

3.2. Berechnungen der Abgas- und CO₂-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.

$$M_{sik} = \frac{\sum_{j=1}^{n_k} M'_{sik,j}}{n_k} \text{ für } n_j \geq 1$$

$$M_{rik} = \frac{\sum_{j=1}^{d_k} M'_{rik,j}}{d_k} \text{ für } d \geq 1$$

$$M_{si} = \frac{\sum_{k=1}^x M_{sik} \times D_k}{\sum_{k=1}^x D_k}$$

$$M_{ri} = \frac{\sum_{k=1}^x M_{rik} \times d_k}{\sum_{k=1}^x d_k}$$

$$M_{pi} = \frac{M_{si} \times \sum_{k=1}^x D_k + M_{ri} \times \sum_{k=1}^x d_k}{\sum_{k=1}^x (D_k + d_k)}$$

$$M_{pi} = \frac{\sum_{k=1}^x (M_{sik} \times D_k + M_{rik} \times d_k)}{\sum_{k=1}^x (D_k + d_k)}$$

$$K_i \text{ -Faktor: } K_i = \frac{M_{pi}}{M_{si}}$$

$$K_i \text{ -Ausgleich: } K_i = M_{pi} - M_{si}$$

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.

*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:

$$E_{\text{fuel}} = 10 \times \text{HV} \times \text{FC}_{\text{nb}} \times d$$

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:
- 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;
 - 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		Dieselkraftstoff
	E10	E85	
Gehalt an Ethanol/Biodiesel, in Prozent			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 $\Delta E_{\text{REESS},j}$ aller REESS während der Phase j anhand der gemessenen Stromwerte und der Nennspannung berechnet werden:

$$\Delta E_{\text{REESS},j} = \sum_{i=1}^n \Delta E_{\text{REESS},j,i}$$

dabei ist:

$\Delta E_{\text{REESS},j,i}$ die Veränderung der elektrischen Energie des REESS i während des betrachteten Zeitraums j , in Wh;

und:

$$\Delta E_{\text{REESS},j,i} = \frac{1}{3\,600} \times U_{\text{REESS}} \times \int_{t_0}^{t_{\text{end}}} I(t)_{j,i} \, dt$$

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;
- $\frac{1}{3\ 600}$ der Faktor zur Umrechnung von Wh in Wh.

- 4.2. Für die Korrektur der CO₂-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 CO₂-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 CO₂-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 Wh in MJ;
- $\eta_{\text{alternator}}$ der Wirkungsgrad des Generators gemäß Absatz 4.4 dieser Anlage;
- $\text{Willans}_{\text{factor}}$ der verbrennungsvorgangsspezifische Willans-Faktor gemäß Tabelle A6, Anl. 2/3, in gCO₂/MJ.

- 4.5.1. Die CO₂-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 CO₂-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
Fremdzündungsmotor	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
Selbstzündungsmotor	Diesel (B7)	l/MJ	0,0611	0,0611
		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:

$$3,0 \leq H \leq 8,1 \text{ (g H}_2\text{O/kg Trockenluft)}$$

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_TReg} aus der folgenden Gleichung als der Zielkoeffizient C_1 zu verwenden ist.

$$f_{2_TReg} = f_2 \times (T_{ref} + 273) / (T_{reg} + 273)$$

dabei ist:

f_2 der Fahrwiderstandskoeffizient zweiter Ordnung (Straße) unter Bezugsbedingungen, in $N/(km/h)^2$.

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_{soak_ATCT} entspricht, mit einer Toleranz von zusätzlichen 15 Minuten. Auf Antrag des Herstellers und mit der Zustimmung der Genehmigungsbehörde kann t_{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 Prüfwelle 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 Prüfwelle 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:

$$FCF = M_{CO_2, T_{reg}} / M_{CO_2, 23^\circ}$$

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;

$M_{CO_2, T_{reg}}$ 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 Zyklenphasen 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 Zyklenphasen 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 $-2^\circ C$ bis $+4^\circ C$ 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 CO_2 -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 CO_2);
- CO_2 CO_2 -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; $M_{\text{CO}_2,p,1}$, in g/km.	1

