



**RAT DER  
EUROPÄISCHEN UNION**

**Brüssel, den 19. Dezember 2013  
(OR. en)**

**18023/13  
ADD 1**

**ENT 352  
ENV 1221  
CODEC 3038  
DELECT 108**

**ÜBERMITTLUNGSVERMERK**

---

Absender:	Herr Jordi AYET PUIGARNAU, Direktor, im Auftrag der Generalsekretärin der Europäischen Kommission
Eingangsdatum:	16. Dezember 2013
Empfänger:	Herr Uwe CORSEPIUS, Generalsekretär des Rates der Europäischen Union
Nr. Komm.dok.:	C(2013) 8954 final ANHÄNGE 1 bis 2
Betr.:	ANHÄNGE der delegierten Verordnung der Kommission zur Ergänzung der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Anforderungen an die Umweltverträglichkeit und die Leistung der Antriebseinheit sowie zur Änderung ihres Anhangs V

---

Die Delegationen erhalten in der Anlage das Dokument C(2013) 8954 final ANHÄNGE 1 bis 2.

---

Anl.: C(2013) 8954 final ANHÄNGE 1 bis 2



Brüssel, den 16.12.2013  
C(2013) 8954 final

ANNEXES 1 to 2

## **ANHÄNGE**

**der**

**delegierten Verordnung der Kommission**

**zur Ergänzung der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 des Europäischen Parlaments und  
des Rates in Bezug auf die Anforderungen an die Umweltverträglichkeit und die  
Leistung der Antriebseinheit sowie zur Änderung ihres Anhangs V**

## ANHÄNGE

der

delegierten Verordnung der Kommission

zur Ergänzung der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Anforderungen an die Umweltverträglichkeit und die Leistung der Antriebseinheit sowie zur Änderung ihres Anhangs V

### LISTE DER ANHÄNGE

Anhang Nummer	Titel des Anhangs	Seite
I	Verzeichnis der verbindlichen UNECE-Regelungen	20
II	Anforderungen für die Prüfung Typ I: Auspuffemissionen nach Kaltstart	21
III	Anforderungen für die Prüfung Typ II: Auspuffemissionen bei (erhöhter) Leerlaufdrehzahl und bei freier Beschleunigung	199
IV	Anforderungen für die Prüfung Typ III: Emissionen aus dem Kurbelgehäuse	204
V	Anforderungen für die Prüfung Typ IV: Verdunstungsemissionen	209
VI	Anforderungen für die Prüfung Typ V: Dauerhaltbarkeit emissionsmindernder Einrichtungen	237
VII	Anforderungen für die Prüfung Typ VII: CO <sub>2</sub> -Emissionen, Kraftstoffverbrauch, Verbrauch an elektrischer Energie und elektrische Reichweite	259
VIII	Anforderungen für die Prüfung Typ VIII: Prüfung des On-Board-Diagnosesystems (OBD-System) im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit	304
IX	Anforderungen für die Prüfung Typ IX: Geräuschpegel	311
X	Prüfverfahren und technische Anforderungen hinsichtlich der Leistung der Antriebseinheit	363
XI	Fahrzeugantriebsfamilie im Hinblick auf die Prüfungen zum Nachweis der Umweltverträglichkeit	404

XII	Änderung von Anhang V Teil A der Verordnung (EU) Nr. 168/2013.	409
-----	--	-----

**ANHANG I**  
**Verzeichnis der verbindlichen UNECE-Regelungen**

<b>UNECE-Regelung Nr.</b>	<b>Gegenstand</b>	<b>Änderungsserie</b>	<b>ABl.-Fundstelle</b>	<b>Geltungsbereich</b>
<b>41</b>	Geräuschemissionen von Krafträdern	04	ABl. L 317 vom 14.11.2012, S. 1.	L3e, L4e

Erläuterung: Die Tatsache, dass ein System oder Bauteil in dieser Liste erscheint, bedeutet nicht, dass sein Einbau obligatorisch ist. Andere Anhänge dieser Verordnung enthalten jedoch Vorschriften zum verbindlichen Einbau bestimmter Bauteile.

**ANHANG II**  
**Anforderungen für die Prüfung Typ I: Auspuffemissionen nach Kaltstart**

<b>Anlage Nummer</b>	<b>Titel der Anlage</b>	<b>Seite</b>
1	In Anhang II verwendete Symbole	74
2	Bezugskraftstoffe	78
3	Rollenprüfstand	85
4	Abgasverdünnungssystem	91
5	Einstufung der äquivalenten Schwungmasse und des Fahrwiderstands	103
6	Fahrzyklen für Prüfungen Typ I	106
7	Prüfungen von Fahrzeugen der Klasse L mit einem Rad oder einem Doppelrad an der Antriebsachse auf der Straße für die Bestimmung der Einstellungen des Prüfstands	153
8	Prüfungen von Fahrzeugen der Klasse L mit mindestens zwei Rädern an der Antriebsachse auf der Straße für die Bestimmung der Einstellungen des Prüfstands	160
9	Erläuterung zum Gangwechselfahren für eine Prüfung Typ I	168
10	Prüfungen zur Typgenehmigung einer emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch für Fahrzeuge der Klasse L als selbständige technische Einheit	174
11	Verfahren für die Prüfung Typ I von Hybridfahrzeugen der Klasse L	178
12	Verfahren für die Prüfung Typ I von Fahrzeugen der Klasse L, die mit Flüssiggas, Erdgas/Biomethan, Wasserstoff-Erdgas-Flexfuel oder Wasserstoff betrieben werden	189
13	Verfahren für die Prüfung Typ I von Fahrzeugen der Klasse L mit einem System mit periodischer Regenerierung	193

## **1. Einleitung**

- 1.1. In diesem Anhang wird das Verfahren für die Prüfung Typ I gemäß Anhang V Teil A der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 beschrieben.
- 1.2. In diesem Anhang wird ein harmonisiertes Verfahren zur Bestimmung der Emissionen von gasförmigen Schadstoffen, Partikeln und Kohlendioxid bereitgestellt, außerdem wird auf ihn in Anhang VII zur Bestimmung des Kraftstoffverbrauchs, des Energieverbrauchs und der elektrischen Reichweite von Fahrzeugen der Klasse L, die in den Anwendungsbereich der Verordnung Nr. 168/2013 fallen, repräsentativ für den tatsächlichen Fahrbetrieb bestimmt werden können.
  - 1.1.1. Der „WMTC, Phase 1“ wurde 2006 in die EU-Rechtsvorschriften zur Typgenehmigung aufgenommen; die Hersteller konnten ab diesem Zeitpunkt anstatt des konventionellen Europäischen Fahrzyklus gemäß Kapitel 5 der Richtlinie 97/24/EG auch den *world harmonised motorcycle test cycle* (WMTC) gemäß der Globalen Technischen Regelung Nr. 2 der Vereinten Nationen einsetzen, um die Leistung des betreffenden Kraftradtyps der Klasse L3e in Bezug auf die Emissionen nachzuweisen.
  - 1.1.2. Der „WMTC, Phase 2“ entspricht dem „WMTC, Phase 1“ mit zusätzlichen Verbesserungen im Bereich der Gangwechsellvorschriften und ist als obligatorische Prüfung Typ I zur Genehmigung von Euro-4-kompatiblen Fahrzeugen der (Unter-)Klassen L3e, L4e, L5e-A und L7e-A zu verwenden.
  - 1.1.3. Der „überarbeitete WMTC“ oder „WMTC, Phase 3“ entspricht dem „WMTC, Phase 2“ für Krafträder der Klasse L3e, enthält jedoch auch speziell auf die jeweiligen (Unter-)Klassen zugeschnittene Fahrzyklen für alle sonstigen Fahrzeuge und dient als Prüfung Typ I zur Genehmigung von Euro-5-kompatiblen Fahrzeugen der Klasse L.
- 1.2. Die Ergebnisse können als Grundlage zur Festlegung von Grenzwerten für gasförmige Schadstoffe und Kohlendioxid sowie für Kraftstoffverbrauch, Energieverbrauch und elektrische Reichweite nach den Angaben des Herstellers im Rahmen der Verfahren zur Typgenehmigung im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit dienen.

## **2. Allgemeine Anforderungen**

- 2.1. Die Teile, die einen Einfluss auf die Emission gasförmiger Schadstoffe, auf die Kohlendioxidemissionen und auf den Kraftstoffverbrauch haben können, müssen so ausgelegt, gebaut und montiert sein, dass das Fahrzeug unter normalen Betriebsbedingungen trotz der Schwingungen, denen es möglicherweise ausgesetzt ist, den Bestimmungen dieses Anhangs entspricht.

Anmerkung 1: Die in Anhang II verwendeten Symbole sind in Anlage 1 verzeichnet.

- 2.2. Verborgene Strategien, mit denen der Antriebsstrang des Fahrzeugs beim Durchlaufen des betreffenden Laborprüfungszyklus „optimiert“ wird, so dass die Auspuffemissionen geringer ausfallen und die Betriebsbedingungen sich vom tatsächlichen Fahrbetrieb erheblich unterscheiden, gelten als Abschaltstrategie und sind untersagt, falls sie nicht vom Hersteller zur Zufriedenheit der Genehmigungsbehörde dokumentiert und angegeben wurden.

### **3. Leistungsanforderungen**

Die geltenden Leistungsanforderungen für die EU-Typgenehmigung sind in Anhang VI Teile A, B und C der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 aufgeführt.

### **4. Prüfbedingungen**

#### 4.1. Prüfraum und Abstellbereich

##### 4.1.1. Prüfraum

Der Prüfraum mit dem Rollenprüfstand und der Gasprobenahmeeinrichtung muss eine Temperatur von  $298,2 \pm 5 \text{ K}$  ( $25 \pm 5 \text{ °C}$ ) haben. Die Raumtemperatur ist vor und nach der Prüfung Typ I in der Nähe des Kühlgebläses (Ventilators) des Fahrzeugs zu messen.

##### 4.1.2. Abstellbereich

Der Abstellbereich muss eine Temperatur von  $298,2 \pm 5 \text{ K}$  ( $25 \pm 5 \text{ °C}$ ) haben und so beschaffen sein, dass das vorzukonditionierende Fahrzeug dort gemäß Nummer 5.2.4 abgestellt werden kann.

#### 4.2. Prüffahrzeug

##### 4.2.1. Allgemeines

Alle Bauteile des Prüffahrzeugs müssen den serienmäßigen Bauteilen entsprechen oder sind, wenn sie sich von ihnen unterscheiden, im Prüfbericht vollständig zu beschreiben. Bei der Auswahl des Prüffahrzeugs vereinbaren der Hersteller und der technische Dienst mit Zustimmung der Genehmigungsbehörde, welches geprüfte Stammfahrzeug repräsentativ für die entsprechende Fahrzeugantriebsfamilie gemäß Anhang XI ist.

##### 4.2.2. Einfahren

Das Fahrzeug ist in gutem technischen Zustand und ordnungsgemäß gewartet und genutzt vorzuführen. Es muss eingefahren sein und vor der Prüfung mindestens



1000 km zurückgelegt haben. Motor und Kraftübertragungsstrang müssen ordnungsgemäß nach den Vorschriften des Herstellers eingefahren sein.

#### 4.2.3. Einstellungen

Das Prüffahrzeug ist nach den Vorschriften des Herstellers, beispielsweise in Bezug auf die Viskosität der Öle, einzustellen oder, wenn es sich von der Serienproduktion unterscheidet, im Prüfbericht vollständig zu beschreiben. Bei Fahrzeugen mit Vierradantrieb kann die Achse, an der das niedrigere Drehmoment anliegt, deaktiviert werden, um die Prüfung an einem Standardrollenprüfstand zu ermöglichen.

#### 4.2.4. Prüfmasse und Lastverteilung

Die Prüfmasse, einschließlich der Masse des Fahrers und der Instrumente, ist vor Beginn der Prüfungen zu messen. Die Last ist nach den Anweisungen des Herstellers auf die Räder zu verteilen.

#### 4.2.5. Reifen

Es sind Reifen zu verwenden, die gemäß den Angaben des Herstellers zur Originalausstattung des Fahrzeugs gehören. Der Reifendruck wird auf den vom Hersteller vorgeschriebenen Wert oder den Wert gebracht, bei dem die bei der Straßenprüfung und die auf dem Rollenprüfstand ermittelte Fahrzeuggeschwindigkeit identisch sind. Der Reifendruck ist im Prüfbericht anzugeben.

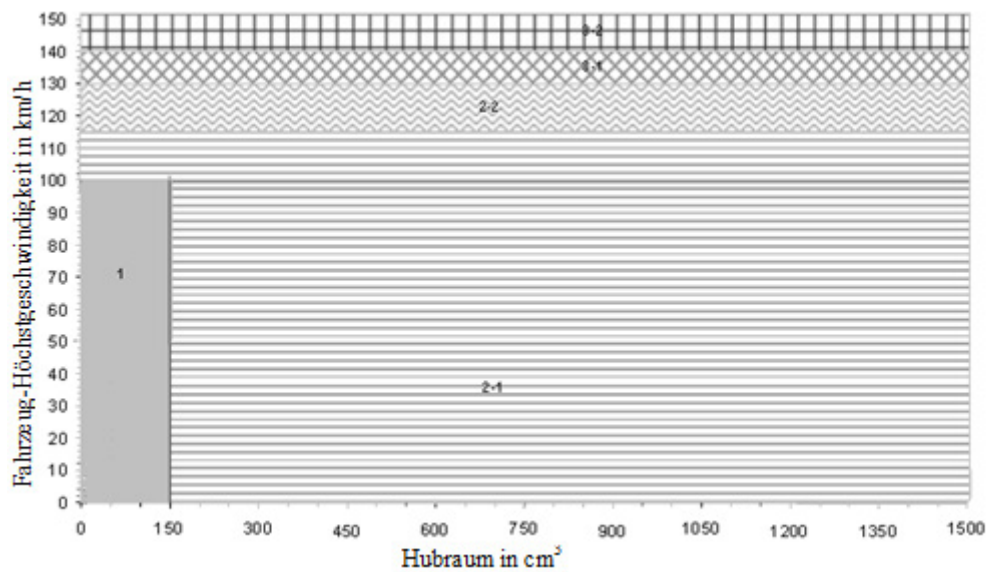
### 4.3. Unterteilung der Fahrzeugklasse L

In Abbildung 1-1 ist durch die Nummern der (Unter-)Kategorien in den jeweiligen grafischen Flächen dargestellt, wie die Fahrzeuge der Klasse L nach Hubraum und Höchstgeschwindigkeit weiter zu unterteilen sind, wenn sie den Umweltverträglichkeitsprüfungen Typ I, VII und VIII unterliegen. Die Beträge von Hubraum und Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs dürfen nicht auf- oder abgerundet werden.

Abbildung 1-1: Unterteilung der Fahrzeuge der Klasse L für die Umweltverträglichkeitsprüfungen Typ I, VII und VIII

#### 4.3.1. Kategorie 1

Fahrzeuge der Klasse L, auf die folgende Kriterien zutreffen, gehören zur Kategorie 1:



Hubraum < 150 cm <sup>3</sup> und v <sub>max</sub> < 100 km/h	Kategorie 1
---	-------------

Tabelle 1-1: Kriterien für die Einstufung von Fahrzeugen der Klasse L in Kategorie 1

#### 4.3.2. Kategorie 2

Fahrzeuge der Klasse L, auf die folgende Kriterien zutreffen, gehören zur Kategorie 2 und werden weiter unterteilt in:

Hubraum < 150 cm <sup>3</sup> und 100 km/h ≤ v <sub>max</sub> < 115 km/h oder Hubraum ≥ 150 cm <sup>3</sup> und v <sub>max</sub> < 115 km/h	Unterkategorie 2-1
115 km/h ≤ v <sub>max</sub> < 130 km/h	Unterkategorie 2-2

Tabelle 1-2: Kriterien für die Einstufung von Fahrzeugen der Klasse L in Kategorie 2

#### 4.3.3. Kategorie 3

Fahrzeuge der Klasse L, auf die folgende Kriterien zutreffen, gehören zur Kategorie 3 und werden weiter unterteilt in:

130 ≤ v <sub>max</sub> < 140 km/h	Unterkategorie 3-1
v <sub>max</sub> ≥ 140 km/h oder Hubraum > 1500 cm <sup>3</sup>	Unterkategorie 3-2

Tabelle 1-3: Kriterien für die Einstufung von Fahrzeugen der Klasse L in Kategorie 3

#### 4.3.4. WMTC, Teile des Prüfzyklus

Der Prüfzyklus WMTC (Fahrzeuggeschwindigkeitsmuster) für Umweltverträglichkeitsprüfungen Typ I, VII und VIII besteht aus bis zu drei Teilen, die in Anlage 6 dargestellt sind. Je nach der Klasse des betreffenden Fahrzeugs gemäß Nummer 4.5.4.1 und seiner Einstufung nach Hubraum und bauartbedingter Höchstgeschwindigkeit gemäß Nummer 4.3 sind folgende Teile des WMTC-Prüfzyklus zu durchlaufen:

(Unter-)Kategorien von Fahrzeugen der Klasse L	Anzuwendende Teile des WMTC gemäß Anlage 6
Kategorie 1	Teil 1, verringerte Geschwindigkeit, in kaltem Zustand, gefolgt von Teil 1, verringerte Geschwindigkeit, in warmem Zustand.
Kategorie 2 unterteilt in:	
Unterkategorie 2-1	Teil 1, verringerte Geschwindigkeit, in kaltem Zustand, gefolgt von Teil 2, verringerte Geschwindigkeit, in warmem Zustand.
Unterkategorie 2-2	Teil 1, in kaltem Zustand, gefolgt von Teil 2, in warmem Zustand.
Kategorie 3 unterteilt in:	
Unterkategorie 3-1	Teil 1 in kaltem Zustand, gefolgt von Teil 2 in warmem Zustand, gefolgt von Teil 3, verringerte Geschwindigkeit, in warmem Zustand.
Unterkategorie 3-2	Teil 1 in kaltem Zustand, gefolgt von Teil 2, in warmem Zustand, gefolgt von Teil 3, in warmem Zustand.

Tabelle 1-4: WMTC, Teile des Prüfzyklus für Fahrzeuge der Klasse L der Kategorien 1.2 und 3

#### 4.4. Spezifikation des Bezugskraftstoffes

Für die Prüfung sind die geeigneten Bezugskraftstoffe gemäß Anlage 2 zu verwenden. Für die Berechnung nach Anhang VII Anlage 1 Nummer 1.4 ist bei Flüssigkraftstoffen die bei 288,2 K (15 °C) gemessene Dichte zugrunde zu legen.

#### 4.5. Prüfungen Typ I

##### 4.5.1. Fahrer

Die Masse des Prüffahrers muss  $75 \text{ kg} \pm 5 \text{ kg}$  betragen.

##### 4.5.2. Spezifikationen zum Prüfstand und Einstellungen

##### 4.5.2.1. Bei zweirädrigen Fahrzeugen der Klasse L darf der Prüfstand nur mit einer Rolle ausgestattet sein, deren Durchmesser mindestens 400 mm betragen muss. Zur Prüfung von dreirädrigen Fahrzeugen mit zwei Vorderrädern oder vierrädrigen

Fahrzeugen ist ein Prüfstand mit zwei Rollen zulässig.

- 4.5.2.2. Zur Messung der tatsächlich zurückgelegten Strecke muss der Leistungsprüfstand mit einem Umdrehungszähler für die Rolle ausgestattet sein.
- 4.5.2.3. Die Schwungmassen nach Nummer 5.2.2 sind mit Prüfstandschwungrädern oder anderen Mitteln zu simulieren.
- 4.5.2.4. Die Rollen des Prüfstandes müssen sauber, trocken und frei von allem sein, was zum Durchdrehen des Reifens führen könnte.
- 4.5.2.5. Für den Kühlventilator gelten folgende Spezifikationen:
  - 4.5.2.5.1 Während der gesamten Prüfung muss ein mit veränderlicher Drehzahl arbeitendes Kühlgebläse (Ventilator) so vor dem Fahrzeug angebracht sein, dass dieses von der Kühlluft wie unter tatsächlichen Betriebsbedingungen angeströmt wird. Die Gebläsedrehzahl muss so eingestellt sein, dass die lineare Luftaustrittsgeschwindigkeit in dem Betriebsbereich von 10 km/h bis 50 km/h auf  $\pm 5$  km/h genau der jeweiligen Geschwindigkeit der Rolle entspricht. Im Bereich über 50 km/h gilt bei der linearen Luftaustrittsgeschwindigkeit eine Toleranz von  $\pm 10$  %. Bei Rollengeschwindigkeiten von unter 10 km/h kann die Luftaustrittsgeschwindigkeit gleich null sein.
  - 4.5.2.5.2 Die Luftaustrittsgeschwindigkeit nach Nummer 4.5.2.5.1 ist als Durchschnittswert von neun Messpunkten zu bestimmen, welche jeweils in der Mitte der Rechtecke liegen, die den gesamten Gebläseauslass in neun Bereiche unterteilen (sowohl die horizontalen als auch die vertikalen Seiten des Gebläseauslasses werden in drei gleich große Abschnitte unterteilt). Der Wert an jedem der neun Messpunkte darf um höchstens 10 % vom Durchschnitt der neun Werte abweichen. Der Wert an jedem der neun Messpunkte darf um höchstens 10 % vom Durchschnitt der neun Werte abweichen.
  - 4.5.2.5.3 Der Gebläseauslass muss eine Querschnittsfläche von mindestens  $0,4 \text{ m}^2$  aufweisen, und der unterste Punkt des Gebläseauslasses muss zwischen 5 cm und 20 cm vom Boden entfernt sein. Der Gebläseauslass muss senkrecht zur Längsachse des Fahrzeugs stehen und sich zwischen 30 cm und 45 cm vor dem Vorderrad befinden. Das Gerät zur Messung der linearen Luftaustrittsgeschwindigkeit muss zwischen 0 cm und 20 cm vom Luftauslass entfernt sein.
- 4.5.2.6. Die Spezifikationen zum Prüfstand sind in Anlage 3 ausführlich aufgeführt
- 4.5.3. Abgasmesssystem
  - 4.5.3.1. Die Abgasauffangeinrichtung muss eine geschlossene Einrichtung sein, die das gesamte Abgas an den Auspuffendrohren des Fahrzeugs aufnehmen kann, wobei beim Gegendruck eine Toleranz von  $\pm 125 \text{ mm H}_2\text{O}$  gewährleistet sein muss. Ein

offenes System kann verwendet werden, wenn nachgewiesen wird, dass alle Abgase aufgefangen werden. Das Auffangen des Gases muss so geschehen, dass es bei Prüftemperatur zu keiner wesentlichen Veränderung der Beschaffenheit der Abgase infolge von Kondensierung kommt. Eine Abgasauffangeinrichtung ist beispielhaft in Abbildung 1-2 dargestellt:

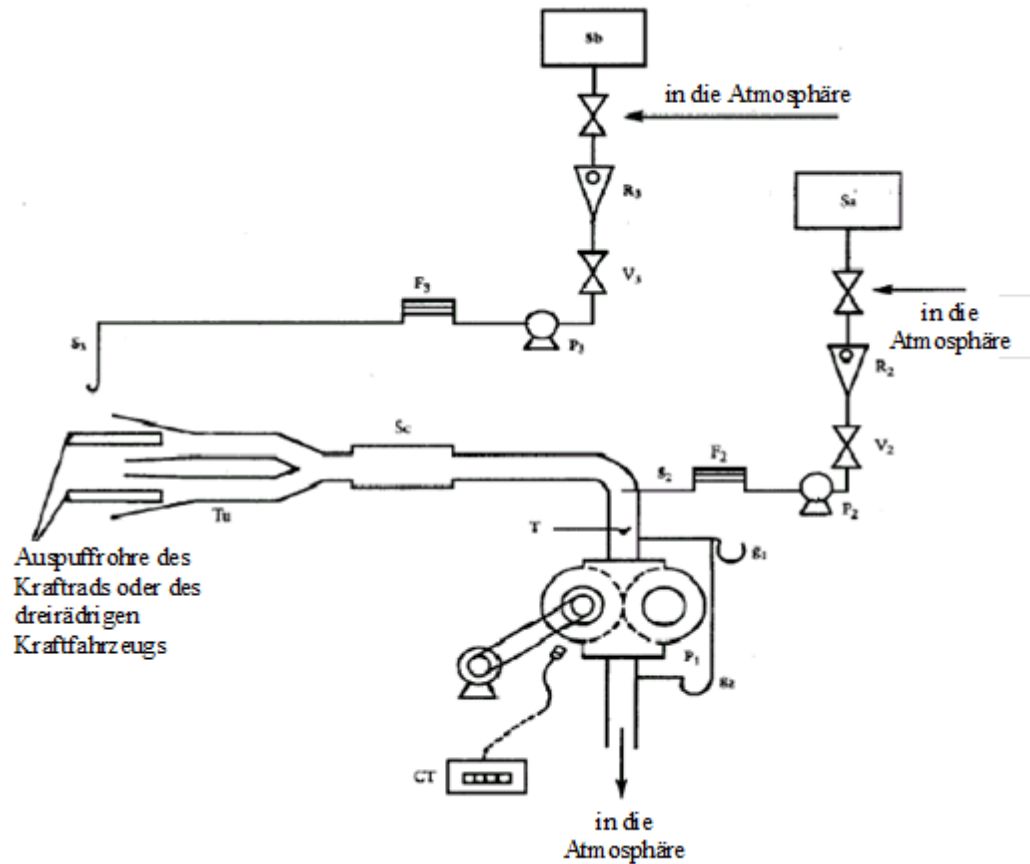


Abbildung 1-2: Einrichtungen zur Abgasentnahme und -volumenmessung

- 4.5.3.2. Die Einrichtung ist mit einem Rohr mit dem Abgas-Probenahmesystem zu verbinden. Dieses Verbindungsrohr und die Einrichtung müssen aus nichtrostendem Stahl oder aus einem anderen Werkstoff gefertigt sein, der die Zusammensetzung der aufgefangenen Abgase nicht verändert und ihrer Temperatur standhält.
- 4.5.3.3. Ein Wärmetauscher, mit dem sich die Temperaturschwankungen der verdünnten Gase im Pumpeneinlass auf  $\pm 5$  K verringern lassen, muss während der gesamten Prüfung in Betrieb sein. Dieser Wärmetauscher muss mit einem Vorheizsystem ausgestattet sein, mit dem er vor Beginn der Prüfung auf die Betriebstemperatur (mit einer Toleranz von  $\pm 5$  K) gebracht werden kann.
- 4.5.3.4. Das verdünnte Abgasgemisch ist mit einer Verdrängerpumpe anzusaugen. Der Motor dieser Pumpe muss mehrere streng geregelte einheitliche Betriebsdrehzahlen

aufweisen. Die Fördermenge der Pumpe muss so groß sein, dass die Aufnahme des Abgases sichergestellt ist. Es kann auch eine Einrichtung verwendet werden, die mit einem kritisch durchströmten Venturirohr (CFV) arbeitet.

- 4.5.3.5. Die Temperatur des verdünnten Abgasgemischs am Pumpeneinlass ist mithilfe einer Einrichtung (T) ständig aufzuzeichnen.
- 4.5.3.6. Es müssen zwei Druckmessgeräte eingesetzt werden, eines, um den Druckabfall des in die Pumpe einströmenden verdünnten Abgasgemisches gegenüber dem atmosphärischen Druck sicherzustellen, und eines zur Messung der Schwankungen des dynamischen Drucks der Verdrängerpumpe.
- 4.5.3.7. Eine Sonde ist in der Nähe, aber außerhalb der Abgasauffangeinrichtung anzubringen, um Proben der während der gesamten Prüfung mit konstantem Durchsatz durch eine Pumpe, einen Filter und einen Durchsatzmesser strömenden Verdünnungsluft zu nehmen.
- 4.5.3.8. Mithilfe einer oberhalb der Verdrängerpumpe und gegen die Strömungsrichtung angebrachten Probennahmesonde im verdünnten Abgasstrom sind Proben des während der gesamten Prüfung mit konstantem Durchsatz durch eine Pumpe, einen Filter und einen Durchsatzmesser strömenden verdünnten Abgasgemisches zu nehmen. Der in Abbildung 1-2 dargestellte und unter Nummer 4.5.3.7 beschriebene Mindestdurchsatz des Probenstroms in den Probenahmeeinrichtungen muss 150 Liter/Stunde betragen.
- 4.5.3.9. Um die Proben in dem unter den Nummern 4.5.3.7 und 4.5.3.8 beschriebenen Probenahmesystem während der gesamten Prüfung entweder zu den jeweiligen Beuteln oder nach außen zu leiten, sind Dreiwegventile zu verwenden.
- 4.5.3.10. Gasdichte Sammelbeutel
- 4.5.3.10. Die Sammelbeutel für Verdünnungsluft und verdünntes Abgasgemisch müssen eine ausreichende Kapazität aufweisen, damit der normale Probenahmestrom nicht behindert wird, und dürfen die Beschaffenheit der betreffenden Schadstoffe nicht verändern.
  - 1.
- 4.5.3.10. Die Beutel müssen über eine automatische Selbstverschlusseinrichtung verfügen und sich einfach und dicht an das Probenahme- oder, am Ende der Prüfung, an das Analysesystem anschließen lassen.
  - 2.
- 4.5.3.11. Die Umdrehungen der Verdrängerpumpe sind während der gesamten Prüfung mit einem Drehzahlzähler zu zählen.

Anmerkung 2: Es ist auf das Anschlussverfahren und auf die Werkstoffe oder die Konfiguration der Verbindungsteile zu achten, da jeder Abschnitt des Probenahmesystems (z. B. Adapter und Kupplung) sehr heiß werden kann. Kann die

Messung wegen Hitzeschäden am Probenahmesystem nicht normal durchgeführt werden, kann eine Hilfseinrichtung zur Kühlung verwendet werden, wenn die Abgase dadurch nicht beeinflusst werden.

Anmerkung 3: Bei Einrichtungen offener Bauart besteht das Risiko, dass das Gas nur unvollständig aufgefangen wird und Gas in die Prüfzelle entweicht. Im gesamten Probenahmezeitraum darf kein Gas entweichen.

Anmerkung 4: Wird bei einer Prüfung, die niedrige und hohe Geschwindigkeiten (d. h. die Zyklen Teil 1, 2 und 3) umfasst, durchgängig eine Probenahmeeinrichtung mit konstantem Volumen (*constant volume sampler*, CVS) verwendet, ist dem höheren Risiko des Kondensierens von Wasser im Hochgeschwindigkeitsbereich besonderes Augenmerk zu widmen.

4.5.3.12. Einrichtung zur Messung der emittierten Partikelmasse

4.5.3.12.1 Spezifikation

4.5.3.12.1.1 Beschreibung des Systems

4.5.3.12.1.1.1 Die Partikelprobenahmeeinheit besteht aus einer Probenahmesonde im Verdünnungstunnel, einem Verbindungsrohr für die Weiterleitung der Partikel, einem Filterhalter, einer Teilstrompumpe sowie Durchsatzregelungs- und -messeinrichtungen.

4.5.3.12.1.1.2 Es wird empfohlen, vor dem Filterhalter einen Vorklassierer für Partikel (z. B. Zyklon- oder Trägheitsabscheider) zu verwenden. Eine Probenahmesonde entsprechend der Darstellung in der Abbildung 1-6 ist jedoch als geeignete Vorrichtung zur Größenklassierung zulässig.

4.5.3.12.1.2 Allgemeine Anforderungen

4.5.3.12.1.2.1 Die Probenahmesonde für den Partikel-Probegasstrom muss im Verdünnungskanal so angeordnet sein, dass dem homogenen Luft-Abgas-Gemisch ein repräsentativer Probegasstrom entnommen werden kann.

4.5.3.12.1.2.2 Der Durchsatz der Partikelprobe muss proportional zum Gesamtdurchsatz des verdünnten Abgases im Verdünnungstunnel sein (Durchsatztoleranz für die Partikelprobe:  $\pm 5\%$ ).

4.5.3.12.1.2.3 Das entnommene verdünnte Abgas muss 20 cm vor oder hinter der Oberfläche des Partikelfilters auf einer Temperatur von weniger als 325,2 K (52 °C) gehalten werden; dies gilt nicht für eine Regenerierungsprüfung, bei der die Temperatur unter

465,2 K (192 °C) liegen muss.

4.5.3.12. Die Partikelprobe wird auf einem Einfachfilter aufgefangen, der in einem Halter in dem Strom des entnommenen verdünnten Abgases befestigt ist.  
1.2.4.

4.5.3.12. Alle mit dem Rohabgas oder dem verdünnten Abgas in Berührung kommenden Teile des Verdünnungssystems und des Probenahmesystems vom Auspuffrohr bis zum Filterhalter sind so auszulegen, dass sich möglichst wenig Partikel auf ihnen ablagern und die Partikel sich möglichst wenig verändern. Alle Teile müssen aus elektrisch leitenden und mit den Bestandteilen der Abgase nicht reagierenden Werkstoffen gefertigt und zur Vermeidung elektrostatischer Effekte geerdet sein.  
1.2.5.

4.5.3.12. Ist ein Ausgleich der Durchsatzschwankungen nicht möglich, dann sind ein Wärmetauscher und ein Temperaturregler nach der Anlage 4 zu verwenden, damit ein konstanter Durchsatz durch das System und damit die Proportionalität des Durchsatzes der Probe sichergestellt ist.  
1.2.6.

4.5.3.12. Besondere Anforderungen  
1.3.

4.5.3.12. Probenahmesonde für Partikel (PM)  
1.3.1.

4.5.3.12. Mit der Probenahmesonde muss die Größenklassierung der Partikel nach den Angaben unter Nummer 4.5.3.12.1.3.1.4 durchgeführt werden können. Es wird empfohlen, dafür eine scharfkantige, offene Sonde, deren Spitze gegen die Strömungsrichtung zeigt, sowie einen Vorklassierer (Zyklonabscheider etc.) zu verwenden. Eine geeignete Probenahmesonde entsprechend der Darstellung in der Abbildung 1-1 kann alternativ verwendet werden, sofern damit die Vorklassierung nach den Angaben unter der Nummer 4.5.3.12.1.3.1.4 durchgeführt werden kann.  
1.3.1.1.

4.5.3.12. Die Probenahmesonde muss in der Nähe der Mittellinie des Tunnels in einer Entfernung zwischen 10 und 20 Tunneldurchmessern stromabwärts vom Abgaseintritt in den Tunnel eingebaut sein und einen Innendurchmesser von mindestens 12 mm haben.  
1.3.1.2.

Wenn gleichzeitig mehr als eine Probe mit einer einzigen Probenahmesonde entnommen wird, ist der mit dieser Sonde entnommene Gasstrom in zwei identische Teilströme zu teilen, um verzerrte Ergebnisse bei der Probenahme zu vermeiden.

Wenn mehrere Sonden verwendet werden, muss jede Sonde scharfkantig sein, ein offenes Ende haben und mit der Spitze gegen die Strömungsrichtung zeigen. Die Sonden sind mit mindestens 5 cm Abstand voneinander gleichmäßig um die Längsmittelachse des Verdünnungstunnels herum anzuordnen.

4.5.3.12. Der Abstand von der Sondenspitze zum Filterhalter muss mindestens fünf



- 1.3.1.3. Sondendurchmesser betragen, darf aber nicht größer als 1020 mm sein.
- 4.5.3.12. Der Vorklassierer (z. B. Zyklon- oder Trägheitsabscheider) muss vor dem Filterhalter angebracht sein. Der Vorklassierer muss bei dem Volumendurchsatz, der für die Probenahme zur Bestimmung der emittierten Partikelmasse gewählt wurde, einen 50 %-Trennschnitt für einen Partikeldurchmesser zwischen 2,5 µm und 10 µm haben. Der Vorklassierer muss so beschaffen sein, dass bei dem für die Probenahme zur Bestimmung der emittierten Partikelmasse gewählten Volumendurchsatz mindestens 99 Masseprozent der in den Vorklassierer geleiteten Partikel mit einem Durchmesser von 1 µm, diesen durch die Austrittsöffnung wieder verlassen. Eine Probenahmesonde entsprechend der Darstellung in der Abbildung 1-6, die als geeignete Vorrichtung zur Größenklassierung verwendet wird, ist jedoch als Alternative zu einem getrennten Vorklassierer zulässig.
- 4.5.3.12. 1.3.2. Probenahmepumpe und Durchsatzmesser
- 4.5.3.12. 1.3.2.1. Die Messeinrichtung für den Probegasdurchsatz besteht aus Pumpen, Gasströmungsreglern und Durchsatzmesseinrichtungen.
- 4.5.3.12. 1.3.2.2. Die Temperatur des Probegasstroms darf im Durchsatzmesser nicht um mehr als  $\pm 3$  K schwanken; dies gilt nicht für Regenerierungsprüfungen an Fahrzeugen mit einem periodisch regenerierenden Abgasnachbehandlungssystem. Außerdem muss der Massedurchsatz der Partikelprobe proportional zu dem Gesamtdurchsatz des verdünnten Abgases sein (Massedurchsatztoleranz für die Partikelprobe:  $\pm 5$  %). Wenn das Durchflussvolumen sich wegen einer zu hohen Filterbeladung unzulässig verändert, muss die Prüfung abgebrochen werden. Bei der Wiederholung muss ein geringerer Durchsatz eingestellt werden.
- 4.5.3.12. 1.3.3. Filter und Filterhalter
- 4.5.3.12. 1.3.3.1. Ein Ventil muss in Strömungsrichtung hinter dem Filter angeordnet sein. Das Ventil muss sich innerhalb einer Sekunde nach Beginn und Ende der Prüfung öffnen und schließen können.
- 4.5.3.12. 1.3.3.2. Es wird empfohlen, dass die auf dem Filter mit einem Durchmesser von 47 mm abgeschiedene Partikelmasse ( $P_e$ )  $\geq 20$  µg ist und die Filterbeladung in Übereinstimmung mit den Vorschriften unter den Nummern 4.5.3.12.1.2.3 und 4.5.3.12.1.3.3 maximiert wird.
- 4.5.3.12. 1.3.3.3. Bei einer bestimmten Prüfung muss die Filteranströmgeschwindigkeit auf einen einzigen Wert innerhalb des Bereichs von 20 cm/s bis 80 cm/s eingestellt werden, sofern das Verdünnungssystem nicht so betrieben wird, dass der Probendurchsatz proportional zum Durchsatz durch das CVS ist.

4.5.3.12. Es müssen fluorkohlenstoffbeschichtete Glasfaserfilter oder Fluorkohlenstoff-  
1.3.3.4. Membranfilter verwendet werden. Alle Filtertypen müssen für 0,3 µm DOP (Diocetylphthalat) oder PAO (Polyalphaolefin) (CS 68649-12-7 oder CS 68037-01-4) einen Abscheidegrad von mindestens 99 % bei einer Filteranströmgeschwindigkeit von 5,33 cm/s haben.

4.5.3.12. Der Filterhalter muss so konstruiert sein, dass der Gasstrom gleichmäßig über die  
1.3.3.5. gesamte Filterfläche verteilt wird. Die Filterfläche muss mindestens 1075 mm<sup>2</sup> groß sein.

4.5.3.12. Filterwägeraum und Waage  
1.3.4.

4.5.3.12. Die Mikrowaage, die verwendet wird, um das Gewicht eines Filters zu bestimmen,  
1.3.4.1. muss eine Genauigkeit (Standardabweichung) von 2 µg und eine Auflösung von 1 µg oder besser haben.

Es wird empfohlen, die Mikrowaage zu Beginn jedes Wägedurchgangs mit einem Referenzgewicht von 50 mg zu überprüfen. Dieses Gewicht ist dreimal zu wägen und das Durchschnittsergebnis aufzuzeichnen. Der Wägedurchgang und die Waage werden als gültig angesehen, wenn das durchschnittliche Ergebnis des Wägens um nicht mehr als ± 5 µg von dem des vorangegangenen Wägedurchgangs abweicht.

Im Wägeraum müssen bei allen Filterkonditionierungen und Wägungen folgende Bedingungen herrschen:

- eine Temperatur von 295,2 K ± 3 K (22 °C ± 3 °C),
- eine relative Luftfeuchtigkeit von 45 % ± 8 %,
- Taupunkt bei 282,7 K ± 3 K (9,5 ± 3 °C).

Es wird empfohlen, die Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbedingungen zusammen mit den Werten für das Gewicht der Probenahme- und der Vergleichsfilter aufzuzeichnen.

4.5.3.12. Korrektur um die Auftriebskraft  
1.3.4.2.

Alle Filtergewichte sind um den Luftauftrieb zu korrigieren.

Die Auftriebskorrektur hängt von der Dichte des Mediums des Probenahmefilters, der Luftdichte und der Dichte des zum Kalibrieren der Waage verwendeten Gewichts ab. Die Luftdichte hängt vom Druck, der Temperatur und der Feuchtigkeit ab.

Es wird empfohlen, die Temperatur und den Taupunkt der Wägeumgebung auf 295,2 K ± 1 K (22 °C ± 1 °C) bzw. 282,7 ± 1 K (9,5 ± 1 °C) zu bringen. Unter den

unter Nummer 4.5.3.12.1.3.4.1 genannten Bedingungen ist jedoch auch eine annehmbare Auftriebskorrektur zu erreichen. Die Auftriebskorrektur wird wie folgt durchgeführt:

Gleichung 2-1:

$$m_{corr} = m_{uncorr} \cdot \left( \frac{1 - \left( \frac{\rho_{air}}{\rho_{weight}} \right)}{1 - \left( \frac{\rho_{air}}{\rho_{media}} \right)} \right)$$

Dabei gilt:

$m_{uncorr}$  = auftriebskorrigierte Partikelmasse

$m_{uncorr}$  = Partikelmasse vor der Auftriebskorrektur

$\rho_{air}$  = Luftdichte in der Waagenumgebung

$\rho_{weight}$  = Dichte des zum Justieren der Waage verwendeten Kalibriergewichts,

$\rho_{media}$  = Dichte des Partikel-Probenahmemediums (Filter) mit teflonummantelter Glasfaser (z B. TX40):  $\rho_{media} = 2,300 \text{ kg/m}^3$

$\rho_{air}$  kann folgendermaßen berechnet werden:

Gleichung 2-2:

$$\rho_{air} = \frac{P_{abs} \cdot M_{mix}}{R \cdot T_{amb}}$$

Dabei gilt:

$P_{abs}$  = der absolute Druck in der Waagenumgebung

$M_{mix}$  = Molmasse der Luft in der Waagenumgebung (28,836  $\text{g mol}^{-1}$ )

$R$  = molare Gaskonstante (8,314  $\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ )

$T_{amb}$  = absolute Umgebungstemperatur in der Waagenumgebung

Die Umgebungsluft des Wägeraums muss frei von jeglichen Schmutzstoffen (wie Staub) sein, die sich während der Stabilisierung der Partikelfilter auf diesen absetzen könnten.

Begrenzte Abweichungen von der für den Wägeraum vorgeschriebenen Temperatur und Feuchtigkeit sind zulässig, sofern sie nicht länger als 30 Minuten während einer

Filterkonditionierung auftreten. Die für den Wägeraum vorgeschriebenen Bedingungen müssen erfüllt sein, bevor das Personal ihn betritt. Während der Wägung sind keine Abweichungen von den vorgeschriebenen Bedingungen zulässig.

4.5.3.12. Die Einflüsse statischer Elektrizität müssen ausgeschaltet werden. Dies kann erreicht werden, indem die Waage zum Erden auf eine antistatische Matte gestellt wird und die Partikelfilter vor der Wägung mit einem Polonium-Neutralisator oder einem Gerät mit ähnlicher Wirkung neutralisiert werden. Alternativ dazu können die statischen Einflüsse auch durch Kompensierung der statischen Aufladung ausgeschaltet werden.

4.5.3.12. Ein Prüffilter darf nicht früher als eine Stunde vor Beginn der Prüfung aus der Kammer entnommen werden.

4.5.3.12. Empfohlene Systemmerkmale  
1.4.

In Abbildung 1-3 ist das empfohlene Partikel-Probenahmesystem schematisch dargestellt. Da mit unterschiedlichen Versuchsanordnungen gleichwertige Ergebnisse erzielt werden können, braucht die Anlage dieser Darstellung nicht in allen Einzelheiten zu entsprechen. Es können zusätzliche Teile wie Instrumente, Ventile, Magnetventile, Pumpen und Schalter verwendet werden, um zusätzliche Daten zu erhalten und die Funktionen der einzelnen Teile der Anlagen zu koordinieren. Weitere Bauteile, die für die Einhaltung der Genauigkeit bei anderen Systemanordnungen nicht erforderlich sind, können nach bestem fachlichen Ermessen weggelassen werden.

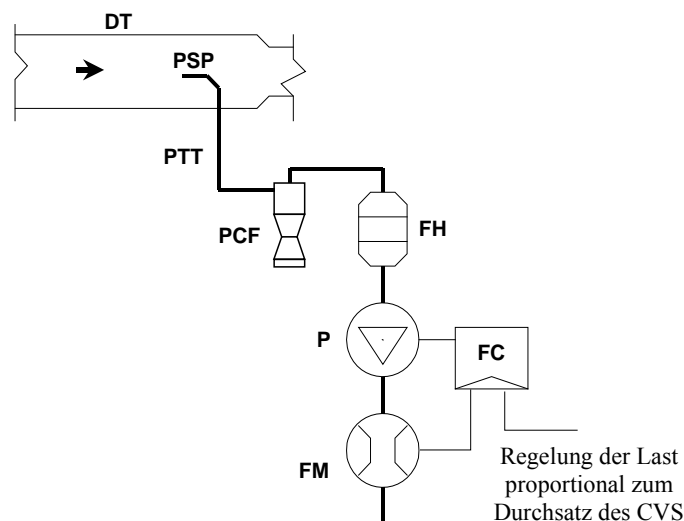


Abbildung 1-3: Partikel-Probenahmesystem

Eine Probe des verdünnten Abgases wird mithilfe der Probenahmepumpe P durch die Partikel-Probenahmesonde PSP und das Partikelübertragungsrohr PTT aus dem

Verdünnungstunnel DT entnommen. Anschließend wird die Probe durch den Partikelvorklassierer PCF und die Filterhalter FH geleitet, in denen die Partikel-Probenahmefilter enthalten sind. Mit dem Durchsatzregler (FC) wird der Durchsatz für die Probenahme eingestellt.

#### 4.5.4. Fahrprogramm

##### 4.5.4.1. Prüfzyklen

Prüfzyklen (Fahrzeuggeschwindigkeitsmuster) für die Prüfung Typ I bestehen, wie in Anlage 6 beschrieben, aus bis zu drei Teilen. Je nach Fahrzeug(unter)klasse sind folgende Teile des Prüfzyklus zu durchlaufen:

<b>Fahrzeug- klasse</b>	<b>Name der Fahrzeugklasse</b>	<b>Prüfzyklus Euro 4</b>
L1e-A	Fahrräder mit Antriebssystem	ECE R47
L1e-B	Zweirädrige Kleinkraftfahrzeuge	
L2e	Dreirädrige Kleinkraftfahrzeuge	
L6e-A	Leichte Straßen-Quads	
L6e-B	Leichte Vierradmobile	
L3e	Zweirädrige Kraftfahrzeuge mit und ohne Beiwagen	WMTC, Phase 2
L4e		
L5e-A	Dreirädrige Kraftfahrzeuge	
L7e-A	Schwere Straßen-Quads	
L5e-B	Dreirädrige Fahrzeuge zur gewerblichen Nutzung	
L7e-B	Schwere Gelände-Quads	
L7e-C	Schwere Vierradmobile	

Tabelle 1-5: Anzuwendender Zyklus für die Prüfung Typ I für Euro-4-kompatible Fahrzeuge

<b>Fahrzeug- klasse</b>	<b>Name der Fahrzeugklasse</b>	<b>Prüfzyklus Euro 5</b>
L1e-A	Fahrräder mit Antriebssystem	Überarbeiteter WMTC
L1e-B	Zweirädrige Kleinkraftfahrzeuge	
L2e	Dreirädrige Kleinkraftfahrzeuge	
L6e-A	Leichte Straßen-Quads	

L6e-B	Leichte Vierradmobile	
L3e	Zweirädrige Krafräder mit und ohne Beiwagen	
L4e		
L5e-A	Dreirädrige Kraftfahrzeuge	
L7e-A	Schwere Straßen-Quads	
L5e-B	Dreirädrige Fahrzeuge zur gewerblichen Nutzung	
L7e-B	Schwere Gelände-Quads	
L7e-C	Schwere Vierradmobile	

Tabelle 1-6: Anzuwendender Zyklus für die Prüfung Typ I für Euro-5-kompatible Fahrzeuge

#### 4.5.4.2. Toleranzen bei der Fahrzeuggeschwindigkeit,

4.5.4.2.1. Die zu einem gegebenen Zeitpunkt der unter Nummer 4.5.4.1 festgelegten Prüfzyklen geltende Toleranz bei der Fahrzeuggeschwindigkeit wird als oberer und unterer Grenzwert angegeben. Der obere Grenzwert liegt 3,2 km/h über dem höchsten Punkt der Kurve während einer Sekunde der gegebenen Zeitspanne. Der untere Grenzwert liegt 3,2 km/h unter dem niedrigsten Punkt der Kurve während einer Sekunde der gegebenen Zeitspanne. Schwankungen der Fahrzeuggeschwindigkeit über die Toleranzen hinaus (z. B. beim Gangwechsel) sind zulässig, wenn sie in keinem Fall länger als zwei Sekunden dauern. Niedrigere Fahrzeuggeschwindigkeiten als die vorgeschriebenen sind zulässig, falls das Fahrzeug zu diesem Zeitpunkt mit der maximalen verfügbaren Leistung betrieben wird. In Abbildung 1-4 ist der Bereich der zulässigen Fahrzeuggeschwindigkeiten an typischen Punkten dargestellt.

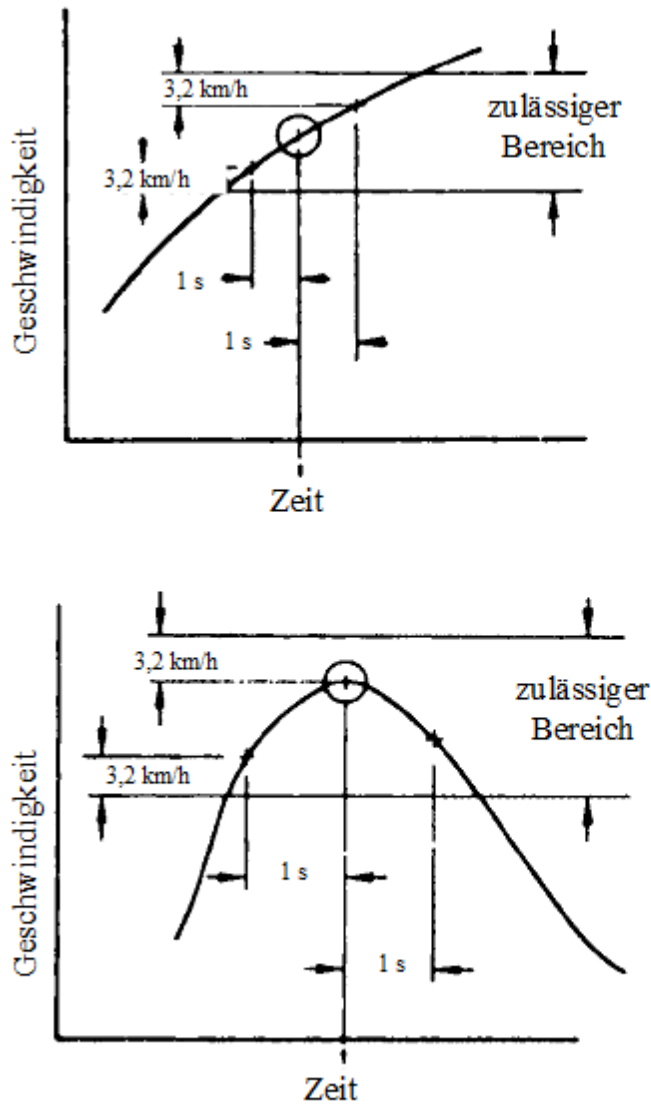


Abbildung 1-4: Fahrkurve, zulässiger Bereich

- 4.5.4.2.2. Reicht das Beschleunigungsvermögen des Fahrzeugs für die Beschleunigungsphasen nicht aus oder liegt seine bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit unter der vorgeschriebenen Dauergeschwindigkeit mit den vorgeschriebenen Toleranzen, ist mit voll geöffneter Drosselklappe zu fahren, bis die festgelegte Geschwindigkeit erreicht ist, oder es ist, solange die vorgeschriebene Geschwindigkeit höher ist als die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit, so schnell zu fahren, wie bauartbedingt mit voll geöffneter Drosselklappe möglich ist. Die Bestimmungen unter Nummer 4.5.4.2.1 gelten in beiden Fällen nicht. Liegt die vorgeschriebene Geschwindigkeit wieder unter der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit des

Fahrzeugs, wird der Prüfzyklus normal fortgesetzt.

- 4.5.4.2.3. Ist die Dauer der Verzögerungen kürzer als für die entsprechende Phase vorgeschrieben, so ist die Übereinstimmung mit der vorgeschriebenen Geschwindigkeit durch eine Phase konstanter Geschwindigkeit oder eine Leerlaufphase wiederherzustellen, die in die nachfolgende Phase mit konstanter Geschwindigkeit bzw. die nachfolgende Leerlaufphase übergeht. Die Bestimmungen unter Nummer 4.5.4.2.1 gelten in diesen Fällen nicht.
- 4.5.4.2.4. Abgesehen von diesen Ausnahmefällen gelten für Abweichungen der Prüfstandgeschwindigkeit von dem in den Prüfzyklen festgelegten Wert die Bestimmungen unter Nummer 4.5.4.2.1. Werden diese nicht eingehalten, dürfen die Ergebnisse für die weitere Auswertung nicht verwendet werden, und der Prüflauf ist zu wiederholen.
- 4.5.5. Gangwechsellvorschriften für den WMTC nach Anlage 6
  - 4.5.5.1. Prüffahrzeuge mit Automatikgetriebe
    - 4.5.5.1.1. Fahrzeuge mit Verteilergetrieben, mehreren Kettenrädern etc. sind in der Konfiguration zu prüfen, die vom Hersteller für den Straßen- oder Schnellstraßenbetrieb empfohlen wird.
    - 4.5.5.1.2. Bei allen Prüfungen muss das Automatikgetriebe auf „Drive“ (höchste Fahrstufe) geschaltet sein. Automatikgetriebe mit Wandlerschaltkupplung können wie normale Getriebe nach Wunsch des Fahrers geschaltet werden.
    - 4.5.5.1.3. Für Leerlaufphasen sind die Räder zu bremsen, während das Automatikgetriebe sich in der Stellung „Drive“ befindet.
    - 4.5.5.1.4. Automatikgetriebe müssen automatisch durch die normale Abfolge der Gänge schalten. Die Drehmomentwandler-Kupplung muss, soweit vorhanden, wie im tatsächlichen Fahrbetrieb arbeiten.
    - 4.5.5.1.5. Verzögerungsphasen sind mit eingelegtem Gang zu fahren, wobei die erwünschte Geschwindigkeit nötigenfalls mithilfe der Bremsen oder der Drosselklappe herzustellen ist.
  - 4.5.5.2. Prüffahrzeuge mit manuellem Getriebe
    - 4.5.5.2.1 Verbindliche Anforderungen
      - 4.5.5.2.1.1. Schritt 1 — Berechnung der Schaltgeschwindigkeiten

Die Hochschaltgeschwindigkeiten ( $v_{1 \rightarrow 2}$  und  $v_{i \rightarrow i+1}$ ) der Beschleunigungsphasen in km/h sind nach den folgenden Formeln zu berechnen:



Gleichung 2-3:

$$v_{1 \rightarrow 2} = \left[ (0.5753 \times e^{(-1.9 \times \frac{P_n}{m_k + 75})} - 0.1) \times (s - n_{idle}) + n_{idle} \right] \times \frac{1}{ndv_1}$$

Gleichung 2-4:

$$v_{i \rightarrow i+1} = \left[ (0.5753 \times e^{(-1.9 \times \frac{P_n}{m_k + 75})} \times (s - n_{idle}) + n_{idle} \right] \times \frac{1}{ndv_i}, i = 2 \text{ to } ng - 1$$

Dabei ist:

„i“ die Gangnummer ( $\geq 2$ )

„ng“ die Gesamtzahl der Vorwärtsgänge

„ $P_n$ “ die Nennleistung in kW

„ $m_k$ “ die Bezugsmasse in kg

„ $n_{idle}$ “ die Leerlaufdrehzahl in  $\text{min}^{-1}$

„s“ die Nenndrehzahl in  $\text{min}^{-1}$

„ $ndv_i$ “ das Verhältnis zwischen der Motordrehzahl in  $\text{min}^{-1}$  und der Fahrzeuggeschwindigkeit in km/h in Gang „i“

- 4.5.5.2.1.2. die Herunterschaltgeschwindigkeiten ( $v_{i \rightarrow i-1}$ ) in km/h in den Dauergeschwindigkeits- oder den Verzögerungsphasen werden für die Gänge 4 (4. Gang) bis ng nach den folgenden Formeln berechnet:

Gleichung 2-5:

$$v_{i \rightarrow i-1} = \left[ (0.5753 \times e^{(-1.9 \times \frac{P_n}{m_k + 75})} \times (s - n_{idle}) + n_{idle} \right] \times \frac{1}{ndv_{i-2}}, i = 4 \text{ to } ng$$

Dabei ist:

„i“ die Gangnummer ( $\geq 4$ )

„ng“ die Gesamtzahl der Vorwärtsgänge

„P<sub>n</sub>“ die Nennleistung in kW

„m<sub>k</sub>“ die Bezugsmasse in kg

„n<sub>idle</sub>“ die Leerlaufdrehzahl in min<sup>-1</sup>

„s“ die Nenndrehzahl in min<sup>-1</sup>

„ndv<sub>i-2</sub>“ das Verhältnis zwischen der Motordrehzahl in min<sup>-1</sup> und der Fahrzeuggeschwindigkeit in Gang i-2

Die Geschwindigkeit, bei der vom dritten in den zweiten Gang geschaltet wird (v<sub>3→2</sub>) ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

Gleichung 2-6:

$$v_{3 \rightarrow 2} = \left[ (0.5753 \times e^{(-1.9 \times \frac{P_n}{m_k + 75})} - 0.1) \times (s - n_{idle}) + n_{idle} \right] \times \frac{1}{ndv_1}$$

Dabei ist:

„P<sub>n</sub>“ die Nennleistung in kW

„m<sub>k</sub>“ die Bezugsmasse in kg

„n<sub>idle</sub>“ die Leerlaufdrehzahl in min<sup>-1</sup>

„s“ die Nenndrehzahl in min<sup>-1</sup>

„ndv<sub>1</sub>“ das Verhältnis zwischen der Motordrehzahl in min<sup>-1</sup> und der Fahrzeuggeschwindigkeit in km/h in Gang 1

Die Geschwindigkeit, bei der vom zweiten in den ersten Gang geschaltet wird (v<sub>2→1</sub>) ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

Gleichung 2-7:

$$v_{2 \rightarrow 1} = \left[ 0.03 \times (s - n_{idle}) + n_{idle} \right] \times \frac{1}{ndv_2}$$

Dabei ist:

„ndv<sub>2</sub>“ das Verhältnis zwischen der Motordrehzahl in min<sup>-1</sup> und der

## Fahrzeuggeschwindigkeit in km/h im zweiten Gang

Da die Dauergeschwindigkeitsphasen vom Phasenindikator festgelegt werden, kann es zu leichten Erhöhungen der Geschwindigkeit kommen, so dass ein Hochschalten angezeigt sein kann. Die Hochschaltgeschwindigkeiten ( $v_{1 \rightarrow 2}$ ,  $v_{2 \rightarrow 3}$  und  $v_{i \rightarrow i+1}$ ) der Dauergeschwindigkeitsphasen in km/h sind nach den folgenden Gleichungen zu berechnen:

Gleichung 2-7:

$$v_{1 \rightarrow 2} = \left[ 0.03 \times (s - n_{\text{idle}}) + n_{\text{idle}} \right] \times \frac{1}{ndv_2}$$

Gleichung 2-8:

$$v_{2 \rightarrow 3} = \left[ \left( 0.5753 \times e^{\left( -1.9 \times \frac{P_n}{m_k + 75} \right)} - 0.1 \right) \times (s - n_{\text{idle}}) + n_{\text{idle}} \right] \times \frac{1}{ndv_1}$$

Gleichung 2-9:

$$v_{i \rightarrow i+1} = \left[ \left( 0.5753 \times e^{\left( -1.9 \times \frac{P_n}{m_k + 75} \right)} \right) \times (s - n_{\text{idle}}) + n_{\text{idle}} \right] \times \frac{1}{ndv_{i-1}}, \quad i = 3 \text{ to } ng$$

### 4.5.5.2.1.3. Schritt 2 — Gangwahl für jede Probenahme des Zyklus

Um unterschiedliche Auslegungen der Beschleunigungs- und Verzögerungsphasen, der Dauergeschwindigkeitsphasen und der Standphasen zu vermeiden, werden den Fahrzeuggeschwindigkeitsmustern entsprechende Indikatoren als integrale Bestandteile der Zyklen hinzugefügt (siehe die Tabellen in Anlage 6).

Der geeignete Gang für jede Probe wird anschließend mithilfe der Geschwindigkeitsbereiche, die sich aus den Schaltgeschwindigkeitsgleichungen unter Nummer 4.5.5.2.1.1 ergeben, und den Phasenindikatoren der für das Prüffahrzeug geeigneten Teile des Zyklus folgendermaßen berechnet:

#### Gangwahl für die Standphasen

Für die letzten fünf Sekunden einer Standphase ist der Gangwahlhebel bei ausgerückter Kupplung auf den ersten Gang zu stellen. Für den vorhergehenden Teil einer Standphase ist der Gangwahlhebel in neutrale Stellung zu bringen oder die Kupplung auszurücken.

### Gangwahl für die Beschleunigungsphasen

1. Gang, wenn  $v \leq v_{1 \rightarrow 2}$
2. Gang, wenn  $v_{1 \rightarrow 2} < v \leq v_{2 \rightarrow 3}$
3. Gang, wenn  $v_{2 \rightarrow 3} < v \leq v_{3 \rightarrow 4}$
4. Gang, wenn  $v_{3 \rightarrow 4} < v \leq v_{4 \rightarrow 5}$
5. Gang, wenn  $v_{4 \rightarrow 5} < v \leq v_{5 \rightarrow 6}$
6. Gang, wenn  $v > v_{5 \rightarrow 6}$

### Gangwahl für die Verzögerungsphasen oder die Dauergeschwindigkeitsphasen:

1. Gang, wenn  $v < v_{2 \rightarrow 1}$
2. Gang, wenn  $v < v_{3 \rightarrow 2}$
3. Gang, wenn  $v_{3 \rightarrow 2} < v \leq v_{4 \rightarrow 3}$
4. Gang, wenn  $v_{4 \rightarrow 3} \leq v < v_{5 \rightarrow 4}$
5. Gang, wenn  $v_{5 \rightarrow 4} \leq v < v_{6 \rightarrow 5}$
6. Gang, wenn  $v \geq v_{4 \rightarrow 5}$

Die Kupplung ist auszurücken, wenn

- a) die Fahrzeuggeschwindigkeit unter 10 km/h sinkt oder
- b) die Motordrehzahl unter  $n_{idle} + 0,03 \times (s - n_{idle})$  sinkt;
- c) in einer Kaltstartphase der Motor abgewürgt werden könnte.

