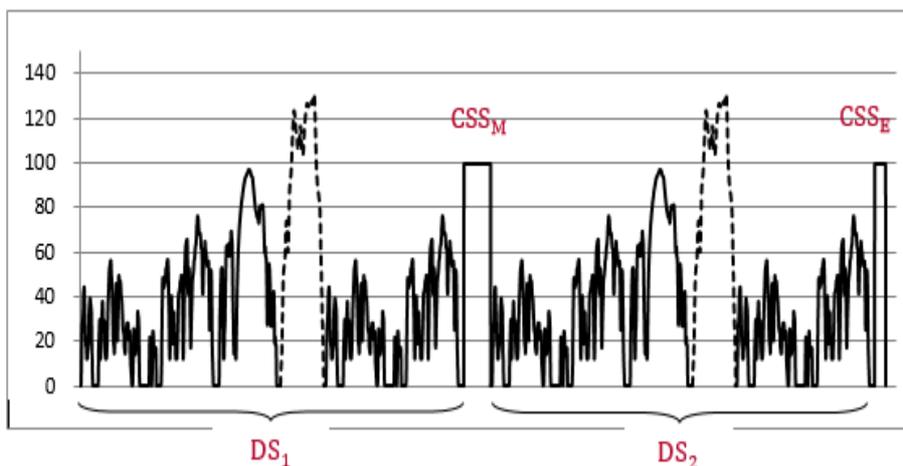
3.4.4.2. Verkürztes Verfahren der Prüfung Typ 1

3.4.4.2.1. Geschwindigkeitskurve

Das verkürzte Verfahren der Prüfung Typ 1 besteht aus zwei dynamischen Segmenten (DS_1 und DS_2) in Verbindung mit zwei Segmenten mit konstanter Geschwindigkeit (CSS_M und CSS_E) gemäß Abbildung A8/2.

Abbildung A8/2

Geschwindigkeitskurve für das verkürzte Verfahren der Prüfung Typ 1



Die dynamischen Segmente DS_1 und DS_2 werden zur Bestimmung des Stromverbrauchs für den anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus verwendet.

Die Segmente mit konstanter Geschwindigkeit CSS_M und CSS_E sollen die Prüfdauer verringern, indem das REESS schneller entladen wird als beim Verfahren für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen.

3.4.4.2.1.1. Dynamische Segmente

Jedes dynamische Segment DS_1 und DS_2 besteht aus einem anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus gemäß Absatz 1.4.2.1, gefolgt von einem anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklus gemäß Absatz 1.4.2.2.

3.4.4.2.1.2. Segment mit konstanter Geschwindigkeit

Die konstanten Geschwindigkeiten während der Segmente CSS_M und CSS_E müssen identisch sein. Wird das Interpolationskonzept angewendet, so ist dieselbe konstante Geschwindigkeit innerhalb der Interpolationsfamilie anzuwenden.

a) Spezifikation der Geschwindigkeit

Die Mindestgeschwindigkeit der Segmente mit konstanter Geschwindigkeit beträgt 100 km/h. Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde kann eine höhere konstante Geschwindigkeit in den Segmenten mit konstanter Geschwindigkeit ausgewählt werden.

Die Beschleunigung auf die konstante Geschwindigkeit muss reibungslos verlaufen und innerhalb einer Minute nach Abschluss der dynamischen Segmente erfolgt sein sowie – bei einer Pause gemäß Tabelle A8/4 – nach Einschalten des Antriebs.

Ist die Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs niedriger als die vorgeschriebene Mindestgeschwindigkeit für die Segmente mit konstanter Geschwindigkeit entsprechend der Spezifikation der Geschwindigkeit in diesem Absatz, so muss die vorgeschriebene Geschwindigkeit in den Segmenten mit konstanter Geschwindigkeit gleich der Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs sein.

b) Bestimmung der Länge der Segmente mit konstanter Geschwindigkeit (constant speed segment – CSS) CSS_E und CSS_M

Die Länge des Segments mit konstanter Geschwindigkeit CSS_E ist auf der Grundlage des Prozentsatzes der nutzbaren REESS-Energie UBE_{STP} gemäß Absatz 4.4.2.1 dieses Unteranhangs zu bestimmen. Die verbleibende Energie im Antriebs-REESS nach dem dynamischen Geschwindigkeitssegment DS_2 muss gleich oder kleiner als 10 Prozent von UBE_{STP} sein. Der Hersteller muss nach der Prüfung gegenüber der Genehmigungsbehörde nachweisen, dass diese Anforderung eingehalten wird.

Die Länge des Segments mit konstanter Geschwindigkeit CSS_M kann anhand folgender Gleichung berechnet werden:

$$d_{CSSM} = PER_{est} - d_{DS1} - d_{DS2} - d_{CSSE}$$

Dabei ist:

PER_{est} die geschätzte vollelektrische Reichweite des betrachteten PEV, in km;

d_{DS1} die Länge des Segments mit dynamischer Geschwindigkeit 1, in km;

d_{DS2} die Länge des Segments mit dynamischer Geschwindigkeit 2, in km;

d_{CSSE} die Länge des Segments mit konstanter Geschwindigkeit CSS_E , in km.

3.4.4.2.1.3. Pausen

Pausen des Fahrers und /oder Bedieners sind nur in den Segmenten mit konstanter Geschwindigkeit nach Tabelle A8/4 zulässig.

Tabelle A8/4

Pausen des Fahrers und/oder Bedieners

Gefahrene Strecke (km)	Maximale Gesamtdauer der Pause (Min.)
Bis zu 100	10
Bis zu 150	20
Bis zu 200	30
Bis zu 300	60
Über 300	Auf der Grundlage der Empfehlung des Herstellers

Hinweis: Während der Pause muss der Antrieb ausgeschaltet sein.

3.4.4.2.2. Messung des Stroms und der Spannung des REESS

Ab dem Beginn der Prüfung bis zum Erreichen des Kriteriums für den Abbruch sind der elektrische Strom aller REESS und die elektrische Spannung gemäß Anlage 3 dieses Unteranhangs zu bestimmen.

3.4.4.2.3. Kriterium für den Abbruch

Das Kriterium für den Abbruch ist erreicht, wenn das Fahrzeug während vier aufeinander folgenden Sekunden oder länger im zweiten Segment mit konstanter Geschwindigkeit CSS_E die vorgeschriebene Geschwindigkeitstoleranz gemäß Unteranhang 6 Absatz 1.2.6.6 überschreitet. Die Beschleunigungseinrichtung ist zu deaktivieren. Das Fahrzeug ist innerhalb von 60 Sekunden bis zum Stillstand abzubremesen.

3.4.4.3. Ladung des REESS und Messung der wiederaufgeladenen elektrischen Energie

3.4.4.3.1. Nach Abbremsen bis zum Stillstand gemäß Absatz 3.4.4.1.3 dieses Unteranhangs für das Verfahren für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen und gemäß Absatz 3.4.4.2.3 dieses Unteranhangs für das Verfahren für die verkürzte Prüfung Typ 1 ist das Fahrzeug innerhalb von 120 Minuten an das Stromnetz anzuschließen.

Das REESS ist vollständig geladen, wenn das Kriterium für das Ende des Ladevorgangs gemäß Anlage 4 Absatz 2.2.3.2 dieses Unteranhangs erfüllt ist.

3.4.4.3.2. Mit dem Energiemessgerät, das zwischen das Ladegerät des Fahrzeugs und die Netzsteckdose geschaltet wird, werden die vom Stromnetz abgegebene wiederaufgeladene Energie E_{AC} sowie die Ladedauer gemessen. Die Energiemessung kann abgebrochen werden, wenn das Kriterium für das Ende des Ladevorgangs gemäß Anlage **4** Absatz **2.2.3.2** dieses Unteranhangs erfüllt ist.

3.5. NOVC-FCHV

Die Prüffolge gemäß den Absätzen **3.5.1** bis einschließlich **3.5.3** dieses Unteranhangs sowie die entsprechende Ladezustandskurve des REESS werden in Anlage **1** Abbildung A**8**, Anl. **1/5** dieses Unteranhangs gezeigt.

3.5.1. Vorkonditionierung und Abkühlung

Die Fahrzeuge sind gemäß Absatz **3.3.1** dieses Unteranhangs abzukühlen.

3.5.2. Prüfbedingungen

3.5.2.1. Die Fahrzeuge sind im Zustand des Betriebs bei Ladungserhaltung gemäß Absatz **3.3.6** dieses Anhangs zu prüfen.

3.5.2.2. Wahl einer vom Fahrer wählbaren Betriebsart

Bei Fahrzeugen mit einer vom Fahrer wählbaren Betriebsart ist die Betriebsart für die Prüfung Typ **1** bei Ladungserhaltung gemäß Anlage **6** Absatz **3** dieses Unteranhangs zu wählen.

3.5.3. Verfahren für die Prüfung Typ **1**

3.5.3.1. Die Fahrzeuge sind nach dem in Unteranhang **6** beschriebenen Verfahren für die Prüfung Typ **1** zu prüfen und der Kraftstoffverbrauch ist nach Anlage **7** dieses Unteranhangs zu berechnen.

3.5.3.2. Erforderlichenfalls ist der Kraftstoffverbrauch gemäß Anlage **2** dieses Unteranhangs zu berichtigen.

4. Berechnungen für Hybridelektrofahrzeuge, vollelektrische Fahrzeuge und Brennstoffzellen-Fahrzeuge mit komprimiertem Wasserstoff

4.1. Berechnungen von Emissionen gasförmiger Verbindungen, Partikelemissionen und der Zahl emittierter Partikel

4.1.1. Emissionsmasse bei Ladungserhaltung von Emissionen gasförmiger Verbindungen, Partikelemissionen und der Zahl emittierter Partikel für OVC-HEV und NOVC-HEV

Die Partikelemissionen bei Ladungserhaltung PM_{CS} sind gemäß Unteranhang **7** Absatz **3.3** zu berechnen.

Die Zahl emittierter Partikel bei Ladungserhaltung PN_{CS} ist gemäß Unteranhang **7** Absatz **4** zu berechnen.

4.1.1.1. Vorschriften für die Berechnung der abschließenden Prüfergebnisse der Prüfung Typ **1** bei Ladungserhaltung für NOVC-HEV und OVC-HEV, Schritt für Schritt

Die Ergebnisse werden in der in der Tabelle A8/5 angegebenen Reihenfolge berechnet. Alle anwendbaren Ergebnisse in der Spalte „Ergebnis“ sind aufzuzeichnen. In der Spalte „Verfahren“ sind die Absätze aufgeführt, die für die Berechnung zu verwenden sind oder es sind zusätzliche Berechnungsverfahren angegeben.

Für die Zwecke dieser Tabelle wird in den Gleichungen und Ergebnissen folgende Nomenklatur verwendet:

- c vollständiger anzuwendender Prüfzyklus
- p jede anzuwendende Zyklusphase;
- i anzuwendende Grenzwertemissionskomponente (außer CO₂);
- CS bei Ladungserhaltung
- CO₂ CO₂-Emissionsmasse

Tabelle A8/5

Berechnung der abschließenden Werte für gasförmige Emissionen bei Ladungserhaltung

Quelle	Dateneingabe	Verfahren	Ergebnis	Schritt Nr.
Unteranhang 6	Rohergebnisse der Prüfung	Emissionsmasse bei Ladungserhaltung Unteranhang 7, Absätze 3 bis einschließlich 3.2.2	M _{i,CS,p,1} , in g/km; M _{CO2,CS,p,1} , in g/km.	1
Ergebnis des Schritts Nr. 1 dieser Tabelle	M _{i,CS,p,1} , in g/km; M _{CO2,CS,p,1} , in g/km.	Berechnung der Werte von kombinierten Zyklen bei Ladungserhaltung: $M_{i,CS,c,2} = \frac{\sum_p M_{i,CS,p,1} \times d_p}{\sum_p d_p}$ $M_{CO2,CS,c,2} = \frac{\sum_p M_{CO2,CS,p,1} \times d_p}{\sum_p d_p}$ Dabei gilt: M _{i,CS,c,2} ist das Ergebnis der Emissionsmasse bei Ladungserhaltung während des gesamten Zyklus;	M _{i,CS,c,2} , in g/km; M _{CO2,CS,c,2} , in g/km.	2

		<p>$M_{CO_2,CS,c,2}$ ist das Ergebnis der CO_2- Emissionsmasse während des gesamten Zyklus;</p> <p>d_p sind die gefahrenen Strecken der Zyklusphasen p.</p>		
<p>Ergebnis der Schritte Nr. 1 und 2 dieser Tabelle</p>	<p>$M_{CO_2,CS,p,1}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,c,2}$, in g/km.</p>	<p>Berichtigung der Veränderung der elektrischen Energie des REESS</p> <p>Unteranhang 8, Absätze 4.1.1.2 bis einschließlich 4.1.1.5</p>	<p>$M_{CO_2,CS,p,3}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,c,3}$, in g/km.</p>	3

<p>Ergebnis der Schritte Nr. 2 und 3 dieser Tabelle</p>	<p>$M_{i,CS,c,2}$, in g/km $M_{CO_2,CS,c,3}$, in g/km.</p>	<p>Berichtigung der Emissionsmasse bei Ladungserhaltung für alle Fahrzeuge, die mit Systemen mit periodischer Regeneration K_i gemäß Unteranhang 6 Anlage 1 ausgerüstet sind.</p> <p>$M_{i,CS,c,4} = K_i \times M_{i,CS,c,2}$ oder $M_{i,CS,c,4} = K_i + M_{i,CS,c,2}$ und</p> <p>$M_{CO_2,CS,c,4} = K_{CO_2,K_i} \times M_{CO_2,CS,c,3}$ oder $M_{CO_2,CS,c,4} = K_{CO_2,K_i} + M_{CO_2,CS,c,3}$</p> <p>Zusätzlicher Ausgleichs- oder Multiplikationsfaktor, der gemäß der Bestimmung von K_i zu verwenden ist.</p> <p>Wenn K_i nicht gilt: $M_{i,CS,c,4} = M_{i,CS,c,2}$ $M_{CO_2,CS,c,4} = M_{CO_2,CS,c,3}$</p>	<p>$M_{i,CS,c,4}$, in g/km. $M_{CO_2,CS,c,4}$, in g/km.</p>	<p>4a</p>
<p>Ergebnis der Schritte Nr. 3 und 4a dieser Tabelle</p>	<p>$M_{CO_2,CS,p,3}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,c,3}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,c,4}$, in g/km.</p>	<p>Wenn K_i gilt, sind die Werte der CO_2-Phasen an den Wert des kombinierten Zyklus anzupassen:</p> <p>$M_{CO_2,CS,p,4} = M_{CO_2,CS,p,3} \times AF_{K_i}$ für jede Zyklusphase p;</p> <p>Dabei gilt: $AF_{K_i} = \frac{M_{CO_2,c,4}}{M_{CO_2,c,3}}$</p> <p>Wenn K_i nicht gilt: $M_{CO_2,CS,p,4} = M_{CO_2,CS,p,3}$</p>	<p>$M_{CO_2,CS,p,4}$, in g/km.</p>	<p>4b</p>

Ergebnis des Schritts Nr. 4 dieser Tabelle	$M_{i,CS,c,4}$, g/km; $M_{CO_2,CS,p,4}$, g/km; $M_{CO_2,CS,c,4}$, g/km;	ATCT-Berichtigung gemäß Unteranhang 6a Absatz 3.8.2. Gemäß Anhang VII berechnete und angewandte Verschlechterungsfaktoren	$M_{i,CS,c,5}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,c,5}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,p,5}$, in g/km.	5 „Ergebnis einer einzigen Prüfung“
Ergebnis des Schritts Nr. 5 dieser Tabelle	Für jede Prüfung: $M_{i,CS,c,5}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,c,5}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,p,5}$, in g/km	Mittelung der Prüfungen und angegebener Wert nach Unteranhang 6 Absätze 1.1.2 bis einschließlich 1.1.2.3	$M_{i,CS,c,6}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,c,6}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,p,6}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,c,declared}$, in g/km.	6 „ $M_{i,CS}$ Ergebnisse einer Prüfung Typ 1 für ein Prüffahrzeug“
Ergebnis des Schritts Nr. 6 dieser Tabelle	$M_{CO_2,CS,c,6}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,p,6}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,c,declared}$, in g/km.	Abgleich der Phasenwerte. Unteranhang 6 Absatz 1.1.2.4. Und: $M_{CO_2,CS,c,7} = M_{CO_2,CS,c,declared}$	$M_{CO_2,CS,c,7}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,p,7}$, in g/km;	7 „ $M_{CO_2,CS}$ Ergebnisse einer Prüfung Typ 1 für ein Prüffahrzeug“
Ergebnis der Schritte Nr. 6 und 7 dieser Tabelle	Für jedes der Prüffahrzeuge H und L: $M_{i,CS,c,6}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,c,7}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,p,7}$, in g/km;	Wenn zusätzlich zu einem Prüffahrzeug H auch ein Prüffahrzeug L geprüft wird, muss der sich daraus ergebende Wert der Grenzwertemissionen der höchste der beiden Werte sein und bezeichnet werden als $M_{i,CS,c}$ Im Falle der kombinierten THC+NOx-Emissionen ist der höchste Wert der Summe entweder bezogen auf VH oder VL zu	$M_{i,CS,c}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,c,H}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,p,H}$, in g/km; und falls ein Fahrzeug L geprüft wurde: $M_{CO_2,CS,c,L}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,p,L}$, in g/km;	8 „Ergebnis der Interpolationsfamilie“ Abschließendes Ergebnis für die Grenzwerte

		<p>verwenden.</p> <p>Wurde kein Fahrzeug L geprüft, gilt ansonsten $M_{i,CS,c} = M_{i,CS,c,6}$</p> <p>Für CO₂ sind die in Schritt 7 dieser Tabelle abgeleiteten Werte zu verwenden.</p> <p>Die CO₂-Werte sind auf zwei Dezimalstellen zu runden.</p>		missionen
Ergebnis des Schritts Nr. 8 dieser Tabelle	<p>$M_{CO_2,CS,c,H}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,p,H}$, in g/km;</p> <p>und falls ein Fahrzeug L geprüft wurde:</p> <p>$M_{CO_2,CS,c,L}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,p,L}$, in g/km;</p>	<p>Berechnung der CO₂-Emissionsmasse gemäß Absatz 4.5.4.1 dieses Unteranhangs für Einzelfahrzeuge einer Interpolationsfamilie.</p> <p>Die CO₂-Werte sind gemäß der Tabelle A8/2 zu runden</p>	<p>$M_{CO_2,CS,c,ind}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,p,ind}$, in g/km;</p>	<p>9</p> <p>„Ergebnis eines Einzelfahrzeugs“</p> <p>Ab-schließen-des CO₂-Ergebnis</p>

4.1.1.2. Falls die Berichtigung gemäß Anlage 2 Absatz 1.1.4 dieses Unteranhangs nicht vorgenommen wurde, ist folgende CO₂-Emissionsmasse bei Ladungserhaltung zu verwenden:

$$M_{CO_2,CS} = M_{CO_2,CS,nb}$$

dabei ist:

$M_{CO_2,CS}$ die CO₂-Emissionsmasse bei Ladungserhaltung der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung gemäß Tabelle A8/5, Schritt Nr. 3, in g/km

$M_{CO_2,CS,nb}$ die nicht ausgeglichene, nicht um die Energiebilanz korrigierte CO₂-Emissionsmasse bei Ladungserhaltung bei der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung, bestimmt nach Tabelle A8/5, Schritt Nr. 2, in g/km.

4.1.1.3. Wenn die Berichtigung der CO₂-Emissionsmasse bei Ladungserhaltung gemäß Anlage 2 Absatz 1.1.3 dieses Unteranhangs erforderlich ist oder falls die Berichtigung gemäß Anlage 2 Absatz 1.1.4 dieses Unteranhangs vorgenommen wurde, muss der Berichtigungskoeffizient für die CO₂-Emissionsmasse gemäß Anlage 2 Absatz 2 dieses Unteranhangs bestimmt werden. Die berichtigte CO₂-Emissionsmasse bei Ladungserhaltung für ein Einzelfahrzeug ist anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$M_{\text{CO}_2,\text{CS}} = M_{\text{CO}_2,\text{CS,nb}} - K_{\text{CO}_2} \times EC_{\text{DC,CS}}$$

dabei ist:

$M_{\text{CO}_2,\text{CS}}$ die CO_2 -Emissionsmasse der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung gemäß Tabelle A8/5, Schritt Nr. 2, in g/km;

$M_{\text{CO}_2,\text{CS,nb}}$ die nicht ausgeglichene, nicht um die Energiebilanz korrigierte CO_2 -Emissionsmasse bei der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung, bestimmt nach Tabelle A8/5, Schritt Nr. 2, in g/kg;

$EC_{\text{DC,CS}}$ der Stromverbrauch bei der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung gemäß Absatz 4.3 dieses Unteranhangs, in Wh/km;

K_{CO_2} der Berichtigungskoeffizient für die CO_2 -Emissionsmasse gemäß Anlage 2 Absatz 2.3.2 dieses Unteranhangs, in (g/km)/(Wh/km).

4.1.1.4. Wurden keine Berichtigungskoeffizienten für die phasenspezifische CO_2 -Emissionsmasse festgelegt, so ist die phasenspezifische CO_2 -Emissionsmasse anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$M_{\text{CO}_2,\text{CS,p}} = M_{\text{CO}_2,\text{CS,nb,p}} - K_{\text{CO}_2} \times EC_{\text{DC,CS,p}}$$

dabei ist:

$M_{\text{CO}_2,\text{CS,p}}$ die CO_2 -Emissionsmasse der Phase p der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung gemäß Tabelle A8/5, Schritt Nr. 2, in g/km;

$M_{\text{CO}_2,\text{CS,nb,p}}$ die nicht ausgeglichene, nicht um die Energiebilanz korrigierte CO_2 -Emissionsmasse der Phase p der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung, bestimmt nach Tabelle A8/5, Schritt Nr. 2, in g/kg;

$EC_{\text{DC,CS,p}}$ der gemessene Stromverbrauch der Phase p der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung gemäß Absatz 4.3 dieses Unteranhangs, in Wh/km;

K_{CO_2} der Berichtigungskoeffizient für die CO_2 -Emissionsmasse gemäß Anlage 2 Absatz 2.3.2 dieses Unteranhangs, in (g/km)/(Wh/km).

4.1.1.5. Wurden Berichtigungskoeffizienten für die phasenspezifische CO_2 -Emissionsmasse festgelegt, so ist die phasenspezifische CO_2 -Emissionsmasse anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$M_{\text{CO}_2,\text{CS,p}} = M_{\text{CO}_2,\text{CS,nb,p}} - K_{\text{CO}_2,p} \times EC_{\text{DC,CS,p}}$$

dabei ist:

$M_{\text{CO}_2,\text{CS,p}}$ die CO_2 -Emissionsmasse bei Ladungserhaltung der Phase p der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung gemäß Tabelle A8/5, Schritt Nr. 3, in g/km;

$M_{\text{CO}_2,\text{CS,nb,p}}$ die nicht ausgeglichene, nicht um die Energiebilanz korrigierte CO_2 -Emissionsmasse der Phase p der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung, bestimmt nach Tabelle A8/5, Schritt Nr. 2, in g/kg;

$EC_{DC,CS,p}$ der Stromverbrauch der Phase p der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung, bestimmt gemäß Absatz 4.3 dieses Unteranhangs, in Wh/km;

$K_{CO_2,p}$ der Berichtigungskoeffizient für die CO_2 -Emissionsmasse gemäß Anlage 2 Absatz 2.3.2.2 dieses Unteranhangs, in (g/km)/(Wh/km);

p die Kennziffer der Einzelphase im anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus.