Quelle	Dateneingabe	Verfahren	Ergebnis	Schritt Nr.
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 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
Ergebnis Schritt und 3	$M_{i,c,2}$, in g/km; $M_{CO_2,c,3}$, in g/km.	Verfahren für die Emissionsprüfung für alle mit periodisch arbeitenden Regenerationssystemen ausgestatteten Fahrzeuge, K_i . Unteranhang 6, Anlage 1 $M_{i,c,4} = K_i \times M_{i,c,2}$ oder $M_{i,c,4} = K_i \times M_{i,c,2}$ und $M_{CO_2,c,4} = K_{CO_2} \times M_{CO_2,c,3}$ oder $M_{CO_2,c,4} = K_{CO_2} \times M_{CO_2,c,3}$ Zusätzlicher Ausgleichs- oder Multiplikationsfaktor, der gemäß der Bestimmung von K_i zu verwenden ist. Wenn K_i nicht gilt: $M_{i,c,4} = M_{i,c,2}$ $M_{CO_2,c,4} = M_{CO_2,c,3}$	$M_{i,c,4}$, in g/km; $M_{CO_2,c,4}$, in g/km.	4a
Ergebnis Schritt 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

Quelle	Dateneingabe	Verfahren	Ergebnis	Schritt Nr.
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
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.	Abgleich der Phasenwerte. Unteranhang 6 Absatz 1.1.2.4 und: $M_{CO_2,c,7} = M_{CO_2,c,declared}$	$M_{CO_2,c,7}$ 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.	Berechnung des Kraftstoffverbrauchs 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 benutzt; b) die Grenzwertemissionen während des gesamten Zyklus benutzt. und: $M_{i,c,8} = M_{i,c,6}$ $M_{CO_2,c,8} = M_{CO_2,c,7}$ $M_{CO_2,p,8} = M_{CO_2,p,7}$	$FC_{c,8}$ 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“
Schritt 8	Für jedes der Prüf Fahrzeuge H und L: $M_{i,c,8}$ in g/km; $M_{CO_2,c,8}$ in g/km; $M_{CO_2,p,8}$ in g/km; $FC_{c,8}$ in l/100km; $FC_{p,8}$ in l/100km.	Wenn zusätzlich zu einem Prüf Fahrzeug H auch ein Prüf Fahrzeug L geprüft wird, muss der sich daraus ergebende Wert der Grenzwertemissionen der höchste der beiden Werte sein und bezeichnet werden als $M_{i,c}$. Im Falle der kombinierten THC+NOx-Emissionen ist der höchste Wert der Summe entweder in Bezug auf Fahrzeug H oder Fahrzeug L zu verwenden. Wurde kein Fahrzeug L geprüft, gilt ansonsten: $M_{i,c} = M_{i,c,8}$ Für CO ₂ - und FC-Werte sind die in Schritt 8 dieser Tabelle abgeleiteten Werte zu verwenden; dabei sind die CO ₂ -Werte auf zwei, und die FC-Werte auf drei Dezimalstellen zu runden.	$M_{i,c}$ in g/km; $M_{CO_2,c,H}$ 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.	9 „Ergebnis der Interpolationsfamilie“ Abschließendes Ergebnis für die Grenzwertemissionen

Quelle	Dateneingabe	Verfahren	Ergebnis	Schritt Nr.
Schritt 9	<p>$M_{CO_2,c,H}$ 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.</p>	<p>Berechnungen des Kraftstoffverbrauchs und der CO₂-Werte für Individualfahrzeuge einer CO₂-Interpolationsfamilie. Unteranhang 7 Absatz 3.2.3 CO₂-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.</p>	<p>$M_{CO_2,c,ind}$ in g/km; $M_{CO_2,p,ind}$ in g/km; $FC_{c,ind}$ in l/100km; $FC_{p,ind}$ in l/100km.</p>	<p>10 „Ergebnis eines Individualfahrzeugs“ Abschließendes CO₂- und FC-Ergebnis</p>

- 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),

V₀ 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:

$$V_{mix} = V \times K_1 \times \left(\frac{P_B - P_1}{T_p} \right)$$

dabei ist:

$$K_1 = \frac{273,15(K)}{101,325(kPa)} = 2,6961$$

P_B der Luftdruck im Prüfraum, in kPa,

P₁ 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 Komprimierbarkeitsseffekte 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 Bezugs-kraftstoff mit einer durchschnittlichen Zusammensetzung von C_xH_yO_z hat die folgende Form:

$$\rho_{\text{THC}} = \frac{\text{MW}_C + \frac{\text{H}}{\text{C}} \times \text{MW}_H + \frac{\text{O}}{\text{C}} \times \text{MW}_O}{V_M}$$

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:

$C_{\text{H}_2\text{O}}$ ist die H_2O -Konzentration im verdünnten Abgas im Sammelbeutel, in Volumenprozent;

$C_{\text{H}_2\text{O-DA}}$ 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 $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ hat die folgende Form:

$$\text{DF} = \frac{X}{C_{\text{CO}_2} + (C_{\text{HC}} + C_{\text{CO}}) \times 10^{-4}}$$

dabei ist:

$$X = 100 \times \frac{x}{x + \frac{y}{2} + 3,76(x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2})}$$