#### 4.5.5.2.3. Schritt 3 — Berichtigungen aufgrund zusätzlicher Anforderungen

##### 4.5.5.2.3.1. Die Gangwahl ist nach folgenden Vorschriften abzuändern:

- a) kein Gangwechsel beim Übergang von einer Beschleunigungs- zu einer Verzögerungsphase. Der Gang, der in der letzten Sekunde der Beschleunigungsphase eingelegt war, ist in der nachfolgenden Verzögerungsphase beizubehalten, es sei denn, die Geschwindigkeit sinkt unter einen Herunterschaltwert;

- b) kein Überspringen eines Gangs außer bei Verzögerungen bis zum Stillstand, bei denen aus dem zweiten Gang in den Leerlauf geschaltet werden kann;
- c) Wird der höhere oder niedrigere Gang für eine Dauer von nicht mehr als vier Sekunden eingelegt, ist er durch den vorherigen Gang zu ersetzen, wenn der vorherige und der nachfolgende Gang identisch sind; beispielsweise wird 2 3 3 3 2 durch 2 2 2 2 2 und 4 3 3 3 3 4 durch 4 4 4 4 4 ersetzt. Folgen solche Fälle aufeinander, ist der länger benutzte Gang zu wählen, so wird z. B. 2 2 2 3 3 3 2 2 2 3 3 3 durch 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 ersetzt. Werden die Gänge gleich lang verwendet, hat die nachfolgende Gangserie Vorrang vor der vorangehenden, z. B. wird 2 2 2 3 3 3 2 2 2 3 3 3 durch 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 ersetzt;
- d) kein Herunterschalten in einer Beschleunigungsphase.

#### 4.5.5.2.2. Fakultative Bestimmungen

Die Gangwahl kann nach folgenden Vorschriften abgeändert werden:

In jeder Phase des Zyklus können niedrigere Gänge eingelegt werden als die, die gemäß den Vorschriften unter Nummer 4.5.5.2.1 festgelegt wurden. Die Empfehlungen der Hersteller zur Gangwahl sind zu befolgen, wenn sie nicht dazu führen, dass höhere Gänge eingelegt werden als es den Vorschriften unter Nummer 4.5.5.2.1 entspricht.

#### 4.5.5.2.3. Fakultative Bestimmungen

Anmerkung 5: Als Hilfe zur Gangwahl kann das Berechnungsprogramm verwendet werden, das sich unter folgender URL auf der Website der Vereinten Nationen befindet:

<http://live.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29grpe/wmtc.html>

Eine Erläuterung des Ansatzes und der Gangwechselstrategie sowie ein Berechnungsbeispiel finden sich in Anlage 9.

#### 4.5.6. Einstellungen des Leistungsprüfstands

Gemäß Anlage 6 ist eine vollständige Beschreibung des Rollenprüfstands und der Instrumente zu liefern. Die Messungen sind mit der unter Nummer 4.5.7 festgelegten Genauigkeit vorzunehmen. Der Fahrwiderstand für die Einstellung des Rollenprüfstands kann entweder durch Ausrollmessungen auf der Straße oder mithilfe einer Fahrwiderstandstabelle bestimmt werden; dies geschieht bei Fahrzeugen mit einem Rad an der angetriebenen Achse gemäß Anlage 5 oder 7 und bei Fahrzeugen mit mindestens zwei Rädern an den angetriebenen Achsen gemäß Anlage 8.

4.5.6.1. Einstellung des Rollenprüfstands auf der Grundlage von Ausrollmessungen auf der Straße

Wird diese Möglichkeit gewählt, sind die Ausrollmessungen auf der Straße bei Fahrzeugen mit einem Rad an der angetriebenen Achse nach Anlage 7 und bei Fahrzeugen mit mindestens zwei Rädern an den angetriebenen Achsen nach Anlage 8 durchzuführen.

4.5.6.1.1. Anforderungen an die Ausrüstung

Die Messgeräte für Zeit und Geschwindigkeit müssen den Genauigkeitsanforderungen unter Nummer 4.5.7 entsprechen.

4.5.6.1.2. Einstellung der Schwungmasse

4.5.6.1.2.1. Die äquivalente Schwungmasse  $m_i$  für den Rollenprüfstand ist die äquivalente Schwungmasse des Schwungrads  $m_{\text{fl}}$ , die der Summe der Masse des Fahrzeugs in fahrbereitem Zustand zuzüglich der Masse des Fahrers (75 kg) am nächsten kommt. Alternativ dazu kann die äquivalente Schwungmasse  $m_i$  auch der Anlage 5 entnommen werden.

4.5.6.1.2.2. Kann die Bezugsmasse  $m_{\text{ref}}$  nicht auf denselben Wert wie die äquivalente Schwungmasse des Schwungrads  $m_i$  gebracht werden, kann, um den Zielwert für den Fahrwiderstand  $F^*$  auf den (am Rollenprüfstand einzustellenden) Wert des Fahrwiderstandes  $F_E$  zu bringen, die berichtigte Ausrollzeit  $\Delta T_E$  entsprechend dem Gesamtmassenverhältnis des Zielwertes der Ausrollzeit  $\Delta T_{\text{road}}$  in der folgenden Gleichungssequenz angepasst werden:

Gleichung 2-10:

$$\Delta T_{\text{road}} = \frac{1}{3.6} (m_a + m_{r1}) \frac{2\Delta v}{F^*}$$

Gleichung 2-11:

$$\Delta T_E = \frac{1}{3.6} (m_i + m_{r1}) \frac{2\Delta v}{F_E}$$

Gleichung 2-12:

$$F_E = F^*$$

Gleichung 2-13:

$$\Delta T_E = \Delta T_{road} \times \frac{m_i + m_{r1}}{m_a + m_{r1}}$$

wobei  $0.95 < \frac{m_i + m_{r1}}{m_a + m_{r1}} < 1.05$

Dabei gilt:

$m_{r1}$  kann gegebenenfalls in Kilogramm gemessen oder berechnet werden. Alternativ dazu kann  $m_{r1}$  als Prozentsatz von  $m$  geschätzt werden.

#### 4.5.6.2. Fahrwiderstand nach einer Fahrwiderstandstabelle

4.5.6.2.1. Anstatt des Fahrwiderstandes nach der Ausrollmethode kann am Rollenprüfstand auch der Wert aus der Fahrwiderstandstabelle eingestellt werden. Dabei ist der Rollenprüfstand nach der Masse des fahrbereiten Fahrzeugs ohne Berücksichtigung besonderer Eigenschaften des Fahrzeugs der Klasse L einzustellen.

Anmerkung 6: Bei Fahrzeugen der Klasse L mit außergewöhnlichen Eigenschaften ist diese Methode mit Vorsicht anzuwenden.

4.5.6.2.2. Als äquivalente Schwungmasse des Schwungrads  $m_{fi}$  ist gegebenenfalls die äquivalente Schwungmasse  $m_i$  gemäß Anlage 5, 7 oder 8 zu verwenden. Am Rollenprüfstand sind der Rollwiderstand der nicht angetriebenen Räder  $a$  sowie der Luftwiderstandskoeffizient  $b$  einzustellen, welche der Anlage 5 zu entnehmen oder nach den Verfahren gemäß Anlage 7 oder 8 zu bestimmen sind.

4.5.6.2.3 Der Fahrwiderstand des Rollenprüfstands  $F_E$  ist mithilfe der folgenden Gleichung zu bestimmen:

Gleichung 2-14:

$$F_E = F_T = a + b \times v^2$$

4.5.6.2.4. Der Zielwert für den Fahrwiderstand  $F^*$  muss gleich dem Fahrwiderstandswert  $F_T$  aus der Fahrwiderstandstabelle sein, da eine Berichtigung um die Standardumgebungsbedingungen nicht notwendig ist.

#### 4.5.7. Messgenauigkeit

Die verwendeten Messgeräte müssen die Genauigkeitsanforderungen nach Tabelle 1-7 erfüllen:

Messgröße	Toleranz	Auflösung
-----------	----------	-----------

a) Fahrwiderstand F	+ 2 %	-
b) Fahrzeuggeschwindigkeit (v1, v2)	± 1 %	0,2 km/h
c) Ausrollgeschwindigkeitsintervall ( $2\Delta v = v1 - v2$ )	± 1 %	0,1 km/h
d) Ausrollzeit ( $\Delta t$ )	± 0,5 %	0,01 s
e) Fahrzeuggesamtmasse (mk + mrid)	± 0,5 %	1,0 kg
f) Windgeschwindigkeit	± 10 %	0,1 m/s
g) Windrichtung	-	5 Grad
h) Temperaturen	± 1 K	1 K
i) Luftdruck	-	0,2 kPa
j) Strecke	± 0,1 %	1 m
k) Zeit	± 0,1 s	0,1 s

Tabelle 1-7: Erforderliche Messgenauigkeit

## 5. Prüfverfahren

### 5.1. Beschreibung der Prüfung Typ I

Für das Prüffahrzeug gelten, entsprechend seiner Klasse, die Anforderungen für die Prüfung Typ I gemäß dieser Nummer.

#### 5.1.1. Prüfung Typ I (Prüfung der durchschnittlichen Emissionen von gasförmigen Schadstoffen und CO<sub>2</sub> sowie des Kraftstoffverbrauchs in einem charakteristischen Fahrzyklus)

##### 5.1.1.1. Die Prüfung ist nach dem Verfahren gemäß Nummer 5.2 durchzuführen. Die Gase sind nach den vorgeschriebenen Verfahren zu sammeln und zu analysieren.

##### 5.1.1.2. Anzahl der Prüfungen

##### 5.1.1.2.1. Die Anzahl der Prüfungen ist nach Abbildung 1-5 zu bestimmen. Darin stehen $R_{i1}$ bis $R_{i3}$ für die Endergebnisse der Messungen für die erste (Nr. 1) bis dritte Prüfung (Nr. 3) und die Emissionen von gasförmigen Schadstoffen und Kohlendioxid, den Kraftstoff- bzw. Energieverbrauch oder die elektrische Reichweite gemäß Anhang VII. 'L<sub>x</sub>' steht für die Grenzwerte $L_1$ bis $L_5$ gemäß der Definition in



Anhang VI Teile A, B und C der Verordnung (EU) Nr. 168/2013.

5.1.1.2.2. In jeder Prüfung ist die Masse des Kohlenmonoxids, der Kohlenwasserstoffe, der Stickoxide, des Kohlendioxids und des während der Prüfung verbrauchten Kraftstoffs zu bestimmen. Die Masse der Partikel ist nur für die in Anhang VI Teile A und B der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 genannten (Unter-)Klassen zu bestimmen (siehe die Erläuterungen 8 und 9 am Ende von Anhang VIII der genannten Verordnung).

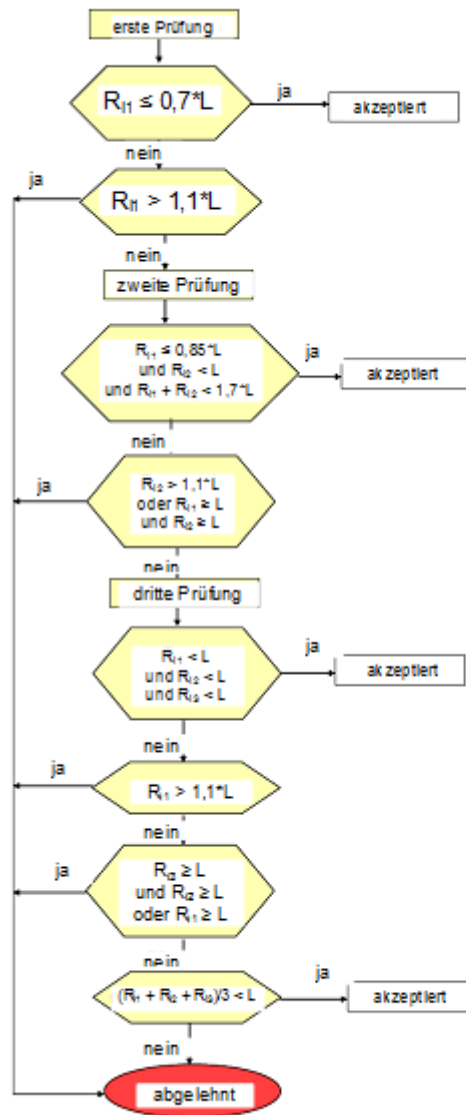


Abbildung 1-5: Flussdiagramm für die Zahl der Prüfungen Typ I

## 5.2. Prüfung Typ I

### 5.2.1. Übersicht

5.2.1.1. Die Prüfung Typ I besteht aus der Vorbereitung des Leistungsprüfstandes und verschiedenen Kraftstoff-, Abstell- und Betriebsbedingungen in vorgeschriebenen Abfolgen.

5.2.1.2. Mit der Prüfung sollen unter Simulierung der tatsächlichen Betriebsbedingungen die Masse der Emissionen von Kohlenwasserstoffen, Kohlenmonoxid, Stickoxiden, Kohlendioxid und gegebenenfalls Partikel sowie der Kraftstoff-/Energieverbrauch und die elektrische Reichweite bestimmt werden. Die Prüfung besteht aus mehrmaligem Starten des Motors und dem Betrieb des Fahrzeugs der Klasse L auf einem Rollenprüfstand nach einem angegebenen Fahrzyklus. Ein proportionaler Anteil der verdünnten Abgasemissionen wird laufend zur anschließenden Analyse aufgefangen, wobei eine Probenahmeeinrichtung mit konstantem Volumen (und veränderlicher Verdünnung) (CVS) zu verwenden ist.

5.2.1.3. Außer bei Funktionsstörungen oder Ausfall von Bauteilen müssen sämtliche emissionsmindernden Einrichtungen, die an einem geprüften Fahrzeug der Klasse L angebaut oder darin eingebaut sind, bei allen Verfahren funktionieren.

5.2.1.4. Die Hintergrundkonzentrationen sind für alle Emissionsbestandteile zu messen, die Gegenstand von Emissionsmessungen sind. Bei Abgasprüfungen sind hierfür Proben der Verdünnungsluft zu nehmen und zu analysieren.

#### 5.2.1.5. Messung der Hintergrund-Partikelmasse

Der Partikelgehalt der Verdünnungsluft kann bestimmt werden, indem gefilterte Verdünnungsluft durch den Partikelfilter geleitet wird. Diese ist an derselben Stelle zu entnehmen wie die Partikelprobe, wenn eine Messung der Partikelmasse nach Anhang VI Teil A der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 erforderlich ist. Es ist eine Messung vor oder nach der Prüfung durchzuführen. Die Messung der Partikelmasse kann berichtigt werden, indem die Hintergrundkonzentration aus dem Verdünnungssystem abgezogen wird. Die zulässige Hintergrundkonzentration beträgt  $\leq 1$  mg/km (oder die entsprechende Masse auf dem Filter). Überschreitet die Hintergrundkonzentration diesen Wert, ist der Vorgabewert von 1 mg/km (oder die entsprechende Masse auf dem Filter) zu verwenden. Führt der Abzug der Hintergrundkonzentration zu einem negativen Ergebnis, ist das Ergebnis für die Partikelmasse als null zu werten.

### 5.2.2. Einstellung und Überprüfung des Prüfstandes

#### 5.2.2.1. Vorbereitung des Prüffahrzeugs

- 5.2.2.1.1. Der Hersteller muss zusätzliche Verbindungsstücke und Adapter zur Verfügung stellen, soweit diese erforderlich sind, um eine Ablassmöglichkeit an dem in Einbaulage tiefstmöglichen Punkt der Tanks zu schaffen und das Auffangen des Auspuffgases zur Probenahme zu gewährleisten
- 5.2.2.1.2. Der Reifendruck ist mit Zustimmung des technischen Dienstes auf den vom Hersteller vorgeschriebenen Wert oder den Wert zu bringen, bei dem die bei der Straßenprüfung und die auf dem Rollenprüfstand ermittelte Fahrzeuggeschwindigkeit dieselbe ist.
- 5.2.2.1.3. Das Prüffahrzeug ist auf dem Rollenprüfstand aufzuwärmen, bis die Bedingungen dieselben wie bei der Straßenprüfung sind.
- 5.2.2.2. Vorbereitung des Rollenprüfstands, wenn die Einstellwerte durch Ausrollmessungen auf der Straße ermittelt werden

Vor der Prüfung ist der Rollenprüfstand in geeigneter Weise bis zur stabilisierten Reibungskraft  $F_f$  warmzufahren. Die Last auf dem Rollenprüfstand  $F_E$  setzt sich bauartbedingt zusammen aus dem Gesamtreibungsverlust  $F_f$  als Summe des Drehreibungswiderstands des Rollenprüfstands, des Reifenrollwiderstands und des Reibungswiderstands der rotierenden Teile im Antriebsstrang des Fahrzeugs sowie der Bremskraft der Leistung aufnehmenden Einheit (*power absorbing unit – pau*)  $F_{pau}$ , wie in folgender Gleichung:

Gleichung 2-15:

$$F_E = F_f + F_{pau}$$

Der Zielwert des Fahrwiderstandes  $F^*$  nach Anlage 5 oder 7 für ein Fahrzeug mit einem Rad an der angetriebenen Achse und nach Anlage 8 für ein Fahrzeug mit mindestens zwei Rädern an den angetriebenen Achsen ist auf dem Rollenprüfstand in Übereinstimmung mit der Fahrzeuggeschwindigkeit folgendermaßen zu reproduzieren:

Gleichung 2-16:

$$F_E(v_i) = F^*(v_i)$$

Der Gesamtreibungsverlust  $F_f$  am Rollenprüfstand ist nach dem Verfahren unter Nummer 5.2.2.2.1 oder 5.2.2.2.2 zu messen.

- 5.2.2.2.1. Antrieb durch den Rollenprüfstand

Dieses Verfahren kann nur bei Rollenprüfständen angewandt werden, die ein Fahrzeug der Klasse L antreiben können. Das Prüffahrzeug wird vom

Rollenprüfstand stetig mit der Bezugsgeschwindigkeit  $v_0$  angetrieben, wobei der Kraftübertragungsstrang bei ausgerückter Kupplung mitangetrieben werden muss. Der Gesamtreibungsverlust  $F_f(v_0)$  bei der Bezugsgeschwindigkeit  $v_0$  ergibt sich aus der Antriebskraft des Leistungsprüfstandes.

#### 5.2.2.2.2. Ausrollen ohne Leistungsaufnahme

Die Methode zur Messung der Ausrollzeit ist die Ausrollmethode für die Messung des Gesamtreibungsverlustes  $F_f$ . Das Ausrollen des Fahrzeugs erfolgt auf dem Rollenprüfstand mit einer Leistungsaufnahme gleich null, wobei für ein Fahrzeug mit einem Rad an der angetriebenen Achse das Verfahren nach Anlage 5 oder 7 und bei einem Fahrzeug mit mindestens zwei Rädern an den angetriebenen Achsen das Verfahren nach Anlage 8 gilt. Die der Bezugsgeschwindigkeit  $v_0$  entsprechende Ausrollzeit  $\Delta t_i$  ist zu messen. Die Messung ist mindestens dreimal auszuführen und die durchschnittliche Ausrollzeit  $\bar{\Delta t}$  nach folgender Gleichung zu berechnen:

Gleichung 2-17:

$$\bar{\Delta t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta t_i$$

#### 5.2.2.2.3. Gesamtreibungsverlust

Der Gesamtreibungsverlust  $F_{f(v_0)}$  bei der Bezugsgeschwindigkeit  $v_0$  wird mithilfe der folgenden Gleichung berechnet:

Gleichung 2-18:

$$F_f(v_0) = \frac{1}{3.6} (m_i + m_{r1}) \frac{2\Delta v}{\Delta t}$$

#### 5.2.2.2.4. Berechnung der Kraft der Leistung aufnehmenden Einheit

Die vom Rollenprüfstand bei der Bezugsgeschwindigkeit  $v_0$  aufzunehmende Kraft  $F_{pau}(v_0)$  wird berechnet, indem  $F_{f(v_0)}$ , wie in der nachfolgenden Gleichung dargestellt, vom Zielwert des Fahrwiderstandes  $F^*(v_0)$  abgezogen wird.

Gleichung 2-19:

$$F_{pau}(v_0) = F^*(v_0) - F_f(v_0)$$

#### 5.2.2.2.5. Einstellung des Rollenprüfstands

Je nach der Bauart des Rollenprüfstands ist dieser nach einem der unter den

Nummern 5.2.2.5.1 bis 5.2.2.5.4 beschriebenen Verfahren einzustellen. Die gewählte Einstellung gilt für die Messung der Schadstoff- und der CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie für die Energieeffizienz-Messungen (Kraftstoff-/Energieverbrauch und elektrische Reichweite) nach Anhang VII.

#### 5.2.2.2.5.1. Rollenprüfstand mit polygonaler Funktion

Bei Rollenprüfständen mit polygonaler Funktion, bei denen die Aufnahmemerkmale von den Lastwerten bei mehreren Geschwindigkeitspunkten bestimmt werden, sind als Einstellpunkte mindestens drei angegebene Geschwindigkeiten – darunter die Bezugsgeschwindigkeit – zu wählen. Für jeden Einstellpunkt wird der Rollenprüfstand auf den gemäß Nummer 5.2.2.2.4 ermittelten Wert  $F_{pau}(v_j)$  eingestellt.

#### 5.2.2.2.5.2. Rollenprüfstand mit Koeffizientensteuerung

Bei Rollenprüfständen mit Koeffizientensteuerung, bei denen die Aufnahmemerkmale von gegebenen Koeffizienten einer polynominalen Funktion bestimmt werden, ist der Wert  $F_{pau}(v_j)$  für jede angegebene Geschwindigkeit nach dem Verfahren unter Nummer 5.2.2.2 zu berechnen.

Für die Lastmerkmale kann Folgendes angenommen werden:

Gleichung 2-20:

$$F_{pau}(v) = a \times v^2 + b \times v + c$$

wobei:

die Koeffizienten a, b und c mit der Methode der polynominalen Regression zu bestimmen sind.

Die nach der Methode der polynominalen Regression ermittelten Koeffizienten a, b und c sind in diesem Fall am Rollenprüfstand einzustellen.

#### 5.2.2.2.5.3. Rollenprüfstand mit polygonalem Digitalregler für $F^*$

Bei einem Rollenprüfstand mit polygonalem Digitalregler, in dessen System ein Zentralprozessor integriert ist, wird  $F^*$  direkt eingegeben, und  $\Delta t_i$ ,  $F_f$  und  $F_{pau}$  werden automatisch gemessen und berechnet, um am Rollenprüfstand den Zielwert für den Fahrwiderstand einzugeben:

Gleichung 2-21:

$$F^* = f_0 + f_2 \cdot v^2$$

In diesem Fall werden auf digitalem Weg mehrere Punkte in Folge mittels der Datenreihe von  $F^*_j$  und  $v_j$  direkt eingegeben, das Ausrollen wird durchgeführt, und die Ausrollzeit  $\Delta t_j$  wird gemessen. Nach mehrmaliger Wiederholung der Ausrollprüfung wird  $F_{pau}$  automatisch berechnet und bei Geschwindigkeitsintervallen von 0,1 km/h des Fahrzeugs der Klasse L in der folgenden Sequenz eingestellt:

Gleichung 2-22:

$$F^* + F_f = \frac{1}{3.6} (m_i + m_{r1}) \frac{2\Delta v}{\Delta t_i}$$

Gleichung 2-23:

$$F_f = \frac{1}{3.6} (m_i + m_{r1}) \frac{2\Delta v}{\Delta t_i} - F^*$$

Gleichung 2-24:

$$F_{pau} = F^* - F_f$$

#### 5.2.2.2.5.4. Rollenprüfstand mit Digitalregler für die Koeffizienten $f^*_0$ und $f^*_2$

Bei einem Rollenprüfstand mit einem Digitalregler für die Koeffizienten, in dessen System ein Zentralprozessor integriert ist, wird der Zielwert für den Fahrwiderstand  $F^* = f_0 + f_2 \cdot v^2$  automatisch am Rollenprüfstand eingestellt.

In diesem Fall werden die Koeffizienten  $f^*_0$  und  $f^*_2$  direkt digital eingegeben, das Ausrollen wird durchgeführt, und die Ausrollzeit  $\Delta t_i$  wird gemessen.  $F_{pau}$  wird automatisch berechnet und bei Geschwindigkeitsintervallen von 0,06 km/h in der folgenden Sequenz eingestellt:

Gleichung 2-25:

$$F^* + F_f = \frac{1}{3.6} (m_i + m_{r1}) \frac{2\Delta v}{\Delta t_i}$$

Gleichung 2-26:

$$F_f = \frac{1}{3.6} (m_i + m_{r1}) \frac{2\Delta v}{\Delta t_i} - F^*$$

Gleichung 2-27:

$$F_{\text{pau}} = F^* - F_f$$

#### 5.2.2.2.6. Überprüfung der Einstellung des Rollenprüfstands

##### 5.2.2.2.6.1. Kontrollprüfung

Unmittelbar nach der ersten Einstellung ist die Ausrollzeit  $\Delta t_E$  am Rollenprüfstand entsprechend der Bezugsgeschwindigkeit ( $v_0$ ) zu messen, wobei bei einem Fahrzeug mit einem Rad an der Antriebsachse das Verfahren nach Anlage 5 oder 7 und bei einem Fahrzeug mit mindestens zwei Rädern an den Antriebsachsen das Verfahren nach Anlage 8 anzuwenden ist. Die Messung ist mindestens dreimal auszuführen; aus den Ergebnissen ist die durchschnittliche Ausrollzeit  $\Delta t_E$  zu errechnen. Der am Rollenprüfstand eingestellte Fahrwiderstand bei der Bezugsgeschwindigkeit  $F_E(v_0)$  wird nach folgender Gleichung berechnet:

Gleichung 2-28:

$$F_E(v_0) = \frac{1}{3.6} (m_i + m_{r1}) \frac{2\Delta v}{\Delta t_E}$$

##### 5.2.2.2.6.2. Berechnung des Einstellfehlers

Der Einstellfehler  $\varepsilon$  wird nach folgender Gleichung berechnet:

Gleichung 2-29:

$$\varepsilon = \frac{|F_E(v_0) - F^*(v_0)|}{F^*(v_0)} \times 100$$

Der Rollenprüfstand ist neu einzustellen, wenn der Einstellfehler folgende Kriterien nicht erfüllt:

$$\varepsilon \leq 2 \% \text{ für } v_0 \geq 50 \text{ km/h}$$

$$\varepsilon \leq 3 \% \text{ wenn } 30 \text{ km/h} \leq v_0 < 50 \text{ km/h}$$

$$\varepsilon \leq 10 \% \text{ wenn } v_0 < 30 \text{ km/h}$$

Das Verfahren nach den Nummern 5.2.2.2.6.1 und 5.2.2.2.6.2 ist zu wiederholen, bis der Einstellfehler die Kriterien erfüllt. Die Einstellung des Rollenprüfstands und die festgestellten Fehler sind aufzuzeichnen. Beispiele für Aufzeichnungsformulare finden sich in dem Muster für den Prüfbericht gemäß Artikel 32 Absatz 1 der Verordnung (EU) Nr. 168/2013.

5.2.2.3. Vorbereitung des Rollenprüfstands, wenn die Einstellwerte mithilfe einer Fahrwiderstandstabelle ermittelt werden

5.2.2.3.1. Angegebene Fahrzeuggeschwindigkeit für den Rollenprüfstand

Der Fahrwiderstand am Rollenprüfstand ist bei der angegebenen Fahrzeuggeschwindigkeit  $v$  zu überprüfen. Es sollten mindestens vier angegebene Geschwindigkeiten überprüft werden. Die Spanne der angegebenen Geschwindigkeiten (der Abstand zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Punkt) muss sich um mindestens  $\Delta v$  gemäß der Definition in Anlage 5 oder 7 bei einem Fahrzeug mit einem Rad an der Antriebsachse und in Anlage 8 bei Fahrzeugen mit mindestens zwei Rädern an den Antriebsachsen auf beiden Seiten der Bezugsgeschwindigkeit oder der Bezugsgeschwindigkeitsspanne, falls mehr als eine Bezugsgeschwindigkeit verwendet wird, erstrecken. Die angegebenen Geschwindigkeitspunkte einschließlich der Punkte der Bezugsgeschwindigkeiten müssen in regelmäßigen Abständen zueinander liegen, welche nicht mehr als 20 km/h betragen dürfen.

5.2.2.3.2. Prüfung des Rollenprüfstands

5.2.2.3.2.1. Unmittelbar nach der ersten Einstellung ist an dem Rollenprüfstand die Ausrollzeit entsprechend der angegebenen Geschwindigkeit zu messen. Während der Messung der Ausrollzeit darf das Fahrzeug nicht auf den Rollenprüfstand aufgebaut sein. Die Messung der Ausrollzeit beginnt, wenn die Geschwindigkeit des Fahrleistungsprüfstands die Höchstgeschwindigkeit des Prüfzyklus überschreitet.

5.2.2.3.2.2. Die Messung ist mindestens dreimal auszuführen; aus den Ergebnissen ist die durchschnittliche Ausrollzeit  $\Delta t_E$  zu errechnen.

5.2.2.3.2.3. Der eingestellte Fahrwiderstand  $F_E(v_j)$  bei der angegebenen Geschwindigkeit am Rollenprüfstand wird mithilfe der folgenden Gleichung berechnet:

Gleichung 2-30:

$$F_E(v_j) = \frac{1}{3.6} \times m_i \times \frac{2\Delta v}{\Delta t_E}$$

5.2.2.3.2.4. Der Einstellfehler  $\varepsilon$  bei der angegebenen Geschwindigkeit wird mithilfe der folgenden Gleichung berechnet:

Gleichung 2-31:

$$\varepsilon = \frac{|F_E(v_j) - F_T|}{F_T} \times 100$$



5.2.2.3.2.5. Der Rollenprüfstand ist neu einzustellen, wenn der Einstellfehler folgende Kriterien nicht erfüllt:

$$\varepsilon \leq 2 \% \text{ wenn } v \geq 50 \text{ km/h}$$

$$\varepsilon \leq 3 \% \text{ wenn } 30 \text{ km/h} \leq v < 50 \text{ km/h}$$

$$\varepsilon \leq 10 \% \text{ wenn } v < 30 \text{ km/h}$$

5.2.2.3.2.6. Das unter den Nummern 5.2.2.3.2.1 bis 5.2.2.3.2.5 beschriebene Verfahren ist zu wiederholen, bis der Einstellfehler die Kriterien erfüllt. Die Einstellung des Rollenprüfstands und die festgestellten Fehler sind aufzuzeichnen.

5.2.2.4. Das Rollenprüfstandssystem muss den Kalibrierungs- und Überprüfungsverfahren nach Anlage 3 entsprechen.

5.2.3. Kalibrierung der Analysatoren

5.2.3.1. Mit Hilfe des Durchsatzmessers und des an jeder Gasflasche vorhandenen Druckminderungsventils lässt man in den Analysator eine Gasmenge bei einem Druck strömen, bei dem der Analysator einwandfrei arbeitet. Das Gerät wird so eingestellt, dass es den auf der Flasche mit dem Kalibriergas angegebenen Wert als konstanten Wert anzeigt. Beginnend mit der Einstellung, die mit der Gasflasche mit der größten Kapazität erreicht wurde, ist eine Kurve der Abweichungen des Geräts entsprechend dem Inhalt der verschiedenen verwendeten Kalibriergasflaschen zu zeichnen. Der Flammenionisationsdetektor ist in Abständen von höchstens einem Monat mit Luft-Propan- oder Luft-Hexan-Mischungen, deren Kohlenwasserstoff-Nennkonzentrationen 50 % und 90 % des Skalenendwerts betragen, periodisch neu zu kalibrieren.

5.2.3.2. Nicht dispersive Infrarot-Absorptionsanalysatoren sind in denselben Abständen mit Stickstoff-CO- und Stickstoff-CO<sub>2</sub>-Mischungen, deren Nennkonzentrationen 10 %, 40 %, 60 %, 85 % und 90 % des Skalenendwerts betragen, zu überprüfen.

5.2.3.3. Zur Kalibrierung des Chemilumineszenzanalysators für NO<sub>x</sub> sind Mischungen aus Stickstoff und Stickoxid (NO) zu verwenden, deren Nennkonzentration 50 % und 90 % des Skalenendwerts beträgt. Bei allen drei Arten von Analysatoren ist die Kalibrierung vor jeder Prüfungsserie mit Mischungen zu kontrollieren, in denen die Gase in einer Konzentration von 80 % des Skalenendwerts enthalten sind. Um ein Kalibriergas in einer Konzentration von 100 % auf die erforderliche Konzentration zu verdünnen, kann eine Verdünnungsvorrichtung verwendet werden.

5.2.3.4. Verfahren zur Überprüfung des Ansprechens von beheizten Flammenionisationsdetektoren (Analysatoren) auf Kohlenwasserstoffe

#### 5.2.3.4.1. Optimierung des Ansprechverhaltens des Detektors

Der FID ist nach den Vorgaben des Herstellers einzustellen. Zur Optimierung des Ansprechverhaltens ist eine Propan-Luft-Mischung im häufigsten Betriebsbereich zu verwenden.

#### 5.2.3.4.2. Kalibrierung des Kohlenwasserstoffanalysators

Der Analysator ist mit Propan in Luft und gereinigter synthetischer Luft (siehe Nummer 5.2.3.6) zu kalibrieren.

Es ist eine Kalibrierungskurve gemäß der Beschreibung unter den Nummern 5.2.3.1 bis 5.2.3.3 zu erstellen.

#### 5.2.3.4.3. Ansprechfaktoren verschiedener Kohlenwasserstoffe und empfohlene Grenzwerte

Der Ansprechfaktor ( $R_f$ ) für einen bestimmten Kohlenwasserstoff ist das Verhältnis des FID-Ablesewerts für  $C_1$  zur Konzentration in der Gasflasche, ausgedrückt als ppm  $C_1$ .

Die Konzentration des Prüfgases muss so hoch sein, dass ungefähr 80 % des Skalenendwerts im Messbereich angezeigt werden. Die Konzentration muss mit einer Genauigkeit von  $\pm 2\%$ , bezogen auf einen gravimetrischen Normwert, ausgedrückt als Volumen, bekannt sein. Außerdem muss die Gasflasche 24 Stunden lang bei einer Temperatur zwischen 293,2 K und 303,2 K (20 °C und 30 °C) vorkonditioniert werden.

Die Ansprechfaktoren sind bei der Inbetriebnahme eines Analysators und anschließend nach größeren Wartungsarbeiten zu bestimmen. Die zu verwendenden Prüfgase und die empfohlenen Ansprechfaktoren sind:

Methan und gereinigte Luft:  $1,00 < R_f < 1,15$

oder  $1,00 < R_f < 1,05$  bei Fahrzeugen, die mit Erdgas/Biomethan betrieben werden.

Propylen und gereinigte Luft:  $0,90 < R_f < 1,00$

Toluol und gereinigte Luft:  $0,90 < R_f < 1,00$

Diese beziehen sich auf einen Ansprechfaktor ( $R_f$ ) von 1,00 für Propan und gereinigte Luft.

#### 5.2.3.5. Verfahren zur Kalibrierung und Überprüfung der Einrichtung zur Messung der emittierten Partikelmasse

##### 5.2.3.5.1 Kalibrierung des Durchsatzmessers

Der technische Dienst muss überprüfen, ob für den Durchsatzmesser ein Kalibrierschein, in dem die Übereinstimmung mit einer verfolgbaren Norm nachgewiesen ist, innerhalb eines Zeitraums von 12 Monaten vor der Prüfung oder nach einer Instandsetzung oder Veränderung, die die Kalibrierung beeinflussen könnte, ausgestellt wurde.

#### 5.2.3.5.2 Kalibrierung der Mikrowaage

Der technische Dienst muss überprüfen, ob für die Mikrowaage ein Kalibrierschein, in dem die Übereinstimmung mit einer verfolgbaren Norm nachgewiesen ist, innerhalb eines Zeitraums von 12 Monaten vor der Prüfung ausgestellt wurde.

#### 5.2.3.5.3 Vergleichsfilterwägung

Zur Bestimmung des individuellen Gewichts der Vergleichsfilter sind mindestens zwei unbenutzte Vergleichsfilter innerhalb von acht Stunden nach dem Wägen der Probenahmefilter, möglichst aber zur gleichen Zeit wie diese, zu wägen. Die Vergleichsfilter müssen dieselbe Größe haben und aus demselben Material bestehen wie die Probenahmefilter.

Wenn sich das individuelle Gewicht eines Vergleichsfilters zwischen den Wägungen des Probenahmefilters um mehr als  $\pm 5 \mu\text{g}$  verändert, sind der Probenahmefilter und die Vergleichsfilter im Wägeraum erneut zu konditionieren und anschließend erneut zu wägen.

Hierbei ist das individuelle Gewicht des Vergleichsfilters mit dem gleitenden Durchschnitt der individuellen Gewichte dieses Filters zu vergleichen.

Der gleitende Durchschnitt wird aus den individuellen Gewichten berechnet, die von dem Zeitpunkt an bestimmt werden, zu dem die Vergleichsfilter in den Wägeraum gebracht wurden. Der Zeitraum der Durchschnittsermittlung darf nicht weniger als einen Tag und höchstens 30 Tage betragen.

Probenahme- und Vergleichsfilter dürfen bis zu 80 Stunden nach der Messung der Gase bei der Emissionsprüfung mehrfach konditioniert und gewogen werden.

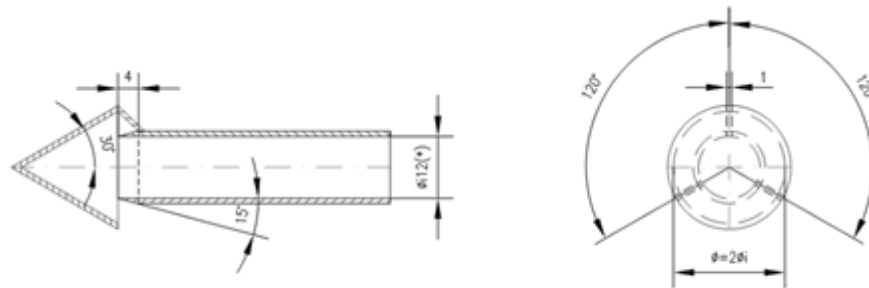
Wenn in diesem Zeitraum bei mehr als der Hälfte der Vergleichsfilter die Veränderung nicht größer als  $\pm 5 \mu\text{g}$  ist, kann die Wägung des Probenahmefilters als gültig angesehen werden.

Wenn am Ende dieses Zeitraums zwei Vergleichsfilter verwendet werden und bei einem Filter die Veränderung größer als  $\pm 5 \mu\text{g}$  ist, kann die Wägung des Probenahmefilters als gültig angesehen werden, wenn die Summe der absoluten Differenzen zwischen den individuellen und den gleitenden Durchschnittswerten der beiden Vergleichsfilter  $10 \mu\text{g}$  nicht übersteigt.

Wenn bei weniger als der Hälfte der Vergleichsfilter das Kriterium der Abweichung von höchstens  $\pm 5 \mu\text{g}$  eingehalten ist, wird der Probenahmefilter ausgesondert und die Emissionsprüfung wiederholt. Alle Vergleichsfilter müssen ausgesondert und innerhalb von 48 Stunden ersetzt werden.

In allen anderen Fällen müssen die Vergleichsfilter mindestens alle 30 Tage ersetzt werden, wobei kein Probenahmefilter gewogen wird, ohne mit einem Vergleichsfilter, der mindestens einen Tag lang im Wägeraum gelagert wurde, verglichen worden zu sein.

Wenn die unter Nummer 4.5.3.12.1.3.4 für den Wägeraum aufgeführten Bedingungen nicht erfüllt sind, aber die Vergleichsfilterwägungen den Kriterien unter Nummer 5.2.3.5.3 entsprechen, kann der Fahrzeughersteller entweder die Gewichte der Probenahmefilter anerkennen oder die Prüfungen für ungültig erklären; im letzteren Fall ist das Steuer- und Regelsystem des Wägeraums instand zu setzen und die Prüfung zu wiederholen.



(\*) Mindest-Innendurchmesser  
Wanddicke: ~ 1 mm – Werkstoff: rostfreier Stahl

Abbildung 1-6: Ausführung der Partikel-Probenahmesonde

#### 5.2.3.6. Bezugsgase

##### 5.2.3.6.1. Reine Gase

Folgende reine Gase müssen gegebenenfalls für die Kalibrierung und den Betrieb der Geräte verfügbar sein:

gereinigter Stickstoff: (Reinheit:  $\leq 1 \text{ ppm C}_1$ ,  $\leq 1 \text{ ppm CO}$ ,  $\leq 400 \text{ ppm CO}_2$ ,  $\leq 0,1 \text{ ppm NO}$ ),

gereinigte synthetische Luft: (Reinheit:  $\leq 1 \text{ ppm C}_1$ ,  $\leq 1 \text{ ppm CO}$ ,  $\leq 400 \text{ ppm CO}_2$ ,  $\leq 0,1 \text{ ppm NO}$ ), Sauerstoffgehalt zwischen 18 und 21 Volumenprozent;

gereinigter Sauerstoff: (Reinheit  $> 99,5$  Volumenprozent  $\text{O}_2$ )

Gereinigter Wasserstoff (und heliumhaltige Mischung): (Reinheit  $\leq 1$  ppm C<sub>1</sub>,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>)

Kohlenmonoxid: (Mindestreinheit 99,5 %)

Propan: (Mindestreinheit 99,5 %)

#### 5.2.3.6.2. Kalibrier- und Justiergase

Es müssen Gasgemische mit folgender chemischer Zusammensetzung verfügbar sein:

C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> und gereinigte synthetische Luft (siehe Nummer 5.2.3.5.1),

- (a) CO und gereinigter Stickstoff,
- (b) CO<sub>2</sub> und gereinigter Stickstoff,
- (c) NO und gereinigter Stickstoff (der NO<sub>2</sub>-Anteil in diesem Kalibriergas darf 5 % des NO-Gehalts nicht überschreiten).

Die tatsächliche Konzentration eines Kalibriergases muss dem angegebenen Wert auf  $\pm 2$  % genau entsprechen.

#### 5.2.3.6. Kalibrierung und Überprüfung des Verdünnungssystems

Das Verdünnungssystem ist zu kalibrieren und zu überprüfen; es muss den Anforderungen von Anlage 4 entsprechen.

#### 5.2.4. Vorkonditionierung des Prüffahrzeugs

##### 5.2.4.1. Das Prüffahrzeug ist in den Prüfbereich zu bringen, wo folgende Operationen durchzuführen sind:

- Die Kraftstoffbehälter sind durch die bereitgestellten Vorrichtungen abzulassen und mit dem vorgeschriebenen Kraftstoff gemäß Anlage 2 bis zur Hälfte ihres Fassungsvermögens zu füllen.
- Das Prüffahrzeug ist auf einen Leistungsprüfstand zu fahren oder zu schieben und nach dem geltenden Prüfzyklus, der in Anlage 6 für die (Unter-)Klasse des Fahrzeugs angegeben ist, zu betreiben. Das Fahrzeug muss nicht kalt sein und kann zur Einstellung der Leistung des Prüfstands verwendet werden.

##### 5.2.4.2. Unter der Bedingung, dass keine Emissionsprobe genommen wird, können an Prüfungspunkten Probeläufe über das vorgeschriebene Fahrprogramm ausgeführt werden, um die Drosselklappeneinstellung zu ermitteln, die mindestens erforderlich ist, damit das jeweils erforderliche Geschwindigkeit-Zeit-Verhältnis aufrechterhalten

werden kann, oder um Einstellungen am Probenahmesystem vorzunehmen.

5.2.4.3. Das Prüffahrzeug ist innerhalb von fünf Minuten nach dem Abschluss der Vorkonditionierung vom Prüfstand zum Abstellbereich zu fahren oder zu schieben und dort abzustellen. Das Fahrzeug ist vor der Durchführung der Prüfung Typ I mit Kaltstart für einen Zeitraum von mindestens sechs Stunden und höchstens 36 Stunden bzw. solange abzustellen, bis die Motoröltemperatur  $T_O$ , die Kühlmitteltemperatur  $T_C$  oder die Temperatur an der Einschraubbohrung/Dichtung der Zündkerzen  $T_P$  (nur bei luftgekühlten Motoren) der Lufttemperatur im Abstellbereich mit einer Toleranz von 2 K entspricht.

5.2.4.4. Im Hinblick auf die Partikelmessung ist zur Vorkonditionierung des Fahrzeugs höchstens 36 und mindestens sechs Stunden vor der Prüfung der geltende Prüfungszyklus nach Anhang VI Teil A der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 auf der Grundlage von Anhang IV der genannten Verordnung durchzuführen. Die technischen Einzelheiten des geltenden Prüfzyklus, der auch für die Vorkonditionierung des Fahrzeugs zu verwenden ist, sind in Anlage 6 festgelegt. Es sind drei Zyklen hintereinander zu fahren. Die Einstellung des Prüfstandes ist, wie unter Nummer 4.5.6 ausgeführt, anzugeben.

5.2.4.5. Auf Antrag des Herstellers können Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotoren und indirekter Einspritzung mit einem Fahrzyklus nach Teil I, einem nach Teil II und gegebenenfalls zwei Fahrzyklen nach Teil III des WMTC vorkonditioniert werden.

In einer Prüfanlage, in der die Prüfung eines Fahrzeugs mit niedrigen Partikelemissionen durch Rückstände einer vorangehenden Prüfung eines Fahrzeugs mit hohen Partikelemissionen kontaminiert werden könnte, wird empfohlen, bei der Vorkonditionierung der Probenahmeeinrichtung so vorzugehen, dass das Fahrzeug mit niedrigen Partikelemissionen einen zwanzigminütigen stationären Fahrzyklus mit 120 km/h oder, bei Fahrzeugen, die diese Geschwindigkeit nicht erreichen, mit 70 % der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit und anschließend drei Zyklen nach Teil II oder Teil III des WMTC hintereinander durchläuft, sofern dies machbar ist.

Nach dieser Vorkonditionierung und vor der Prüfung sind die Fahrzeuge in einem Raum aufzubewahren, in dem eine relativ konstante Temperatur zwischen 293,2 K und 303,2 K (20 °C und 30 °C) herrscht. Die Konditionierung ist mindestens sechs Stunden lang durchzuführen und fortzusetzen bis die Temperatur des Motoröls und, falls vorhanden, des Kühlmittels, der Raumtemperatur mit einer Toleranz von  $\pm 2$  K entsprechen.

Auf Antrag des Herstellers kann die Prüfung innerhalb von 30 Stunden nach Betrieb des Fahrzeugs mit seiner normalen Temperatur vorgenommen werden.

5.2.4.6. Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotoren, die mit Flüssiggas, Erdgas/Biomethan, Wasserstoff-Erdgas oder Wasserstoff betrieben werden oder aufgrund ihrer Ausstattung zwischen der Prüfung mit dem ersten und der mit dem zweiten

gasförmigen Bezugskraftstoff auf den Betrieb mit Ottokraftstoff, Flüssiggas, Erdgas/Biomethan, Wasserstoff-Erdgas oder Wasserstoff umgeschaltet werden, sind vor der Prüfung mit dem zweiten Bezugskraftstoff vorzukonditionieren. Diese Vorkonditionierung mit dem zweiten Bezugskraftstoff muss einen Vorkonditionierungszyklus umfassen, welcher aus jeweils einem Zyklus nach Teil I und II und zwei Zyklen nach Teil III des WMTC, wie in Anlage 6 beschrieben, besteht. Auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung des technischen Dienstes kann diese Vorkonditionierung verlängert werden. Der Prüfstand ist gemäß den Angaben unter Nummer 4.5.6 einzustellen.

- 5.2.5. Emissionsprüfungen
  - 5.2.5.1. Start und Neustart des Motors
    - 5.2.5.1.1. Der Motor ist nach dem vom Hersteller empfohlenen Verfahren zu starten. Die Ausführung des Prüfzyklus beginnt mit dem Anspringen des Motors.
    - 5.2.5.1.2. Fahrzeuge mit automatischer Starterklappe sind nach den Bedienungsvorschriften des Herstellers oder den Anweisungen des Benutzerhandbuchs zur Einstellung der Starterklappe und zum „Kickdown“ bei erhöhter Leerlaufdrehzahl nach dem Kaltstart zu betreiben. Beim WMTC nach Anlage 6 ist 15 Sekunden nach Anspringen des Motors ein Gang einzulegen. Wenn nötig, kann mithilfe der Bremsen verhindert werden, dass sich die Antriebsräder drehen. Bei Prüfzyklen nach der UNECE-Regelung Nr. 40 oder 47 ist fünf Sekunden vor der ersten Beschleunigung ein Gang einzulegen.
    - 5.2.5.1.3. Prüfungsfahrzeuge mit manueller Starterklappe sind nach den Bedienungsvorschriften des Herstellers oder nach dem Benutzerhandbuch zu betreiben. Sind in den Anweisungen Zeiten vorgegeben, kann der Betätigungszeitpunkt in einem Zeitraum von 15 Sekunden vor oder nach dem empfohlenen Zeitpunkt festgelegt werden.
    - 5.2.5.1.4. Wenn notwendig, kann der Bediener den Motor mithilfe der Starterklappe, der Drosselklappe usw. in Gang halten.
    - 5.2.5.1.5. Ist in den Bedienungsvorschriften des Herstellers oder im Benutzerhandbuch kein Verfahren zum Starten des warmen Motors vorgeschrieben, ist der Motor (mit automatischer oder manueller Starterklappe) mit halb geöffneter Drosselklappe anzulassen, bis er anspringt.
    - 5.2.5.1.6. Springt das Prüffahrzeug beim Kaltstart nach zehnssekündigem Anlassen oder zehn Zyklen der mechanischen Startvorrichtung nicht an, ist der Anlassvorgang abzubrechen und der Grund für das Nichtanspringen zu ermitteln. In dem Zeitraum der Ursachenermittlung sind der Umdrehungszähler an der Probenahmeeinrichtung mit konstantem Volumen abzuschalten und die Magnetventile für die Probe in die Stellung „Standby“ zu bringen. Außerdem ist in diesem Zeitraum entweder das

Gebläse des CVS abzuschalten oder der Abgasschlauch vom Auspuff zu trennen.

- 5.2.5.1.7. Ist der Motor wegen eines Bedienungsfehlers nicht angesprungen, ist das Fahrzeug für eine neue Prüfung mit Kaltstart vorzubereiten. Ist der Motor wegen einer Fehlfunktion des Fahrzeugs nicht angesprungen, kann (nach den Vorschriften für außerplanmäßige Wartungsarbeiten) eine Reparatur von weniger als 30 Minuten Dauer vorgenommen und die Prüfung fortgesetzt werden. Das Probenahmesystem ist gleichzeitig mit dem Beginn des Anlassvorgangs zu reaktivieren. Der zeitliche Ablauf des Fahrzyklus beginnt mit dem Anspringen des Motors. Geht der fehlgeschlagene Startversuch auf eine Funktionsstörung des Fahrzeugs zurück und gelingt es nicht, den Motor zu starten, ist die Prüfung für ungültig zu erklären; das Fahrzeug ist vom Prüfstand zu nehmen, zu reparieren (nach den Vorschriften für außerplanmäßige Wartungsarbeiten) und für eine neue Prüfung vorzubereiten. Soweit feststellbar sind die Ursache für die Fehlfunktion und die getroffenen Abhilfemaßnahmen im Bericht anzugeben.
- 5.2.5.1.8. Springt das Prüffahrzeug beim Warmstart nach zehnstündigem Anlassen oder zehn Zyklen der manuellen Startvorrichtung nicht an, ist der Anlassvorgang abzubrechen und die Prüfung für ungültig zu erklären; das Fahrzeug ist vom Prüfstand zu nehmen, zu reparieren und für eine neue Prüfung vorzubereiten. Soweit feststellbar sind die Ursache für die Fehlfunktion und die getroffenen Abhilfemaßnahmen im Bericht anzugeben.
- 5.2.5.1.9. Bei einem „Fehlstart“ des Motors ist das empfohlene Startverfahren (etwa erneutes Betätigen der Starterklappe usw.) zu wiederholen.
- 5.2.5.2. Abwürgen des Motors
- 5.2.5.2.1. Wird der Motor während eines Leerlaufs abgewürgt, ist er unverzüglich erneut zu starten und die Prüfung fortzusetzen. Springt der Motor nicht rasch genug an, um die nächste vorgeschriebene Beschleunigung vorzunehmen, ist der Fahrzeitanzeiger abzustellen. Nach dem erneuten Start des Fahrzeugs, ist der Fahrzeitanzeiger wieder in Gang zu setzen.
- 5.2.5.2.2. Wird der Motor während einer anderen Betriebsphase als im Leerlauf abgewürgt, ist der Fahrzeitanzeiger abzustellen, das Prüffahrzeug wieder zu starten und auf die zum betreffenden Zeitpunkt des Fahrprogramms erforderliche Geschwindigkeit zu beschleunigen und die Prüfung fortzusetzen. Während der Beschleunigungsphase bis zu diesem Zeitpunkt sind die Gangwechsel gemäß Nummer 4.5.5 durchzuführen.
- 5.2.5.2.3. Springt das Prüffahrzeug nicht innerhalb einer Minute an, ist die Prüfung für ungültig zu erklären; das Fahrzeug ist vom Prüfstand zu nehmen, zu reparieren und für eine neue Prüfung vorzubereiten. Soweit feststellbar sind die Ursache für die Fehlfunktion und die getroffenen Abhilfemaßnahmen im Bericht anzugeben.



## 5.2.6. Fahrvorschriften

5.2.6.1. Das Prüffahrzeug ist unter geringstmöglichem Einsatz der Drosselklappe auf der gewünschten Geschwindigkeit zu halten. Ein gleichzeitiges Betätigen der Bremse und der Drosselklappe ist unzulässig.

5.2.6.2. Lässt sich das Fahrzeug nicht wie vorgeschrieben beschleunigen, ist es mit voll geöffneter Drosselklappe zu fahren, bis die Rollengeschwindigkeit den im Fahrprogramm für den betreffenden Zeitpunkt vorgeschriebenen Wert erreicht.

## 5.2.7. Prüfläufe auf dem Prüfstand

5.2.7.1. Die vollständige Prüfung auf dem Leistungsprüfstand besteht aus einer Abfolge verschiedener Teile gemäß der Beschreibung unter Nummer 4.5.4.

5.2.7.2. Für jede Prüfung sind folgende Maßnahmen zu treffen:

- a) Das Antriebsrad des Fahrzeugs ist auf den Leistungsprüfstand zu bringen, ohne den Motor zu starten;
- b) das Fahrzeug-Kühlgebläse ist einzuschalten;
- c) bei allen Prüffahrzeugen sind, mit dem Probenahmeventil in der Stellung „Standby“ luftleer gemachte Probenahmebeutel mit den Probenahmesystemen für verdünntes Abgas und Verdünnungsluft zu verbinden;
- d) falls nicht bereits in Betrieb sind das CVS, die Probenahmepumpen und das Temperaturlaufzeichnungsgerät einzuschalten. (Der Wärmetauscher des Entnahmegärts mit konstantem Volumen ist, wenn er benutzt wird, vor Beginn der Prüfung ebenso auf seine Betriebstemperatur vorzuwärmen, wie die Probenahmeleitungen);
- e) die Durchsätze der Proben sind auf den gewünschten Wert und die Messgeräte für den Gasdurchsatz auf null zu stellen;
  - bei Beutelprouben von Gasen (außer Kohlenwasserstoffen) beträgt der Mindestdurchsatz 0,08 Liter/Sekunde;
  - bei Kohlenwasserstoffproben beträgt der Mindestdurchsatz für den Nachweis mit Flammenionisierungsdetektoren (FID) (oder mit beheizten Flammenionisierungsdetektoren, falls das Fahrzeug mit Methanol betrieben wird) 0,031 Liter/Sekunde;
- f) der Abgasschlauch ist mit den Auspuffrohren des Fahrzeugs zu verbinden;
- g) das Gasdurchsatz-Messgerät ist in Gang zu setzen, die Probenahmeventile sind so

einzustellen, dass die Probe in den Auffangbeutel für „dynamisches“ Auspuffgas und den für „dynamische“ Verdünnungsluft fließt, das Zündschloss ist mit dem Schlüssel in die Stellung „ein“ zu bringen und der Motor anzulassen;

- h) ein Gang ist einzulegen;
- i) die erste Beschleunigungsphase des Fahrprogramms ist einzuleiten;
- j) das Fahrzeug ist entsprechend den Fahrzyklen gemäß Nummer 4.5.4 zu betreiben;
- k) nach Beendigung von Teil 1 oder Teil 1 in kaltem Zustand sind die Probenströme gleichzeitig von den ersten Beuteln und Proben zu den zweiten Beuteln und Proben umzulenken und das Gasdurchsatz-Messgerät Nr. 1 aus- und das Gasdurchsatz-Messgerät Nr. 2 einzuschalten;
- l) bei Fahrzeugen, die Teil 3 des WMTC durchlaufen können, sind nach Beendigung von Teil 2 die Probenströme gleichzeitig von den zweiten Beuteln und Proben zu den dritten Beuteln und Proben umzulenken, das Gasdurchsatz-Messgerät Nr. 2 aus- und das Gasdurchsatz-Messgerät Nr. 3 einzuschalten;
- m) vor dem Durchlaufen eines neuen Teils sind die gemessenen Rollen- oder Wellenumdrehungen aufzuzeichnen; der Zähler ist auf null zu stellen oder es ist auf einen zweiten Zähler umzuschalten. Die Abgas- und Verdünnungsluftproben sind so bald wie möglich zum Analysesystem zu befördern und gemäß Nummer 6 auszuwerten, um an allen Analysatoren innerhalb von 20 Minuten nach Ende der Probenahmeperiode der Prüfung einen stabilisierten Ablesewert für die Abgas-Beutelprobe zu erhalten;
- n) der Motor ist zwei Sekunden nach Ende des letzten Teils der Prüfung abzuschalten;
- o) unmittelbar nach dem Ende des Probenahmezeitraums ist der Kühlventilator abzuschalten;
- p) die Probenahmeeinrichtung mit konstantem Volumen (CVS) oder das kritisch durchströmte Venturirohr (CFV) ist abzuschalten oder es ist der Abgasschlauch von den Auspuffrohren des Fahrzeugs zu trennen;
- q) der Abgasschlauch ist von den Auspuffrohren des Fahrzeugs zu trennen und das Fahrzeug vom Prüfstand zu nehmen;
- r) zu Vergleichs- und Analysezwecken sind die sekundenweise aufgezeichneten Emissionsdaten (verdünntes Gas) ebenso wie die Ergebnisse der Probenahmebeutel aufzuzeichnen.

## **6. Ergebnisanalyse**

## 6.1. Prüfungen Typ I

### 6.1.1. Analyse der Abgasemissionen und des Kraftstoffverbrauchs

#### 6.1.1.1. Analyse der Proben in den Beuteln

So bald wie möglich, in jedem Fall aber spätestens 20 Minuten nach dem Ende der Prüfungen, ist mit der Analyse zu beginnen, um folgende Werte zu bestimmen:

- Konzentration von Kohlenwasserstoffen, Kohlenmonoxid, Stickoxiden und Kohlendioxid in der Verdünnungsluftprobe in dem oder den Beuteln B,
- Konzentration von Kohlenwasserstoffen, Kohlenmonoxid, Stickoxiden und Kohlendioxid in der Probe von verdünntem Abgas in dem oder den Beuteln A.

#### 6.1.1.2. Kalibrierung der Analysatoren und Konzentrationsergebnisse

Die Ergebnisanalyse ist in folgenden Schritten durchzuführen:

- a) Vor jeder Probenanalyse wird die Analysatoranzeige auf der Skala, die für den jeweiligen Schadstoff verwendet wird, mit dem entsprechenden Nullgas in Nullstellung gebracht;
- b) die Analysatoren werden dann entsprechend den Kalibrierkurven mit Justiergasen eingestellt, die Nennkonzentrationen zwischen 70 % und 100 % des Skalenendwerts für die jeweilige Skala aufweisen;
- c) anschließend wird die Nullstellung des Analysators erneut überprüft. Weicht ein abgelesener Wert um mehr als 2 % des Skalenendwerts von dem Wert ab, der bei der unter Buchstabe b vorgeschriebenen Einstellung erreicht wurde, ist der Vorgang zu wiederholen;
- d) anschließend sind die Proben zu analysieren;
- e) Nach der Analyse werden Nullpunkt und Endpunkt mit den gleichen Gasen überprüft. Weichen diese Werte nicht um mehr als 2 % von denen unter Buchstabe c ab, ist die Analyse als gültig anzusehen;
- f) Bei allen in diesem Abschnitt beschriebenen Vorgängen müssen die Durchsätze und Drücke der einzelnen Gase die gleichen sein wie bei der Kalibrierung der Analysatoren;
- g) als Messwert für die Konzentration der jeweiligen Schadstoffe in den Gasen gilt der nach der Stabilisierung des Messgeräts abgelesene Wert.

#### 6.1.1.3. Messung der erfassten Fahrstrecke

Die in einem Prüfungsteil tatsächlich erfasste Fahrstrecke S ist zu berechnen, indem die vom Gesamtzähler abgelesene Zahl der Umdrehungen (siehe Nummer 5.2.7) mit dem Umfang der Rolle multipliziert wird. Diese Strecke ist in km anzugeben.

#### 6.1.1.4. Bestimmung der emittierten Gasmenge

Die ausgegebenen Prüfergebnisse sind für jede Prüfung und jeden Zyklusteil mithilfe der folgenden Formeln zu verarbeiten. Die Ergebnisse aller Emissionsprüfungen sind mit der „Abrundungsmethode“ nach der Norm ASTM E 29-67 auf die angegebene Zahl von Dezimalstellen zu runden, indem nach dem geltenden Standard drei signifikante Stellen angegeben werden.

##### 6.1.1.4.1. Gesamtvolumen des verdünntes Gases

Das Gesamtvolumen des verdünnten Gases in m<sup>3</sup>/Zyklusteil bei den Bezugsbedingungen von 273,2 K (0 °C) und 101,3 kPa ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

Gleichung 2-32:

$$V = V_0 \cdot \frac{N \cdot (P_a - P_i) \cdot 273.2}{101.3 \cdot (T_p + 273.2)}$$

Dabei gilt:

$V_0$  ist das Volumen des pro Umdrehung der Pumpe P verdrängten Gases in m<sup>3</sup>/Umdrehung. Dieser Volumenwert hängt von den Unterschieden zwischen der Einlass- und der Auslassseite der Pumpe ab;

N ist die Zahl der Umdrehungen der Pumpe P in jedem Prüfungsteil;

$P_a$  ist der Umgebungsdruck in kPa;

$P_i$  ist der durchschnittliche Unterdruck, der während des Prüfungsteils auf der Einlassseite der Pumpe herrscht, in kPa;

$T_p$  ist die Temperatur (in K) des verdünnten Gases, die während des jeweiligen Prüfungsteils an der Eingangsseite der Pumpe P gemessen wird.

