

# Liechtensteinisches Landesgesetzblatt

Jahrgang 1987

Nr. 41

ausgegeben am 25. September 1987

---

## Verordnung vom 18. August 1987 über die Abgasemissionen leichter Motorwagen (FAV 1)

Aufgrund von Art. 7 und Art. 99 des Strassenverkehrsgesetzes vom 30. Juni 1978, LGBI. 1978 Nr. 18<sup>1</sup>, verordnet die Regierung:

### 1. Geltungsbereich

1.1 Diese Verordnung gilt für die Prüfung von Motorwagen (Art. 10 Abs. 1 der Verordnung vom 16. Juli 1996 über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge [VTS]), dreirädrigen Motorfahrzeugen mit einem Leergewicht von mehr als 1 000 kg (Art. 10 Abs. 1 VTS) und Kleinmotorfahrzeugen (Art. 15 Abs. 3 VTS) mit Fremdzündungs- oder Selbstzündungsmotoren hinsichtlich:

- a) Schadstoff- und Partikelemissionen aus dem Auspuff;
- b) Verdampfungsemissionen aus dem Treibstoffsystem;
- c) Emissionen aus dem Kurbelgehäuse.<sup>2</sup>

1.2 Ausgenommen sind:

- Motorwagen mit einem garantierten Gesamtgewicht von über 3 500 kg,
- Motorwagen mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von nicht mehr als 50 km/h,
- die Traktoren und Arbeitsmotorwagen.

1.3 Die dieser Verordnung unterstehenden Fahrzeuge werden in zwei Gruppen eingeteilt:

1.3.1 *Gruppe I*

- a) Fahrzeuge zum Personentransport mit höchstens neun Sitzplätzen einschliesslich Führer und einer Nutzlast von höchstens 760 kg;
- b) Fahrzeuge zum Sachentransport mit einer Nutzlast von höchstens 760 kg;
- c) Fahrzeuge nach den Bst. a und b, die sowohl zum Personen- und Sachentransport dienen.

### 1.3.2 Gruppe II

- a) Fahrzeuge zum Personentransport mit einer Nutzlast von mehr als 760 kg sowie diejenigen mit mehr als neun Sitzplätzen einschliesslich Führer;
- b) Fahrzeuge zum Sachentransport mit einer Nutzlast von mehr als 760 kg;
- c) Fahrzeuge zum Personentransport mit höchstens neun Sitzplätzen einschliesslich Führer und einer Nutzlast von höchstens 760 kg, die nachweisbar von einem Fahrzeug nach den Bst. a oder b abgeleitet sind;
- d) Fahrzeuge der Gruppe I, die geländegängig sind.

## 2. Definitionen

Im Sinne dieser Verordnung bedeutet:

- 2.1 "Abgasemission": In die Atmosphäre ausgestossene Substanzen, die aus jeder nach dem Auspuffkollektor eines Fahrzeugmotors gelegenen Öffnung austreten.
- 2.2 "Abgastechnischer Fahrzeugtyp": Fahrzeuge, die identisch sind hinsichtlich Emissions- und Verdampfungs-Kontrollsystem sowie der Kraftübertragung, eingeschlossen die Gesamtübersetzungen in allen in den Fahrzyklustests verwendeten Getriebegängen. Bei den Gesamtübersetzungen - ausgedrückt als Fahrzeuggeschwindigkeit bei einer Motordrehzahl von 1 000/min - wird eine Abweichung von  $\pm 8\%$  toleriert.
- 2.3 "Bezugsmasse": Leergewicht plus 136 kg.
- 2.4 "Emissions-Kontrollsystem": Kombination aller Teile, die zur Kontrolle, Steuerung und Verminderung der Abgas- und Kurbelgehäuseemissionen dienen.
- 2.5 "Fahrzeugtyp": Typenbezeichnung einer Baureihe durch den Fahrzeughersteller.
- 2.6 "Garantiertes Gesamtgewicht": Das vom Fahrzeughersteller höchstens zugelassene Gewicht.
- 2.7 "Gasförmige Schadstoffe": Kohlenmonoxid CO, Kohlenwasserstoffe HC (ausgedrückt als CH<sub>1,85</sub>; im Leerlauf als C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>ausgedrückt) und Stickoxide NO<sub>x</sub> (ausgedrückt als NO<sub>2</sub>-Äquivalent).

2.8 "Geländegängig" sind Fahrzeuge, bei denen mindestens eine Vorderachse und mindestens eine Hinterachse angetrieben sowie mindestens vier der nachfolgenden Bedingungen im Sinne der ISO-Norm 612/1978 eingehalten sind :

- Rampenwinkel min.  $14^{\circ}$
- vorderer Überhangwinkel min.  $28^{\circ}$
- hinterer Überhangwinkel min.  $20^{\circ}$
- Bodenfreiheit (ohne Achsen) min. 200 mm
- Bodenfreiheit unter den Achsen min. 175 mm

Die Messungen erfolgen dabei am unbeladenen Fahrzeug ohne Berücksichtigung allfällig vorhandener Anbaugeräte (z. B. Seilwinde, Anhängervorrichtung usw.), wenn die gelenkten Räder parallel zur Längsmittlebene stehen und die Reifen den vom Fahrzeughersteller empfohlenen Druck aufweisen.

2.9 "Kurbelgehäuseemission": In die Atmosphäre ausgestossene Gase oder Dämpfe aus den innerhalb oder ausserhalb des Motors liegenden Räumen, die über innere oder äussere Verbindungen an den Ölsumpf angeschlossen sind.