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:

$$C_{\text{NMHC}} = C_{\text{THC}} - (R_{\text{fCH}_4} \times C_{\text{CH}_4})$$

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 C_{CH_4} -Konzentration im verdünnten Abgas, ausgedrückt in ppm Kohlenstoffäquivalent und korrigiert um die CH_4 -Menge in der Verdünnungsluft;
- R_{fCH_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:

- Das Kalibriergas aus Propan und Luft wird am NMHC vorbeigeleitet;
- 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:

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

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

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:

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

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

dabei ist:

- $C_{\text{HC(w/NMC)}}$ die HC-Konzentration bei Führung des Probengases durch den NMC, in ppm C;
- $C_{\text{HC(w/oNMC)}}$ 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;

$C_{HC(w/oNMC)}$ 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_{H4} in Absatz 3.2.1.1.3.2 (Fall b) in diesem Unteranhang nimmt folgende Form an:

$$C_{CH4} = C_{HC(w/NMC)}$$

Die Gleichung zur Berechnung von C_{H4} in Absatz 3.2.1.1.3.2 (Fall b) in diesem Unteranhang nimmt folgende Form an:

$$C_{NMHC} = C_{HC(w/oNMC)} - C_{HC(w/NMC)} \times r_h$$

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_{cvcs} 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:

$$C_e = \frac{\sum_{i=1}^n q_{cvcs}(i) \times \Delta t \times C(i)}{V}$$

dabei ist:

C_e der durchflussgewichtete arithmetische Mittelwert der Konzentration;

$q_{cvcs}(i)$ 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 (t_1 bis t_2) 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 CO_2 -Werte für Einzelfahrzeuge einer Interpolationsfamilie

3.2.3.1. Kraftstoffverbrauch und CO_2 -Emissionen ohne Anwendung der Interpolationsmethode

Der gemäß Absatz 3.2.1 dieses Unteranhangs berechnete CO_2 -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 CO_2 -Emissionen unter Anwendung der Interpolationsmethode

Die CO_2 -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 CO_2 -Emissionen der Prüffahrzeuge L und H

Die für die nachfolgenden Berechnungen zu verwendende Masse der CO_2 -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:

- 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;
- die Alternativmethode ist nur für diejenigen luftwiderstandsrelevanten Karosserieteile (z. B. Räder, Karosserieformen, Kühlsystem) anzuwenden, deren Gleichwertigkeit nachgewiesen wurde;
- 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;
- 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
- falls ein Simulationsmodell geändert wird, ist eine erneute Validierung erforderlich. $\Delta(C_D \times A_f)_{\text{LH}}$ 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 .

$\Delta(C_D \times A_f)_{\text{ind}}$ 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 $0,015 \text{ m}^2$ 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 $0,015 \text{ m}^2$ 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 m^2 ;

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 m^2 .

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:

$$F_L(v) = f_{0,L}^* + f_{1,L} \times v + f_{2,L}^* \times v^2$$

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:

$$k=1: f_0 = f_{0,L}^*, f_1 = f_{1,H}, f_2 = f_{2,L}^*, m = TM_L$$

(Prüffahrzeug L)

$$k=2: f_0 = f_{0,H}, f_1 = f_{1,H}, f_2 = f_{2,H}, m = TM_H$$

(Prüffahrzeug H)

$$k=3: f_0 = f_{0,ind}, f_1 = f_{1,H}, f_2 = f_{2,ind}, m = TM_{ind}$$

(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:

$$M_{CO_2-ind,p} = M_{CO_2-L,p} + \left(\frac{E_{3,p} - E_{1,p}}{E_{2,p} - E_{1,p}} \right) \times (M_{CO_2-H,p} - M_{CO_2-L,p})$$

Die Masse der CO₂-Emissionen in g/km für ein Einzelfahrzeug während des gesamten Zyklus ist anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$M_{CO_2-ind} = M_{CO_2-L} + \left(\frac{E_3 - E_1}{E_2 - E_1} \right) \times (M_{CO_2-H} - M_{CO_2-L})$$

Die Ausdrücke $E_{1,p}$, $E_{2,p}$ und $E_{3,p}$ und E_1 , E_2 und E_3 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:

$$FC_{\text{ind},p} = FC_{L,p} + \left(\frac{E_{3,p} - E_{1,p}}{E_{2,p} - E_{1,p}} \right) \times (FC_{H,p} - FC_{L,p})$$

Der Kraftstoffverbrauch in l/100 km für ein Einzelfahrzeug während des gesamten Zyklus ist anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$FC_{\text{ind}} = FC_L + \left(\frac{E_3 - E_1}{E_2 - E_1} \right) \times (FC_H - FC_L)$$