##### 6.1.1.4.2. Kohlenwasserstoffe (HC)

Die Masse der während der Prüfung vom Abgassystem des Fahrzeugs emittierten unverbrannten Kohlenwasserstoffe ist nach folgender Formel zu berechnen:

Gleichung 2-33:

$$HC_m = \frac{l}{S} \cdot V \cdot d_{HC} \cdot \frac{HC}{10^3}$$

Dabei gilt:

$HC_m$  ist die Masse der in dem jeweiligen Prüfungsteil emittierten Kohlenwasserstoffe in mg/km;

S ist die unter Nummer 6.1.1.3 definierte Fahrstrecke;

V ist das unter Nummer 6.1.1.4.1 definierte Gesamtvolumen;

$d_{HC}$  ist die Dichte der Kohlenwasserstoffe bei Bezugstemperatur und -druck (273,2 K und 101,3 kPa);

$d_{HC} = 631 \cdot 10^3 \text{ mg/m}^3$  bei Ottokraftstoff (E5) ( $C_1H_{1,89}O_{0,016}$ )

=  $932 \cdot 10^3 \text{ mg/m}^3$  bei Ethanol (E85) ( $C_1H_{2,74}O_{0,385}$ )

=  $622 \cdot 10^3 \text{ mg/m}^3$  bei Dieselloststoff (B5) ( $C_1H_{1,86}O_{0,005}$ )

=  $649 \cdot 10^3 \text{ mg/m}^3$  bei Flüssiggas ( $C_1H_{2,525}$ )

=  $714 \cdot 10^3 \text{ mg/m}^3$  bei Erdgas/Biogas ( $C_1H_4$ )

=  $\frac{9.104 \cdot A + 136}{1524.152 - 0.583 \cdot A} \cdot 10^6 \text{ mg/m}^3$  bei Wasserstoff-Erdgas (wobei A = Erdgas-/Biomethanmenge im Wasserstoff-Erdgas-Gemisch (in Volumenprozent)).

$HC_c$  ist die Konzentration verdünnter Gase in Teilen Kohlenstoffäquivalent pro Million (ppm) (z. B. die Konzentration in Propan multipliziert mit drei), welche mithilfe der folgenden Gleichung um die Verdünnungsluft berichtigt wird:

Gleichung 2-34:

$$HC_c = HC_e - HC_d \cdot \left(1 - \frac{1}{DF}\right)$$

Dabei gilt:

$HC_e$  ist die Kohlenwasserstoffkonzentration in Teilen Kohlenstoffäquivalent pro Million (ppm) in der Probe der verdünnten Gase in dem oder den Probenahmebeuteln A;

$HC_d$  ist die Kohlenwasserstoffkonzentration in Teilen Kohlenstoffäquivalent pro Million (ppm) in der Verdünnungsluftprobe in dem oder den Probenahmebeuteln B;

DF ist der unter Nummer 6.1.1.4.7 definierte Koeffizient.

Die Konzentration der Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe (NMHC) wird folgendermaßen berechnet:

Gleichung 2-35:

$$C_{NMHC} = C_{THC} - (Rf_{CH_4} \cdot C_{CH_4})$$

Dabei gilt:

$C_{NMHC}$  = die korrigierte NMHC-Konzentration im verdünnten Abgas, ausgedrückt in ppm Kohlenstoffäquivalent;

$C_{THC}$  = die Konzentration der Kohlenwasserstoffe insgesamt (THC) im verdünnten Abgas, ausgedrückt in ppm Kohlenstoffäquivalent und korrigiert um die THC-Konzentration in der Verdünnungsluft;

$C_{CH_4}$  = die  $CH_4$ -Konzentration im verdünnten Abgas, ausgedrückt in ppm Kohlenstoffäquivalent und korrigiert um die  $CH_4$ -Konzentration in der Verdünnungsluft,

$Rf_{CH_4}$  ist der FID-Ansprechfaktor auf Methan gemäß der Definition unter Nummer 5.2.3.4.1.

#### 6.1.1.4.3. Kohlenmonoxid (CO)

Die Masse des während der Prüfung vom Abgassystem des Fahrzeugs emittierten Kohlenmonoxids ist nach folgender Formel zu berechnen:

Gleichung 2-36:

$$CO_m = \frac{I}{S} \cdot V \cdot d_{CO} \cdot \frac{CO}{10^3}$$

Dabei gilt:

$CO_m$  ist die Masse des in dem jeweiligen Prüfungsteil emittierten Kohlenmonoxids in mg/km;

S ist die unter Nummer 6.1.1.3 definierte Fahrstrecke;

V ist das unter Nummer 6.1.1.4.1 definierte Gesamtvolumen;

$d_{CO}$  ist die Dichte des Kohlenmonoxids,  $d_{CO} = 1,25 \cdot 10^6 \text{ mg/m}^3$  bei Bezugstemperatur und -druck (273,2 K und 101,3 kPa);

$CO_c$  ist die Konzentration verdünnter Gase in Teilen Kohlenmonoxid pro Million (ppm), welche mithilfe der folgenden Gleichung um die Verdünnungsluft berichtigt wird:

Gleichung 2-37:

$$CO_c = CO_e - CO_d \cdot \left(1 - \frac{1}{DF}\right)$$

Dabei gilt:

$CO_e$  ist die Kohlenmonoxidkonzentration in Teilen pro Million (ppm) in der Probe der verdünnten Gase in dem oder den Probenahmebeuteln A;

$CO_d$  ist die Kohlenmonoxidkonzentration in Teilen pro Million (ppm) in der Verdünnungsluftprobe in dem oder den Probenahmebeuteln B;

DF ist der unter Nummer 6.1.1.4.7 definierte Koeffizient.

#### 6.1.1.4.4. Stickoxide (NO<sub>x</sub>)

Die Masse der während der Prüfung vom Abgassystem des Fahrzeugs emittierten Stickoxide ist nach folgender Formel zu berechnen:

Gleichung 2-38:

$$NO_{xm} = \frac{l}{S} \cdot V \cdot d_{NO_2} \cdot \frac{NO_{xc} \cdot K_h}{10^3}$$

Dabei gilt:

$NO_m$  ist die Masse der in dem jeweiligen Prüfungsteil emittierten Stickoxide in mg/km;

S ist die unter Nummer 6.1.1.3 definierte Fahrstrecke;

V ist das unter Nummer 6.1.1.4.1 definierte Gesamtvolumen;

$d_{NO_2}$  ist die Dichte der Stickoxide in den Abgasen unter der Annahme, dass sie in Form von Stickstoffdioxid vorliegen  $d_{NO_2} = 2,05 \cdot 10^6 \text{ mg/m}^3$  bei Bezugstemperatur und -druck (273,2 K und 101,3 kPa);

$NO_{xc}$  ist die Konzentration verdünnter Gase in Teilen pro Million (ppm), welche mithilfe der folgenden Gleichung um die Verdünnungsluft berichtigt wird:

Gleichung 2-39:

$$NO_{xc} = NO_{xe} - NO_{xd} \cdot \left(1 - \frac{1}{DF}\right)$$

Dabei gilt:

$NO_{xe}$  ist die Stickoxidkonzentration in Teilen Stickoxiden pro Million (ppm) in dem Probenahmebeutel/den Probenahmebeuteln A;

$NO_{xd}$  ist die Stickoxidkonzentration in Teilen Stickoxiden pro Million (ppm) in der Verdünnungsluftprobe in dem Probenahmebeutel/den Probenahmebeuteln B;

DF ist der unter Nummer 6.1.1.4.7 definierte Koeffizient;

$K_h$  ist der Feuchtigkeitskorrekturfaktor, berechnet nach folgender Formel:

Gleichung 2-40:

$$K_h = \frac{1}{1 - 0.0329 \cdot (H - 10.7)}$$

Dabei gilt:

H ist die absolute Feuchtigkeit in g Wasser je kg trockener Luft:

Gleichung 2-41:

$$H = \frac{6.2111 \cdot U \cdot P_d}{P_a - P_d \cdot \frac{U}{100}}$$

Dabei gilt:

U ist die Feuchtigkeit als Prozentsatz;

$P_d$  ist der Sättigungsdampfdruck von Wasser bei der Prüftemperatur in kPa;

$P_a$  ist der atmosphärische Druck in kPa;

#### 6.1.1.4.5. Masse der Partikel



Die emittierte Partikelmasse  $M_p$  (g/km) wird mit Hilfe der folgenden Gleichung berechnet:

Gleichung 2-42:

$$M_p = \frac{(V_{\text{mix}} + V_{\text{ep}}) \cdot P_e}{V_{\text{ep}} \cdot d}$$

wenn die Abgase aus dem Tunnel abgeleitet werden, und mit folgender Gleichung:

Gleichung 2-43:

$$M_p = \frac{V_{\text{mix}} \cdot P_e}{V_{\text{ep}} \cdot S}$$

wenn die Gasproben in den Tunnel zurückgeleitet werden;

wobei:

$V_{\text{mix}}$  = Volumen  $V$  der verdünnten Abgase unter Normalbedingungen;

$V_{\text{ep}}$  = Volumen des Abgases, das durch den Partikelfilter strömt, unter Normalbedingungen;

$P_e$  = Masse der von dem oder den Filtern aufgenommenen Partikel;

$S$  = die unter Nummer 6.1.1.3 definierte Fahrstrecke;

$M_p$  = Partikelemissionen in mg/km.

Bei Vornahme einer Berichtigung um die Partikel-Hintergrundkonzentration aus dem Verdünnungssystem, ist die Partikel-Hintergrundkonzentration gemäß Nummer 5.2.1.5 zu bestimmen. Die Partikelmasse (mg/km) errechnet sich in diesem Fall wie folgt:

Gleichung 2-44:

$$M_p = \left[ \frac{P_e}{V_{\text{ep}}} - \left( \frac{P_a}{V_{\text{ap}}} \cdot \left( 1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \right) \right] \cdot \frac{(V_{\text{mix}} + V_{\text{ep}})}{d}$$

wenn die Abgase aus dem Tunnel abgeleitet werden, und mit folgender Gleichung:

Gleichung 2-45:

$$M_p = \left[ \frac{P_e}{V_{ep}} - \left( \frac{P_a}{V_{ap}} \cdot \left( 1 - \frac{1}{DF} \right) \right) \right] \cdot \frac{V_{mix}}{d}$$

wenn die Gasproben in den Tunnel zurückgeleitet werden;

wobei

$V_{ap}$  = Volumen der Tunnelluft, die durch den Hintergrund-Partikelfilter strömt, unter Normalbedingungen;

$P_a$  = vom Hintergrundfilter aufgenommene Partikelmasse;

DF = gemäß Nummer 6.1.1.4.7 bestimmter Verdünnungsfaktor

Führt die Hintergrundkorrektur zu einem negativen Partikelmassewert (in mg/km), ist das Ergebnis für die Partikelmasse als null mg/km zu werten.

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

Die Masse des während der Prüfung vom Abgassystem des Fahrzeugs emittierten Kohlendioxids ist nach folgender Formel zu berechnen:

Gleichung 2-46:

$$CO_{2m} = \frac{1}{S} \cdot V \cdot d_{CO_2} \cdot \frac{CO_{2c}}{10^2}$$

Dabei gilt:

$CO_{2m}$  ist die Masse des in dem jeweiligen Prüfungsteil emittierten Kohlendioxids in mg/km;

S ist die unter Nummer 6.1.1.3 definierte Fahrstrecke;

V ist das unter Nummer 6.1.1.4.1 definierte Gesamtvolumen;

$d_{CO_2}$  ist die Dichte des Kohlenmonoxids,  $d_{CO_2} = 1,964 \cdot 10^3 \text{ g/m}^3$  bei Bezugstemperatur und -druck (273,2 K und 101,3 kPa);

$CO_{2c}$  ist die Konzentration verdünnter Gase, ausgedrückt als prozentualer Anteil von Kohlendioxidäquivalent, welche mithilfe der folgenden Gleichung um die Verdünnungsluft berichtigt wird:

Gleichung 2-47:

$$CO_{2c} = CO_{2e} - CO_{2d} \times \left(1 - \frac{1}{DF}\right)$$

Dabei gilt:

$CO_{2e}$  ist die Kohlendioxidkonzentration als prozentualer Anteil in der Probe der verdünnten Gase in dem oder den Probenahmebeuteln A;

$CO_{2d}$  ist die Kohlendioxidkonzentration als prozentualer Anteil in der Verdünnungsluftprobe in dem oder den Probenahmebeuteln B;

DF ist der unter Nummer 6.1.1.4.7 definierte Koeffizient.

#### 6.1.1.4.7. Verdünnungsfaktor (DF)

Der Verdünnungsfaktor wird wie folgt berechnet:

Für jeden Bezugskraftstoff außer Wasserstoff:

Gleichung 2-48:

$$DF = \frac{X}{C_{CO_2} + (C_{HC} + C_{CO}) \cdot 10^{-4}}$$

Für eine Kraftstoffzusammensetzung  $C_xH_yO_z$  lautet die allgemeine Formel:

Gleichung 2-49:

$$X = 100 \cdot \frac{x}{x + \frac{y}{2} + 3.76 \cdot \left(x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2}\right)}$$

Für Wasserstoff-Erdgas lautet die Formel:

Gleichung 2-50:

$$X = \frac{65.4 \cdot A}{4.922 \cdot A + 195.84}$$

Für Wasserstoff wird der Verdünnungsfaktor wie folgt berechnet:

Gleichung 2-51:

$$DF = \frac{X}{C_{H_2O} - C_{H_2O-DA} + C_{H_2} \cdot 10^{-4}}$$

Für die in Anhang X genannten Bezugskraftstoffe gelten folgende Werte für „X“:

Kraftstoff	X
Ottokraftstoff (E5)	13,4
Diesekraftstoff (B5)	13,5
Flüssiggas	11,9
Erdgas/Biomethan	9,5
Ethanol (E85)	12,5
Wasserstoff	35,03

Tabelle 1-8: Faktor „X“ in Formeln zur Berechnung von DF

In diesen Gleichungen gilt:

$C_{CO_2}$  = CO<sub>2</sub>-Konzentration des verdünnten Abgases in dem Probenahmebeutel in Volumenprozent,

$C_{HC}$  = HC-Konzentration im verdünnten Abgas im Probenahmebeutel in ppm Kohlenstoffäquivalent,

$C_{CO}$  = CO-Konzentration im verdünnten Abgas im Probenahmebeutel in ppm,

$C_{H_2O}$  = H<sub>2</sub>O-Konzentration des verdünnten Abgases in dem Probenahmebeutel in Volumenprozent,

$C_{H_2O-DA}$  = H<sub>2</sub>O-Konzentration in der Verdünnungsluft in Volumenprozent,

$C_{H_2}$  = Wasserstoffkonzentration im verdünnten Abgas im Probenahmebeutel in ppm,

A = Erdgas/Biomethan-Menge im Wasserstoff-Erdgas-Gemisch in Volumenprozent.

#### 6.1.1.5. Gewichtung der Ergebnisse der Prüfung Typ I

- 6.1.1.5.1. Bei wiederholter Messung (siehe Nummer 5.1.1.2) wird aus den Werten der Schadstoff- (mg/km) und CO<sub>2</sub>-Emissionen, die nach der unter Nummer 6.1.1 beschriebenen Berechnungsmethode ermittelt wurden, sowie aus den nach

Anhang VII ermittelten Werten für Kraftstoff-/Energieverbrauch und elektrische Reichweite für jeden Zyklusteil ein Durchschnittswert ermittelt.

#### 6.1.1.5.1.1 Wichtung der Ergebnisse der Prüfzyklen nach den UNECE-Regelungen Nr. 40 und 47

Das (Durchschnitts-)Ergebnis der Kaltphase des Prüfzyklus nach den UNECE-Regelungen Nr. 40 und 47 wird als  $R_1$ , das (Durchschnitts-)Ergebnis der Warmphase des Prüfzyklus nach den UNECE-Regelungen Nr. 40 und 47 als  $R_2$  bezeichnet. Das Endergebnis  $R$  wird aus diesen Schadstoff- (mg/km) und  $\text{CO}_2$ -Emissionswerten (mg/km bzw. g/km) entsprechend der Fahrzeugkategorie gemäß Nummer 6.3 nach folgenden Gleichungen berechnet:

Gleichung 2-52:

$$R = R_{1\_cold} \cdot w_1 + R_{2\_warm} \cdot w_2$$

Dabei gilt:

$w_1$  = Wichtungsfaktor Kaltphase

$w_2$  = Wichtungsfaktor Warmphase

#### 6.1.1.5.1.2 Wichtung der WMTC-Ergebnisse

Das (Durchschnitts-)Ergebnis von Teil 1 oder Teil 1 mit verringerter Fahrzeuggeschwindigkeit wird  $R_1$ , das (Durchschnitts-)Ergebnis von Teil 2 oder Teil 2 mit verringerter Fahrzeuggeschwindigkeit  $R_2$  und das (Durchschnitts-)Ergebnis von Teil 3 oder Teil 3 mit verringerter Fahrzeuggeschwindigkeit  $R_3$  genannt. Das Endergebnis  $R$  wird aus diesen Emissions- (mg/km) und Kraftstoffverbrauchswerten (Liter/100 km) entsprechend der Fahrzeugklasse gemäß Nummer 6.1.1.6.2 nach folgenden Gleichungen berechnet:

Gleichung 2-53:

$$R = R_1 \cdot w_1 + R_2 \cdot w_2$$

Dabei gilt:

$w_1$  = Wichtungsfaktor Kaltphase

$w_2$  = Wichtungsfaktor Warmphase

Gleichung 2-54:

$$R = R_1 \cdot w_1 + R_2 \cdot w_2 + R_3 \cdot w_3$$

Dabei gilt:

$w_n$  = Wichtungsfaktor Phase n (n = 1, 2 oder 3)

6.1.1.6.2. Für jeden Bestandteil der Schadstoffemissionen sind die Kohlendioxid-Wichtungsfaktoren nach Tabelle 1-9 (Euro 4) oder Tabelle 1-10 (Euro 5) zu verwenden.

6.1.1.6.2.1.

Fahrzeugklasse	Name der Fahrzeugklasse	Prüfzyklus	Gleichung Nummer	Wichtungsfaktoren
L1e-A	Fahrräder mit Antriebssystem	ECE R47	2-52	$w_1 = 0,30$ $w_2 = 0,70$
L1e-B	Zweirädrige Kleinkraftmäder			
L2e	Dreirädrige Kleinkraftmäder			
L6e-A	Leichte Straßen-Quads			
L6e-B	Leichte Vierradmobile			
L3e L4e	Zweirädrige Kraftmäder mit und ohne Beiwagen $v_{\max} < 130$ km/h	WMTC, Phase 2	2-53	$w_1 = 0,30$ $w_2 = 0,70$
L5e-A	Dreirädrige Kraftfahrzeuge $v_{\max} < 130$ km/h			
L7e-A	Schwere Straßen-Quads $v_{\max} < 130$ km/h			
L3e L4e	Zweirädrige Kraftmäder mit und ohne Beiwagen $v_{\max} \geq 130$ km/h	WMTC, Phase 2	2-54	$w_1 = 0,25$ $w_2 = 0,50$ $w_3 = 0,25$
L5e-A	Dreirädrige Kraftfahrzeuge $v_{\max} \geq 130$ km/h			
L7e-A	Schwere Straßen-Quads $v_{\max} \geq 130$ km/h			

L5e-B	Dreirädrige Fahrzeuge zur gewerblichen Nutzung	ECE R40	2-52	$w_1 = 0,30$ $w_2 = 0,70$
L7e-B	Schwere Gelände-Quads			
L7e-C	Schwere Vierradmobile			

Tabelle 1-9: Prüfzyklen Typ I (auch gültig für Prüfungen Typ VII und VIII) für Euro-4-kompatible Fahrzeuge der Klasse L, geltende Wichtungsgleichungen und Wichtungsfaktoren

6.1.1.6.2.2.

Fahrzeug-klasse	Name der Fahrzeugklasse	Prüfzyklus	Gleichung	Wichtungsfaktoren
L1e-A	Fahrräder mit Antriebssystem	WMTC Stufe 3	2-53	$w_1 = 0,50$ $w_2 = 0,50$
L1e-B	Zweirädrige Kleinkrafträder			
L2e	Dreirädrige Kleinkrafträder			
L6e-A	Leichte Straßen-Quads			
L6e-B	Leichte Vierradmobile			
L3e L4e	Zweirädrige Krafträder mit und ohne Beiwagen $v_{\max} < 130 \text{ km/h}$		2-53	$w_1 = 0,50$ $w_2 = 0,50$
L5e-A	Dreirädrige Kraftfahrzeuge $v_{\max} < 130 \text{ km/h}$			
L7e-A	Schwere Straßen-Quads $v_{\max} < 130 \text{ km/h}$			
L3e L4e	Zweirädrige Krafträder mit und ohne Beiwagen $v_{\max} \geq 130 \text{ km/h}$			
L5e-A	Dreirädrige Kraftfahrzeuge $v_{\max} \geq 130 \text{ km/h}$			
			2-54	$w_1 = 0,25$ $w_2 = 0,50$ $w_3 = 0,25$

L7e-A	Schwere Straßen-Quads $v_{\max} \geq 130 \text{ km/h}$		2-53	$w_1 = 0,30$ $w_2 = 0,70$
L5e-B	Dreirädrige Fahrzeuge zur gewerblichen Nutzung			
L7e-B	Schwere Gelände-Quads			
L7e-C	Schwere Vierradmobile			

Tabelle 1-10: Prüfzyklen Typ I (auch gültig für Prüfungen Typ VII und VIII) für Euro-5-kompatible Fahrzeuge der Klasse L, geltende Wichtigsgleichungen und Wichtigkeitsfaktoren

## 7. Erforderliche Aufzeichnungen

Für jede Prüfung ist Folgendes aufzuzeichnen:

- a) Prüfungsnummer;
- b) Bezeichnung des Fahrzeugs, Systems oder Bauteils;
- c) Datum und Uhrzeit für jeden Teil des Prüfprogramms;
- d) Gerätebediener;
- e) Fahrer oder Bediener;
- f) Prüffahrzeug: Fabrikmarke, Fahrzeug-Identifizierungsnummer, Modelljahr, Art des Kraftübertragungsstrangs/des Getriebes, Anzeigewert des Wegstreckenzählers zu Beginn der Vorkonditionierung, Hubraum, Motorenfamilie, Emissionsminderungssystem, empfohlene Leerlaufdrehzahl, Nenn-Fassungsvermögen des Kraftstofftanks, Schwungmasse, bei 0 Kilometer aufgezeichnete Bezugsmasse und Reifendruck des Antriebsrads;
- g) Seriennummer des Leistungsprüfstandes: Anstatt die Seriennummer des Leistungsprüfstandes zu vermerken, kann auch, nach vorheriger Zustimmung der Behörde, die Nummer der Fahrzeugprüfzelle vermerkt werden, sofern aus den Unterlagen der Prüfzelle die maßgeblichen Informationen zu den Instrumenten hervorgehen;
- h) alle maßgeblichen Informationen zu den Instrumenten wie Einstellung, Verstärkung, Seriennummer, Detektorennummer, Messbereich. Alternativ kann auch, nach vorheriger Zustimmung der Behörde, die Nummer der



Fahrzeugprüfzelle vermerkt werden, sofern aus den Unterlagen der Prüfzelle die maßgeblichen Informationen zu den Instrumenten hervorgehen;

i) Registrierkarten: Nullpunkt, Prüfung der Justierung und Kurven für Abgas- und Verdünnungsluftproben markieren;

j) Luftdruck, Umgebungstemperatur und Feuchtigkeit in der Prüfzelle;

Anmerkung 7: Es kann ein zentrales Barometer für das gesamte Labor verwendet werden, wenn der Luftdruck in den einzelnen Zellen nachgewiesenermaßen um nicht mehr als  $\pm 0,1\%$  vom Luftdruck an der Anbringungsstelle des zentralen Barometers abweicht.

k) Druck des Gemisches aus Abgas und Verdünnungsluft beim Eintritt in die CVS-Messvorrichtung, Druckanstieg beim Durchströmen der Einrichtung und Temperatur am Einlass. Die Temperatur ist ständig oder digital aufzuzeichnen, damit Temperaturschwankungen bestimmt werden können;

l) In der jeweiligen Prüfungsphase erreichte Umdrehungszahl der Verdrängerpumpe bei den Probenahmen. Der entsprechende Aufzeichnungswert für ein CFV-CVS wäre die Zahl der mit einem kritisch durchströmten Venturirohr in (CFV) in jeder Prüfungsphase gemessenen Normkubikmeter;

m) die Feuchtigkeit der Verdünnungsluft;

Anmerkung 8: Falls keine Konditionierungssäulen verwendet werden, kann diese Messung entfallen. Werden Konditionierungssäulen eingesetzt und stammt die Verdünnungsluft aus der Prüfzelle, kann bei dieser Messung die Umgebungsfeuchtigkeit zugrunde gelegt werden.

n) die Fahrstrecke für jeden Prüfungsteil, berechnet aus den gemessenen Rollen- oder Wellenumdrehungen;

o) tatsächliches Rollengeschwindigkeitsmuster für die Prüfung;

p) Gangschaltungsplan für die Prüfung;

q) Ergebnisse der Emissionsprüfung Typ I für jeden Prüfungsteil und gewichtete Gesamtergebnisse;

r) Sekunden-Emissionswerte der Prüfungen Typ I, wenn dies für notwendig erachtet wird;

s) Ergebnisse der Emissionsprüfung Typ II (siehe Anhang III).

**Anlage 1**  
**In Anhang II verwendete Symbole**

<b>Symbol</b>	<b>Begriffsbestimmung</b>	<b>Einheit</b>
a	Koeffizient der polygonalen Funktion	-
a <sub>T</sub>	Rollwiderstandskraft des Vorderrads	N
b	Koeffizient der polygonalen Funktion	-
b <sub>T</sub>	Koeffizient der aerodynamischen Funktion	N/(km/h) <sup>2</sup>
c	Koeffizient der polygonalen Funktion	-
C <sub>CO</sub>	Kohlenmonoxidkonzentration	Volumenprozent
C <sub>CO<sub>corr</sub></sub>	Berichtigte Kohlenmonoxidkonzentration	Volumenprozent
CO <sub>2c</sub>	Kohlendioxidkonzentration des verdünnten Gases, berichtigt um die Verdünnungsluft	%
CO <sub>2d</sub>	Kohlendioxidkonzentration der Verdünnungsluftprobe in Beutel B	%
CO <sub>2e</sub>	Kohlendioxidkonzentration der Verdünnungsluftprobe in Beutel A	%
CO <sub>2m</sub>	Masse der Kohlendioxidemissionen des jeweiligen Prüfungsteils	g/km
CO <sub>c</sub>	Kohlenmonoxidkonzentration des verdünnten Gases, berichtigt um die Verdünnungsluft	ppm
CO <sub>d</sub>	Kohlenmonoxidkonzentration der Verdünnungsluftprobe in Beutel B	ppm
CO <sub>e</sub>	Kohlenmonoxidkonzentration der Verdünnungsluftprobe in Beutel A	ppm
CO <sub>m</sub>	Masse der Kohlenmonoxidemissionen des jeweiligen Prüfungsteils	mg/km
d <sub>0</sub>	Normwert der relativen Umgebungsluftdichte	-
d <sub>CO</sub>	Kohlenmonoxidichte	mg/m <sup>3</sup>
d <sub>CO<sub>2</sub></sub>	Kohlendioxidichte	mg/m <sup>3</sup>
DF	Verdünnungsfaktor	-
d <sub>HC</sub>	Kohlenwasserstoffdichte	mg/m <sup>3</sup>
S / d	In einem Zyklusteil gefahrene Strecke	km
d <sub>NO<sub>X</sub></sub>	Stickoxidichte	mg/m <sup>3</sup>
d <sub>T</sub>	Relative Luftdichte unter Prüfungsbedingungen	-
Δt	Ausrollzeit	s
Δt <sub>ai</sub>	Bei der ersten Straßenprüfung gemessene Ausrollzeit	s
Δt <sub>bi</sub>	Bei der zweiten Straßenprüfung gemessene Ausrollzeit	s
ΔTE	Ausrollzeit berichtigt um die Schwungmasse	s
ΔtE	Mittlere Ausrollzeit auf dem Rollenprüfstand bei Bezugsgeschwindigkeit	s
ΔT <sub>i</sub>	Durchschnittliche Ausrollzeit bei der angegebenen Geschwindigkeit	s
Δt <sub>i</sub>	Ausrollzeit bei der angegebenen Geschwindigkeit	s
ΔT <sub>j</sub>	Durchschnittliche Ausrollzeit bei der angegebenen Geschwindigkeit	s
ΔT <sub>road</sub>	Zielwert der Ausrollzeit	s
$\overline{\Delta t}$	Mittlere Ausrollzeit auf dem Rollenprüfstand ohne Absorption	s
Δv	Ausrollgeschwindigkeitsintervall (2Δv = v <sub>1</sub> - v <sub>2</sub> )	km/h
ε	Einstellfehler des Rollenprüfstands	%
F	Fahrwiderstand	N
F*	Zielwert des Fahrwiderstandes	N
F* <sub>(v<sub>0</sub>)</sub>	Zielwert des Fahrwiderstandes bei Bezugsgeschwindigkeit auf dem	N

**Anlage 1**  
**In Anhang II verwendete Symbole**

<b>Symbol</b>	<b>Begriffsbestimmung</b>	<b>Einheit</b>
	Rollenprüfstand	
$F^*_{(v_i)}$	Zielwert des Fahrwiderstandes bei angegebener Geschwindigkeit auf dem Rollenprüfstand	N
$f^*_0$	Berichtigter Rollwiderstand bei Standardumgebungsbedingungen	N
$f^*_2$	Berichtigter Lufwiderstandskoeffizient unter Standardumgebungsbedingungen	N/(km/h) 2
$F^*_i$	Zielwert des Fahrwiderstandes bei angegebener Geschwindigkeit	N
$f_0$	Rollwiderstand	N
$f_2$	Luftwiderstandskoeffizient	N/(km/h) 2
FE	Am Rollenprüfstand eingestellter Fahrwiderstand	N
$FE_{(v_0)}$	Auf dem Rollenprüfstand eingestellter Fahrwiderstand bei Bezugsgeschwindigkeit	N
$FE_{(v_2)}$	Auf dem Rollenprüfstand eingestellter Fahrwiderstand bei der angegebenen Geschwindigkeit	N
$F_f$	Gesamtreibungsverlust	N
$Ff_{(v_0)}$	Gesamtreibungsverlust bei Bezugsgeschwindigkeit	N
$F_i$	Fahrwiderstand	N
$F_{i(v_0)}$	Fahrwiderstand bei Bezugsgeschwindigkeit	N
$F_{pau}$	Bremskraft der Leistung aufnehmenden Einheit	N
$F_{pau(v_0)}$	Bremskraft der Leistung aufnehmenden Einheit bei Bezugsgeschwindigkeit	N
$F_{pau(v_j)}$	Bremskraft der Leistung aufnehmenden Einheit bei der vorgegebenen Geschwindigkeit	N
FT	Fahrwiderstand nach der Fahrwiderstandstabelle	N
H	Absolute Feuchtigkeit	mg/km
HC <sub>c</sub>	Konzentration der verdünnten Gase in Kohlenstoffäquivalent, berichtigt um die Verdünnungsluft	ppm
HC <sub>d</sub>	Kohlenwasserstoffkonzentration der Verdünnungsluftprobe in Beutel B in Kohlenstoffäquivalent	ppm
HC <sub>e</sub>	Kohlenwasserstoffkonzentration der Verdünnungsluftprobe in Beutel A in Kohlenstoffäquivalent	ppm
HC <sub>m</sub>	Masse der Kohlenwasserstoffemissionen des jeweiligen Prüfungsteils	mg/km
$K_0$	Temperaturkorrekturfaktor für den Rollwiderstand	-
$K_h$	Feuchtigkeitskorrekturfaktor	-
L	Grenzwerte für gasförmige Emissionen	mg/km
m	Prüfmasse des Fahrzeugs der Klasse L	kg
$m_a$	Tatsächliche Masse des Fahrzeugs der Klasse L	kg
$m_{f_i}$	Äquivalente Schwungmasse des Schwungrads	kg
$m_j$	Äquivalente Schwungmasse	kg
$m_k$	Leermasse (Fahrzeug der Klasse L)	kg
$m_r$	Äquivalente Schwungmasse aller Räder	kg
$m_{ri}$	Äquivalente Schwungmasse aller Hinterräder und der sich mit ihnen drehenden Teile des Fahrzeugs der Klasse L	kg
$m_{ref}$	Masse des Fahrzeugs der Klasse L in fahrbereitem Zustand zuzüglich der Masse des Fahrers (75 kg)	kg

**Anlage 1**  
**In Anhang II verwendete Symbole**

<b>Symbol</b>	<b>Begriffsbestimmung</b>	<b>Einheit</b>
$m_{rf}$	Umlaufende Masse des Vorderrads	kg
$m_{rid}$	Masse des Fahrers	kg
$n$	Motordrehzahl	$\text{min}^{-1}$
$n$	Zahl der Daten, die die Emission oder die Prüfung betreffen	-
$N$	Zahl der Umdrehungen der Pumpe P	-
$ng$	Anzahl der Vorwärtsgänge	-
$n_{idle}$	Leerlaufdrehzahl:	$\text{min}^{-1}$
$n_{max\_acc(1)}$	Drehzahl, bei der in den Beschleunigungsphasen vom 1. in den 2. Gang zu schalten ist	$\text{min}^{-1}$
$n_{max\_acc(i)}$	Drehzahl bei der vom Gang i in den Gang i+1 zu schalten ist, wenn $i > 1$	$\text{min}^{-1}$
$n_{min\_acc(i)}$	Minstdrehzahl für die Fahrt mit Dauergeschwindigkeit oder abnehmender Geschwindigkeit im 1. Gang	$\text{min}^{-1}$
$\text{NO}_{xc}$	Stickoxidkonzentration des verdünnten Gases, berichtigt um die Verdünnungsluft	ppm
$\text{NO}_{xd}$	Stickoxidkonzentration der Verdünnungsluftprobe in Beutel B	ppm
$\text{NO}_{xe}$	Stickoxidkonzentration der Verdünnungsluftprobe in Beutel A	ppm
$\text{NO}_{xm}$	Masse der Stickoxidemissionen des jeweiligen Prüfungsteils	mg/km
$P_0$	Standard-Umgebungsdruck	kPa
$P_a$	Umgebungsdruck/atmosphärischer Druck	kPa
$P_d$	Sättigungsdampfdruck von Wasser bei Prüfungstemperatur	kPa
$P_i$	Durchschnittlicher Unterdruck während des Prüfungsteils in dem jeweiligen Abschnitt der Pumpe P	kPa
$P_n$	Motor-Nennleistung	kW
$P_T$	Mittlerer Umgebungsdruck während der Prüfung	kPa
$\rho_0$	Standardwert der volumetrischen Masse der Umgebungsluft	$\text{kg/m}^3$
$r(i)$	Gangübersetzung in Gang i	-
$R$	Endgültiges Ergebnis der Prüfung der Schadstoffemissionen, der Kohlendioxidemissionen oder des Kraftstoffverbrauchs	mg/km, g/km, l/100km
$R_1$	Ergebnisse der Prüfungen der Schadstoffemissionen, der Kohlendioxidemissionen oder des Kraftstoffverbrauchs für Teil 1 des Zyklus mit Kaltstart	mg/km, g/km, l/100km
$R_2$	Ergebnisse der Prüfungen der Schadstoffemissionen, der Kohlendioxidemissionen oder des Kraftstoffverbrauchs für Zyklusteil 2 in warmem Zustand	mg/km, g/km, l/100km
$R_3$	Ergebnisse der Prüfungen der Schadstoffemissionen, der Kohlendioxidemissionen oder des Kraftstoffverbrauchs für Zyklusteil 1 in warmem Zustand	mg/km, g/km, l/100km
$R_{i_1}$	Ergebnisse der ersten Prüfung Typ I der Schadstoffemissionen	mg/km
$R_{i_2}$	Ergebnisse der zweiten Prüfung Typ I der Schadstoffemissionen	mg/km
$R_{i_3}$	Ergebnisse der dritten Prüfung Typ I der Schadstoffemissionen	mg/km
$s$	Nennzahl	$\text{min}^{-1}$
$T^C$	Kühlmitteltemperatur	K
$T^O$	Motoröltemperatur	K

**Anlage 1**  
**In Anhang II verwendete Symbole**

<b>Symbol</b>	<b>Begriffsbestimmung</b>	<b>Einheit</b>
$T^P$	Temperatur an der Einschraubbohrung/Dichtung der Zündkerzen	K
$T_0$	Standard-Umgebungstemperatur	K
$T_p$	Temperatur der verdünnten Gase, die während des jeweiligen Prüfungsteils an der Einlassseite der Pumpe P gemessen wird	K
$T_T$	Mittlere Umgebungstemperatur während der Prüfung	K
U	Feuchtigkeit	%
v	Angegebene Geschwindigkeit	
V	Gesamtvolumen des verdünntes Gases	m <sup>3</sup>
$v_{max}$	Bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit des Prüffahrzeugs (Fahrzeug der Klasse L)	km/h
$v_0$	Bezugsgeschwindigkeit	km/h
$V_0$	Gasvolumen, das bei einer Umdrehung der Pumpe P verdrängt wird	m <sup>3</sup> /rev.
$v_1$	Geschwindigkeit, bei der die Messung der Ausrollzeit beginnt	km/h
$v_2$	Geschwindigkeit, bei der die Messung der Ausrollzeit endet	km/h
$v_i$	Für die Messung der Ausrollzeit gewählte angegebene Geschwindigkeit	km/h
$w_1$	Wichtungsfaktor von Zyklusteil 1 mit Kaltstart	-
$w_{1hot}$	Wichtungsfaktor von Zyklusteil 1 in warmem Zustand	-
$w_2$	Wichtungsfaktor von Zyklusteil 2 in warmem Zustand	-
$w_3$	Wichtungsfaktor von Zyklusteil 3 in warmem Zustand	-

Tabelle Anl 1-1: in Anhang II verwendete Symbole

**Anlage 2**  
**Bezugskraftstoffe**

**1 Technische Daten der Bezugskraftstoffe für die Prüffahrzeuge bei Umweltverträglichkeitsprüfungen, insbesondere bei Prüfungen der Abgas- und Verdunstungsemissionen**

1.1. Die folgenden Tabellen enthalten die technischen Daten der flüssigen Bezugskraftstoffe, die bei Prüfungen der Umweltverträglichkeit zu verwenden sind. Die Angaben dieser Anlage stimmen mit den technischen Daten der Bezugskraftstoffe in Anhang 10 der UNECE-Regelung Nr. 83 Revision 4 überein.

<b>Art: Ottokraftstoff (E5)</b>				
<i>Parameter</i>	<i>Einheit</i>	<i>Grenzwerte<sup>1</sup></i>		<i>Prüfverfahren</i>
		<i>minimal</i>	<i>maximal</i>	
Research-Oktananzahl, ROZ		95,0	-	EN 25164 / prEN ISO 5164
Motoroktananzahl, MOZ		85,0	-	EN 25163 / prEN ISO 5163
Dichte bei 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	743	756	EN ISO 3675 / EN ISO 12185
Dampfdruck	kPa	56,0	60,0	EN ISO 13016-1 (DVPE)
Wassergehalt	Volumen prozent		0,015	ASTM E 1064
Siedeverlauf:				
– Bei 70 °C verdunstet	Volumen prozent	24,0	44,0	EN ISO 3405
– Bei 100 °C verdunstet	Volumen prozent	48,0	60,0	EN ISO 3405
– Bei 150 °C verdunstet	Volumen prozent	82,0	90,0	EN ISO 3405
– Siedende	°C	190	210	EN ISO 3405
Rückstand	Volumen prozent	—	2,0	EN ISO 3405
Analyse der Kohlenwasserstoffe:				
– Olefine	Volumen prozent	3,0	13,0	ASTM D 1319
– Aromate	Volumen prozent	29,0	35,0	ASTM D 1319
– Benzol	Volumen prozent	-	1,0	EN 12177
– Alkane	Volumen prozent	angeben		ASTM 1319
Kohlenstoff-Wasserstoff-Verhältnis		angeben		
Kohlenstoff-Sauerstoff-Verhältnis		angeben		
Induktionszeit <sup>2</sup>	Minuten	480	-	EN ISO 7536
Sauerstoffgehalt <sup>4</sup>	Masseprozent	angeben		EN 1601
Abdampfrückstand	mg/ml	-	0,04	EN ISO 6246

Schwefelgehalt <sup>3</sup>	mg/kg	-	10	EN ISO 20846 / EN ISO 20884
Kupferkorrosion		-	Kategorie 1	EN ISO 2160
Bleigehalt	mg/l	-	5	EN 237
Phosphorgehalt	mg/l	-	1,3	ASTM D 3231
Ethanol <sup>5</sup>	Volumen- prozent	4,7	5,3	EN 1601 / EN 13132

<sup>1</sup> Bei den Werten der technischen Daten handelt es sich um „tatsächliche Werte“. Bei der Festlegung der Grenzwerte wurden die Bestimmungen des ISO-Dokuments 4259:2006 „Mineralölerzeugnisse — Bestimmung und Anwendung der Werte für die Präzision von Prüfverfahren“ angewendet, und bei der Festlegung eines Mindestwerts wurde eine Minstdifferenz von 2R über Null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Mindest- und eines Höchstwertes beträgt die Minstdifferenz 4R (R = Reproduzierbarkeit).

Unabhängig von dieser aus statistischen Gründen getroffenen Festlegung muss der Hersteller des Kraftstoffs dennoch anstreben, dort, wo ein Höchstwert von 2R festgelegt ist, den Wert Null zu erreichen, und dort, wo Ober- und Untergrenzen festgelegt sind, den Mittelwert zu erreichen. Falls Zweifel daran bestehen, ob ein Kraftstoff die Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen von ISO 4259:2006.

<sup>2</sup> Der Kraftstoff kann Oxidationsinhibitoren und Metalldeaktivatoren enthalten, die normalerweise zur Stabilisierung von Raffineriebenzinströmen Verwendung finden; es dürfen jedoch keine Detergenzien/Dispersionszusätze und Lösungsöle zugesetzt sein.

<sup>3</sup> Der tatsächliche Schwefelgehalt des für die Prüfung Typ I verwendeten Kraftstoffes muss mitgeteilt werden.

<sup>4</sup> Die einzige sauerstoffhaltige Kraftstoffkomponente, die dem Bezugskraftstoff absichtlich zugesetzt werden darf, ist Ethanol, das den technischen Daten von prEN 15376 entspricht.

<sup>5</sup> Phosphor, Eisen, Mangan oder Blei enthaltende Verbindungen dürfen diesem Bezugskraftstoff nicht absichtlich zugesetzt werden.

<b>Art: Ethanol (E85)</b>				
<i>Parameter</i>	<i>Einheit</i>	<i>Grenzwerte<sup>1</sup></i>		<i>Prüfverfahren<sup>2</sup></i>
		<i>minimal</i>	<i>maximal</i>	
Research-Oktananzahl, ROZ		95,0	-	EN ISO 5164
Motoroktananzahl, MOZ		85,0	-	EN ISO 5163
Dichte bei 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	angeben		ISO 3675
Dampfdruck	kPa	40,0	60,0	EN ISO 13016-1 (DVPE)
Schwefelgehalt <sup>3,4</sup>	mg/kg	-	10	EN ISO 20846 EN ISO 20884
Oxidationsbeständigkeit	Minuten	360		EN ISO 7536
Gehalt an Abdampfrückstand (mit Lösungsmittel ausgewaschen)	mg/(100 ml)	-	5	EN ISO 6246
Aussehen: Dieses ist bei Umgebungstemperatur bzw. bei 15 °C zu bestimmen, je nachdem, was höher ist.		hell und klar, sichtlich frei von gelösten oder ausgefallenen Verunreinigungen		Sichtprüfung
Ethanol und höhere Alkohole <sup>7</sup>	Volumen- prozent	83	85	EN 1601 EN 13132 EN 14517
höhere Alkohole (C3-C8)	Volumen- prozent	-	2,0	
Methanol	% V/V		0,5	
Ottokraftstoff <sup>5</sup>	Volumen- prozent	Rest		EN 228
Phosphor	mg/l	0,3 <sup>6</sup>		ASTM D 3231
Wassergehalt	Volumen- prozent		0,3	ASTM E 1064
Gehalt an anorganischem Chlorid	Gehalt an anorga- nischem Chlorid		1	ISO 6227
pHe		6,5	9,0	ASTM D 6423
Kupferstreifenkorrosion (3 Stunden bei 50 °C)	Einstufung	Kategorie 1		EN ISO 2160
Gesamtsäuregehalt (angegeben als Essigsäure CH <sub>3</sub> COOH)	Masse- prozent (mg/l)	-	0,005 (40)	ASTM D 1613
Kohlenstoff-Wasserstoff- Verhältnis		angeben		
Kohlenstoff-Sauerstoff- Verhältnis		angeben		

<sup>1</sup> Bei den Werten der technischen Daten handelt es sich um „tatsächliche Werte“. Bei der Festlegung der Grenzwerte wurden die Bestimmungen des ISO-Dokuments 4259:2006 „Mineralölerzeugnisse — Bestimmung und Anwendung der Werte für die Präzision von Prüfverfahren“ angewendet, und bei der Festlegung eines Mindestwertes wurde eine Mindstdifferenz von 2R über Null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Mindest- und eines Höchstwertes beträgt die Mindstdifferenz 4R (R = Reproduzierbarkeit).

Unabhängig von dieser aus statistischen Gründen getroffenen Festlegung muss der Hersteller des Kraftstoffs dennoch anstreben, dort, wo ein Höchstwert von 2R festgelegt ist, den Wert Null zu erreichen, und dort, wo Ober- und Untergrenzen festgelegt sind, den Mittelwert zu erreichen. Falls Zweifel daran bestehen, ob ein



Kraftstoff die Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen von ISO 4259:2006.

- 2 Im Streitfall sind die entsprechenden auf die Präzision von Prüfverfahren abgestellten Verfahrensschritte nach DIN EN ISO 4259:2006 für die Schlichtung und Interpretation der Ergebnisse anzuwenden.
- 3 In nationalen Streitfällen über den Schwefelgehalt ist auf die gleiche Weise wie im nationalen Anhang der EN 228 entweder auf die EN ISO 20846:2011 oder die EN ISO 20884:2011 zu verweisen.
- 4 Der tatsächliche Schwefelgehalt des für die Prüfung Typ I verwendeten Kraftstoffes muss mitgeteilt werden.
- 5 Der Gehalt an bleifreiem Benzin lässt sich folgendermaßen ermitteln: 100 minus der Summe des prozentualen Gehalts an Wasser und Alkoholen.
- 6 Phosphor, Eisen, Mangan oder Blei enthaltende Verbindungen dürfen diesem Bezugskraftstoff nicht absichtlich zugesetzt werden.
- 7 Die einzige sauerstoffhaltige Kraftstoffkomponente, die diesem Bezugskraftstoff absichtlich zugesetzt werden darf, ist Ethanol, das den technischen Daten der Norm EN 15376 entspricht.

<b>Art: Dieselkraftstoff (B5)</b>				
<i>Parameter</i>	<i>Einheit</i>	<i>Grenzwerte<sup>1</sup></i>		<i>Prüfmethode</i>
		<i>minimal</i>	<i>maximal</i>	
Cetanzahl <sup>2</sup>		52,0	54,0	EN ISO 5165
Dichte bei 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	833	837	EN ISO 3675
Siedeverlauf:				
- 50-%-Punkt	°C	245	-	EN ISO 3405
- 95-%-Punkt	°C	345	350	EN ISO 3405
Siedeende	°C	-	370	EN ISO 3405
Flammpunkt	°C	55	-	EN 22719
CFPP	°C	-	- 5	EN 116
Viskosität bei 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	2,3	3,3	EN ISO 3104
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Masseprozent	2,0	6,0	EN 12916
Schwefelgehalt <sup>3</sup>	mg/kg	-	10	EN ISO 20846 / EN ISO 20884
Kupferkorrosion		-	Kategorie 1	EN ISO 2160
Conradsonzahl (10% Destillationsrückstand)	% m/m	-	0,2	EN ISO 10370
Aschegehalt	Masseprozent	-	0,01	EN ISO 6245
Wassergehalt	Masseprozent	-	0,02	EN ISO 12937
Säurezahl (starke Säure)	mg KOH/g	-	0,02	ASTM D 974
Oxidationsbeständigkeit <sup>4</sup>	mg/ml	-	0,025	EN ISO 12205
Schmierfähigkeit (Durchmesser der Verschleißfläche nach HFRR bei 60 °C)	µm	-	400	EN ISO 12156
Oxidationsbeständig-	h	20,0		EN 14112

keit bei 110 °C <sup>4,6</sup>				
Fettsäuremethylester <sup>5</sup>	Volumen- prozent	4,5	5,5	EN 14078

<sup>1</sup> Bei den Werten der technischen Daten handelt es sich um „tatsächliche Werte“. Bei der Festlegung der Grenzwerte wurden die Bestimmungen des ISO-Dokuments 4259:2006 „Mineralölerzeugnisse — Bestimmung und Anwendung der Werte für die Präzision von Prüfverfahren“ angewendet, und bei der Festlegung eines Mindestwerts wurde eine Mindestdifferenz von 2R über Null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Mindest- und eines Höchstwertes beträgt die Mindestdifferenz 4R (R = Reproduzierbarkeit).

Unabhängig von dieser aus statistischen Gründen getroffenen Festlegung muss der Hersteller des Kraftstoffs dennoch anstreben, dort, wo ein Höchstwert von 2R festgelegt ist, den Wert Null zu erreichen, und dort, wo Ober- und Untergrenzen festgelegt sind, den Mittelwert zu erreichen. Falls Zweifel daran bestehen, ob ein Kraftstoff die Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen von ISO 4259:2006.

<sup>2</sup> Die angegebene Spanne für die Cetanzahl entspricht nicht der Anforderung einer Mindestspanne von 4R. Die Bestimmungen von ISO 4259:2006 können jedoch bei Meinungsverschiedenheiten zwischen dem Kraftstofflieferanten und dem Verwender zur Regelung herangezogen werden, sofern anstelle von Einzelmessungen Wiederholungsmessungen in für die notwendige Genauigkeit ausreichender Anzahl vorgenommen werden.

<sup>3</sup> Der tatsächliche Schwefelgehalt des für die Prüfung Typ I verwendeten Kraftstoffes muss mitgeteilt werden.

<sup>4</sup> Auch bei überprüfter Oxidationsbeständigkeit ist die Lagerbeständigkeit wahrscheinlich begrenzt. Es wird empfohlen, sich auf Herstellerempfehlungen hinsichtlich Lagerbedingungen und -beständigkeit zu stützen.

<sup>5</sup> Der Gehalt an Fettsäuremethylester muss den technischen Daten der Norm EN 14214 entsprechen.

<sup>6</sup> Die Oxidationsbeständigkeit kann mit der EN-ISO 12205:1995 oder der EN 14112:1996 nachgewiesen werden. Eine Überarbeitung dieser Anforderung muss anhand der Bewertungen der CEN/TC19 von Oxidationsbeständigkeit und Prüfungsgrenzwerten noch erfolgen.

<b>Art: Flüssiggas (LPG)</b>				
<i>Parameter</i>	<i>Einheit</i>	<i>Kraftstoff A</i>	<i>Kraftstoff B</i>	<i>Prüfverfahren</i>
<i>Zusammensetzung:</i>				ISO 7941
C <sub>3</sub> -Gehalt	Volumenprozent	30 ± 2	85 ± 2	
C <sub>4</sub> -Gehalt	Volumenprozent	Rest <sup>1</sup>	Rest <sup>1</sup>	
< C <sub>3</sub> , >C <sub>4</sub>	Volumenprozent	max. 2	max. 2	
Olefine	Volumenprozent	max. 12	max. 15	
Abdampfdruckstand	mg/kg	max. 50	max. 50	ISO 13757 oder EN 15470
Wasser bei 0°C		frei	frei	EN 15469
Gesamtschwefelgehalt	mg/kg	max. 50	max. 50	EN 24260 oder ASTM 6667
Schwefelwasserstoff		keiner	keiner	ISO 8819
Kupferstreifenkorrosion	Einstufung	Kategorie 1	Kategorie 1	ISO 6251 <sup>2</sup>
Geruch		Eigengeruch	Eigengeruch	
Motoroktanzahl		min. 89	min. 89	Anhang B

<sup>1</sup> „Rest“ ist wie folgt zu verstehen:  $\text{Rest} = 100 - C_3 \leq C_3 \leq C_4$ .

<sup>2</sup> Mit diesem Verfahren lassen sich korrosive Stoffe möglicherweise nicht zuverlässig nachweisen, wenn die Probe Korrosionshemmer oder andere Stoffe enthält, die die korrodierende Wirkung der Probe auf den Kupferstreifen verringern. Deshalb ist der Zusatz solcher Mittel verboten, wenn damit nur der Zweck verfolgt wird, das Prüfverfahren zu beeinflussen.

<b>Art: Erdgas/Biomethan<sup>1</sup></b>				
<i>Parameter</i>	<i>Einheit</i>	<i>Grenzwerte<sup>3</sup></i>		<i>Prüfverfahren</i>
		<i>minimal</i>	<i>maximal</i>	
Bezugskraftstoff G <sub>20</sub>				
Methan	Molprozent	100	99	100
Rest <sup>2</sup>	Molprozent	-	-	1
N <sub>2</sub>	Molprozent			
Schwefelgehalt <sup>2</sup>	mg/m <sup>3</sup>	-	-	10
Wobbe-Index <sup>4</sup> (netto)	MJ/m <sup>3</sup>	48,2	47,2	49,2
Bezugskraftstoff G <sub>25</sub>				
Methan	Molprozent	86	84	88
Rest <sup>2</sup>	Molprozent	-	-	1
N <sub>2</sub>	Molprozent	14	12	16
Schwefelgehalt <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	-	-	10
Wobbe-Index (netto) <sup>4</sup>	MJ/m <sup>3</sup>	39,4	38,2	40,6

<sup>1</sup> „Biokraftstoffe“ sind flüssige oder gasförmige Fahrzeugkraftstoffe, die aus Biomasse gewonnen werden.

<sup>2</sup> Inertgase (außer N<sub>2</sub>) + C<sub>2</sub> + C<sub>2+</sub>.

<sup>3</sup> Zu bestimmen bei 293,2 K (20 °C) und 101,3 kPa.

<sup>4</sup> Zu bestimmen bei 273,2 K (0 °C) und 101,3 kPa.

<b>Art: Wasserstoff für Verbrennungsmotoren</b>				
<i>Parameter</i>	<i>Einheit</i>	<i>Grenzwerte</i>		<i>Prüfverfahren</i>
		<i>minimal</i>	<i>maximal</i>	
Wasserstoffreinheit	Molprozent	98	100	ISO 14687
Kohlenwasserstoffe insgesamt	µmol/mol	0	100	ISO 14687
Wasser <sup>1</sup>	µmol/mol	0	( <sup>2</sup> )	ISO 14687
Sauerstoff	µmol/mol	0	( <sup>2</sup> )	ISO 14687
Argon	µmol/mol	0	( <sup>2</sup> )	ISO 14687
Stickstoff	µmol/mol	0	( <sup>2</sup> )	ISO 14687
CO	µmol/mol	0	1	ISO 14687
Schwefel	µmol/mol	0	2	ISO 14687
Permanente Partikel <sup>3</sup>				ISO 14687

1 kein Kondenswasser.

2 Für Wasser, Sauerstoff, Stickstoff und Argon kombiniert: 1900 µmol/mol.

3 Der Wasserstoff darf Staub, Sand, Schmutz, Gummi, Öle oder sonstige Stoffe nicht in einer Menge enthalten, die ausreicht, um die Kraftstoffzufuhrausrüstung des betankten Fahrzeugs (Motors) zu beschädigen.

<b>Art: Wasserstoff für Wasserstoff-Brennstoffzellenfahrzeuge</b>				
<i>Parameter</i>	<i>Einheit</i>	<i>Grenzwerte</i>		<i>Prüfverfahren</i>
		<i>minimal</i>	<i>maximal</i>	
Wasserstoff <sup>1</sup>	Molprozent	99,99	100	ISO 14687-2
Gase insgesamt <sup>3</sup>	µmol/mol	0	100	
Kohlenwasserstoffe insgesamt	µmol/mol	0	2	ISO 14687-2
Wasser	µmol/mol	0	5	ISO 14687-2
Sauerstoff	µmol/mol	0	5	ISO 14687-2
Helium (He), Stickstoff (N <sub>2</sub> ), Argon (Ar)	µmol/mol	0	100	ISO 14687-2
CO <sub>2</sub>	µmol/mol	0	2	ISO 14687-2
CO	µmol/mol	0	0,2	ISO 14687-2
Schwefelverbindungen insgesamt	µmol/mol	0	0,004	ISO 14687-2
Formaldehyde (HCHO)	µmol/mol	0	0,01	ISO 14687-2
Ameisensäure (HCOOH)	µmol/mol	0	0,2	ISO 14687-2

Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	μmol/mol	0	0,1	ISO 14687-2
Halogenverbindungen insgesamt	μmol/mol	0	0,05	ISO 14687-2
Partikelgröße	μm	0	10	ISO 14687-2
Partikelkonzentration	μg/l	0	1	ISO 14687-2

- 1 Der Kraftstoffindex von Wasserstoff wird ermittelt, indem man den Gesamtgehalt der in der Tabelle aufgeführten gasförmigen Bestandteile außer Wasserstoff (Gase insgesamt), ausgedrückt in Molprozent, von 100 Molprozent abzieht. Er ist weniger als die Summe der maximal zulässigen Grenzwerte für alle Bestandteile außer Wasserstoff, die in der Tabelle aufgeführt sind.
- 2 Beim Wert für die Gase insgesamt handelt es sich um die Summe der Werte der in der Tabelle aufgeführten Bestandteile außer Wasserstoff und Partikel.

**Anlage 3**  
**Rollenprüfstand**

**1. Spezifikation**

1.1. Allgemeine Anforderungen

1.1.1. Mit dem Leistungsprüfstand muss der Fahrwiderstand auf der Straße simuliert werden können, und er muss einem der beiden folgenden Typen angehören:

a) Prüfstand mit fester Lastkurve, d. h. ein Prüfstand, durch dessen physikalische Eigenschaften ein fester Lastkurvenverlauf gegeben ist;

b) Prüfstand mit einstellbarer Lastkurve, d. h. ein Prüfstand mit mindestens zwei einstellbaren Fahrwiderstandswerten zur Änderung des Lastkurvenverlaufs.

1.1.2. Bei Prüfständen mit elektrischer Schwungmassensimulation ist nachzuweisen, dass die Ergebnisse denen von Systemen mit mechanischer Schwungmasse gleichwertig sind. Die Verfahren zum Nachweis dieser Gleichwertigkeit sind unter Nummer 4 beschrieben.

1.1.3. Kann der Gesamtfahrwiderstand auf der Straße auf dem Rollenprüfstand zwischen 10 km/h und 120 km/h nicht reproduziert werden, dann wird die Verwendung eines Rollenprüfstands mit den Merkmalen gemäß Nummer 1.2 empfohlen.

1.1.3.1. Die von der Bremse und der inneren Reibung des Rollenprüfstands zwischen den Geschwindigkeiten 0 km/h und 120 km/h aufgenommene Last wird nach folgender Formel berechnet:

Gleichung Anl 3-1:

$$F = (a + b v^2) \pm 0,1 F_{80} \text{ (Ergebnis darf nicht negativ sein)}$$

Dabei gilt:

F = die von dem Rollenprüfstand aufgenommene Gesamtlast (N),

a = der dem Rollwiderstand entsprechende Wert (N);

b = der dem Luftwiderstandsbeiwert entsprechende Wert (N/(km/h)<sup>2</sup>);

v = Fahrzeuggeschwindigkeit (km/h);

F<sub>80</sub> = Last bei 80 km/h (N). Alternativ dazu ist bei Fahrzeugen, die die Geschwindigkeit von 80 km/h nicht erreichen, die Last bei den Fahrzeug-

Bezugsgeschwindigkeiten  $v_j$  gemäß Tabelle Anl 8-1 in Anlage 8 zu bestimmen.

## 1.2. Besondere Anforderungen

1.2.1. Die Einstellung des Prüfstands muss zeitlich konstant sein. Es dürfen keine am Fahrzeug wahrnehmbaren Schwingungen hervorgerufen werden, die dessen normales Betriebsverhalten beeinträchtigen könnten.

1.2.2. Der Rollenprüfstand kann mit einer oder – bei dreirädrigen Fahrzeugen mit zwei Vorderrädern oder vierrädrigen Fahrzeugen – mit zwei Rollen ausgerüstet sein. In diesen Fällen müssen die Schwungmassen und die Vorrichtung zur Leistungsaufnahme direkt oder indirekt von der vorderen Rolle angetrieben werden.

1.2.3. Die angezeigte Bremslast muss mit einer Genauigkeit von  $\pm 5\%$  gemessen und abgelesen werden können.

1.2.4. Bei einem Prüfstand mit fester Lastkurve muss die Genauigkeit der Lasteinstellung bei 80 km/h oder, bei Fahrzeugen, die eine Geschwindigkeit von 80 km/h nicht erreichen, bei der Bezugsgeschwindigkeit gemäß Nummer 1.1.3.1 (30 km/h bzw. 15 km/h)  $\pm 5\%$  betragen. Bei einem Prüfstand mit einstellbarer Lastkurve muss bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit  $> 20$  km/h die Prüfstandlast dem Fahrwiderstand mit einer Genauigkeit von  $\pm 5\%$  entsprechen; bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit  $\leq 20$  km/h muss die Genauigkeit  $\pm 10\%$  betragen. Unterhalb dieser Geschwindigkeit muss der Wert der Einstellung positiv sein.

1.2.5. Die Gesamtschwungmasse der sich drehenden Teile (gegebenenfalls einschließlich der simulierten Schwungmasse) muss bekannt sein und der Schwungmassenklasse für die Prüfung auf  $\pm 10$  kg genau entsprechen.

1.2.6. Die Fahrzeuggeschwindigkeit muss anhand der Drehgeschwindigkeit der Rolle (Vorderrolle bei Prüfständen mit zwei Rollen) bestimmt werden. Sie muss bei Geschwindigkeiten über 10 km/h auf  $\pm 1$  km/h genau gemessen werden. Die vom Fahrzeug tatsächlich zurückgelegte Strecke muss anhand der Drehbewegung der Rolle (der Vorderrolle bei Prüfständen mit zwei Rollen) bestimmt werden

## 2. Verfahren zur Kalibrierung des Leistungsprüfstands

### 2.1. Einleitung

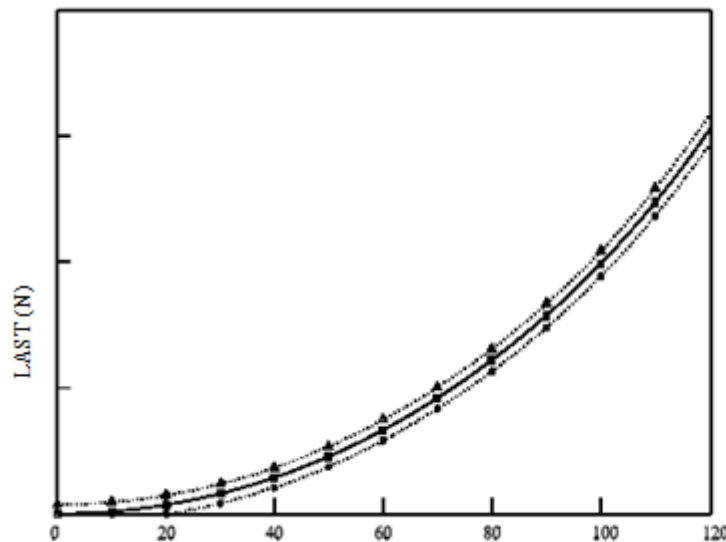
In diesem Abschnitt ist das Verfahren zur Bestimmung der von der Bremse eines Rollenprüfstands aufgenommenen Last beschrieben. Die aufgenommene Last setzt sich aus der von der Reibung und der von der Vorrichtung zur Leistungsaufnahme jeweils aufgenommenen Last zusammen. Der

Rollenprüfstand wird auf eine Geschwindigkeit gebracht, die über der höchsten Prüfgeschwindigkeit liegt. Die Verbindung mit der Einrichtung zum Antrieb des Prüfstands ist zu lösen; die Drehgeschwindigkeit der angetriebenen Rolle verringert sich. Die kinetische Energie der Rollen wird durch die Vorrichtung zur Leistungsaufnahme und die Reibung umgewandelt. Bei diesem Verfahren wird der Umstand, dass die innere Reibung der Rollen mit und ohne das Fahrzeug unterschiedlich ausfällt, nicht berücksichtigt. Ebenfalls unberücksichtigt bleibt die Reibung der hinteren Rolle, wenn sie leer läuft.