4.1.2. Nutzfaktorgewichtete CO_2 -Emissionsmasse für OVC-HEV

Die nutzfaktorgewichtete CO_2 -Emissionsmasse $M_{CO_2,CD}$ bei Entladung ist anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$M_{CO_2,CD} = \frac{\sum_{j=1}^k (UF_j \times M_{CO_2,CD,j})}{\sum_{j=1}^k UF_j}$$

dabei ist:

$M_{CO_2,CD}$ die nutzfaktorgewichtete CO_2 -Emissionsmasse bei Entladung, in g/km;

$M_{CO_2,CD,j}$ die CO_2 -Emissionsmasse gemäß Unteranhang 7 Absatz 3.2.1 der Phase j der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung, in g/km;

UF_j der Nutzfaktor der Phase j gemäß Anlage 5 dieses Unteranhangs;

j die Kennziffer der betrachteten Phase;

k die Zahl der bis zum Ende des Übergangszyklus gefahrenen Phasen gemäß Absatz 3.2.4.4 dieses Unteranhangs.

Wird das Interpolationskonzept angewendet, so sei k die Zahl der bis zum Ende des Übergangszyklus des Fahrzeugs L gefahrenen Phasen $n_{veh,L}$.

Ist die Zahl der von Fahrzeug H während des Übergangszyklus gefahrenen Phasen, $n_{veh,H}$, und gegebenenfalls die eines Einzelfahrzeugs der Interpolationsfamilie, $n_{veh,ind}$, niedriger als die Zahl der von Fahrzeug L während des Übergangszyklus gefahrenen Phasen, $n_{veh,L}$, so muss der Bestätigungszyklus von Fahrzeug H sowie gegebenenfalls der Bestätigungszyklus eines Einzelfahrzeugs in die Berechnung einfließen. Die CO_2 -Emissionsmasse jeder Phase des Bestätigungszyklus ist dann auf einen Stromverbrauch von Null zu berichtigen, $EC_{DC,CD,j} = 0$, unter Anwendung des CO_2 -Berichtigungskoeffizienten gemäß Anlage 2 dieses Unteranhangs.

4.1.3. Nutzfaktorgewichtete Emissionsmasse von Emissionen gasförmiger Verbindungen, Partikelemissionen und der Zahl emittierter Partikel für OVC-HEV.

4.1.3.1 Die nutzfaktorgewichtete Emissionsmasse von Emissionen gasförmiger Verbindungen ist anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$M_{i,\text{weighted}} = \sum_{j=1}^k (UF_j \times M_{i,\text{CD},j}) + (1 - \sum_{j=1}^k UF_j) \times M_{i,\text{CS}}$$

dabei ist:

$M_{i,\text{weighted}}$ die nutzfaktorgewichtete Emissionsmasse der gasförmigen Verbindung i , in g/km

i die Kennzahl der betrachteten Emissionen gasförmiger Verbindungen;

UF_j der Nutzfaktor der Phase j gemäß Anlage 5 dieses Unteranhangs;

$M_{i,\text{CD},j}$ die Emissionsmasse der gasförmigen Verbindung i gemäß Unteranhang 7 Absatz 3.2.1 der Phase j der Prüfung Typ 1 bei Entladung, in g/km;

$M_{i,\text{CS}}$ die Emissionsmasse der gasförmigen Verbindung i bei der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung gemäß Tabelle A8/5, Schritt Nr. 7, in g/km;

j die Kennziffer der betrachteten Phase;

k die Zahl der bis zum Ende des Übergangszyklus gefahrenen Phasen gemäß Absatz 3.2.4.4 dieses Unteranhangs.

Wird das Interpolationskonzept angewendet, so sei k die Zahl der bis zum Ende des Übergangszyklus des Fahrzeugs L gefahrenen Phasen n_{veh_L} .

Ist die Zahl der von Fahrzeug H während des Übergangszyklus gefahrenen Phasen, n_{veh_H} , und gegebenenfalls die eines Einzelfahrzeugs der Interpolationsfamilie, $n_{\text{veh}_{\text{ind}}}$, niedriger als die Zahl der von Fahrzeug L während des Übergangszyklus gefahrenen Phasen, n_{veh_L} , so muss der Bestätigungszyklus von Fahrzeug H sowie gegebenenfalls eines Einzelfahrzeugs in die Berechnung einfließen. Die CO_2 -Emissionsmasse jeder Phase des Bestätigungszyklus ist dann auf einen Stromverbrauch von Null zu berichtigen, $EC_{\text{DC},\text{CD},j} = 0$, unter Anwendung des CO_2 -Berichtigungskoeffizienten gemäß Anlage 2 dieses Unteranhangs.

4.1.3.2. Die nutzfaktorgewichtete Zahl emittierter Partikel ist anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$PN_{\text{weighted}} = \sum_{j=1}^k (UF_j \times PN_{\text{CD},j}) + (1 - \sum_{j=1}^k UF_j) \times PN_{\text{CS}}$$

dabei ist:

PN_{weighted} die nutzfaktorgewichtete Zahl emittierter Partikel, in Partikeln pro Kilometer;

UF_j der Nutzfaktor der Phase j gemäß Anlage 5 dieses Unteranhangs;

$PN_{\text{CD},j}$ die Zahl emittierter Partikel in Phase j gemäß Unteranhang 7 Absatz 4 bei der Prüfung Typ 1 bei Entladung, in Partikeln pro Kilometer;

PN_{CS} die Zahl emittierter Partikel gemäß Absatz 4.1.1. dieses Unteranhangs bei der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung, in Partikeln pro Kilometer;

j die Kennziffer der betrachteten Phase;

k die Zahl der bis zum Ende des Übergangszyklus n gefahrenen Phasen gemäß Absatz 3.2.4.4 dieses Unteranhangs.

4.1.3.3. Die nutzfaktorgewichteten Partikelemissionen sind anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$PM_{\text{weighted}} = \sum_{c=1}^{n_c} (UF_c \times PM_{CD,c}) + (1 - \sum_{c=1}^{n_c} UF_c) \times PM_{CS}$$

dabei ist:

PM_{weighted} die nutzfaktorgewichtete Partikelemission, in mg/km;

UF_c der Nutzfaktor des Zyklus c gemäß Anlage 5 dieses Unteranhangs;

$PM_{CD,c}$ die Partikelemission bei Entladung während des Zyklus c gemäß Unteranhang 7 Absatz 3.3 der Prüfung Typ 1 bei Entladung, in mg/km;

PM_{CS} die Partikelemission bei der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung gemäß Absatz 4.1.1 dieses Unteranhangs, in mg/km;

c die Kennziffer des betrachteten Zyklus;

n_c die Zahl der bis zum Ende des Übergangszyklus n gefahrenen anzuwendenden WLTP-Prüfzyklen gemäß Absatz 3.2.4.4 dieses Unteranhangs.

4.2. Berechnung des Kraftstoffverbrauchs

4.2.1. Kraftstoffverbrauch bei Ladungserhaltung für OVC-HEV, NOVC-HEV und NOVC-FCHV

4.2.1.1. Der Kraftstoffverbrauch bei Ladungserhaltung für OVC-HEV und NOVC-HEV ist gemäß der Tabelle A8/6 schrittweise zu berechnen.

Tabelle A8/6

Berechnung des endgültigen Kraftstoffverbrauchs bei Ladungserhaltung für OVC-HEV, NOVC-HEV

Quelle	Dateneingabe	Verfahren	Ergebnis	Schritt Nr.
Ergebnis der Schritte Nr. 6 und 7 der Tabelle A8/5 dieses Unteranhangs	$M_{i,CS,c,6}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,c,7}$, in g/km; $M_{CO_2,CS,p,7}$, in g/km;	Berechnung des Kraftstoffverbrauchs gemäß Unteranhang 7 Absatz 6. Die Berechnung des Kraftstoffverbrauchs ist für den anzuwendenden Zyklus und seine Phasen separat durchzuführen. Hierzu werden: a) die CO_2 -Werte der anzuwendenden Phase oder des Zyklus verwendet; b) die Grenzwertemissionen während des gesamten Zyklus verwendet.	$FC_{CS,c,1}$, in l/100km; $FC_{CS,p,1}$, in l/100km;	1 „ FC_{CS} Ergebnisse einer Prüfung Typ 1 für ein Prüffahrzeug“
Schritt Nr. 1 dieser Tabelle	Für jedes Prüffahrzeug H und L: $FC_{CS,c,1}$, in l/100km; $FC_{CS,p,1}$, in l/100km;	Für den Kraftstoffverbrauch (fuel consumption – FC) sind die in Schritt 1 dieser Tabelle abgeleiteten Werte zu verwenden. Die FC-Werte sind	$FC_{CS,c,H}$, in l/100km; $FC_{CS,p,H}$, in l/100km; und falls ein Fahrzeug L geprüft wurde: $FC_{CS,c,L}$, in l/100km; $FC_{CS,p,L}$, in	2 „Ergebnis der Interpolationsfamilie“ Abschließendes Ergebnis der Grenzwertemissionen

		auf drei Dezimalstellen zu runden.	l/100km;	
Schritt Nr. 2 dieser Tabelle	$FC_{CS,c,H}$, in l/100km; $FC_{CS,p,H}$, in l/100km; und falls ein Fahrzeug L geprüft wurde: $FC_{CS,c,L}$, in l/100km; $FC_{CS,p,L}$, in l/100km;	Berechnung des endgültigen Kraftstoffverbrauchs gemäß Absatz 4.5.5.1 dieses Unteranhangs für Einzelfahrzeuge einer Interpolationsfamilie. Die FC-Werte sind gemäß der Tabelle A8/2 zu runden	$FC_{CS,c,ind}$, in l/100km; $FC_{CS,p,ind}$, in l/100km;	3 „Ergebnis eines Einzelfahrzeugs“ abschließendes FC-Ergebnis

4.2.1.2. Kraftstoffverbrauch bei Ladungserhaltung für NOVC-FCHV

4.2.1.2.1. Schrittweise Beschreibung der Berechnung der abschließenden Prüfergebnisse für den Kraftstoffverbrauch der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung für NOVC-HEV

Die Ergebnisse sind in der in Tabelle A8/7 beschriebenen Reihenfolge zu berechnen. Alle anzuwendenden Ergebnisse in der Spalte „Ergebnis“ sind aufzuzeichnen. In der Spalte „Verfahren“ sind die Absätze aufgeführt, die für die Berechnung zu verwenden sind oder es sind zusätzliche Berechnungsverfahren angegeben.

Für die Zwecke dieser Tabelle wird in den Gleichungen und Ergebnissen folgende Nomenklatur verwendet:

c vollständiger anzuwendender Prüfzyklus;

p jede anzuwendende Zyklusphase;

CS bei Ladungserhaltung.

Tabelle A8/7

Berechnung des endgültigen Kraftstoffverbrauchs bei Ladungserhaltung für NOVC-FCHV

Quelle	Dateneingabe	Verfahren	Ergebnis	Schritt Nr.
--------	--------------	-----------	----------	-------------

Anlage 7 dieses Unteranhangs.	Nicht ausgeglichener Kraftstoffverbrauch bei Ladungserhaltung $FC_{CS, nb}$, in kg/100km	Kraftstoffverbrauch bei Ladungserhaltung gemäß Anlage 7 Absatz 2.2.6 dieses Unteranhangs	$FC_{CS, c, 1}$, in kg/100km;	1
Ergebnis des Schritts Nr. 1 dieser Tabelle	$FC_{CS, c, 1}$, in kg/100km;	Berichtigung der Veränderung der elektrischen Energie des REESS Unteranhang 8, Absätze 4.2.1.2.2 bis einschließlich 4.2.1.2.3 dieses Unteranhangs	$FC_{CS, c, 2}$, in kg/100km;	2
Ergebnis des Schritts Nr. 2 dieser Tabelle	$FC_{CS, c, 2}$, in kg/100km;	ATCT-Berichtigung gemäß Unteranhang 6a Absatz 3.8.2. Gemäß Anhang VII berechnete und angewandte Verschlechterungsfaktoren	$FC_{CS, c, 3}$, in kg/100km;	3 „Ergebnis einer einzigen Prüfung“
Ergebnis des Schritts Nr. 3 dieser Tabelle	Für jede Prüfung: $FC_{CS, c, 3}$, in kg/100km;	Mittelung der Prüfungen und angegebener Wert nach Unteranhang 6 Absätze 1.1.2 bis einschließlich 1.1.2.3	$FC_{CS, c, 4}$, in kg/100km;	4
Ergebnis des Schritts Nr. 4 dieser Tabelle	$FC_{CS, c, 4}$, in kg/100km; $FC_{CS, c, declared}$, in kg/100km	Abgleich der Phasenwerte Unteranhang 6 Absatz 1.1.2.4. und: $FC_{CS, c, 5} = FC_{CS, c, declared}$	$FC_{CS, c, 5}$, in kg/100km;	5 „ FC_{CS} Ergebnisse einer Prüfung Typ 1 für ein Prüffahrzeug“

4.2.1.2.2. Falls die Berichtigung gemäß Anlage 2 Absatz 1.1.4 dieses Unteranhangs nicht vorgenommen wurde, ist die folgende CO₂-Emissionsmasse bei Ladungserhaltung zu verwenden:

$$FC_{CS} = FC_{CS,nb}$$

dabei ist:

FC_{CS} der Kraftstoffverbrauch bei Ladungserhaltung der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung gemäß Tabelle A8/7, Schritt Nr. 2, in g/km;

$FC_{CS,nb}$ der nicht ausgeglichene, nicht um die Energiebilanz korrigierte Kraftstoffverbrauch bei Ladungserhaltung der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung, gemäß Tabelle A8/7, Schritt Nr. 1, in kg/100 km.

4.2.1.2.3. Wenn die Berichtigung des Kraftstoffverbrauchs gemäß Anlage 2 Absatz 1.1.3 dieses Unteranhangs erforderlich ist oder falls die Berichtigung gemäß Anlage 2 Absatz 1.1.4 dieses Unteranhangs vorgenommen wird, muss der Berichtigungskoeffizient für den Kraftstoffverbrauch gemäß Anlage 2 Absatz 2 dieses Unteranhangs bestimmt werden. Der berichtigte Kraftstoffverbrauch bei Ladungserhaltung ist anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$FC_{CS} = FC_{CS,nb} - K_{fuel,FCHV} \times EC_{DC,CS}$$

dabei ist:

FC_{CS} der Kraftstoffverbrauch bei Ladungserhaltung der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung gemäß Tabelle A8/7, Schritt Nr. 2, in g/km;

$FC_{CS,nb}$ der nicht ausgeglichene, nicht um die Energiebilanz korrigierte Kraftstoffverbrauch bei der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung, gemäß Tabelle A8/7, Schritt Nr. 1, in kg/100 km;

$EC_{DC,CS}$ der Stromverbrauch bei der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung gemäß Absatz 4.3 dieses Unteranhangs, in Wh/km;

$K_{fuel,FCHV}$ der Berichtigungskoeffizient für den Kraftstoffverbrauch gemäß Anlage 2 Absatz 2.3.1 dieses Unteranhangs, in (kg/100 km)/(Wh/km)

4.2.2. Nutzfaktorgewichteter Kraftstoffverbrauch für OVC-HEV bei Entladung

Der nutzfaktorgewichtete Kraftstoffverbrauch bei Entladung FC_{CD} für ein Einzelfahrzeug ist anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$FC_{CD} = \frac{\sum_{j=1}^k (UF_j \times FC_{CD,j})}{\sum_{j=1}^k UF_j}$$

dabei ist:

FC_{CD} der nutzfaktorgewichtete Kraftstoffverbrauch bei Entladung, in l/100 km;

$FC_{CD,j}$ der Kraftstoffverbrauch in Phase j bei der Prüfung Typ 1 bei Entladung bestimmt gemäß Absatz 6 dieses Unteranhangs, in l/100 km;

UF_j der Nutzfaktor der Phase j gemäß Anlage 5 dieses Unteranhangs;

j die Kennziffer der betrachteten Phase;

k die Zahl der bis zum Ende des Übergangszyklus gefahrenen Phasen gemäß Absatz 3.2.4.4 dieses Unteranhangs.

Wird das Interpolationskonzept angewendet, so sei k die Zahl der bis zum Ende des Übergangszyklus des Fahrzeugs L gefahrenen Phasen $n_{veh,L}$.

Ist die Zahl der von Fahrzeug H während des Übergangszyklus gefahrenen Phasen, $n_{veh,H}$, und gegebenenfalls die eines Einzelfahrzeugs der Interpolationsfamilie, $n_{veh,ind}$, niedriger als die Zahl der von Fahrzeug L während des Übergangszyklus gefahrenen Phasen, $n_{veh,L}$, so muss der Bestätigungszyklus von Fahrzeug H sowie gegebenenfalls der Bestätigungszyklus eines Einzelfahrzeugs in die Berechnung einfließen. Der Kraftstoffverbrauch jeder Phase des Bestätigungszyklus ist dann auf einen Stromverbrauch von Null zu berichtigen $EC_{DC,CD,j} = 0$, unter Anwendung des CO_2 -Berichtigungskoeffizienten gemäß Anlage 2 dieses Unteranhangs.

4.2.3. Nutzfaktorgewichteter Kraftstoffverbrauch für OVC-HEV

Der nutzfaktorgewichtete Kraftstoffverbrauch bei der Prüfung Typ 1 bei Entladung und bei der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung wird anhand folgender Gleichung berechnet:

$$FC_{weighted} = \sum_{j=1}^k (UF_j \times FC_{CD,j}) + (1 - \sum_{j=1}^k UF_j) \times FC_{CS}$$

dabei ist:

$FC_{weighted}$ der nutzfaktorgewichtete Kraftstoffverbrauch, in l/100 km;

UF_j der Nutzfaktor der Phase j gemäß Anlage 5 dieses Unteranhangs;

$FC_{CD,j}$ der Kraftstoffverbrauch in Phase j bei der Prüfung Typ 1 bei Entladung, festgelegt gemäß Unteranhang 7 Absatz 6, in l/100 km;

FC_{CS} der Kraftstoffverbrauch gemäß Tabelle A8/6, Schritt Nr. 1, in l/100 km;

j die Kennziffer der betrachteten Phase;

k die Zahl der bis zum Ende des Übergangszyklus gefahrenen Phasen gemäß Absatz 3.2.4.4 dieses Unteranhangs.

Wird das Interpolationskonzept angewendet, so sei k die Zahl der bis zum Ende des Übergangszyklus des Fahrzeugs L gefahrenen Phasen $n_{veh,L}$.

Ist die Zahl der von Fahrzeug H während des Übergangszyklus gefahrenen Phasen, $n_{veh,H}$, und gegebenenfalls die eines Einzelfahrzeugs der Interpolationsfamilie, $n_{veh,ind}$, niedriger als die Zahl der von Fahrzeug L während des Übergangszyklus gefahrenen Phasen, $n_{veh,L}$, so muss der Bestätigungszyklus von

Fahrzeug H sowie gegebenenfalls der Bestätigungszyklus eines Einzelfahrzeugs in die Berechnung einfließen. Der Kraftstoffverbrauch jeder Phase des Bestätigungszyklus ist dann auf einen Stromverbrauch von Null zu berichtigen $EC_{DC,CD,j} = 0$, unter Anwendung des Kraftstoffberichtigungskoeffizienten gemäß Anlage 2 dieses Unteranhangs.

4.3. Berechnung des Stromverbrauchs

Zur Berechnung des Stromverbrauchs auf der Grundlage des gemäß Anlage 3 dieses Unteranhangs bestimmten Stroms und der Spannung sind folgende Gleichungen zu verwenden:

$$EC_{DC,j} = \frac{\Delta E_{REESS,j}}{d_j}$$

dabei ist:

$EC_{DC,j}$ der Stromverbrauch während des betrachteten Zeitraums anhand der Erschöpfung des REESS, in Wh/km;

$\Delta E_{REESS,j}$ die Veränderung der elektrischen Energie aller REESS während des betrachteten Zeitraums j, in Wh;

d_j die gefahrene Strecke während des betrachteten Zeitraums j, in km;

und

$$\Delta E_{REESS,j} = \sum_{i=1}^n \Delta E_{REESS,j,i}$$

dabei ist:

$\Delta E_{REESS,j,i}$ die Veränderung der elektrischen Energie des REESS i während des betrachteten Zeitraums j, in Wh;

und

$$\Delta E_{REESS,j,i} = \frac{1}{3600} \times \int_{t_0}^{t_{end}} U(t)_{REESS,j,i} \times I(t)_{j,i} dt$$

dabei ist:

$U(t)_{REESS,j,i}$ die Spannung des REESS i während des betrachteten Zeitraums j gemäß Anlage 3 dieses Unteranhangs, in V;

t_0 die Zeit am Anfang des betrachteten Zeitraums j, in s;

t_{end} die Zeit am Ende des betrachteten Zeitraums j, in s;

$I(t)_{j,i}$ die elektrische Stromstärke des REESS i während des betrachteten Zeitraums j gemäß Anlage 3 dieses Unteranhangs, in A;

i die Kennziffer des betrachteten REESS;

n die Gesamtzahl der REESS;

j die Kennziffer des betrachteten Zeitraums, wobei ein Zeitraum jede Kombination von Phasen oder Zyklen sein kann;

$\frac{1}{3600}$ der Faktor für die Umrechnung von Ws in Wh.

4.3.1. Nutzfaktorgewichteter Stromverbrauch bei Entladung auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie für OVC-HEV

Der nutzfaktorgewichtete Stromverbrauch bei Entladung auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie ist anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$EC_{AC,CD} = \frac{\sum_{j=1}^k (UF_j \times EC_{AC,CD,j})}{\sum_{j=1}^k UF_j}$$

dabei ist:

$EC_{AC,CD}$ der nutzfaktorgewichtete Stromverbrauch bei Entladung auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie, in Wh/km

UF_j der Nutzfaktor der Phase j gemäß Anlage 5 dieses Unteranhangs;

$EC_{AC,CD,j}$ der Stromverbrauch auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie der Phase j , in Wh/km

und

$$EC_{AC,CD,j} = EC_{DC,CD,j} \times \frac{E_{AC}}{\sum_{j=1}^k \Delta E_{REESS,j}}$$

dabei ist:

$EC_{DC,CD,j}$ der Stromverbrauch auf der Grundlage der Erschöpfung des REESS der Phase j bei der Prüfung Typ 1 bei Entladung gemäß Absatz 4.3 dieses Unteranhangs, in Wh/km;

E_{AC} die aus dem Stromnetz wiederaufgeladene Energie gemäß Absatz 3.2.4.6 dieses Unteranhangs, in Wh;

$\Delta E_{REESS,j}$ die Veränderung der elektrischen Energie aller REESS der Phase j gemäß Absatz 4.3 dieses Unteranhangs, in Wh;

j die Kennziffer der betrachteten Phase;

k die Zahl der bis zum Ende des Übergangszyklus gefahrenen Phasen des Fahrzeugs $L_{n_{veh},L}$, gemäß Absatz 3.2.4.4 dieses Unteranhangs.

4.3.2. Nutzfaktorgewichteter Stromverbrauch auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie für OVC-HEV

Der nutzfaktorgewichtete Stromverbrauch auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie ist anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$EC_{AC,weighted} = \sum_{j=1}^k (UF_j \times EC_{AC,CD,j})$$

dabei ist:

$EC_{AC,weighted}$ der nutzfaktorgewichtete Stromverbrauch auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie, in Wh/km;

UF_j der Nutzfaktor der Phase j gemäß Anlage 5 dieses Unteranhangs;

$EC_{AC,CD,j}$ der Stromverbrauch auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie der Phase j gemäß Abschnitt 4.3.1 dieses Unteranhangs, in Wh/km;

j die Kennziffer der betrachteten Phase;

k die Zahl der bis zum Ende des Übergangszyklus gefahrenen Phasen des Fahrzeugs $L_{n_{veh},L}$, gemäß Absatz 3.2.4.4 dieses Unteranhangs.

4.3.3. Stromverbrauch von OVC-HEV

4.3.3.1. Bestimmung des zyklusspezifischen Stromverbrauchs

Der Stromverbrauch auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie und die gleichwertige vollelektrische Reichweite (Hybrid) sind anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$EC = \frac{E_{AC}}{EAER}$$

dabei ist:

EC der Stromverbrauch des anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie und der gleichwertigen vollelektrischen Reichweite (Hybrid), in Wh/km;

E_{AC} die aus dem Stromnetz wiederaufgeladene Energie gemäß Absatz 3.2.4.6 dieses Unteranhangs, in Wh;

EAER die gleichwertige vollelektrische Reichweite (Hybrid) gemäß Absatz 4.4.4.1 dieses Unteranhangs, in km.