Die Ausdrücke $E_{1,p}$, $E_{2,p}$ und $E_{3,p}$, und E_1 , E_2 und E_3 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_{CO₂-L_M,p} bzw. M_{CO₂-H_M,p} bezeichnet. Der Kraftstoffverbrauchswerte für die einzelnen Zyklusphasen des anwendbaren WLTC-Zyklus sind gemäß Absatz 6 dieses Unteranhangs zu bestimmen; sie werden als FC_{L_M,p} bzw. FC_{H_M,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_{L_M}, und Fahrzeug H_M, RR_{H_M} 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 Hintergrundluft 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:

$$V_{\text{mix}} = V_{\text{mix indicated}} + V_{\text{ep}}$$

dabei ist:

$V_{\text{mix indicated}}$ 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:

$$\text{PN} = \frac{V \times k \times (\overline{C}_s \times \overline{f}_r - C_b \times \overline{f}_{rb}) \times 10^3}{d}$$

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 Doppelverdünnungsmethode), 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 Normalmess-einrichtung, 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:

$$E_i = F_i \times d_i \text{ wenn } F_i > 0$$

$$E_i = 0 \text{ wenn } F_i \leq 0$$

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;

T_M ist die Prüfmasse, in kg

a_i ist die Beschleunigung während des Zeitraumes (i-1) bis (i), in m/s^2 ;

f_0, f_1, f_2 sind die Fahrwiderstandskoeffizienten (Straße) für das betrachtete Prüffahrzeug (T_{M_L}, T_{M_H} oder $T_{M_{ind}}$) 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/s^2 ;

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 CO_2 aus der Tabelle A7/1 zu berechnen.

6.2.1. Die allgemeine Gleichung mit H/C- und O/C-Verhältniswerten 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 $m^3/100$ 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;
- p_1 der Gasdruck im Kraftstofftank vor dem anzuwendenden Prüfzyklus, in Pa;
- p_2 der Gasdruck im Kraftstofftank nach dem anzuwendenden Prüfzyklus, in Pa;
- T_1 die Gastemperatur im Kraftstofftank vor dem anzuwendenden Prüfzyklus, in K;
- T_2 die Gastemperatur im Kraftstofftank nach dem anzuwendenden Prüfzyklus, in K;
- Z_1 der Kompressibilitätsfaktor des gasförmigen Kraftstoffs bei p_1 und T_1 ;
- Z_2 der Kompressibilitätsfaktor des gasförmigen Kraftstoffs bei p_2 und T_2 ;
- 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 Dieselmotor (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:

$$FC = \frac{MW_C + \frac{H}{C} \times MW_H + \frac{O}{C} \times MW_O}{MW_C \times \rho_{\text{fuel}} \times 10} \times \left(\frac{MW_C}{MW_C + \frac{H}{C} \times MW_H + \frac{O}{C} \times MW_O} \times \text{HC} + \frac{MW_C}{MW_{CO}} \times \text{CO} + \frac{MW_C}{MW_{CO_2}} \times \text{CO}_2 \right)$$

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

		T (K)									
		5	100	200	300	400	500	600	700	800	900
	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 Fahrkurvenindizes

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 Fahrkurvenindizes für entsprechende Betriebsphasen die vorgeschriebene Geschwindigkeit anstatt der tatsächlichen Fahrzeuggeschwindigkeit zu verwenden.

7.2. Berechnung der Fahrkurvenindizes

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⁾ , E AER _{city} , R _{CDA} ⁽¹⁾ , 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

Parameter	Einheiten	Angabe der abschließenden Prüfungsergebnisse
$M_{CO_2,CS(p)}$ ⁽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

⁽¹⁾ Keine Parameter für Einzelfahrzeuge
⁽²⁾ (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