- 2.2. Kalibrierung des Lastanzeigers bei 80 km/h oder des Lastanzeigers nach Nummer 1.1.3.1 im Fall von Fahrzeugen, die die Geschwindigkeit von 80 km/h nicht erreichen

Zur Kalibrierung des Lastanzeigers in Abhängigkeit von der aufgenommenen Last bei 80 km/h oder des anzuwendenden Lastanzeigers gemäß Nummer 1.1.3.1 im Fall von Fahrzeugen, die die Geschwindigkeit von 80 km/h nicht erreichen, gilt folgendes Verfahren (siehe auch Abbildung Anl 3-1):

- 2.2.1. Die Drehgeschwindigkeit der Rolle wird gemessen, falls dies noch nicht geschehen ist. Dazu kann ein Messrad, ein Drehzahlmesser oder eine andere Einrichtung verwendet werden.
- 2.2.2. Das Fahrzeug wird auf den Prüfstand gebracht, oder dieser wird mit einer anderen Methode in Gang gebracht.
- 2.2.3. Es ist das Schwungrad oder ein anderes System zur Schwungmassensimulation für die betreffende Schwungmassenklasse zu verwenden.





### Abbildung Anl 3-1: Vom Rollenprüfstand aufgenommene Last

Zeichenerklärung:

$$\square F = a + b \cdot v^2 \quad \bullet = (a + b \cdot v^2) - 0.1 \cdot F_{80} \quad \Delta = (a + b \cdot v^2) + 0.1 \cdot F_{80}$$

- 2.2.4. Der Leistungsprüfstand ist auf eine Fahrzeuggeschwindigkeit von 80 km/h oder, bei Fahrzeugen, die die Geschwindigkeit von 80 km/h nicht erreichen, auf die Bezugsgeschwindigkeit gemäß Nummer 1.1.3.1 zu bringen.
- 2.2.5. Die angezeigte Last  $F_i$  (N) ist zu notieren.
- 2.2.6. Der Leistungsprüfstand ist auf eine Fahrzeuggeschwindigkeit von 90 km/h oder, bei Fahrzeugen, die die Geschwindigkeit von 80 km/h nicht erreichen, auf die jeweilige Bezugsgeschwindigkeit gemäß Nummer 1.1.3.1 zuzüglich 5 km/h zu bringen.
- 2.2.7. Die Verbindung mit der Einrichtung zum Antrieb des Prüfstands ist zu lösen.
- 2.2.8. Die Zeit, die vergeht, bis die vom Prüfstand angezeigte Fahrzeuggeschwindigkeit von 85 km/h auf 75 km/h oder, bei Fahrzeugen gemäß Tabelle Anl 8-1 in Anlage 8, die die Geschwindigkeit von 80 km/h nicht erreichen, von  $v_j + 5$  km/h auf  $v_j - 5$  km/h abgesunken ist, ist zu notieren.
- 2.2.9. Die Vorrichtung zur Leistungsaufnahme ist auf einen anderen Wert einzustellen.
- 2.2.10. Die unter den Nummern 2.2.4 bis 2.2.9 beschriebenen Vorgänge sind so oft zu wiederholen, bis der Bereich der verwendeten Lasten abgedeckt ist.
- 2.2.11. Die aufgenommene Last ist nach folgender Formel zu berechnen:

Gleichung Anl 3-2:

$$F = \frac{m_i \cdot \Delta v}{\Delta t}$$

Dabei gilt:

$F$  = aufgenommene Last (N)

$m_i$  = die äquivalente Schwungmasse in kg (ohne die Trägheitseffekte der leer laufenden hinteren Rolle),

$\Delta v$  = Änderung der Fahrzeuggeschwindigkeit in m/s (10 km/h = 2,775 m/s)

$\Delta t$  = Zeit, die vergeht, bis die Geschwindigkeit der Rolle von 85 km/h auf 75 km/h oder, bei Fahrzeugen, die die Geschwindigkeit von 80 km/h nicht erreichen, von 35 km auf 25 km/h bzw. von 20 km/h auf 10 km/h abgesunken ist (siehe Tabelle Anl 7-1 in Anlage 7).

- 2.2.12. In der Abbildung Anl 3-2 ist die bei 80 km/h angezeigte Last als Funktion der bei 80 km/h aufgenommenen Last dargestellt.

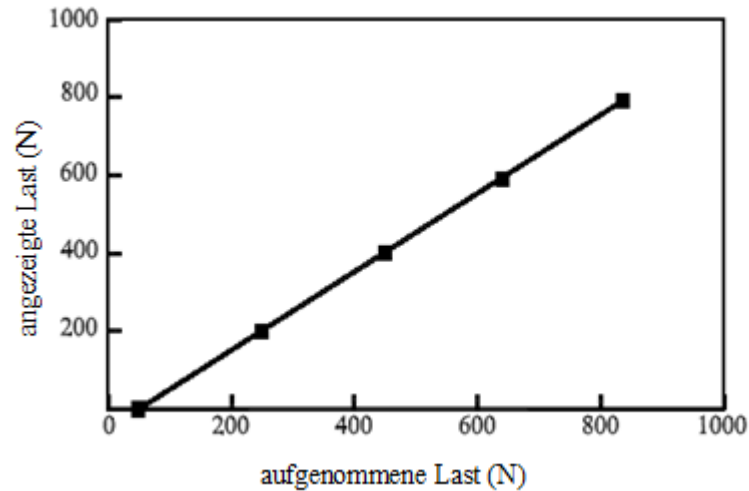


Abbildung Anl 3-2 Bei 80 km/h angezeigte Last als Funktion der bei 80 km/h aufgenommenen Last

- 2.2.13. Die unter den Nummern 2.2.3 bis 2.2.12 beschriebenen Vorgänge sind für alle zu verwendenden Schwungmassenklassen zu wiederholen

- 2.3. Kalibrierung des Lastanzeigers bei anderen Geschwindigkeiten

Die unter Nummer 2.2 beschriebenen Vorgänge werden für die gewählten Geschwindigkeiten so oft wie nötig wiederholt.

- 2.4. Kalibrierung der Kraft oder des Drehmoments

Dasselbe Verfahren ist bei der Kalibrierung der Kraft oder des Drehmoments anzuwenden.

### 3. Überprüfung der Lastkurve

- 3.1. Verfahren

Die Lastaufnahmekurve des Leistungsprüfstandes ist von einem Bezugspunkt bei 80 km/h oder, bei Fahrzeugen, die die Geschwindigkeit von 80 km/h nicht erreichen, bei der jeweiligen Bezugsgeschwindigkeit gemäß Nummer 1.1.3.1

folgendermaßen zu überprüfen:

- 3.1.1. Das Fahrzeug wird auf den Prüfstand gebracht, oder dieser wird mit einer anderen Methode in Gang gebracht.
- 3.1.2. Der Prüfstand ist auf die aufgenommene Last ( $F_{80}$ ) bei 80 km/h oder, bei Fahrzeugen, die die Geschwindigkeit von 80 km/h nicht erreichen, auf die aufgenommene Last  $F_{v_j}$  bei der jeweiligen Zielgeschwindigkeit  $v_j$  gemäß Nummer 1.1.3.1 einzustellen.
- 3.1.3. Die Last, die bei 120, 100, 80, 60, 40 und 20 km/h oder, bei Fahrzeugen, die die Geschwindigkeit von 80 km/h nicht erreichen, bei den Zielgeschwindigkeiten  $v_j$  gemäß Nummer 1.1.3.1 aufgenommen wird, ist zu notieren.
- 3.1.4. Die Kurve  $F(v)$  ist aufzuzeichnen, und es ist zu überprüfen, ob sie den Vorschriften nach Nummer 1.1.3.1 entspricht.
- 3.1.5. Die in den Absätzen 3.1.1 bis 3.1.4 beschriebenen Vorgänge sind für andere Werte der Last  $F_{80}$  und für andere Schwungmassenwerte zu wiederholen.

#### **4 Überprüfung der simulierten Schwungmasse**

##### 4.1. Zweck

Mit dem in dieser Anlage beschriebenen Verfahren kann überprüft werden, ob die Gesamtschwungmasse des Prüfstands die tatsächlichen Werte in der Fahrphase des Betriebszyklus ausreichend simuliert. Der Hersteller des Rollenprüfstandes muss ein Verfahren zur Überprüfung der Angaben nach Nummer 4.3 nennen.

##### 4.2. Prinzip

###### 4.2.1. Aufstellung von Arbeitsgleichungen

Da der Prüfstand Drehzahländerungen der Rolle(n) unterworfen ist, kann die Kraft an der (den) Rolle(n) folgendermaßen ausgedrückt werden:

Gleichung Anl 3-3:

$$F = I \cdot \gamma = I_M \cdot \gamma + F_1$$

Dabei gilt:

$F$  ist die Kraft an der Oberfläche der Rolle(n) in N;

I ist die Gesamtschwingmasse des Prüfstands (äquivalente Schwingmasse des Fahrzeugs);

$I_M$  ist die Schwingmasse der mechanischen Massen des Prüfstands;

$\gamma$  ist die Tangentialbeschleunigung an der Oberfläche der Rolle

$F_1$  ist die Schwingmassenkraft.

Anmerkung: Diese Formel wird weiter unten für Prüfstände mit mechanisch simulierter Schwingmasse erläutert.

Die Gesamtschwingmasse wird somit durch folgende Formel ausgedrückt:

Gleichung Anl 3-4:

$$I = I_m + F_1 / \gamma$$

Dabei gilt:

$I_m$  kann mit herkömmlichen Methoden berechnet oder gemessen werden;

$F_1$  kann am Prüfstand gemessen werden;

$\gamma$  kann aus der Umfangsgeschwindigkeit der Rollen berechnet werden.

Die Gesamtschwingmasse (I) wird bei einer Beschleunigungs- oder Verzögerungsprüfung mit Werten ermittelt, die nicht unter den bei einem Fahrzyklus gemessenen Werten liegen dürfen.

#### 4.2.2. Berechnung der Gesamtschwingmasse

Nach den Prüf- und Berechnungsverfahren muss die Gesamtschwingmasse I mit einem relativen Fehler ( $\Delta I/I$ ) von weniger als  $\pm 2\%$  bestimmt werden können.

#### 4.3. Bestimmung

4.3.1. Die simulierte Gesamtschwingmasse I muss dem theoretischen Wert der äquivalenten Schwingmasse (siehe Anhang 5) entsprechen, wobei folgende Abweichungen zulässig sind:

4.3.1.1.  $\pm 5\%$  des theoretischen Werts für jeden Momentanwert,

4.3.1.2.  $\pm 2\%$  des theoretischen Werts für den Mittelwert, der für jeden Betriebszustand des Zyklus berechnet wird.

Der unter Nummer 4.3.1.1 festgelegte Grenzwert wird beim Start und, bei Fahrzeugen mit manuellem Getriebe, bei den Gangwechseln eine bzw. zwei Sekunden lang auf  $\pm 50\%$  erhöht.

4.4. Kontrollverfahren

4.4.1. Bei jeder Prüfung wird in sämtlichen Prüfzyklen nach Anhang II Anlage 6 eine Überprüfung durchgeführt.

4.4.2. Wenn die Vorschriften unter Nummer 4.3 eingehalten sind, weil Momentanbeschleunigungen auftreten, die mindestens dreimal größer oder kleiner als die bei den Betriebszuständen des theoretischen Zyklus erreicht sind, ist die unter Nummer 4.4.1 beschriebene Überprüfung jedoch nicht erforderlich.

## Anlage 4 Abgasverdünnungssystem

### **1. Beschreibung des Systems**

#### 1.1. Beschreibung des Systems

Es ist ein Vollstrom-Abgasverdünnungssystem zu verwenden. Dazu müssen die Fahrzeugabgase unter kontrollierten Bedingungen kontinuierlich mit Umgebungsluft verdünnt werden. Das Gesamtvolumen des Gemisches aus Abgasen und Verdünnungsluft muss gemessen und eine kontinuierlich proportionale Probe dieses Volumens für die Analyse aufgefangen werden. Die Schadstoffmengen werden aus den Konzentrationen in der Probe bestimmt und unter Berücksichtigung des Schadstoffgehalts der Umgebungsluft und entsprechend dem Gesamtdurchsatz während der Prüfdauer korrigiert. Das Abgasverdünnungssystem muss aus einem Verbindungsrohr, einer Mischkammer und einem Verdünnungstunnel sowie einer Konditioniereinrichtung für die Verdünnungsluft, einer Hauptdurchsatzpumpe und einer Durchsatzmesseinrichtung bestehen. Die Probenahmesonden sind nach den Angaben in den Anlagen 3, 4 und 5 im Verdünnungstunnel anzubringen. Die beschriebene Mischkammer ist ein Behälter (siehe die Abbildungen Ap 4-1 und Ap 4-2), in dem die Fahrzeugabgase und die Verdünnungsluft so zusammengeführt werden, dass an der Probenahmestelle ein homogenes Gemisch vorhanden ist.

#### 1.2. Allgemeine Anforderungen

1.2.1. Die Fahrzeugabgase sind mit genügend Umgebungsluft so zu verdünnen, dass sich im Probenahme- und Messsystem unter allen Bedingungen, die sich während einer Prüfung ergeben können, kein Kondenswasser bildet.

1.2.2. Das Luft-Abgas-Gemisch muss an der Probenahmesonde homogen sein (siehe Nummer 1.3.3). Die Sonde muss eine repräsentative Probe des verdünnten Abgases entnehmen.

1.2.3. Mit dem System muss das Gesamtvolumen der verdünnten Abgase gemessen werden können.

1.2.4. Das Probenahmesystem muss gasdicht sein. Das Gasprobenahmesystem mit variabler Verdünnung muss hinsichtlich seiner Konstruktion und seiner Werkstoffe so beschaffen sein, dass die Schadstoffkonzentration in den verdünnten Abgasen nicht verändert wird. Wird durch ein Teil des Systems (Wärmetauscher, Zyklonabscheider, Gebläse usw.) die Konzentration eines beliebigen Schadstoffs in den verdünnten Abgasen verändert und kann der Fehler nicht behoben werden, dann muss die Probe dieses Schadstoffs vor

diesem Teil entnommen werden.

- 1.2.5. Alle Teile des Verdünnungssystems, die mit unverdünntem und verdünntem Abgas in Berührung kommen, müssen so konstruiert sein, dass die Ablagerung oder Veränderung der Partikel so gering wie möglich ist. Alle Teile müssen aus elektrisch leitenden Werkstoffen bestehen, die mit den Bestandteilen der Abgase nicht reagieren, und zur Vermeidung elektrostatischer Effekte geerdet sein.
- 1.2.6. Hat das zu prüfende Fahrzeug eine Auspuffanlage mit mehreren Endrohren, dann sind diese Rohre möglichst nah am Fahrzeug miteinander zu verbinden, ohne dass sein Betriebsverhalten beeinträchtigt wird.
- 1.2.7. Das Probenahmesystem mit variabler Verdünnung muss so beschaffen sein, dass die Abgase entnommen werden können, ohne dass sich der Gegendruck im Auspuffendrohr wesentlich verändert.
- 1.2.8. Das Verbindungsrohr zwischen dem Fahrzeug und dem Verdünnungssystem muss so beschaffen sein, dass der Wärmeverlust möglichst gering ist.
- 1.3. Besondere Anforderungen
- 1.3.1. Verbindung zum Fahrzeugauspuff

Das Verbindungsrohr zwischen den Auspuffendrohren des Fahrzeugs und dem Verdünnungssystem muss möglichst kurz sein und den nachstehenden Vorschriften entsprechen:

a) Es muss kürzer als 3,6 m oder – wenn es wärmeisoliert ist – kürzer als 6,1 m sein. Sein Innendurchmesser darf höchstens 105 mm betragen;

b) es darf den statischen Druck an den Auspuffendrohren des Prüffahrzeugs um nicht mehr als  $\pm 0,75$  kPa bei 50 km/h, oder  $\pm 1,25$  kPa während der gesamten Prüfung gegenüber dem statischen Druck verändern, der ohne Verbindungsrohr an den Auspuffendrohren gemessen wurde. Der Druck muss im Auspuffendrohr oder in einem Verlängerungsrohr mit gleichem Durchmesser gemessen werden, und zwar möglichst nah am Rohrende. Probenahmesysteme, mit denen diese Unterschiede des statischen Drucks auf  $\pm 0,25$  kPa begrenzt werden können, können dann verwendet werden, wenn ein Hersteller gegenüber dem Technischen Dienst die Notwendigkeit der kleineren Toleranz schriftlich begründet;

c) es darf die Beschaffenheit des Abgases nicht verändern;

d) alle verwendeten Elastomerverbinder müssen möglichst wärmebeständig und den Abgasen möglichst wenig ausgesetzt sein.

### 1.3.2. Konditionierung der Verdünnungsluft

Die Verdünnungsluft, die zur Vorverdünnung des Abgases im Tunnel der CVS-Anlage verwendet wird, muss durch ein Filtermedium, mit dem mindestens 99,95 % der Partikel der Größe mit dem höchsten Durchlassgrad abgeschieden werden können, oder durch einen Filter, der mindestens der Klasse H13 nach der Norm EN 1822:1998 entspricht, geleitet werden. Diese Norm enthält die Vorschriften für Hochleistungs-Partikelfilter (*High Efficiency Particulate Air filters*, HEPA-Filter). Die Verdünnungsluft kann auch durch Aktivkohlefilter gereinigt werden, bevor sie in den HEPA-Filter geleitet wird. Es wird empfohlen, vor dem HEPA-Filter und hinter dem Aktivkohlefilter (falls vorhanden) einen zusätzlichen Grobpartikelfilter zu verwenden. Auf Antrag des Fahrzeugherstellers können nach bestem fachlichen Ermessen Proben der Verdünnungsluft entnommen werden, um den Anteil der Partikelmasse aus dem Verdünnungstunnel an der Hintergrund-Partikelmasse zu bestimmen, damit dieser von den im verdünnten Abgas gemessenen Werten abgezogen werden kann.

### 1.3.3. Verdünnungstunnel

Die Fahrzeugabgase und die Verdünnungsluft müssen gemischt werden können. Es kann eine Mischblende verwendet werden. Der Druck an der Mischstelle darf vom Luftdruck nicht um mehr als  $\pm 0,25$  kPa abweichen, um die Auswirkungen auf die Bedingungen an den Auspuffendrohren möglichst gering zu halten und den Druckabfall in der etwaigen Konditioniereinrichtung für die Verdünnungsluft zu begrenzen. An der Anbringungsstelle der Probenahmesonde darf die Homogenität des Gemisches in einem beliebigen Querschnitt um höchstens  $\pm 2$  % vom Durchschnitt der Werte abweichen, die an mindestens fünf gleichmäßig über den Durchmesser des Gasstroms verteilten Stellen gemessen wurden. Für die Partikelprobenahme ist ein Verdünnungstunnel zu verwenden,

- a) der aus einem geraden Rohr aus elektrisch leitendem Material besteht und geerdet ist,
- b) dessen Durchmesser so klein ist, dass turbulente Strömungsverhältnisse herrschen (Reynolds-Zahl  $\geq 4000$ ) und dessen Länge so groß ist, dass das Abgas und die Verdünnungsluft vollständig gemischt werden können,
- c) der einen Durchmesser von mindestens 200 mm hat,
- d) der isoliert sein kann.

### 1.3.4. Hauptdurchsatzpumpe

Dieses Gerät kann eine Reihe fester Drehzahlen haben, damit ein ausreichender



Durchsatz gewährleistet ist, um die Kondenswasserbildung zu verhindern. Dies wird im Allgemeinen erreicht, wenn der Durchsatz entweder

a) dem Doppelten des maximalen Durchsatzes des Abgases entspricht, das bei den Beschleunigungsphasen des Fahrzyklus erzeugt wird, oder

b) ausreicht, um die CO<sub>2</sub>-Konzentration in dem Beutel für die Probe des verdünnten Abgases auf einem Wert von weniger als 3 Volumenprozent bei Ottokraftstoff und Dieselkraftstoff, weniger als 2,2 Volumenprozent bei Flüssiggas und weniger als 1,5 Volumenprozent bei Erdgas/Biomethan zu halten.

#### 1.3.5. Volumenmessung beim Vorverdünnungssystem

Bei dem Verfahren zur Messung des Gesamtvolumens des verdünnten Abgases, das bei der CVS-Anlage angewandt wird, muss die Messgenauigkeit unter allen Betriebsbedingungen  $\pm 2\%$  betragen. Kann das Gerät Temperaturschwankungen des Gemisches aus Abgasen und Verdünnungsluft am Messpunkt nicht ausgleichen, dann muss ein Wärmetauscher verwendet werden, um die Temperatur mit einer Toleranz von  $\pm 6$  K auf der vorgesehenen Betriebstemperatur zu halten. Falls erforderlich, kann zum Schutz des Volumenmessgeräts z. B. ein Zyklonabscheider oder ein Grobpartikelfilter verwendet werden. Ein Temperaturfühler ist unmittelbar vor dem Volumenmessgerät anzubringen. Dieser Temperaturfühler muss eine Genauigkeit und eine Präzision von  $\pm 1$  K aufweisen und eine Ansprechzeit von 0,1 s bei 62 % einer gegebenen Temperaturveränderung haben (gemessen in Silikonöl). Der Unterschied zum Luftdruck ist vor und wenn nötig auch hinter dem Volumenmessgerät zu messen. Druckmessungen während der Prüfung müssen mit einer Präzision und einer Genauigkeit von  $\pm 0,4$  kPa durchgeführt werden.

#### 1.4. Empfohlene Systemmerkmale

In den Abbildungen Ap 4-1 und Ap 4-2 sind zwei Arten von empfohlenen Abgasverdünnungssystemen, die den Vorschriften dieses Anhangs entsprechen, schematisch dargestellt. Da mit unterschiedlichen Versuchsanordnungen genaue Ergebnisse erzielt werden können, braucht die Anlage diesen Abbildungen nicht in allen Einzelheiten zu entsprechen. Es können zusätzliche Teile wie Instrumente, Ventile, Magnetventile und Schalter verwendet werden, um zusätzliche Daten zu erhalten und die Funktionen der einzelnen Teile der Anlage zu koordinieren.

##### 1.4.1. Vollstrom-Verdünnungssystem mit Verdrängerpumpe

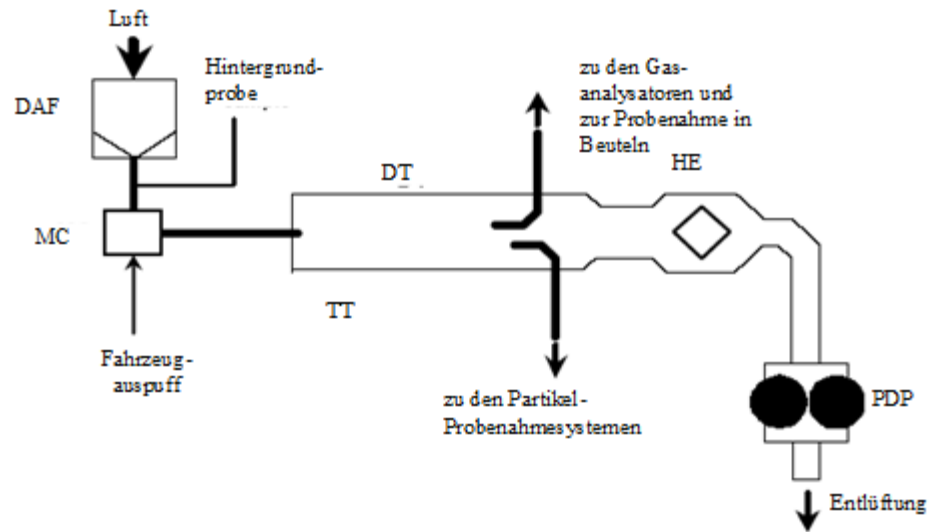


Abbildung Anl 4-1: Verdünnungssystem mit Verdrängerpumpe

Mit dem Vollstrom-Verdünnungssystem mit Verdrängerpumpe (PDP) wird entsprechend den Vorschriften dieses Anhangs der Gasdurchsatz durch die Pumpe bei konstanter Temperatur und konstantem Druck gemessen. Zur Messung des Gesamtvolumens wird die Zahl der Umdrehungen der kalibrierten Verdrängerpumpe gezählt. Die proportionale Probe erhält man durch Entnahme bei konstantem Durchsatz mit einer Pumpe, einem Durchsatzmesser und einem Durchsatzregler. Zu dem Probenahmegerät gehören:

- 1.4.1.1. ein Filter (DAF in Abbildung Anl 4-1) für die Verdünnungsluft, der wenn nötig vorgeheizt werden kann. Dieser Filter besteht aus folgenden hintereinander angeordneten Filtern: einem fakultativen Aktivkohlefilter (Einlassseite) und einem HEPA-Filter (Auslassseite). Es wird empfohlen, vor dem HEPA-Filter und hinter dem Aktivkohlefilter (falls vorhanden) einen zusätzlichen Grobpartikelfilter zu verwenden. Mit dem Aktivkohlefilter soll die Kohlenwasserstoff-Hintergrundkonzentration in der Verdünnungsluft verringert und stabilisiert werden;
- 1.4.1.2. ein Verbindungsrohr (TT), mit dem die Fahrzeugabgase in einen Verdünnungstunnel (DT) eingeleitet werden, in dem Abgase und Verdünnungsluft homogen gemischt werden;
- 1.4.1.3. die Verdrängerpumpe (PDP) zur Erzeugung eines gleichbleibenden Volumenstroms des Luft-Abgas-Gemisches. Anhand der Zahl der Umdrehungen sowie der gemessenen Temperatur- und Druckwerte wird der Durchsatz bestimmt;

- 1.4.1.4. ein Wärmetauscher (HE), dessen Kapazität ausreicht, um während der gesamten Prüfdauer die Temperatur des Luft-Abgas-Gemisches, die unmittelbar vor der Verdrängerpumpe gemessen wird, mit einer Toleranz von 6 K auf der während der Prüfung herrschenden durchschnittlichen Betriebstemperatur zu halten. Durch dieses Gerät darf der Schadstoffgehalt der später für die Analyse entnommenen verdünnten Gase nicht verändert werden;
- 1.4.1.5. eine Mischkammer (MC), in der Abgase und Luft homogen gemischt werden und die in der Nähe des Fahrzeugs platziert werden kann, damit die Länge des Verbindungsrohrs (TT) so gering wie möglich gehalten wird.
- 1.4.2. Vollstrom-Verdünnungssystem mit kritisch durchströmtem Venturirohr

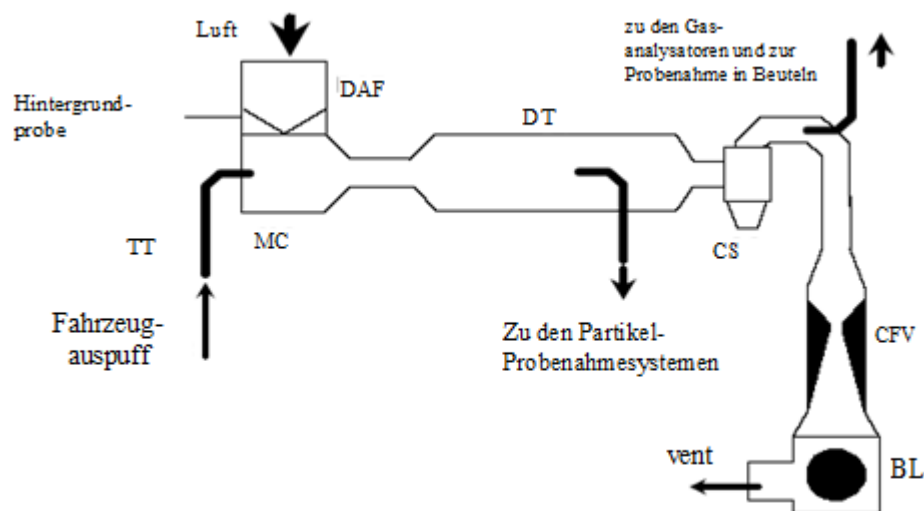


Abbildung Anl 4-2: Verdünnungssystem mit kritisch durchströmtem Venturirohr

Wird bei dem Vollstrom-Verdünnungssystem ein kritisch durchströmtes Venturirohr (CFV) verwendet, dann gelten die Grundsätze der Strömungslehre in Bezug auf die kritische Strömung. Der variable Durchfluss des Gemisches aus Verdünnungsluft und Abgas erfolgt bei Schallgeschwindigkeit, die der Quadratwurzel aus der Gastemperatur direkt proportional ist. Der Durchsatz wird während der gesamten Prüfung kontinuierlich überwacht, berechnet und integriert. Durch die Verwendung eines weiteren kritisch durchströmten Venturirohrs für die Probenahme wird die Proportionalität der Gasproben aus dem Verdünnungstunnel gewährleistet. Da Druck und Temperatur beim Eintritt in beide Venturirohre gleich sind, ist das Volumen des für die Probenahme abgeleiteten Gasstroms proportional zum Gesamtvolumen des verdünnten Abgasgemisches; das System entspricht folglich den Vorschriften dieses

Anhangs. Zu dem Probenahmegerät gehören:

- 1.4.2.1. ein Filter (DAF) für die Verdünnungsluft, der gegebenenfalls vorgeheizt werden kann. Dieser Filter besteht aus folgenden hintereinander angeordneten Filtern: einem fakultativen Aktivkohlefilter (Einlassseite) und einem HEPA-Filter (Auslassseite). Es wird empfohlen, vor dem HEPA-Filter und hinter dem Aktivkohlefilter (falls vorhanden) einen zusätzlichen Grobpartikelfilter zu verwenden. Mit dem Aktivkohlefilter soll die Kohlenwasserstoff-Hintergrundkonzentration in der Verdünnungsluft verringert und stabilisiert werden;
- 1.4.2.2. eine Mischkammer (MC), in der Abgase und Luft homogen gemischt werden und die in der Nähe des Fahrzeugs platziert werden kann, damit die Länge des Verbindungsrohrs (TT) so gering wie möglich gehalten wird;
- 1.4.2.3. ein Verdünnungstunnel (DT), in dem die Partikelproben entnommen werden;
- 1.4.2.4. zum Schutz der Messeinrichtung kann z. B. ein Zyklonabscheider oder ein Grobpartikelfilter verwendet werden;
- 1.4.2.5. ein kritisch durchströmtes Mess-Venturirohr (CFV) zum Messen des Durchsatzvolumens des verdünnten Abgases;
- 1.4.2.6. ein Gebläse (BL), dessen Leistung so hoch ist, dass das Gesamtvolumen des verdünnten Abgases gefördert werden kann.

## **2. Verfahren zum Kalibrieren der CVS-Anlage**

### **2.1. Allgemeine Anforderungen**

Die CVS-Anlage ist mit einem Präzisionsdurchsatzmesser und einem Durchsatzbegrenzer zu kalibrieren. Der Durchsatz ist bei verschiedenen Druckwerten zu messen, und die Regelungsparameter der Anlage sind zu messen und auf die Durchflusswerte zu beziehen. Es ist ein dynamisches Durchsatzmessgerät zu verwenden, das für die bei der Prüfung von CVS-Anlagen auftretenden hohen Durchsätze geeignet ist. Die Genauigkeit des Geräts muss zertifiziert und auf eine anerkannte nationale oder internationale Norm rückführbar sein.

- 2.1.1. Es können mehrere Arten von Durchsatzmessern verwendet werden (z. B. kalibriertes Venturirohr, Laminar-Durchsatzmesser, kalibrierter Flügelrad-Durchsatzmesser), sofern es sich dabei um dynamische Messgeräte handelt und sie den Vorschriften unter Nummer 1.3.5 entsprechen.
- 2.1.2. In den folgenden Absätzen sind die Verfahren eingehend beschrieben, nach denen Verdrängerpumpen und Systeme mit kritisch durchströmtem Venturirohr

mit Hilfe eines Laminar-Durchflussmessers mit der erforderlichen Genauigkeit kalibriert werden und die Gültigkeit der Kalibrierung statistisch geprüft wird.

## 2.2. Kalibrierung der Verdrängerpumpe (PDP)

2.2.1. Bei dem nachstehend festgelegten Kalibrierverfahren werden Geräte, Versuchsanordnung und verschiedene Kennwerte beschrieben, die für die Ermittlung des Durchsatzes der Pumpe im CVS-System gemessen werden müssen. Alle Kenngrößen von Pumpe und Durchsatzmesser, die hintereinander geschaltet sind, werden gleichzeitig gemessen. Der berechnete Durchsatz (angegeben in  $\text{m}^3/\text{min}$  am Pumpeneinlass bei absolutem Druck und absoluter Temperatur) kann dann in Form einer Korrelationsfunktion als Funktion einer bestimmten Kombination von Pumpenkenngrößen dargestellt werden. Dann werden die lineare Gleichung für den Pumpendurchsatz und die Korrelationsfunktion aufgestellt. Sind bei einer Pumpe einer CVS-Anlage mehrere Antriebsdrehzahlen vorgesehen, dann muss für jeden verwendeten Drehzahlbereich eine Kalibrierung vorgenommen werden.

2.2.2. Bei diesem Kalibrierverfahren werden für die Pumpen- und die Durchsatzmesser-Kenngrößen, die den Durchsatz in jedem Punkt bestimmen, die absoluten Werte gemessen. Es müssen drei Bedingungen eingehalten werden, damit die Genauigkeit und die Stetigkeit der Kalibrierkurve gewährleistet sind:

2.2.2.1. Die Pumpendrucke sind an den Pumpenanschlüssen und nicht an den äußeren Rohrleitungen an Ein- und Auslass der Pumpe zu messen. Druckanschlüsse am oberen und am unteren Mittelpunkt der Vorderplatte des Pumpenantriebs sind den tatsächlichen Drücken im Pumpenfüllraum ausgesetzt und ermöglichen somit die Messung der Absolutdruckdifferenzen;

2.2.2.2. Während der Kalibrierung muss die Temperatur konstant gehalten werden. Der Laminar-Durchsatzmesser ist gegen Schwankungen der Einlasstemperatur empfindlich, die eine Streuung der Messpunkte verursachen. Temperaturschwankungen von  $\pm 1 \text{ K}$  sind zulässig, sofern sie allmählich innerhalb eines Zeitraums von mehreren Minuten auftreten.

2.2.2.3. Alle Anschlüsse zwischen dem Durchflussmesser und der Pumpe der CVS-Anlage müssen dicht sein.

2.2.3. Bei einer Abgasemissionsprüfung kann der Nutzer anhand der Messung dieser Pumpenkenngrößen den Durchfluss mit Hilfe der Kalibriergleichung berechnen.

2.2.4. In Abbildung Anl 4-3 ist eine mögliche Prüfanordnung dargestellt. Veränderungen sind zulässig, wenn der Technische Dienst sie genehmigt, weil eine vergleichbare Genauigkeit erzielt werden kann. Wenn die in der

Abbildung Anl 4-3 dargestellte Prüfanordnung verwendet wird, müssen die nachstehenden Kenngrößen jeweils mit folgender Genauigkeit gemessen werden können:

Luftdruck (korrigiert) ( $P_b$ )  $\pm 0,03$  kPa

Umgebungstemperatur ( $T$ )  $\pm 0,2$  K

Lufttemperatur am LFE (ETI)  $\pm 0,15$  K

Unterdruck vor dem LFE (EPI)  $\pm 0,01$  kPa

Druckabfall durch LFE-Düse (EDP)  $\pm 0,0015$  kPa

Lufttemperatur am Einlass der Pumpe der CVS-Anlage (PTI)  $\pm 0,2$  K

Lufttemperatur am Auslass der Pumpe der CVS-Anlage (PTO)  $\pm 0,2$  K

Unterdruck am Einlass der Pumpe der CVS-Anlage (PPI)  $\pm 0,22$  kPa

Druckhöhe am Auslass der Pumpe der CVS-Anlage (PPO)  $\pm 0,22$  kPa

Pumpendrehzahl während der Prüfung ( $n$ )  $\pm 1$  min<sup>-1</sup>

Dauer der Prüfung (mindestens 250 s) ( $t$ )  $\pm 0,1$  s

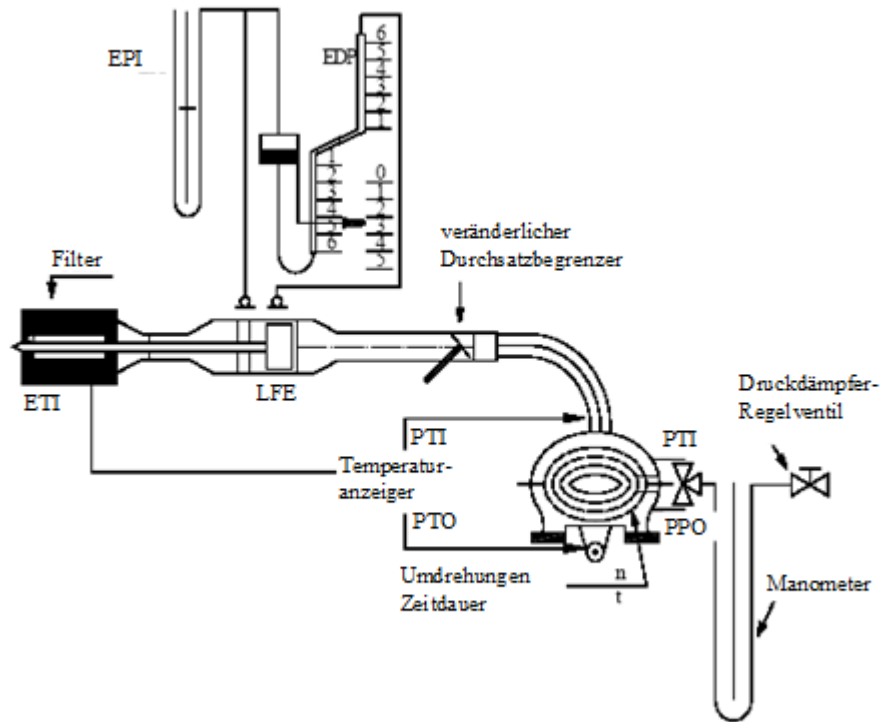


Abbildung Anl 4-3, Kalibrieranordnung für die Verdrängerpumpe

- 2.2.5. Nachdem die Prüfanlage entsprechend der Abbildung Anl 4-3 aufgebaut ist, wird der veränderliche Durchsatzbegrenzer in die voll geöffnete Stellung gebracht und die Pumpe der CVS-Anlage 20 Minuten lang betrieben, bevor die Kalibrierung beginnt.
- 2.2.6. Das Drosselventil wird so eingestellt, dass der Durchsatz um einen Schritt (ungefähr 1 kPa) des Unterdrucks am Pumpeneinlass weiter begrenzt wird, wodurch sich mindestens sechs Messpunkte für die gesamte Kalibrierung ergeben. Die Anlage muss sich innerhalb von drei Minuten stabilisieren, dann ist die Datenerfassung zu wiederholen.
- 2.2.7. Der Luftdurchsatz ( $Q_s$ ) an jedem Prüfpunkt wird nach dem vom Hersteller vorgeschriebenen Verfahren aus den Messwerten des Durchsatzmessers bei Normaldruck und -temperatur in  $m^3/min$  berechnet.
- 2.2.8. Der Luftdurchfluss wird dann auf den Pumpendurchsatz ( $V_0$ ) in  $m^3/Umdrehung$  bei absoluter Temperatur und absolutem Druck am Pumpeneinlass umgerechnet.

Abbildung Anl 4-1:

$$V_0 = \frac{Q_s}{n} \cdot \frac{T_p}{273,2} \cdot \frac{101,33}{P_p}$$

Dabei gilt:

$V_0$  = Pumpendurchsatz bei  $T_p$  und  $P_p$  ( $m^3$ /Umdrehung)

$Q_s$  = Luftdurchsatz bei 101,33 kPa und 273,2 K, ( $m^3$ /min);

$T_p$  = Temperatur am Pumpeneinlass (K)

$P_p$  = absoluter Druck am Pumpeneinlass (kPa)

$n$  = Pumpendrehzahl ( $min^{-1}$ )

- 2.2.9. Zur Kompensierung der gegenseitigen Beeinflussung von Pumpendrehzahl, Druckschwankungen an der Pumpe und Drehzahldifferenz (Schlupf) wird die Korrelationsfunktion ( $x_0$ ) zwischen der Pumpendrehzahl ( $n$ ), der Druckdifferenz zwischen Pumpeneinlass und -auslass und dem absoluten Druck am Pumpenauslass mit Hilfe der nachstehenden Formel berechnet:

Gleichung Anl 4-2:

$$x_0 = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{\Delta P_p}{P_e}}$$

Dabei gilt:

$x_0$  = Korrelationsfunktion;

$\Delta P_p$  = Druckdifferenz zwischen Pumpeneinlass und -auslass (kPa)

$P_e$  = absoluter Druck am Auslass ( $P_{PO} + P_b$ ) (kPa)

- 2.2.9.1. Mit der Methode der kleinsten Quadrate führt man eine lineare Regression durch, um die nachstehenden Kalibriergleichungen zu erhalten:

Gleichung Anl 4-3:

$$V_0 = D_0 - M(x_0)$$

$$n = A - B(\Delta P_p)$$

$D_0$ ,  $M$ ,  $A$  und  $B$  sind die Konstanten für die Steigung und Achsenabschnitte, die die Geraden bestimmen.



2.2.10. Bei einer CVS-Anlage mit mehreren Drehzahlen muss für jede verwendete Drehzahl eine Kalibrierung vorgenommen werden. Die für die Bereiche ermittelten Kalibrierkurven müssen annähernd parallel verlaufen, und die Achsenabschnittswerte (D0) müssen steigen, während der Pumpendurchfluss sinkt.

2.2.11 Bei sorgfältiger Kalibrierung dürfen die mit Hilfe der Gleichung berechneten Werte nicht um mehr als 0,5 % von dem Messwert für V0 abweichen. Die Werte für M sind je nach Pumpe unterschiedlich. Die Kalibrierung wird bei Inbetriebnahme der Pumpe und nach größeren Wartungsarbeiten vorgenommen.

2.3. Kalibrierung des kritisch durchströmten Venturirohrs

2.3.1. Bei der Kalibrierung des kritisch durchströmten Venturirohrs wird die Durchsatzgleichung für ein kritisch durchströmtes Venturirohr verwendet:

Gleichung Anl 4-4:

$$Q_s = \frac{K_v P}{\sqrt{T}}$$

Dabei gilt:

$Q_s$  = Durchsatz

$K_v$  = Kalibrierkoeffizient

P = absoluter Druck (kPa)

T = absolute Temperatur (K)

Der Gasdurchsatz ist eine Funktion des Eintrittsdrucks und der Eintrittstemperatur. Bei dem unter den Nummern 2.3.2 bis 2.3.7 beschriebenen Kalibrierverfahren wird der Wert des Kalibrierkoeffizienten anhand der Messwerte für Druck, Temperatur und Luftdurchsatz bestimmt.

2.3.2. Bei der Kalibrierung der elektronischen Geräte des kritisch durchströmten Venturirohrs ist das vom Hersteller empfohlene Verfahren anzuwenden.

2.3.3. Bei den Messungen für die Kalibrierung des Durchflusses des kritisch durchströmten Venturirohrs müssen die nachstehenden Kenngrößen jeweils mit folgender Genauigkeit gemessen werden können:

Luftdruck (korrigiert) (Pb) ± 0,03 kPa

Lufttemperatur am LFE, Durchsatzmesser (ETI)  $\pm 0,15$  K

Unterdruck vor dem LFE (EPI)  $\pm 0,01$  kPa

Druckabfall durch LLE-Düse (EDP)  $\pm 0,0015$  kPa

Luftdurchsatz (Qs)  $\pm 0,5$  %

Unterdruck am Einlass des Venturirohrs (PPI)  $\pm 0,02$  kPa

Temperatur am Einlass des Venturirohrs (Tv)  $\pm 0,2$  K

- 2.3.4. Die Prüfanlage ist nach Abbildung Anl 4-4 aufzubauen und auf Dichtigkeit zu prüfen. Jede undichte Stelle zwischen dem Durchsatzmessgerät und dem kritisch durchströmten Venturirohr würde die Genauigkeit der Kalibrierung stark beeinträchtigen.

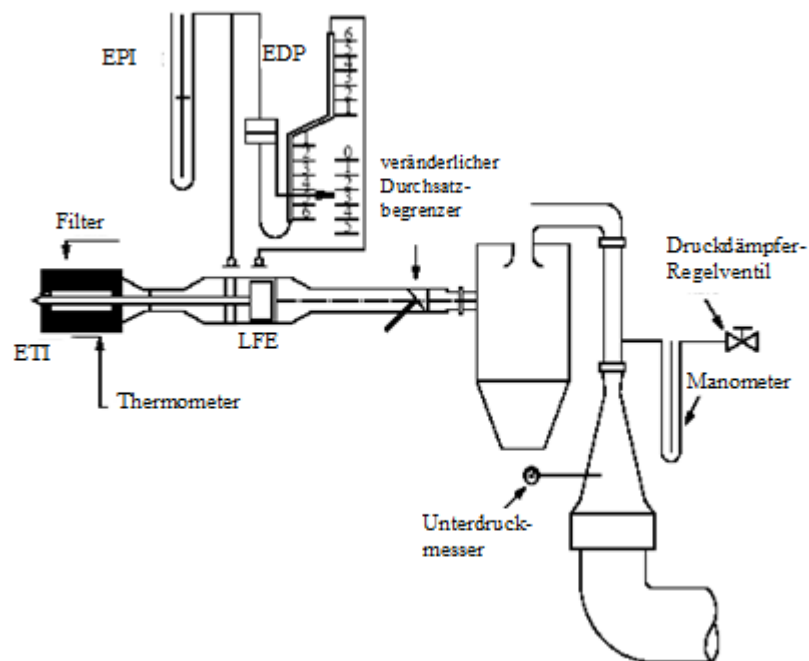


Abbildung Anl 4-4: Kalibrieranordnung für das kritisch durchströmte Venturirohr

- 2.3.5. Der veränderliche Durchsatzbegrenzer wird in die geöffnete Stellung gebracht, das Gebläse eingeschaltet und das System stabilisiert. Die Messdaten aller Geräte sind aufzuzeichnen.

- 2.3.6. Die Einstellung des Durchsatzbegrenzers ist zu verändern, und es sind mindestens acht Messungen im Bereich der kritischen Strömung des Venturirohrs durchzuführen.
- 2.3.7. Die bei der Kalibrierung aufgezeichneten Daten sind bei den nachstehenden Berechnungen zu verwenden. Der Luftdurchsatz ( $Q_s$ ) an jedem Prüfpunkt wird aus den Messdaten des Durchsatzmessers nach dem vom Hersteller vorgeschriebenen Verfahren berechnet. Die Werte des Kalibrierkoeffizienten ( $K_v$ ) sind für jeden Prüfpunkt wie folgt zu berechnen:

Gleichung Anl 4-5:

$$K_v = \frac{Q_s \sqrt{T_v}}{P_v}$$

Dabei gilt:

$Q_s$  = Durchfluss in  $m^3/min$  bei 273,2 K und 101,3 kPa

$T_v$  = Temperatur am Eintritt des Venturirohrs (K)

$P_v$  = absoluter Druck am Eintritt des Venturirohrs (kPa)

$K_v$  ist als Funktion des Drucks am Einlass des Venturirohrs grafisch darzustellen. Bei Schallgeschwindigkeit ist  $K_v$  relativ konstant. Wenn der Druck fällt (d. h. der Unterdruck steigt), wird das Venturirohr frei, und der Wert von  $K_v$  sinkt. Die hieraus resultierenden Veränderungen von  $K_v$  sind nicht zu berücksichtigen. Bei einer Mindestzahl von acht Messpunkten im Bereich der kritischen Strömung sind der Durchschnittswert von  $K_v$  und die Standardabweichung zu berechnen. Beträgt die Standardabweichung mehr als 0,3 % des Durchschnittswerts von  $K_v$ , müssen Korrekturmaßnahmen getroffen werden.

### 3. Verfahren zur Überprüfung des Systems

#### 3.1. Allgemeine Anforderungen

Die Gesamtgenauigkeit des CVS-Probenahmesystems und des Analysesystems wird ermittelt, indem eine bekannte Masse eines gasförmigen Schadstoffs in das System eingeleitet wird, während es wie bei einer normalen Prüfung betrieben wird; danach wird die Analyse durchgeführt und die Schadstoffmasse mit Hilfe der Formeln unter Nummer 4 berechnet, wobei die Dichte des Propans jedoch mit 1,967 g/l im Normzustand angenommen wird. Bei den unter den Nummern 3.2 und 3.3 beschriebenen Verfahren ist eine ausreichende Genauigkeit gewährleistet. Die höchstzulässige Abweichung zwischen

eingeleiteter und gemessener Gasmenge beträgt 5 %.

- 3.2. Verfahren mit Verwendung einer kritisch durchströmten Messblende
  - 3.2.1. Messung eines konstanten Durchsatzes eines reinen Gases (CO oder C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) mit einer kritisch durchströmten Messblende.
  - 3.2.2. Eine bekannte Menge eines reinen Gases (CO oder C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) wird durch die kalibrierte kritisch durchströmte Messblende in die CVS-Anlage eingeleitet. Ist der Eintrittsdruck hoch genug, dann ist der durch die Messblende regulierte Durchsatz (q) unabhängig von dem Austrittsdruck an der Messblende (kritische Strömung). Treten Abweichungen von mehr als 5 % auf, dann ist die Ursache der Funktionsstörung zu ermitteln und die Störung zu beheben. Die CVS-Anlage wird ungefähr fünf bis zehn Minuten lang wie bei einer Abgasemissionsprüfung betrieben. Das in dem Sammelbeutel aufgefangene Gas wird mit dem üblichen Gerät analysiert, und die Ergebnisse werden mit der vorher bekannten Konzentration der Gasproben verglichen.
- 3.3. Gravimetrisches Verfahren
  - 3.3.1. Messung einer bestimmten Menge eines reinen Gases (CO oder C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) nach einem gravimetrischen Verfahren
  - 3.3.2. Das nachstehende gravimetrische Verfahren kann zur Überprüfung der CVS-Anlage angewandt werden. Das Gewicht einer kleinen Gasflasche, die entweder mit Kohlenmonoxid oder Propan gefüllt ist, wird auf ±0,01 g genau bestimmt. Ungefähr fünf bis zehn Minuten lang wird die CVS-Anlage wie bei einer normalen Abgasemissionsprüfung betrieben, während CO oder Propan in die Anlage eingeleitet wird. Die Menge des eingeleiteten reinen Gases wird durch Differenzwägung bestimmt. Anschließend wird das in dem Beutel aufgefangene Gas mit Hilfe des normalerweise für die Abgasanalyse verwendeten Geräts analysiert. Die Ergebnisse werden dann mit den vorher berechneten Konzentrationswerten verglichen.

## Anlage 5

### Einstufung der äquivalenten Schwungmasse und des Fahrwiderstands

1. Anstatt des Fahrwiderstandes nach den Ausrollmethoden gemäß den Anlagen 7 oder 8 kann am Rollenprüfstand auch der Wert aus der Fahrwiderstandstabelle eingestellt werden. Dabei ist der Rollenprüfstand ohne Berücksichtigung besonderer Eigenschaften von Fahrzeugen der Klasse L nach der Bezugsmasse einzustellen.
2. Als äquivalente Schwungmasse  $m_{ref}$  ist die äquivalente Schwungmasse  $m_i$  gemäß Nummer 4.5.6.1.2 zu verwenden. Am Rollenprüfstand ist der Rollwiderstand des Vorderrades  $a$  und der Luftwiderstandskoeffizient  $b$  gemäß der nachstehenden Tabelle einzustellen.

Bezugsmasse $m_{ref}$ (kg)	Äquivalente Schwungmasse $m_i$ (kg)	Rollwiderstand des Vorderrads $a$ (N)	Luftwiderstands- koeffizient $b$ (N/(km/h) <sup>2</sup> )
$0 < m_{ref} \leq 25$	20	1,8	0,0203
$25 < m_{ref} \leq 35$	30	2,6	0,0205
$35 < m_{ref} \leq 45$	40	3,5	0,0206
$45 < m_{ref} \leq 55$	50	4,4	0,0208
$55 < m_{ref} \leq 65$	60	5,3	0,0209
$65 < m_{ref} \leq 75$	70	6,8	0,0211
$75 < m_{ref} \leq 85$	80	7,0	0,0212
$85 < m_{ref} \leq 95$	90	7,9	0,0214
$95 < m_{ref} \leq 105$	100	8,8	0,0215
$105 < m_{ref} \leq 115$	110	9,7	0,0217
$115 < m_{ref} \leq 125$	120	10,6	0,0218
$125 < m_{ref} \leq 135$	130	11,4	0,0220
$135 < m_{ref} \leq 145$	140	12,3	0,0221

$145 < m_{\text{ref}} \leq 155$	150	13,2	0,0223
$155 < m_{\text{ref}} \leq 165$	160	14,1	0,0224
$165 < m_{\text{ref}} \leq 175$	170	15,0	0,0226
$175 < m_{\text{ref}} \leq 185$	180	15,8	0,0227
$185 < m_{\text{ref}} \leq 195$	190	16,7	0,0229
$195 < m_{\text{ref}} \leq 205$	200	17,6	0,0230
$205 < m_{\text{ref}} \leq 215$	210	18,5	0,0232
$215 < m_{\text{ref}} \leq 225$	220	19,4	0,0233
$225 < m_{\text{ref}} \leq 235$	230	20,2	0,0235
$235 < m_{\text{ref}} \leq 245$	240	21,1	0,0236
$245 < m_{\text{ref}} \leq 255$	250	22,0	0,0238
$255 < m_{\text{ref}} \leq 265$	260	22,9	0,0239
$265 < m_{\text{ref}} \leq 275$	270	23,8	0,0241
$275 < m_{\text{ref}} \leq 285$	280	24,6	0,0242
$285 < m_{\text{ref}} \leq 295$	290	25,5	0,0244
$295 < m_{\text{ref}} \leq 305$	300	26,4	0,0245
$305 < m_{\text{ref}} \leq 315$	310	27,3	0,0247
$315 < m_{\text{ref}} \leq 325$	320	28,2	0,0248
$325 < m_{\text{ref}} \leq 335$	330	29,0	0,0250
$335 < m_{\text{ref}} \leq 345$	340	29,9	0,0251
$345 < m_{\text{ref}} \leq 355$	350	30,8	0,0253
$355 < m_{\text{ref}} \leq 365$	360	31,7	0,0254

$365 < m_{\text{ref}} \leq 375$	370	32,6	0,0256
$375 < m_{\text{ref}} \leq 385$	380	33,4	0,0257
$385 < m_{\text{ref}} \leq 395$	390	34,3	0,0259
$395 < m_{\text{ref}} \leq 405$	400	35,2	0,0260
$405 < m_{\text{ref}} \leq 415$	410	36,1	0,0262
$415 < m_{\text{ref}} \leq 425$	420	37,0	0,0263
$425 < m_{\text{ref}} \leq 435$	430	37,8	0,0265
$435 < m_{\text{ref}} \leq 445$	440	38,7	0,0266
$445 < m_{\text{ref}} \leq 455$	450	39,6	0,0268
$455 < m_{\text{ref}} \leq 465$	460	40,5	0,0269
$465 < m_{\text{ref}} \leq 475$	470	41,4	0,0271
$475 < m_{\text{ref}} \leq 485$	480	42,2	0,0272
$485 < m_{\text{ref}} \leq 495$	490	43,1	0,0274
$495 < m_{\text{ref}} \leq 505$	500	44,0	0,0275
weiter in 10-kg-Schritten	weiter in 10-kg-Schritten	$a = 0,088 \times m_{i-}$ */	$b = 0,000015 \times m_{i+} + 0,02$ **/

\*/Der Wert ist auf eine Dezimalstelle zu runden.

\*\*/Der Wert ist auf vier Dezimalstellen zu runden.

Tabelle Anl 5-1: Einstufung der für Fahrzeuge der Klasse L verwendeten äquivalenten Schwungmasse und des Fahrwiderstands

## Anlage 6 Fahrzyklen für Prüfungen Typ I

### 1) Prüfzyklen nach der UNECE-Regelung Nr. 47 (ECE R47)

#### 1. Beschreibung des ECE-R47-Prüfzyklus

Der auf dem Rollenprüfstand durchzuführende ECE-R47-Prüfzyklus ist in der nachfolgenden Grafik dargestellt:

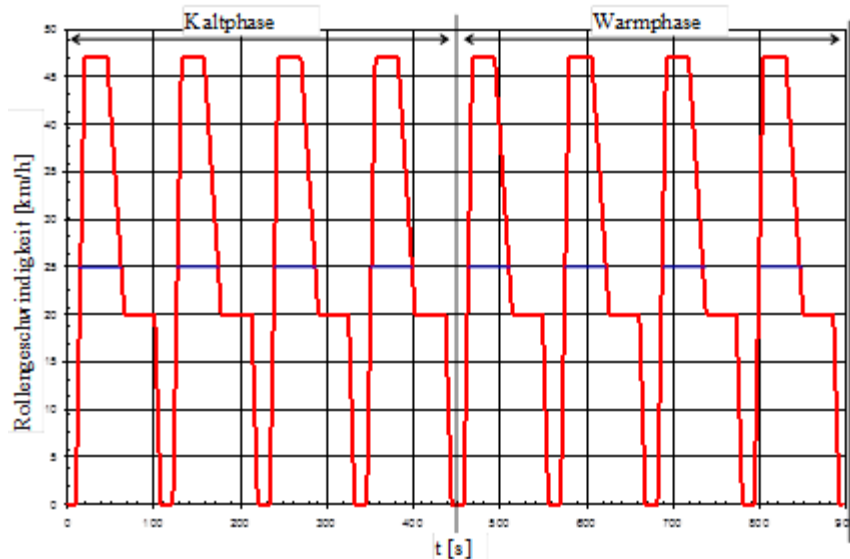


Abbildung Anl 6-1: Prüfzyklus nach ECE R47

Der Prüfzyklus nach ECE R47 dauert 896 Sekunden und besteht aus acht Grundfahrzyklen, die ohne Unterbrechung durchzuführen sind. Jeder Zyklus umfasst, wie unter den Nummern 2 und 3 dargestellt, sieben Prüfungsabschnitte (Leerlauf, Beschleunigung, konstante Geschwindigkeit, Verzögerung usw.). Die auf höchstens 25 km/h beschränkte abgeflachte Fahrzeuggeschwindigkeitskurve gilt für Fahrzeuge der Klassen L14-A und L1e-B mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von 25 km/h.

2. Der folgende Grundfahrzyklus mit charakteristischem Rollengeschwindigkeits-Prüfzeit-Verlauf ist insgesamt achtmal zu wiederholen. Die Kaltphase umfasst die ersten 448 s (vier Zyklen) nach dem Kaltstart des Antriebs und dem Aufwärmen des Motors. Die Warm- oder Heißphase umfasst die letzten 448 s (vier Zyklen), in denen sich der Antrieb weiter erwärmt und schließlich auf Betriebstemperatur arbeitet.



Betriebszustand Nr.	Betriebszustand	Beschleunigung (m/s <sup>2</sup> )	Rollengeschwindigkeit (km/h)	Dauer des Betriebszustands (s)	Gesamtdauer des Zyklus (s)
1	Leerlauf	-	-	8	
2	Beschleunigung	Drosselklappe voll geöffnet	0-max		8
3	konstante Geschwindigkeit	Drosselklappe voll geöffnet	max	57	
4	Verzögerung	-0,56	max -20		65
5	konstante Geschwindigkeit	-	20	36	101
6	Verzögerung	-0,93	20-0	6	107
7	Leerlauf	-	-	5	112

Tabelle Anl 6-1: Charakteristischer Geschwindigkeits-Prüfzeit-Verlauf eines einzelnen Prüfzyklus nach ECE R47

### 3. Toleranzen des ECE-R47-Prüfzyklus

Die in Abbildung Anl 6-2 angegebenen Toleranzen für einen Grundfahrzyklus des ECE-R47-Prüfzyklus sind grundsätzlich während des gesamten Prüfzyklus einzuhalten.

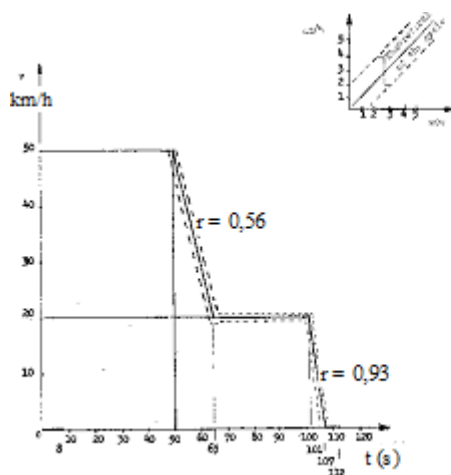


Abbildung Anl 6-2: Toleranzen des Prüfzyklus nach ECE R47

## 2) Prüfzyklus nach der UNECE-Regelung Nr. 40 (ECE R40)

### 1. Beschreibung des Prüfzyklus

Der auf dem Rollenprüfstand durchzuführende ECE-R40-Prüfzyklus ist in der nachfolgenden Grafik dargestellt:

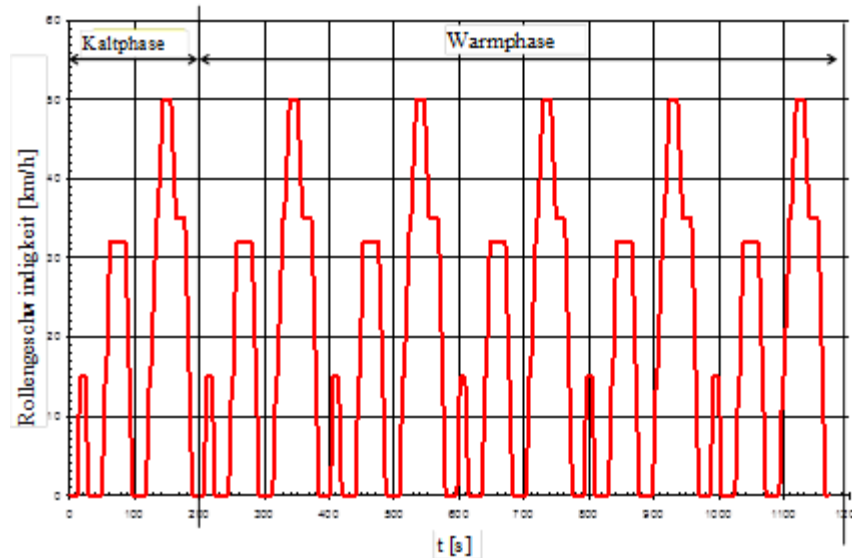


Abbildung Anl 6-3: Prüfzyklus nach ECE R40

Der Prüfzyklus nach ECE R40 dauert 1170 Sekunden und besteht aus sechs Zyklen des Grund-Stadtfahrzyklus, die ohne Unterbrechung durchzuführen sind. Jeder Grund-Stadtfahrzyklus muss, wie unter den Punkten 2 und 3 dargestellt, 15 Betriebszustandsphasen (Leerlauf, Beschleunigung, konstante Geschwindigkeit, Verzögerung usw.) umfassen.