4.3.3.2. Bestimmung des phasenspezifischen Stromverbrauchs

Der phasenspezifische Stromverbrauch auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie und die gleichwertige vollelektrische Reichweite (Hybrid) sind anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$EC_p = \frac{E_{AC}}{EAER_p}$$

dabei ist:

EC_p der phasenspezifische Stromverbrauch auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie und die gleichwertige vollelektrische Reichweite (Hybrid), in Wh/km;

E_{AC} die aus dem Stromnetz wiederaufgeladene Energie gemäß Absatz 3.2.4.6 dieses Unteranhangs, in Wh;

$EAER_p$ die phasenspezifische gleichwertige vollelektrische Reichweite (Hybrid) gemäß Absatz 4.4.4.2 dieses Unteranhangs, in km.

4.3.4. Stromverbrauch von PEV

4.3.4.1. Der in diesem Absatz bestimmte Stromverbrauch ist nur dann zu berechnen, wenn das Fahrzeug den anzuwendenden Prüfzyklus innerhalb der in Unteranhang 6 Absatz 1.2.6.6 angegebenen Geschwindigkeitstoleranzen während des gesamten betrachteten Zeitraums durchlaufen konnte.

4.3.4.2. Bestimmung des Stromverbrauchs des anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus

Der Stromverbrauch des anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie und die vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) sind anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$EC_{WLTC} = \frac{E_{AC}}{PER_{WLTC}}$$

dabei ist:

EC_{WLTC} der Stromverbrauch des anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie und die vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) für den anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus, in Wh/km;

E_{AC} die aus dem Stromnetz wiederaufgeladene Energie gemäß Absatz 3.4.4.3 dieses Unteranhangs, in Wh;

PER_{WLTC} die vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) für den anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus gemäß Absatz 4.4.2.1.1 oder Absatz 4.4.2.2.1 dieses Unteranhangs, je nach dem PEV-Prüfverfahren, das verwendet werden muss, in km;

4.3.4.3. Bestimmung des Stromverbrauchs des anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklus

Der Stromverbrauch des anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklus auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie und die vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) für den anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklus sind anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$EC_{\text{city}} = \frac{E_{AC}}{PER_{\text{city}}}$$

dabei ist:

EC_{city} der Stromverbrauch des anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklus auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie und die vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) für den anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklus, in Wh/km;

E_{AC} die aus dem Stromnetz wiederaufgeladene Energie gemäß Absatz 3.4.4.3 dieses Unteranhangs, in Wh;

PER_{city} die vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) des anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklus gemäß Absatz 4.4.2.1.2 oder Absatz 4.4.2.2.2 dieses Unteranhangs, je nach dem anzuwendenden PEV-Prüfverfahren, in km.

4.3.4.4. Bestimmung des Stromverbrauchs der phasenspezifischen Werte

Der Stromverbrauch jeder einzelnen Phase auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie und die phasenspezifische vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) sind anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$EC_p = \frac{E_{AC}}{PER_p}$$

dabei ist:

EC_p der Stromverbrauch jeder einzelnen Phase p auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie und der phasenspezifischen vollelektrischen Reichweite (E-Fahrzeug), in Wh/km;

E_{AC} die aus dem Stromnetz wiederaufgeladene Energie gemäß Absatz 3.4.4.3 dieses Unteranhangs, in Wh;

PER_p die phasenspezifische vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) gemäß Absatz 4.4.2.1.3 oder Absatz 4.4.2.2.3 dieses Unteranhangs, je nach dem angewandten PEV-Prüfverfahren, in km.

4.4. Berechnung der elektrischen Reichweiten

4.4.1. Vollelektrische Reichweiten (Hybrid) AER und AER_{city} für OVC-HEV

4.4.1.1. Vollelektrische Reichweite (Hybrid) AER

Die vollelektrische Reichweite (Hybrid) AER für OVC-HEV ist anhand der Prüfung Typ 1 bei Entladung zu bestimmen, die in Absatz 3.2.4.3 dieses Unteranhangs als Teil der Prüffolge der Option 1 beschrieben und auf die in Absatz 3.2.6.1 dieses Unteranhangs als Teil der Prüffolge der Option 3 Bezug genommen wird, indem der anzuwendende WLTP-Prüfzyklus gemäß Absatz 1.4.2.1 dieses Unteranhangs gefahren wird. Die AER wird definiert als die gefahrene Strecke ab dem Beginn der Prüfung Typ 1 bei Entladung bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Verbrennungsmotor anfängt, Kraftstoff zu verbrauchen.

4.4.1.2. Vollelektrische Reichweite (Hybrid) in der Stadt AER_{city}

4.4.1.2.1. Die vollelektrische Reichweite (Hybrid) in der Stadt AER_{city} für OVC-HEV ist anhand der Prüfung Typ 1 bei Entladung zu bestimmen, die in Absatz 3.2.4.3 dieses Unteranhangs als Teil der Prüffolge der Option 1 beschrieben und auf die in Absatz 3.2.6.1 dieses Unteranhangs als Teil der Prüffolge der Option 3 Bezug genommen wird, indem der anzuwendende WLTP-Stadt-Prüfzyklus gemäß Absatz 1.4.2.2 dieses Unteranhangs gefahren wird. Die AER_{city} wird definiert als die gefahrene Strecke ab dem Beginn der Prüfung Typ 1 bei Entladung bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Verbrennungsmotor anfängt, Kraftstoff zu verbrauchen.

4.4.1.2.2. Alternativ zu Absatz 4.4.1.2.1 dieses Unteranhangs kann die vollelektrische Reichweite (Hybrid) in der Stadt AER_{city} bestimmt werden anhand der in Absatz 3.2.4.3 dieses Unteranhangs beschriebenen Prüfung Typ 1 bei Entladung, indem die anzuwendenden WLTP-Prüfzyklen gemäß Absatz 1.4.2.1 dieses Unteranhangs gefahren werden. In diesem Fall muss die Prüfung Typ 1 bei Entladung durch Fahren des anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklus entfallen, und die vollelektrische Reichweite (Hybrid) in der Stadt AER_{city} ist anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$AER_{city} = \frac{UBE_{city}}{EC_{DC,city}}$$

dabei ist:

UBE_{city} die nutzbare REESS-Energie, bestimmt ab dem Beginn der Prüfung Typ 1 bei Entladung gemäß Absatz 3.2.4.3 dieses Unteranhangs durch Fahren der anzuwendenden WLTP-Prüfzyklen bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Verbrennungsmotor anfängt, Kraftstoff zu verbrauchen, in Wh;

$EC_{DC,city}$ der gewogene Stromverbrauch bei den vollelektrisch (E-Fahrzeug) gefahrenen WLTP-Stadt-Prüfzyklen der Prüfung Typ 1 bei Entladung gemäß Absatz 3.2.4.3 dieses Unteranhangs durch Fahren des (der) anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus (-zyklen), in Wh/km;

und

$$UBE_{city} = \sum_{j=1}^k \Delta E_{REESS,j}$$

dabei ist:

$\Delta E_{REESS,j}$ die Veränderung der elektrischen Energie aller REESS während Phase j, in Wh;

j die Kennziffer der betrachteten Phase;

k die Zahl der gefahrenen Phasen ab dem Beginn der Prüfung bis zu und ausschließlich der Phase, in der der Verbrennungsmotor anfängt, Kraftstoff zu verbrauchen;

und

$$EC_{DC,city} = \sum_{j=1}^{n_{city,pe}} EC_{DC,city,j} \times K_{city,j}$$

dabei ist:

$EC_{DC,city,j}$ der Stromverbrauch des j-ten vollelektrisch (E-Fahrzeug) gefahrenen WLTP-Stadt-Prüfzyklus der Prüfung Typ 1 bei Entladung gemäß Absatz 3.2.4.3 dieses Unteranhangs durch Fahren der anzuwendenden WLTP-Prüfzyklen, in Wh/km;

$K_{city,j}$ der Gewichtungsfaktor für den j-ten vollelektrisch (E-Fahrzeug) gefahrenen anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklus der Prüfung Typ 1 bei Entladung gemäß Absatz 3.2.4.3 dieses Unteranhangs durch Fahren der anzuwendenden WLTP-Prüfzyklen;

j die Kennziffer des betrachteten vollelektrisch (E-Fahrzeug) gefahrenen anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklus;

$n_{city,pe}$ die Zahl der vollelektrisch (E-Fahrzeug) gefahrenen anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklen;

und

$$K_{city,1} = \frac{\Delta E_{REESS,city,1}}{UBE_{city}}$$

dabei ist:

$\Delta E_{REESS,city,1}$ die Veränderung der elektrischen Energie aller REESS während des ersten anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklus der Prüfung Typ 1 bei Entladung, in Wh;

und

$$K_{city,j} = \frac{1 - K_{city,1}}{n_{city,pe} - 1} \text{ für } j = 2 \text{ to } n_{city,pe}.$$

4.4.2. Vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) von PEV

Die in diesem Absatz bestimmten Reichweiten sind nur dann zu berechnen, wenn das Fahrzeug den anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus innerhalb der in Unteranhang 6 Absatz 1.2.6.6 angegebenen Geschwindigkeitstoleranzen während des gesamten betrachteten Zeitraums durchlaufen konnte.

4.4.2.1. Bestimmung der vollelektrischen Reichweiten (E-Fahrzeug) bei Anwendung des verkürzten Verfahrens für die Prüfung Typ 1

4.4.2.1.1. Die vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) für den anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus PER_{WLTC} für PEV ist aus der in Absatz 3.4.4.2 dieses Unteranhangs beschriebenen verkürzten Prüfung Typ 1 anhand folgender Gleichungen zu berechnen:

$$PER_{WLTC} = \frac{UBE_{STP}}{EC_{DC,WLTC}}$$

dabei ist:

UBE_{STP} die nutzbare REESS-Energie, bestimmt ab dem Beginn des verkürzten Verfahrens für die Prüfung Typ 1 bis zum Erreichen des Kriteriums für den Abbruch gemäß Absatz 3.4.4.2.3 dieses Unteranhangs, in Wh;

$EC_{DC,WLTC}$ der gewogene Stromverbrauch für den anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus von DS_1 und DS_2 des verkürzten Verfahrens für die Prüfung Typ 1, in Wh/km;

und

$$UBE_{STP} = \Delta E_{REESS,DS_1} + \Delta E_{REESS,DS_2} + \Delta E_{REESS,CSS_M} + \Delta E_{REESS,CSS_E}$$

dabei ist:

$\Delta E_{REESS,DS_1}$ die Veränderung der elektrischen Energie aller REESS während DS_1 des verkürzten Verfahrens für die Prüfung Typ 1, in Wh;

$\Delta E_{REESS,DS_2}$ die Veränderung der elektrischen Energie aller REESS während DS_2 des verkürzten Verfahrens für die Prüfung Typ 1, in Wh;

$\Delta E_{REESS,CSS_M}$ die Veränderung der elektrischen Energie aller REESS während CSS_M des verkürzten Verfahrens für die Prüfung Typ 1, in Wh;

$\Delta E_{REESS,CSS_E}$ die Veränderung der elektrischen Energie aller REESS während CSS_E des verkürzten Verfahrens für die Prüfung Typ 1, in Wh;

und

$$EC_{DC,WLTC} = \sum_{j=1}^2 EC_{DC,WLTC,j} \times K_{WLTC,j}$$

dabei ist:

$EC_{DC,WLTC,j}$ der Stromverbrauch des anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus DS_j des verkürzten Verfahrens der Prüfung Typ 1 gemäß Absatz 4.3 dieses Unteranhangs. in Wh/km;

$K_{WLTC,j}$ der Gewichtungsfaktor für den anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus von DS_j des verkürzten Verfahrens für die Prüfung Typ 1, in Wh/km;

und

$$K_{\text{WLTC},1} = \frac{\Delta E_{\text{REESS,WLTC},1}}{\text{UBE}_{\text{STP}}} \text{ and } K_{\text{WLTC},2} = 1 - K_{\text{WLTC},1}$$

dabei ist:

$K_{\text{WLTC},j}$ der Gewichtungsfaktor für den anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus von DS_j des verkürzten Verfahrens für die Prüfung Typ 1, in Wh/km;

$\Delta E_{\text{REESS,WLTC},1}$ die Veränderung der elektrischen Energie aller REESS während des anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus DS_1 des verkürzten Verfahrens für die Prüfung Typ 1, in Wh.

4.4.2.1.2. Die vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) für den anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklus PER_{CITY} für PEV ist auf der Grundlage der in Absatz 3.4.4.2 dieses Unteranhangs beschriebenen verkürzten Prüfung Typ 1 anhand folgender Gleichungen zu berechnen:

$$\text{PER}_{\text{city}} = \frac{\text{UBE}_{\text{STP}}}{\text{EC}_{\text{DC,city}}}$$

dabei ist:

UBE_{STP} die nutzbare REESS-Energie gemäß Absatz 4.4.2.1.1 dieses Unteranhangs, in Wh;

$\text{EC}_{\text{DC,city}}$ der gewogene Stromverbrauch für den anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklus DS_1 und DS_2 des verkürzten Verfahrens für die Prüfung Typ 1, in Wh/km;

und

$$\text{EC}_{\text{DC,city}} = \sum_{j=1}^4 \text{EC}_{\text{DC,city},j} \times K_{\text{city},j}$$

dabei ist:

$\text{EC}_{\text{DC,city},j}$ der Stromverbrauch für den anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklus, wobei der erste anzuwendende WLTP-Stadt-Prüfzyklus DS_1 angegeben wird als $j = 1$, der zweite anzuwendende WLTP-Stadt-Prüfzyklus DS_1 als $j = 2$, der erste anzuwendende WLTP-Stadt-Prüfzyklus DS_2 als $j = 3$ und der zweite anzuwendende WLTP-Stadt-Prüfzyklus DS_2 als $j = 4$ des verkürzten Verfahrens der Prüfung Typ 1 gemäß Absatz 4.3 dieses Unteranhangs, in Wh/km;

$K_{\text{city},j}$ der Gewichtungsfaktor für den anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklus, wobei der erste anzuwendende WLTP-Stadt-Prüfzyklus DS_1 angegeben wird als $j = 1$, der zweite anzuwendende WLTP-Stadt-Prüfzyklus DS_1 als $j = 2$, der erste anzuwendende WLTP-Stadt-Prüfzyklus DS_2 als $j = 3$ und der zweite anzuwendende WLTP-Stadt-Prüfzyklus DS_2 als $j = 4$;

und

$$K_{\text{city},1} = \frac{\Delta E_{\text{REESS,city},1}}{\text{UBE}_{\text{STP}}} \text{ and } K_{\text{city},j} = \frac{1 - K_{\text{city},1}}{3} \text{ for } j = 2 \dots 4$$

dabei ist:

$\Delta E_{\text{REESS,city,1}}$ die Veränderung der Energie aller REESS während des anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus DS₁ des verkürzten Verfahrens für die Prüfung Typ 1, in Wh.

4.4.2.1.3. Die phasenspezifische vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) PER_p für PEV ist auf der Grundlage der in Absatz 3.4.4.2 dieses Unteranhangs beschriebenen Prüfung Typ 1 anhand folgender Gleichungen zu berechnen:

$$PER_p = \frac{UBE_{\text{STP}}}{EC_{\text{DC,p}}}$$

dabei ist:

UBE_{STP} die nutzbare REESS-Energie gemäß Absatz 4.4.2.1.1 dieses Unteranhangs, in Wh;

$EC_{\text{DC,p}}$ der gewogene Stromverbrauch für jede einzelne Phase von DS₁ und DS₂ des verkürzten Verfahrens für die Prüfung Typ 1, in Wh/km;

Bei Phase p = Niedrigwertphase und Phase p = Mittelwertphase sind folgende Gleichungen zu verwenden:

$$EC_{\text{DC,p}} = \sum_{j=1}^4 EC_{\text{DC,p,j}} \times K_{p,j}$$

dabei ist:

$EC_{\text{DC,p,j}}$ der Stromverbrauch für Phase p, wobei die erste Phase p von DS₁ angegeben wird als j = 1, die zweite Phase p von DS₁ als j = 2, die erste Phase p von DS₂ als j = 3 und die zweite Phase p von DS₂ als j = 4 des verkürzten Verfahrens der Prüfung Typ 1 gemäß Absatz 4.3 dieses Unteranhangs, in Wh/km;

$K_{p,j}$ der Gewichtungsfaktor für Phase p, wobei die erste Phase p von DS₁ angegeben wird als j = 1, die zweite Phase p von DS₁ als j = 2, die erste Phase p von DS₂ als j = 3 und die zweite Phase p von DS₂ als j = 4 des verkürzten Verfahrens der Prüfung Typ 1;

und

$$K_{p,1} = \frac{\Delta E_{\text{REESS,p,1}}}{UBE_{\text{STP}}} \text{ and } K_{p,j} = \frac{1 - K_{p,1}}{3} \text{ for } j = 2 \dots 4$$

dabei ist:

$\Delta E_{\text{REESS,p,1}}$ die Veränderung der Energie aller REESS während der ersten Phase p von DS₁ des verkürzten Verfahrens für die Prüfung Typ 1, in Wh.

Bei Phase p = Hochwertphase und Phase p = Höchstwertphase sind folgende Gleichungen zu verwenden:

$$EC_{\text{DC,p}} = \sum_{j=1}^2 EC_{\text{DC,p,j}} \times K_{p,j}$$

dabei ist:

$EC_{DC,p,j}$ der Stromverbrauch für Phase p von DS_j des verkürzten Verfahrens der Prüfung Typ 1 gemäß Absatz 4.3 dieses Unteranhangs. in Wh/km;

$K_{p,j}$ der Gewichtungsfaktor für den anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus von DS_j des verkürzten Verfahrens für die Prüfung Typ 1,

und

$$K_{p,1} = \frac{\Delta E_{REESS,p,1}}{UBE_{STP}} \text{ and } K_{p,2} = 1 - K_{p,1}$$

dabei ist:

$\Delta E_{REESS,p,1}$ die Veränderung der elektrischen Energie aller REESS während der ersten Phase p von DS_1 des verkürzten Verfahrens für die Prüfung Typ 1, in Wh.

4.4.2.2. Bestimmung der vollelektrischen Reichweiten (E-Fahrzeug) bei Anwendung des Verfahrens für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen

4.4.2.2.1. Die vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) für den anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus PER_{WLTP} für PEV ist auf der Grundlage der in Absatz 3.4.4.1 dieses Unteranhangs beschriebenen Prüfung Typ 1 anhand folgender Gleichungen zu berechnen:

$$PER_{WLTC} = \frac{UBE_{CCP}}{EC_{DC,WLTC}}$$

dabei ist:

UBE_{CCP} die nutzbare REESS-Energie, bestimmt ab dem Beginn des Verfahrens für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen bis zum Erreichen des Kriteriums für den Abbruch gemäß Absatz 3.4.4.1.3 dieses Unteranhangs, in Wh;

$EC_{DC,WLTC}$ der Stromverbrauch des anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus, bestimmt anhand von vollständig gefahrenen anzuwendenden WLTP-Prüfzyklen des Verfahrens für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen, in Wh/km;

und

$$UBE_{CCP} = \sum_{j=1}^k \Delta E_{REESS,j}$$

dabei ist:

$\Delta E_{REESS,j}$ die Veränderung der elektrischen Energie aller REESS während Phase j des Verfahrens für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen, in Wh;

j die Kennziffer der betrachteten Phase;

k die Zahl der gefahrenen Phasen vom Beginn bis einschließlich der Phase, in der das Kriterium für den Abbruch erfüllt wird;

und

$$EC_{DC,WLTC} = \sum_{j=1}^{n_{WLTC}} EC_{DC,WLTC,j} \times K_{WLTC,j}$$

dabei ist:

$EC_{DC,WLTC,j}$ der Stromverbrauch des anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus j des Verfahrens für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen gemäß Absatz 4.3 dieses Unteranhangs, in Wh/km;

$K_{WLTC,j}$ der Gewichtungsfaktor für den anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus j des Verfahrens für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen;

j die Kennziffer des anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus;

n_{WLTC} die Gesamtzahl der vollständigen anzuwendenden gefahrenen WLTP-Prüfzyklen;

und

$$K_{WLTC,1} = \frac{\Delta E_{REESS,WLTC,1}}{UBE_{CCP}} \text{ and } K_{WLTC,j} = \frac{1 - K_{WLTC,1}}{n_{WLTC} - 1} \text{ for } j = 2 \dots n_{WLTC}$$

dabei ist:

$\Delta E_{REESS,WLTC,1}$ die Veränderung der elektrischen Energie aller REESS während des ersten anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus des Verfahrens für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen, in Wh.

4.4.2.2. Die vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) für den WLTP-Stadt-Prüfzyklus PER_{CITY} für PEV ist auf der Grundlage der in Absatz 3.4.4.1 dieses Unteranhangs beschriebenen Prüfung Typ 1 anhand folgender Gleichungen zu berechnen:

$$PER_{CITY} = \frac{UBE_{CCP}}{EC_{DC,CITY}}$$

dabei ist:

UBE_{CCP} die nutzbare REESS-Energie gemäß Absatz 4.4.2.1.1 dieses Unteranhangs, in Wh;

$EC_{DC,CITY}$ der Stromverbrauch des anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklus, bestimmt anhand von vollständig gefahrenen anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklen des Verfahrens für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen, in Wh/km;

und

$$EC_{DC,CITY} = \sum_{j=1}^{n_{CITY}} EC_{DC,CITY,j} \times K_{CITY,j}$$

dabei ist:

$EC_{DC,city,j}$ der Stromverbrauch des anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklus j des Verfahrens für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen gemäß Absatz 4.3 dieses Unteranhangs, in Wh/km;

$K_{city,j}$ der Gewichtungsfaktor für den anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklus j des Verfahrens für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen;

j die Kennziffer des betrachteten anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklus;

n_{city} die Gesamtzahl der vollständigen anzuwendenden gefahrenen WLTP-Stadt-Prüfzyklen;

und

$$K_{city,1} = \frac{\Delta E_{REESS,city,1}}{UBE_{CCP}} \text{ and } K_{city,j} = \frac{1 - K_{city,1}}{n_{city} - 1} \text{ for } j = 2 \dots n_{city}$$

dabei ist:

$\Delta E_{REESS,city,1}$ die Veränderung der elektrischen Energie aller REESS während des ersten anzuwendenden WLTP-Stadt-Prüfzyklus des Verfahrens für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen, in Wh.

4.4.2.2.3. Die phasenspezifische vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) PER_p für PEV ist aus der in Absatz 3.4.4.1 dieses Unteranhangs beschriebenen Prüfung Typ 1 anhand folgender Gleichungen zu berechnen:

$$PER_p = \frac{UBE_{CCP}}{EC_{DC,p}}$$

dabei ist:

UBE_{CCP} die nutzbare REESS-Energie gemäß Absatz 4.4.2.2.1 dieses Unteranhangs, in Wh;

$EC_{DC,p}$ der Stromverbrauch der betrachteten Phase p bestimmt anhand von vollständig gefahrenen Phasen p des Verfahrens für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen, in Wh/km;

und

$$EC_{DC,p} = \sum_{j=1}^{n_p} EC_{DC,p,j} \times K_{p,j}$$

dabei ist:

$EC_{DC,p,j}$ der j -te Stromverbrauch der betrachteten Phase p des Verfahrens für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen gemäß Absatz 4.3 dieses Unteranhangs, in Wh/km;

$K_{p,j}$ der j -te Gewichtungsfaktor der betrachteten Phase p des Verfahrens für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen;

j die Kennziffer der betrachteten Phase p ;

n_p die Gesamtzahl der vollständigen gefahrenen WLTC-Phasen p ;

und

$$K_{p,1} = \frac{\Delta E_{\text{REESS},p,1}}{UB_{\text{ECCP}}} \text{ and } K_{p,j} = \frac{1 - K_{p,1}}{n_p - 1} \text{ for } j = 2 \dots n_p$$

dabei ist:

$\Delta E_{\text{REESS},p,1}$ die Veränderung der elektrischen Energie aller REESS während der ersten gefahrenen Phase p des Verfahrens für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden Zyklen, in Wh.