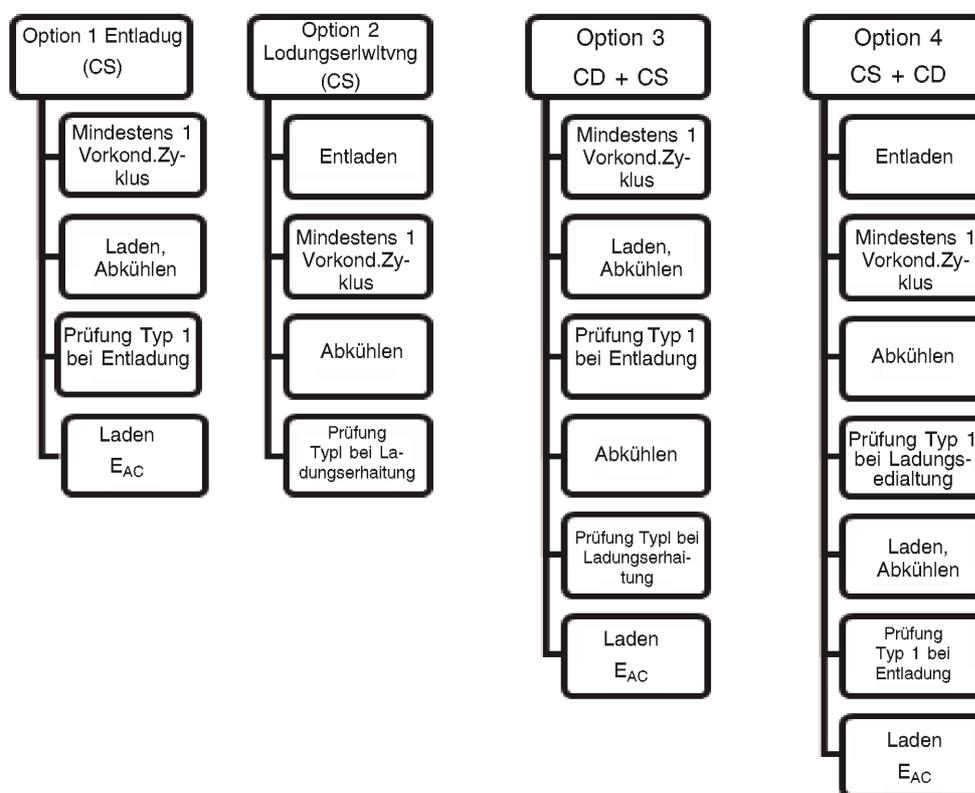
2.1. Für alle OVC-HEV, NOVC-HEV, NOVC-FCHV und Elektrofahrzeuge gelten folgende Bestimmungen:

- 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;
- 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 Temperaturregulationssystem 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 Unteranhangs sowie die entsprechende Ladezustandskurve des REESS werden in Anlage 1 Abbildung A8, Anl. 1/1 dieses Unteranhangs gezeigt.

3.2.4.1. Vorkonditionierung

Das Fahrzeug ist gemäß den Verfahren in Anlage 4 Absatz 2.2 dieses Unteranhangs 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 bord-eigenen 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.

$$REEC_i = \frac{|\Delta E_{REESS,i}|}{E_{cycle} \times \frac{1}{3600}}$$

Dabei ist:

$REEC_i$ die relative Veränderung der elektrischen Energie des anzuwendenden betrachteten Prüfzyklus i der Prüfung Typ 1 bei Entladung;

$\Delta E_{REESS,i}$ 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 Absatz 1.4.2.2. ist für den anzuwendenden WLTP-Prüfzyklus nicht verfügbar.	Das Verfahren für die Prüfung Typ 1 mit aufeinander folgenden 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.

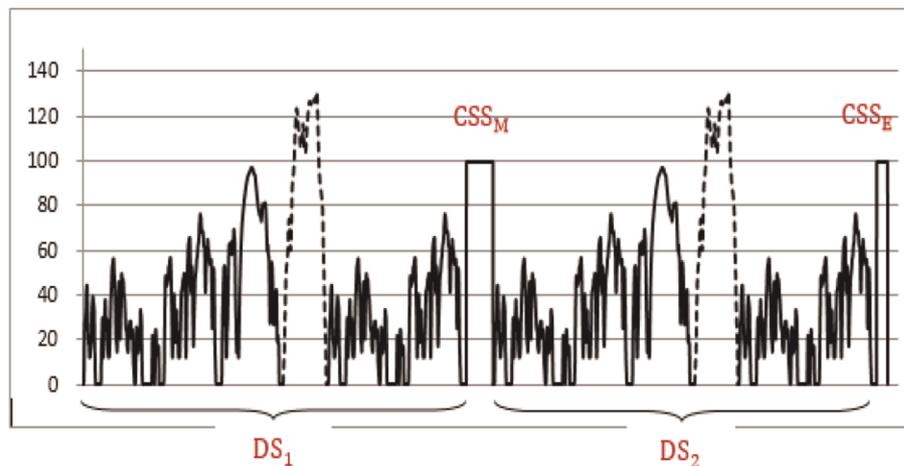
3.4.4.2. Verkürztes Verfahren der Prüfung Typ 1