2. Der folgende zyklusspezifische Rollengeschwindigkeits-Prüfzeit-Verlauf ist insgesamt sechsmal zu wiederholen. Die Kaltphase umfasst die ersten 195 s (ein Grund-Stadtfahrzyklus) nach dem Kaltstart des Antriebs und dem Aufwärmen. Die Warmphase umfasst die letzten 975 s (fünf Grund-Stadtfahrzyklen), in denen sich der Antrieb weiter erwärmt und schließlich auf Betriebstemperatur arbeitet.

## 2.1

Nr.	Art des Betriebszustandes	Phase	Beschleunigung (m/s <sup>2</sup> )	Geschwindigkeit (km/h)	Dauer jedes		Kumulierte Zeit (s)	Bei manuellem Getriebe zu verwendender Gang
					Betriebszustands	Prüfungsabschnitts		
1	Leerlauf	1	0	0	11	11	11	6 s PM + 5 s K1
2	Beschleunigung	2	1,04	0-15	4	4	15	nach Herstellerangaben
3	konstante Geschwindigkeit	3	0	15	8	8	23	
4	Verzögerung	4	-0,69	15-10	2	5	25	
5	Verzögerung, Kupplung ausgerückt		-0,92	10-0	3		28	K (*)
6	Leerlauf	5	0	0	21	21	49	16 s PM + 5 s K(*)
7	Beschleunigung	6	0,74	0-32	12	12	61	nach Herstellerangaben
8	konstante Geschwindigkeit	7		32	24	24	85	
9	Verzögerung	8	-0,75	32-10	8	11	93	
10	Verzögerung, Kupplung ausgerückt		-0,92	10-0	3		96	K *)
11	Leerlauf	9	0	0	21	21	117	16 s PM + 5 s K(*)
12	Beschleunigung	10	0,53	0-50	26	26	143	nach Herstellerangaben
13	konstante Geschwindigkeit	11	0	50	12	12	155	
14	Verzögerung	12	-0,52	50-35	8	8	163	
15	konstante Geschwindigkeit	13	0	35	13	13	176	
16	Verzögerung	14	-0,68	35-10	9		185	
17	Verzögerung, Kupplung ausgerückt		-0,92	10-0	3		188	K (*)
18	Leerlauf	15	0	0	7	7	195	7 s PM (*)

(\*) PM = Getriebe im Leerlauf, Kupplung eingerückt K = Kupplung ausgerückt

Tabelle Anl 6-2: Charakteristischer Fahrzeuggeschwindigkeits-Prüfzeit-Verlauf des ECE-R40-Grund-Stadtfahrzyklus

### 3. Toleranzen des ECE-R40-Prüfzyklus

Die in Abbildung Anl 6-4 angegebenen Toleranzen für einen Grund-Stadtfahrzyklus des ECE-R40-Prüfzyklus sind grundsätzlich während des gesamten Prüfzyklus einzuhalten.

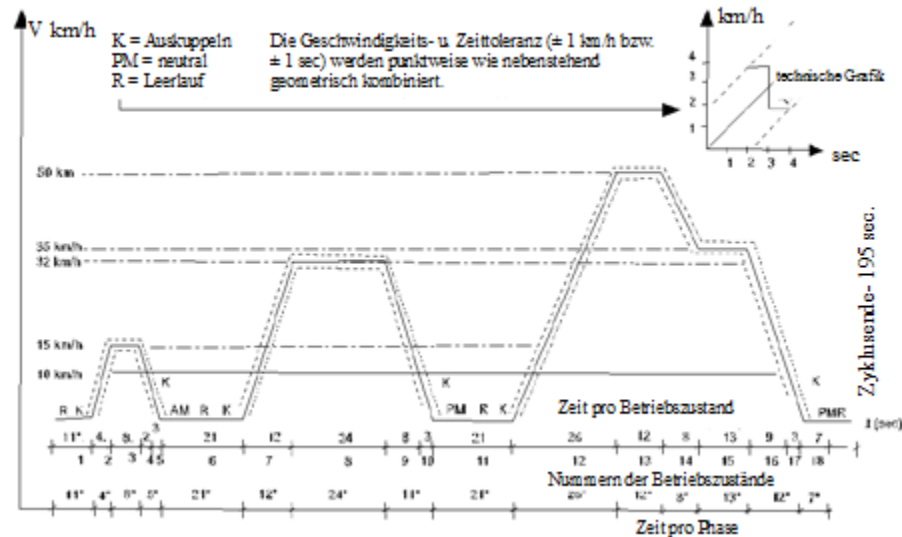


Abbildung Anl 6-4: Toleranzen des Prüfzyklus nach ECE R40

### 4. Allgemeine Toleranzen für die Prüfzyklen nach ECE R40 und R47

- 4.1. In allen Prüfungsabschnitten gilt bei der theoretischen Geschwindigkeit eine Toleranz von 1 km/h. Beim Übergang von einem Prüfungsabschnitt zum nächsten sind größere Abweichungen zulässig, sofern ihre Dauer in allen Fällen unbeschadet der Bestimmungen unter den Nummern 4.3 und 4.4 jeweils 0,5 Sekunden nicht überschreitet. Bei den Zeitwerten beträgt die Toleranz + 0,5 Sekunden.
- 4.2. Die während des Zyklus zurückgelegte Strecke ist auf (0 / + 2) % genau zu messen.
- 4.3. Reicht das Beschleunigungsvermögen des Fahrzeugs der Klasse L zur Durchführung der Beschleunigungsphasen innerhalb der vorgeschriebenen Toleranzen nicht aus oder kann die vorgeschriebene Fahrzeug-Höchstgeschwindigkeit in den einzelnen Zyklen mangels Antriebsleistung nicht erreicht werden, ist das Fahrzeug mit voll geöffneter Drosselklappe zu fahren, bis die für den Zyklus vorgeschriebene Geschwindigkeit erreicht ist, worauf der Zyklus normal fortgesetzt wird.
- 4.4. Ist die Dauer der Verzögerungen kürzer als für die entsprechende Phase

vorgeschrieben, so ist die Übereinstimmung mit dem theoretischen Zyklus durch eine Phase konstanter Geschwindigkeit oder eine Leerlaufphase wiederherzustellen, die in die nachfolgende Phase mit konstanter Geschwindigkeit bzw. die nachfolgende Leerlaufphase übergeht. Die Bestimmungen unter Nummer 4.1 gelten in diesen Fällen nicht.

## **5. Probenahme aus dem Abgasstrom des Fahrzeugs in den Prüfzyklen nach ECE R40 und R47**

### **5.1. Kontrolle des Gegendrucks der Probenahmeeinrichtung**

In den Vorprüfungen ist zu kontrollieren, ob der Gegendruck durch die Probenahmeeinrichtung dem Luftdruck mit einer Genauigkeit von  $\pm 1230$  Pa entspricht.

### **5.2. Die Probenahme beginnt bei $t=0$ direkt vor dem Anlassen und Anspringen des Verbrennungsmotors, falls ein solcher Motor Teil des Antriebs ist.**

### **5.3. Der Verbrennungsmotor ist mithilfe der hierfür vorgesehenen Einrichtungen — Starterklappe, Ventilausheber usw. — nach den Anweisungen des Herstellers zu starten.**

### **5.4. Die Probenahmebeutel sind hermetisch zu schließen, sobald der Füllvorgang abgeschlossen ist.**

### **5.5. Am Ende des Prüfzyklus ist das System zum Auffangen von verdünntem Abgasgemisch und Verdünnungsluft zu schließen; die vom Motor produzierten Abgase sind in die Atmosphäre zu entlassen.**

## **6. Gangwechselverfahren**

### **6.1. Bei der ECE-R47-Prüfung ist das Gangwechselverfahren nach Absatz 2.3 der UNECE-Regelung Nr. 47 anzuwenden.**

### **6.2. Bei der ECE-R40-Prüfung ist das Gangwechselverfahren nach Absatz 2.3 der UNECE-Regelung Nr. 40 anzuwenden.**

### 3) Weltweit harmonisierter Prüfzyklus für die Emissionen von Krafträdern (WMTC) Phase 2

#### 1. Beschreibung des Prüfzyklus

Der auf dem Rollenprüfstand durchzuführende WMTC, Phase 2 ist in der nachfolgenden Grafik dargestellt:

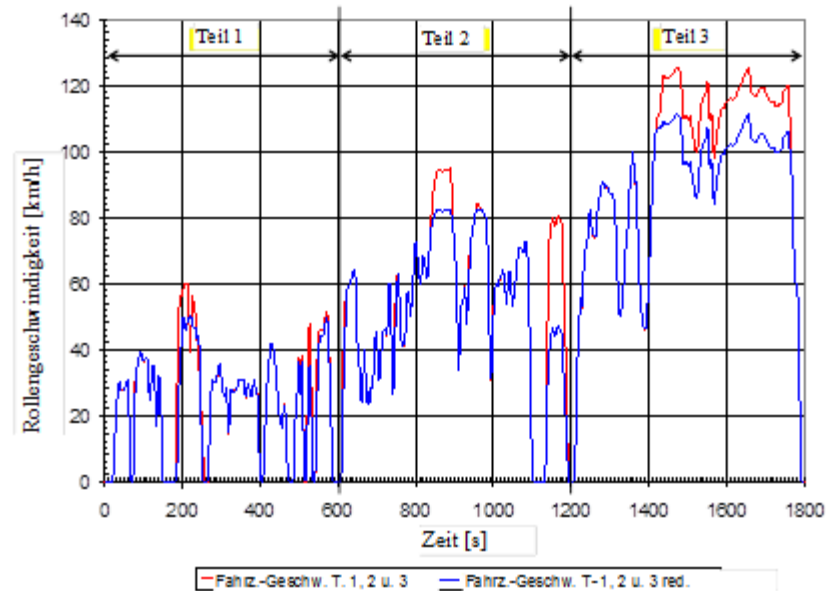


Abbildung Anl 6-5: WMTC, Phase 2

- 1.1. WMTC Phase 2 umfasst dieselbe Fahrzeuggeschwindigkeitskurve wie Phase 1 jedoch mit zusätzlichen Vorschriften zum Gangwechsel. Phase 2 des WMTC dauert 1800 Sekunden und besteht aus drei Teilen, die ohne Unterbrechung durchzuführen sind. Die besonderen Fahrbedingungen (Leerlauf, Beschleunigung, konstante Geschwindigkeit, Verzögerung usw.) sind unter den nachfolgenden Nummern und in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

## 2. WMTC Phase 2 Zyklusteil 1

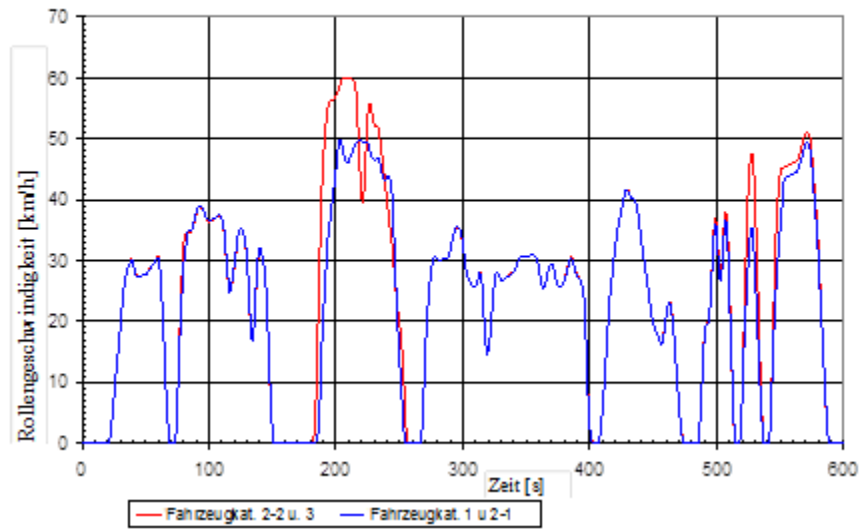


Abbildung Anl 6-6, WMTC Phase 2 Teil 1

- 2.1 WMTC Phase 2 umfasst dieselbe Fahrzeuggeschwindigkeitskurve wie Phase 1 jedoch mit zusätzlichen Vorschriften zum Gangwechsel. Der charakteristische Rollengeschwindigkeit-Prüfzeit-Verlauf des WMTC Phase 2 Zyklusteil 1 ist in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

2.2.1

Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren			Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren		
		s.	B.	DG			V.	s.	B.	DG			V.	s.	B.
0	0,0	x			61	29,6				x	121	31,2			x
1	0,0	x			62	28,9				x	122	33,0			x
2	0,0	x			63	23,0				x	123	34,4			x
3	0,0	x			64	18,6				x	124	35,2			x
4	0,0	x			65	14,1				x	125	35,4			
5	0,0	x			66	9,3				x	126	35,2			
6	0,0	x			67	4,8				x	127	34,7			
7	0,0	x			68	1,9				x	128	33,9			
8	0,0	x			69	0,0	x				129	32,4			
9	0,0	x			70	0,0	x				130	29,8			
10	0,0	x			71	0,0	x				131	26,1			
11	0,0	x			72	0,0	x				132	22,1			
12	0,0	x			73	0,0	x				133	18,6			
13	0,0	x			74	1,7		x			134	16,8			x
14	0,0	x			75	5,8		x			135	17,7			x
15	0,0	x			76	11,8		x			136	21,1			x
16	0,0	x			77	17,3		x			137	25,4			x
17	0,0	x			78	22,0		x			138	29,2			x
18	0,0	x			79	26,2		x			139	31,6			x
19	0,0	x			80	29,4		x			140	32,1			
20	0,0	x			81	31,1		x			141	31,6			
21	0,0	x			82	32,9		x			142	30,7			
22	1,0		x		83	34,7		x			143	29,7			
23	2,6		x		84	34,8		x			144	28,1			
24	4,8		x		85	34,8		x			145	25,0			
25	7,2		x		86	34,9		x			146	20,3			
26	9,6		x		87	35,4		x			147	15,0			
27	12,0		x		88	36,2		x			148	9,7			
28	14,3		x		89	37,1		x			149	5,0			
29	16,6		x		90	38,0		x			150	1,6			
30	18,9		x		91	38,7			x		151	0,0		x	
31	21,2		x		92	38,9			x		152	0,0		x	
32	23,5		x		93	38,9			x		153	0,0		x	
33	25,6		x		94	38,8			x		154	0,0		x	
34	27,1		x		95	38,5			x		155	0,0		x	
35	28,0		x		96	38,1			x		156	0,0		x	
36	28,7		x		97	37,5			x		157	0,0		x	
37	29,2		x		98	37,0			x		158	0,0		x	
38	29,8		x		99	36,7			x		159	0,0		x	
39	30,3			x	100	36,5			x		160	0,0		x	
40	29,6			x	101	36,5			x		161	0,0		x	
41	28,7			x	102	36,8			x		162	0,0		x	
42	27,9			x	103	36,8			x		163	0,0		x	
43	27,4			x	104	37,0			x		164	0,0		x	
44	27,3			x	105	37,1			x		165	0,0		x	
45	27,3			x	106	37,3			x		166	0,0		x	
46	27,4			x	107	37,4			x		167	0,0		x	
47	27,5			x	108	37,5			x		168	0,0		x	
48	27,6			x	109	37,4			x		169	0,0		x	
49	27,6			x	110	36,9				x	170	0,0		x	
50	27,6			x	111	36,0				x	171	0,0		x	
51	27,8			x	112	34,8				x	172	0,0		x	
52	28,1			x	113	31,9				x	173	0,0		x	
53	28,5			x	114	29,0				x	174	0,0		x	
54	28,9			x	115	26,9				x	175	0,0		x	
55	29,2			x	116	24,7			x		176	0,0		x	
56	29,4			x	117	25,4			x		177	0,0		x	
57	29,7			x	118	26,4			x		178	0,0		x	
58	30,0			x	119	27,7			x		179	0,0		x	
59	30,5			x	120	29,4			x		180	0,0		x	
60	30,6														

Tabelle Anl 6-3: WMTC Phase 2 Zyklusteil 1 mit reduzierter Geschwindigkeit für die Fahrzeugkategorien 1 und 2-1, 0 s bis 180 s



2.2.2.

Zeit in s	Rollenge- schwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollenge- schwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollenge- schwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				
		§.	B.	DG	V.			§.	B.	DG	V.			§.	B.	DG	V.	
181	0,0	x				241	43,9			x		301	30,6				x	
182	0,0	x				242	43,8				x	302	29,0				x	
183	0,0	x				243	43,0				x	303	27,8				x	
184	0,0	x				244	40,9				x	304	27,2				x	
185	0,4		x			245	36,9				x	305	26,9				x	
186	1,8		x			246	32,1				x	306	26,5				x	
187	5,4		x			247	26,6				x	307	26,1				x	
188	11,1		x			248	21,8				x	308	25,7				x	
189	16,7		x			249	17,2				x	309	25,5				x	
190	21,3		x			250	13,7				x	310	25,7				x	
191	24,8		x			251	10,3				x	311	26,4				x	
192	28,4		x			252	7,0				x	312	27,3				x	
193	31,8		x			253	3,5				x	313	28,1				x	
194	34,6		x			254	0,0	x				314	27,9					x
195	36,3		x			255	0,0	x				315	26,0					x
196	37,8		x			256	0,0	x				316	22,7					x
197	39,6		x			257	0,0	x				317	19,0					x
198	41,3		x			258	0,0	x				318	16,0					x
199	43,3		x			259	0,0	x				319	14,6			x		
200	45,1		x			260	0,0	x				320	15,2			x		
201	47,5		x			261	0,0	x				321	16,9			x		
202	49,0		x			262	0,0	x				322	19,3			x		
203	50,0			x		263	0,0	x				323	22,0			x		
204	49,5			x		264	0,0	x				324	24,6			x		
205	48,8			x		265	0,0	x				325	26,8			x		
206	47,6			x		266	0,0	x				326	27,9			x		
207	46,5			x		267	0,5		x			327	28,0				x	
208	46,1			x		268	2,9		x			328	27,7				x	
209	46,1			x		269	8,2		x			329	27,1				x	
210	46,6			x		270	13,2		x			330	26,8				x	
211	46,9			x		271	17,8		x			331	26,6				x	
212	47,2			x		272	21,4		x			332	26,8				x	
213	47,8			x		273	24,1		x			333	27,0				x	
214	48,4			x		274	26,4		x			334	27,2				x	
215	48,9			x		275	28,4		x			335	27,4				x	
216	49,2			x		276	29,9		x			336	27,5				x	
217	49,6			x		277	30,5			x		337	27,7				x	
218	49,9			x		278	30,5			x		338	27,9				x	
219	50,0			x		279	30,3			x		339	28,1				x	
220	49,8			x		280	30,2			x		340	28,3				x	
221	49,5			x		281	30,1			x		341	28,6				x	
222	49,2			x		282	30,1			x		342	29,1				x	
223	49,3			x		283	30,1			x		343	29,6				x	
224	49,4			x		284	30,2			x		344	30,1				x	
225	49,4			x		285	30,2			x		345	30,6				x	
226	48,6			x		286	30,2			x		346	30,8				x	
227	47,8			x		287	30,2			x		347	30,8				x	
228	47,0			x		288	30,5			x		348	30,8				x	
229	46,9			x		289	31,0			x		349	30,8				x	
230	46,6			x		290	31,9			x		350	30,8				x	
231	46,6			x		291	32,8			x		351	30,8				x	
232	46,6			x		292	33,7			x		352	30,8				x	
233	46,9			x		293	34,5			x		353	30,8				x	
234	46,4			x		294	35,1			x		354	30,9				x	
235	45,6			x		295	35,5			x		355	30,9				x	
236	44,4			x		296	35,6			x		356	30,9				x	
237	43,5			x		297	35,4			x		357	30,8				x	
238	43,2			x		298	35,0			x		358	30,4				x	
239	43,3			x		299	34,0			x		359	29,6				x	
240	43,7			x		300	32,4			x		360	28,4				x	

Tabelle Anl 6-4: WMTC Phase 2 Zyklusteil 1 mit reduzierter Geschwindigkeit für die Fahrzeugkategorien 1 und 2-1, 181 s bis 360 s

2.2.3

Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren			Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren			Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h DG DC	Phasenindikatoren		
		s.	B.	DG			V.	s.	B.			DG	V.	s.
361	27.1			X	421	34.0			X	481	0.0			X
362	26.0			X	422	35.4			X	482	0.0			X
363	25.4			X	423	36.5			X	483	0.0			X
364	25.5			X	424	37.5			X	484	0.0			X
365	26.3			X	425	38.6			X	485	0.0			X
366	27.3			X	426	39.6			X	486	1.4			X
367	28.3			X	427	40.7			X	487	4.5			X
368	29.2			X	428	41.4			X	488	8.8			X
369	29.5			X	429	41.7			X	489	13.4			X
370	29.4			X	430	41.4			X	490	17.3			X
371	28.9			X	431	40.9			X	491	19.2			X
372	28.1			X	432	40.5			X	492	19.7			X
373	27.1			X	433	40.2			X	493	19.8			X
374	26.3			X	434	40.1			X	494	20.7			X
375	25.7			X	435	40.1			X	495	23.7			X
376	25.5			X	436	39.8			X	496	27.9			X
377	25.6			X	437	38.9			X	497	31.9			X
378	25.9			X	438	37.4			X	498	35.4			X
379	26.3			X	439	35.8			X	499	36.2			X
380	26.9			X	440	34.1			X	500	34.2			X
381	27.6			X	441	32.5			X	501	30.2			X
382	28.4			X	442	30.9			X	502	27.1			X
383	29.3			X	443	29.4			X	503	26.6			X
384	30.1			X	444	27.9			X	504	28.6			X
385	30.4			X	445	26.5			X	505	32.6			X
386	30.2			X	446	25.0			X	506	35.5			X
387	29.5			X	447	23.4			X	507	36.6			X
388	28.6			X	448	21.8			X	508	34.6			X
389	27.9			X	449	20.3			X	509	30.0			X
390	27.5			X	450	19.3			X	510	23.1			X
391	27.2			X	451	18.7			X	511	16.7			X
392	26.9			X	452	18.3			X	512	10.7			X
393	26.4			X	453	17.8			X	513	4.7			X
394	25.7			X	454	17.4			X	514	1.2			X
395	24.9			X	455	16.8			X	515	0.0			X
396	21.4			X	456	16.3			X	516	0.0			X
397	18.9			X	457	16.5			X	517	0.0			X
398	9.9			X	458	17.6			X	518	0.0			X
399	4.9			X	459	19.2			X	519	3.0			X
400	2.1			X	460	20.8			X	520	8.2			X
401	0.9			X	461	22.2			X	521	14.3			X
402	0.0			X	462	23.0			X	522	19.3			X
403	0.0			X	463	23.0			X	523	23.5			X
404	0.0			X	464	22.0			X	524	27.3			X
405	0.0			X	465	20.1			X	525	30.8			X
406	0.0			X	466	17.7			X	526	33.7			X
407	0.0			X	467	15.0			X	527	35.2			X
408	1.2			X	468	12.1			X	528	35.2			X
409	3.2			X	469	9.1			X	529	32.5			X
410	5.9			X	470	6.2			X	530	27.9			X
411	8.8			X	471	3.6			X	531	23.2			X
412	12.0			X	472	1.8			X	532	18.5			X
413	15.4			X	473	0.8			X	533	13.8			X
414	18.9			X	474	0.0			X	534	9.1			X
415	22.1			X	475	0.0			X	535	4.5			X
416	24.7			X	476	0.0			X	536	2.3			X
417	26.8			X	477	0.0			X	537	0.0			X
418	28.7			X	478	0.0			X	538	0.0			X
419	30.6			X	479	0.0			X	539	0.0			X
420	32.4			X	480	0.0			X	540	0.0			X

Tabelle Anl 6-5: WMTC Phase 2 Zyklusteil 1 mit reduzierter Geschwindigkeit für die Fahrzeugkategorien 1 und 2-1, 361 s bis 540 s

2.2.4.

Zeit in s	Rollen- geschwin- digkeit in km/h	Phasenindikatoren			
		s.	B.	DG	V.
541	0,0	X			
542	2,8		X		
543	8,1		X		
544	14,3		X		
545	19,2		X		
546	23,6		X		
547	27,2		X		
548	30,6		X		
549	33,1		X		
550	35,7		X		
551	38,3		X		
552	41,0		X		
553	43,6			X	
554	43,7			X	
555	43,8			X	
556	43,9			X	
557	44,0			X	
558	44,1			X	
559	44,2			X	
560	44,3			X	
561	44,4			X	
562	44,5			X	
563	44,6			X	
564	44,9			X	
565	45,5			X	
566	46,3			X	
567	47,1			X	
568	48,0			X	
569	48,7			X	
570	49,2			X	
571	49,4			X	
572	49,3			X	
573	48,7				X
574	47,3				X
575	45,0				X
576	42,3				X
577	39,5				X
578	36,6				X
579	33,7				X
580	30,1				X
581	26,0				X
582	21,8				X
583	17,7				X
584	13,5				X
585	9,4				X
586	5,6				X
587	2,1				X
588	0,0	X			
589	0,0	X			
590	0,0	X			
591	0,0	X			
592	0,0	X			
593	0,0	X			
594	0,0	X			
595	0,0	X			
596	0,0	X			
597	0,0	X			
598	0,0	X			
599	0,0	X			
600	0,0	X			

Tabelle Anl 6-6: WMTC Phase 2 Zyklusteil 1 mit reduzierter Geschwindigkeit für die Fahrzeugkategorien 1 und 2-1, 541 s bis 600 s

2.2.5.

Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren			
		s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.
0	0,0	x				61	29,7				x	121	31,0				x
1	0,0	x				62	27,0				x	122	32,8				x
2	0,0	x				63	23,0				x	123	34,3				x
3	0,0	x				64	18,7				x	124	35,1				x
4	0,0	x				65	14,2				x	125	35,3				x
5	0,0	x				66	9,4				x	126	35,1				x
6	0,0	x				67	4,9				x	127	34,6				x
7	0,0	x				68	2,0				x	128	33,7				x
8	0,0	x				69	0,0	x				129	32,2				x
9	0,0	x				70	0,0	x				130	29,6				x
10	0,0	x				71	0,0	x				131	28,0				x
11	0,0	x				72	0,0	x				132	22,0				x
12	0,0	x				73	0,0	x				133	18,5				x
13	0,0	x				74	1,7		x			134	16,6			x	
14	0,0	x				75	5,8		x			135	17,6			x	
15	0,0	x				76	11,8		x			136	21,0			x	
16	0,0	x				77	18,3		x			137	25,2			x	
17	0,0	x				78	24,5		x			138	29,1			x	
18	0,0	x				79	29,4		x			139	31,4			x	
19	0,0	x				80	32,5		x			140	31,9				x
20	0,0	x				81	34,2		x			141	31,4				x
21	0,0	x				82	34,4		x			142	30,6				x
22	1,0		x			83	34,5		x			143	29,5				x
23	2,6		x			84	34,6		x			144	28,0				x
24	4,8		x			85	34,7		x			145	24,9				x
25	7,2		x			86	34,8		x			146	20,2				x
26	9,6		x			87	35,2		x			147	14,8				x
27	12,0		x			88	36,0		x			148	9,5				x
28	14,3		x			89	37,0		x			149	4,8				x
29	16,6		x			90	37,9		x			150	1,4				x
30	18,9		x			91	38,6		x			151	0,0	x			
31	21,2		x			92	38,8			x		152	0,0	x			
32	23,5		x			93	38,8			x		153	0,0	x			
33	25,6		x			94	38,7			x		154	0,0	x			
34	27,1		x			95	38,5			x		155	0,0	x			
35	28,0		x			96	38,0			x		156	0,0	x			
36	28,7		x			97	37,4			x		157	0,0	x			
37	29,2		x			98	36,9			x		158	0,0	x			
38	29,8		x			99	36,6			x		159	0,0	x			
39	30,4			x		100	36,4			x		160	0,0	x			
40	29,6			x		101	36,4			x		161	0,0	x			
41	28,7			x		102	36,5			x		162	0,0	x			
42	27,9			x		103	36,7			x		163	0,0	x			
43	27,5			x		104	36,9			x		164	0,0	x			
44	27,3			x		105	37,0			x		165	0,0	x			
45	27,4			x		106	37,2			x		166	0,0	x			
46	27,5			x		107	37,3			x		167	0,0	x			
47	27,6			x		108	37,4			x		168	0,0	x			
48	27,6			x		109	37,3			x		169	0,0	x			
49	27,6			x		110	36,8			x		170	0,0	x			
50	27,7			x		111	35,8				x	171	0,0	x			
51	27,8			x		112	34,7				x	172	0,0	x			
52	28,1			x		113	31,8				x	173	0,0	x			
53	28,6			x		114	28,9				x	174	0,0	x			
54	29,0			x		115	26,7				x	175	0,0	x			
55	29,2			x		116	24,6					176	0,0	x			
56	29,5			x		117	25,2					177	0,0	x			
57	29,7			x		118	26,2					178	0,0	x			
58	30,1			x		119	27,6					179	0,0	x			
59	30,5			x		120	29,2					180	0,0	x			
60	30,7			x													

Tabelle Anl 6-7: WMTc Phase 2 Zyklusteil 1 für die Fahrzeugkategorien 2-2 und 3, 0 s bis

180 s

**DE**

116

**DE**

2.2.6.

Zeit in s	Rolle nge- schwin- digkeit in km/h	Phase n d i k a t o r e n				Zeit in s	Rolle nge- schwin- digkeit in km/h	Phase n d i k a t o r e n				Zeit in s	Rolle nge- schwin- digkeit in km/h DG	Phase n d i k a t o r e n				
		s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.	
181	0,0	x				241	38,3			x		301	30,6				x	
182	0,0	x				242	38,4			x		302	28,9				x	
183	2,0		x			243	34,6			x		303	27,8				x	
184	6,0		x			244	32,7			x		304	27,2				x	
185	12,4		x			245	30,6			x		305	26,9				x	
186	21,4		x			246	28,1			x		306	26,5				x	
187	30,0		x			247	25,5			x		307	26,1				x	
188	37,1		x			248	23,1			x		308	25,7				x	
189	42,5		x			249	21,2			x		309	25,5				x	
190	46,6		x			250	19,5			x		310	25,7				x	
191	49,8		x			251	17,8			x		311	26,4				x	
192	52,4		x			252	15,3			x		312	27,3				x	
193	54,4		x			253	11,5			x		313	28,1				x	
194	55,6		x			254	7,2			x		314	27,9					x
195	56,1			x		255	2,5			x		315	26,0					x
196	56,2			x		256	0,0	x				316	22,7					x
197	56,2			x		257	0,0	x				317	19,0					x
198	56,2			x		258	0,0	x				318	16,0					x
199	56,7			x		259	0,0	x				319	14,6			x		
200	57,2			x		260	0,0	x				320	15,2			x		
201	57,7			x		261	0,0	x				321	16,9			x		
202	58,2			x		262	0,0	x				322	19,3			x		
203	58,7			x		263	0,0	x				323	22,0			x		
204	59,3			x		264	0,0	x				324	24,6			x		
205	59,8			x		265	0,0	x				325	26,8			x		
206	60,0			x		266	0,0	x				326	27,9			x		
207	60,0			x		267	0,5		x			327	28,1				x	
208	59,9			x		268	2,9		x			328	27,7				x	
209	59,9			x		269	8,2		x			329	27,2				x	
210	59,9			x		270	13,2		x			330	28,8				x	
211	59,9			x		271	17,8		x			331	26,6				x	
212	59,9			x		272	21,4		x			332	28,8				x	
213	59,8			x		273	24,1		x			333	27,0				x	
214	59,6				x	274	26,4		x			334	27,2				x	
215	59,1				x	275	28,4		x			335	27,4				x	
216	57,1				x	276	29,9		x			336	27,6				x	
217	53,2				x	277	30,5		x			337	27,7				x	
218	48,3				x	278	30,5			x		338	27,9				x	
219	43,9				x	279	30,3			x		339	28,1				x	
220	40,3				x	280	30,2			x		340	28,3				x	
221	39,5				x	281	30,1			x		341	28,6				x	
222	41,3		x			282	30,1			x		342	29,0				x	
223	45,2		x			283	30,1			x		343	29,6				x	
224	50,1		x			284	30,1			x		344	30,1				x	
225	53,7		x			285	30,1			x		345	30,5				x	
226	55,6		x			286	30,1			x		346	30,7				x	
227	55,6				x	287	30,2			x		347	30,8				x	
228	54,7				x	288	30,4			x		348	30,8				x	
229	53,3				x	289	31,0			x		349	30,8				x	
230	52,3				x	290	31,8			x		350	30,8				x	
231	52,0				x	291	32,7			x		351	30,8				x	
232	52,1				x	292	33,6			x		352	30,8				x	
233	51,8				x	293	34,4			x		353	30,8				x	
234	50,8				x	294	35,0			x		354	30,9				x	
235	49,2				x	295	35,4			x		355	30,9				x	
236	47,5				x	296	35,5			x		356	30,9				x	
237	45,7				x	297	35,3			x		357	30,8				x	
238	43,9				x	298	34,9			x		358	30,4				x	
239	42,0				x	299	33,9			x		359	29,6				x	
240	40,2				x	300	32,4			x		360	28,4				x	

Tabelle Anl 6-8: WMTC Phase 2 Zyklusteil 1 für die Fahrzeugkategorien 2-2 und 3, 181 s bis

360 s

**DE**

118

**DE**

2.2.7.

Zeit in s	Rollenge- schwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollenge- schwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollenge- schwindigkeit in km/h DG	Phasenindikatoren			
		s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.
361	27,1			x		421	34,0	x				481	0,0	x			
362	26,0			x		422	35,4	x				482	0,0	x			
363	25,4			x		423	36,5	x				483	0,0	x			
364	25,5			x		424	37,5	x				484	0,0	x			
365	26,3			x		425	38,6	x				485	0,0	x			
366	27,3			x		426	39,7	x				486	1,4		x		
367	28,4			x		427	40,7	x				487	4,5		x		
368	29,2			x		428	41,5	x				488	8,8		x		
369	29,5			x		429	41,7		x			489	13,4		x		
370	29,5			x		430	41,5		x			490	17,3		x		
371	29,0			x		431	41,0		x			491	19,2		x		
372	28,1			x		432	40,6		x			492	19,7		x		
373	27,2			x		433	40,3		x			493	19,8		x		
374	26,3			x		434	40,2		x			494	20,7		x		
375	25,7			x		435	40,1		x			495	23,6		x		
376	25,5			x		436	39,8			x		496	28,1		x		
377	25,6			x		437	38,9			x		497	32,8		x		
378	26,0			x		438	37,5			x		498	36,3		x		
379	26,4			x		439	35,8			x		499	37,1				x
380	27,0			x		440	34,2			x		500	35,1				x
381	27,7			x		441	32,5			x		501	31,1				x
382	28,5			x		442	30,9			x		502	28,0				x
383	29,4			x		443	29,4			x		503	27,5		x		
384	30,2			x		444	28,0			x		504	29,5		x		
385	30,5			x		445	26,5			x		505	34,0		x		
386	30,3			x		446	25,0			x		506	37,0		x		
387	29,5			x		447	23,5			x		507	38,0				x
388	28,7			x		448	21,9			x		508	36,1				x
389	27,9			x		449	20,4			x		509	31,5				x
390	27,5			x		450	19,4			x		510	24,5				x
391	27,3			x		451	18,8			x		511	17,5				x
392	27,0				x	452	18,4			x		512	10,5				x
393	26,5				x	453	18,0			x		513	4,5				x
394	25,8				x	454	17,5			x		514	1,0				x
395	25,0				x	455	16,9			x		515	0,0	x			
396	21,5				x	456	16,4			x		516	0,0	x			
397	16,0				x	457	16,6			x		517	0,0	x			
398	10,0				x	458	17,7			x		518	0,0	x			
399	5,0				x	459	19,4			x		519	2,9		x		
400	2,2				x	460	20,9			x		520	8,0		x		
401	1,0				x	461	22,3			x		521	16,0		x		
402	0,0	x				462	23,2			x		522	24,0		x		
403	0,0	x				463	23,2			x		523	32,0		x		
404	0,0	x				464	22,2			x		524	38,8		x		
405	0,0	x				465	20,3			x		525	43,1		x		
406	0,0	x				466	17,9			x		526	46,0		x		
407	0,0	x				467	15,2			x		527	47,5				x
408	1,2		x			468	12,3			x		528	47,5				x
409	3,2		x			469	9,3			x		529	44,8				x
410	5,9		x			470	6,4			x		530	40,1				x
411	8,8		x			471	3,8			x		531	33,8				x
412	12,0		x			472	2,0			x		532	27,2				x
413	15,4		x			473	0,9			x		533	20,0				x
414	18,9		x			474	0,0	x				534	12,8				x
415	22,1		x			475	0,0	x				535	7,0				x
416	24,8		x			476	0,0	x				536	2,2				x
417	26,8		x			477	0,0	x				537	0,0	x			
418	28,7		x			478	0,0	x				538	0,0	x			
419	30,8		x			479	0,0	x				539	0,0	x			
420	32,4		x			480	0,0	x				540	0,0	x			

Tabelle Anl 6-9: WMTC Phase 2 Zyklusteil 1 für die Fahrzeugkategorien 2-2 und 3, 361 s



bis 540 s

2.2.8.

Zeit in s	Rollen- geschwin- digkeit in km/h	Phasenindikatoren			
		B.	B.	DB.	V.
541	0,0	X			
542	2,7		X		
543	8,0		X		
544	16,0		X		
545	24,0		X		
546	32,0		X		
547	37,2		X		
548	40,4		X		
549	43,1		X		
550	44,6		X		
551	45,2			X	
552	45,3			X	
553	45,4			X	
554	45,5			X	
555	45,6			X	
556	45,7			X	
557	45,8			X	
558	45,9			X	
559	46,0			X	
560	46,1			X	
561	46,2			X	
562	46,3			X	
563	46,4			X	
564	46,7			X	
565	47,2			X	
566	48,0			X	
567	48,9			X	
568	49,8			X	
569	50,5			X	
570	51,0			X	
571	51,1			X	
572	51,0			X	
573	50,4				X
574	49,0				X
575	46,7				X
576	44,0				X
577	41,1				X
578	38,3				X
579	35,4				X
580	31,8				X
581	27,3				X
582	22,4				X
583	17,7				X
584	13,4				X
585	9,3				X
586	5,5				X
587	2,0				X
588	0,0	X			
589	0,0	X			
590	0,0	X			
591	0,0	X			
592	0,0	X			
593	0,0	X			
594	0,0	X			
595	0,0	X			
596	0,0	X			
597	0,0	X			
598	0,0	X			
599	0,0	X			
600	0,0	X			

Tabelle Anl 6-10: WMTC Phase 2 Zyklusteil 1 für die Fahrzeugkategorien 2-2 und 3, 541 s bis 600 s

### 3. WMTC Phase 2 Teil 2

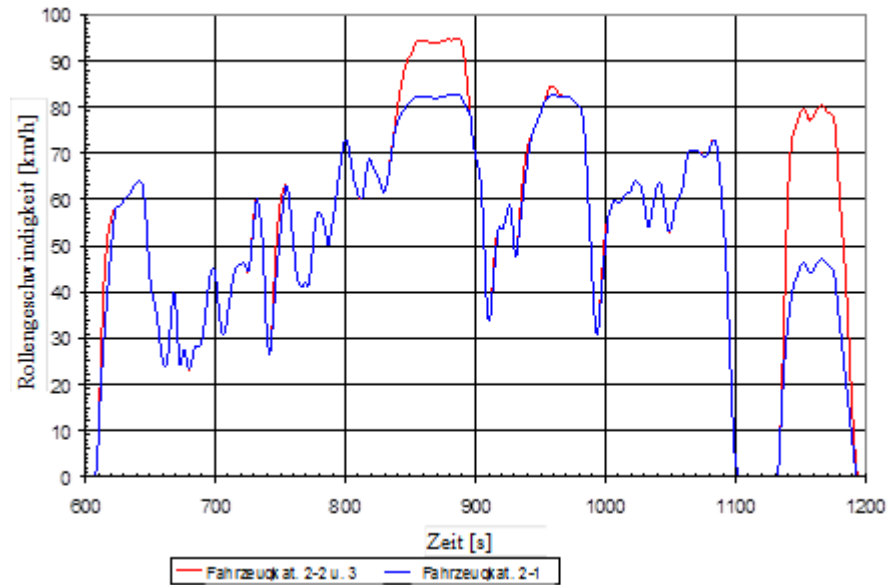


Abbildung Anl 6-7: WMTC Phase 2 Teil 2

- 3.1. WMTC Phase 2 umfasst dieselbe Fahrzeuggeschwindigkeitskurve wie Phase 1 jedoch mit zusätzlichen Vorschriften zum Gangwechsel. Der charakteristische Rollengeschwindigkeit-Prüfzeit-Verlauf des WMTC Phase 2 Teil 2 ist in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

3.1.1.

Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h DG PC	Phasenindikatoren				
		s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.	
0	0,0	X				61	23,7					121	46,2					X
1	0,0	X				62	23,8			X		122	46,1					X
2	0,0	X				63	25,0			X		123	45,7					X
3	0,0	X				64	27,3			X		124	45,0					X
4	0,0	X				65	30,4			X		125	44,3					X
5	0,0	X				66	33,9			X		126	44,7				X	
6	0,0	X				67	37,3			X		127	46,8				X	
7	0,0	X				68	39,8				X	128	49,9				X	
8	0,0	X				69	39,5				X	129	52,8				X	
9	2,3		X			70	36,3				X	130	55,6				X	
10	7,3		X			71	31,4				X	131	58,2				X	
11	13,6		X			72	26,5				X	132	60,2					X
12	18,9		X			73	24,2				X	133	59,3					X
13	23,6		X			74	24,8				X	134	57,5					X
14	27,8		X			75	26,6				X	135	55,4					X
15	31,8		X			76	27,5				X	136	52,5					X
16	35,6		X			77	26,8				X	137	47,9					X
17	39,3		X			78	25,3				X	138	41,4					X
18	42,7		X			79	24,0				X	139	34,4					X
19	46,0		X			80	23,3			X		140	30,0					X
20	49,1		X			81	23,7			X		141	27,0					X
21	52,1		X			82	24,9			X		142	26,5			X		
22	54,9		X			83	26,4			X		143	28,7			X		
23	57,5		X			84	27,7			X		144	32,7			X		
24	58,4			X		85	28,3			X		145	36,5			X		
25	58,5			X		86	28,3			X		146	40,0			X		
26	58,5			X		87	28,1			X		147	43,5			X		
27	58,6			X		88	28,1			X		148	46,7			X		
28	58,9			X		89	28,6			X		149	49,8			X		
29	59,3			X		90	29,8			X		150	52,7			X		
30	59,8			X		91	31,6			X		151	55,5			X		
31	60,2			X		92	33,9			X		152	58,1			X		
32	60,5			X		93	36,5			X		153	60,6			X		
33	60,8			X		94	39,1			X		154	62,9			X		
34	61,1			X		95	41,5			X		155	62,9					X
35	61,5			X		96	43,3			X		156	61,7					X
36	62,0			X		97	44,5			X		157	59,4					X
37	62,5			X		98	45,1				X	158	56,6					X
38	63,0			X		99	45,1				X	159	53,7					X
39	63,4			X		100	43,9				X	160	50,7					X
40	63,7			X		101	41,4				X	161	47,7					X
41	63,8			X		102	38,4				X	162	45,0					X
42	63,9			X		103	35,5				X	163	43,1					X
43	63,8			X		104	32,9				X	164	41,9				X	
44	63,2				X	105	31,3				X	165	41,6				X	
45	61,7				X	106	30,7				X	166	41,3				X	
46	58,9				X	107	31,0			X		167	40,9				X	
47	55,2				X	108	32,2			X		168	41,8				X	
48	51,0				X	109	34,0			X		169	42,1				X	
49	46,7				X	110	36,0			X		170	41,8				X	
50	42,8				X	111	37,9			X		171	41,3				X	
51	40,2				X	112	39,9			X		172	41,5			X		
52	38,8				X	113	41,6			X		173	43,5			X		
53	37,9				X	114	43,1			X		174	46,5			X		
54	36,7				X	115	44,3			X		175	49,7			X		
55	35,1				X	116	45,0			X		176	52,6			X		
56	32,9				X	117	45,5			X		177	55,0			X		
57	30,4				X	118	45,8			X		178	56,5			X		
58	28,0				X	119	46,0			X		179	57,1			X		
59	25,9				X	120	46,1			X		180	57,3					X
60	24,4				X													

Tabelle Anl 6-11: WMTC Phase 2 Zyklusteil 2 mit reduzierter Geschwindigkeit für die Fahrzeugkategorie 2-1, 0 s bis 180 s

3.1.2.

Zeit in s	Rolle nge- schwin- digkeit in km/h	Phase n d i k a t o r e n				Zeit in s	Rolle nge- schwin- digkeit in km/h	Phase n d i k a t o r e n				Zeit in s	Rolle nge- schwin- digkeit in km/h	Phase n d i k a t o r e n				
		s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.	
181	57,0				x	241	77,5		x			301	68,3					x
182	58,3				x	242	78,1			x		302	67,3					x
183	55,2				x	243	78,6			x		303	66,1					x
184	53,9				x	244	79,0			x		304	63,9					x
185	52,6				x	245	79,4			x		305	60,2					x
186	51,4				x	246	79,7			x		306	54,9					x
187	50,1		x			247	80,1			x		307	48,1					x
188	51,5		x			248	80,7			x		308	40,9					x
189	53,1		x			249	80,8			x		309	36,0					x
190	54,8		x			250	81,0			x		310	33,9					x
191	56,6		x			251	81,2			x		311	33,9		x			
192	58,5		x			252	81,6			x		312	36,5		x			
193	60,6		x			253	81,9			x		313	40,1		x			
194	62,8		x			254	82,1			x		314	43,5		x			
195	64,9		x			255	82,1			x		315	46,8		x			
196	67,0		x			256	82,3			x		316	49,8		x			
197	69,1		x			257	82,4			x		317	52,8		x			
198	70,9		x			258	82,4			x		318	53,9		x			
199	72,2		x			259	82,3			x		319	53,9		x			
200	72,8			x		260	82,3			x		320	53,7		x			
201	72,8			x		261	82,2			x		321	53,7		x			
202	71,9			x		262	82,2			x		322	54,3		x			
203	70,5			x		263	82,1			x		323	55,4		x			
204	68,8			x		264	82,1			x		324	56,8		x			
205	67,1			x		265	82,0			x		325	58,1		x			
206	65,4			x		266	82,0			x		326	58,9					x
207	63,9			x		267	81,9			x		327	58,2					x
208	62,8			x		268	81,9			x		328	55,8					x
209	61,8			x		269	81,9			x		329	52,6					x
210	61,0			x		270	81,9			x		330	49,2					x
211	60,4			x		271	81,9			x		331	47,6		x			
212	60,0		x			272	82,0			x		332	48,4		x			
213	60,2		x			273	82,0			x		333	51,4		x			
214	61,4		x			274	82,1			x		334	54,2		x			
215	63,3		x			275	82,2			x		335	56,9		x			
216	65,5		x			276	82,3			x		336	59,4		x			
217	67,4		x			277	82,4			x		337	61,8		x			
218	68,6		x			278	82,5			x		338	64,1		x			
219	68,7			x		279	82,5			x		339	66,2		x			
220	68,1			x		280	82,5			x		340	68,2		x			
221	67,3			x		281	82,5			x		341	70,2		x			
222	66,5			x		282	82,4			x		342	72,0		x			
223	65,9			x		283	82,4			x		343	73,7		x			
224	65,5			x		284	82,4			x		344	74,4		x			
225	64,9			x		285	82,5			x		345	75,1		x			
226	64,1			x		286	82,5			x		346	75,8		x			
227	63,0			x		287	82,5			x		347	76,5		x			
228	62,1			x		288	82,4			x		348	77,2		x			
229	61,6		x			289	82,3			x		349	77,8		x			
230	61,7		x			290	81,6			x		350	78,5					
231	62,3		x			291	81,3			x		351	79,2		x			
232	63,5		x			292	80,3			x		352	80,0		x			
233	65,3		x			293	79,9			x		353	81,0			x		
234	67,3		x			294	79,2			x		354	81,2			x		
235	69,2		x			295	79,2			x		355	81,8			x		
236	71,1		x			296	78,4			x		356	82,2			x		
237	73,0		x			297	75,7			x		357	82,2			x		
238	74,8		x			298	73,2			x		358	82,4			x		
239	75,7		x			299	71,1			x		359	82,5			x		
240	76,7		x			300	69,5			x		360	82,5			x		

Tabelle Anl 6-12: WMTC Phase 2 Zyklusteil 2 mit reduzierter Geschwindigkeit für die

Fahrzeugkategorie 2-1, 181 s bis 360 s

3.1.3.

Zeit in s	Rollenge- schwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollenge- schwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollenge- schwindigkeit in km/h DG	Phasenindikatoren			
		s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.
361	82,5			x		421	63,1			x		481	72,0				x
362	82,5			x		422	63,6			x		482	72,6				x
363	82,3			x		423	63,9			x		483	72,8				x
364	82,1			x		424	63,8			x		484	72,7				x
365	82,1			x		425	63,6			x		485	72,0				x
366	82,1			x		426	63,3				x	486	70,4				x
367	82,1			x		427	62,8				x	487	67,7				x
368	82,1			x		428	61,9				x	488	64,4				x
369	82,1			x		429	60,5				x	489	61,0				x
370	82,1			x		430	58,6				x	490	57,6				x
371	82,1			x		431	56,5				x	491	54,0				x
372	82,1			x		432	54,6				x	492	49,7				x
373	81,9			x		433	53,8			x		493	44,4				x
374	81,6			x		434	54,5			x		494	38,2				x
375	81,3			x		435	56,1			x		495	31,2				x
376	81,1			x		436	57,9			x		496	24,0				x
377	80,8			x		437	59,7			x		497	16,8				x
378	80,6			x		438	61,2			x		498	10,4				x
379	80,4			x		439	62,3			x		499	5,7				x
380	80,1			x		440	63,1			x		500	2,8				x
381	79,7				x	441	63,6				x	501	1,6				x
382	78,6				x	442	63,5				x	502	0,3				x
383	76,8				x	443	62,7				x	503	0,0	x			
384	73,7				x	444	60,9				x	504	0,0	x			
385	69,4				x	445	58,7				x	505	0,0	x			
386	64,0				x	446	56,4				x	506	0,0	x			
387	58,6				x	447	54,5				x	507	0,0	x			
388	53,2				x	448	53,3				x	508	0,0	x			
389	47,8				x	449	53,0			x		509	0,0	x			
390	42,4				x	450	53,5				x	510	0,0	x			
391	37,0				x	451	54,6				x	511	0,0	x			
392	33,0				x	452	56,1				x	512	0,0	x			
393	30,9				x	453	57,6				x	513	0,0	x			
394	30,9		x			454	58,9				x	514	0,0	x			
395	33,5		x			455	59,8				x	515	0,0	x			
396	37,2		x			456	60,3				x	516	0,0	x			
397	40,8		x			457	60,7				x	517	0,0	x			
398	44,2		x			458	61,3				x	518	0,0	x			
399	47,4		x			459	62,4				x	519	0,0	x			
400	50,4		x			460	64,1				x	520	0,0	x			
401	53,3		x			461	66,2				x	521	0,0	x			
402	56,1		x			462	68,1				x	522	0,0	x			
403	57,3		x			463	69,7				x	523	0,0	x			
404	58,1		x			464	70,4				x	524	0,0	x			
405	58,8		x			465	70,7				x	525	0,0	x			
406	59,4		x			466	70,7				x	526	0,0	x			
407	59,8			x		467	70,7				x	527	0,0	x			
408	59,7			x		468	70,7				x	528	0,0	x			
409	59,4			x		469	70,6				x	529	0,0	x			
410	59,2			x		470	70,5				x	530	0,0	x			
411	59,2			x		471	70,4				x	531	0,0	x			
412	59,6			x		472	70,2				x	532	0,0	x			
413	60,0			x		473	70,1				x	533	2,3		x		
414	60,5			x		474	69,8				x	534	7,2		x		
415	61,0			x		475	69,5				x	535	13,5		x		
416	61,2			x		476	69,1				x	536	18,7		x		
417	61,3			x		477	69,1				x	537	22,9		x		
418	61,4			x		478	69,5				x	538	26,7		x		
419	61,7			x		479	70,3				x	539	30,0		x		
420	62,3			x		480	71,2				x	540	32,8		x		

Tabelle Anl 6-13: WMTC Phase 2 Zyklusteil 2 mit reduzierter Geschwindigkeit für die

Fahrzeugkategorie 2-1, 361 s bis 540 s



3.1.4.

Zeit in s	Rollen- geschw In- digkeit in km/h	Phase n/di kato ren		
		ä. B.	DG.	V.
541	35,2	x		
542	37,3	x		
543	39,1	x		
544	40,8	x		
545	41,8	x		
546	42,5	x		
547	43,3	x		
548	44,1	x		
549	45,0	x		
550	45,7	x		
551	46,2		x	
552	46,3		x	
553	46,1		x	
554	45,8		x	
555	44,9		x	
556	44,4		x	
557	44,0		x	
558	44,0		x	
559	44,3		x	
560	44,8		x	
561	45,3		x	
562	45,9		x	
563	46,5		x	
564	46,8		x	
565	47,1		x	
566	47,1		x	
567	47,0		x	
568	46,7		x	
569	46,3		x	
570	45,9		x	
571	45,6		x	
572	45,4		x	
573	45,2		x	
574	45,1		x	
575	44,8			x
576	43,5			x
577	40,9			x
578	38,2			x
579	35,8			x
580	33,0			x
581	30,4			x
582	27,7			x
583	25,1			x
584	22,5			x
585	19,8			x
586	17,2			x
587	14,6			x
588	12,0			x
589	9,3			x
590	6,7			x
591	4,1			x
592	1,5			x
593	0,0	x		
594	0,0	x		
595	0,0	x		
596	0,0	x		
597	0,0	x		
598	0,0	x		
599	0,0	x		
600	0,0	x		

Tabelle Anl 6-14: WMTC Phase 2 Zyklusteil 2 mit reduzierter Geschwindigkeit für die Fahrzeugkategorie 2-1, 541 s bis 600 s

3.1.5.

Zeit in s	Rollgeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollgeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollgeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				
		s	B.	DG	V.			s	B.	DG	V.			v.	B.	DG	V.	
0	0,0	x				61	23,7		x			121	46,2				x	
1	0,0	x				62	23,8		x			122	46,1				x	
2	0,0	x				63	25,0		x			123	45,7				x	
3	0,0	x				64	27,3		x			124	45,0				x	
4	0,0	x				65	30,4		x			125	44,3				x	
5	0,0	x				66	33,9		x			126	44,7				x	
6	0,0	x				67	37,3		x			127	46,8				x	
7	0,0	x				68	39,8		x			128	50,1				x	
8	0,0	x				69	39,5			x		129	53,6				x	
9	2,3		x			70	36,3			x		130	56,9				x	
10	7,3		x			71	31,4			x		131	59,4				x	
11	15,2		x			72	26,5			x		132	60,2					x
12	23,9		x			73	24,2			x		133	59,3					x
13	32,5		x			74	24,8			x		134	57,5					x
14	39,2		x			75	26,6			x		135	55,4					x
15	44,1		x			76	27,5			x		136	52,5					x
16	48,1		x			77	26,8			x		137	47,9					x
17	51,2		x			78	25,3			x		138	41,4					x
18	53,3		x			79	24,0			x		139	34,4					x
19	54,5		x			80	23,3			x		140	30,0					x
20	55,7		x			81	23,7			x		141	27,0					x
21	56,9			x		82	24,9			x		142	26,5				x	
22	57,5			x		83	26,4			x		143	28,7				x	
23	58,0			x		84	27,7			x		144	33,8				x	
24	58,4			x		85	28,3			x		145	40,3				x	
25	58,5			x		86	28,3			x		146	46,6				x	
26	58,5			x		87	28,1			x		147	50,4				x	
27	58,6			x		88	28,1			x		148	54,0				x	
28	58,9			x		89	28,6			x		149	56,9				x	
29	59,3			x		90	29,8			x		150	59,1				x	
30	59,8			x		91	31,6			x		151	60,6				x	
31	60,2			x		92	33,9			x		152	61,7				x	
32	60,5			x		93	36,5			x		153	62,6				x	
33	60,8			x		94	39,1			x		154	63,1					x
34	61,1			x		95	41,5			x		155	62,9					x
35	61,5			x		96	43,3			x		156	61,7					x
36	62,0			x		97	44,5			x		157	59,4					x
37	62,5			x		98	45,1			x		158	56,6					x
38	63,0			x		99	45,1			x		159	53,7					x
39	63,4			x		100	43,9			x		160	50,7					x
40	63,7			x		101	41,4			x		161	47,7					x
41	63,8			x		102	38,4			x		162	45,0					x
42	63,9			x		103	35,5			x		163	43,1					x
43	63,8			x		104	32,9			x		164	41,9					x
44	63,2			x		105	31,3			x		165	41,6					x
45	61,7			x		106	30,7			x		166	41,3					x
46	58,9			x		107	31,0			x		167	40,9					x
47	55,2			x		108	32,2			x		168	41,8					x
48	51,0			x		109	34,0			x		169	42,1					x
49	46,7			x		110	36,0			x		170	41,8					x
50	42,8			x		111	37,9			x		171	41,3					x
51	40,2			x		112	39,9			x		172	41,5					x
52	38,8			x		113	41,6			x		173	43,5					x
53	37,9			x		114	43,1			x		174	46,5					x
54	36,7			x		115	44,3			x		175	49,7					x
55	35,1			x		116	45,0			x		176	52,6					x
56	32,9			x		117	45,5			x		177	55,0					x
57	30,4			x		118	45,8			x		178	56,5					x
58	28,0			x		119	46,0			x		179	57,1					x
59	25,9			x		120	46,1			x		180	57,3					x
60	24,4			x														

Tabelle Anl 6-15: WMTC Phase 2 Zyklusteil 2 für die Fahrzeugkategorien 2-2 und 3, 0 s bis 180 s

3.1.6.

Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				
		s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.	
181	57,0				x	241	81,5				x	301	68,3					x
182	58,3				x	242	83,1				x	302	67,3					x
183	55,2				x	243	84,6				x	303	66,1					x
184	53,9				x	244	86,0				x	304	63,9					x
185	52,6				x	245	87,4				x	305	60,2					x
186	51,4				x	246	88,7				x	306	54,9					x
187	50,1		x			247	89,6				x	307	48,1					x
188	51,5		x			248	90,2				x	308	40,9					x
189	53,1		x			249	90,7				x	309	36,0					x
190	54,8		x			250	91,2				x	310	33,9					x
191	56,6		x			251	91,8				x	311	33,9				x	
192	58,5		x			252	92,4				x	312	36,5				x	
193	60,6		x			253	93,0				x	313	41,0				x	
194	62,8		x			254	93,6				x	314	45,3				x	
195	64,9		x			255	94,1					315	49,2				x	
196	67,0		x			256	94,3					316	51,5				x	
197	69,1		x			257	94,4					317	53,2				x	
198	70,9		x			258	94,4					318	53,9				x	
199	72,2		x			259	94,3					319	53,9				x	
200	72,8				x	260	94,3					320	53,7				x	
201	72,8				x	261	94,2					321	53,7				x	
202	71,9				x	262	94,2					322	54,3				x	
203	70,5				x	263	94,2					323	55,4				x	
204	68,8				x	264	94,1					324	56,8				x	
205	67,1				x	265	94,0					325	58,1				x	
206	65,4				x	266	94,0					326	58,9					x
207	63,9				x	267	93,9					327	58,2					x
208	62,8				x	268	93,9					328	55,8					x
209	61,8				x	269	93,9					329	52,6					x
210	61,0				x	270	93,9					330	49,2					x
211	60,4				x	271	93,9					331	47,6				x	
212	60,0				x	272	94,0					332	48,4				x	
213	60,2					273	94,0					333	51,8				x	
214	61,4				x	274	94,1					334	55,7				x	
215	63,3				x	275	94,2					335	59,6				x	
216	65,5				x	276	94,3					336	63,0				x	
217	67,4				x	277	94,4					337	66,9				x	
218	68,5				x	278	94,5					338	68,1				x	
219	68,7				x	279	94,5					339	69,8				x	
220	68,1				x	280	94,5					340	71,1				x	
221	67,3				x	281	94,5					341	72,1				x	
222	66,5				x	282	94,4					342	72,9				x	
223	65,9				x	283	94,5					343	73,7				x	
224	65,5				x	284	94,6					344	74,4				x	
225	64,9				x	285	94,7					345	75,1				x	
226	64,1				x	286	94,8					346	75,8				x	
227	63,0				x	287	94,9					347	76,5				x	
228	62,1				x	288	94,8					348	77,2				x	
229	61,6				x	289	94,3					349	77,8				x	
230	61,7				x	290	93,3					350	78,5				x	
231	62,3				x	291	91,8					351	79,2				x	
232	63,5				x	292	89,6					352	80,0				x	
233	65,3				x	293	87,0					353	81,0				x	
234	67,3				x	294	84,1					354	82,0				x	
235	69,3				x	295	81,2					355	83,0				x	
236	71,4				x	296	78,4					356	83,7				x	
237	73,5				x	297	75,7					357	84,2				x	
238	75,6				x	298	73,2					358	84,4				x	
239	77,7				x	299	71,1					359	84,5				x	
240	79,7				x	300	69,5					360	84,4				x	

Tabelle Anl 6-16: WMTC Phase 2 Zyklusteil 2 für die Fahrzeugkategorien 2-2 und 3, 181 s bis 360 s

3.1.7.

Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h DG	Phasenindikatoren				
		s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.	
361	84,1			x		421	83,1			x		481	72,0				x	
362	83,7			x		422	83,6			x		482	72,6				x	
363	83,2			x		423	83,9			x		483	72,8				x	
364	82,8			x		424	83,8			x		484	72,7				x	
365	82,6			x		425	83,6			x		485	72,0					x
366	82,5			x		426	83,3				x	486	70,4					x
367	82,4			x		427	82,8				x	487	67,7					x
368	82,3			x		428	81,9				x	488	64,4					x
369	82,2			x		429	80,5				x	489	61,0					x
370	82,2			x		430	58,8				x	490	57,6					x
371	82,2			x		431	56,5				x	491	54,0					x
372	82,1			x		432	54,6				x	492	49,7					x
373	81,9			x		433	53,8			x		493	44,4					x
374	81,6			x		434	54,5			x		494	38,2					x
375	81,3			x		435	56,1			x		495	31,2					x
376	81,1			x		436	57,9			x		496	24,0					x
377	80,8			x		437	59,7			x		497	16,8					x
378	80,6			x		438	61,2			x		498	10,4					x
379	80,4			x		439	62,3			x		499	5,7					x
380	80,1			x		440	63,1			x		500	2,8					x
381	79,7				x	441	63,6				x	501	1,6					x
382	78,6				x	442	63,5				x	502	0,3					x
383	78,8				x	443	62,7				x	503	0,0	x				
384	73,7				x	444	60,9				x	504	0,0	x				
385	69,4				x	445	58,7				x	505	0,0	x				
386	64,0				x	446	56,4				x	506	0,0	x				
387	58,6				x	447	54,5				x	507	0,0	x				
388	53,2				x	448	53,3				x	508	0,0	x				
389	47,8				x	449	53,0			x		509	0,0	x				
390	42,4				x	450	53,5			x		510	0,0	x				
391	37,0				x	451	54,6			x		511	0,0	x				
392	33,0				x	452	56,1			x		512	0,0	x				
393	30,9				x	453	57,6			x		513	0,0	x				
394	30,9		x			454	58,9			x		514	0,0	x				
395	33,5		x			455	59,8			x		515	0,0	x				
396	38,0		x			456	60,3			x		516	0,0	x				
397	42,5		x			457	60,7			x		517	0,0	x				
398	47,0		x			458	61,3			x		518	0,0	x				
399	51,0		x			459	62,4			x		519	0,0	x				
400	53,5		x			460	64,1			x		520	0,0	x				
401	55,1		x			461	66,2			x		521	0,0	x				
402	56,4		x			462	68,1			x		522	0,0	x				
403	57,3		x			463	69,7			x		523	0,0	x				
404	58,1		x			464	70,4			x		524	0,0	x				
405	58,8		x			465	70,7			x		525	0,0	x				
406	59,4		x			466	70,7			x		526	0,0	x				
407	59,8			x		467	70,7			x		527	0,0	x				
408	59,7			x		468	70,7			x		528	0,0	x				
409	59,4			x		469	70,8			x		529	0,0	x				
410	59,2			x		470	70,5			x		530	0,0	x				
411	59,2			x		471	70,4			x		531	0,0	x				
412	59,6			x		472	70,2			x		532	0,0	x				
413	60,0			x		473	70,1			x		533	2,3			x		
414	60,5			x		474	69,8			x		534	7,2			x		
415	61,0			x		475	69,5			x		535	14,6			x		
416	61,2			x		476	69,1			x		536	23,6			x		
417	61,3			x		477	69,1			x		537	33,0			x		
418	61,4			x		478	69,5			x		538	42,7			x		
419	61,7			x		479	70,3			x		539	51,8			x		
420	62,3			x		480	71,2			x		540	59,4			x		

Tabelle Anl 6-17: WMTC Phase 2 Zyklusteil 2 für die Fahrzeugkategorien 2-2 und 3, 361 s

bis 540 s

3.1.8.

Zeit in s	Rollen- geschwin- digkeit in km/h	Phasenindikatoren			
		a.	B.	DG	V.
541	65,3		x		
542	69,6		x		
543	72,3		x		
544	73,9		x		
545	75,0		x		
546	75,7		x		
547	76,5		x		
548	77,3		x		
549	78,2		x		
550	78,9		x		
551	79,4			x	
552	79,6			x	
553	79,3			x	
554	78,8			x	
555	78,1			x	
556	77,5			x	
557	77,2			x	
558	77,2			x	
559	77,5			x	
560	77,9			x	
561	78,5			x	
562	79,1			x	
563	79,6			x	
564	80,0			x	
565	80,2			x	
566	80,3			x	
567	80,1			x	
568	79,8			x	
569	79,5			x	
570	79,1			x	
571	78,8			x	
572	78,6			x	
573	78,4			x	
574	78,3			x	
575	78,0				x
576	76,7				x
577	73,7				x
578	69,5				x
579	64,8				x
580	60,3				x
581	56,2				x
582	52,5				x
583	49,0				x
584	45,2				x
585	40,8				x
586	35,4				x
587	29,4				x
588	23,4				x
589	17,7				x
590	12,6				x
591	8,0				x
592	4,1				x
593	1,3				x
594	0,0	x			
595	0,0	x			
596	0,0	x			
597	0,0	x			
598	0,0	x			
599	0,0	x			
600	0,0	x			

Tabelle Anl 6-18: WMTC Phase 2 Zyklusteil 2 für die Fahrzeugkategorien 2-2 und 3, 541 s bis 600 s

#### 4. WMTC Phase 2 Teil 3

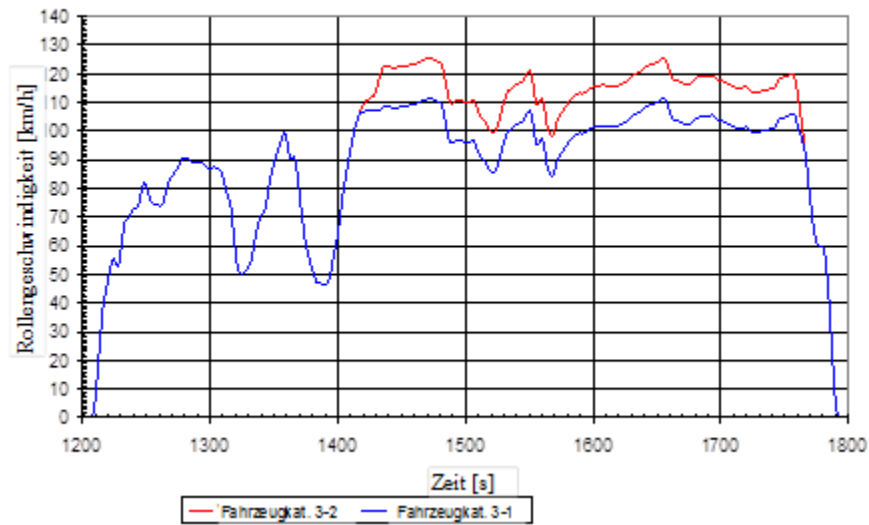


Abbildung Anl 6-8: WMTC Phase 2 Teil 3

- 4.1 WMTC Phase 2 umfasst dieselbe Fahrzeuggeschwindigkeitskurve wie Phase 1 jedoch mit zusätzlichen Vorschriften zum Gangwechsel. Der charakteristische Rollengeschwindigkeit-Prüfzeit-Verlauf des WMTC Phase 2 Teil 3 ist in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

4.1.1.

Zeit in s	Rollenge- schwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollenge- schwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollenge- schwindigkeit in km/h DG	Phasenindikatoren				
		s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.	
0	0,0	x				61	73,9				x	121	53,0					x
1	0,0	x				62	74,1			x		122	51,6					x
2	0,0	x				63	75,1			x		123	50,9					x
3	0,0	x				64	76,8			x		124	50,5					x
4	0,0	x				65	78,7			x		125	50,2					x
5	0,0	x				66	80,4			x		126	50,3				x	
6	0,0	x				67	81,7			x		127	50,6				x	
7	0,0	x				68	82,6			x		128	51,2				x	
8	0,9		x			69	83,5			x		129	51,8				x	
9	3,2		x			70	84,4			x		130	52,5				x	
10	7,3		x			71	85,1			x		131	53,4				x	
11	12,4		x			72	85,7			x		132	54,9				x	
12	17,9		x			73	86,3			x		133	57,0				x	
13	23,5		x			74	87,0			x		134	59,4				x	
14	29,1		x			75	87,9			x		135	61,9				x	
15	34,3		x			76	88,8			x		136	64,3				x	
16	38,6		x			77	89,7			x		137	66,4				x	
17	41,6		x			78	90,3				x	138	68,1				x	
18	43,9		x			79	90,6				x	139	69,6				x	
19	45,9		x			80	90,6				x	140	70,7				x	
20	48,1		x			81	90,5				x	141	71,4				x	
21	50,3		x			82	90,4				x	142	71,8				x	
22	52,6		x			83	90,1				x	143	72,8				x	
23	54,8		x			84	89,7				x	144	75,0				x	
24	55,8		x			85	89,3				x	145	77,8				x	
25	55,2		x			86	89,0				x	146	80,7				x	
26	53,9		x			87	88,8				x	147	83,3				x	
27	52,7		x			88	88,9				x	148	85,4				x	
28	52,8		x			89	89,1				x	149	87,3				x	
29	55,0		x			90	89,3				x	150	89,1				x	
30	58,5		x			91	89,4				x	151	90,6				x	
31	62,3		x			92	89,4				x	152	91,9				x	
32	65,7		x			93	89,2				x	153	93,2				x	
33	68,1		x			94	88,9				x	154	94,6				x	
34	69,1		x			95	88,5				x	155	96,0				x	
35	69,5		x			96	88,0				x	156	97,5				x	
36	69,9		x			97	87,5				x	157	99,0				x	
37	70,6		x			98	87,2				x	158	99,8					x
38	71,3		x			99	87,1				x	159	99,0					x
39	72,2		x			100	87,2				x	160	96,7					x
40	72,8		x			101	87,3				x	161	93,7					x
41	73,2		x			102	87,4				x	162	91,3					x
42	73,4		x			103	87,5				x	163	90,4					x
43	73,8		x			104	87,4				x	164	90,6					x
44	74,8		x			105	87,1				x	165	91,1					x
45	76,7		x			106	86,8				x	166	90,9					x
46	79,1		x			107	86,4				x	167	89,0					x
47	81,1		x			108	85,9				x	168	85,6					x
48	82,1				x	109	85,2					x	169	81,6				x
49	81,7				x	110	84,0				x	170	77,8					x
50	80,3				x	111	82,2				x	171	73,6					x
51	78,8				x	112	80,3				x	172	69,7					x
52	77,3				x	113	78,6				x	173	66,0					x
53	75,9				x	114	77,2				x	174	62,7					x
54	75,0				x	115	75,9				x	175	60,0					x
55	74,7				x	116	73,8				x	176	58,0					x
56	74,7				x	117	70,4				x	177	56,4					x
57	74,7				x	118	65,7				x	178	54,8					x
58	74,6				x	119	60,5				x	179	53,3					x
59	74,4				x	120	55,9				x	180	51,7					x
60	74,1				x													

Tabelle Anl 6-19 WMTC Phase 2 Zyklusteil 3 mit reduzierter Geschwindigkeit für die



Fahrzeugkategorie 3-1, 1 s bis 180 s

4.1.2.

Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h DG	Phasenindikatoren				
		s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.	
181	50,2				x	241	108,4				x	301	95,8				x	
182	48,7				x	242	108,3				x	302	95,9				x	
183	47,2				x	243	108,2				x	303	96,2				x	
184	47,1				x	244	108,2				x	304	96,4				x	
185	47,0				x	245	108,2				x	305	96,7				x	
186	46,9				x	246	108,2				x	306	96,7				x	
187	46,6				x	247	108,3				x	307	96,3				x	
188	46,3				x	248	108,4				x	308	95,3					x
189	46,1				x	249	108,5				x	309	94,0					x
190	46,1		x			250	108,5				x	310	92,5					x
191	46,5		x			251	108,5				x	311	91,4					x
192	47,1		x			252	108,5				x	312	90,9					x
193	48,1		x			253	108,5				x	313	90,7					x
194	49,8		x			254	108,7				x	314	90,3					x
195	52,2		x			255	108,8				x	315	89,6					x
196	54,8		x			256	109,0				x	316	88,6					x
197	57,3		x			257	109,2				x	317	87,7					x
198	59,5		x			258	109,3				x	318	86,8					x
199	61,7		x			259	109,4				x	319	86,2					x
200	64,4		x			260	109,5				x	320	85,8					x
201	67,7		x			261	109,5				x	321	85,7					x
202	71,4		x			262	109,6				x	322	85,7					x
203	74,9		x			263	109,8				x	323	86,0					x
204	78,2		x			264	110,0				x	324	86,7					x
205	81,1		x			265	110,2				x	325	87,8					x
206	83,9		x			266	110,5				x	326	89,2					x
207	86,6		x			267	110,7				x	327	90,9					x
208	89,1		x			268	111,0				x	328	92,6					x
209	91,6		x			269	111,1				x	329	94,3					x
210	94,0		x			270	111,2				x	330	95,9					x
211	96,3		x			271	111,3				x	331	97,4					x
212	98,4		x			272	111,3				x	332	98,7					x
213	100,4		x			273	111,3				x	333	99,7					x
214	102,1		x			274	111,2				x	334	100,3					x
215	103,6		x			275	111,0				x	335	100,6					x
216	104,9		x			276	110,8				x	336	101,0					x
217	106,2			x		277	110,6				x	337	101,4					x
218	106,5			x		278	110,4				x	338	101,8					x
219	106,5			x		279	110,3				x	339	102,2					x
220	106,6			x		280	109,9				x	340	102,5					x
221	106,6			x		281	109,3					x	341	102,6				x
222	107,0			x		282	108,1				x	342	102,7					x
223	107,3			x		283	106,3				x	343	102,8					x
224	107,3			x		284	104,0				x	344	103,0					x
225	107,2			x		285	101,5				x	345	103,5					x
226	107,2			x		286	99,2				x	346	104,3					x
227	107,2			x		287	97,2				x	347	105,2					x
228	107,3			x		288	96,1				x	348	106,1					x
229	107,5			x		289	95,7				x	349	106,8					x
230	107,3			x		290	95,8				x	350	107,1					x
231	107,3			x		291	96,1				x	351	106,7					x
232	107,3			x		292	96,4				x	352	105,0					x
233	107,3			x		293	96,7				x	353	102,3					x
234	108,0			x		294	96,9				x	354	99,1					x
235	108,2			x		295	96,9				x	355	96,3					x
236	108,9			x		296	96,8				x	356	95,0					x
237	109,0			x		297	96,7				x	357	95,4					x
238	108,9			x		298	96,4				x	358	96,4					x
239	108,8			x		299	96,1				x	359	97,3					x
240	108,6			x		300	95,9				x	360	97,5					x

Tabelle Anl 6-20: WMTC Phase 2 Zyklusteil 3 mit reduzierter Geschwindigkeit für die Fahrzeugkategorie 3-1, 181 s bis 360 s

## 4.1.3.

Zeit in s	Rollen- schwin- digkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollen- schwin- digkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollen- schwin- digkeit in km/h	Phasenindikatoren				
		s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.	
361	96,1				x	421	102,2			x		481	104,5				x	
362	93,4				x	422	102,4			x		482	104,8				x	
363	90,4				x	423	102,6			x		483	104,9				x	
364	87,8				x	424	102,8			x		484	105,1				x	
365	86,0				x	425	103,1			x		485	105,1				x	
366	85,1				x	426	103,4			x		486	105,2				x	
367	84,7				x	427	103,9			x		487	105,2				x	
368	84,2			x		428	104,4			x		488	105,2				x	
369	85,0			x		429	104,9			x		489	105,3				x	
370	86,5			x		430	105,2			x		490	105,3				x	
371	88,3			x		431	105,5			x		491	105,4				x	
372	89,9			x		432	105,7			x		492	105,5				x	
373	91,0			x		433	105,9			x		493	105,5				x	
374	91,8			x		434	106,1			x		494	105,3				x	
375	92,5			x		435	106,3			x		495	105,1				x	
376	93,1			x		436	106,5			x		496	104,7				x	
377	93,7			x		437	106,8			x		497	104,2				x	
378	94,4			x		438	107,1			x		498	103,9				x	
379	95,0			x		439	107,5			x		499	103,6				x	
380	95,6			x		440	108,0			x		500	103,5				x	
381	96,3			x		441	108,3			x		501	103,5				x	
382	96,9			x		442	108,6			x		502	103,4				x	
383	97,5			x		443	108,9			x		503	103,3				x	
384	98,0			x		444	109,1			x		504	103,0				x	
385	98,3			x		445	109,2			x		505	102,7				x	
386	98,6			x		446	109,4			x		506	102,4				x	
387	98,9			x		447	109,5			x		507	102,1				x	
388	99,1			x		448	109,7			x		508	101,9				x	
389	99,3			x		449	109,9			x		509	101,7				x	
390	99,3			x		450	110,2			x		510	101,5				x	
391	99,2			x		451	110,5			x		511	101,3				x	
392	99,2			x		452	110,8			x		512	101,2				x	
393	99,3			x		453	111,0			x		513	101,0				x	
394	99,5			x		454	111,2			x		514	100,9				x	
395	99,9			x		455	111,3			x		515	100,9				x	
396	100,3			x		456	111,1			x		516	101,0				x	
397	100,6			x		457	110,4			x		517	101,2				x	
398	100,9			x		458	109,3			x		518	101,3				x	
399	101,1			x		459	108,1			x		519	101,4				x	
400	101,3			x		460	106,8			x		520	101,4				x	
401	101,4			x		461	105,5			x		521	101,2				x	
402	101,5			x		462	104,4			x		522	100,8				x	
403	101,6			x		463	103,8			x		523	100,4				x	
404	101,8			x		464	103,6			x		524	99,9				x	
405	101,9			x		465	103,5			x		525	99,6				x	
406	102,0			x		466	103,5			x		526	99,5				x	
407	102,0			x		467	103,4			x		527	99,5				x	
408	102,0			x		468	103,3			x		528	99,6				x	
409	102,0			x		469	103,1			x		529	99,7				x	
410	101,9			x		470	102,9			x		530	99,8				x	
411	101,9			x		471	102,6			x		531	99,9				x	
412	101,9			x		472	102,5			x		532	100,0				x	
413	101,8			x		473	102,4			x		533	100,0				x	
414	101,8			x		474	102,4			x		534	100,1				x	
415	101,8			x		475	102,5			x		535	100,2				x	
416	101,8			x		476	102,7			x		536	100,4				x	
417	101,8			x		477	103,0			x		537	100,5				x	
418	101,8			x		478	103,3			x		538	100,6				x	
419	101,9			x		479	103,7			x		539	100,7				x	
420	102,0			x		480	104,1			x		540	100,8				x	

Tabelle Anl 6-21: WMTC Phase 2 Zyklusteil 3 mit reduzierter Geschwindigkeit für die Fahrzeugkategorie 3-1, 361 s bis 540 s

4.1.4.

Zeit in s	Rollen- geschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren			
		s.	B.	DG	V.
541	101,0			x	
542	101,3			x	
543	102,0			x	
544	102,7			x	
545	103,5			x	
546	104,2			x	
547	104,6			x	
548	104,7			x	
549	104,8			x	
550	104,8			x	
551	104,9			x	
552	105,1			x	
553	105,4			x	
554	105,7			x	
555	105,9			x	
556	106,0			x	
557	105,7				x
558	105,4				x
559	103,9				x
560	102,2				x
561	100,5				x
562	99,2				x
563	98,0				x
564	96,4				x
565	94,8				x
566	92,8				x
567	88,9				x
568	84,9				x
569	80,6				x
570	76,3				x
571	72,3				x
572	68,7				x
573	65,5				x
574	63,0				x
575	61,2				x
576	60,5				x
577	60,0				x
578	59,7				x
579	59,4				x
580	59,4				x
581	58,0				x
582	56,0				x
583	51,0				x
584	46,0				x
585	38,8				x
586	31,6				x
587	24,4				x
588	17,2				x
589	10,0				x
590	5,0				x
591	2,0				x
592	0,0	x			
593	0,0	x			
594	0,0	x			
595	0,0	x			
596	0,0	x			
597	0,0	x			
598	0,0	x			
599	0,0	x			
600	0,0	x			

Tabelle Anl 6-22: WMTC Phase 2 Zyklusteil 3 mit reduzierter Geschwindigkeit für die Fahrzeugkategorie 3-1, 541 s bis 600 s

4.1.5.

Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h DG	Phasenindikatoren				
		s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.	
0	0,0	x				61	73,9				x	121	53,0					x
1	0,0	x				62	74,1		x			122	51,6					x
2	0,0	x				63	75,1		x			123	50,9					x
3	0,0	x				64	76,8		x			124	50,5					x
4	0,0	x				65	78,7		x			125	50,2					x
5	0,0	x				66	80,4		x			126	50,3				x	
6	0,0	x				67	81,7		x			127	50,6				x	
7	0,0	x				68	82,6		x			128	51,2				x	
8	0,9		x			69	83,5		x			129	51,8				x	
9	3,2		x			70	84,4		x			130	52,5				x	
10	7,3		x			71	85,1		x			131	53,4				x	
11	12,4		x			72	85,7		x			132	54,9				x	
12	17,9		x			73	86,3		x			133	57,0				x	
13	23,5		x			74	87,0		x			134	59,4				x	
14	29,1		x			75	87,9		x			135	61,9				x	
15	34,3		x			76	88,8		x			136	64,3				x	
16	38,6		x			77	89,7		x			137	66,4				x	
17	41,6		x			78	90,3			x		138	68,1				x	
18	43,9		x			79	90,6			x		139	69,6				x	
19	45,9		x			80	90,6			x		140	70,7				x	
20	48,1		x			81	90,5			x		141	71,4				x	
21	50,3		x			82	90,4			x		142	71,8				x	
22	52,6		x			83	90,1			x		143	72,8				x	
23	54,8		x			84	89,7			x		144	75,0				x	
24	55,8		x			85	89,3			x		145	77,8				x	
25	55,2		x			86	89,0			x		146	80,7				x	
26	53,9		x			87	88,8			x		147	83,3				x	
27	52,7		x			88	88,9			x		148	85,4				x	
28	52,8		x			89	89,1			x		149	87,3				x	
29	55,0		x			90	89,3			x		150	89,1				x	
30	58,5		x			91	89,4			x		151	90,6				x	
31	62,3		x			92	89,4			x		152	91,9				x	
32	65,7		x			93	89,2			x		153	93,2				x	
33	68,1		x			94	88,9			x		154	94,6				x	
34	69,1		x			95	88,5			x		155	96,0				x	
35	69,5		x			96	88,0			x		156	97,5				x	
36	69,9		x			97	87,5			x		157	99,0				x	
37	70,6		x			98	87,2			x		158	99,8				x	
38	71,3		x			99	87,1			x		159	99,0				x	
39	72,2		x			100	87,2			x		160	96,7				x	
40	72,8		x			101	87,3			x		161	93,7				x	
41	73,2		x			102	87,4			x		162	91,3				x	
42	73,4		x			103	87,5			x		163	90,4				x	
43	73,8		x			104	87,4			x		164	90,6				x	
44	74,8		x			105	87,1			x		165	91,1				x	
45	76,7		x			106	86,8			x		166	90,9				x	
46	79,1		x			107	86,4			x		167	89,0				x	
47	81,1		x			108	85,9			x		168	85,6				x	
48	82,1			x		109	85,2				x	169	81,6				x	
49	81,7			x		110	84,0				x	170	77,6				x	
50	80,3			x		111	82,2				x	171	73,6				x	
51	78,8			x		112	80,3				x	172	69,7				x	
52	77,3			x		113	78,6				x	173	66,0				x	
53	75,9			x		114	77,2				x	174	62,7				x	
54	75,0			x		115	75,9				x	175	60,0				x	
55	74,7			x		116	73,8				x	176	58,0				x	
56	74,7			x		117	70,4				x	177	56,4				x	
57	74,7			x		118	65,7				x	178	54,8				x	
58	74,6			x		119	60,5				x	179	53,3				x	
59	74,4			x		120	55,9				x	180	51,7				x	
60	74,1			x														x

Tabelle Anl 6-23: WMTC Phase 2 Zyklusteil 3 für die Fahrzeugkategorie 3-2, 0 s bis 180 s

4.1.6.

Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren			
		s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.
181	50,2				x	241	122,4				x	301	109,8				x
182	48,7				x	242	122,3				x	302	109,9				x
183	47,2				x	243	122,2				x	303	110,2				x
184	47,1				x	244	122,2				x	304	110,4				x
185	47,0				x	245	122,2				x	305	110,7				x
186	46,9				x	246	122,2				x	306	110,7				x
187	46,6				x	247	122,3				x	307	110,3				x
188	46,3				x	248	122,4				x	308	109,3				x
189	46,1				x	249	122,5				x	309	108,0				x
190	46,1				x	250	122,5				x	310	108,5				x
191	46,5				x	251	122,5				x	311	105,4				x
192	47,1				x	252	122,5				x	312	104,9				x
193	48,1				x	253	122,5				x	313	104,7				x
194	49,8				x	254	122,7				x	314	104,3				x
195	52,2				x	255	122,8				x	315	103,6				x
196	54,8				x	256	123,0				x	316	102,6				x
197	57,3				x	257	123,2				x	317	101,7				x
198	59,5				x	258	123,3				x	318	100,8				x
199	61,7				x	259	123,4				x	319	100,2				x
200	64,4				x	260	123,5				x	320	99,8				x
201	67,7				x	261	123,5				x	321	99,7				x
202	71,4				x	262	123,6				x	322	99,7				x
203	74,9				x	263	123,8				x	323	100,0				x
204	78,2				x	264	124,0				x	324	100,7				x
205	81,1				x	265	124,2				x	325	101,8				x
206	83,9				x	266	124,5				x	326	103,2				x
207	86,6				x	267	124,7				x	327	104,9				x
208	89,1				x	268	125,0				x	328	106,6				x
209	91,6				x	269	125,1				x	329	108,3				x
210	94,0				x	270	125,2				x	330	109,9				x
211	96,3				x	271	125,3				x	331	111,4				x
212	98,4				x	272	125,3				x	332	112,7				x
213	100,4				x	273	125,3				x	333	113,7				x
214	102,1				x	274	125,2				x	334	114,3				x
215	103,6				x	275	125,0				x	335	114,6				x
216	104,9				x	276	124,8				x	336	115,0				x
217	106,2				x	277	124,6				x	337	115,4				x
218	107,5				x	278	124,4				x	338	115,8				x
219	108,5				x	279	124,3				x	339	116,2				x
220	109,3				x	280	123,9				x	340	116,5				x
221	109,9				x	281	123,3				x	341	116,6				x
222	110,5				x	282	122,1				x	342	116,7				x
223	110,9				x	283	120,3				x	343	116,8				x
224	111,2				x	284	118,0				x	344	117,0				x
225	111,4				x	285	115,5				x	345	117,5				x
226	111,7				x	286	113,2				x	346	118,3				x
227	111,9				x	287	111,2				x	347	119,2				x
228	112,3				x	288	110,1				x	348	120,1				x
229	113,0				x	289	109,7				x	349	120,8				x
230	114,1				x	290	109,8				x	350	121,1				x
231	115,7				x	291	110,1				x	351	120,7				x
232	117,5				x	292	110,4				x	352	119,0				x
233	119,3				x	293	110,7				x	353	116,3				x
234	121,0				x	294	110,9				x	354	113,1				x
235	122,2				x	295	110,9				x	355	110,3				x
236	122,9				x	296	110,8				x	356	109,0				x
237	123,0				x	297	110,7				x	357	109,4				x
238	122,9				x	298	110,4				x	358	110,4				x
239	122,8				x	299	110,1				x	359	111,3				x
240	122,6				x	300	109,9				x	360	111,5				x

Tabelle Anl 6-24: WMTC Phase 2 Zyklusteil 3 für die Fahrzeugkategorie 3-2, 181 s bis 360 s

## 4.1.7

Zeit in s	Rollenge- schwin- digkeit in km/h	Phase n d i k a t o r e n				Zeit in s	Rollenge- schwin- digkeit in km/h	Phase n d i k a t o r e n				Zeit in s	Rollenge- schwin- digkeit in km/h	Phase n d i k a t o r e n			
		s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.
361	110,1				x	421	116,2			x		481	118,5				x
362	107,4				x	422	116,4			x		482	118,8				x
363	104,4				x	423	116,6			x		483	118,9				x
364	101,8				x	424	116,8			x		484	119,1				x
365	100,0				x	425	117,1			x		485	119,1				x
366	99,1				x	426	117,4			x		486	119,2				x
367	98,7				x	427	117,9			x		487	119,2				x
368	98,2			x		428	118,4			x		488	119,2				x
369	99,0			x		429	118,9			x		489	119,3				x
370	100,5			x		430	119,2			x		490	119,3				x
371	102,3			x		431	119,5			x		491	119,4				x
372	103,9			x		432	119,7			x		492	119,5				x
373	105,0			x		433	119,9			x		493	119,5				x
374	105,8			x		434	120,1			x		494	119,3				x
375	106,5			x		435	120,3			x		495	119,1				x
376	107,1			x		436	120,5			x		496	118,7				x
377	107,7			x		437	120,8			x		497	118,2				x
378	108,4			x		438	121,1			x		498	117,9				x
379	109,0			x		439	121,5			x		499	117,6				x
380	109,6			x		440	122,0			x		500	117,5				x
381	110,3			x		441	122,3			x		501	117,5				x
382	110,9			x		442	122,6			x		502	117,4				x
383	111,5			x		443	122,9			x		503	117,3				x
384	112,0			x		444	123,1			x		504	117,0				x
385	112,3			x		445	123,2			x		505	116,7				x
386	112,6			x		446	123,4			x		506	116,4				x
387	112,9			x		447	123,5			x		507	116,1				x
388	113,1			x		448	123,7			x		508	115,9				x
389	113,3			x		449	123,9			x		509	115,7				x
390	113,3			x		450	124,2			x		510	115,5				x
391	113,2			x		451	124,5			x		511	115,3				x
392	113,2			x		452	124,8			x		512	115,2				x
393	113,3			x		453	125,0			x		513	115,0				x
394	113,5			x		454	125,2			x		514	114,9				x
395	113,9			x		455	125,3			x		515	114,9				x
396	114,3			x		456	125,1			x		516	115,0				x
397	114,6			x		457	124,4			x		517	115,2				x
398	114,9			x		458	123,3			x		518	115,3				x
399	115,1			x		459	122,1			x		519	115,4				x
400	115,3			x		460	120,8			x		520	115,4				x
401	115,4			x		461	119,5			x		521	115,2				x
402	115,5			x		462	118,4			x		522	114,8				x
403	115,6			x		463	117,8			x		523	114,4				x
404	115,8			x		464	117,6			x		524	113,9				x
405	115,9			x		465	117,5			x		525	113,6				x
406	116,0			x		466	117,5			x		526	113,5				x
407	116,0			x		467	117,4			x		527	113,5				x
408	116,0			x		468	117,3			x		528	113,6				x
409	116,0			x		469	117,1			x		529	113,7				x
410	115,9			x		470	116,9			x		530	113,8				x
411	115,9			x		471	116,6			x		531	113,9				x
412	115,9			x		472	116,5			x		532	114,0				x
413	115,8			x		473	116,4			x		533	114,0				x
414	115,8			x		474	116,4			x		534	114,1				x
415	115,8			x		475	116,5			x		535	114,2				x
416	115,8			x		476	116,7			x		536	114,4				x
417	115,8			x		477	117,0			x		537	114,5				x
418	115,8			x		478	117,3			x		538	114,6				x
419	115,9			x		479	117,7			x		539	114,7				x
420	116,0			x		480	118,1			x		540	114,8				x



Tabelle Anl 6-25: WMTC Phase 2 Zyklusteil 3 für die Fahrzeugkategorie 3-2, 361 s bis 540 s

4.1.8

Zeit in s	Rollen- geschwin- digkeit in km/h	Phasenindikatoren			
		s.	B.	DG	V.
541	115,0			x	
542	115,3			x	
543	116,0			x	
544	116,7			x	
545	117,5			x	
546	118,2			x	
547	118,6			x	
548	118,7			x	
549	118,8			x	
550	118,8			x	
551	118,9			x	
552	119,1			x	
553	119,4			x	
554	119,7			x	
555	119,9			x	
556	120,0			x	
557	119,7				x
558	118,4				x
559	115,9				x
560	113,2				x
561	110,5				x
562	107,2				x
563	104,0				x
564	100,4				x
565	96,8				x
566	92,8				x
567	88,9				x
568	84,9				x
569	80,8				x
570	76,3				x
571	72,3				x
572	68,7				x
573	65,5				x
574	63,0				x
575	61,2				x
576	60,5				x
577	60,0				x
578	59,7				x
579	59,4				x
580	59,4				x
581	58,0				x
582	55,0				x
583	51,0				x
584	46,0				x
585	38,8				x
586	31,6				x
587	24,4				x
588	17,2				x
589	10,0				x
590	5,0				x
591	2,0				x
592	0,0	x			
593	0,0	x			
594	0,0	x			
595	0,0	x			
596	0,0	x			
597	0,0	x			
598	0,0	x			
599	0,0	x			
600	0,0	x			

Tabelle Anl 6-26: WMTC Phase 2 Zyklusteil 3 für die Fahrzeugkategorie 3-2, 541 s bis 600 s

#### 4) Weltweit harmonisierter Prüfzyklus für die Emissionen von Krafträdern (WMTC) Phase 3

##### 1. Beschreibung des Prüfzyklus des WMTC Phase 3 für Fahrzeuge der (Unter-)Klassen L3e, L4e, L5e-A, L7e-A, L7e-B und L7e-C

Der auf dem Rollenprüfstand für Fahrzeuge der (Unter-)Klassen L3e, L4e, L5e-A, L7e-A, L7e-B und L7e-C durchzuführende WMTC Phase 3 ist in der nachfolgenden Grafik abgebildet::

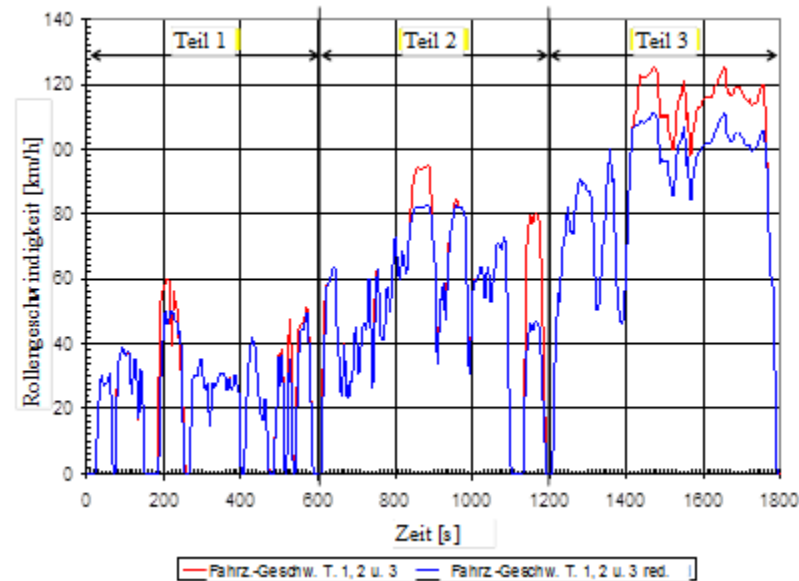


Abbildung Anl 6-9: WMTC Phase 3 für Fahrzeuge der Klassen L3e, L4e, L5e-A, L7e-A, L7e-B und L7e-C

Der in Abbildung Anl 6-9 dargestellte „überarbeitete WMTC“ oder „WMTC Phase 3“ gilt für Fahrzeuge der Klassen L3e, L4e, L5e-A, L7e-A, L7e-B und L7e-C; die Fahrzeuggeschwindigkeitskurve des WMTC Phase 3 entspricht dem WMTC Phasen 1 und 2. Der WMTC Phase 3 dauert 1800 Sekunden und besteht für Fahrzeuge mit niedriger bauartbedingter Höchstgeschwindigkeit aus zwei, für sonstige Fahrzeuge der Klasse L aus drei Teilen, die ohne Unterbrechung durchzuführen sind, wenn die Begrenzung der Höchstgeschwindigkeit dies zulässt. Die charakteristischen Fahrbedingungen (Leerlauf, Beschleunigung, konstante Geschwindigkeit, Verzögerung usw.) des WMTC Phase 3 werden in Kapitel 3 dargestellt, in dem die Fahrzeuggeschwindigkeitskurve des WMTC Phase 2 ausführlich dargestellt wird.

## 2. Beschreibung des WMTC Phase 3 für Fahrzeuge der (Unter-)Klassen L1e-A, L1e-B, L2e, L5e-B, L6e-A und L6e-B

Der auf dem Rollenprüfstand für Fahrzeuge der (Unter-)Klassen L3e, L4e, L5e-A, L7e-A, L7e-B und L7e-C durchzuführende WMTC Phase 3 ist in der nachfolgenden Grafik abgebildet:

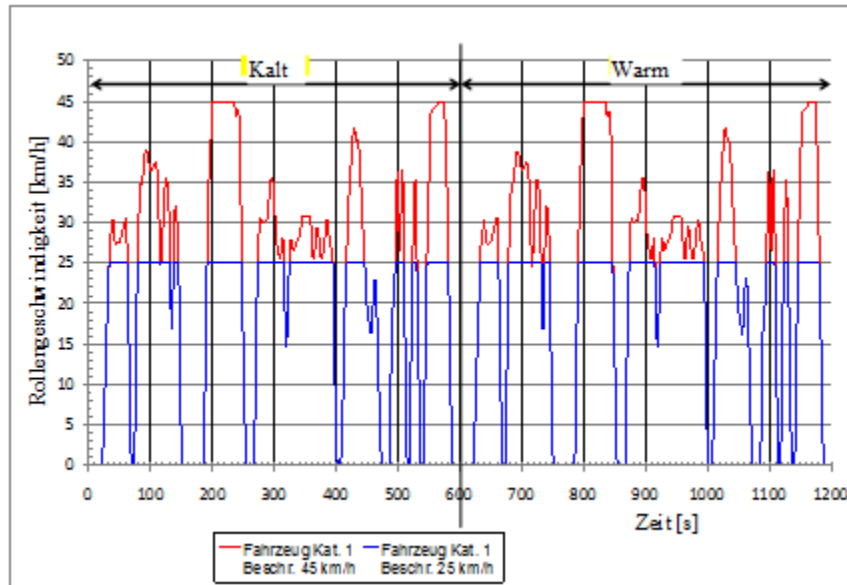


Abbildung Anl 6-10: WMTC Phase 3 für Fahrzeuge der Klassen L1e-A, L1e-B, L2e, L5e-B, L6e-A und L6e-B. Die auf 25 km/h beschränkte abgeflachte Fahrzeuggeschwindigkeitskurve gilt für Fahrzeuge der Klassen L1e-A und L1e-B, deren bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit auf 25 km/h beschränkt ist.

2.1 Die Geschwindigkeitskurven für das Fahrzeug in kaltem und warmem Zustand sind identisch.

### 3. Beschreibung des WMTC Phase 3 für Fahrzeuge der (Unter-)Klassen L1e-A, L1e-B, L2e, L5e-B, L6e-A und L6e-B

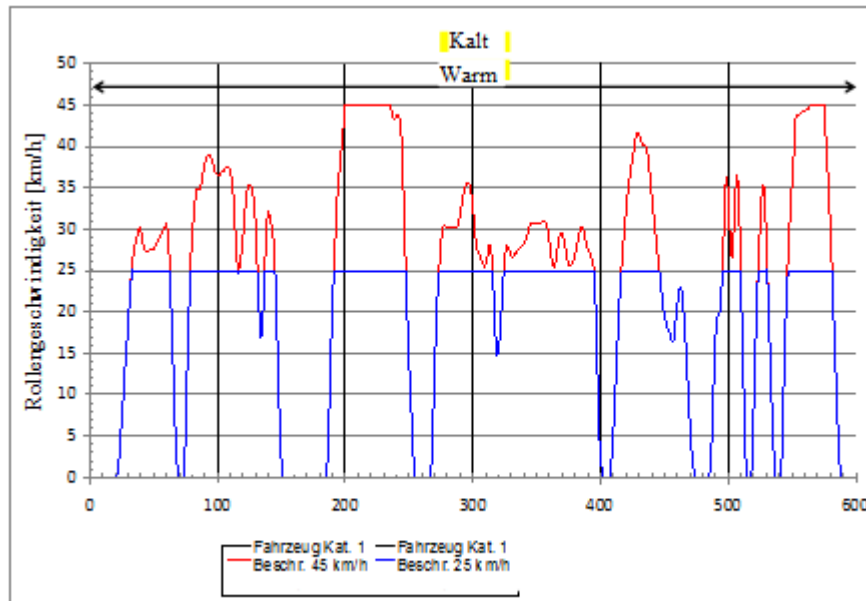


Abbildung Anl 6-11: WMTC Phase 3 für Fahrzeuge der (Unter-)Klassen L1e-A, L1e-B, L2e, L5e-B, L6e-A und L6e-B. Die auf 25 km/h beschränkte abgeflachte Fahrzeuggeschwindigkeitskurve gilt für Fahrzeuge der Klassen L1e-A und L1e-B, deren bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit auf 25 km/h beschränkt ist.

- 3.1. Die in Abbildung Anl 6-10 dargestellte Fahrzeuggeschwindigkeitskurve des WMTC Phase 3 gilt für Fahrzeuge der (Unter-)Klassen L1e-A, L1e-B, L2e, L5e-B, L6e-A und L6e-B und entspricht der Fahrzeuggeschwindigkeitskurve von Teil 1 der Phasen 1 und 2 des WMTC, welcher einmal im kalten Zustand und anschließend – mit derselben Geschwindigkeit – mit aufgewärmtem Antrieb gefahren wird. Der WMTC Phase 3 für Fahrzeuge der (Unter-)Klassen L1e-A, L1e-B, L2e, L5e-B, L6e-A und L6e-B dauert 1200 Sekunden und besteht aus zwei gleichartigen Teilen, die ohne Unterbrechung durchzuführen sind.
- 3.2. Die charakteristischen Fahrbedingungen (Leerlauf, Beschleunigung, konstante Geschwindigkeit, Verzögerung usw.) des WMTC Phase 3 für Fahrzeuge der Klassen L1e-A, L1e-B, L2e, L5e-B, L6e-A und L6e-B sind unter den nachfolgenden Nummern und in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

3.2.1.

Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren			
		s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.
0	0,0	x				61	25,0					121	25,0				
1	0,0	x				62	25,0					122	25,0				x
2	0,0	x				63	23,0					123	25,0				x
3	0,0	x				64	18,8					124	25,0				x
4	0,0	x				65	14,1					125	25,0				
5	0,0	x				66	9,3					126	25,0				
6	0,0	x				67	4,8					127	25,0				
7	0,0	x				68	1,9					128	25,0				
8	0,0	x				69	0,0	x				129	25,0				
9	0,0	x				70	0,0	x				130	25,0				
10	0,0	x				71	0,0	x				131	25,0				
11	0,0	x				72	0,0	x				132	22,1				x
12	0,0	x				73	0,0	x				133	18,8				x
13	0,0	x				74	1,7		x			134	18,8		x		
14	0,0	x				75	5,8		x			135	17,7		x		
15	0,0	x				76	11,8		x			136	21,1		x		
16	0,0	x				77	17,3		x			137	25,0				
17	0,0	x				78	22,0		x			138	25,0				
18	0,0	x				79	25,0					139	25,0				
19	0,0	x				80	25,0					140	25,0				
20	0,0	x				81	25,0					141	25,0				
21	0,0	x				82	25,0					142	25,0				
22	1,0		x			83	25,0					143	25,0				
23	2,8		x			84	25,0					144	25,0				
24	4,8		x			85	25,0					145	25,0				
25	7,2		x			86	25,0					146	20,3				x
26	9,8		x			87	25,0					147	15,0				x
27	12,0		x			88	25,0					148	9,7				x
28	14,3		x			89	25,0					149	5,0				x
29	16,6		x			90	25,0					150	1,8				x
30	18,9		x			91	25,0			x		151	0,0	x			
31	21,2		x			92	25,0			x		152	0,0	x			
32	23,5		x			93	25,0			x		153	0,0	x			
33	25,0					94	25,0			x		154	0,0	x			
34	25,0					95	25,0			x		155	0,0	x			
35	25,0					96	25,0			x		156	0,0	x			
36	25,0					97	25,0			x		157	0,0	x			
37	25,0					98	25,0			x		158	0,0	x			
38	25,0					99	25,0			x		159	0,0	x			
39	25,0				x	100	25,0			x		160	0,0	x			
40	25,0				x	101	25,0			x		161	0,0	x			
41	25,0				x	102	25,0			x		162	0,0	x			
42	25,0				x	103	25,0			x		163	0,0	x			
43	25,0				x	104	25,0			x		164	0,0	x			
44	25,0				x	105	25,0			x		165	0,0	x			
45	25,0				x	106	25,0			x		166	0,0	x			
46	25,0				x	107	25,0			x		167	0,0	x			
47	25,0				x	108	25,0			x		168	0,0	x			
48	25,0				x	109	25,0			x		169	0,0	x			
49	25,0				x	110	25,0					170	0,0	x			
50	25,0				x	111	25,0					171	0,0	x			
51	25,0				x	112	25,0					172	0,0	x			
52	25,0				x	113	25,0					173	0,0	x			
53	25,0				x	114	25,0					174	0,0	x			
54	25,0				x	115	25,0					175	0,0	x			
55	25,0				x	116	24,7			x		176	0,0	x			
56	25,0				x	117	25,0			x		177	0,0	x			
57	25,0				x	118	25,0			x		178	0,0	x			
58	25,0				x	119	25,0			x		179	0,0	x			
59	25,0				x	120	25,0			x		180	0,0	x			
60	25,0				x												

Tabelle Anl 6-27: WMTC Phase 3 Teil 1 Klasse 1 für Fahrzeuge der Unterklassen L1e-A und L1e-B ( $v_{\max} \leq 25$  km/h), kalt oder warm, 0 s bis 180 s

## 3.2.2.

Zeit in s	Rollenge- schwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollenge- schwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollenge- schwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren			
		s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.
181	0,0	x				241	25,0			x		301	25,0				x
182	0,0	x				242	25,0					302	25,0				x
183	0,0	x				243	25,0					303	25,0				x
184	0,0	x				244	25,0					304	25,0				x
185	0,4		x			245	25,0					305	25,0				x
186	1,8			x		246	25,0					306	25,0				x
187	5,4				x	247	25,0					307	25,0				x
188	11,1					248	21,8					x	308	25,0			x
189	16,7					249	17,2					x	309	25,0			x
190	21,3					250	13,7					x	310	25,0			x
191	24,8				x	251	10,3					x	311	25,0			x
192	25,0					252	7,0					x	312	25,0			x
193	25,0					253	3,5					x	313	25,0			x
194	25,0					254	0,0	x					314	25,0			
195	25,0					255	0,0	x					315	25,0			
196	25,0					256	0,0	x					316	22,7			x
197	25,0					257	0,0	x					317	19,0			x
198	25,0					258	0,0	x					318	16,0			x
199	25,0					259	0,0	x					319	14,6		x	
200	25,0					260	0,0	x					320	15,2		x	
201	25,0					261	0,0	x					321	16,9		x	
202	25,0					262	0,0	x					322	19,3		x	
203	25,0				x	263	0,0	x					323	22,0		x	
204	25,0				x	264	0,0	x					324	24,6		x	
205	25,0				x	265	0,0	x					325	25,0			
206	25,0				x	266	0,0	x					326	25,0			
207	25,0				x	267	0,5		x				327	25,0			x
208	25,0				x	268	2,9		x				328	25,0			x
209	25,0				x	269	8,2		x				329	25,0			x
210	25,0				x	270	13,2		x				330	25,0			x
211	25,0				x	271	17,8		x				331	25,0			x
212	25,0				x	272	21,4		x				332	25,0			x
213	25,0				x	273	24,1		x				333	25,0			x
214	25,0				x	274	25,0						334	25,0			x
215	25,0				x	275	25,0						335	25,0			x
216	25,0				x	276	25,0						336	25,0			x
217	25,0				x	277	25,0			x			337	25,0			x
218	25,0				x	278	25,0			x			338	25,0			x
219	25,0				x	279	25,0			x			339	25,0			x
220	25,0				x	280	25,0			x			340	25,0			x
221	25,0				x	281	25,0			x			341	25,0			x
222	25,0				x	282	25,0			x			342	25,0			x
223	25,0				x	283	25,0			x			343	25,0			x
224	25,0				x	284	25,0			x			344	25,0			x
225	25,0				x	285	25,0			x			345	25,0			x
226	25,0				x	286	25,0			x			346	25,0			x
227	25,0				x	287	25,0			x			347	25,0			x
228	25,0				x	288	25,0			x			348	25,0			x
229	25,0				x	289	25,0			x			349	25,0			x
230	25,0				x	290	25,0			x			350	25,0			x
231	25,0				x	291	25,0			x			351	25,0			x
232	25,0				x	292	25,0			x			352	25,0			x
233	25,0				x	293	25,0			x			353	25,0			x
234	25,0				x	294	25,0			x			354	25,0			x
235	25,0				x	295	25,0			x			355	25,0			x
236	25,0				x	296	25,0			x			356	25,0			x
237	25,0				x	297	25,0			x			357	25,0			x
238	25,0				x	298	25,0			x			358	25,0			x
239	25,0				x	299	25,0			x			359	25,0			x
240	25,0				x	300	25,0			x			360	25,0			x

Tabelle Anl 6-28: WMTC Phase 3 Teil 1 Klasse 1 für Fahrzeuge der Unterklassen L1e-A und

L1e-B ( $v_{\max} \leq 25$  km/h), kalt oder warm, 181 s bis 360 s



3.2.3.

Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				
		s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.	
361	25,0			x		421	25,0		x			481	0,0		x			
362	25,0			x		422	25,0		x			482	0,0		x			
363	25,0			x		423	25,0		x			483	0,0		x			
364	25,0			x		424	25,0		x			484	0,0		x			
365	25,0			x		425	25,0		x			485	0,0		x			
366	25,0			x		426	25,0		x			486	1,4			x		
367	25,0			x		427	25,0		x			487	4,5			x		
368	25,0			x		428	25,0		x			488	8,8			x		
369	25,0			x		429	25,0			x		489	13,4			x		
370	25,0			x		430	25,0			x		490	17,3			x		
371	25,0			x		431	25,0			x		491	19,2			x		
372	25,0			x		432	25,0			x		492	19,7			x		
373	25,0			x		433	25,0			x		493	19,8			x		
374	25,0			x		434	25,0			x		494	20,7			x		
375	25,0			x		435	25,0			x		495	23,7			x		
376	25,0			x		436	25,0					496	25,0					
377	25,0			x		437	25,0					497	25,0					
378	25,0			x		438	25,0					498	25,0					
379	25,0			x		439	25,0					499	25,0					
380	25,0			x		440	25,0					500	25,0					
381	25,0			x		441	25,0					501	25,0					
382	25,0			x		442	25,0					502	25,0					
383	25,0			x		443	25,0					503	25,0					
384	25,0			x		444	25,0					504	25,0					
385	25,0			x		445	25,0					505	25,0					
386	25,0			x		446	25,0					506	25,0					
387	25,0			x		447	23,4				x	507	25,0					
388	25,0			x		448	21,8				x	508	25,0					
389	25,0			x		449	20,3				x	509	25,0					
390	25,0			x		450	19,3				x	510	23,1					x
391	25,0			x		451	18,7				x	511	16,7					x
392	25,0					452	18,3				x	512	10,7					x
393	25,0					453	17,8				x	513	4,7					x
394	25,0					454	17,4				x	514	1,2					x
395	24,9				x	455	16,8				x	515	0,0		x			
396	21,4			x		456	16,3				x	516	0,0		x			
397	15,9			x		457	16,5			x		517	0,0		x			
398	9,9			x		458	17,6			x		518	0,0		x			
399	4,9			x		459	19,2			x		519	3,0			x		
400	2,1			x		460	20,8			x		520	8,2			x		
401	0,9				x	461	22,2			x		521	14,3			x		
402	0,0	x				462	23,0			x		522	19,3			x		
403	0,0	x				463	23,0				x	523	23,5			x		
404	0,0	x				464	22,0				x	524	25,0					
405	0,0	x				465	20,1				x	525	25,0					
406	0,0	x				466	17,7				x	526	25,0					
407	0,0	x				467	15,0				x	527	25,0					
408	1,2		x			468	12,1				x	528	25,0					
409	3,2		x			469	9,1				x	529	25,0					
410	5,9		x			470	6,2				x	530	25,0					
411	8,8		x			471	3,6				x	531	23,2					x
412	12,0		x			472	1,8				x	532	18,5					x
413	15,4		x			473	0,8				x	533	13,8					x
414	18,9		x			474	0,0	x				534	9,1					x
415	22,1		x			475	0,0	x				535	4,5					x
416	24,7		x			476	0,0	x				536	2,3					x
417	25,0					477	0,0	x				537	0,0			x		
418	25,0					478	0,0	x				538	0,0			x		
419	25,0					479	0,0	x				539	0,0			x		
420	25,0					480	0,0	x				540	0,0					

Tabelle Anl 6-29 WMTC Phase 3 Teil 1 Klasse 1 für Fahrzeuge der Unterklassen L1e-A und

L1e-B ( $v_{\max} \leq 25$  km/h), kalt oder warm, 361 s bis 540 s

3.2.4.

Zeit in s	Rolle- geschwin- digkeit in km/h	Phasenindikatoren		
		S.	B.	V.
541	0,0	X		
542	2,8		X	
543	8,1		X	
544	14,3		X	
545	19,2		X	
546	23,5		X	
547	25,0			
548	25,0			
549	25,0			
550	25,0			
551	25,0			
552	25,0			
553	25,0			X
554	25,0			X
555	25,0			X
556	25,0			X
557	25,0			X
558	25,0			X
559	25,0			X
560	25,0			X
561	25,0			X
562	25,0			X
563	25,0			X
564	25,0			X
565	25,0			X
566	25,0			X
567	25,0			X
568	25,0			X
569	25,0			X
570	25,0			X
571	25,0			X
572	25,0			X
573	25,0			
574	25,0			
575	25,0			
576	25,0			
577	25,0			
578	25,0			
579	25,0			
580	25,0			
581	25,0			
582	21,8			X
583	17,7			X
584	13,5			X
585	9,4			X
586	5,6			X
587	2,1			X
588	0,0	X		
589	0,0	X		
590	0,0	X		
591	0,0	X		
592	0,0	X		
593	0,0	X		
594	0,0	X		
595	0,0	X		
596	0,0	X		
597	0,0	X		
598	0,0	X		
599	0,0	X		
600	0,0	X		

Tabelle Anl 6-30: WMTC Phase 3 Teil 1 Klasse 1 für Fahrzeuge der Unterklassen L1e-A und L1e-B ( $v_{\max} \leq 25$  km/h), kalt oder warm, 541 s bis 600 s

3.2.5.

Zeit in s	Rollgeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollgeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollgeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren			
		s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.
0	0,0	x			61	29,8				x	121	31,2				x	
1	0,0	x			62	26,9				x	122	33,0				x	
2	0,0	x			63	23,0				x	123	34,4				x	
3	0,0	x			64	18,8				x	124	35,2				x	
4	0,0	x			65	14,1				x	125	35,4				x	
5	0,0	x			66	9,3				x	126	35,2				x	
6	0,0	x			67	4,8				x	127	34,7				x	
7	0,0	x			68	1,9				x	128	33,9				x	
8	0,0	x			69	0,0	x				129	32,4				x	
9	0,0	x			70	0,0	x				130	29,8				x	
10	0,0	x			71	0,0	x				131	28,1				x	
11	0,0	x			72	0,0	x				132	22,1				x	
12	0,0	x			73	0,0	x				133	18,8				x	
13	0,0	x			74	1,7		x			134	16,8			x		
14	0,0	x			75	5,8		x			135	17,7			x		
15	0,0	x			76	11,8		x			136	21,1			x		
16	0,0	x			77	17,3		x			137	25,4			x		
17	0,0	x			78	22,0		x			138	29,2			x		
18	0,0	x			79	26,2		x			139	31,6			x		
19	0,0	x			80	29,4		x			140	32,1				x	
20	0,0	x			81	31,1		x			141	31,6				x	
21	0,0	x			82	32,9		x			142	30,7				x	
22	1,0		x		83	34,7		x			143	29,7				x	
23	2,6		x		84	34,8		x			144	28,1				x	
24	4,8		x		85	34,8		x			145	25,0				x	
25	7,2		x		86	34,9		x			146	20,3				x	
26	9,6		x		87	35,4		x			147	15,0				x	
27	12,0		x		88	36,2		x			148	9,7				x	
28	14,3		x		89	37,1		x			149	5,0				x	
29	16,6		x		90	38,0		x			150	1,6				x	
30	18,9		x		91	38,7			x		151	0,0		x			
31	21,2		x		92	38,9			x		152	0,0		x			
32	23,5		x		93	38,9			x		153	0,0		x			
33	25,6		x		94	38,8			x		154	0,0		x			
34	27,1		x		95	38,5			x		155	0,0		x			
35	28,0		x		96	38,1			x		156	0,0		x			
36	28,7		x		97	37,5			x		157	0,0		x			
37	29,2		x		98	37,0			x		158	0,0		x			
38	29,8		x		99	36,7			x		159	0,0		x			
39	30,3			x	100	36,5			x		160	0,0		x			
40	29,8			x	101	36,5			x		161	0,0		x			
41	28,7			x	102	36,6			x		162	0,0		x			
42	27,9			x	103	36,8			x		163	0,0		x			
43	27,4			x	104	37,0			x		164	0,0		x			
44	27,3			x	105	37,1			x		165	0,0		x			
45	27,3			x	106	37,3			x		166	0,0		x			
46	27,4			x	107	37,4			x		167	0,0		x			
47	27,5			x	108	37,5			x		168	0,0		x			
48	27,6			x	109	37,4			x		169	0,0		x			
49	27,6			x	110	36,9				x	170	0,0		x			
50	27,6			x	111	36,0				x	171	0,0		x			
51	27,8			x	112	34,8				x	172	0,0		x			
52	28,1			x	113	31,9				x	173	0,0		x			
53	28,5			x	114	29,0				x	174	0,0		x			
54	28,9			x	115	26,9				x	175	0,0		x			
55	29,2			x	116	24,7					176	0,0		x			
56	29,4			x	117	25,4				x	177	0,0		x			
57	29,7			x	118	26,4				x	178	0,0		x			
58	30,0			x	119	27,7				x	179	0,0		x			
59	30,5			x	120	29,4				x	180	0,0		x			
60	30,8																

Table Ap 6-31: WMTC Phase 3 Teil 1 Klasse 1 für Fahrzeuge der Unterklassen L1e-A und L1e-B ( $v_{max} \leq 45$  km/h), kalt oder warm, 0 s bis 180 s

## 3.2.6.

Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren				Zeit in s	Rollengeschwindigkeit in km/h	Phasenindikatoren			
		s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.			s.	B.	DG	V.
181	0,0	x				241	43,9			x		301	30,8				x
182	0,0	x				242	43,8				x	302	29,0				x
183	0,0	x				243	43,0				x	303	27,8				x
184	0,0	x				244	40,9				x	304	27,2				x
185	0,4		x			245	38,9				x	305	26,9				x
186	1,8		x			246	32,1				x	306	26,5				x
187	5,4		x			247	26,6				x	307	26,1				x
188	11,1		x			248	21,8				x	308	25,7				x
189	16,7		x			249	17,2				x	309	25,5				x
190	21,3		x			250	13,7				x	310	25,7				x
191	24,8		x			251	10,3				x	311	26,4				x
192	28,4		x			252	7,0				x	312	27,3				x
193	31,8		x			253	3,5				x	313	28,1				x
194	34,6		x			254	0,0	x				314	27,9				x
195	36,3		x			255	0,0	x				315	26,0				x
196	37,8		x			256	0,0	x				316	22,7				x
197	39,6		x			257	0,0	x				317	19,0				x
198	41,3		x			258	0,0	x				318	16,0				x
199	43,3		x			259	0,0	x				319	14,8			x	
200	45,0					260	0,0	x				320	15,2			x	
201	45,0					261	0,0	x				321	16,9			x	
202	45,0					262	0,0	x				322	19,3			x	
203	45,0			x		263	0,0	x				323	22,0			x	
204	45,0			x		264	0,0	x				324	24,6			x	
205	45,0			x		265	0,0	x				325	26,8			x	
206	45,0			x		266	0,0	x				326	27,9			x	
207	45,0			x		267	0,5		x			327	28,0				x
208	45,0			x		268	2,9		x			328	27,7				x
209	45,0			x		269	8,2		x			329	27,1				x
210	45,0			x		270	13,2		x			330	26,8				x
211	45,0			x		271	17,8		x			331	26,6				x
212	45,0			x		272	21,4		x			332	26,8				x
213	45,0			x		273	24,1		x			333	27,0				x
214	45,0			x		274	26,4		x			334	27,2				x
215	45,0			x		275	28,4		x			335	27,4				x
216	45,0			x		276	29,9		x			336	27,5				x
217	45,0			x		277	30,5			x		337	27,7				x
218	45,0			x		278	30,5			x		338	27,9				x
219	45,0			x		279	30,3			x		339	28,1				x
220	45,0			x		280	30,2			x		340	28,3				x
221	45,0			x		281	30,1			x		341	28,6				x
222	45,0			x		282	30,1			x		342	29,1				x
223	45,0			x		283	30,1			x		343	29,6				x
224	45,0			x		284	30,2			x		344	30,1				x
225	45,0			x		285	30,2			x		345	30,6				x
226	45,0			x		286	30,2			x		346	30,8				x
227	45,0			x		287	30,2			x		347	30,8				x
228	45,0			x		288	30,5			x		348	30,8				x
229	45,0			x		289	31,0			x		349	30,8				x
230	45,0			x		290	31,9			x		350	30,8				x
231	45,0			x		291	32,8			x		351	30,8				x
232	45,0			x		292	33,7			x		352	30,8				x
233	45,0			x		293	34,5			x		353	30,8				x
234	45,0			x		294	35,1			x		354	30,9				x
235	45,0			x		295	35,5			x		355	30,9				x
236	44,4			x		296	35,6			x		356	30,9				x
237	43,5			x		297	35,4			x		357	30,8				x
238	43,2			x		298	35,0			x		358	30,4				x
239	43,3			x		299	34,0			x		359	29,6				x
240	43,7			x		300	32,4			x		360	28,4				x

Tabelle Anl 6-32: WMTTC Phase 3 Teil 1 Klasse 1 für Fahrzeuge der Unterklassen L1e-A und L1e-B ( $v_{\max} \leq 45$  km/h), kalt oder warm, 181 s bis 360 s

3.2.7.