4.4.3. Reichweite der Zyklen bei Entladung für OVC-HEV

Die Reichweite der Zyklen bei Entladung R_{CDC} ist anhand der Prüfung Typ 1 bei Entladung zu bestimmen, die in Absatz 3.2.4.3 dieses Unteranhangs als Teil der Prüffolge der Option 1 beschrieben und auf die in Absatz 3.2.6.1 dieses Unteranhangs als Teil der Prüffolge der Option 3 Bezug genommen wird. R_{CDC} ist die gefahrene Strecke ab dem Beginn der Prüfung Typ 1 bei Entladung bis zum Ende des Übergangszyklus gemäß Absatz 3.2.4.4 dieses Unteranhangs.

4.4.4. Gleichwertige vollelektrische Reichweite (Hybrid) für OVC-HEV

4.4.4.1. Bestimmung der zyklusspezifischen gleichwertigen vollelektrischen Reichweite (Hybrid)

Die zyklusspezifische gleichwertige vollelektrische Reichweite (Hybrid) wird anhand folgender Gleichung berechnet:

$$EAER = \left(\frac{M_{\text{CO}_2,\text{CS}} - M_{\text{CO}_2,\text{CD,avg}}}{M_{\text{CO}_2,\text{CS}}} \right) \times R_{\text{CDC}}$$

dabei ist:

$EAER$ die zyklusspezifische gleichwertige vollelektrische Reichweite (Hybrid), in km;

$M_{\text{CO}_2,\text{CS}}$ die CO_2 -Emissionsmasse bei Ladungserhaltung gemäß Tabelle A8/5, Schritt Nr. 7, in g/km;

$M_{\text{CO}_2,\text{CD,avg}}$ das arithmetische Mittel der CO_2 -Emissionsmasse bei Entladung gemäß der unten stehenden Gleichung, in g/km;

R_{CDC} die Reichweite des Zyklus bei Entladung gemäß Absatz 4.4.2 dieses Unteranhangs, in km.

und

$$M_{\text{CO}_2,\text{CD,avg}} = \frac{\sum_{j=1}^k (M_{\text{CO}_2,\text{CD},j} \times d_j)}{\sum_{j=1}^k d_j}$$

dabei ist:

- $M_{CO_2,CD,avg}$ das arithmetische Mittel der CO_2 -Emissionsmasse bei Entladung, in g/km;
- $M_{CO_2,CD,j}$ die CO_2 -Emissionsmasse gemäß Unteranhang 7 Absatz 3.2.1 der Phase j der Prüfung Typ 1 bei Entladung, in g/km;
- d_j die gefahrene Strecke in Phase j der Prüfung Typ 1 bei Entladung, in km;
- j die Kennziffer der betrachteten Phase;
- k die Zahl der bis zum Ende des Übergangszyklus n gefahrenen Phasen gemäß Absatz 3.2.4.4 dieses Unteranhangs.

4.4.4.2. Bestimmung der phasenspezifischen gleichwertigen vollelektrischen Reichweite (Hybrid)

Die phasenspezifische gleichwertige vollelektrische Reichweite (Hybrid) wird anhand folgender Gleichung berechnet:

$$EAER_p = \left(\frac{M_{CO_2,CS,p} - M_{CO_2,CD,avg,p}}{M_{CO_2,CS,p}} \right) \times \frac{\sum_{j=1}^k \Delta E_{REESS,j}}{EC_{DC,CD,p}}$$

dabei ist:

- $EAER_p$ die phasenspezifische gleichwertige vollelektrische Reichweite (Hybrid) für die betrachtete Phase p, in km;
- $M_{CO_2,CS,p}$ die phasenspezifische CO_2 -Emissionsmasse der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung für die betrachtete Phase p gemäß Tabelle A8/5, Schritt Nr. 7, in g/km;
- $\Delta E_{REESS,j}$ die Veränderungen der elektrischen Energie aller REESS während der betrachteten Phase j, in Wh;
- $EC_{DC,CD,p}$ der Stromverbrauch während der betrachteten Phase p anhand der Erschöpfung des REESS, in Wh/km;
- j die Kennziffer der betrachteten Phase;
- k die Zahl der bis zum Ende des Übergangszyklus n gefahrenen Phasen gemäß Absatz 3.2.4.4 dieses Unteranhangs;

und

$$M_{CO_2,CD,avg,p} = \frac{\sum_{c=1}^{n_c} (M_{CO_2,CD,p,c} \times d_{p,c})}{\sum_{c=1}^{n_c} d_{p,c}}$$

dabei ist:

- $M_{CO_2,CD,avg,p}$ das arithmetische Mittel der CO_2 -Emissionsmasse bei Entladung für die betrachtete Phase p, in g/km;

$M_{CO_2,CD,p,c}$ die CO_2 -Emissionsmasse gemäß Unteranhang 7 Absatz 3.2.1 der Phase p in Zyklus c der Prüfung Typ 1 bei Entladung, in g/km;

$d_{p,c}$ die gefahrene Strecke in der betrachteten Phase p in Zyklus c der Prüfung Typ 1 bei Entladung, in km;

c die Kennziffer des betrachteten anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus;

p die Kennziffer der Einzelphase im anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus;

n_c die Zahl der bis zum Ende des Übergangszyklus n gefahrenen anzuwendenden WLTP-Prüfzyklen gemäß Absatz 3.2.4.4 dieses Unteranhangs;

und

$$EC_{DC,CD,p} = \frac{\sum_{c=1}^{n_c} EC_{DC,CD,p,c} \times d_{p,c}}{\sum_{c=1}^{n_c} d_{p,c}}$$

dabei ist:

$EC_{DC,CD,p}$ der Stromverbrauch während der betrachteten Phase p anhand der Erschöpfung des REESS während der Prüfung Typ 1 bei Entladung, in Wh/km;

$EC_{DC,CD,p,c}$ der Stromverbrauch während der betrachteten Phase p in Zyklus c anhand der Erschöpfung des REESS während der Prüfung Typ 1 bei Entladung gemäß Absatz 4.3 dieses Unteranhangs, in Wh/km;

$d_{p,c}$ die gefahrene Strecke in der betrachteten Phase p in Zyklus c der Prüfung Typ 1 bei Entladung, in km;

c die Kennziffer des betrachteten anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus;

p die Kennziffer der Einzelphase im anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus;

n_c die Zahl der bis zum Ende des Übergangszyklus n gefahrenen anzuwendenden WLTP-Prüfzyklen gemäß Absatz 3.2.4.4 dieses Unteranhangs.

Betrachtet werden die Werte der Niedrig, Mittel-, Hoch- und Höchstwertphasen und des Stadtfahrzyklus.

4.4.5. Tatsächliche Reichweite bei Entladung für OVC-HEV

Die tatsächliche Reichweite bei Entladung wird anhand folgender Gleichung berechnet:

$$R_{CDA} = \sum_{c=1}^{n-1} d_c + \left(\frac{M_{CO_2,CS} - M_{CO_2,n,cycle}}{M_{CO_2,CS} - M_{CO_2,CD,avg,n-1}} \right) \times d_n$$

dabei ist:

R_{CDA} die tatsächliche Reichweite bei Entladung, in km;

$M_{CO_2,CS}$ die CO_2 -Emissionsmasse bei Ladungserhaltung gemäß Tabelle A8/5, Schritt Nr. 7, in g/km

$M_{CO_2,n,cycle}$ die CO_2 -Emissionsmasse des anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus n der Prüfung Typ 1 bei Entladung, in g/km;

$M_{CO_2,CD,avg,n-1}$ das arithmetische Mittel der CO_2 -Emissionsmasse der Prüfung Typ 1 bei Entladung vom Beginn bis einschließlich des anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus (n-1), in g/km;

d_c die im anzuwendenden Prüfzyklus c der Prüfung Typ 1 bei Entladung gefahrene Strecke, in km;

d_n die im anzuwendenden Prüfzyklus n der Prüfung Typ 1 bei Entladung gefahrene Strecke, in km;

c die Kennziffer des betrachteten anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus;

n die Zahl der einschließlich des Übergangszyklus gefahrenen anzuwendenden WLTP-Prüfzyklen gemäß Absatz 3.2.4.4 dieses Unteranhangs;

und

$$M_{CO_2,CD,avg,n-1} = \frac{\sum_{c=1}^{n-1} (M_{CO_2,CD,c} \times d_c)}{\sum_{c=1}^{n-1} d_c}$$

dabei ist:

$M_{CO_2,CD,avg,n-1}$ das arithmetische Mittel der CO_2 -Emissionsmasse der Prüfung Typ 1 bei Entladung vom Beginn bis einschließlich des anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus (n-1), in g/km;

$M_{CO_2,CD,c}$ die CO_2 -Emissionsmasse gemäß Unteranhang 7 Absatz 3.2.1 des anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus c der Prüfung Typ 1 bei Entladung, in g/km;

d_c die im anzuwendenden Prüfzyklus c der Prüfung Typ 1 bei Entladung gefahrene Strecke, in km;

c die Kennziffer des betrachteten anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus;

n die Zahl der einschließlich des Übergangszyklus gefahrenen anzuwendenden WLTP-Prüfzyklen gemäß Absatz 3.2.4.4 dieses Unteranhangs.

4.5. Interpolation der Werte von Einzelfahrzeugen

4.5.1. Interpolationsbereich für NOVC-HEV und OVC-HEV

Die Interpolationsmethode darf nur angewandt werden, wenn die Differenz der CO_2 -Emissionsmasse bei Ladungserhaltung, $M_{CO_2,CS}$, der Prüffahrzeuge L und H gemäß Tabelle A8/5, Schritt Nr. 8 zwischen mindestens 5 g/km und höchstens 20 g/km liegt oder 20 Prozent der CO_2 -Emissionsmasse bei

Ladungserhaltung, $M_{\text{CO}_2, \text{CS}}$, gemäß Tabelle A8/5, Schritt Nr. 8, für Fahrzeug H ausmacht, je nachdem, welcher Wert niedriger ist.

Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde kann die Interpolation der Werte von Einzelfahrzeugen innerhalb einer Familie erweitert werden, wenn die Extrapolation höchstens 3 g/km über der CO_2 -Emissionsmasse bei Ladungserhaltung von Fahrzeug H und/oder nicht mehr als 3 g/km unter der CO_2 -Emissionsmasse bei Ladungserhaltung von Fahrzeug L liegt. Diese Erweiterung gilt nur innerhalb der unveränderlichen Grenzen des in diesem Absatz festgelegten Interpolationsbereichs.

Die maximale unveränderliche Grenze von einer Differenz von 20 g/km CO_2 -Emissionsmasse bei Ladungserhaltung zwischen Fahrzeug L und Fahrzeug H oder 20 % der CO_2 -Emissionsmasse bei Ladungserhaltung für Fahrzeug H, je nachdem, welcher Wert kleiner ist, kann um 10 g/km erweitert werden, wenn ein Fahrzeug M geprüft wird. Fahrzeug M ist ein Fahrzeug innerhalb der Interpolationsfamilie mit einem Zyklusenergiebedarf von ± 10 % des arithmetischen Mittels der Fahrzeuge L und H.

Die Linearität der CO_2 -Emissionsmasse bei Ladungserhaltung für Fahrzeug M ist anhand der linearen Interpolation der CO_2 -Emissionsmasse bei Ladungserhaltung zwischen Fahrzeug L und H zu prüfen.

Das Linearitätskriterium für Fahrzeug M gilt als erfüllt, wenn die Differenz zwischen der CO_2 -Emissionsmasse bei Ladungserhaltung des Fahrzeugs M, abgeleitet aus der Messung, und der interpolierten CO_2 -Emissionsmasse bei Ladungserhaltung zwischen Fahrzeug L und H, unter 1 g/km liegt. Wenn diese Differenz größer ist, so gilt das Linearitätskriterium als erfüllt, wenn diese Differenz 3 g/km oder 3 % der interpolierten CO_2 -Emissionsmasse bei Ladungserhaltung für Fahrzeug M beträgt, je nachdem, welcher Wert kleiner ist.

Wenn das Linearitätskriterium erfüllt ist, ist die Interpolation zwischen Fahrzeug L und H auf alle Einzelfahrzeuge innerhalb der Interpolationsfamilie anzuwenden.

Wenn das Linearitätskriterium nicht erfüllt ist, so ist die Interpolationsfamilie in zwei Unterfamilien zu teilen, und zwar in Fahrzeuge mit einem Zyklusenergiebedarf, der zwischen dem der Fahrzeuge L und M liegt, und in Fahrzeuge mit einem Zyklusenergiebedarf, der zwischen dem der Fahrzeuge M und H liegt.

Für Fahrzeuge mit einem Zyklusenergiebedarf, der zwischen dem der Fahrzeuge L und M liegt, ist jeder Parameter von Fahrzeug H, der für die Interpolation von einzelnen OVC-HEV- und NOVC-HEV-Werten erforderlich ist, durch den entsprechenden Parameter des Fahrzeugs M zu ersetzen.

Für Fahrzeuge mit einem Zyklusenergiebedarf, der zwischen dem der Fahrzeuge M und H liegt, ist jeder Parameter des Fahrzeugs L, der für die Interpolation von einzelnen Zykluswerten erforderlich ist, durch den entsprechenden Parameter des Fahrzeugs M zu ersetzen.

4.5.2. Berechnung des Energiebedarfs pro Zeitraum

Der für Einzelfahrzeuge in der Interpolationsfamilie anzuwendende Energiebedarf $E_{k,p}$ und die gefahrene Strecke $d_{c,p}$ pro Zeitraum p sind entsprechend dem Verfahren in Unteranhang 7 Absatz 5 zu berechnen für die Kombinationen k der Fahrwiderstandskoeffizienten und Massen gemäß Unteranhang 7 Absatz 3.2.3.2.3.

4.5.3. Berechnung des Interpolationskoeffizienten für Einzelfahrzeuge $K_{\text{ind},p}$

Der Interpolationskoeffizient $K_{\text{ind},p}$ pro Zeitraum ist für jeden betrachteten Zeitraum p anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$K_{\text{ind},p} = \frac{E_{3,p} - E_{1,p}}{E_{2,p} - E_{1,p}}$$

Dabei ist:

$K_{\text{ind},p}$ der Interpolationskoeffizient des untersuchten Einzelfahrzeugs in Phase p

$E_{1,p}$ der Energiebedarf für die betrachtete Phase für Fahrzeug L nach Unteranhang 7 Absatz 5, Ws

$E_{2,p}$ der Energiebedarf für die betrachtete Phase für Fahrzeug H nach Unteranhang 7 Absatz 5, Ws

$E_{3,p}$ der Energiebedarf für die betrachtete Phase für das Einzelfahrzeug nach Unteranhang 7 Absatz 5, Ws

p der Index der Einzelphase im anzuwendenden Prüfzyklus

Ist die betrachtete Phase p der anzuwendende WLTP-Prüfzyklus, so wird $K_{\text{ind},p}$ als K_{ind} bezeichnet.

4.5.4. Interpolation der CO_2 -Emissionsmasse für Einzelfahrzeuge

4.5.4.1. Individuelle CO_2 -Emissionsmasse sowohl für extern als auch nicht extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge bei Ladungserhaltung

Die CO_2 -Emissionsmasse bei Ladungserhaltung für ein Einzelfahrzeug ist mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$M_{\text{CO}_2\text{-ind,CS,p}} = M_{\text{CO}_2\text{-L,CS,p}} + K_{\text{ind},p} \times (M_{\text{CO}_2\text{-H,CS,p}} - M_{\text{CO}_2\text{-L,CS,p}})$$

Dabei ist:

$M_{\text{CO}_2\text{-ind,CS,p}}$ die CO_2 -Emissionsmasse bei Ladungserhaltung für ein Einzelfahrzeug in der betrachteten Phase p nach Tabelle A8/5, Schritt Nr. 9, g/km

$M_{\text{CO}_2\text{-L,CS,p}}$ die CO_2 -Emissionsmasse bei Ladungserhaltung für das Fahrzeug L in der betrachteten Phase p nach Tabelle A8/5, Schritt Nr. 8, g/km

$M_{\text{CO}_2\text{-H,CS,p}}$ die CO_2 -Emissionsmasse bei Ladungserhaltung für das Fahrzeug H in der betrachteten Phase p nach Tabelle A8/5, Schritt Nr. 8, g/km

$K_{\text{ind},p}$ der Interpolationskoeffizient des untersuchten Einzelfahrzeugs in Phase p

p der Index der Einzelphase im anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus

Die betrachteten Phasen sind diejenigen mit niedriger, mittlerer, hoher, sehr hoher Geschwindigkeit und der anzuwendende WLTP-Prüfzyklus.

4.5.4.2. Individuelle nutzfaktorgewichtete CO₂-Emissionsmasse für extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge bei Entladung

Die nutzfaktorgewichtete CO₂-Emissionsmasse bei Entladung für ein Einzelfahrzeug ist mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$M_{\text{CO}_2\text{-ind,CD}} = M_{\text{CO}_2\text{-L,CD}} + K_{\text{ind}} \times (M_{\text{CO}_2\text{-H,CD}} - M_{\text{CO}_2\text{-L,CD}})$$

Dabei ist:

$M_{\text{CO}_2\text{-ind,CD}}$	die nutzfaktorgewichtete CO ₂ -Emissionsmasse bei Entladung für ein Einzelfahrzeug, g/km
$M_{\text{CO}_2\text{-L,CD}}$	die nutzfaktorgewichtete CO ₂ -Emissionsmasse bei Entladung für Fahrzeug L, g/km
$M_{\text{CO}_2\text{-H,CD}}$	die nutzfaktorgewichtete CO ₂ -Emissionsmasse bei Entladung für Fahrzeug H, g/km
K_{ind}	der Interpolationskoeffizient des untersuchten Einzelfahrzeugs im anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus

4.5.4.3. Individuelle nutzfaktorgewichtete CO₂-Emissionsmasse für extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge

Die nutzfaktorgewichtete CO₂-Emissionsmasse für ein Einzelfahrzeug ist mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$M_{\text{CO}_2\text{-ind,weighted}} = M_{\text{CO}_2\text{-L,weighted}} + K_{\text{ind}} \times (M_{\text{CO}_2\text{-H,weighted}} - M_{\text{CO}_2\text{-L,weighted}})$$

Dabei ist:

$M_{\text{CO}_2\text{-ind,weighted}}$	die nutzfaktorgewichtete CO ₂ -Emissionsmasse für ein Einzelfahrzeug, g/km
$M_{\text{CO}_2\text{-L,weighted}}$	die nutzfaktorgewichtete CO ₂ -Emissionsmasse für Fahrzeug L, g/km
$M_{\text{CO}_2\text{-H,weighted}}$	die nutzfaktorgewichtete CO ₂ -Emissionsmasse für Fahrzeug H, g/km
K_{ind}	der Interpolationskoeffizient des untersuchten Einzelfahrzeugs im anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus

4.5.5. Interpolation des Kraftstoffverbrauchs für Einzelfahrzeuge

4.5.5.1. Individueller Kraftstoffverbrauch sowohl für extern als auch nicht extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge

Der Kraftstoffverbrauch bei Ladungserhaltung für ein Einzelfahrzeug ist mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$FC_{ind,CS,p} = FC_{L,CS,p} + K_{ind,p} \times (FC_{H,CS,p} - FC_{L,CS,p})$$

Dabei ist:

$FC_{ind,CS,p}$ der Kraftstoffverbrauch bei Ladungserhaltung für ein Einzelfahrzeug in der betrachteten Phase p nach Tabelle A8/6, Schritt Nr. 3, l/100 km

$FC_{L,CS,p}$ der Kraftstoffverbrauch bei Ladungserhaltung für Fahrzeug L in der betrachteten Phase p nach Tabelle A8/6, Schritt Nr. 2, l/100 km

$FC_{H,CS,p}$ der Kraftstoffverbrauch bei Ladungserhaltung für Fahrzeug H in der betrachteten Phase p nach Tabelle A8/6, Schritt Nr. 2, l/100 km

$K_{ind,p}$ der Interpolationskoeffizient des untersuchten Einzelfahrzeugs in Phase p

p der Index der Einzelphase im anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus

Die betrachteten Phasen sind diejenigen mit niedriger, mittlerer, hoher, sehr hoher Geschwindigkeit und der anzuwendende WLTP-Prüfzyklus.

4.5.5.2. Individueller nutzfaktorgewichteter Kraftstoffverbrauch für extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge bei Entladung

Der nutzfaktorgewichtete Kraftstoffverbrauch bei Entladung für ein Einzelfahrzeug ist mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$FC_{ind,CD} = FC_{L,CD} + K_{ind} \times (FC_{H,CD} - FC_{L,CD})$$

Dabei ist:

$FC_{ind,CD}$ der nutzfaktorgewichtete Kraftstoffverbrauch bei Entladung für ein Einzelfahrzeug, l/100 km

$FC_{L,CD}$ der nutzfaktorgewichtete Kraftstoffverbrauch bei Entladung für Fahrzeug L, l/100 km

$FC_{H,CD}$ der nutzfaktorgewichtete Kraftstoffverbrauch bei Entladung für Fahrzeug H, l/100 km

K_{ind} der Interpolationskoeffizient des untersuchten Einzelfahrzeugs im anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus

4.5.5.3. Individueller nutzfaktorgewichteter Kraftstoffverbrauch für extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge

Der nutzfaktorgewichtete Kraftstoffverbrauch für ein Einzelfahrzeug ist mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$FC_{ind,weighted} = FC_{L,weighted} + K_{ind} \times (FC_{H,weighted} - FC_{L,weighted})$$

Dabei ist:

$FC_{ind,weighted}$	der nutzfaktorgewichtete Kraftstoffverbrauch für ein Einzelfahrzeug, l/100 km
$FC_{L,weighted}$	der nutzfaktorgewichtete Kraftstoffverbrauch für Fahrzeug L, l/100 km
$FC_{H,weighted}$	der nutzfaktorgewichtete Kraftstoffverbrauch für Fahrzeug H, l/100 km
K_{ind}	der Interpolationskoeffizient des untersuchten Einzelfahrzeugs im anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus

4.5.6 Interpolation des Stromverbrauchs für Einzelfahrzeuge

4.5.6.1 Individueller nutzfaktorgewichteter Stromverbrauch bei Entladung auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie für extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge (OVC-HEV)

Der nutzfaktorgewichtete Stromverbrauch bei Entladung auf der Grundlage der wiederaufgeladenen Energie für ein Einzelfahrzeug ist mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$EC_{AC-ind,CD} = EC_{AC-L,CD} + K_{ind} \times (EC_{AC-H,CD} - EC_{AC-L,CD})$$

Dabei ist:

$EC_{AC-ind,CD}$	der nutzfaktorgewichtete Stromverbrauch bei Entladung auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie für ein Einzelfahrzeug, Wh/km
$EC_{AC-L,CD}$	der nutzfaktorgewichtete Stromverbrauch bei Entladung auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie für Fahrzeug L, Wh/km
$EC_{AC-H,CD}$	der nutzfaktorgewichtete Stromverbrauch bei Entladung auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie für Fahrzeug H, Wh/km
K_{ind}	der Interpolationskoeffizient des untersuchten Einzelfahrzeugs im anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus

4.5.6.2 Individueller nutzfaktorgewichteter Stromverbrauch auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie für extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge

Der nutzfaktorgewichtete Stromverbrauch auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie für ein Einzelfahrzeug ist mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$EC_{AC-ind,weighted} = EC_{AC-L,weighted} + K_{ind} \times (EC_{AC-H,weighted} - EC_{AC-L,weighted})$$

Dabei ist:

$EC_{AC-ind,weighted}$	der nutzfaktorgewichtete Stromverbrauch auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie für ein Einzelfahrzeug, Wh/km
$EC_{AC-L,weighted}$	der nutzfaktorgewichtete Stromverbrauch auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie für Fahrzeug L, Wh/km

$EC_{AC-H,weighted}$	der nutzfaktorgewichtete Stromverbrauch auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wiederaufgeladenen Energie für Fahrzeug H, Wh/km
K_{ind}	der Interpolationskoeffizient des untersuchten Einzelfahrzeugs im anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus

4.5.6.3. Individueller Stromverbrauch für extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge und Elektrofahrzeuge

Der Stromverbrauch für ein Einzelfahrzeug für extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge nach Absatz 4.3.3 dieses Unteranhangs und für Elektrofahrzeuge nach Absatz 4.3.4 dieses Unteranhangs ist mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$EC_{ind,p} = EC_{L,p} + K_{ind,p} \times (EC_{H,p} - EC_{L,p})$$

Dabei ist:

$EC_{ind,p}$ der Stromverbrauch für ein Einzelfahrzeug in der betrachteten Phase p, Wh/km

$EC_{L,p}$ der Stromverbrauch für Fahrzeug L in der betrachteten Phase p, Wh/km

$EC_{H,p}$ der Stromverbrauch für Fahrzeug H in der betrachteten Phase p, Wh/km

$K_{ind,p}$ der Interpolationskoeffizient des untersuchten Einzelfahrzeugs in Phase p

p der Index der Einzelphase im anzuwendenden Prüfzyklus

Die betrachteten Phasen sind diejenigen mit niedriger, mittlerer, hoher, sehr hoher Geschwindigkeit, der anzuwendende WLTP-Stadt-Prüfzyklus und der anzuwendende WLTP-Prüfzyklus.