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

Gefahrene Strecke (km)	Maximale Gesamtdauer der Pause (Min.)
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 A8, 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 CO_2);
- CS bei Ladungserhaltung
- CO_2 CO_2 -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; $M_{CO_2,CS,p,1}$ in g/km.	1
Ergebnis des Schritts Nr. 1 dieser Tabelle	$M_{i,CS,p,1}$ in g/km; $M_{CO_2,CS,p,1}$ in g/km.	Berechnung der Werte von kombinierten Zyklen bei Ladungserhaltung: $M_{i,CS,c,2} = \frac{\sum_p M_{i,CS,p,1} \times d_p}{\sum_p d_p}$ $M_{CO_2,CS,c,2} = \frac{\sum_p M_{CO_2,CS,p,1}}{\sum_p d_p}$ 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; $M_{CO_2,CS,c,2}$ in g/km.	2

Quelle	Dateneingabe	Verfahren	Ergebnis	Schritt Nr.
		$M_{CO_2,CS,c,2}$ ist das Ergebnis der CO_2 - Emissionsmasse während des gesamten Zyklus; d_p sind die gefahrenen Strecken der Zyklusphasen p.		
Ergebnis der Schritte Nr. 1 und 2 dieser Tabelle	$M_{CO_2,CS,p,1}$ in g/km; $M_{CO_2,CS,c,2}$ in g/km.	Berichtigung der Veränderung der elektrischen Energie des REESS Unteranhang 8, Absätze 4.1.1.2 bis einschließlich 4.1.1.5	$M_{CO_2,CS,p,3}$ in g/km; $M_{CO_2,CS,c,3}$ in g/km.	3
Ergebnis der Schritte Nr. 2 und 3 dieser Tabelle	$M_{i,CS,c,2}$ in g/km $M_{CO_2,CS,c,3}$ in g/km.	Berichtigung der Emissionsmasse bei Ladungserhaltung für alle Fahrzeuge, die mit Systemen mit periodischer Regeneration K_i gemäß Unteranhang 6 Anlage 1 ausgerüstet sind. $M_{i,CS,c,4} = K_i \times M_{i,CS,c,2}$ oder $M_{i,CS,c,4} = K_i + M_{i,CS,c,2}$ und $M_{CO_2,CS,c,4} = K_{CO_2,K_i} \times M_{CO_2,CS,c,3}$ oder $M_{CO_2,CS,c,4} = K_{CO_2,K_i} + M_{CO_2,CS,c,3}$ Zusätzlicher Ausgleichs- oder Multiplikationsfaktor, der gemäß der Bestimmung von K_i zu verwenden ist. Wenn K_i nicht gilt: $M_{i,CS,c,4} = M_{i,CS,c,2}$ $M_{CO_2,CS,c,4} = M_{CO_2,CS,c,3}$	$M_{i,CS,c,4}$ in g/km. $M_{CO_2,CS,c,4}$ in g/km.	4a
Ergebnis der Schritte Nr. 3 und 4a dieser Tabelle	$M_{CO_2,CS,p,3}$ in g/km; $M_{CO_2,CS,c,3}$ in g/km; $M_{CO_2,CS,c,4}$ in g/km.	Wenn K_i gilt, sind die Werte der CO_2 -Phasen an den Wert des kombinierten Zyklus anzupassen: $M_{CO_2,CS,p,4} = M_{CO_2,CS,p,3} \times AF_{K_i}$ 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: $M_{CO_2,CS,p,4} = M_{CO_2,CS,p,3}$	$M_{CO_2,CS,p,4}$ in g/km.	4b

Quelle	Dateneingabe	Verfahren	Ergebnis	Schritt Nr.
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+NO _x -Emissionen ist der höchste Wert der Summe entweder bezogen auf VH oder VL zu verwenden. Wurde kein Fahrzeug L geprüft, gilt ansonsten $M_{i,CS,c} = M_{i,CS,c,6}$ Für CO ₂ sind die in Schritt 7 dieser Tabelle abgeleiteten Werte zu verwenden. Die CO ₂ -Werte sind auf zwei Dezimalstellen zu runden.	$M_{i,CS,c}$ 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“ Ab-schließen-des Ergebnis für die Grenzwertemissionen
Ergebnis des Schritts Nr. 8 dieser Tabelle	$M_{CO_2,CS,c,H}$ 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;	Berechnung der CO ₂ -Emissionsmasse gemäß Absatz 4.5.4.1 dieses Unteranhangs für Einzelfahrzeuge einer Interpolationsfamilie. Die CO ₂ -Werte sind gemäß der Tabelle A8/2 zu runden	$M_{CO_2,CS,c,ind}$ in g/km; $M_{CO_2,CS,p,ind}$ in g/km;	9 „Ergebnis eines Einzelfahrzeugs“ Ab-schließen-des CO ₂ -Ergebnis