Zeit in s	Rollen- geschwin- digkeit in km/h	Phasenindikatoren			Zeit in s	Rollen- geschwin- digkeit in km/h	Phasenindikatoren			Zeit in s	Rollen- geschwin- digkeit in km/h	Phasenindikatoren			
		s.	B.	DG			V.	s.	B.			DG	V.	s.	B.
361	27,1			x	421	34,0		x		481	0,0	x			
362	26,0			x	422	35,4		x		482	0,0	x			
363	25,4			x	423	36,5		x		483	0,0	x			
364	25,5			x	424	37,5		x		484	0,0	x			
365	26,3			x	425	38,6		x		485	0,0	x			
366	27,3			x	426	39,6		x		486	1,4		x		
367	28,3			x	427	40,7		x		487	4,5		x		
368	29,2			x	428	41,4		x		488	8,8		x		
369	29,5			x	429	41,7			x	489	13,4		x		
370	29,4			x	430	41,4			x	490	17,3		x		
371	28,9			x	431	40,9			x	491	19,2		x		
372	28,1			x	432	40,5			x	492	19,7		x		
373	27,1			x	433	40,2			x	493	19,8		x		
374	26,3			x	434	40,1			x	494	20,7		x		
375	25,7			x	435	40,1			x	495	23,7		x		
376	25,5			x	436	39,8				496	27,9		x		
377	25,6			x	437	38,9			x	497	31,9		x		
378	25,9			x	438	37,4			x	498	35,4		x		
379	26,3			x	439	35,8			x	499	38,2			x	
380	26,9			x	440	34,1			x	500	34,2			x	
381	27,6			x	441	32,5			x	501	30,2			x	
382	28,4			x	442	30,9			x	502	27,1			x	
383	29,3			x	443	29,4			x	503	26,6		x		
384	30,1			x	444	27,9			x	504	28,6		x		
385	30,4			x	445	26,5			x	505	32,8		x		
386	30,2			x	446	25,0			x	506	35,5		x		
387	29,5			x	447	23,4			x	507	38,6			x	
388	28,6			x	448	21,8			x	508	34,6			x	
389	27,9			x	449	20,3			x	509	30,0			x	
390	27,5			x	450	19,3			x	510	23,1			x	
391	27,2			x	451	18,7			x	511	16,7			x	
392	26,9				x	452	18,3			x	512	10,7			x
393	26,4				x	453	17,8			x	513	4,7			x
394	25,7				x	454	17,4			x	514	1,2			x
395	24,9				x	455	16,8			x	515	0,0		x	
396	21,4				x	456	16,3			x	516	0,0		x	
397	15,9			x	457	16,5			x	517	0,0		x		
398	9,9			x	458	17,6			x	518	0,0		x		
399	4,9				x	459	19,2			x	519	3,0		x	
400	2,1				x	460	20,8			x	520	8,2		x	
401	0,9				x	461	22,2			x	521	14,3		x	
402	0,0	x				462	23,0			x	522	19,3		x	
403	0,0	x				463	23,0			x	523	23,5		x	
404	0,0	x				464	22,0			x	524	27,3		x	
405	0,0	x				465	20,1			x	525	30,8		x	
406	0,0	x				466	17,7			x	526	33,7		x	
407	0,0	x				467	15,0			x	527	35,2		x	
408	1,2			x		468	12,1			x	528	35,2			x
409	3,2			x		469	9,1			x	529	32,5			x
410	5,9			x		470	6,2			x	530	27,9			x
411	8,8			x		471	3,6			x	531	23,2			x
412	12,0			x		472	1,8			x	532	18,5			x
413	15,4			x		473	0,8			x	533	13,8			x
414	18,9			x		474	0,0	x			534	9,1			x
415	22,1			x		475	0,0	x			535	4,5			x
416	24,7			x		476	0,0	x			536	2,3			x
417	26,8			x		477	0,0	x			537	0,0		x	
418	28,7			x		478	0,0	x			538	0,0		x	
419	30,6			x		479	0,0	x			539	0,0		x	
420	32,4			x		480	0,0	x			540	0,0		x	

Tabelle Anl 6-33: WMTC Phase 3 Teil 1 Klasse 1 für Fahrzeuge der Unterklassen L1e-A und L1e-B ( $v_{\max} \leq 45$  km/h), kalt oder warm, 361 s bis 540 s

3.2.8.

Zeit in s	Rollen- geschwin- digkeit in km/h	PhasenIndikatoren			
		S.	B.	DB	V.
541	0,0	X			
542	2,8		X		
543	8,1		X		
544	14,3		X		
545	19,2		X		
546	23,5		X		
547	27,2		X		
548	30,5		X		
549	33,1		X		
550	35,7		X		
551	38,3		X		
552	41,0		X		
553	43,6			X	
554	43,7			X	
555	43,8			X	
556	43,9			X	
557	44,0			X	
558	44,1			X	
559	44,2			X	
560	44,3			X	
561	44,4			X	
562	44,5			X	
563	44,6			X	
564	44,9			X	
565	45,0			X	
566	45,0			X	
567	45,0			X	
568	45,0			X	
569	45,0			X	
570	45,0			X	
571	45,0			X	
572	45,0			X	
573	45,0				
574	45,0				
575	45,0				
576	42,3				X
577	39,5				X
578	36,6				X
579	33,7				X
580	30,1				X
581	26,0				X
582	21,8				X
583	17,7				X
584	13,5				X
585	9,4				X
586	5,6				X
587	2,1				X
588	0,0	X			
589	0,0	X			
590	0,0	X			
591	0,0	X			
592	0,0	X			
593	0,0	X			
594	0,0	X			
595	0,0	X			
596	0,0	X			
597	0,0	X			
598	0,0	X			
599	0,0	X			
600	0,0	X			

Tabelle Anl 6-34: WMTC Phase 3 Teil 1 Klasse 1 für Fahrzeuge der Unterklassen L1e-A und L1e-B ( $v_{\max} \leq 45$  km/h), kalt oder warm, 541 s bis 600 s

## Anlage 7

### Prüfungen von Fahrzeugen der Klasse L mit einem Rad oder einem Doppelrad an der Antriebsachse auf der Straße für die Bestimmung der Einstellungen des Prüfstands

#### **1. Anforderungen an den Fahrer**

- 1.1. Der Fahrer muss eine gut sitzende (einteilige) Kombination oder ähnliche Kleidung sowie einen Schutzhelm, einen Augenschutz, Stiefel und Handschuhe tragen.
- 1.2. Der Fahrer muss, gekleidet und ausgerüstet wie unter Nummer 1.1 beschrieben, eine Masse von  $75 \text{ kg} \pm 5 \text{ kg}$  haben und  $1,75 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$  groß sein.
- 1.3. Der Fahrer muss auf dem vorgesehenen Sitz sitzen, die Füße auf den Fußrasten und die Arme normal gestreckt halten. Der Fahrer muss in seiner Sitzposition in der Lage sein, das Fahrzeug während der Prüfung stets unter voller Kontrolle zu behalten.

#### **2. Anforderungen an die Strecke und die Umgebungsbedingungen**

- 2.1. Die Prüfstrecke muss flach, eben, gerade und mit einem glatten Belag versehen sein. Die Straßenoberfläche muss trocken sein und darf keine Hindernisse oder Windschutzwände aufweisen, die die Messung des Fahrwiderstands beeinträchtigen könnten. Die Oberfläche darf zwischen zwei beliebigen mindestens 2 m auseinander liegenden Punkten kein Gefälle von mehr als 0,5 % aufweisen.
- 2.2. Während der Datenerfassungsphasen müssen konstante Windbedingungen herrschen. Windgeschwindigkeit und Windrichtung sind fortlaufend oder mit ausreichender Häufigkeit an einer Stelle zu messen, an der die Windkraft während des Ausrollens repräsentativ ist.
- 2.3. Die Umgebungsbedingungen müssen sich innerhalb folgender Grenzwerte bewegen:
  - maximale Windgeschwindigkeit 3 m/s
  - maximale Windgeschwindigkeit bei Böen: 5 m/s
  - durchschnittliche Windgeschwindigkeit in Fahrtrichtung: 3 m/s
  - durchschnittliche Seitenwindgeschwindigkeit: 2 m/s
  - höchste relative Feuchtigkeit: 95 %



- Lufttemperatur: 278,2 K bis 308,2 K

2.4. Die Standardumgebungsbedingungen sind folgende:

- Druck,  $P_0$ : 100 kPa

- Temperatur,  $T_0$ : 293,2 K

- relative Luftdichte,  $d_0$ : 0,9197

- volumetrische Luftmasse,  $\rho_0$ : 1,189 kg/m<sup>3</sup>

2.5. Die relative Luftdichte darf, berechnet nach der Formel Ap 7-1, während der Prüfung des Fahrzeugs höchstens um 7,5 % von der Luftdichte unter den Standardbedingungen abweichen.

2.6. Die relative Luftdichte  $d_T$  ist nach folgender Formel zu berechnen:

Gleichung Anl 7-1:

$$d_T = d_0 \cdot \frac{p_T}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_T}$$

Dabei gilt:

$d_0$  ist der Bezugswert der relativen Luftdichte unter Bezugsbedingungen (1,189 kg/m<sup>3</sup>);

$p_T$  ist der mittlere Umgebungsdruck während der Prüfung in kPa;

$P_0$  ist der Bezugs-Umgebungsdruck (101,3 kPa);

$T_T$  ist die mittlere Umgebungstemperatur während der Prüfung in K;

$T_0$  ist die Bezugs-Umgebungstemperatur (293,2 K).

### 3. Zustand des Prüffahrzeugs

3.1. Das Prüffahrzeug muss die Bedingungen nach Anhang 8 Nummer 1 erfüllen.

3.2. Bei der Anbringung der Messinstrumente am Prüffahrzeug ist darauf zu achten, dass die Verteilung der Last auf die Räder möglichst wenig beeinflusst wird. Wird der Geschwindigkeitssensor außerhalb des Fahrzeugs angebracht, ist darauf zu achten, den zusätzlichen Luftwiderstand möglichst gering zu halten.

### 3.3. Kontrollen

Die folgenden Kontrollen müssen entsprechend den Angaben des Herstellers für die vorgesehene Verwendung durchgeführt werden: Räder, Felgen, Reifen (Marke, Typ, Druck), Geometrie der Vorderachse, Einstellung der Bremsen (Beseitigung von Reibungswiderständen), Schmierung der Vorder- und der Hinterachse, Einstellung von Radaufhängung und Bodenfreiheit des Fahrzeugs usw. Es muss sichergestellt sein, dass während des Fahrens im Freilauf keine elektrische Bremsung erfolgt.

## 4. Angegebene Ausrollgeschwindigkeiten

- 4.1. Die Ausrollzeiten sind zwischen  $v_1$  und  $v_2$  gemäß den Angaben in Tabelle Anl 7-1 in Abhängigkeit von der Fahrzeugkategorie gemäß der Definition in Anhang II Nummer 4.3 zu messen.

## 4.2

Bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit (km/h)	Angegebener Zielwert der Fahrzeuggeschwindigkeit $v_j$ in (km/h)	$v_1$ in (km/h)	$v_2$ in (km/h)
<b>≤25 km/h</b>			
	20	25	15
	15	20	10
	10	15	5
<b>≤ 45 km/h</b>			
	40	45	35
	30	35	25
	20	25	15
<b>45 &lt; bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit ≤ 130 km/h und &gt; 130 km/h</b>			
	120	130*/	110
	100	110*/	90
	80	90*/	70
	60	70	50
	40	45	35
	20	25	15

Tabelle Anl 7-1: Anfangs- und Endgeschwindigkeit bei der Messung der Ausrollzeit

- 4.3. Wird der Fahrwiderstand gemäß Nummer 5.2.2.3.2 überprüft, kann die Prüfung bei  $v_j \pm 5$  km/h durchgeführt werden, falls die Genauigkeit der Ausrollzeit gemäß Anhang II Nummer 4.5.7 gewährleistet ist.

## 5. Messung der Ausrollzeit

- 5.1. Nach einer Warmlaufphase ist das Fahrzeug auf die Ausrollstartgeschwindigkeit zu beschleunigen, bei der mit der Messung der Ausrollzeit begonnen wird.

- 5.2. Da das Schalten des Getriebes in die Neutralstellung aufgrund der Bauart des Fahrzeugs gefährlich und schwierig sein kann, kann das Ausrollen auch allein mit ausgerückter Kupplung durchgeführt werden. Fahrzeuge, bei denen keine Möglichkeit besteht, die Übertragung der Motorkraft vor dem Ausrollen zu unterbrechen, können bis zum Erreichen der Anfangsgeschwindigkeit geschleppt werden. Wird die Ausrollprüfung auf dem Rollenprüfstand reproduziert, müssen Kraftübertragung und Kupplung sich in demselben Zustand wie bei der Prüfung auf der Straße befinden.
- 5.3. Die Lenkanlage des Fahrzeugs darf so wenig wie möglich bewegt werden, und die Bremsen dürfen bis zum Ende der Ausrollmessungszeit nicht betätigt werden.
- 5.4. Als erste Ausrollzeit  $\Delta t_{ai}$  bei der angegebenen Geschwindigkeit  $v_j$  ist als die Zeit zu messen, die das Fahrzeug für die Verzögerung von  $v_j + \Delta v$  auf  $v_j - \Delta v$  benötigt.
- 5.5. Das unter den Nummern 5.1 bis 5.4 beschriebene Verfahren ist für die Messung der Ausrollzeit  $\Delta t_{bi}$  in Gegenrichtung zu wiederholen.
- 5.6. Der Durchschnitt  $\Delta t_j$  der zwei Ausrollzeiten  $\Delta t_{ai}$  und  $\Delta t_{bi}$  ist nach der folgenden Gleichung zu berechnen:

Gleichung Anl 7-2:

$$\Delta t_i = \frac{\Delta t_{ai} + \Delta t_{bi}}{2}$$

- 5.7. Es sind mindestens vier Prüfungen durchzuführen, und die durchschnittliche Ausrollzeit  $\Delta T_j$  ist nach der folgenden Gleichung zu berechnen:

Gleichung Anl 7-3:

$$\Delta t_j = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \Delta t_i$$

- 5.8. Die Prüfungen sind so lange durchzuführen, bis die statistische Genauigkeit  $P$  größer oder gleich 3 % ( $P \leq 3 \%$ ) ist.

Die statistische Genauigkeit  $P$  ist (als Prozentsatz) nach der folgenden Gleichung zu berechnen:

Gleichung Anl 7-4

$$P = \frac{t \cdot s}{\sqrt{n}} \cdot \frac{100}{\Delta t_j}$$

Dabei gilt:

t ist der in Tabelle Anl 7-2 angegebene Koeffizient;

s ist die Standardabweichung gemäß der folgenden Formel:

Gleichung Anl 7-5

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta t_i - \Delta t_j)^2}{n-1}}$$

Dabei gilt:

n ist die Zahl der Prüfungen.

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

Tabelle Anl 7-2: Koeffizienten für die statistische Genauigkeit

- 5.9. Bei Wiederholung der Prüfung ist darauf zu achten, dass dieselben Warmlaufbedingungen vor dem Ausrollen eingehalten und dieselbe Ausrollstartgeschwindigkeit verwendet wird.
- 5.10. Die Messung der Ausrollzeit für mehrere angegebene Geschwindigkeiten kann in einem kontinuierlichen Ausrollvorgang vorgenommen werden. In diesem Fall ist das Ausrollen nach demselben Warmlaufverfahren und mit derselben Ausrollstartgeschwindigkeit zu wiederholen.
- 5.11. Die Ausrollzeit ist aufzuzeichnen. Die Verordnung für administrative Anforderungen enthält ein Muster-Aufzeichnungsformular

## 6. Datenaufbereitung

### 6.1. Berechnung des Fahrwiderstands

- 6.1.1. Der Fahrwiderstand  $F_j$  wird in Newton bei der angegebenen Geschwindigkeit  $v_j$  mithilfe der folgenden Gleichung berechnet:

Gleichung Anl 7-6

$$F_j = \frac{1}{3.6} \cdot m_{ref} \cdot \frac{2 \cdot \Delta v}{\Delta t}$$

Dabei gilt:

$m_{ref}$  = Bezugsmasse (kg)

$\Delta v$  = Abweichung der Fahrzeuggeschwindigkeit (km/h)

$\Delta t$  = berechnete Differenz bei der Ausrollzeit (s)

- 6.1.2. Der Fahrwiderstand  $F_j$  ist gemäß Nummer 6.2 zu berichtigen.

### 6.2. Anpassung der Fahrwiderstandskurve

Der Fahrwiderstand  $F$  ist wie folgt zu berechnen:

- 6.2.1. Die folgende Gleichung wird zur Bestimmung der Koeffizienten  $f_0$  und  $f_2$  durch lineare Regression an den Datensatz von  $F_j$  und  $v_j$  angepasst,

Gleichung Anl 7-7

$$F = f_0 + f_2 \times v^2$$

- 6.2.2. Die so bestimmten Koeffizienten  $f_0$  und  $f_2$  werden mit folgenden Gleichungen für die Standardumgebungsbedingungen berichtigt:

Gleichung Anl 7-8

$$f^*_0 = f_0 [1 + K_0 (T_r - T_0)]$$

Gleichung Anl 7-9

$$f^*_2 = f_2 \times \frac{T_r}{T_0} \times \frac{p_0}{p_r}$$

wobei:

$K_0$  anhand der empirischen Daten für das jeweilige Fahrzeug und anhand von Reifenprüfungen bestimmt oder, falls diese Informationen nicht verfügbar sind, wie folgt angenommen werden sollte:  $K_0 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ .

- 6.3. Zielfahrwiderstand  $F^*$  für die Einstellung des Rollenprüfstands

Der Zielfahrwiderstand  $F^*(v_0)$  auf dem Rollenprüfstand bei der Bezugsgeschwindigkeit  $v_0$  in Newton wird mithilfe der folgenden Gleichung bestimmt:

$$\text{Gleichung Anl 7-10 } F^*(v_0) = f^*_0 + f^*_2 \times v_0^2$$

**Anlage 8**  
**Prüfungen von Fahrzeugen der Klasse L mit mindestens zwei Rädern an den Antriebsachsen auf der Straße für die Bestimmung der Einstellungen des Prüfstands**

**1 Vorbereitung des Fahrzeugs**

1.1. Einfahren

Das Prüffahrzeug muss sich im normalen Fahr- und Einstellungszustand befinden und mindestens 300 km eingefahren sein. Die Reifen müssen gleichzeitig mit dem Fahrzeug eingefahren worden sein oder eine Profiltiefe von 90 % bis 50 % der ursprünglichen Profiltiefe aufweisen.

1.2. Kontrollen

Die folgenden Kontrollen müssen entsprechend den Angaben des Herstellers für die vorgesehene Verwendung durchgeführt werden: Räder, Felgen, Reifen (Marke, Typ, Druck), Geometrie der Vorderachse, Einstellung der Bremsen (Beseitigung von Reibungswiderständen), Schmierung der Vorder- und der Hinterachse, Einstellung von Radaufhängung und Bodenfreiheit des Fahrzeugs usw. Es muss sichergestellt sein, dass während des Fahrens im Freilauf keine elektrische Bremsung erfolgt.

1.3. Vorbereitung für die Prüfung

1.3.1. Das Prüffahrzeug ist bis zu seiner Prüfmasse einschließlich des Fahrers und der Messgeräte zu beladen, wobei für eine gleichmäßige Verteilung auf die Ladebereiche zu sorgen ist.

1.3.2. Die Fenster des Fahrzeugs sind zu schließen. Abdeckungen für Klimaanlage, Scheinwerfer usw. sind zu schließen.

1.3.3. Das Prüffahrzeug muss sauber, ordnungsgemäß gewartet und genutzt sein.

1.3.4. Unmittelbar vor der Prüfung muss das Fahrzeug in geeigneter Weise auf normale Betriebstemperatur gebracht werden.

1.3.5. Bei der Anbringung der Messinstrumente am Prüffahrzeug ist darauf zu achten, dass die Verteilung der Last auf die Räder möglichst wenig beeinflusst wird. Wird der Geschwindigkeitssensor außerhalb des Fahrzeugs angebracht, ist darauf zu achten, den zusätzlichen Luftwiderstand möglichst gering zu halten.

**2. Vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit  $v$**

Die vorgegebene Geschwindigkeit wird benötigt, um den Fahrwiderstand bei Bezugsgeschwindigkeit anhand der Fahrwiderstandskurve zu bestimmen. Damit



der Fahrwiderstand als Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit, die ungefähr der Bezugsgeschwindigkeit  $v_0$  entspricht, bestimmt werden kann, werden die Fahrwiderstände bei der vorgegebenen Geschwindigkeit  $v$  gemessen. Es sind mindestens vier oder fünf Punkte zu messen, die die vorgegebenen Geschwindigkeiten zusammen mit den Bezugsgeschwindigkeiten anzeigen. Die Kalibrierung des Lastanzeigers gemäß Anlage 3 Nummer 2.2 ist bei der anzuwendenden Bezugsgeschwindigkeit ( $v_j$ ) nach Tabelle Anl 8-1 vorzunehmen.

Höchstgeschwindigkeits- klasse	Vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit (km/h)					
	>130	120**	100	80*	60	40
130 - 100	90	80*	60	40	20	-
100 - 70	60	50*	40	30	20	-
70-45	50**	40*	30	20	-	-
45-25		40	30*	20		
≤ 25 km/h				20	15*	10
* Anzuwendende Bezugsgeschwindigkeit $v_j$ .						
** Wenn das Fahrzeug diese Geschwindigkeit erreicht.						

Tabelle Anl 8-1: Vorgegebene Geschwindigkeiten für die Prüfung der Ausrollzeit und vorgeschriebene Bezugsgeschwindigkeit  $v_j$  in Abhängigkeit von der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit ( $v_{max}$ ) des Fahrzeugs

### 3. Energieänderung beim Ausrollversuch

#### 3.1. Bestimmung des Gesamtfahrwiderstands

##### 3.1.1. Messgeräte und Messgenauigkeit

Der Messfehler muss in Bezug auf die Zeit unter 0,1 Sekunden und in Bezug auf die Geschwindigkeit unter  $\pm 0,5$  km/h liegen. Das Fahrzeug und der Rollenprüfstand sind auf die stabilisierte Betriebstemperatur zu bringen, um eine Annäherung an die Bedingungen bei der Prüfung auf der Fahrbahn zu erreichen.

##### 3.1.2. Prüfverfahren

3.1.2.1. Das Fahrzeug ist auf eine Geschwindigkeit zu beschleunigen, die 5 km/h höher als die Geschwindigkeit ist, bei der die Prüfmessung beginnt.

3.1.2.2. Das Getriebe ist in die Neutralstellung zu bringen, oder die Stromzufuhr ist zu unterbrechen.

3.1.2.3. Es ist die Zeit  $t_1$  zu messen, die das Fahrzeug für die Verzögerung von

$v_2 = v + \Delta v$  (km/h) auf  $v_1 = v - \Delta v$  (km/h)

benötigt,

wobei:

$\Delta V < 5$  km/h bei Fahrzeug-Nenngeschwindigkeit  $< 50$  km/h

$\Delta v < 10$  km/h bei Fahrzeug-Nenngeschwindigkeit  $> 50$  km/h

- 3.1.2.4. Dieselbe Prüfung ist in Gegenrichtung durchzuführen, wobei die Zeit  $t_2$  zu messen ist.
- 3.1.2.5. Der Durchschnittswert  $t_i$  der beiden Zeiten  $t_1$  und  $t_2$  ist zu bestimmen.
- 3.1.2.6. Diese Prüfungen sind bis zur statistischen Genauigkeit ( $p$ ) des Mittelwerts zu wiederholen:

Gleichung Anl 8-1:

$$\Delta t_j = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \Delta t_i$$

Die statistische Genauigkeit ( $p$ ) ist wie folgt definiert:

Gleichung Anl 8-2:

$$p = \frac{t \cdot s}{\sqrt{n}} \cdot \frac{100}{t} \text{ beträgt höchstens } 4 \% (p \leq 4 \%).$$

Dabei gilt:

$t$  ist der in Tabelle Anl 8-2 angegebene Koeffizient;

$s$  ist die Standardabweichung.

Gleichung Anl 8-3:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta t_i - \Delta t_j)^2}{n-1}}$$

$n$  ist die Anzahl der Prüfungen

<b>n</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>t</b>	3,2	2,8	2,6	2,5	2,4	2,3	2,3

$t/\sqrt{n}$	1,6	1,25	1,06	0,94	0,85	0,77	0,73
--------------	-----	------	------	------	------	------	------

Tabelle Anl 8-2: Faktoren  $t$  und  $t/\sqrt{n}$  abhängig von der Anzahl der durchgeführten Ausrollprüfungen

### 3.1.2.7. Berechnung des Fahrwiderstands

Der Fahrwiderstand  $F$  bei den vorgegebenen Geschwindigkeiten  $V$  wird wie folgt berechnet:

Gleichung Anl 8-4:

$$F = \frac{1}{3,6} \cdot m_{ref} \cdot \frac{2 \cdot \Delta v}{\Delta t}$$

Dabei gilt:

$m_{ref}$  = Bezugsmasse (kg)

$\Delta v$  = Abweichung bei der Fahrzeuggeschwindigkeit (km/h)

$\Delta t$  = berechnete Differenz bei der Ausrollzeit (s);

### 3.1.2.8. Der auf der Fahrbahn ermittelte Fahrwiderstand ist unter Berücksichtigung der Bezugsumgebungsbedingungen wie folgt zu korrigieren:

Gleichung Anl 8-5:

$$F_{corrected} = k \cdot F_{measured}$$

Gleichung Anl 8-6:

$$k = \frac{R_R}{R_T} \cdot [1 + K_R \cdot (t - t_0)] + \frac{R_{AERO} \cdot d_0}{R_T \cdot d_t}$$

wobei:

$R_R$  ist der Rollwiderstand bei der Geschwindigkeit  $v$  (N);

$R_{AERO}$  ist der Luftwiderstand bei der Geschwindigkeit  $v$  (N);

$R_T$  ist der Gesamtfahrwiderstand =  $R_R + R_{AERO}$  (N);

$K_R$  ist der Temperaturkorrekturfaktor für den Rollwiderstand, der angenommen wird als:  $3,6 \cdot 10^{-3}/K$ ;

t ist die Umgebungstemperatur bei der Prüfung auf der Straße in K;

t<sub>0</sub> ist die Bezugs-Umgebungstemperatur (293,2 K).

d<sub>t</sub> ist die Luftdichte bei Prüfbedingungen (kg/m<sup>3</sup>);

d<sub>0</sub> ist die Luftdichte bei den Bezugsbedingungen (293,2 K, 101,3 kPa) = 1,189 kg/m<sup>3</sup>.

Zum Verhältnis  $R_R/R_T$  und dem Verhältnis  $R_{AERO}/R_T$  muss der Fahrzeughersteller dem technischen Dienst zufriedenstellende Angaben auf der Grundlage der dem Unternehmen normalerweise zur Verfügung stehenden Daten liefern. Sind diese Werte nicht verfügbar oder werden sie vom technischen Dienst oder der Genehmigungsbehörde nicht akzeptiert, können für das Verhältnis von Rollwiderstand zu Gesamtwiderstand die Werte entsprechend der nachstehenden Formel verwendet werden:

Gleichung Anl 8-7:

$$\frac{R_R}{R_T} = a \cdot m_{HP} + b$$

Dabei gilt:

$m_{HP}$  ist die Prüfmasse; für jeden Geschwindigkeitswert gelten die Koeffizienten a und b gemäß der nachfolgenden Tabelle:

v (km/h)	a	b
20	$7,24 \cdot 10^{-5}$	0,82
40	$1,59 \cdot 10^{-4}$	0,54
60	$1,96 \cdot 10^{-4}$	0,33
80	$1,85 \cdot 10^{-4}$	0,23
100	$1,63 \cdot 10^{-4}$	0,18
120	$1,57 \cdot 10^{-4}$	0,14

Tabelle Anl 8-3: Koeffizienten a und b zur Berechnung der Rollwiderstandsquote

### 3.2. Einstellung des Rollenprüfstands

Mit diesem Verfahren soll der Gesamtfahrwiderstand bei einer vorgegebenen Geschwindigkeit auf dem Rollenprüfstand simuliert werden.

### 3.2.1. Messgeräte und Messgenauigkeit

Die Messgeräte müssen den auf der Prüfstrecke verwendeten ähneln und die Bestimmungen von Anhang II Nummer 4.5.7 sowie Nummer 1.3.5 dieser Anlage erfüllen.

### 3.2.2. Prüfverfahren

3.2.2.1. Das Fahrzeug wird auf den Rollenprüfstand gebracht.

3.2.2.2. Der Reifendruck (kalt) der Antriebsräder ist auf den für den Rollenprüfstand erforderlichen Wert zu bringen.

3.2.2.3. Die äquivalente Schwungmasse des Rollenprüfstands ist anhand der Tabelle Anl 8-4 einzustellen.

#### 3.2.2.3.1.

<b>Bezugsmasse (<math>m_{ref}</math>) (kg)</b>	<b>Äquivalente Schwungmasse (<math>m_i</math>) (kg)</b>
$m_{ref} \leq 105$	100
$105 < m_{ref} \leq 115$	110
$115 < m_{ref} \leq 125$	120
$125 < m_{ref} \leq 135$	130
$135 < m_{ref} \leq 150$	140
$150 < m_{ref} \leq 165$	150
$165 < m_{ref} \leq 185$	170
$185 < m_{ref} \leq 205$	190
$205 < m_{ref} \leq 225$	210
$225 < m_{ref} \leq 245$	230
$245 < m_{ref} \leq 270$	260
$270 < m_{ref} \leq 300$	280
$300 < m_{ref} \leq 330$	310
$330 < m_{ref} \leq 360$	340

$360 < m_{\text{ref}} \leq 395$	380
$395 < m_{\text{ref}} \leq 435$	410
$435 < m_{\text{ref}} \leq 480$	450
$480 < m_{\text{ref}} \leq 540$	510
$540 < m_{\text{ref}} \leq 600$	570
$600 < m_{\text{ref}} \leq 650$	620
$650 < m_{\text{ref}} \leq 710$	680
$710 < m_{\text{ref}} \leq 770$	740
$770 < m_{\text{ref}} \leq 820$	800
$820 < m_{\text{ref}} \leq 880$	850
$880 < m_{\text{ref}} \leq 940$	910
$940 < m_{\text{ref}} \leq 990$	960
$990 < m_{\text{ref}} \leq 1050$	1020
$1050 < m_{\text{ref}} \leq 1110$	1080
$1110 < m_{\text{ref}} \leq 1160$	1130
$1160 < m_{\text{ref}} \leq 1220$	1190
$1220 < m_{\text{ref}} \leq 1280$	1250
$1280 < m_{\text{ref}} \leq 1330$	1300
$1330 < m_{\text{ref}} \leq 1390$	1360
$1390 < m_{\text{ref}} \leq 1450$	1420
$1450 < m_{\text{ref}} \leq 1500$	1470
$1500 < m_{\text{ref}} \leq 1560$	1530
$1560 < m_{\text{ref}} \leq 1620$	1590
$1620 < m_{\text{ref}} \leq 1670$	1640
$1670 < m_{\text{ref}} \leq 1730$	1700
$1730 < m_{\text{ref}} \leq 1790$	1760

1790 < m <sub>ref</sub> ≤ 1870	1810
1870 < m <sub>ref</sub> ≤ 1980	1930
1980 < m <sub>ref</sub> ≤ 2100	2040
2100 < m <sub>ref</sub> ≤ 2210	2150
2210 < m <sub>ref</sub> ≤ 2320	2270
2320 < m <sub>ref</sub> ≤ 2440	2380
2440 < RM	2490

Tabelle Anl 8-4: Bestimmung der äquivalenten Schwungmasse für ein Fahrzeug der Klasse L mit mindestens zwei Rädern an den Antriebsachsen.

- 3.2.2.4. Das Fahrzeug und der Rollenprüfstand sind auf die stabilisierte Betriebstemperatur zu bringen, um eine Annäherung an die Bedingungen bei der Prüfung auf der Fahrbahn zu erreichen.
- 3.2.2.5. Die Tätigkeiten unter Nummer 3.1.2 mit Ausnahme der Operationen unter Nummer 3.1.2.4 und 3.1.2.5 sind durchzuführen.
- 3.2.2.6. Die Bremse ist unter Berücksichtigung der Bezugsmasse so einzustellen, dass der korrigierte Fahrwiderstand (siehe Nummer 3.1.2.8) reproduziert wird. Dies kann durch die Berechnung der mittleren korrigierten Ausrollzeit von  $v_1$  auf  $v_2$  und das Reproduzieren derselben Zeit auf dem Rollenprüfstand mit Hilfe der nachstehenden Formel erfolgen:

Gleichung Anl 8-8:

$$t_{corrected} = m_{ref} \cdot \frac{2 \cdot \Delta v}{F_{corrected}} \cdot \frac{1}{3.6}$$

- 3.2.2.7. Die vom Prüfstand aufzunehmende Leistung  $P_a$  ist zu bestimmen, damit derselbe Gesamtfahrwiderstand für dasselbe Fahrzeug an verschiedenen Tagen oder auf verschiedenen Rollenprüfständen desselben Typs reproduziert werden kann.

## Anlage 9

### Erläuterung zum Gangwechselverfahren für eine Prüfung Typ I

#### **0. Einleitung**

Diese Erläuterung liefert Erklärungen zu Bestimmungen und Sachverhalten, die in der vorliegenden Verordnung einschließlich ihrer Anhänge und Anlagen getroffen bzw. dargelegt werden, sowie zu damit zusammenhängen Fragen im Hinblick auf den Gangwechsel.

#### **1. Ansatz**

- 1.1. Das Gangwechselverfahren wurde auf der Grundlage einer Analyse der Schaltpunkte in den im Betrieb gewonnenen Daten entwickelt. Für eine allgemeine Formulierung der Korrelationen zwischen den technischen Spezifikationen zu den Fahrzeugen und den Schaltdrehzahlen, wurden die Drehzahlen auf den nutzbaren Bereich zwischen Nenn- und Leerlaufdrehzahl normiert.
- 1.2. In einem zweiten Schritt wurden sowohl die Fahrzeug-Endgeschwindigkeit als auch die normierte Drehzahl, bei denen herauf- oder herunterzuschalten ist, ermittelt und in einer separaten Tabelle aufgezeichnet. Für jeden Gang jedes Fahrzeugs wurden die Durchschnittswerte dieser Geschwindigkeiten und Drehzahlen berechnet und in Beziehung zu den technischen Spezifikationen des Fahrzeugs gesetzt.
- 1.3. Das Ergebnis dieser Analysen und Berechnungen kann folgendermaßen zusammengefasst werden:
  - a) Das Schaltverhalten hängt eher von der Drehzahl als von der Fahrzeuggeschwindigkeit ab;
  - b) die beste Korrelation zwischen Schaltdrehzahlen und technischen Daten wurde zwischen den normierten Drehzahlen und dem Verhältnis Leistung zu Masse (maximale Nenndauerleistung/(Masse in fahrbereitem Zustand + 75 kg)) festgestellt;
  - c) die verbleibenden Schwankungen sind nicht durch sonstige technische Daten oder durch unterschiedliche Übersetzungen des Kraftübertragungsstrangs zu erklären. Sie gehen höchstwahrscheinlich auf Unterschiede bei den Verkehrsbedingungen und beim individuellen Fahrverhalten zurück;
  - d) es wurde festgestellt, dass Exponentialfunktionen die beste Annäherung zwischen Schaltdrehzahlen und dem Verhältnis Leistung zu Masse ermöglichen;
  - e) die mathematische Funktion für den Gangwechsel ist für den ersten Gang erheblich flacher als für die übrigen Gänge;
  - f) die Schaltdrehzahl für alle übrigen Gänge kann mit einer gemeinsamen mathematischen Funktion näherungsweise bestimmt werden;



- g) es wurden keine Unterschiede zwischen Fünf- und Sechsganggetrieben festgestellt;
- h) für ein und denselben Fahrzeugtyp unterscheidet sich das Schaltverhalten in Japan erheblich von dem in der Europäischen Union (EU) und in den Vereinigten Staaten von Amerika (USA).

1.4. Um einen ausgewogenen Kompromiss zwischen den drei Regionen zu finden, wurde eine neue Annäherungsfunktion für die normierten Hochschaltdrehzahlen in Abhängigkeit vom Verhältnis Leistung zu Masse als gewichteter Durchschnitt der Kurven EU/USA (Gewichtung 2/3) und Japan (Gewichtung 1/3) berechnet, woraus sich die folgenden Gleichungen für die normierten Hochschaltdrehzahlen ergaben:

Gleichung Anl 9-1: Normierte Hochschaltdrehzahl im 1. Gang (Gang 1)

$$n_{\max\_acc}(1) = (0.5753 \times e^{(-1.9 \times \frac{P_n}{m_k + 75})} - 0.1) \times (s - n_{idle}) + n_{idle}$$

Gleichung Anl 9-2: Normierte Hochschaltgeschwindigkeit in den Gängen > 1

$$n_{\max\_acc}(i) = (0.5753 \times e^{(-1.9 \times \frac{P_n}{m_k + 75})}) \times (s - n_{idle}) + n_{idle}$$

## 2. Berechnungsbeispiel

2.1. Abbildung Anl 9-1 zeigt ein Beispiel für die Nutzung der Gangschaltung bei einem kleinen Fahrzeug:

- a) Die fettgedruckten Linien zeigen die Verwendung der Gänge in den Beschleunigungsphasen an;
  - b) die gepunkteten Linien zeigen die Herunterschaltunkte in den Verzögerungsphasen an;
  - c) in den Dauergeschwindigkeitsphasen kann der gesamte Bereich zwischen der Herunter- und der Hochschaltdrehzahl genutzt werden.
-

2.2

Steigert sich während der Dauergeschwindigkeitsphasen die Fahrzeuggeschwindigkeit nach und nach, können die Hochschaltgeschwindigkeiten ( $v_{1 \rightarrow 2}$ ,  $v_{2 \rightarrow 3}$  und  $v_{i \rightarrow i+1}$ ) in km/h nach folgenden Gleichungen berechnet werden:

Gleichung Anl 9-3:

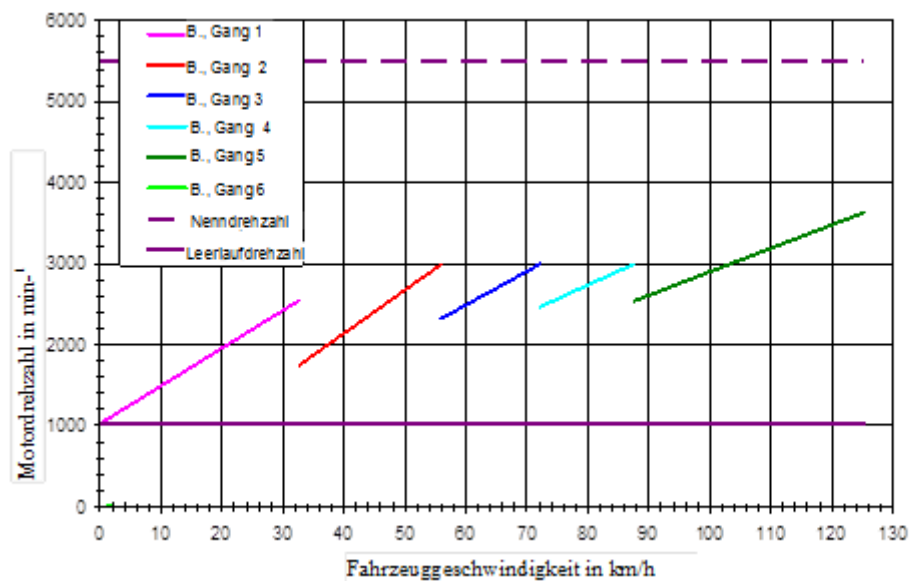
$$v_{1 \rightarrow 2} = \left[ 0.03 \times (s - n_{idle}) + n_{idle} \right] \times \frac{1}{ndv_2}$$

Gleichung Anl 9-4:

$$v_{2 \rightarrow 3} = \left[ \left( 0.5753 \times e^{\left( -1.9 \times \frac{P_n}{m_k + 75} \right)} - 0.1 \right) \times (s - n_{idle}) + n_{idle} \right] \times \frac{1}{ndv_1}$$

Gleichung Anl 9-5:

$$v_{i \rightarrow i+1} = \left[ \left( 0.5753 \times e^{\left( -1.9 \times \frac{P_n}{m_k + 75} \right)} \right) \times (s - n_{idle}) + n_{idle} \right] \times \frac{1}{ndv_{i-1}}, \quad i = 3 \text{ to } ng$$



Verwendung der Gänge in den Beschleunigungsphasen

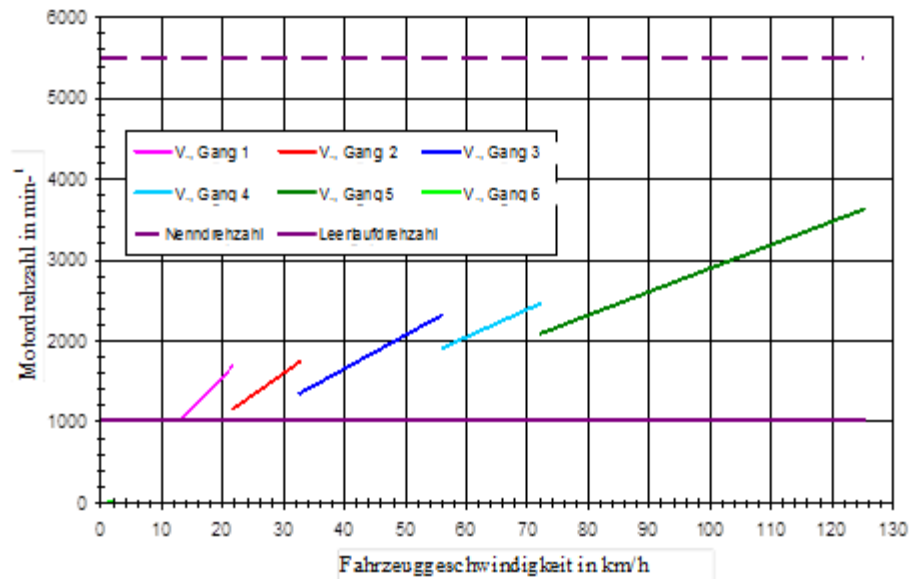


Abbildung Anl 9-1: Beispiel für eine Schaltkizze — Verwendung der Gänge in den Verzögerungsphasen und den Dauergeschwindigkeitsphasen

Um dem technischen Dienst mehr Flexibilität einzuräumen und die Fahrbarkeit des Fahrzeugs zu sichern, sollten die Gangwechsel-Regressionsfunktionen als Untergrenzen angesehen werden. Höhere Drehzahlen sind in allen Zyklusphasen zulässig.

3. Phasenindikatoren

3.1 Um bei der Anwendung der Gangwechselgleichungen unterschiedliche Auslegungen zu vermeiden und somit die Vergleichbarkeit der Prüfung zu erhöhen, werden den Geschwindigkeitsmustern der Zyklen feste Phasenindikatoren zugeordnet. Die Angabe der Phasenindikatoren beruht auf der Definition des Japanischen Automobilforschungsinstituts (*Japan Automobile Research Institute, JARI*) der vier Fahrbetriebsarten der folgenden Tabelle:

4 Betriebsarten	Begriffsbestimmung
<b>Leerlauf</b>	Fahrzeuggeschwindigkeit < 5 km/h und -0,5 km/h/s (-0,139 m/s <sup>2</sup> ) < Beschleunigung < 0,5 km/h/s (0,139 m/s <sup>2</sup> )
<b>Beschleunigung</b>	Beschleunigung > 0,5 km/h/s (0,139 m/s <sup>2</sup> )
<b>Verzögerung</b>	Beschleunigung < - 0,5 km/h/s (- 0,139 m/s <sup>2</sup> )
<b>Dauergeschwindigkeitsbetrieb</b>	Fahrzeuggeschwindigkeit ≥ 5 km/h und -0,5 km/h/s (-0,139 m/s <sup>2</sup> ) < Beschleunigung < 0,5 km/h/s (0,139 m/s <sup>2</sup> )

Tabelle Anl 9-1: Definition der Fahrbetriebsarten

- 3.2. Die Indikatoren wurden anschließend modifiziert, um häufige Änderungen in relativ homogenen Zyklusteilen zu vermeiden und somit die Fahrbarkeit zu verbessern. Abbildung Anl 9-2 zeigt ein Beispiel aus Zyklusteil 1

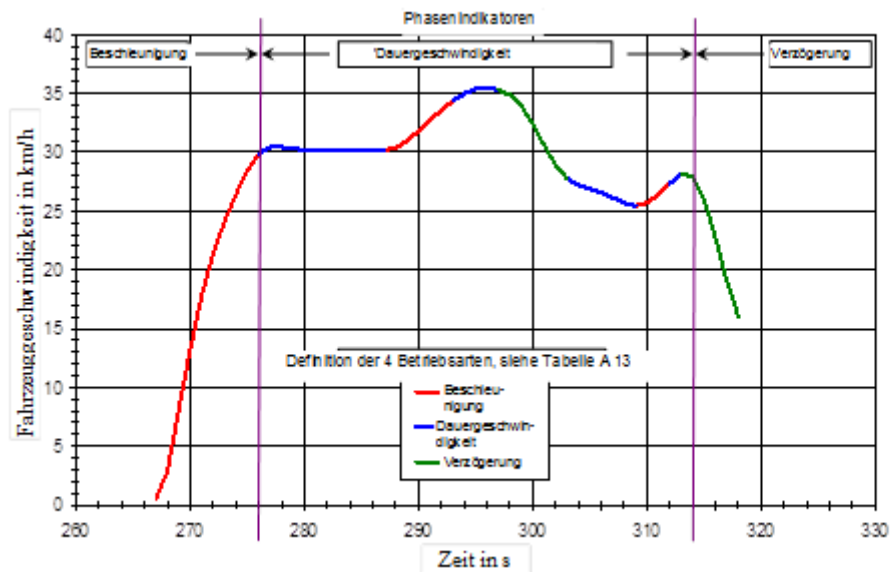


Abbildung Anl 9-2: Beispiel für modifizierte Phasenindikatoren

#### 4. Berechnungsbeispiel

- 4.1. Tabelle Anl 9-2 enthält ein Beispiel für die Eingangsdaten, die für die Berechnung der Schaltdrehzahlen erforderlich sind. Die Hochschaltdrehzahlen für den ersten Gang und die höheren Gänge in den Beschleunigungsphasen werden nach den Gleichungen 9-1 und 9-2 berechnet. Die Entnormierung der Drehzahlen kann nach der Gleichung  $n = n_{\text{norm}} \times (s - n_{\text{idle}}) + n_{\text{idle}}$  erfolgen.
- 4.2. Die Herunterschaltdrehzahlen für die Verzögerungsphasen können mithilfe der Gleichungen 9-3 und 9-4 berechnet werden. Die ndv-Werte in Tabelle Anl 9-2 können als Übersetzungsverhältnisse der Gänge verwendet werden. Sie können ebenfalls zur Berechnung der entsprechenden Fahrzeuggeschwindigkeiten herangezogen werden (Schaltgeschwindigkeit in Gang  $i = \text{Schaltdrehzahl in Gang } i / \text{ndvi}$ ). Die Ergebnisse sind in den Tabellen Ap 9-3 und Ap 9-4 dargestellt.
- 4.3. Mithilfe zusätzlicher Analysen und Berechnungen wurde untersucht, ob eine Vereinfachung dieser Gangwechselalgorithmen und insbesondere ein Ersatz der Schaltdrehzahlen durch Schaltgeschwindigkeiten möglich wäre. Die Analyse ergab, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit nicht mit dem Schaltverhalten, wie aus den im Betrieb gewonnenen Daten hervorging, in Einklang zu bringen war.

4.3.1.

Position	Eingabedaten
Hubraum in cm <sup>3</sup>	600
P <sub>n</sub> in kW	72
m <sub>k</sub> in kg	199
s in min <sup>-1</sup>	11800
n <sub>idle</sub> in min <sup>-1</sup>	1150
ndv1 */	133,66
ndv2	94,91
ndv3	76,16.
ndv4	65,69
ndv5	58,85
ndv6	54,04
pmr **/ in kW/t	262,8
<p>*/ndv bezeichnet das Verhältnis zwischen der Drehzahl in min<sup>-1</sup> und der Fahrzeuggeschwindigkeit in km/h.</p> <p>**/pmr bezeichnet das Verhältnis Leistung zu Masse das folgendermaßen berechnet wird:</p> <p>1. <math>P_n / (m_k + 75) \cdot 1000</math>; P<sub>n</sub> in kW, m<sub>k</sub> in kg</p>	

Tabelle Anl 9-2: Eingabedaten für die Berechnung der Schaltdrehzahlen und -geschwindigkeiten

4.3.2.

	FAHRVERHALTEN EU/USA/JAPAN	
	Fahrverhalten EU/USA/Japan	n <sub>acc_max</sub> (1)    n <sub>acc_max</sub> (i)
n <sub>norm</sub> */ in %	24,9	34,9
n in min-1	3804	4869

\*/n\_norm bezeichnet den mithilfe der Gleichungen Ap9-1 und Ap9-2 berechneten Wert.

Tabelle Anl 9-3: Schaltdrehzahlen für den ersten Gang und die höheren Gänge in den Beschleunigungsphasen (siehe Tabelle Anl 9-1)

4.3.3.

Gangwechsel		Fahrverhalten EU/USA/Japan		
		v in km/h	n_norm (i) in %	n in min <sup>-1</sup>
<b>Hochschalten</b>	1→2	28,5	24,9	3804
	2→3	51,3	34,9	4869
	3→4	63,9	34,9	4869
	4→5	74,1	34,9	4869
	5→6	82,7	34,9	4869
<b>Herunterschalten</b>	2→cl */	15,5	3,0	1470
	3→2	28,5	9,6	2167
	4→3	51,3	20,8	3370
	5→4	63,9	24,5	3762
	6→5	74,1	26,8	4005

\*/'cl' bezeichnet den Zeitpunkt des Ausrückens der Kupplung.

Tabelle Anl 9-4: Schaltdrehzahlen und -geschwindigkeiten nach Tabelle Anl 9-2

**Anlage 10**  
**Prüfungen zur Typgenehmigung einer emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch für Fahrzeuge der Klasse L als selbständige technische Einheit**

**1 Geltungsbereich der Anlage**

Diese Anlage gilt für die Typgenehmigung emissionsmindernder Einrichtungen für den Austausch für einen oder mehrere Fahrzeugtypen der Klasse L als selbständige technische Einheiten im Sinne von Artikel 23 Absatz 10 der Verordnung (EU) Nr. 168/2013.

**2. Begriffsbestimmungen**

2.1. „Emissionsmindernde Einrichtungen zur Erstausrüstung“ bezeichnet emissionsmindernde Einrichtungen einschließlich Sauerstoffsonden, Katalysatortypen, Katalysatorenbaugruppen, Partikelfilter oder Aktivkohlefilter zur Minderung der Verdunstungsemissionen, die von der Typgenehmigung erfasst und als Erstausrüstung des genehmigten Fahrzeugs geliefert werden;

2.2. „Emissionsmindernde Einrichtungen für den Austausch“ bezeichnet emissionsmindernde Einrichtungen einschließlich Sauerstoffsonden, Katalysatortypen, Katalysatorenbaugruppen, Partikelfilter oder Aktivkohlefilter zur Minderung der Verdunstungsemissionen, die als Ersatz für eine emissionsmindernden Einrichtung dienen, die als Erstausrüstung in einen nach dieser Anlage im Hinblick auf die Anforderungen für Umweltverträglichkeit und Leistung der Antriebseinheit typgenehmigten Fahrzeugtyp eingebaut wurde, und die nach der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 als selbständige technische Einheit typgenehmigt werden können;

**3. Antrag auf Typgenehmigung im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit**

3.1. Anträge auf Typgenehmigung einer emissionsmindernden Einrichtung zum Austausch als selbständige technische Einheit sind vom Hersteller des Systems oder seinem Bevollmächtigten zu stellen.

3.2. Ein Hinweis auf ein Muster für den Beschreibungsbogen findet sich in Artikel 27 Absatz 4 der Verordnung (EU) Nr. 168/2013.

3.3. Für jeden Typ einer emissionsmindernden Einrichtung zum Austausch, dessen Genehmigung beantragt wird, sind dem Antrag auf Typgenehmigung folgende Unterlagen in dreifacher Ausfertigung und folgende Angaben beizufügen:

3.3.1. eine Beschreibung der charakteristischen Merkmale der Fahrzeugtypen, für die die Einrichtung bestimmt ist,

3.3.2. die spezifischen Nummern oder Symbole der Antriebsart und des Fahrzeugs,

3.3.3. eine Beschreibung des Typs des Katalysators zum Austausch mit der relativen Position jedes seiner Bestandteile sowie Anweisungen zum Einbau;

- 3.3.4. Zeichnungen jedes Bestandteils zur Erleichterung ihrer Lokalisierung und Identifizierung mit Angabe der verwendeten Werkstoffe. Aus diesen Zeichnungen muss auch die vorgesehene Anbringungsstelle des obligatorischen Typgenehmigungszeichens hervorgehen.
- 3.4. Dem für die Durchführung der Typgenehmigungsprüfung zuständigen technischen Dienst sind vorzuführen:
- 3.4.1. Ein oder mehrere Fahrzeuge eines nach dieser Anlage genehmigten Typs, ausgestattet mit einem neuen Typ einer emissionsmindernden Einrichtung zur Erstausrüstung. Der Antragsteller wählt mit Zustimmung des technischen Dienstes ein oder mehrere Fahrzeuge aus, die die Genehmigungsbehörde zufriedenstellen. Das oder die Fahrzeuge müssen den Anforderungen der Prüfung Typ I gemäß Anhang II entsprechen.
- 3.4.2. Die Prüffahrzeuge dürfen keine Defekte am Emissionsminderungssystem aufweisen und müssen ordnungsgemäß gewartet und genutzt sein; jedes übermäßig abgenutzte oder fehlerhaft arbeitende emissionsrelevante Originalteil muss instandgesetzt oder ersetzt werden. Die Prüffahrzeuge müssen richtig abgestimmt und vor der Emissionsprüfung nach den Angaben des Herstellers eingestellt sein.
- 3.4.3. Ein Muster des Typs der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch. An diesem Muster müssen deutlich lesbar und dauerhaft die Fabrik- oder Handelsmarke des Antragstellers und die Handelsbezeichnung angegeben sein.

#### **4. Anforderungen**

##### 4.1. Allgemeine Anforderungen

Die emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch muss so ausgelegt, gebaut und angebaut sein, dass:

- 4.1.1. das Fahrzeug unter normalen Betriebsbedingungen und insbesondere trotz der Schwingungen, denen es ausgesetzt sein kann, den Bestimmungen dieser Verordnung entspricht,
- 4.1.2. die emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch unter Berücksichtigung der normalen Betriebsbedingungen des Fahrzeugs eine annehmbare Beständigkeit gegen die Korrosionseinwirkungen aufweist, denen sie ausgesetzt ist,
- 4.1.3. die mit dem als Erstausrüstung verbauten Typ einer emissionsmindernden Einrichtung vorhandene Bodenfreiheit und mögliche Schräglage nicht vermindert werden,
- 4.1.4. an der Oberfläche der Einrichtung keine übermäßig hohen Temperaturen auftreten,
- 4.1.5. die Außenfläche der Einrichtung weder vorstehende Teile noch scharfe Kanten



aufweist,

- 4.1.6. genügend Raum für Stoßdämpfer und Radaufhängung vorhanden ist,
- 4.1.7. ein ausreichender Sicherheitsabstand von den Rohrleitungen vorhanden ist,
- 4.1.8. die Stoßfestigkeit der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch mit den eindeutig festgelegten Wartungs- und Anbauvorschriften vereinbar ist,
- 4.1.9. weist die als Erstausrüstung verbaute emissionsmindernde Einrichtung Wärmeschutzvorrichtungen auf, so muss auch die emissionsmindernde Einrichtung für den Austausch entsprechende Schutzvorrichtungen haben,
- 4.1.10. ist die Abgasleitung mit einem oder mehreren Sauerstoffsonden oder sonstigen Sensoren und Aktuatoren als Erstausrüstung ausgestattet, ist der Typ der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch an genau derselben Stelle wie die als Erstausrüstung verbaute emissionsmindernde Einrichtung einzubauen, und die Lage der Sauerstoffsonden und sonstigen Sensoren oder Aktuatoren in der Abgasleitung darf nicht verändert werden.

#### 4.2. Anforderungen hinsichtlich der Emissionen

- 4.2.1. Das unter der Nummer 3.4.1 genannte, mit einer emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch des Typs, für den die Genehmigung beantragt wird, ausgestattete Fahrzeug ist (je nach Typgenehmigung des Fahrzeugs) den Prüfungen nach Anhang II oder Anhang VI zu unterziehen<sup>1</sup>.

- 4.2.1.1. Bewertung der Schadstoffemissionen von Fahrzeugen, die mit emissionsmindernden Einrichtungen für den Austausch ausgestattet sind

Die Anforderungen hinsichtlich der Abgas- und Verdunstungsemissionen gelten als erfüllt, wenn das mit der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch ausgestattete Fahrzeug die Grenzwerte in Anhang VI der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 (entsprechend der Typgenehmigung des Fahrzeugs) einhält<sup>1</sup>.

- 4.2.1.2. Wird die Typgenehmigung für verschiedene Fahrzeugtypen desselben Herstellers beantragt, kann die Prüfung Typ I mit nur zwei Fahrzeugen durchgeführt werden, welche mit Zustimmung des technischen Dienstes zur Zufriedenheit der Genehmigungsbehörde ausgewählt wurden, wenn die verschiedenen Fahrzeugtypen mit demselben Typ einer emissionsmindernden Einrichtung zur Erstausrüstung ausgestattet sind.

#### 4.2.2. Anforderungen hinsichtlich des zulässigen Geräuschpegels

Die unter der Nummer 3.4.1 genannten, mit einem Typ einer emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch ausgestatteten Fahrzeuge, dessen emissionsmindernde Einrichtung höhere Geräuschemissionen ermöglichen könnte als der Typ, für den die Typgenehmigung beantragt wird,

---

<sup>1</sup> Gemäß dieser Verordnung in der für die Typgenehmigung des genannten Fahrzeugs geltenden Fassung.

müssen (entsprechend der Typgenehmigung des Fahrzeugs) die Anforderungen von Anhang IX erfüllen<sup>1</sup>. Das Ergebnis der Prüfungen für das Fahrgeräusch und das Standgeräusch ist im Prüfbericht zu vermerken.

- 4.3. Prüfung der Antriebsleistung des Fahrzeugs
  - 4.3.1. Der Typ der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch muss so beschaffen sein, dass die Antriebsleistung des Fahrzeugs mit der Antriebsleistung vergleichbar ist, die mit der als Erstausrüstung verbauten emissionsmindernden Einrichtung erreicht wird.
  - 4.3.2. Die Antriebsleistung des mit der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch ausgestatteten Fahrzeugs ist mit der Antriebsleistung zu vergleichen, die mit einer emissionsmindernden Einrichtung zur Erstausrüstung erreicht wird; beide Einrichtungen müssen neu sein und nacheinander in das unter Nummer 3.4.1 genannte Fahrzeug eingebaut werden.
  - 4.3.3. Diese Prüfung wird nach dem anzuwendenden Verfahren gemäß Anhang X durchgeführt. Die mit der emissionsmindernden Einrichtung für den Austausch gemessenen Werte für die maximale Nutzleistung und das maximale Drehmoment sowie gegebenenfalls die erreichbare Höchstgeschwindigkeit dürfen nicht mehr als um + 5% von den Werten abweichen, die unter denselben Bedingungen mit der als Erstausrüstung verbauten typgenehmigten emissionsmindernden Einrichtung gemessen wurden.

**Anlage 11**  
**Verfahren für die Prüfung Typ I von Hybridfahrzeugen der Klasse L**

**1. Einleitung**

- 1.1. Die Anlage enthält die speziellen Vorschriften für die Typgenehmigung von Hybrid-Elektrofahrzeugen (*hybrid electric vehicles*, HEV) der Klasse L.
- 1.2. Die Umweltverträglichkeitsprüfungen Typ I bis IX sind bei Hybrid-Elektrofahrzeugen grundsätzlich gemäß dieser Verordnung durchzuführen, falls in dieser Anlage nichts anderes festgelegt wird.
- 1.3. Die Prüfungen Typ I und Typ VII sind bei gemäß Nummer 2 eingeteilten extern aufladbaren Fahrzeugen in den Zuständen A und B durchzuführen. Die Ergebnisse beider Prüfreihe und die gewichteten Werte sind im Prüfbericht zu vermerken, der nach dem Muster gemäß Artikel 32 Absatz 1 der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 zu erstellen ist.
- 1.4. Die bei der Emissionsprüfung ermittelten Werte dürfen unter allen in dieser Verordnung angegebenen Prüfbedingungen die Grenzwerte gemäß der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 nicht überschreiten.

**2. Arten von Hybrid-Elektrofahrzeugen**

Aufladung des Fahrzeugs	Fahrzeug extern aufladbar <sup>2</sup> (OVC)		Fahrzeug nicht extern aufladbar <sup>3</sup> (NOVC)	
	ohne	mit	ohne	mit
Betriebsarten-schalter				

Tabelle Anl 11-2 Arten von Hybridfahrzeugen

**3. Verfahren für die Prüfung Typ I**

Die Prüfung Typ I ist bei Hybrid-Elektrofahrzeugen der Klasse L nach den geltenden Verfahren gemäß Anhang VI der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 durchzuführen. Das Ergebnis der Schadstoffemissionsprüfung darf in keinem Prüfzustand die gemäß Anhang IV der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 jeweils geltenden Grenzwerte in Anhang VI Teile A1 und A2 der genannten Verordnung überschreiten.

- 3.1. Extern aufladbare Hybrid-Elektrofahrzeuge ohne Betriebsartschalter
  - 3.1.1. Es sind zwei Prüfungen in folgenden Zuständen durchzuführen:
    - a) Zustand A: Die Prüfung ist mit voll aufgeladenem elektrischen Energiespeicher durchzuführen.

<sup>2</sup> Auch als „extern aufladbar“ bezeichnet.  
<sup>3</sup> Auch als „extern nicht aufladbar“ bezeichnet.

b) Zustand B: Die Prüfung ist mit einem elektrischen Energiespeicher durchzuführen, der die Mindestladung aufweist (maximale Entladung).

Die Ladezustandskurve des elektrischen Energiespeichers für die einzelnen Abschnitte der Prüfung ist in Anhang VII Anlage 3.1 dargestellt.

### 3.1.2. Zustand A

3.1.2.1. Zu Beginn des Verfahrens wird der elektrische Energiespeicher des Fahrzeugs während der Fahrt (auf der Prüfstrecke, auf einem Rollenprüfstand usw.) entladen, wobei eine der folgenden Möglichkeiten zu wählen ist:

a) bei einer konstanten Geschwindigkeit von 50 km/h, bis der Verbrennungsmotor anspringt, oder,

b) wenn ein Fahrzeug eine konstante Geschwindigkeit von 50 km/h nicht erreichen kann, ohne dass der Verbrennungsmotor anspringt, bei einer niedrigeren konstanten Geschwindigkeit, bei der der Verbrennungsmotor für eine bestimmte Zeit oder bis zu einer bestimmten zurückgelegten Entfernung (vom technischen Dienst und dem Hersteller vorbehaltlich der Zustimmung der Genehmigungsbehörde festzulegen) nicht anspringt, oder

c) entsprechend der Empfehlung des Herstellers.

Der Verbrennungsmotor muss innerhalb von 10 Sekunden nach dem automatischen Anspringen abgeschaltet werden.

### 3.1.2.2. Konditionierung des Fahrzeugs

Das Fahrzeug ist durch Fahren des geltenden Fahrzyklus Typ I gemäß Anlage 6 zu konditionieren.

3.1.2.3. Nach dieser Vorkonditionierung ist das Fahrzeug vor der Prüfung in einem Raum einer relativ konstanten Temperatur zwischen 293,2 K und 303,2 K (20 °C and 30 °C) auszusetzen. Diese Konditionierung muss mindestens sechs Stunden dauern und so lange fortgesetzt werden, bis die Temperatur des Motoröls und des Kühlmittels (falls vorhanden) auf  $\pm 2$  K genau der Raumtemperatur entspricht und der elektrische Energiespeicher nach dem unter der Nummer 3.1.2.4 vorgeschriebenen Verfahren voll aufgeladen ist.

3.1.2.4. Während der Abkühlzeit ist der elektrische Energiespeicher nach einer der folgenden Möglichkeiten aufzuladen:

a) mit dem eingebauten Ladegerät (falls vorhanden) oder

b) mit einem vom Hersteller empfohlenen und in der Bedienungsanleitung erwähnten externen Ladegerät bei einer normalen Aufladung über Nacht gemäß Anhang VII Anlage 3 Nummer 3.2.2.4.

Spezielle Ladevorgänge, die automatisch oder manuell eingeleitet werden könnten, z. B. eine Ausgleichladung oder Wartungsladungen, sind bei diesem

Verfahren ausgeschlossen.

Der Fahrzeughersteller muss bescheinigen, dass während der Prüfung kein spezieller Ladevorgang erfolgt ist.