4.5.7 Interpolation der elektrischen Reichweite für Einzelfahrzeuge

4.5.7.1. Individuelle vollelektrische Reichweite für extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge

Ist das folgende Kriterium:

$$\left| \frac{AER_L}{R_{CDA,L}} - \frac{AER_H}{R_{CDA,H}} \right| \leq 0,1$$

wobei:

AER_L die vollelektrische Reichweite (Hybrid) des Fahrzeugs L im anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus, km

AER_H die vollelektrische Reichweite (Hybrid) des Fahrzeugs H im anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus, km

$R_{CDA,L}$ die tatsächliche Reichweite bei Entladung für Fahrzeug L, km

$R_{CDA,H}$ die tatsächliche Reichweite bei Entladung für Fahrzeug H, km

erfüllt, ist die vollelektrische Reichweite (Hybrid) für ein Einzelfahrzeug mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$AER_{ind,p} = AER_{L,p} + K_{ind,p} \times (AER_{H,p} - AER_{L,p})$$

Dabei ist:

$AER_{ind,p}$ die vollelektrische Reichweite (Hybrid) für ein Einzelfahrzeug in der betrachteten Phase p, km

$AER_{L,p}$ die vollelektrische Reichweite (Hybrid) für Fahrzeug L in der betrachteten Phase p, km

$AER_{H,p}$ die vollelektrische Reichweite (Hybrid) für Fahrzeug H in der betrachteten Phase p, km

$K_{ind,p}$ der Interpolationskoeffizient des untersuchten Einzelfahrzeugs in Phase p

p der Index der Einzelphase im anzuwendenden Prüfzyklus

Die betrachteten Phasen sind der anzuwendende WLTP-Stadt-Prüfzyklus und der anzuwendende WLTP-Prüfzyklus.

Ist das in diesem Absatz definierte Kriterium nicht erfüllt, ist die für Fahrzeug H bestimmte vollelektrische Reichweite (Hybrid) auf alle Fahrzeuge der Interpolationsfamilie anzuwenden.

4.5.7.2. Individuelle vollelektrische Reichweite für Elektrofahrzeuge

Die vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) für ein Einzelfahrzeug ist mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$PER_{ind,p} = PER_{L,p} + K_{ind,p} \times (PER_{H,p} - PER_{L,p})$$

Dabei ist:

$PER_{ind,p}$ die vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) für ein Einzelfahrzeug in der betrachteten Phase p, km

$PER_{L,p}$ die vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) für Fahrzeug L in der betrachteten Phase p, km

$PER_{H,p}$ die vollelektrische Reichweite (E-Fahrzeug) für Fahrzeug H in der betrachteten Phase p, km

$K_{ind,p}$ der Interpolationskoeffizient des untersuchten Einzelfahrzeugs in Phase p

p der Index der Einzelphase im anzuwendenden Prüfzyklus

Die betrachteten Phasen sind diejenigen mit niedriger, mittlerer, hoher, sehr hoher Geschwindigkeit, der anzuwendende WLTP-Stadt-Prüfzyklus und der anzuwendende WLTP-Prüfzyklus.

4.5.7.3. Individuelle gleichwertige vollelektrische Reichweite für extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge

Die gleichwertige vollelektrische Reichweite (Hybrid) für ein Einzelfahrzeug ist mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$EAER_{ind,p} = EAER_{L,p} + K_{ind,p} \times (EAER_{H,p} - EAER_{L,p})$$

Dabei ist:

$EAER_{ind,p}$ die gleichwertige vollelektrische Reichweite (Hybrid) für ein Einzelfahrzeug in der betrachteten Phase p, km

$EAER_{L,p}$ die gleichwertige vollelektrische Reichweite (Hybrid) für Fahrzeug L in der betrachteten Phase p, km

$EAER_{H,p}$ die gleichwertige vollelektrische Reichweite (Hybrid) für Fahrzeug H in der betrachteten Phase p, km

$K_{ind,p}$ der Interpolationskoeffizient des untersuchten Einzelfahrzeugs in Phase p

p der Index der Einzelphase im anzuwendenden Prüfzyklus

Die betrachteten Phasen sind diejenigen mit niedriger, mittlerer, hoher, sehr hoher Geschwindigkeit, der anzuwendende WLTP-Stadt-Prüfzyklus und der anzuwendende WLTP-Prüfzyklus.

Unterhang 8 – Anlage 1

Ladezustandskurve des REESS

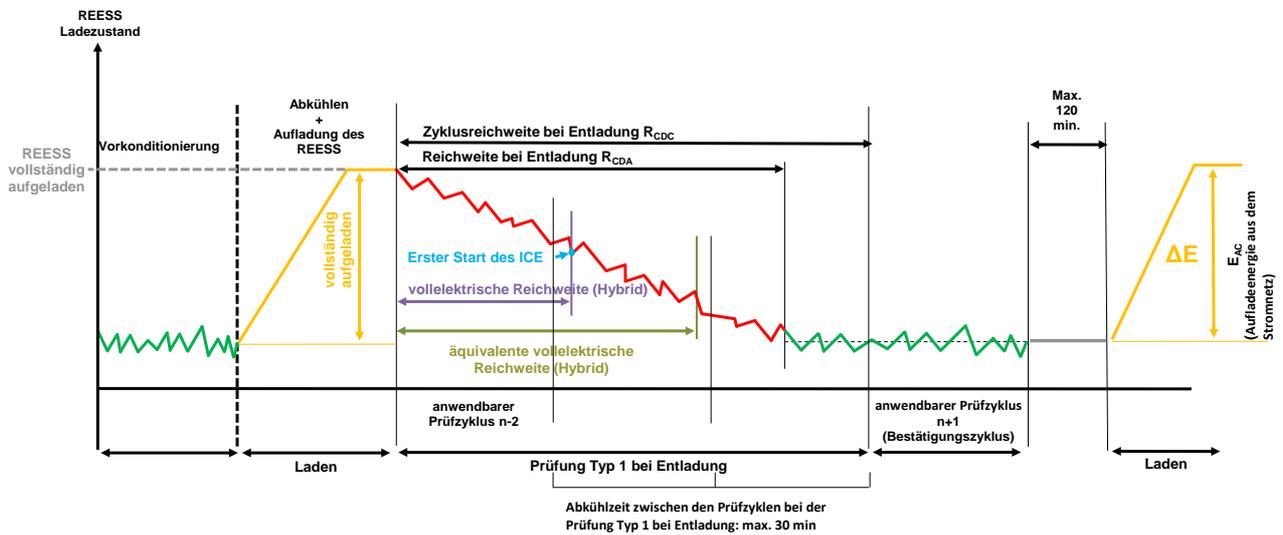
1. Prüffolgen und REESS-Kurven: Extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge, Prüfung bei Entladung und bei Ladungserhaltung

1.1. Prüffolge für extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge gemäß Option 1

Prüfung Typ 1 bei Entladung ohne anschließende Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung (Abbildung A8, Anl. 1/1).

Abbildung A8, Anl. 1/1

Extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge, Prüfung Typ 1 bei Entladung

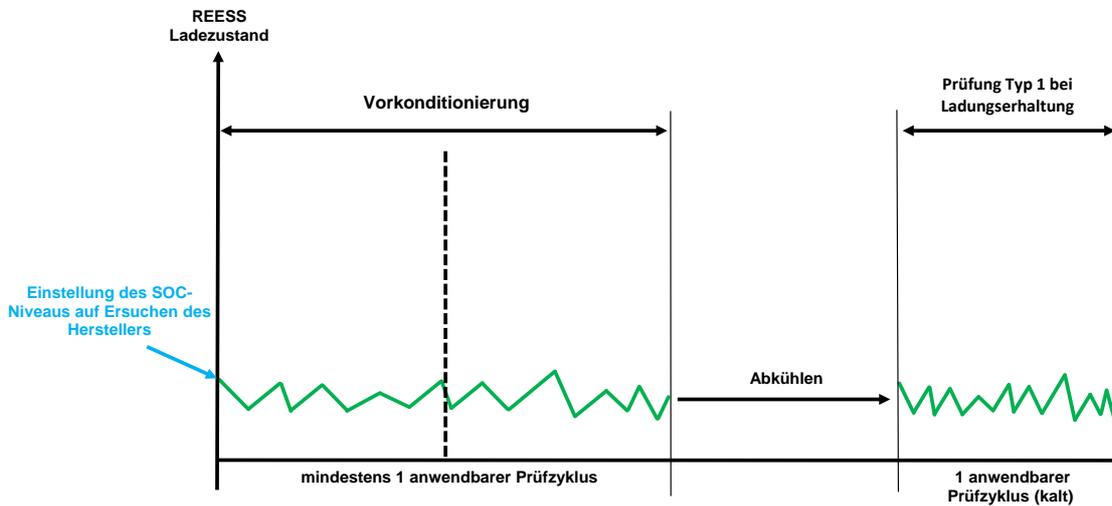


1.2. Prüffolge für extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge gemäß Option 2:

Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung ohne anschließende Prüfung Typ 1 bei Entladung (Abbildung A8, Anl. 1/2)

Abbildung A8, Anl. 1/2

Extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge, Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung

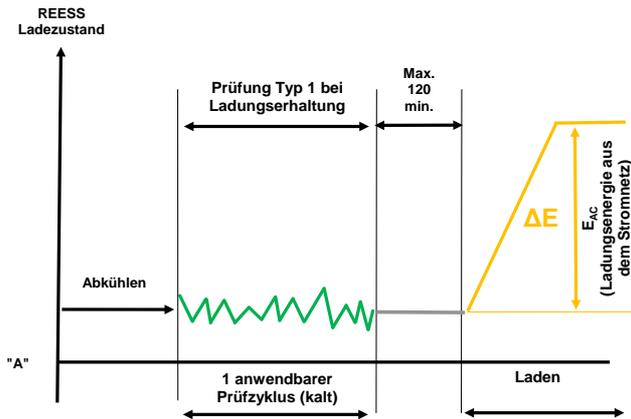
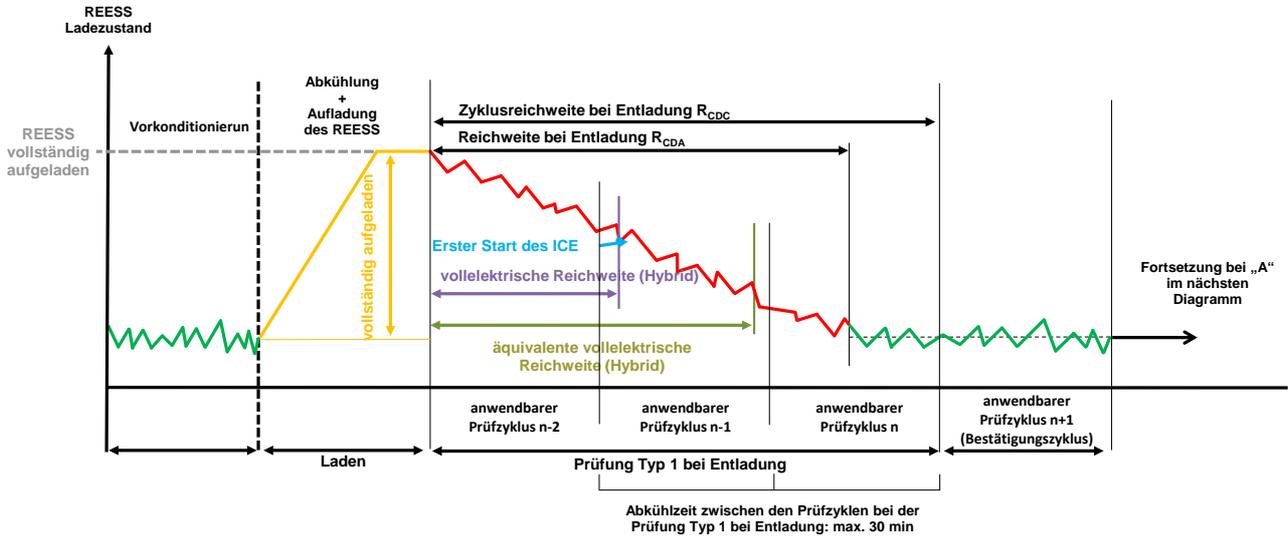


1.3. Prüffolge für extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge gemäß Option 3

Prüfung Typ 1 bei Entladung mit anschließender Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung (Abbildung A8, Anl. 1/3)

Abbildung A8, Anl. 1/3

Extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge, Prüfung Typ 1 bei Entladung mit anschließender Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung

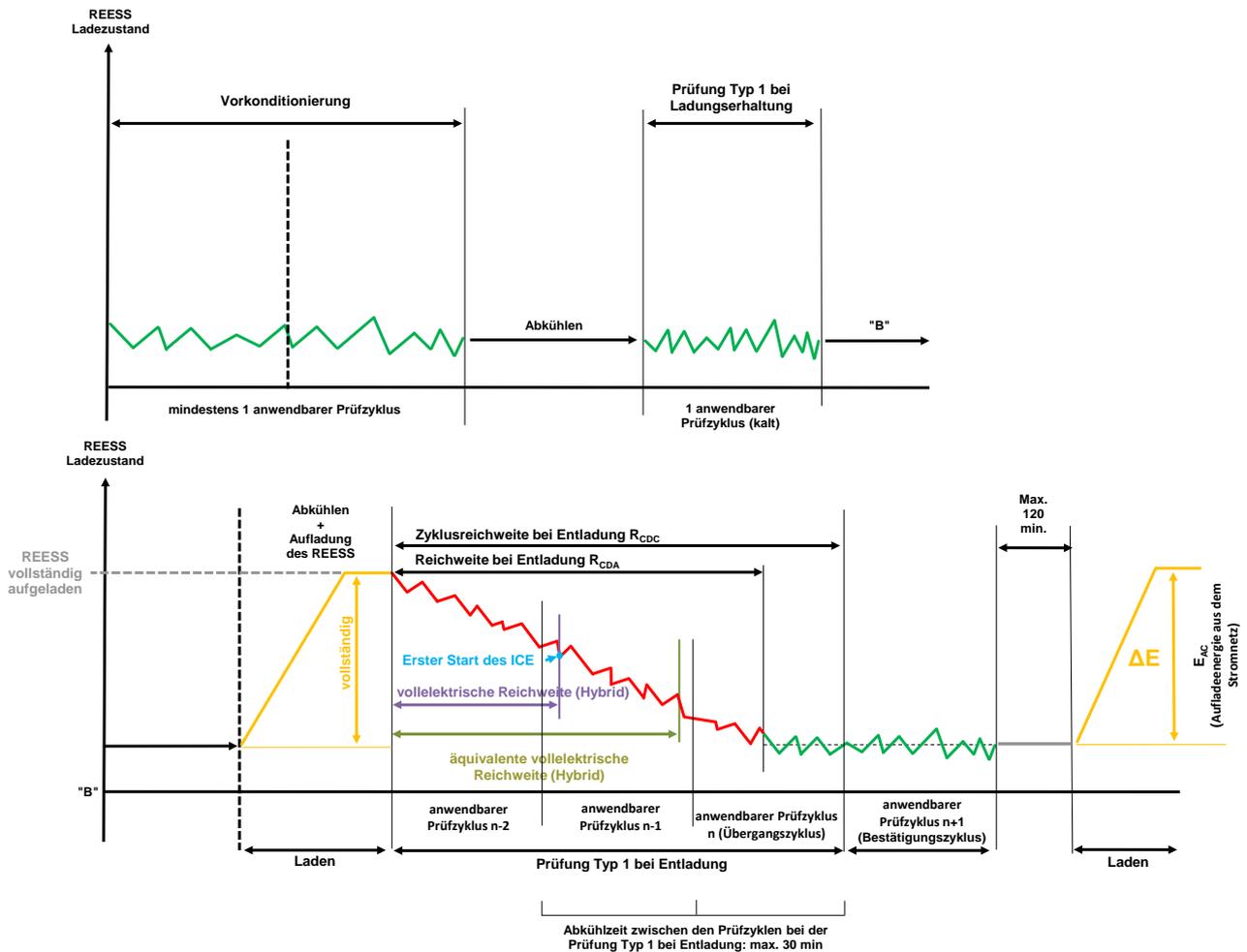


1.4. Prüffolge für extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge gemäß Option 4

Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung mit anschließender Prüfung Typ 1 bei Entladung

Abbildung A8, Anl. 1/4

Extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge, Prüfung Typ 1 bei Entladung mit anschließender Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung

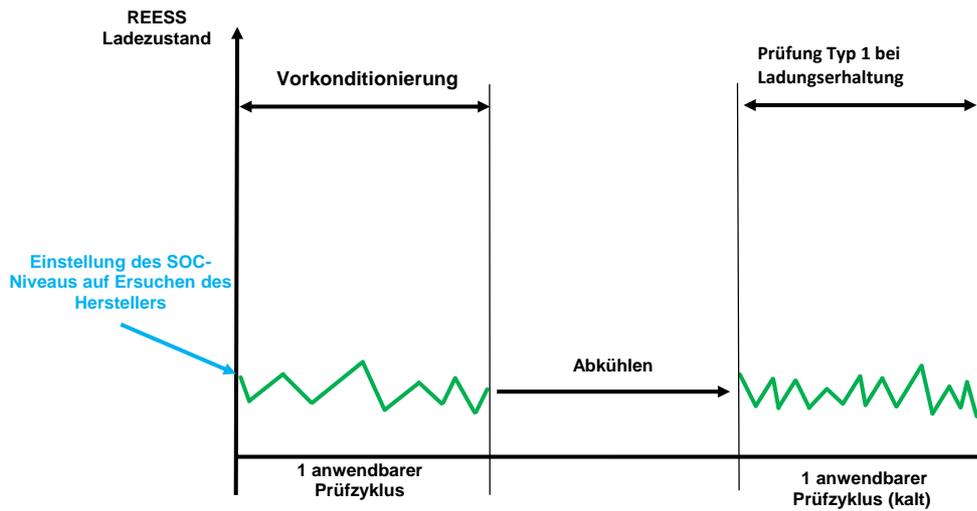


2. Prüffolge für nicht extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge und nicht extern aufladbare Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeuge

Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung

Abbildung A8, Anl. 1/5

Nicht extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge und nicht extern aufladbare Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeuge, Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung

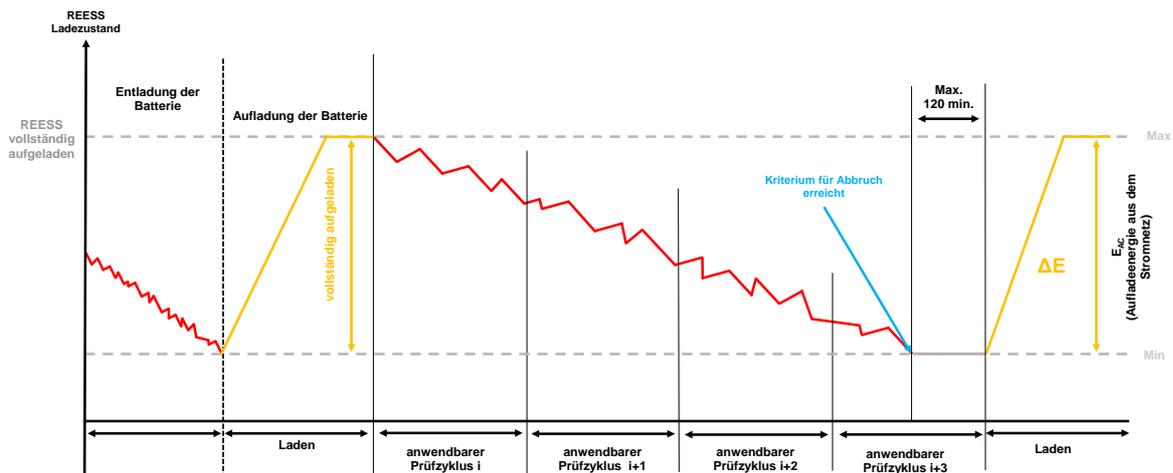


3. Prüffolgen für Elektrofahrzeuge

3.1. Verfahren mit aufeinanderfolgenden Zyklen

Abbildung A8, Anl. 1/6

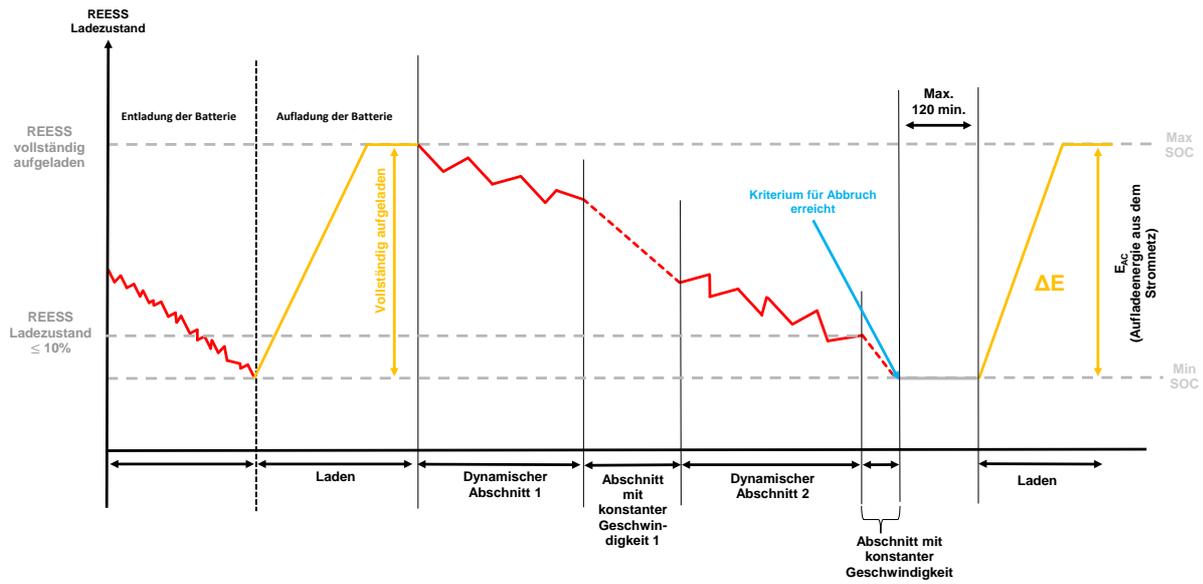
Prüffolge für aufeinanderfolgende Zyklen bei Elektrofahrzeugen



3.2. Verkürztes Prüfverfahren

Abbildung A8, Anl. 1/7

Verkürztes Prüfverfahren, Prüffolge für Elektrofahrzeuge



Unteranhang 8 – Anlage 2

Korrekturverfahren auf der Grundlage der Veränderung der elektrischen Energie der REESS

In dieser Anlage wird das Verfahren zur Korrektur der CO₂-Emissionsmasse bei der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung für extern und nicht extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge und des Kraftstoffverbrauchs für nicht extern aufladbare Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeuge als Funktion der Veränderung der elektrischen Energie aller REESS beschrieben.