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:

$$M_{CO_2,CS} = M_{CO_2,CS,nb} - K_{CO_2} \times EC_{DC,CS}$$

dabei ist:

$M_{CO_2,CS}$ die CO₂-Emissionsmasse der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung gemäß Tabelle A8/5, Schritt Nr. 2, in g/km;

$M_{CO_2,CS,nb}$ die nicht ausgeglichene, nicht um die Energiebilanz korrigierte CO₂-Emissionsmasse bei der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung, bestimmt nach Tabelle A8/5, Schritt Nr. 2, in g/kg;

$EC_{DC,CS}$ 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 CO₂-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 CO₂-Emissionsmasse festgelegt, so ist die phasenspezifische CO₂-Emissionsmasse anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$M_{CO_2,CS,p} = M_{CO_2,CS,nb,p} - K_{CO_2} \times EC_{DC,CS,p}$$

dabei ist:

$M_{CO_2,CS,p}$ die CO₂-Emissionsmasse der Phase p der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung gemäß Tabelle A8/5, Schritt Nr. 2, in g/km;

$M_{CO_2,CS,nb,p}$ die nicht ausgeglichene, nicht um die Energiebilanz korrigierte CO₂-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 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 CO₂-Emissionsmasse gemäß Anlage 2 Absatz 2.3.2 dieses Unteranhangs, in (g/km)/(Wh/km).

- 4.1.1.5. Wurden Berichtigungskoeffizienten für die phasenspezifische CO₂-Emissionsmasse festgelegt, so ist die phasenspezifische CO₂-Emissionsmasse anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$M_{\text{CO}_2,\text{CS},p} = M_{\text{CO}_2,\text{CS},\text{nb},p} - K_{\text{CO}_2,p} \times EC_{\text{DC},\text{CS},p}$$

dabei ist:

- $M_{\text{CO}_2,\text{CS},p}$ die CO₂-Emissionsmasse bei Ladungserhaltung der Phase p der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung gemäß Tabelle A8/5, Schritt Nr. 3, in g/km;
- $M_{\text{CO}_2,\text{CS},\text{nb},p}$ die nicht ausgeglichene, nicht um die Energiebilanz korrigierte CO₂-Emissionsmasse der Phase p der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung, bestimmt nach Tabelle A8/5, Schritt Nr. 2, in g/kg;
- $EC_{\text{DC},\text{CS},p}$ der Stromverbrauch der Phase p der Prüfung Typ 1 bei Ladungserhaltung, bestimmt gemäß Absatz 4.3 dieses Unteranhangs, in Wh/km;
- $K_{\text{CO}_2,p}$ der Berichtigungskoeffizient für die CO₂-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 CO₂-Emissionsmasse für OVC-HEV

Die nutzfaktorgewichtete CO₂-Emissionsmasse $M_{\text{CO}_2,\text{CD}}$ bei Entladung ist anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$M_{\text{CO}_2,\text{CD}} = \frac{\sum_{j=1}^k (UF_j \times M_{\text{CO}_2,\text{CD},j})}{\sum_{j=1}^k UF_j}$$

dabei ist:

- $M_{\text{CO}_2,\text{CD}}$ die nutzfaktorgewichtete CO₂-Emissionsmasse bei Entladung, in g/km;
- $M_{\text{CO}_2,\text{CD},j}$ die CO₂-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, $n_{\text{veh}_{\text{ind}}}$, 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 der Bestätigungszyklus eines Einzelfahrzeugs in die Berechnung einfließen. Die CO₂-Emissionsmasse jeder Phase des Bestätigungszyklus ist dann auf einen Stromverbrauch von Null zu berichtigen, $EC_{\text{DC},\text{CD},j} = 0$, unter Anwendung des CO₂-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;

- $PN_{CD,j}$ 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.	$FC_{CS,c,1}$, in l/100 km; $FC_{CS,p,1}$, in l/100 km;	1 „ FC_{CS} Ergebnisse einer Prüfung Typ 1 für ein Prüffahrzeug“