Kriterien für das Ende des Ladevorgangs

Das Ende des Ladevorgangs ist der Zustand nach einer Ladezeit von 12 Stunden, außer wenn dem Fahrer durch die serienmäßigen Instrumente eindeutig angezeigt wird, dass der elektrische Energiespeicher noch nicht vollständig aufgeladen ist.

In diesem Fall ist die maximale Zeit =  $3 \cdot$  angegebene Batteriekapazität (Wh)/Leistung aus dem Stromnetz (W).

### 3.1.2.5. Prüfverfahren

3.1.2.5.1. Der Fahrzeugmotor ist mit der Vorrichtung anzulassen, die der Fahrer normalerweise dafür benutzt. Der erste Prüfzyklus beginnt mit dem Auslösen des Anlassvorgangs.

3.1.2.5.2. Es gelten die Prüfverfahren nach Nummer 3.1.2.5.2.1 oder 3.1.2.5.2.2 entsprechend dem Verfahren für die Prüfung Typ I gemäß Anlage 6.

3.1.2.5.2.1. Die Probenahme beginnt (BP) vor oder mit dem Auslösen des Anlassvorgangs und endet nach Abschluss der letzten Leerlaufphase des anzuwendenden Zyklus der Prüfung Typ I (Ende der Probenahme, EP).

3.1.2.5.2.2. Die Probenahme beginnt (BP) vor oder mit dem Auslösen des Anlassvorgangs und wird während einer Reihe wiederholter Prüfzyklen fortgesetzt. Sie endet nach Abschluss der letzten Leerlaufphase des anzuwendenden Zyklus für die Prüfung Typ I, in dem die Batterie gemäß dem nachstehend festgelegten Verfahren die Mindestladung erreicht hat (Ende der Probenahme, EP):

3.1.2.5.2.2.1 Die Ladebilanz Q (Ah) wird nach dem in Anhang VII Anlage 3.2 beschriebenen Verfahren in jedem kombinierten Zyklus gemessen und zur Bestimmung des Zeitpunkts der Mindestladung der Batterie verwendet;

3.1.2.5.2.2.2 die Mindestladung der Batterie gilt in dem kombinierten Zyklus N als erreicht, wenn die während des kombinierten Zyklus N + 1 gemessene Ladebilanz Q nicht mehr als einer dreiprozentigen Entladung entspricht, die als Prozentsatz der vom Hersteller angegebenen Nennkapazität der Batterie (in Ah), die die Höchstladung aufweist, ausgedrückt ist. Auf Antrag des Herstellers können zusätzliche Zyklen gefahren werden und ihre Ergebnisse bei den Berechnungen nach den Nummern 3.1.2.5.5 und 3.1.4.2 berücksichtigt werden, sofern sich aus der Ladebilanz Q für jeden zusätzlichen Zyklus eine geringere Entladung der Batterie als bei dem vorhergehenden Zyklus ergibt;

3.1.2.5.2.2.3 Zwischen allen Zyklen darf die Abkühlzeit bis zu 10 Minuten betragen. Während dieser Zeit muss der Antriebsstrang abgestellt sein.

- 3.1.2.5.3. Das Fahrzeug ist nach den Vorschriften von Anlage 6 zu fahren.
- 3.1.2.5.4. Die Abgase sind nach den Vorschriften von Anhang II zu analysieren.
- 3.1.2.5.5. Die Prüfungsergebnisse sind mit den Grenzwerten gemäß Anhang VI der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 zu vergleichen, und die durchschnittlichen Emissionswerte für jeden Schadstoff (in mg pro Kilometer) für Zustand A sind zu berechnen ( $M_{1i}$ ).

Wird die Prüfung nach den Vorschriften unter Nummer 3.1.2.5.2.1 durchgeführt, ist ( $M_{1i}$ ) das Ergebnis des einzigen gefahrenen kombinierten Zyklus.

Wird die Prüfung nach den Vorschriften unter Nummer 3.1.2.5.2.2 durchgeführt, muss das Prüfungsergebnis jedes gefahrenen kombinierten Zyklus ( $M_{1ia}$ ), multipliziert mit dem zutreffenden Verschlechterungsfaktor und den zutreffenden  $K_i$ -Faktoren unter den Grenzwerten der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 Anhang VI Teil A liegen. Für die Zwecke der Berechnung gemäß Nummer 3.1.4 wird  $M_{1i}$  folgendermaßen definiert:

Gleichung Anl 11-1:

$$M_{1i} = \frac{1}{N} \sum_{a=1}^N M_{1ia}$$

Dabei gilt:

i: der Schadstoff

a: der Prüfzyklus

- 3.1.3. Zustand B
- 3.1.3.1. Konditionierung des Fahrzeugs

Das Fahrzeug ist durch Fahren des geltenden Fahrzyklus Typ I gemäß Anlage 6 zu konditionieren.

- 3.1.3.2. Der elektrische Energiespeicher des Fahrzeugs wird während der Fahrt (auf der Prüfstrecke, auf einem Rollenprüfstand usw.) wie folgt entladen:

a) bei einer konstanten Geschwindigkeit von 50 km/h, bis der Verbrennungsmotor anspringt, oder

b) wenn ein Fahrzeug eine konstante Geschwindigkeit von 50 km/h nicht erreichen kann, ohne dass der Verbrennungsmotor anspringt, bei einer niedrigeren konstanten Geschwindigkeit, bei der der Verbrennungsmotor für eine bestimmte Zeit oder bis zu einer bestimmten zurückgelegten Entfernung (vom technischen Dienst und dem Hersteller festzulegen) nicht anspringt, oder

c) entsprechend der Empfehlung des Herstellers.

Der Verbrennungsmotor muss innerhalb von 10 Sekunden nach dem automatischen Anspringen abgeschaltet werden.

3.1.3.3. Nach dieser Vorkonditionierung ist das Fahrzeug vor der Prüfung in einem Raum einer relativ konstanten Temperatur zwischen 293,2 K und 303,2 K (20 °C und 30 °C). auszusetzen. Die Konditionierung ist mindestens sechs Stunden lang durchzuführen und fortzusetzen bis die Temperatur des Motoröls und, falls vorhanden, des Kühlmittels, der Raumtemperatur mit einer Toleranz von  $\pm 2$  K entsprechen.

3.1.3.4. Prüfverfahren

3.1.3.4.1. Der Fahrzeugmotor ist mit der Vorrichtung anzulassen, die der Fahrer normalerweise dafür benutzt. Der erste Fahrzyklus beginnt mit dem Auslösen des Anlassvorgangs.

3.1.3.4.2. Die Probenahme beginnt (BP) vor oder mit dem Auslösen des Anlassvorgangs und endet nach Abschluss der letzten Leerlaufphase des anzuwendenden Zyklus der Prüfung Typ I (Ende der Probenahme, EP).

3.1.3.4.3. Das Fahrzeug ist nach den Vorschriften von Anlage 6 zu fahren.

3.1.3.4.4. Die Abgase sind nach den Vorschriften von Anhang II zu analysieren.

3.1.3.5. Die Prüfungsergebnisse sind mit den Grenzwerten gemäß Anhang VI Teil A der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 zu vergleichen, und die durchschnittlichen Emissionswerte für jeden Schadstoff für Zustand B sind zu berechnen ( $M_{2i}$ ). Die Prüfungsergebnisse  $M_{2i}$ , multipliziert mit dem zutreffenden Verschlechterungsfaktor und dem zutreffenden  $K_i$ -Faktor, müssen unterhalb der Grenzwerte gemäß Anhang VI Teil A der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 liegen.

3.1.4. Prüfergebnisse

3.1.4.1. Prüfungen nach den Vorschriften unter Nummer 3.1.2.5.2.1

Die einzutragenden gewichteten Werte sind wie folgt zu berechnen:

Gleichung Anl 11-2:

$$M_i = (D_e \cdot M_{1i} + D_{av} \cdot M_{2i}) / (D_e + D_{av})$$

Dabei gilt:

$M_i$  = emittierte Masse des Schadstoffs i in mg/km

$M_{1i}$  = durchschnittlich emittierte Masse des Schadstoffs i in mg/km bei voll aufgeladenem elektrischen Energiespeicher, berechnet nach Nummer 3.1.2.5.5

$M_{2i}$  = durchschnittlich emittierte Masse des Schadstoffs  $i$  in mg/km bei einem elektrischen Energiespeicher, der die Mindestladung (maximale Entladung) aufweist, berechnet nach Nummer 3.1.3.5,

$D_e$  = elektrische Reichweite des Fahrzeugs, ermittelt gemäß dem in Anhang VII Anlage 3.3 beschriebenen Verfahren, für das der Hersteller die Mittel zur Durchführung der Messung an dem im reinen Elektrobetrieb gefahrenen Fahrzeug zur Verfügung stellen muss

$D_{av}$  = durchschnittliche Strecke zwischen zwei Batterieaufladungen, nämlich:

- 4 km bei Fahrzeugen mit einem Hubraum  $< 150 \text{ cm}^3$
- 6 km bei Fahrzeugen mit einem Hubraum  $\geq 150 \text{ cm}^3$  und einer  $v_{\max} < 130 \text{ km/h}$
- 10 km bei Fahrzeugen mit einem Hubraum  $\geq 150 \text{ cm}^3$  und einer  $v_{\max} \geq 130 \text{ km/h}$

#### 3.1.4.2. Prüfung nach den Vorschriften unter Nummer 3.1.2.5.2.2.

Die einzutragenden gewichteten Werte sind wie folgt zu berechnen:

Gleichung Anl 11-3:

$$M_i = (D_{ovc} \cdot M_{1i} + D_{av} \cdot M_{2i}) / (D_{ovc} + D_{av})$$

Dabei gilt:

$M_i$  = emittierte Masse des Schadstoffs  $i$  in mg/km

$M_{1i}$  = durchschnittlich emittierte Masse des Schadstoffs  $i$  in mg/km bei voll aufgeladenem elektrischen Energiespeicher, berechnet nach Nummer 3.1.2.5.5

$M_{2i}$  = durchschnittlich emittierte Masse des Schadstoffs  $i$  in mg/km bei einem elektrischen Energiespeicher, der die Mindestladung (maximale Entladung) aufweist, berechnet nach Nummer 3.1.3.5

$D_{ovc}$  = Gesamtreichweite gemäß dem Verfahren nach Anhang VII Anlage 3.3

$D_{av}$  = durchschnittliche Strecke zwischen zwei Batterieaufladungen, nämlich:

- 4 km bei Fahrzeugen mit einem Hubraum  $< 150 \text{ cm}^3$
- 6 km bei Fahrzeugen mit einem Hubraum  $\geq 150 \text{ cm}^3$  und  $v_{\max} < 130 \text{ km/h}$
- 10 km bei Fahrzeugen mit einem Hubraum  $\geq 150 \text{ cm}^3$  und  $v_{\max} \geq 130 \text{ km/h}$ .

#### 3.2. Extern aufladbare Hybrid-Elektrofahrzeuge (OVC HEV) mit



## Betriebsartschalter

- 3.2.1. Es sind zwei Prüfungen in folgenden Zuständen durchzuführen:
- 3.2.1.1. Zustand A: Die Prüfung ist mit voll aufgeladenem elektrischen Energiespeicher durchzuführen.
- 3.2.1.2. Zustand B: Die Prüfung ist mit einem elektrischen Energiespeicher durchzuführen, der die Mindestladung aufweist (maximale Entladung).
- 3.2.1.3. Der Betriebsartschalter ist entsprechend der Tabelle 11-2 in folgende Stellungen zu bringen:

	<b>Hybrid- arten</b>	- reiner Elektro- betrieb  - Hybrid- betrieb	- reiner Kraftstoff- betrieb  - Hybrid- betrieb	- reiner Elektro- betrieb  - reiner Kraftstoff- betrieb  - Hybrid- betrieb	- Hybrid- art n <sup>4</sup>  -Hybrid- art m <sup>1</sup>
<b>Batterieladezustand</b>		<b>Schalter in Stellung</b>	<b>Schalter in Stellung</b>	<b>Schalter in Stellung</b>	<b>Schalter in Stellung</b>
<b>Zustand A voll aufgeladen</b>		Hybrid- betrieb	Hybrid- betrieb	Hybridart mit dem höchsten Strom- verbrauch <sup>5</sup>	Hybrid- betrieb
<b>Zustand B Mindestladung</b>		Kraftstoff- betrieb	Kraftstoff- betrieb	Hybridart mit dem höchsten Kraftstoff- verbrauch <sup>6</sup>	Hybrid- betrieb

Tabelle Anl 11-2 Bezugstabelle zur Bestimmung von Zustand A oder B in Abhängigkeit von den verschiedenen Konzepten von Hybridfahrzeugen und der Stellung des Hybrid-Betriebsartenschalters.

- 3.2.2. Zustand A
- 3.2.2.1. Wenn die Reichweite des Fahrzeugs im reinen Elektrobetrieb größer als die in einem vollständigen Zyklus ist, kann die Prüfung Typ I auf Antrag des

<sup>4</sup> z. B. Sport-, Spar- und Stadtfahrbetrieb, außerstädtischer Fahrbetrieb.

<sup>5</sup> Hybridart mit dem höchsten Stromverbrauch: Die Hybridart, bei der unter allen wählbaren Hybridarten bei der Prüfung im Zustand A gemäß Anhang 10 Nummer 4 der UNECE-Regelung Nr. 101 der meiste Strom verbraucht wird, was anhand der Herstellerangaben in Absprache mit dem technischen Dienst nachzuweisen ist.

<sup>6</sup> Hybridart mit dem höchsten Kraftstoffverbrauch: Die Hybridart, bei der unter allen wählbaren Hybridarten bei der Prüfung im Zustand B gemäß Anhang 10 Nummer 4 der UNECE-Regelung Nr. 101 der meiste Kraftstoff verbraucht wird, was anhand der Herstellerangaben in Absprache mit dem technischen Dienst nachzuweisen ist.

Herstellers im reinen Elektrobetrieb durchgeführt werden. In diesem Fall kann die Vorkonditionierung des Motors nach Nummer 3.2.2.3.1 oder 3.2.2.3.2 entfallen.

- 3.2.2.2. Zu Beginn des Verfahrens wird der elektrische Energiespeicher des Fahrzeugs entladen, während das Fahrzeug (auf der Prüfstrecke, auf einem Rollenprüfstand usw.) mit dem Schalter in der Stellung für reinen Elektrobetrieb mit einer konstanten Geschwindigkeit von 70 % + 5 % der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs (welche mit dem Prüfverfahren nach Anhang X Anlage 1 zu bestimmen ist) gefahren wird.

Der Entladevorgang wird in den folgenden Fällen beendet:

- a) wenn das Fahrzeug nicht mehr mit 65 % der höchsten Dreißig-Minuten-Geschwindigkeit fahren kann oder
- b) wenn dem Fahrzeugführer durch die serienmäßig eingebauten Instrumente angezeigt wird, dass er das Fahrzeug anhalten soll, oder
- c) nach 100 km.

Wenn das Fahrzeug nicht für den reinen Elektrobetrieb vorgesehen ist, wird der elektrische Energiespeicher durch Fahren des Fahrzeugs (auf der Prüfstrecke, auf einem Rollenprüfstand usw.) auf eine der folgenden Arten entladen:

- a) bei einer konstanten Geschwindigkeit von 50 km/h, bis der Verbrennungsmotor des HEV anspringt,
- b) wenn das Fahrzeug eine konstante Geschwindigkeit von 50 km/h nicht erreichen kann, ohne dass der Verbrennungsmotor anspringt, mit einer niedrigeren Geschwindigkeit, bei der Verbrennungsmotor für eine bestimmte Zeit oder bis zu einer bestimmten zurückgelegten Entfernung (vom Technischen Dienst und dem Hersteller festzulegen) nicht anspringt,
- c) entsprechend der Empfehlung des Herstellers.

Der Verbrennungsmotor muss innerhalb von 10 Sekunden nach dem automatischen Anspringen abgeschaltet werden. Falls der Hersteller dem technischen Dienst zur Zufriedenheit der Genehmigungsbehörde nachweisen kann, dass das Fahrzeug physikalisch nicht in der Lage ist, die Dreißig-Minuten-Geschwindigkeit zu erreichen, kann stattdessen ausnahmsweise die maximale Fünfzehn-Minuten-Geschwindigkeit verwendet werden.

- 3.2.2.3. Konditionierung des Fahrzeugs

- 3.2.2.4. Nach dieser Vorkonditionierung ist das Fahrzeug vor der Prüfung in einem Raum einer relativ konstanten Temperatur zwischen 293,2 K und 303,2 K (20 °C und 3 °C) auszusetzen. Diese Konditionierung muss mindestens sechs Stunden dauern und so lange fortgesetzt werden, bis die Temperatur des Motoröls und des Kühlmittels (falls vorhanden) auf  $\pm 2$  K genau der

Raumtemperatur entspricht und der elektrische Energiespeicher nach dem unter der Nummer 3.2.2.5 vorgeschriebenen Verfahren voll aufgeladen ist.

3.2.2.5. Während der Abkühlzeit ist der elektrische Energiespeicher wie folgt aufzuladen:

a) mit dem eingebauten Ladegerät (falls vorhanden),

b) mit einem vom Hersteller empfohlenen externen Ladegerät bei einer normalen Aufladung während der Nacht.

Spezielle Ladevorgänge, die automatisch oder manuell eingeleitet werden könnten, z. B. Ausgleichsladungen oder das Laden im Rahmen der Wartung, sind bei diesem Verfahren ausgeschlossen.

Der Hersteller muss bescheinigen, dass während der Prüfung kein spezieller Ladevorgang erfolgt ist.

c) Kriterien für das Ende des Ladevorgangs

Das Ende des Ladevorgangs ist der Zustand nach einer Ladezeit von 12 Stunden, außer wenn dem Fahrer durch die serienmäßigen Instrumente eindeutig angezeigt wird, dass der elektrische Energiespeicher noch nicht vollständig aufgeladen ist.

In diesem Fall ist die maximale Zeit =  $3 \cdot$  angegebene Batteriekapazität (Wh)/Leistung aus dem Stromnetz (W).

3.2.2.6. Prüfverfahren

3.2.2.6.1. Der Fahrzeugmotor ist mit der Vorrichtung anzulassen, die der Fahrer normalerweise dafür benutzt. Der erste Fahrzyklus beginnt mit dem Auslösen des Anlassvorgangs.

3.2.2.6.1.1. Die Probenahme beginnt (BP) vor oder mit dem Auslösen des Anlassvorgangs und endet nach Abschluss der letzten Leerlaufphase des anzuwendenden Zyklus der Prüfung Typ I (Ende der Probenahme, EP).

3.2.2.6.1.2. Die Probenahme beginnt (BP) vor oder mit dem Auslösen des Anlassvorgangs und wird während einer Reihe wiederholter Prüfzyklen fortgesetzt. Sie endet nach Abschluss der letzten Leerlaufphase des anzuwendenden Zyklus für die Prüfung Typ I, in dem die Batterie gemäß dem nachstehend festgelegten Verfahren die Mindestladung erreicht hat (Ende der Probenahme, EP):

3.2.2.6.1.2.1 Die Ladebilanz  $Q$  [Ah] wird nach dem in Anhang VII Anlage 3.2 beschriebenen Verfahren in jedem kombinierten Zyklus gemessen und zur Bestimmung des Zeitpunkts der Mindestladung der Batterie verwendet;

3.2.2.6.1.2.2 Die Mindestladung der Batterie gilt in dem kombinierten Zyklus  $N$  als erreicht, wenn die während des kombinierten Zyklus  $N + 1$  gemessene

Ladebilanz nicht mehr als einer dreiprozentigen Entladung entspricht, die als Prozentsatz der vom Hersteller angegebenen Nennkapazität der Batterie (in Ah), die die Höchstladung aufweist, ausgedrückt ist. Auf Antrag des Herstellers können zusätzliche Zyklen gefahren werden und ihre Ergebnisse bei den Berechnungen nach den Nummern 3.2.2.7 und 3.2.4.3 berücksichtigt werden, sofern sich aus der Ladebilanz für jeden zusätzlichen Zyklus eine geringere Entladung der Batterie als bei dem vorhergehenden Zyklus ergibt;

3.2.2.6.1.2.3 Zwischen allen Zyklen darf die Abkühlzeit bis zu 10 Minuten betragen. Während dieser Zeit muss der Antriebsstrang abgestellt sein.

3.2.2.6.2. Das Fahrzeug ist nach den Vorschriften von Anlage 6 zu fahren.

3.2.2.6.3. Die Abgase sind nach den Vorschriften von Anhang II zu analysieren.

3.2.2.7. Die Prüfungsergebnisse sind mit den Emissionsgrenzwerten in Anhang VI Teil A der Verordnung Nr. 168/2013 zu vergleichen, und die durchschnittlichen Emissionswerte für jeden Schadstoff (in mg/km) für Zustand A sind zu berechnen ( $M_{ij}$ ).

Das Prüfungsergebnis jedes gefahrenen kombinierten Zyklus  $M_{iia}$ , multipliziert mit dem zutreffenden Verschlechterungsfaktor und dem zutreffenden  $K_i$ -Faktor, muss unterhalb der Emissionsgrenzwerte gemäß Anhang VI Teil A oder B der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 liegen. Für die Zwecke der Berechnung gemäß Nummer 3.2.4 wird  $M_{ij}$  nach der Gleichung Anl11-1 berechnet.

3.2.3. Zustand B

3.2.3.1. Konditionierung des Fahrzeugs

Das Fahrzeug ist durch Fahren des anzuwendenden Fahrzyklus Typ I gemäß Anlage 6 zu konditionieren.

3.2.3.2. Der elektrische Energiespeicher des Fahrzeugs ist nach den Vorschriften von Nummer 3.2.2.2 zu entladen.

3.2.3.3. Nach dieser Vorkonditionierung ist das Fahrzeug vor der Prüfung in einem Raum einer relativ konstanten Temperatur zwischen 293,2 K und 303,2 K (20 °C and 30 °C) auszusetzen. Die Konditionierung ist mindestens sechs Stunden lang durchzuführen und fortzusetzen bis die Temperatur des Motoröls und, falls vorhanden, des Kühlmittels, der Raumtemperatur mit einer Toleranz von  $\pm 2$  K entsprechen.

3.2.3.4. Prüfverfahren

3.2.3.4.1. Der Fahrzeugmotor ist mit der Vorrichtung anzulassen, die der Fahrer normalerweise dafür benutzt. Der erste Fahrzyklus beginnt mit dem Auslösen des Anlassvorgangs.

3.2.3.4.2. Die Probenahme beginnt (BP) vor oder mit dem Auslösen des

Anlassvorgangs und endet nach Abschluss der letzten Leerlaufphase des anzuwendenden Zyklus der Prüfung Typ I (Ende der Probenahme, EP).

- 3.2.3.4.3. Das Fahrzeug ist nach den Vorschriften von Anlage 6 zu fahren.
- 3.2.3.4.4. Die Abgase sind nach den Vorschriften von Anhang II zu analysieren.
- 3.2.3.5. Die Prüfungsergebnisse sind mit den Grenzwerten gemäß Anhang VI der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 zu vergleichen, und die durchschnittlichen Emissionswerte für jeden Schadstoff für Zustand B sind zu berechnen ( $M_{2i}$ ). Die Prüfungsergebnisse  $M_{2i}$ , multipliziert mit dem zutreffenden Verschlechterungsfaktor und dem zutreffenden  $K_i$ -Faktor, müssen unterhalb der Grenzwerte gemäß Anhang VI der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 liegen.

### 3.2.4. Prüfergebnisse

#### 3.2.4.1. Prüfungen nach den Vorschriften unter Nummer 3.2.2.6.2.1

Die einzutragenden gewichteten Werte sind nach der Gleichung Anl 11-2 zu berechnen:

Dabei gilt:

$M_i$  = emittierte Masse des Schadstoffs  $i$  in mg/km;

$M_{1i}$  = durchschnittlich emittierte Masse des Schadstoffs  $i$  in mg/km bei voll aufgeladenem elektrischen Energiespeicher, berechnet nach Nummer 3.2.2.7

$M_{2i}$  = durchschnittlich emittierte Masse des Schadstoffs  $i$  in mg/km bei einem elektrischen Energiespeicher, der die Mindestladung (maximale Entladung) aufweist, berechnet nach Nummer 3.2.3.5

$D_e$  = elektrische Reichweite des Fahrzeugs mit dem Schalter in der Stellung für reinen Elektrobetrieb gemäß Anhang VII Anlage 3.3. Falls keine Schalterstellung für reinen Elektrobetrieb vorhanden ist, muss der Hersteller dafür sorgen, dass das Fahrzeug während der Messung rein elektrisch betrieben werden kann.

$D_{av}$  = durchschnittliche Strecke zwischen zwei Batterieaufladungen, nämlich:

- 4 km bei Fahrzeugen mit einem Hubraum  $< 150 \text{ cm}^3$
- 6 km bei Fahrzeugen mit einem Hubraum  $\geq 150 \text{ cm}^3$  und  $v_{\max} < 130 \text{ km/h}$
- 10 km bei Fahrzeugen mit einem Hubraum  $\geq 150 \text{ cm}^3$  und  $v_{\max} \geq 130 \text{ km/h}$

#### 3.2.4.2. Prüfung nach den Vorschriften unter Nummer 3.2.2.6.2.2.

Die einzutragenden gewichteten Werte sind nach der Gleichung Anl 11-3 zu berechnen:

Dabei gilt:

$M_i$  = emittierte Masse des Schadstoffs  $i$  in mg/km

$M_{1i}$  = durchschnittlich emittierte Masse des Schadstoffs  $i$  in mg/km bei voll aufgeladenem elektrischen Energiespeicher, berechnet nach Nummer 3.2.2.7

$M_{2i}$  = durchschnittlich emittierte Masse des Schadstoffs  $i$  in mg/km bei einem elektrischen Energiespeicher, der die Mindestladung (maximale Entladung) aufweist, berechnet nach Nummer 3.2.3.5t

$D_{ovc}$  = Gesamtreichweite gemäß dem Verfahren nach Anhang VII Anlage 3.3

$D_{av}$  = durchschnittliche Strecke zwischen zwei Batterieaufladungen, nämlich:

- 4 km bei Fahrzeugen mit einem Hubraum  $< 150 \text{ cm}^3$
- 6 km bei Fahrzeugen mit einem Hubraum  $\geq 150 \text{ cm}^3$  und  $v_{\max} < 130 \text{ km/h}$
- 10 km bei Fahrzeugen mit einem Hubraum  $\geq 150 \text{ cm}^3$  und  $v_{\max} \geq 130 \text{ km/h}$

3.3. Extern nicht aufladbare Hybrid-Elektrofahrzeuge (nicht-OVC HEV) ohne Betriebsartschalter

3.3.1. Solche Fahrzeuge sind nach Anlage 6 zu prüfen.

3.3.2. Zur Vorkonditionierung sind mindestens zwei vollständige Fahrzyklen direkt hintereinander ohne Abkühlungsphase durchzuführen.

3.3.3. Das Fahrzeug ist nach den Vorschriften von Anlage 6 zu fahren.

3.4. Extern nicht aufladbare Hybrid-Elektrofahrzeuge (nicht-OVC-HEV) mit Betriebsartschalter

3.4.1. Solche Fahrzeuge sind im Hybridbetrieb gemäß Anhang II vorzukonditionieren und zu prüfen. Stehen mehrere Hybridarten zur Verfügung, ist die Prüfung in der Hybridart durchzuführen, die beim Drehen des Zündschlüssels automatisch eingestellt wird (normale Betriebsart). Der technische Dienst muss auf der Grundlage der vom Hersteller gelieferten Informationen sicherstellen, dass die Grenzwerte in allen Hybridarten eingehalten werden.

3.4.2. Zur Vorkonditionierung sind mindestens zwei vollständige anzuwendende Fahrzyklen direkt hintereinander ohne Abkühlungsphase durchzuführen.

3.4.3. Das Fahrzeug ist nach den Vorschriften von Anhang II zu fahren.

**Anlage 12**  
**Verfahren für die Prüfung Typ I bei Fahrzeugen der Klasse L, die mit Flüssiggas, Erdgas/Biomethan, Wasserstoff-Erdgas-Flexfuel oder Wasserstoff betrieben werden**

**1. Einleitung**

- 1.1. In dieser Anlage werden die besonderen Anforderungen für die Prüfung von Flüssiggas, Erdgas/Biomethan, Wasserstoff-Erdgas oder Wasserstoffgas zur Genehmigung von mit alternativen Kraftstoffen betriebenen Fahrzeugen, in denen diese Kraftstoffe bzw. wahlweise Benzin, Flüssiggas, Erdgas/Biomethan, Wasserstoff-Erdgas-Flexfuel oder Wasserstoff verwendet werden können, beschrieben.
- 1.2. Die genannten gasförmigen Kraftstoffe sind im Handel in sehr unterschiedlicher Zusammensetzung erhältlich, so dass das Kraftstoff-Zufuhrsystem den Kraftstoffdurchsatz entsprechend anpassen muss. Zum Nachweis dieser Anpassungsfähigkeit ist das mit einem repräsentativen Kraftstoff-Zufuhrsystem für Flüssiggas, Erdgas/Biomethan oder Wasserstoff-Erdgas-Flexfuel ausgestattete Stammfahrzeug bei der Prüfung Typ I mit zwei sehr unterschiedlichen Bezugskraftstoffen zu prüfen.
- 1.3. Die auf Wasserstoff bezogenen Vorschriften dieser Anlage gelten nur für Fahrzeuge, in denen Wasserstoff als Kraftstoff für Verbrennungsmotoren dient, nicht hingegen für Fahrzeuge mit einer wasserstoffbetriebenen Brennstoffzelle.

**2. Typgenehmigung für Fahrzeuge der Klasse L mit einem System für gasförmigen Kraftstoff**

Die Typgenehmigung wird nach folgenden Vorschriften erteilt:

- 2.1. Genehmigung eines Fahrzeugs mit einem System für gasförmigen Kraftstoff im Hinblick auf die Abgasemissionen
- Bei dem Stammfahrzeug mit einem repräsentativen Kraftstoffsystem für Flüssiggas, Erdgas/Biomethan, Wasserstoff-Erdgas-Flexfuel oder Wasserstoff muss die Fähigkeit zur Anpassung an jede handelsübliche Kraftstoffzusammensetzung und die Erfüllung folgender Anforderungen nachgewiesen werden:
- 2.1.1. Bei Flüssiggas gibt es Unterschiede bei der C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub>-Zusammensetzung (vorgeschriebener Prüfkraftstoff A und B); das Stammfahrzeug ist daher mit den Bezugskraftstoffen A und B gemäß Anlage 2 zu prüfen;
- 2.1.2. Bei Erdgas/Biomethan werden im Allgemeinen zwei Arten von Kraftstoff angeboten, und zwar Kraftstoff mit hohem Heizwert (G20) und Kraftstoff mit niedrigem Heizwert (G25), wobei die Spanne in beiden Bereichen jeweils ziemlich groß ist; sie unterscheiden sich erheblich im Wobbe-Index. Die Bezugskraftstoffe tragen diesen Schwankungen Rechnung. Das Stammfahrzeug ist mit beiden Bezugskraftstoffen gemäß Anlage 2 zu prüfen.



- 2.1.3. Bei einem Wasserstoff-Erdgas-Flexfuel-Fahrzeug kann der Gehalt an Wasserstoff in dem Gemisch von 0 % (L-Gas) bis zu einem maximalen Prozentsatz (H-Gas) reichen, den der Hersteller anzugeben hat. Es muss nachgewiesen werden, dass das Stammfahrzeug zur Anpassung an jeden innerhalb des vom Hersteller angegebenen Bereichs liegenden Prozentsatz in der Lage ist, und das Fahrzeug muss in der Prüfung Typ I sowohl mit 100% H-Gas als auch mit 100% L-Gas geprüft werden. Ebenso muss nachgewiesen werden, dass das Stammfahrzeug, unabhängig vom Wasserstoffgehalt des Gemisches, zur Anpassung an jedes am Markt angebotene Mischungsverhältnis von Erdgas und Biomethan in der Lage ist.
- 2.1.4. Bei Fahrzeugen mit Kraftstoffsystem für Wasserstoff ist die Einhaltung der Vorschriften mit dem einzigen Wasserstoff-Bezugskraftstoff zu prüfen, der in Anlage 2 genannt wird.
- 2.1.5. Wenn das Umschalten von einem auf den anderen Kraftstoff in der Praxis mit Hilfe eines Schalters erfolgt, darf dieser Schalter während der Genehmigungsprüfung nicht benutzt werden. In diesem Fall kann der Vorkonditionierungszyklus nach Anhang II Nummer 5.2.4 auf Antrag des Herstellers und mit Zustimmung des technischen Dienstes ausgedehnt werden.
- 2.1.6. Das Verhältnis der ermittelten Emissionswerte „r“ ist für jeden Schadstoff so zu bestimmen, wie in der Tabelle Anl 12-1 für Flüssiggas, Erdgas/Biomethan und Wasserstoff-Erdgas-Flexfuel-Fahrzeuge dargestellt wird:
- 2.1.6.1. Bei Flüssiggas- und Erdgas/Biomethan-Fahrzeugen ist das Verhältnis der ermittelten Emissionswerte „r“ für jeden Schadstoff wie folgt zu bestimmen:

Kraftstoffart(en)	Bezugskraftstoffe	Berechnung von „r“ <sup>67</sup>
Flüssiggas und Ottokraftstoff (Genehmigung B)	Kraftstoff A	$r = \frac{B}{A}$
oder nur Flüssiggas (Genehmigung D)	Kraftstoff B	
Erdgas/Biomethan	Kraftstoff G 20	$r = \frac{G25}{G20}$
	Kraftstoff G 25	

Tabelle Anl 12-1 Berechnung des Verhältnisses „r“ bei Flüssiggas- und Erdgas/Biomethan-Fahrzeugen

- 2.1.6.2. Bei Wasserstoff-Erdgas-Flexfuel-Fahrzeugen sind für jeden Schadstoff zwei Verhältnisse der ermittelten Emissionswerte, „r<sub>1</sub>“ und „r<sub>2</sub>“, folgendermaßen zu ermitteln:

Kraftstoffart(en)	Bezugskraftstoffe	Berechnung von 'r'
Erdgas/Biomethan	Kraftstoff G20	$r_1 = \frac{G25}{G20}$
	Kraftstoff G25	
Wasserstoff-Erdgas-	Gemisch aus Wasserstoff und	$H2G25$

Flexfuel	G 20 mit dem vom Hersteller angegebenen höchsten Wasserstoffgehalt.	
	Gemisch aus Wasserstoff und G 25 mit dem vom Hersteller angegebenen höchsten Wasserstoffgehalt.	

Tabelle Anl 12-2: Bezugstabelle für das Verhältnis „r“ bei den gasförmigen Kraftstoffen Erdgas/Biomethan oder Wasserstoff-Erdgas-Flexfuel

## 2.2. Genehmigung eines Mitglieds der Antriebsfamilie im Hinblick auf die Abgasemissionen

Werden Gasfahrzeuge mit Einstoffbetrieb oder Gasfahrzeuge mit Zweistoffbetrieb im Gasbetrieb, die mit Flüssiggas, Erdgas/Biomethan, Wasserstoff-Erdgas-Flexfuel oder Wasserstoff betrieben werden, als Mitglieder der Antriebsfamilie gemäß Anhang XI typgenehmigt, ist eine Prüfung Typ I mit einem gasförmigen Bezugskraftstoff durchzuführen. Bei Fahrzeugen, die mit Flüssiggas, Erdgas/Biomethan oder Wasserstoff-Erdgas-Flexfuel betrieben werden, kann als Bezugskraftstoff jeder der Bezugskraftstoffe nach Anlage 2 verwendet werden. Das gasbetriebene Fahrzeug gilt als vorschriftsmäßig, wenn folgende Anforderungen erfüllt sind:

- 2.2.1. Das Prüffahrzeug muss der Definition eines Mitglieds einer Antriebsfamilie in Anhang XI entsprechen.
- 2.2.2. Ist als Prüfkraftstoff der Bezugskraftstoff A für Flüssiggas oder G 20 für Erdgas/Biomethan vorgeschrieben, ist das Ergebnis der Emissionsprüfung mit dem maßgeblichen Faktor „r“ zu multiplizieren, sofern  $r > 1$ ; bei  $r < 1$  ist keine Korrektur erforderlich.
- 2.2.3. Ist als Prüfkraftstoff der Bezugskraftstoff B für Flüssiggas oder G 25 für Erdgas/Biomethan vorgeschrieben, ist das Ergebnis der Emissionsprüfung durch den maßgeblichen Faktor „r“ zu dividieren, sofern  $r < 1$ ; bei  $r > 1$  ist keine Korrektur erforderlich.
- 2.2.4. Auf Antrag des Herstellers kann die Prüfung Typ I mit beiden Bezugskraftstoffen durchgeführt werden, so dass keine Korrektur erforderlich ist.
- 2.2.5. Sowohl die gemessenen als auch die berechneten Emissionen des Stammfahrzeugs müssen die Emissionsgrenzwerte der jeweiligen Klasse nach Anhang VI Teil A der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 einhalten.
- 2.2.6. Werden wiederholte Prüfungen an demselben Motor durchgeführt, ist zunächst der Durchschnitt der Ergebnisse mit dem Bezugskraftstoff G 20 bzw. A und derer mit dem Bezugskraftstoff G 25 bzw. B zu ermitteln; der Faktor „r“ ist anschließend aus diesen Durchschnittswerten zu berechnen.
- 2.2.7. Für die Typgenehmigung eines Wasserstoff-Erdgas-Flexfuel-Fahrzeugs als

Mitglied einer Familie sind zwei Prüfungen Typ I durchzuführen, die erste mit 100 % G 20 bzw. G 25, die zweite mit dem Gemisch aus Wasserstoff und demselben Erdgas- oder Biomethankraftstoff, der in der ersten Prüfung verwendet wurde, mit dem vom Hersteller (in Prozent) anzugebenden maximalen Wasserstoffgehalt.

- 2.2.7.1. Ist der Erdgas- oder Biomethankraftstoff der Bezugskraftstoff G 20, ist das Ergebnis der Emissionsprüfung für jeden Schadstoff mit dem jeweiligen maßgeblichen Faktor ( $r_1$  für die erste und  $r_2$  für die zweite Prüfung) nach Nummer 2.1.6 zu multiplizieren, sofern der maßgebliche Faktor  $> 1$  ist; bei einem maßgeblichen Faktor  $< 1$  ist keine Korrektur erforderlich.
- 2.2.7.2. Ist der Erdgas- oder Biomethankraftstoff der Bezugskraftstoff G 25, ist das Ergebnis der Emissionsprüfung für jeden Schadstoff durch den jeweiligen maßgeblichen Faktor ( $r_1$  für die erste und  $r_2$  für die zweite Prüfung) nach Nummer 2.1.6 zu dividieren, sofern der maßgebliche Faktor  $< 1$  ist; bei einem maßgeblichen Faktor  $> 1$  ist keine Korrektur erforderlich.
- 2.2.7.3. Auf Antrag des Herstellers ist die Prüfung Typ I mit den vier möglichen Kombinationen von Bezugskraftstoffen gemäß Nummer 2.1.6 durchzuführen, so dass keine Korrektur erforderlich ist.
- 2.2.7.4. Werden wiederholte Prüfungen an demselben Motor durchgeführt, ist zunächst der Durchschnitt der Ergebnisse mit dem Bezugskraftstoff G 20 oder Wasserstoff-G20 und der Ergebnisse mit dem Bezugskraftstoff G 25 oder Wasserstoff-G25 mit dem vom Hersteller angegebenen maximalen Wasserstoffgehalt in Prozent zu ermitteln; aus diesen Durchschnittswerten sind anschließend die Faktoren „ $r_1$ “ und „ $r_2$ “ zu berechnen.
- 2.2.8. Während der Prüfung Typ I im Gasbetrieb darf das Prüffahrzeug nur für einen ununterbrochenen Zeitraum von 60 Sekunden unmittelbar nach dem Anlassen und Anspringen des Motors mit Benzin betrieben werden.

### Anlage 13

## Verfahren für die Prüfung Typ I von Fahrzeugen der Klasse L mit einem System mit periodischer Regenerierung

### 1. Einleitung

Diese Anlage enthält spezifische Bestimmungen zur Typgenehmigung von Fahrzeugen mit einem System mit periodischer Regenerierung.

### 2. Geltungsbereich der Typgenehmigung für Fahrzeuge mit einem System mit periodischer Regenerierung im Hinblick auf die Prüfungen Typ I

2.1. In den Geltungsbereich der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 fallende Fahrzeuge der Klasse L, die mit einem System mit periodischer Regenerierung ausgerüstet sind, müssen die Bestimmungen dieser Anlage erfüllen.

2.2. Anstatt die Prüfverfahren gemäß der nachfolgenden Nummer durchzuführen kann, mit Zustimmung der Zulassungsbehörde, ein festgelegter  $K_i$ -Wert von 1,05 verwendet werden, wenn nach Ansicht des technischen Dienstes nichts für eine Überschreitung dieses Wertes spricht.

2.3. In den Zyklen, in denen Regenerierungen auftreten, können die Emissionsnormen überschritten werden. Erfolgt bei einer Abgasreinigungseinrichtung eine Regeneration mindestens einmal während einer Prüfung vom Typ I, nachdem sie bereits mindestens einmal während des Zyklus zur Vorbereitung des Fahrzeugs vorgenommen wurde, dann sie als System mit kontinuierlicher Regenerierung, für das kein besonderes Prüfverfahren erforderlich ist.

### 3. Prüfverfahren

Das Fahrzeug kann mit einem Schalter ausgestattet sein, der die Regenerierung verhindert oder ermöglicht, sofern dies ohne Einfluss auf die ursprüngliche Motorkalibrierung bleibt. Die Regenerierung darf mithilfe dieses Schalters nur während der Beladung des zu regenerierenden Systems und während der Vorkonditionierungszyklen verhindert werden. Bei der Messung der Emissionen während der Regenerierung darf er jedoch nicht betätigt werden, vielmehr ist die Emissionsprüfung mit dem als Erstausrüstung eingebauten Steuergerät des Antriebsstrangs/Steuergerät des Motors und gegebenenfalls mit dem Steuergerät des Kraftübertragungsstrangs und der Software des Antriebsstrangs durchzuführen, welche unverändert sein müssen.

3.1. Messung der Kohlendioxidemissionen und des Kraftstoffverbrauchs zwischen zwei Zyklen, in denen Regenerierungen auftreten

3.1.1. Die Durchschnittswerte für die Kohlendioxidemissionen und den Kraftstoffverbrauch zwischen Regenerierungsphasen und während der Beladung der zu regenerierenden Einrichtung sind aus dem arithmetischen Mittel der Ergebnisse mehrerer Fahrzyklen der Prüfung Typ I, die (bei mehr als zwei Zyklen) in annähernd gleichem zeitlichen Abstand durchgeführt wurden, zu berechnen.

Alternativ kann der Hersteller Daten vorlegen, mit denen er nachweist, dass die Kohlendioxidemissionen und der Kraftstoffverbrauch zwischen den Regenerierungen annähernd konstant (+ 4 %) bleiben. In diesem Fall können die während der normalen Prüfung Typ I gemessenen Werte für Kohlendioxidemissionen und Kraftstoffverbrauch verwendet werden. In allen anderen Fällen sind bei mindestens zwei Fahrzyklen der Prüfung Typ I Emissionsmessungen durchzuführen, und zwar eine unmittelbar nach der Regenerierung (vor der erneuten Beladung) und eine so kurz wie möglich vor einer Regenerierung. Alle Emissionsmessungen und Berechnungen sind nach den Vorschriften von Anhang II durchzuführen. Die durchschnittlichen Emissionen werden für Systeme mit einfacher Regenerierung gemäß Nummer 3.3 und für Systeme mit mehrfacher Regenerierung gemäß Nummer 3.4 berechnet

3.1.2. Der Beladungsvorgang und die Bestimmung des Faktors  $K_i$  erfolgen während des Fahrzyklus der Prüfung Typ I auf einem Rollenprüfstand. Diese Zyklen dürfen ohne Unterbrechung durchgeführt werden (d. h. ohne dass der Motor zwischen den Zyklen abgeschaltet werden muss). Nach einer beliebigen Anzahl von Zyklen darf das Fahrzeug vom Rollenprüfstand gefahren werden, und die Prüfung kann später fortgesetzt werden.

3.1.3. Die Zahl der Zyklen zwischen zwei Zyklen, in denen Regenerierungen auftreten (D), die Zahl der Zyklen, in denen Emissionsmessungen durchgeführt werden (n), und jede Emissionsmessung ( $M'_{si}$ ) sind in den Prüfbericht gemäß dem Muster in Artikel 32 Absatz 1 der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 einzutragen.

3.2. Messung der Kohlendioxidemissionen und des Kraftstoffverbrauchs während der Regenerierung

3.2.1. Zur Vorbereitung des Fahrzeugs auf die Emissionsprüfung können, falls erforderlich, die Vorbereitungszyklen nach Anlage 6 während einer Regenerierung durchgeführt werden.

3.2.2. Die Prüf- und Fahrzeugbedingungen nach Anhang II müssen erfüllt sein, bevor die erste gültige Emissionsprüfung durchgeführt wird.

3.2.3. Während der Vorbereitung des Fahrzeugs darf keine Regenerierung erfolgen.

Dies kann mithilfe eines der nachstehenden Verfahren erreicht werden:

- 3.2.3.1. Für die Vorkonditionierungszyklen darf eine Attrappe eines zu regenerierenden Systems oder ein Teilsystem eingebaut werden;
  - 3.2.3.2. es kann jedes andere Verfahren angewandt werden, auf das sich der Hersteller und die Genehmigungsbehörde geeinigt haben.
  - 3.2.4. Eine Abgasemissionsprüfung mit einem Kaltstart einschließlich einer Regenerierung ist entsprechend dem anzuwendenden Fahrzyklus der Prüfung Typ I durchzuführen.
  - 3.2.5. Wenn für den Regenerierungsvorgang mehr als ein Fahrzyklus erforderlich ist, sind die folgenden Prüfzyklen, ohne dass der Motor abgeschaltet wird, unmittelbar im Anschluss an den vorhergehenden durchzuführen, bis die vollständige Regenerierung erfolgt ist (jeder Zyklus muss abgeschlossen werden). Die für die Vorbereitung einer erneuten Prüfung (z. B. Wechsel des Partikelfilters) erforderliche Zeit muss so kurz wie möglich sein. Während dieser Zeit muss der Motor abgestellt sein.
  - 3.2.6. Die Emissionswerte einschließlich der Werte für die Schadstoff- und Kohlendioxidemissionen sowie für den Kraftstoffverbrauch während der Regenerierung ( $M_{ri}$ ) sind nach Anhang II und Nummer 3.3 zu berechnen. Die Zahl der Fahrzyklen, die für eine vollständige Regenerierung erforderlich sind ( $d$ ), ist einzutragen
- 3.3. Berechnung der Summe der Abgasemissionen eines Systems mit einfacher Regenerierung:

Gleichung Anl 13-1:

$$M_{si} = \frac{\sum_{j=1}^n M'_{sij}}{n} \quad n \geq 2$$

Gleichung Anl 13-2:

$$M_{ri} = \frac{\sum_{j=1}^d M'_{rij}}{d}$$

Gleichung Anl 13-3:

$$M_{pi} = \left\{ \frac{M_{si} * D + M_{ri} * d}{D + d} \right\}$$

Dabei gilt für jeden untersuchten Schadstoff i:

$M'_{sij}$  = emittierte Masse des Schadstoffs i, Masse des emittierten CO<sub>2</sub> in g/km und Kraftstoffverbrauch in l/100 km während eines Fahrzyklus der Prüfung Typ I ohne Regenerierung

$M'_{rij}$  = emittierte Masse des Schadstoffs i, Masse des emittierten CO<sub>2</sub> in g/km und Kraftstoffverbrauch in l/100 km während eines Fahrzyklus der Prüfung Typ I während der Regenerierung (falls  $n > 1$ , wird die erste Prüfung Typ I nach einem Kaltstart, die folgenden Zyklen nach einem Warmstart durchgeführt)

$M_{si}$  = Durchschnittswert der emittierten Masse des Schadstoffs i in mg/km oder des emittierten CO<sub>2</sub> in g/km und des Kraftstoffverbrauchs in l/100 km während eines Teils (i) des Fahrzyklus ohne Regenerierung

$M_{ri}$  = Durchschnittswert der emittierten Masse des Schadstoffs i in mg/km oder des emittierten CO<sub>2</sub> in g/km und des Kraftstoffverbrauchs in l/100 km während eines Teils (i) des Fahrzyklus während der Regenerierung

$M_{pi}$  = Durchschnittswert der emittierten Masse des Schadstoffs i in mg/km oder des emittierten CO<sub>2</sub> in g/km und des Kraftstoffverbrauchs in l/100 km

n = die Zahl der Prüfpunkte, an denen Emissionsmessungen (in Fahrzyklen der Prüfung Typ I) zwischen zwei Zyklen, in denen Regenerierungen auftreten, durchgeführt werden,  $\geq 2$ ;

d = Zahl der Fahrzyklen, die für die Regenerierung erforderlich sind

D = Zahl der Fahrzyklen zwischen zwei Zyklen, in denen Regenerierungen auftreten.

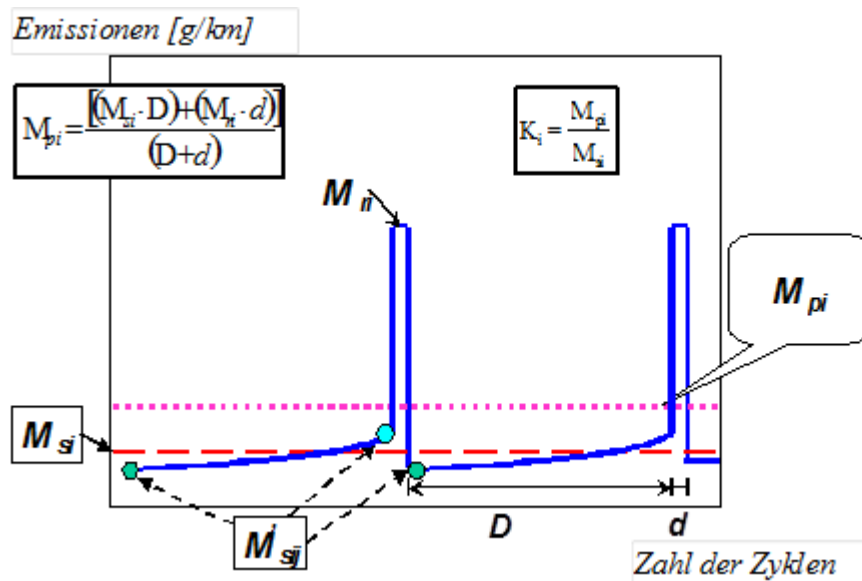


Abbildung Anl 13-1: Beispiel für Messgrößen. Größen, die bei der Emissions- oder Kraftstoffverbrauchsprüfung während der Zyklen, in denen eine Regenerierung erfolgt, und dazwischen gemessen werden (Beispielschema – die Emissionen in dem Abschnitt D können ansteigen oder abnehmen)

- 3.3.1. Berechnung des Regenerierungsfaktors  $K$  für jeden untersuchten Schadstoff  $i$ , für die Kohlendioxidemissionen und den Kraftstoffverbrauch:

Gleichung Anl 13-4:

$$K_i = M_{pi} / M_{si}$$

Die für  $M_{si}$ ,  $M_{pi}$  und  $K_i$  berechneten Werte sind in den vom technischen Dienst ausgestellten Prüfbericht einzutragen.

$K_i$  kann nach Abschluss einer einzigen Prüffolge bestimmt werden.



- 3.4. Berechnung der Summe der Abgasemissionen, der Kohlendioxidemissionen und des Kraftstoffverbrauchs von Mehrfachsystemen mit periodischer Regenerierung

Gleichung Anl 13-5:

$$M_{sik} = \frac{\sum_{j=1}^{n_k} M'_{sik,j}}{n_k} \quad n_k \geq 2$$

Gleichung Anl 13-6:

$$M_{rik} = \frac{\sum_{j=1}^{d_k} M'_{rik,j}}{d_j}$$

Gleichung Anl 13-7:

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

Gleichung Anl 13-8:

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

Gleichung Anl 13-9:

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

Gleichung Anl 13-10:

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

Gleichung Anl 13-11:

$$K_i = \frac{M_{pi}}{M_{si}}$$

Dabei gilt für jeden untersuchten Schadstoff i:

$M'_{sik}$  = emittierte Masse des Schadstoffs i beim Vorgang k in mg/km, Masse des emittierten CO<sub>2</sub> in g/km und Kraftstoffverbrauch in l/100 km während eines Fahrzyklus der Prüfung Typ I ohne Regenerierung

$M_{rik}$  = emittierte Masse des Schadstoffs i beim Vorgang k in mg/km, Masse des emittierten CO<sub>2</sub> in g/km und Kraftstoffverbrauch in l/100 km während eines Fahrzyklus der Prüfung Typ I während der Regenerierung (falls  $d > 1$ , wird die erste Prüfung Typ I nach einem Kaltstart, die folgenden Zyklen nach einem Warmstart durchgeführt)

$M'_{sik,j}$  = emittierte Masse des Schadstoffs i beim Vorgang k in mg/km, Masse des emittierten CO<sub>2</sub> in g/km und Kraftstoffverbrauch in l/100 km während eines Fahrzyklus der Prüfung Typ I ohne Regenerierung am Prüfpunkt j;  $1 \leq j \leq n$ ;

$M'_{rik,j}$  = emittierte Masse des Schadstoffs i beim Vorgang k in mg/km, Masse des emittierten CO<sub>2</sub> in g/km und Kraftstoffverbrauch in l/100 km während eines Fahrzyklus der Prüfung Typ I während der Regenerierung (falls  $j > 1$ , wird die erste Prüfung Typ I nach einem Kaltstart, die folgenden Zyklen nach einem Warmstart durchgeführt), gemessen im Fahrzyklus j;  $1 \leq j \leq d$

$M_{si}$  = emittierte Masse des Schadstoffs i bei allen Vorgängen k in mg/km, Masse des emittierten CO<sub>2</sub> in g/km und Kraftstoffverbrauch in l/100 km ohne Regenerierung

$M_{ri}$  = emittierte Masse des Schadstoffs i bei allen Vorgängen k in mg/km, Masse des emittierten CO<sub>2</sub> in g/km und Kraftstoffverbrauch in l/100 km während der Regenerierung

$M_{pi}$  = emittierte Masse des Schadstoffs i bei allen Vorgängen k in mg/km, Masse des emittierten CO<sub>2</sub> in g/km und Kraftstoffverbrauch in l/100 km

$n_k$  = Zahl der Prüfpunkte des Vorgangs k, an denen Emissionsmessungen (in

Fahrzyklen der Prüfung Typ I) zwischen zwei Zyklen, in denen Regenerierungen auftreten, durchgeführt werden

$d_k$  = Zahl der Fahrzyklen des Vorgangs k, die für die Regenerierung erforderlich sind

$D_k$  = Zahl der Fahrzyklen des Vorgangs k zwischen zwei Zyklen, in denen Regenerierungen auftreten.

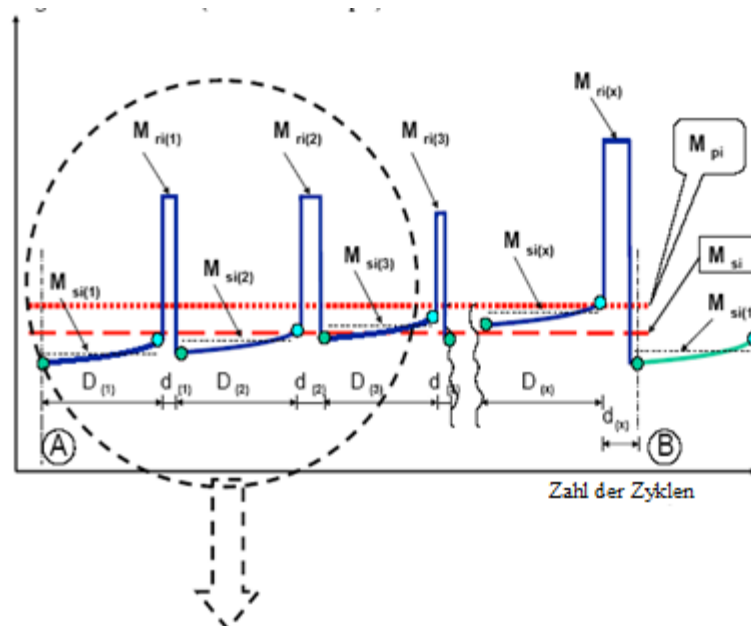


Abbildung Anl 13-2: Größen, die bei der Emissionsprüfung während der

Zyklen, in denen eine Regenerierung erfolgt, und dazwischen gemessen werden (Beispielschema)

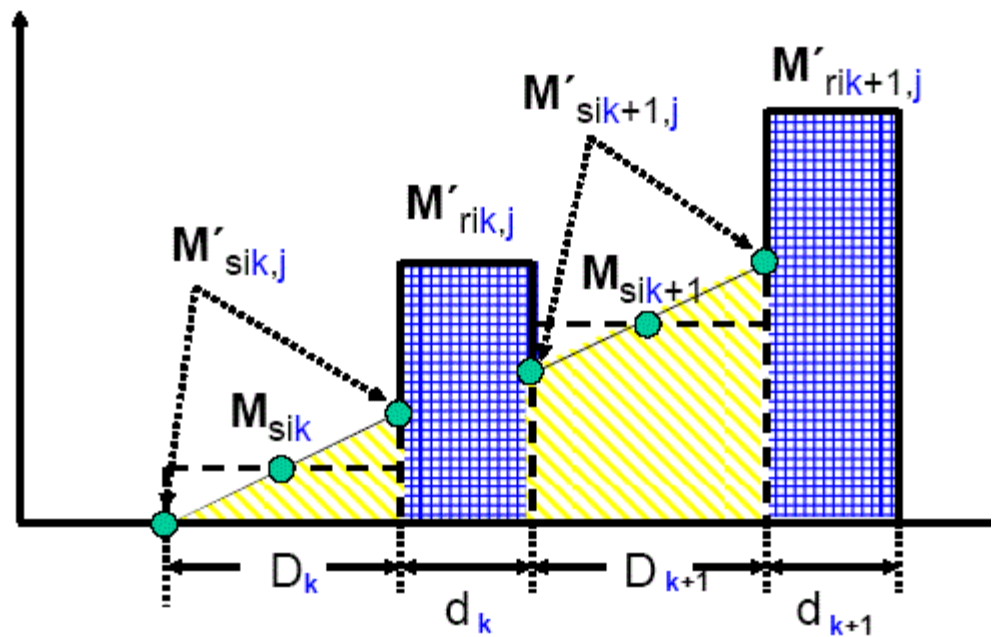


Abbildung Anl 13-3: Größen, die bei der Emissionsprüfung während der Zyklen, in denen eine Regenerierung erfolgt, und dazwischen gemessen werden (Beispielschema)

Als einfaches und realistisches Beispiel wird das Schema von Abbildung Anl 13-3 im Einzelnen beschrieben:

1. „Partikelfilter“: abstandsgleiche Regenerierungsvorgänge, ähnliche

Emissionen ( $\pm 15\%$ ) von Vorgang zu Vorgang

Gleichung Anl 13-12:

$$D_k = D_{k+1} = D_1$$

Gleichung Anl 13-13:

$$d_k = d_{k+1} = d_1$$

Gleichung Anl 13-14:

$$M_{rik} - M_{sik} = M_{rik+1} - M_{sik+1}$$

$$n_k = n$$

2. „DeNO<sub>x</sub>“: Der Entschwefelungsvorgang (SO<sub>2</sub>-Entfernung) wird gestartet, bevor sich eine Auswirkung von Schwefel auf die Emissionen nachweisen lässt ( $\pm 15\%$  der gemessenen Emissionen) und findet in diesem Beispiel aus Gründen der Wärmeabgabe zusammen mit dem zuletzt durchgeführten DPF-Regenerierungsvorgang statt.

Gleichung Anl 13-15:

$$M'_{sik,j=1} = \text{konstant} \rightarrow M_{sik} = M_{sik+1} = M_{si2}$$

$$M_{rik} = M_{rik+1} = M_{ri2}$$

Für den Vorgang der SO<sub>2</sub>-Entfernung: M<sub>ri2</sub>, M<sub>si2</sub>, d<sub>2</sub>, D<sub>2</sub>, n<sub>2</sub> = 1

3. Vollständiges System (DPF + DeNO<sub>x</sub>):

Gleichung Anl 13-16:

$$M_{si} = \frac{n \cdot M_{si1} \cdot D_1 + M_{si2} \cdot D_2}{n \cdot (D_1 + d_1) + D_2 + d_2}$$

Gleichung Anl 13-17:

$$M_{ri} = \frac{n \cdot M_{ri1} \cdot d_1 + M_{ri2} \cdot d_2}{n \cdot (D_1 + d_1) + D_2 + d_2}$$

Gleichung Anl 13-18:

$$M_{pi} = \frac{M_{si} + M_{ri}}{n \cdot (D_1 + d_1) + D_2 + d_2} = \frac{n \cdot (M_{si1} \cdot D_1 + M_{ri1} \cdot d_1) + M_{si2} \cdot D_2 + M_{ri2} \cdot d_2}{n \cdot (D_1 + d_1) + D_2 + d_2}$$

Der Faktor K<sub>i</sub> kann für Mehrfachsysteme mit periodischer Regenerierung erst

nach einer bestimmten Anzahl von Regenerierungen für jedes System berechnet werden. Nach Anwendung des gesamten Verfahrens (A bis B, siehe Abbildung Anl 13-2) sollten die ursprünglichen Ausgangsbedingungen A wieder erreicht werden.

3.4.1. Erweiterung der Genehmigung eines Mehrfachsystems mit periodischer Regenerierung

3.4.1.1. Werden die technischen Parameter oder die Regenerierungsstrategie eines Mehrfach-Regenerationssystems für alle Vorgänge innerhalb dieses kombinierten Systems geändert, sind Messungen vorzunehmen, durch die das gesamte Verfahren unter Einbeziehung aller Regenerierungseinrichtungen durchlaufen wird, um so den mehrfachen  $K_i$ -Faktor zu aktualisieren.

3.4.1.2. Wenn sich bei einer einzelnen Einrichtung des Mehrfach-Regenerierungssystems lediglich Strategieparameter geändert haben (d. h. beispielsweise „D“ und/oder „d“ für DPF) und der Hersteller dem technischen Dienst durch Vorlage plausibler technischer Daten und Informationen nachweisen kann, dass

a) keine Wechselwirkung mit einer oder mehreren anderen Einrichtungen des Systems festgestellt werden kann und

b) die wichtigen Parameter (also z. B. Bauart, Arbeitsweise, Volumen, Lage) identisch sind,

kann das notwendige Verfahren zur Aktualisierung von  $k_i$  vereinfacht werden.

Gemäß Absprache zwischen dem Hersteller und dem technischen Dienst ist in einem solchen Fall nur ein Probenahme-/Speicher- und Regenerierungsvorgang auszuführen; die Prüfergebnisse („ $M_{si}$ “, „ $M_{ri}$ “) könnten dann zusammen mit den geänderten Parametern („D“ oder „d“) in die entsprechenden Formeln eingesetzt werden, um den mehrfachen  $K_i$ -Faktor mathematisch durch Substitution der bestehenden Grundformel(n) für den  $K_i$ -Faktor zu aktualisieren