1. Allgemeine Anforderungen

1.1. Anwendbarkeit dieser Anlage

1.1.1. Der phasenspezifische Kraftstoffverbrauch für nicht extern aufladbare Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeuge sowie die CO₂-Emissionsmasse für extern und nicht extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge sind zu korrigieren.

1.1.2. Wird eine Korrektur des Kraftstoffverbrauchs für nicht extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge oder eine Korrektur der CO₂-Emissionsmasse für extern und nicht extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge vorgenommen, die gemäß Absatz 1.1.3 oder Absatz 1.1.4 dieses Anhangs gemessen wurden, ist Absatz 4.3 dieses Unteranhangs zur Berechnung der Veränderung der elektrischen Energie des REESS bei Ladungserhaltung $\Delta E_{\text{REESS,CS}}$ aus der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung zu verwenden. Die in Absatz 4.3 dieses Unteranhangs betrachtete Phase j wird durch die Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung bestimmt.

1.1.3. Die Korrektur ist vorzunehmen wenn $\Delta E_{\text{REESS,CS}}$ negativ ist (was einer Entladung des REESS entspricht) und das in Absatz 1.2 berechnete Korrekturkriterium c größer als die nach Tabelle A8, Anl. 2/1 anzuwendende Toleranz ist.

1.1.4. Auf die Korrektur kann verzichtet und es können unkorrigierte Werte verwendet werden, wenn:

- $\Delta E_{\text{REESS,CS}}$ positiv ist (was der Ladung des REESS entspricht) und das in Absatz 1.2 berechnete Korrekturkriterium c größer als die nach Tabelle A8, Anl. 2/1 anzuwendende Toleranz ist
- das in Absatz 1.2 berechnete Korrekturkriterium c kleiner als die nach Tabelle A8, Anl. 2/1 anzuwendende Toleranz ist
- der Hersteller der Genehmigungsbehörde durch Messungen nachweisen kann, dass kein Zusammenhang zwischen $\Delta E_{\text{REESS,CS}}$ und der CO₂-Emissionsmasse bei Ladungserhaltung bzw. zwischen $\Delta E_{\text{REESS,CS}}$ und dem Kraftstoffverbrauch besteht

1.2. Das Korrekturkriterium c ist das Verhältnis des absoluten Werts der Veränderung der elektrischen Energie des REESS $\Delta E_{\text{REESS,CS}}$ zur Kraftstoffenergie und ist wie folgt zu berechnen:

$$c = \frac{|\Delta E_{\text{REESS,CS}}|}{E_{\text{fuel,CS}}}$$

Dabei ist:

$\Delta E_{\text{REESS,CS}}$ die Veränderung der elektrischen Energie des REESS bei Ladungserhaltung gemäß Absatz 1.1.2 dieser Anlage, Wh

$E_{\text{fuel,CS}}$ der Energiegehalt des verbrauchten Kraftstoffs bei Ladungserhaltung gemäß Absatz 1.2.1 für extern und nicht extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge und gemäß Absatz 1.2.2 für nicht extern aufladbare Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeuge.

1.2.1. Kraftstoffenergie bei Ladungserhaltung für extern und nicht extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge

Der Energiegehalt des verbrauchten Kraftstoffs bei Ladungserhaltung für extern und nicht extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge ist mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$E_{\text{fuel,CS}} = 10 \times HV \times FC_{\text{CS,nb}} \times d_{\text{CS}}$$

Dabei ist:

$E_{\text{fuel,CS}}$ der Energiegehalt des verbrauchten Kraftstoffs bei Ladungserhaltung im anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung, Wh

HV der Heizwert gemäß Tabelle A6, Anl. 2/1, kWh/l

$FC_{\text{CS,nb}}$ der nicht ausgeglichene, nicht um die Energiebilanz korrigierte Kraftstoffverbrauch bei Ladungserhaltung bei der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung, bestimmt nach Unteranhang 7 Absatz 6 unter Verwendung der Werte für die Emissionen gasförmiger Verbindungen nach Tabelle A8/5, Schritt Nr. 2, l/100 km

d_{CS} die im entsprechenden anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus gefahrene Strecke, km

10 der Faktor zur Umrechnung in Wh

1.2.2. Kraftstoffenergie bei Ladungserhaltung für nicht extern aufladbare Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeuge

Der Energiegehalt des verbrauchten Kraftstoffs bei Ladungserhaltung für nicht extern aufladbare Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeuge ist mit folgender Gleichung zu berechnen:

$$E_{\text{fuel,CS}} = \frac{n}{0,36} \times 121 \times FC_{\text{CS,nb}} \times d_{\text{CS}}$$

$E_{\text{fuel,CS}}$ ist der Energiegehalt des verbrauchten Kraftstoffs bei Ladungserhaltung im anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung, Wh

121 ist der untere Heizwert von Wasserstoff, MJ/kg

$FC_{\text{CS,nb}}$ ist der nicht ausgeglichene, nicht um die Energiebilanz korrigierte Kraftstoffverbrauch bei Ladungserhaltung bei der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung, bestimmt nach Tabelle A8/7, Schritt Nr. 1, kg/100 km

d_{CS} ist die im entsprechenden anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus gefahrene Strecke, km

$\frac{1}{0,36}$ der Faktor zur Umrechnung in Wh

Tabelle A8, Anl. 2/1

Korrekturkriterien

Anwendbarer Prüfzyklus Typ 1:	niedrig + mittel	niedrig + mittel + hoch	niedrig + mittel + hoch + sehr hoch
Verhältnis der Korrekturkriterien c	0,015	0,01	0,005

2. Berechnung der Korrekturkoeffizienten

2.1. Der Korrekturkoeffizient für die CO_2 -Emissionsmasse K_{CO_2} , der Korrekturkoeffizient für den Kraftstoffverbrauch $K_{fuel,FCHV}$ sowie, sofern vom Hersteller verlangt, die phasenspezifischen Korrekturkoeffizienten $K_{CO_2,p}$ und $K_{fuel,FCHV,p}$, sind auf der Grundlage der anzuwendenden Prüfzyklen Typ 1 bei Ladungserhaltung zu ermitteln.

Wurde das Fahrzeug H für die Ermittlung des Korrekturkoeffizienten für die CO_2 -Emissionsmasse für extern und nicht extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge getestet, kann der Koeffizient innerhalb der Interpolationsfamilie angewendet werden,.

2.2. Die Korrekturkoeffizienten sind aus einer Folge von Prüfungen Typ 1 bei Ladungserhaltung gemäß Absatz 3 dieser Anlage zu bestimmen. Die Anzahl der durch den Hersteller durchgeführten Prüfungen muss gleich oder größer fünf sein.

Der Hersteller kann verlangen, dass der Ladezustand des REESS vor der Prüfung gemäß der Empfehlung des Herstellers und wie in Absatz 3 dieser Anlage beschrieben eingestellt wird. Diese Vorgehensweise ist nur für eine Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung mit entgegengesetztem Vorzeichen von $\Delta E_{REESS,CS}$ und mit der Genehmigung der Genehmigungsbehörde zulässig.

Die Messungen müssen die folgenden Kriterien erfüllen:

- die Messungen müssen mindestens eine Prüfung mit $\Delta E_{REESS,CS} \leq 0$ und mindestens eine Prüfung mit $\Delta E_{REESS,CS} > 0$ umfassen. $\Delta E_{REESS,CS,n}$ ist die Summe der Veränderungen der elektrischen Energie aller REESS in Prüfung n, berechnet gemäß Absatz 4.3 dieses Unteranhangs
- die Differenz der $M_{CO_2,CS}$ zwischen der Prüfung mit der größten negativen Veränderung der elektrischen Energie und der Prüfung mit der größten positiven Veränderung der elektrischen Energie muss größer oder gleich 5 g/km sein. Dieses Kriterium ist nicht für die Bestimmung von $K_{fuel,FCHV}$ anzuwenden.

Wird K_{CO_2} bestimmt, kann die notwendige Anzahl an Prüfungen auf drei gesenkt werden, wenn zusätzlich zu a und b alle folgenden Kriterien erfüllt sind:

- c) die Differenz der $M_{CO_2,CS}$ zwischen zwei benachbarten Messungen im Zusammenhang mit der Veränderung der elektrischen Energie während der Prüfung muss kleiner oder gleich 10 g/km sein
- d) zusätzlich zu b dürfen sich die Prüfung mit der höchsten negativen Veränderung der elektrischen Energie und die Prüfung mit der höchsten positiven Veränderung der elektrischen Energie nicht in dem wie folgt definierten Bereich befinden:

$$-0,01 \leq \frac{\Delta E_{REESS}}{E_{fuel}} \leq +0,01$$

Dabei ist:

E_{fuel} der Energiegehalt des verbrauchten Brennstoffs, berechnet gemäß Absatz 1.2 dieser Anlage, Wh

- e) die Differenz der $M_{CO_2,CS}$ zwischen der Prüfung mit der größten negativen Veränderung der elektrischen Energie und dem Mittelpunkt sowie die Differenz der $M_{CO_2,CS}$ zwischen dem Mittelpunkt und der Prüfung mit der größten positiven Veränderung der elektrischen Energie müssen ähnlich sein und sich vorzugsweise im unter d definierten Bereich befinden

Die vom Hersteller bestimmten Korrekturkoeffizienten sind vor ihrer Anwendung von der Genehmigungsbehörde zu überprüfen und zu genehmigen.

Erfüllt die Reihe von mindestens fünf Prüfungen Kriterium a oder b oder beide nicht, muss der Hersteller der Genehmigungsbehörde Beweise dafür vorlegen, warum das Fahrzeug das oder die Kriterien nicht erfüllen kann. Ist die Genehmigungsbehörde mit dem Beweismittel nicht zufrieden, kann sie die Durchführung weiterer Prüfungen verlangen. Werden die Kriterien auch nach den zusätzlichen Prüfungen nicht erfüllt, bestimmt die Genehmigungsbehörde auf der Grundlage der Messungen einen konservativen Korrekturkoeffizienten

2.3. Berechnung der Korrekturkoeffizienten $K_{fuel,FCHV}$ und K_{CO_2}

2.3.1. Bestimmung des Korrekturkoeffizienten für den Kraftstoffverbrauch $K_{fuel,FCHV}$

Für nicht extern aufladbare Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeuge wird der mittels einer Reihe von Prüfungen Typ 1 bei Ladungserhaltung ermittelte Korrekturkoeffizient für den Kraftstoffverbrauch $K_{fuel,FCHV}$ mithilfe der folgenden Gleichung bestimmt:

$$K_{fuel,FCHV} = \frac{\sum_{n=1}^{n_{CS}} \left((EC_{DC,CS,n} - EC_{DC,CS,avg}) \times (FC_{CS,nb,n} - FC_{CS,nb,avg}) \right)}{\sum_{n=1}^{n_{CS}} (EC_{DC,CS,n} - EC_{DC,CS,avg})^2}$$

Dabei ist:

$K_{fuel,FCHV}$ der Korrekturkoeffizient für den Kraftstoffverbrauch, (kg/100 km)/(Wh/km)

$EC_{DC,CS,n}$	der Stromverbrauch bei Ladungserhaltung in Prüfung n anhand der Erschöpfung des REESS gemäß untenstehender Gleichung, Wh/km
$EC_{DC,CS,avg}$	der Stromverbrauch bei Ladungserhaltung in den n_{CS} -Prüfungen anhand der Erschöpfung des REESS gemäß untenstehender Gleichung, Wh/km
$FC_{CS,nb,n}$	der nicht um die Energiebilanz korrigierte Kraftstoffverbrauch bei Ladungserhaltung in Prüfung n, bestimmt nach Tabelle A8/7, Schritt Nr. 1, kg/100 km
$FC_{CS,nb,avg}$	das nicht um die Energiebilanz korrigierte arithmetische Mittel des Kraftstoffverbrauchs bei Ladungserhaltung in den n_{CS} -Prüfungen auf der Grundlage des Kraftstoffverbrauchs, gemäß untenstehender Gleichung, kg/100 km
n	die Kennziffer der betrachteten Prüfung
n_{CS}	die Gesamtzahl der Prüfungen

und:

$$EC_{DC,CS,avg} = \frac{1}{n_{CS}} \times \sum_{n=1}^{n_{CS}} EC_{DC,CS,n}$$

und:
$$FC_{CS,nb,avg} = \frac{1}{n_{CS}} \times \sum_{n=1}^{n_{CS}} FC_{CS,nb,n}$$

und:
$$EC_{DC,CS,n} = \frac{\Delta E_{REESS,CS,n}}{d_{CS,n}}$$

Dabei ist:

$\Delta E_{REESS,CS,n}$ die Veränderung der elektrischen Energie des REESS bei Ladungserhaltung in Prüfung n gemäß Absatz 1.1.2 dieser Anlage, Wh

$d_{CS,n}$ die in der entsprechenden Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung gefahrene Strecke, km

Der Korrekturkoeffizient für den Kraftstoffverbrauch ist auf vier signifikante Stellen zu runden. Die statistische Signifikanz des Korrekturkoeffizienten für den Kraftstoffverbrauch ist von der Genehmigungsbehörde zu prüfen.

2.3.1.1. Es ist zulässig, den aus Prüfungen über den gesamten anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus ermittelten Korrekturkoeffizienten für den Kraftstoffverbrauch für die Korrektur der Einzelphasen zu verwenden.

2.3.1.2. Unbeschadet der Anforderungen des Absatzes 2.2 dieser Anlage können auf Antrag des Herstellers und mit Genehmigung der Genehmigungsbehörde eigene Korrekturkoeffizienten für den Kraftstoffverbrauch $K_{fuel,FCHV,p}$ für jede Einzelphase ermittelt werden. In diesem Fall sind die in Absatz 2.2 dieser Anlage beschriebenen Kriterien in jeder Einzelphase zu erfüllen und das in Absatz 2.3.1 dieser Anlage beschriebene Verfahren ist auf jede Einzelphase anzuwenden, um den jeweiligen phasenspezifischen Korrekturkoeffizienten zu bestimmen.

2.3.2. Bestimmung des Korrekturkoeffizienten für die CO₂-Emissionsmasse K_{CO₂}

Für extern und nicht extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge wird der mittels einer Reihe von Prüfungen Typ 1 bei Ladungserhaltung ermittelte Korrekturkoeffizient für die CO₂-Emissionsmasse K_{CO₂} mithilfe der folgenden Gleichung bestimmt:

$$K_{CO_2} = \frac{\sum_{n=1}^{n_{CS}} \left((EC_{DC,CS,n} - EC_{DC,CS,avg}) \times (M_{CO_2,CS,nb,n} - M_{CO_2,CS,nb,avg}) \right)}{\sum_{n=1}^{n_{CS}} (EC_{DC,CS,n} - EC_{DC,CS,avg})^2}$$

Dabei ist:

K_{CO₂} der Korrekturkoeffizient für die CO₂-Emissionsmasse, (g/km)/(Wh/km)

EC_{DC,CS,n} der Stromverbrauch bei Ladungserhaltung in Prüfung n anhand der Erschöpfung des REESS gemäß Absatz 2.3.1 dieser Anlage, Wh/km

EC_{DC,CS,avg} das arithmetische Mittel des Stromverbrauchs bei Ladungserhaltung bei n_{CS}-Prüfungen anhand der Erschöpfung des REESS gemäß Absatz 2.3.1 dieser Anlage, Wh/km

M_{CO₂,CS,nb,n} die nicht um die Energiebilanz korrigierte CO₂-Emissionsmasse bei Ladungserhaltung in Prüfung n, bestimmt nach Tabelle A8/5, Schritt Nr. 2, g/km

M_{CO₂,CS,nb,avg} das nicht um die Energiebilanz korrigierte arithmetische Mittel der CO₂-Emissionsmasse bei Ladungserhaltung in den n_{CS}-Prüfungen auf der Grundlage der CO₂-Emissionsmasse, gemäß untenstehender Gleichung, g/km

n die Kennziffer der betrachteten Prüfung

n_{CS} die Gesamtzahl der Prüfungen

und

$$M_{CO_2,CS,nb,avg} = \frac{1}{n_{CS}} \times \sum_{n=1}^{n_{CS}} M_{CO_2,CS,nb,n}$$

Der Korrekturkoeffizient für die CO₂-Emissionsmasse ist auf vier signifikante Stellen zu runden. Die statistische Signifikanz des Korrekturkoeffizienten für die CO₂-Emissionsmasse ist von der Genehmigungsbehörde zu prüfen.

2.3.2.1. Es ist zulässig, den aus Prüfungen über den gesamten anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus ermittelten Korrekturkoeffizienten für die CO₂-Emissionsmasse für die Korrektur der Einzelphasen zu verwenden.

2.3.2.2. Unbeschadet der Anforderungen des Absatzes 2.2 dieser Anlage können auf Antrag des Herstellers und mit Genehmigung der Genehmigungsbehörde eigene Korrekturkoeffizienten für die CO₂-Emissionsmasse K_{CO₂,p} für jede Einzelphase ermittelt werden. In diesem Fall sind die in Absatz 2.2 dieser Anlage beschriebenen Kriterien in jeder Einzelphase zu erfüllen und das in Absatz 2.3.2 dieser Anlage

beschriebene Verfahren ist auf jede Einzelphase anzuwenden, um phasenspezifische Korrekturkoeffizienten zu bestimmen.

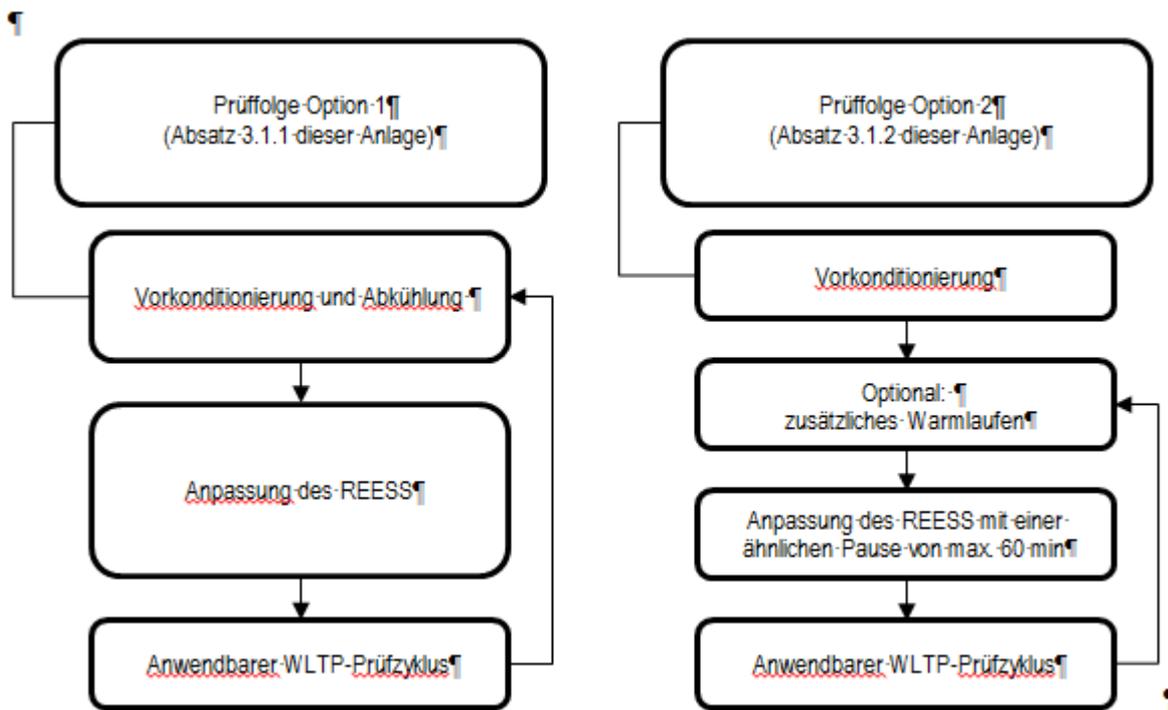
3. Prüfverfahren für die Bestimmung der Korrekturkoeffizienten

3.1. Extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge

Bei extern aufladbaren Hybridelektrofahrzeugen ist eine der folgenden Prüffolgen gemäß Abbildung A8, Anl. 2/1 zur Messung aller für die Bestimmung der Korrekturkoeffizienten gemäß Absatz 2 dieser Anlage erforderlichen Werte zu verwenden.

Abbildung A8, Anl. 2/1

Prüffolgen für extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge



3.1.1. Prüffolge Option 1

3.1.1.1. Vorkonditionierung und Abkühlung

Die Vorkonditionierung und Abkühlung ist gemäß Anlage 4 Absatz 2.1 dieses Unteranhangs durchzuführen.

3.1.1.2. Anpassung des REESS

Vor dem Prüfverfahren gemäß Absatz 3.1.1.3 kann der Hersteller das REESS anpassen. Der Hersteller weist nach, dass die Anforderungen für den Beginn der Prüfung gemäß Absatz 3.1.1.3 erfüllt sind.

3.1.1.3. Prüfverfahren

3.1.1.3.1. Die vom Fahrer wählbare Betriebsart für den anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus ist gemäß Anlage 6 Absatz 3 dieses Unteranhangs zu wählen.

3.1.1.3.2. Für die Prüfung wird der anzuwendende WLTP-Prüfzyklus gemäß Absatz 1.4.2 dieses Unteranhangs durchgeführt.

3.1.1.3.3. Sofern in dieser Anlage nicht anders bestimmt, ist das Fahrzeug nach dem in Unteranhang 6 beschriebenen Typ-1-Prüfverfahren zu prüfen.

3.1.1.3.4. Um die für die Bestimmung der Korrekturkoeffizienten erforderliche Reihe anzuwendender WLTP-Prüfzyklen zu erhalten, können anschließend an die Prüfungen eine Reihe konsekutiver Sequenzen nach Absatz **3.1.1.1** bis einschließlich Absatz **3.1.1.3** dieser Anlage gemäß Absatz **2.2** dieser Anlage durchgeführt werden.

3.1.2. Prüffolge Option 2

3.1.2.1. Vorkonditionierung

Das Fahrzeug ist gemäß den Verfahren in Anlage **4** Absatz **2.1.1** oder Absatz **2.1.2** dieses Unteranhangs vorzukonditionieren.

3.1.2.2. Anpassung des REESS

Nach der Vorkonditionierung ist die Abkühlung gemäß Anlage **4** Absatz **2.1.3** dieses Unteranhangs zu unterlassen und eine Pause mit einer Höchstdauer von **60** Minuten einzulegen, während der das REESS angepasst werden darf. Vor jeder Prüfung ist eine ähnliche Pause einzulegen. Unmittelbar im Anschluss an diese Pause sind die Anforderungen nach Absatz **3.1.2.3** dieser Anlage anzuwenden.

Auf Antrag des Herstellers kann vor der Anpassung des REESS ein zusätzliches Warmlaufen durchgeführt werden, um vergleichbare Ausgangsbedingungen für die Bestimmung des Korrekturkoeffizienten sicherzustellen. Wenn der Hersteller dieses zusätzliche Warmlaufen verlangt, ist ein solches Warmlaufen während der Prüffolge jeweils zu wiederholen.

3.1.2.3. Prüfverfahren

3.1.2.3.1. Die vom Fahrer wählbare Betriebsart für den anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus ist gemäß Anlage **6** Absatz **3** dieses Unteranhangs zu wählen.

3.1.2.3.2. Für die Prüfung wird der anzuwendende WLTP-Prüfzyklus gemäß Absatz **1.4.2** dieses Unteranhangs durchgeführt.