Quelle	Dateneingabe	Verfahren	Ergebnis	Schritt Nr.
		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.		
Schritt Nr. 1 dieser Tabelle	Für jedes Prüffahrzeug H und L: FC _{CS,c,1} in l/100 km; FC _{CS,p,1} in l/100 km;	Für den Kraftstoffverbrauch (fuel consumption – FC) sind die in Schritt 1 dieser Tabelle abgeleiteten Werte zu verwenden. Die FC-Werte sind auf drei Dezimalstellen zu runden.	FC _{CS,c,H} in l/100 km; FC _{CS,p,H} in l/100 km; und falls ein Fahrzeug L geprüft wurde: FC _{CS,c,L} in l/100 km; FC _{CS,p,L} in l/100 km;	2 „Ergebnis der Interpolationsfamilie“ Abschließendes Ergebnis der Grenzwertemissionen
Schritt Nr. 2 dieser Tabelle	FC _{CS,c,H} in l/100 km; FC _{CS,p,H} in l/100 km; und falls ein Fahrzeug L geprüft wurde: FC _{CS,c,L} in l/100 km; FC _{CS,p,L} in l/100 km;	Berechnung des endgültigen Kraftstoffverbrauchs gemäß Absatz 4.5.5.1 dieses Unterhangs für Einzelfahrzeuge einer Interpolationsfamilie. Die FC-Werte sind gemäß der Tabelle A8/2 zu runden	FC _{CS,c,ind} in l/100 km; FC _{CS,p,ind} in l/100 km;	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/100 km	Kraftstoffverbrauch bei Ladungserhaltung gemäß Anlage 7 Absatz 2.2.6 dieses Unteranhangs	$FC_{CS,c,1}$, in kg/100 km;	1
Ergebnis des Schritts Nr. 1 dieser Tabelle	$FC_{CS,c,1}$, in kg/100 km;	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/100 km;	2
Ergebnis des Schritts Nr. 2 dieser Tabelle	$FC_{CS,c,2}$, in kg/100 km;	ATCT-Berichtigung gemäß Unteranhang 6a Absatz 3.8.2. Gemäß Anhang VII berechnete und angewandte Verschlechterungsfaktoren	$FC_{CS,c,3}$, in kg/100 km;	3 „Ergebnis einer einzigen Prüfung“
Ergebnis des Schritts Nr. 3 dieser Tabelle	Für jede Prüfung: $FC_{CS,c,3}$, in kg/100 km;	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/100 km;	4
Ergebnis des Schritts Nr. 4 dieser Tabelle	$FC_{CS,c,4}$, in kg/100 km; $FC_{CS,c,declared}$, in kg/100 km	Abgleich der Phasenwerte Unteranhang 6 Absatz 1.1.2.4. und: $FC_{CS,c5} = FC_{CS,c,declared}$	$FC_{CS,c,5}$, in kg/100 km;	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 CO₂-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:

$$FC_{\text{weighted}} = \sum_{j=1}^k (UF_j \times FC_{\text{CD},j}) + (1 - \sum_{j=1}^k UF_j) \times FC_{\text{CS}}$$

dabei ist:

FC_{weighted} der nutzfaktorgewichtete Kraftstoffverbrauch, in l/100 km;

UF_j der Nutzfaktor der Phase j gemäß Anlage 5 dieses Unteranhangs;

$FC_{\text{CD},j}$ 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, $n_{\text{veh}_{\text{ind}}}$, 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 der Bestätigungszyklus eines Einzelfahrzeugs in die Berechnung einfließen. Der Kraftstoffverbrauch jeder Phase des Bestätigungszyklus ist dann auf einen Stromverbrauch von Null zu berichtigen $EC_{\text{DC},\text{CD},j} = 0$, 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:

$$EC_{\text{DC},j} = \frac{\Delta E_{\text{REESS},j}}{d_j}$$

dabei ist:

$EC_{\text{DC},j}$ der Stromverbrauch während des betrachteten Zeitraums anhand der Erschöpfung des REESS, in Wh/km;

$\Delta E_{\text{REESS},j}$ 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

$$\Delta E_{\text{REESS},j} = \sum_{i=1}^n \Delta E_{\text{REESS},j,i}$$

dabei ist:

$\Delta E_{\text{REESS},j,i}$: die Veränderung der elektrischen Energie des REESS i während des betrachteten Zeitraums j , in Wh;

und

$$\Delta E_{\text{REESS},j,i} = \frac{1}{3600} \times \int_{t_0}^{t_{\text{end}}} U(t)_{\text{REESS},j,i} \times I(t)_{j,i} dt$$

dabei ist:

$U(t)_{\text{REESS},j,i}$ 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 wieder aufgeladenen Energie für OVC-HEV

Der nutzfaktorgewichtete Stromverbrauch bei Entladung auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wieder aufgeladenen Energie ist anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$EC_{\text{AC,CD}} = \frac{\sum_{j=1}^k (UF_j \times EC_{\text{AC,CD},j})}{\sum_{j=1}^k UF_j}$$

dabei ist:

$EC_{\text{AC,CD}}$ der nutzfaktorgewichtete Stromverbrauch bei Entladung auf der Grundlage der aus dem Stromnetz wieder aufgeladenen 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:

$$EC_{city} = \frac{E_{AC}}{PER_{city}}$$

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.