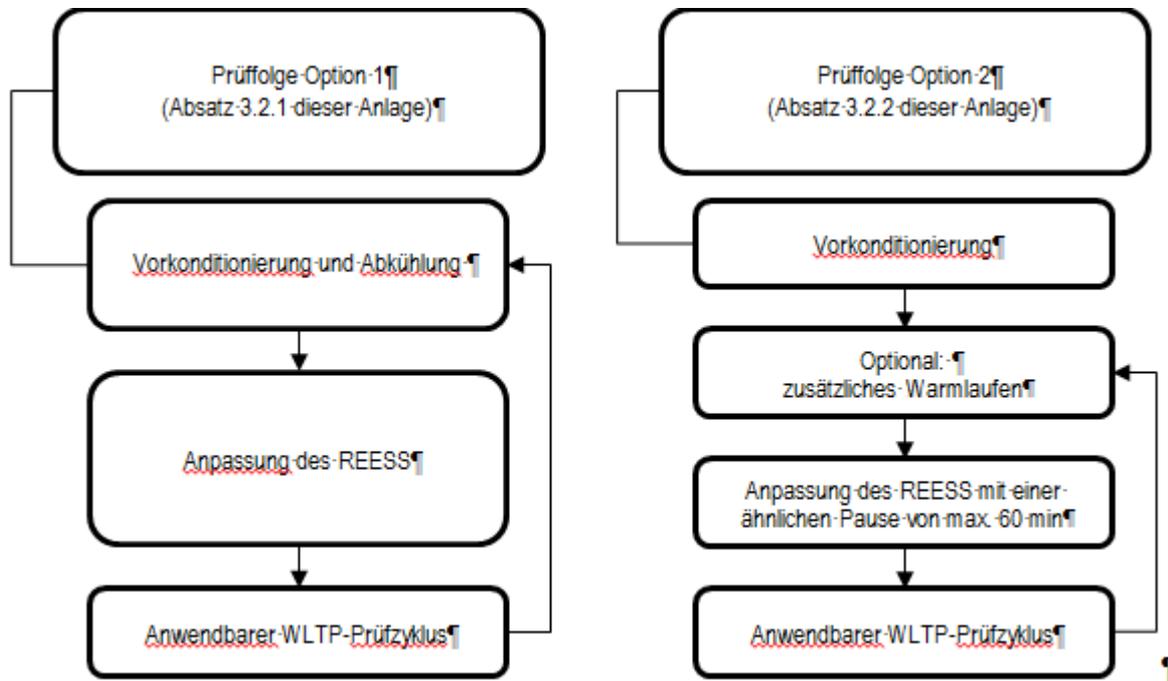
3.1.2.3.3. Sofern in dieser Anlage nicht anders bestimmt, ist das Fahrzeug nach dem in Unteranhang **6** beschriebenen Typ-**1**-Prüfverfahren zu prüfen.

3.1.2.3.4. Um die für die Bestimmung der Korrekturkoeffizienten erforderliche Reihe anzuwendender WLTP-Prüfzyklen zu erhalten, können anschließend an die Prüfungen eine Reihe konsekutiver Sequenzen nach den Absätzen **3.1.2.2** und **3.1.2.3** dieser Anlage, wie in Absatz **2.2** dieser Anlage verlangt, durchgeführt werden.

3.2. Nicht extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge und nicht extern aufladbare Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeuge

Bei nicht extern aufladbaren Hybridelektrofahrzeugen und nicht extern aufladbaren Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeugen ist eine der folgenden Prüffolgen gemäß Abbildung **A8**, Anl. **2/2** zur Messung aller für die Bestimmung der Korrekturkoeffizienten gemäß Absatz **2** dieser Anlage erforderlichen Werte zu verwenden.

Prüffolgen für nicht extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge und nicht extern aufladbare Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeuge



3.2.1. Prüffolge Option 1

3.2.1.1. Vorkonditionierung und Abkühlung

Das Testfahrzeug ist gemäß Absatz 3.3.1 dieses Unteranhangs vorzukonditionieren und abzukühlen.

3.2.1.2. Anpassung des REESS

Vor dem Prüfverfahren gemäß Absatz 3.2.1.3 kann der Hersteller das REESS anpassen. Der Hersteller weist nach, dass die Anforderungen für den Beginn der Prüfung gemäß Absatz 3.2.1.3 erfüllt sind.

3.2.1.3. Prüfverfahren

3.2.1.3.1. Die vom Fahrer wählbare Betriebsart wird gemäß Anlage 6 Absatz 3 dieses Unteranhangs gewählt.

3.2.1.3.2. Für die Prüfung wird der anzuwendende WLTP-Prüfzyklus gemäß Absatz 1.4.2 dieses Unteranhangs durchgeführt.

3.2.1.3.3. Sofern in dieser Anlage nicht anders bestimmt, ist das Fahrzeug nach dem in Unteranhang 6 beschriebenen Typ-1-Prüfverfahren bei Ladungserhaltung zu prüfen.

3.2.1.3.4. Um die für die Bestimmung der Korrekturkoeffizienten erforderliche Reihe anzuwendender WLTP-Prüfzyklen zu erhalten, können anschließend an die Prüfungen eine Reihe konsekutiver Sequenzen nach Absatz **3.2.1.1** bis einschließlich Absatz **3.2.1.3** dieser Anlage gemäß Absatz **2.2** dieser Anlage durchgeführt werden.

3.2.2. Prüffolge Option 2

3.2.2.1. Vorkonditionierung

Das Testfahrzeug ist gemäß Absatz **3.3.1.1** dieses Unteranhangs vorzukonditionieren.

3.2.2.2. Anpassung des REESS

Nach der Vorkonditionierung ist die Abkühlung gemäß Absatz **3.3.1.2** dieses Unteranhangs zu unterlassen und eine Pause mit einer Höchstdauer von **60** Minuten einzulegen, während der das REESS angepasst werden darf. Vor jeder Prüfung ist eine ähnliche Pause einzulegen. Unmittelbar nach dieser Pause sind die Anforderungen nach Absatz **3.2.2.3** dieser Anlage anzuwenden.

Auf Antrag des Herstellers kann vor der Anpassung des REESS ein zusätzliches Warmlaufen durchgeführt werden, um vergleichbare Ausgangsbedingungen für die Bestimmung des Korrekturkoeffizienten sicherzustellen. Wenn der Hersteller dieses zusätzliche Warmlaufen verlangt, ist ein solches Warmlaufen während der Prüffolge jeweils zu wiederholen.

3.2.2.3. Prüfverfahren

3.2.2.3.1. Die vom Fahrer wählbare Betriebsart für den anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus ist gemäß Anlage **6** Absatz **3** dieses Unteranhangs zu wählen.

3.2.2.3.2. Für die Prüfung wird der anzuwendende WLTP-Prüfzyklus gemäß Absatz **1.4.2** dieses Unteranhangs durchgeführt.

3.2.2.3.3. Sofern in dieser Anlage nicht anders bestimmt, ist das Fahrzeug nach den in Unteranhang **6** beschriebenen Typ-**1**-Prüfverfahren zu prüfen.

3.2.2.3.4. Um die für die Bestimmung der Korrekturkoeffizienten erforderliche Reihe anzuwendender WLTP-Prüfzyklen zu erhalten, können anschließend an die Prüfungen eine Reihe konsekutiver Sequenzen nach den Absätzen **3.2.2.2** und **3.2.2.3** dieser Anlage, wie in Absatz **2.2** dieser Anlage verlangt, durchgeführt werden.

Unteranhang 8 – Anlage 3

Bestimmung des Stroms und der Spannung des REESS bei nicht extern aufladbaren Hybridelektrofahrzeugen, extern aufladbaren Hybridelektrofahrzeugen, Elektrofahrzeugen und nicht extern aufladbaren Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeugen

1. Einleitung

1.1. In dieser Anlage werden die Methode und die erforderlichen Instrumente für die Bestimmung des Stroms und der Spannung des REESS bei nicht extern aufladbaren Hybridelektrofahrzeugen, extern aufladbaren Hybridelektrofahrzeugen, Elektrofahrzeugen und nicht extern aufladbaren Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeugen beschrieben.

1.2. Die Messung des Stroms und der Spannung des REESS beginnt gleichzeitig mit dem Prüfbeginn und endet unmittelbar nachdem das Fahrzeug die Prüfung vollendet hat.

1.3. Der Strom und die Spannung des REESS sind für jede Phase einzeln zu bestimmen.

1.4. Eine Liste der vom Hersteller zur Messung des Stroms und der Spannung des REESS verwendeten Instrumente (einschließlich Angaben zum Hersteller des Instruments, Modellnummer, Seriennummer, gegebenenfalls das letzte Kalibrierdatum) während:

- a) der Prüfung Typ 1 gemäß Absatz 3 dieses Unteranhangs
- b) gegebenenfalls des Verfahrens zur Bestimmung der Korrekturkoeffizienten gemäß Anlage 2 zu diesem Unteranhang
- c) der ATCT gemäß Unteranhang 6a

verwendeten Instrumente ist der Genehmigungsbehörde vorzulegen.

2. Strom des REESS

Die Erschöpfung des REESS gilt als negativer Strom.

2.1. Externe Messung des Stroms des REESS

2.1.1. Der Strom des REESS ist während der Prüfung mittels eines Stromwandlers in Klemmausführung oder geschlossener Ausführung zu messen. Das Strommesssystem muss den Anforderungen gemäß Tabelle A8/1 dieses Unteranhangs entsprechen. Der Stromwandler muss für die Stromspitzen beim Starten des Motors und die Temperaturbedingen am Messpunkt geeignet sein.

2.1.2. An alle REESS werden Stromwandler an einem direkt an das REESS angeschlossenen Kabel angebracht, die den gesamten Strom der REESS erfassen müssen.

Bei abgeschirmten Drähten sind in Absprache mit der Genehmigungsbehörde geeignete Methoden anzuwenden.

Damit der Strom des RESS mit externen Messgeräten leicht gemessen werden kann, sollten die Hersteller geeignete, sichere und gut zugängliche Anschlusspunkte im Fahrzeug vorsehen. Ist dies nicht machbar, muss der Hersteller die Genehmigungsbehörde beim Anschluss eines Stromwandlers an eines der direkt mit dem REESS verbundenen Kabel auf die in diesem Absatz beschriebene Weise unterstützen.

2.1.3. Das Ausgangssignal des Stromwandlers ist mit einer Mindestfrequenz von **20** Hz zu prüfen. Die während der Dauer der Prüfung gemessenen Stromwerte sind zu integrieren, wodurch sich der Messwert Q, ausgedrückt in Amperestunden, Ah, ergibt. Die Integration kann innerhalb des Strommesssystems erfolgen.

2.2. Fahrzeugeigene Daten zum Strom des REESS

Alternativ zu Absatz **2.1** dieser Anlage kann der Hersteller fahrzeugeigene Strommessdaten verwenden. Die Genauigkeit dieser Daten ist der Genehmigungsbehörde nachzuweisen.

3. Spannung des REESS

3.1. Externe Messung der Spannung des REESS

Während der in Absatz **3** dieses Unteranhangs beschriebenen Prüfungen ist die Spannung des REESS mit den in Absatz **1.1** dieses Unteranhangs beschriebenen Anforderungen an die Ausrüstung und die Genauigkeit zu messen. Zur Messung der Spannung des REESS mittels externer Messausrüstung unterstützt der Hersteller die Genehmigungsbehörde durch die Bereitstellung von Spannungsmesspunkten.

3.2. Nennspannung des REESS

Bei nicht extern aufladbaren Hybridelektrofahrzeugen, nicht extern aufladbaren Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeugen und extern aufladbaren Hybridelektrofahrzeugen kann anstelle der gemäß Absatz **3.1** dieser Anlage gemessenen Spannung des REESS die gemäß DIN EN **60050-482** bestimmte Nennspannung verwendet werden.

3.3. Fahrzeugeigene Daten zur Spannung des REESS

Alternativ zu den Absätzen **3.1** und **3.2** dieser Anlage kann der Hersteller fahrzeugeigene Spannungsmessdaten verwenden. Die Genauigkeit dieser Daten ist der Genehmigungsbehörde nachzuweisen.

Unteranhang 8 – Anlage 4

Vorkonditionierung, Abkühlung und Ladebedingungen für das REESS bei Elektrofahrzeugen und extern aufladbaren Hybridelektrofahrzeugen

1. In dieser Anlage wird das Prüfverfahren für die Vorkonditionierung von REESS und Verbrennungsmotoren beschrieben, zur Vorbereitung auf:

- a) Messungen der elektrischen Reichweite bei Ladungserhaltung und bei Entladung während der Prüfung von extern aufladbaren Hybridelektrofahrzeugen und
- b) Messungen der elektrischen Reichweite sowie Messungen des Stromverbrauchs bei der Prüfung von Elektrofahrzeugen

2. Vorkonditionierung und Abkühlung bei extern aufladbaren Hybridelektrofahrzeugen

2.1. Vorkonditionierung und Abkühlung wenn das Prüfverfahren mit einer Prüfung bei Ladungserhaltung beginnt

2.1.1. Zur Vorkonditionierung des Verbrennungsmotors ist das Fahrzeug mindestens einen anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus zu fahren. Während jedes gefahrenen Vorkonditionierungszyklus ist die Ladebilanz des REESS zu bestimmen. Die Vorkonditionierung endet nach dem anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus, während dem das Kriterium für den Abbruch gemäß Absatz 3.2.4.5 dieses Unteranhangs erfüllt wird.

2.1.2. Alternativ zu Absatz 2.1.1 dieser Anlage kann auf Antrag des Herstellers und mit der Genehmigung der Genehmigungsbehörde der Ladezustand des REESS für die Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung den Empfehlungen des Herstellers eingestellt werden, um eine Prüfung im Zustand des Betriebs bei Ladungserhaltung zu erreichen.

In einem solchen Fall ist eine Vorkonditionierung wie für konventionelle Fahrzeuge gemäß Unteranhang 6 Absatz 1.2.6 durchzuführen.

2.1.3. Das Fahrzeug ist gemäß Unteranhang 6 Absatz 1.2.7 abzukühlen.

2.2. Vorkonditionierung und Abkühlung wenn das Prüfverfahren mit einer Prüfung bei Entladung beginnt

2.2.1. Extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge sind über mindestens einen anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus zu fahren. Während jedes gefahrenen Vorkonditionierungszyklus ist die Ladebilanz des REESS zu bestimmen. Die Vorkonditionierung endet nach dem anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus, während dem das Kriterium für den Abbruch gemäß Absatz 3.2.4.5 dieses Unteranhangs erfüllt wird.

2.2.2. Das Fahrzeug ist gemäß Unteranhang 6 Absatz 1.2.7 abzukühlen. Eine beschleunigte Abkühlung ist bei Fahrzeugen, die für die Prüfung Typ 1 vorkonditioniert sind, nicht durchzuführen. Während der Abkühlung ist das REESS im normalen Ladeverfahren nach Absatz 2.2.3 dieser Anlage aufzuladen.

2.2.3. Anwendung einer normalen Aufladung

2.2.3.1. Das REESS ist bei Umgebungstemperatur wie in Unteranhang 6 Absatz 1.2.2.2 beschrieben zu laden, und zwar entweder mit:

- a) dem eingebauten Ladegerät (falls vorhanden) oder
- b) einem vom Hersteller empfohlenen externen Ladegerät nach dem für die normale Aufladung vorgeschriebenen Verfahren

Spezielle Ladevorgänge, die automatisch oder manuell eingeleitet werden könnten, z. B. Ausgleichsladungen oder das Laden im Rahmen der Wartung, sind bei den Verfahren in diesem Absatz ausgeschlossen. Der Hersteller muss bescheinigen, dass während der Prüfung kein spezieller Ladevorgang erfolgt ist.

2.2.3.2. Kriterium für das Ende des Ladevorgangs

Das Kriterium für das Ende des Ladevorgangs ist erfüllt, wenn fahrzeugeigene oder externe Instrumente anzeigen, dass das REESS vollständig aufgeladen ist.

3. Vorkonditionierung von Elektrofahrzeugen

3.1. Erstaufladung des REESS

Die Erstaufladung des REESS erfolgt durch Entladung des REESS und Anwendung einer normalen Aufladung.

3.1.1. Entladung des REESS

Das Entladungsverfahren ist gemäß den Empfehlungen des Herstellers durchzuführen. Der Hersteller muss sicherstellen, dass das REESS durch das Entladungsverfahren so vollständig wie möglich entladen wird.

3.1.2. Anwendung einer normalen Aufladung

Das REESS wird gemäß Absatz 2.2.3.1 dieses Anhangs aufgeladen.

Unteranhang 8 – Anlage 5

Nutzfaktoren (Utility Factors – UF) für extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge

1. Nutzfaktoren (Utility Factors – UF) sind Verhältniswerte auf der Grundlage von Fahrstatistiken und der im Betrieb bei Entladung und bei Ladungserhaltung erzielten Reichweite bei extern aufladbaren Hybridelektrofahrzeugen und werden zur Gewichtung der Emissionen, der CO₂-Emissionen und des Kraftstoffverbrauchs verwendet.

Die zur Berechnung der Nutzfaktoren in Absatz 2 verwendete Datenbank basiert überwiegend auf den Nutzungsmerkmalen (z. B. Nutzung, täglich gefahrene Strecke, Anteile unterschiedlicher Fahrzeugklassen) konventioneller Fahrzeuge. Sobald eine signifikante Anzahl extern aufladbarer Hybridelektrofahrzeuge auf dem europäischen Markt verwendet wird, ist eine Neubewertung der UF und der Ladehäufigkeiten in Form einer Verbraucherstudie erforderlich.

2. Die Berechnung der phasenspezifischen UF erfolgt mit folgender Gleichung:

$$UF_i(d_i) = 1 - \exp\left(-\left(\sum_{j=1}^k C_j * \left(\frac{d_i}{d_n}\right)^j\right)\right) - \sum_{l=1}^{i-1} UF_l$$

Dabei ist

UF_i	Nutzfaktor in Phase i
d_i	bis Ende der Phase i gefahrene Strecke in km
C_j	j. Koeffizient (siehe Tabelle A8, Anl. 5/1)
d_n	Normalisierte Strecke (siehe Tabelle A8, Anl. 5/1)
k	Anzahl der Terme und Koeffizienten im Exponenten (siehe Tabelle A8, Anl. 5/1)
i	Nummer der betrachteten Phase
j	Nummer des betrachteten Terms/Koeffizienten
$\sum_{l=1}^{i-1} UF_l$	Summe der errechneten Nutzfaktoren bis zu Phase (i-1)

Die Kurve, die auf den folgenden Parametern in Tabelle A8, Anl. 5/1 beruht, ist von 0 Km bis zur normalisierten Strecke d_n gültig, wo UF zu 1,0 konvergiert (wie in Abbildung A8/App5/1 ersichtlich)

Tabelle A8, Anl. 5/1

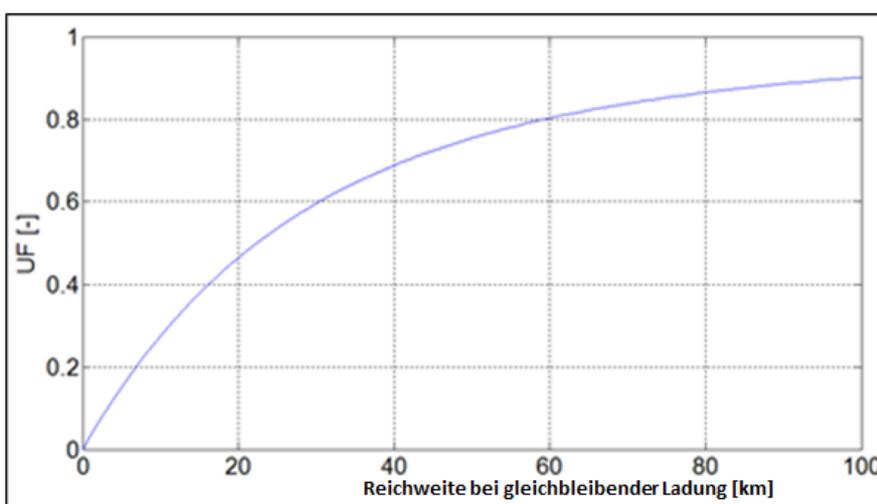
In Gleichung y zu verwendende Parameter

C ₁	26,25
C ₂	-38,94
C ₃	-631,05
C ₄	5964,83
C ₅	-25094,60
C ₆	60380,21
C ₇	-87517,16
C ₈	75513,77
C ₉	-35748,77
C ₁₀	7154,94
d _n [km]	800
k	10

Die Kurve in untenstehender Abbildung A8, Anl. 5/1 dient ausschließlich Illustrationszwecken. Sie ist kein Bestandteil des regulatorischen Texts.

Abbildung A8, Anl. 5/1

Kurve der Nutzfaktoren auf der Grundlage der Gleichungsparameter aus Tabelle A8, Anl. 5/1



Unteranhang 8 – Anlage 6

Wahl vom Fahrer wählbarer Betriebsarten

1. Allgemeine Anforderungen

1.1. Der Hersteller wählt die vom Fahrer wählbare Betriebsart für das Prüfverfahren Typ 1 gemäß Absatz 2 bis Absatz 4 dieser Anlage, damit das Fahrzeug den betreffenden Prüfzyklus innerhalb der Geschwindigkeitstoleranzen aus Unteranhang 6 Absatz 1.2.6.6 durchlaufen kann.

1.2. Der Hersteller legt der Genehmigungsbehörde Nachweise in Bezug auf Folgendes vor:

- a) die Verfügbarkeit einer primären Betriebsart für die betreffenden Bedingungen
- b) die Höchstgeschwindigkeit des betreffenden Fahrzeugs

und gegebenenfalls:

- c) die aufgrund der Nachweise bezüglich des Kraftstoffverbrauchs und gegebenenfalls der CO₂-Emissionsmasse in allen Betriebsarten ermittelte beste und ungünstigste Betriebsart (siehe Unteranhang 6, Absatz 1.2.6.5.2.4.)
- d) die Betriebsart mit dem höchsten Verbrauch an elektrischem Strom
- e) den Energiebedarf für einen Zyklus (gemäß Unteranhang 7 Absatz 5, wobei die Sollgeschwindigkeit durch die tatsächliche Geschwindigkeit ersetzt wird)

1.3. Besondere vom Fahrer wählbare Betriebsarten wie „Bergmodus“ oder „Wartungsmodus“, die nicht für den normalen Alltagsbetrieb sondern lediglich für besondere Verwendungszwecke bestimmt sind, werden nicht berücksichtigt.

2. Extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge mit vom Fahrer wählbarer Betriebsart bei Betrieb bei Entladung

Bei Fahrzeugen mit einer vom Fahrer wählbaren Betriebsart ist die Betriebsart für die Prüfung Typ 1 bei Entladung gemäß den folgenden Bedingungen zu wählen.

Das Ablaufschema in Abbildung A8, Anl. 6/1 veranschaulicht die Wahl der Betriebsarten gemäß Absatz 2 dieser Anlage.

2.1. Gibt es eine primäre Betriebsart, in der das Fahrzeug den Bezugsprüfzyklus bei Betrieb bei Entladung durchlaufen kann, ist diese zu wählen.

2.2. Gibt es keine primäre Betriebsart oder gibt es zwar eine primäre Betriebsart, aber das Fahrzeug kann damit nicht den Bezugsprüfzyklus bei Betrieb bei Entladung durchlaufen, ist die Betriebsart für die Prüfung nach folgenden Bedingungen zu wählen:

a) gibt es nur eine Betriebsart, in der das Fahrzeug den Bezugsprüfzyklus bei Betrieb bei Entladung durchlaufen kann, ist diese Betriebsart zu wählen

b) gibt es mehrere Betriebsarten, in denen das Fahrzeug den Bezugsprüfzyklus bei Betrieb bei Entladung durchlaufen kann, ist daraus die Betriebsart mit dem höchsten Stromverbrauch zu wählen

2.3. Gibt es keine Betriebsart nach den Absätzen 2.1 und 2.2 dieser Anlage, in der das Fahrzeug den Bezugsprüfzyklus durchlaufen kann, ist der Bezugsprüfzyklus gemäß Unteranhang 1 Absatz 9 zu ändern.

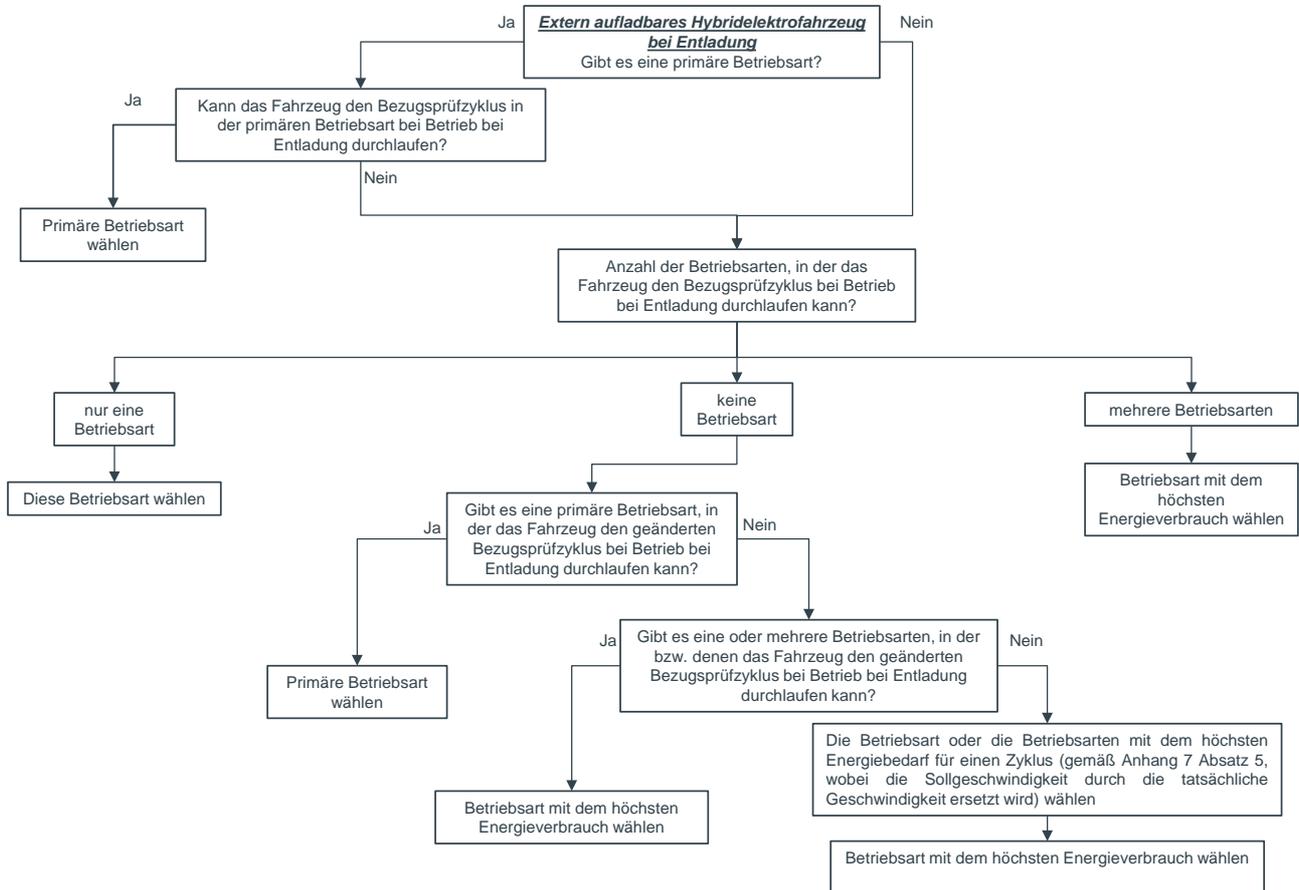
a) gibt es eine primäre Betriebsart, in der das Fahrzeug den geänderten Bezugsprüfzyklus bei Betrieb bei Entladung durchlaufen kann, ist diese Betriebsart zu wählen

b) gibt es zwar keine primäre Betriebsart, jedoch andere Betriebsarten, in denen das Fahrzeug den geänderten Bezugsprüfzyklus bei Betrieb bei Entladung durchlaufen kann, ist die Betriebsart mit dem höchsten Stromverbrauch zu wählen

c) gibt es keine Betriebsart, in der das Fahrzeug den geänderten Bezugsprüfzyklus bei Betrieb bei Entladung durchlaufen kann, ist die Betriebsart bzw. sind die Betriebsarten mit dem höchsten Zyklusenergiebedarf zu ermitteln und die Betriebsart mit dem höchsten Zyklusenergiebedarf ist zu wählen

Abbildung A8, Anl. 6/1

Wahl der vom Fahrer wählbaren Betriebsart für extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge bei Betrieb bei Entladung



3. Extern und nicht extern aufladbare Hybridelektrofahrzeuge und nicht extern aufladbare Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeuge mit vom Fahrer wählbarer Betriebsart bei Betrieb bei Ladungserhaltung

Bei Fahrzeugen mit einer vom Fahrer wählbaren Betriebsart ist die Betriebsart für die Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung gemäß den folgenden Bedingungen zu wählen.

Das Ablaufschema in Abbildung A8, Anl. 6/2 veranschaulicht die Wahl der Betriebsarten gemäß Absatz 3 dieser Anlage.

3.1. Gibt es eine primäre Betriebsart, in der das Fahrzeug den Bezugsprüfzyklus bei Betrieb bei Ladungserhaltung durchlaufen kann, ist diese zu wählen.

3.2. Gibt es keine primäre Betriebsart oder gibt es zwar eine primäre Betriebsart, aber das Fahrzeug kann damit nicht den Bezugsprüfzyklus bei Betrieb bei Ladungserhaltung durchlaufen, ist die Betriebsart für die Prüfung nach folgenden Bedingungen zu wählen:

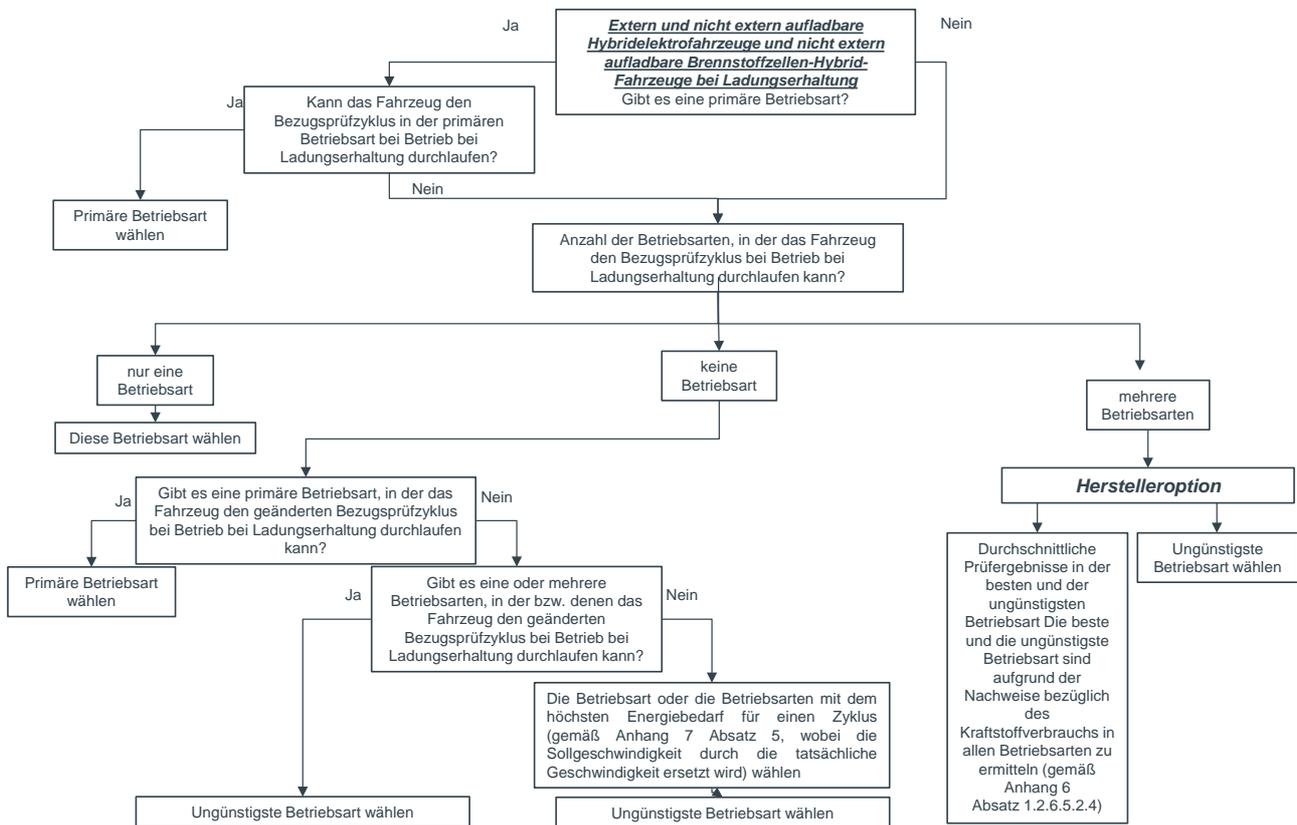
- a) gibt es nur eine Betriebsart, in der das Fahrzeug den Bezugsprüfzyklus bei Betrieb bei Ladungserhaltung durchlaufen kann, ist diese Betriebsart zu wählen
- b) gibt es mehrere Betriebsarten, in denen der Bezugsprüfzyklus bei Betrieb bei Ladungserhaltung durchlaufen werden kann, steht es dem Hersteller frei, entweder die ungünstigste oder sowohl die beste als auch die ungünstigste Betriebsart zu wählen, wobei die Prüfergebnisse arithmetisch zu mitteln sind

3.3. Gibt es keine Betriebsart nach den Absätzen **3.1** und **3.2** dieser Anlage, in der das Fahrzeug den Bezugsprüfzyklus durchlaufen kann, ist der Bezugsprüfzyklus gemäß Unteranhang **1** Absatz **9** zu ändern.

- a) gibt es eine primäre Betriebsart, in der das Fahrzeug den geänderten Bezugsprüfzyklus bei Betrieb bei Ladungserhaltung durchlaufen kann, ist diese Betriebsart zu wählen
- b) gibt es zwar keine primäre Betriebsart, aber andere Betriebsarten, in denen das Fahrzeug den geänderten Bezugsprüfzyklus bei Betrieb bei Ladungserhaltung durchlaufen kann, ist daraus die ungünstigste Betriebsart zu wählen
- c) gibt es keine Betriebsart, in der das Fahrzeug den geänderten Bezugsprüfzyklus bei Betrieb bei Ladungserhaltung durchlaufen kann, ist die Betriebsart bzw. sind die Betriebsarten mit dem höchsten Zyklusenergiebedarf zu ermitteln und die ungünstigste Betriebsart ist zu wählen

Abbildung A8, Anl. 6/2

Wahl einer vom Fahrer wählbaren Betriebsart für extern und nicht aufladbare Hybridelektrofahrzeuge und nicht extern aufladbare Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeuge bei Betrieb bei Ladungserhaltung



4. Elektrofahrzeuge mit vom Fahrer wählbarer Betriebsart

Bei Fahrzeugen mit einer vom Fahrer wählbaren Betriebsart ist die Betriebsart für die Prüfung gemäß den folgenden Bedingungen zu wählen.

Das Ablaufschema in Abbildung A8, Anl. 6/3 veranschaulicht die Wahl der Betriebsarten gemäß Absatz 3 dieser Anlage.

4.1. Gibt es eine primäre Betriebsart, in der das Fahrzeug den Bezugsprüfzyklus durchlaufen kann, ist diese zu wählen.

4.2. Gibt es keine primäre Betriebsart oder gibt es zwar eine primäre Betriebsart, aber das Fahrzeug kann damit nicht den Bezugsprüfzyklus durchlaufen, ist die Betriebsart für die Prüfung nach folgenden Bedingungen zu wählen:

a) gibt es nur eine Betriebsart, in der das Fahrzeug den Bezugsprüfzyklus durchlaufen kann, ist diese Betriebsart zu wählen

b) gibt es mehrere Betriebsarten, in denen das Fahrzeug den Bezugsprüfzyklus durchlaufen kann, ist daraus die Betriebsart mit dem höchsten Stromverbrauch zu wählen

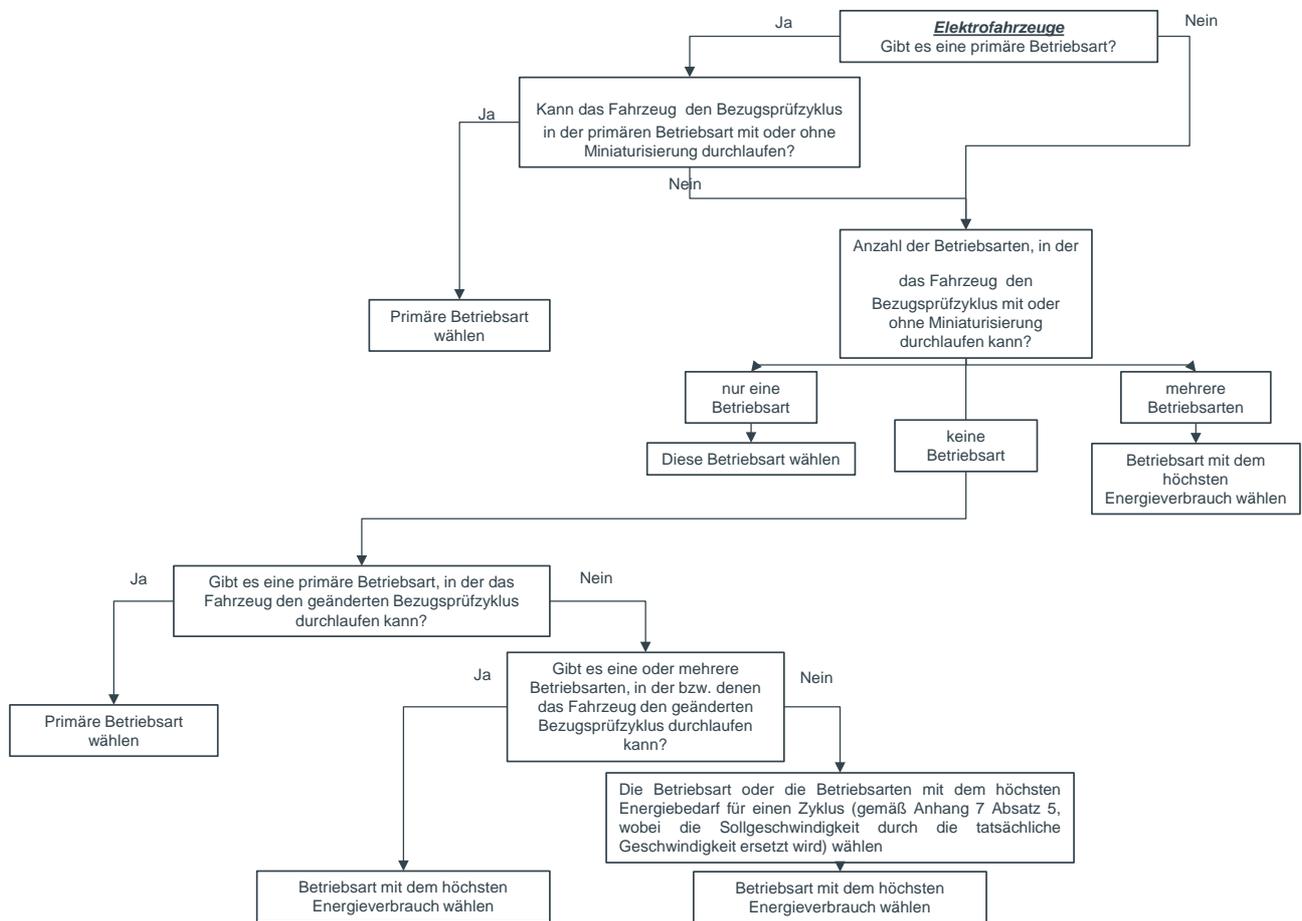
4.3. Gibt es keine Betriebsart nach den Absätzen 4.1 und 4.2 dieser Anlage, in der das Fahrzeug den Bezugsprüfzyklus durchlaufen kann, ist der Bezugsprüfzyklus gemäß Unteranhang 1 Absatz 9 zu ändern. Der sich daraus ergebende Prüfzyklus ist als anzuwendender WLTP-Prüfzyklus zu bezeichnen:

a) gibt es eine primäre Betriebsart, in der das Fahrzeug den Bezugsprüfzyklus durchlaufen kann, ist diese Betriebsart zu wählen

b) gibt es zwar keine primäre Betriebsart, jedoch andere Betriebsarten, in denen das Fahrzeug den geänderten Bezugsprüfzyklus durchlaufen kann, ist die Betriebsart mit dem höchsten Stromverbrauch zu wählen

c) gibt es keine Betriebsart, in der das Fahrzeug den geänderten Bezugsprüfzyklus durchlaufen kann, ist die Betriebsart bzw. sind die Betriebsarten mit dem höchsten Zyklusenergiebedarf zu ermitteln und die Betriebsart mit dem höchsten Zyklusenergiebedarf ist zu wählen

Wahl der vom Fahrer wählbaren Betriebsart für Elektrofahrzeuge



Unteranhang 8 – Anlage 7

Messung des Kraftstoffverbrauchs bei Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeugen mit komprimiertem Wasserstoff

1. Allgemeine Anforderungen

1.1. Der Kraftstoffverbrauch ist mit dem gravimetrischen Verfahren nach Absatz 2 dieses Anhangs zu messen.

Auf Ersuchen des Herstellers und mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde kann der Kraftstoffverbrauch mit Verfahren auf der Grundlage des Drucks oder des Durchsatzes gemessen werden. In diesem Fall legt der Hersteller technische Nachweise vor, dass das Verfahren gleichwertige Ergebnisse erzielt. Die Verfahren zur Messung auf der Grundlage von Druck und Durchsatz sind in ISO 23828 beschrieben.

2. Gravimetrisches Verfahren

Der Kraftstoffverbrauch ist durch Messung der Masse des Kraftstofftanks vor und nach der Prüfung zu berechnen.

2.1. Ausrüstung und Einstellung

2.1.1. Abbildung A8, Anl. 7/1 zeigt ein Beispiel für die Messeinrichtung. Zur Messung des Kraftstoffverbrauchs sind ein oder mehrere externe Kraftstofftanks zu verwenden. Die externen Kraftstofftanks sind zwischen dem Originalkraftstofftank und dem Brennstoffzellensystem an die Kraftstoffleitung des Fahrzeugs anzuschließen.

2.1.2. Für die Vorkonditionierung kann der Originaltank oder eine externe Wasserstoffquelle verwendet werden.

2.1.3. Die Druckbetankung ist dem vom Hersteller empfohlenen Wert anzupassen.

2.1.4. Unterschiede im Gaszufuhrdruck in den Leitungen bei Austausch der Leitungen sind zu minimieren.

Wird ein Einfluss von Druckunterschieden erwartet, verständigen sich der Hersteller und die Genehmigungsbehörde darüber, ob eine Korrektur erforderlich ist.

2.1.5. Präzisionswaage

2.1.5.1. Die für die Messung des Kraftstoffverbrauchs verwendete Präzisionswaage muss den Bedingungen nach Tabelle A8, Anl. 7/1 entsprechen.

Tabelle A8, Anl. 7/1

Prüfkriterien für die Analysewaage

Messung	Auflösung (Lesbarkeit)	Präzision (Wiederholbarkeit)
Präzisionswaage	höchstens 0,1 g	höchstens 0,02 ⁽⁴⁾

⁽⁴⁾ Kraftstoffverbrauch (REESS Ladebilanz = 0) während der Prüfung, in Masse, Standardabweichung

2.1.5.2. Die Präzisionswaage ist gemäß den Spezifikationen des Herstellers der Waage zu kalibrieren, oder mindestens so häufig, wie in Tabelle A8, Anl. 7/2 bestimmt.

Tabelle A8, Anl. 7/2

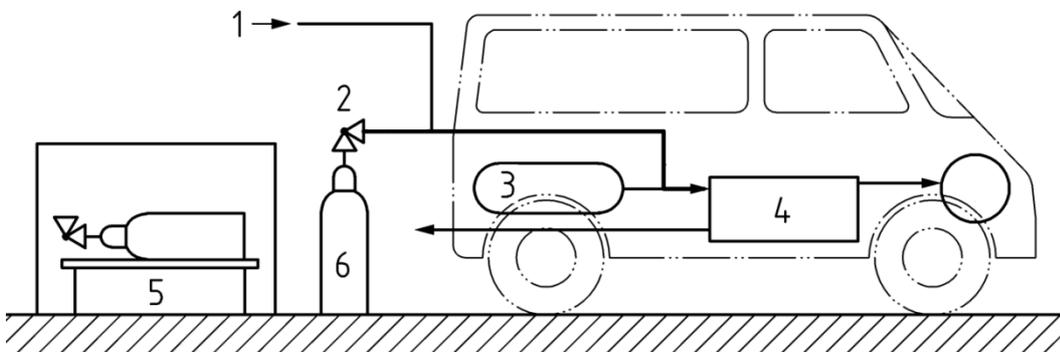
Kalibrierintervalle für das Instrument

Prüfungen des Instruments	Intervall
Präzision (Wiederholbarkeit)	jährliche und größere Wartung

2.1.5.3. Es sind angemessene Mittel zur Verringerung der Auswirkungen von Schwingungen und Konvektion (z. B. schwingungsgedämpfter Tisch, Windschutz) bereitzustellen.

Abbildung A8, Anl. 7/1

Beispiel für die Messeinrichtung



Dabei ist:

- 1 die externe Kraftstoffzufuhr für die Vorkonditionierung
- 2 der Druckregler
- 3 der Originaltank
- 4 das Brennstoffzellensystem
- 5 die Präzisionswaage
- 6 der/die externe(n) Tank(s) für die Messung des Kraftstoffverbrauchs

2.2. Prüfverfahren

2.2.1. Die Masse des externen Kraftstofftanks wird vor der Prüfung gemessen.

2.2.2. Der externe Tank wird wie in Abbildung A8, Anl. 7/1 gezeigt an die Kraftstoffleitung des Fahrzeugs angeschlossen.

2.2.3. Die Prüfung wird bei Kraftstoffzufuhr aus dem externen Tank durchgeführt.

2.2.4. Der externe Kraftstofftank wird von der Leitung getrennt.

2.2.5. Die Masse des externen Tanks nach der Prüfung wird gemessen.

2.2.6. Der nicht ausgeglichene Kraftstoffverbrauch bei Ladungserhaltung $FC_{CS,nb}$ wird aus der vor und nach der Prüfung gemessenen Masse mit folgender Gleichung berechnet:

$$FC_{CS,nb} = \frac{g_1 - g_2}{d} \times 100$$

Dabei ist:

$FC_{CS,nb}$ der während der Prüfung gemessene nicht ausgeglichene Kraftstoffverbrauch, kg/100 km

g_1 die Masse des Tanks zu Prüfbeginn, kg

g_2 die Masse des Tanks zu Prüfende, kg

d die während der Prüfung gefahrene Strecke, km

$FC_{CS,nb,p}$

Unteranhang 9

Bestimmung der Gleichwertigkeit der Verfahren

1. Allgemeine Anforderungen

Auf Ersuchen des Herstellers kann die Genehmigungsbehörde andere Messverfahren zulassen, wenn damit im Einklang mit Absatz 1.1 dieses Unteranhangs zu gleichwertige Ergebnisse erzielt werden. Die Gleichwertigkeit des Anwärters für ein Verfahren ist der Genehmigungsbehörde nachzuweisen.

1.1. Entscheidung über Gleichwertigkeit

Ein Anwärter für ein Verfahren gilt als gleichwertig sofern die Genauigkeit und die Präzision mindestens gleichwertig mit der des Bezugsverfahrens sind.

1.2. Feststellung der Gleichwertigkeit

Die Feststellung der Gleichwertigkeit eines Verfahrens erfolgt auf der Grundlage einer Korrelationsstudie zwischen dem Anwärter auf ein Verfahren und dem Bezugsverfahren. Die für die Korrelationsprüfungen heranzuziehenden Verfahren müssen von der Genehmigungsbehörde genehmigt werden.

Das Grundprinzip für die Feststellung der Genauigkeit und Präzision des Anwärters für ein Verfahren und des Bezugsverfahrens folgt den Leitlinien von ISO 5725 Teil 6 Anhang 8 „Vergleich alternativer Messverfahren“.

1.3. Durchführungsbestimmungen

Reserviert