2.10 "Leergewicht": Masse des Fahrzeugs in fahrbereitem Zustand, ohne Insassen und Ladung, aber mit der gesamten Standardausrüstung und dem Zubehör gemäss Ziff. 5.3 sowie einschliesslich der Treibstoffmasse entsprechend dem angegebenen Behälterinhalt. Bei Fahrzeugen mit spezieller Ausstattung (z. B. Sanitätsfahrzeuge, Feuerwehrfahrzeuge, Wohnmotorwagen) zählt diese nicht zum Leergewicht. Bei Fahrzeugen, die nur als Fahrgestell mit Kabine hergestellt und erst in Liechtenstein mit einer Brücke versehen werden, ist für die Bestimmung des Leergewichts die Masse der leichtesten erhältlichen Brücke miteinzubeziehen.

2.11 "Modelljahr": Kalenderjahr, in dem nach Angabe des Fahrzeugherstellers die Mehrzahl der Fahrzeuge eines bestimmten Fahrzeugtyps hergestellt wird. Eine bestimmte Modelljahrbezeichnung kann nicht für Fahrzeuge verwendet werden, die vor dem 1. Juli des vorhergehenden Jahres oder nach dem 31. Dezember des betreffenden Jahres hergestellt worden sind.

2.12 "Motorfamilie": Basiseinheiten, in die der Fahrzeughersteller seine Produktionsreihe für die Auswahl von Prüffahrzeugen einteilt. Eine Motorfamilie kann mehrere abgastechische Fahrzeugtypen umfassen.

2.13 "Nutzlast": Differenz zwischen garantiertem Gesamtgewicht und Leergewicht.

- 2.14 "Partikel": Alle festen Stoffe im Abgas, die bei einer Temperatur von max. 52°C im verdünnten Abgasstrahl mittels Filtern nach den Anforderungen des Anhangs 1 dieser Verordnung gesammelt werden.
- 2.15 "Prüfstelle": Stelle, die von der Typenprüfstelle beauftragt wurde, bei Nachprüfungen und Produktionsüberprüfungen an Prüffahrzeugen Emissionsprüfungen durchzuführen.
- 2.16 "Typenprüfstelle": Die von der Regierung bezeichnete Typenprüfstelle.
- 2.17 "Verdampfungsemission": Summe der in die Atmosphäre verdampften Kohlenwasserstoffe aus dem Treibstoffsystem.
- 2.18 "Verdampfungs-Kontrollsystem": Kombination aller Teile, die zur Kontrolle, Steuerung und Verminderung der Verdampfungsemissionen dienen.
- 2.19 "Vereitelungs-Vorrichtung": Konstruktionselement, das irgendeinen Teil des Emissions- und Verdampfungs-Kontrollsystems in Gang setzt, reguliert, verzögert oder ausser Betrieb setzt und damit die Wirksamkeit des Emissions- und Verdampfungs-Kontrollsystems, wie sie bei normalem Betrieb und Gebrauch des Fahrzeugs vorausgesetzt werden darf, herabsetzt. Ausgenommen sind Konstruktionselemente, die nachweisbar als Schutzmassnahme zur Verhinderung von Schäden an abgasrelevanten Teilen oder Systemen dienen (der Nachweis kann überprüft werden) oder wenn deren Wirksamkeit nicht über den Anlassvorgang hinausgeht.

### 3. Allgemeine Vorschriften

#### 3.1 *Haltbarkeit*

3.1.1 Die Emissionswerte dieser Verordnung gelten für eine Fahrstrecke von 80 000 km oder eine Betriebsdauer von fünf Jahren (je nachdem, was zuerst erreicht wird). Jedes Fahrzeug muss so ausgerüstet, seine emissionsrelevanten Bauteile einschliesslich des Emissions- und Verdampfungs-Kontrollsystems so konzipiert, konstruiert, zusammengebaut und das Material und die Herstellung von solcher Qualität sein, dass es

- bei normalem Betrieb,
- bei ausschliesslicher Verwendung des erforderlichen Treibstoffes,
- bei ordnungsgemässer Wartung nach den Herstellervorschriften
- und trotz der Einwirkung von veränderlichen Grössen wie Hitze und Kälte, wiederholtem Kaltstart, Vibrationen und Ausnützung der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit

die Vorschriften dieser Verordnung während einer Fahrstrecke von 80 000 km oder einer Betriebsdauer von fünf Jahren (je nachdem, was zuerst erreicht wird) zu erfüllen vermag.

- 3.1.2 Für den Nachweis der Haltbarkeit über 80 000 km bzw. fünf Jahre werden beim Abgas-Typengenehmigungsverfahren und bei der Produktionsüberprüfung Verschlechterungsfaktoren angewendet. Diese entsprechen der Veränderung der Emissionen über eine Fahrstrecke von 80 000 km und sind vom Fahrzeughersteller nach Ziff. 8.1 zu bestimmen.
- 3.1.3 Die Verschlechterungsfaktoren müssen - für jede Motorfamilie getrennt - für jede Abgas-Schadstoffkomponente sowie für die Partikel beim Stadt-Fahrzyklustest bestimmt werden. Zusätzlich ist für jede Motorfamilie der Verschlechterungsfaktor für die Verdampfungsemissionen zu bestimmen.
- Die Faktoren für die Abgasschadstoffe sind Multiplikatoren, derjenige für die Verdampfungsemissionen ein Summand.
- Wenn ein durch den Fahrzeughersteller nach Ziff. 8.1.1 bestimmter Verschlechterungsfaktor kleiner als Eins, für die Verdampfungsemissionen kleiner als Null ist, so gilt er für diese Verordnung als Eins bzw. Null.

### 3.2 *Einbau von Vereitelungs-Vorrichtungen*

Die Abgas-Typengenehmigung für eine Motorfamilie wird nicht erteilt, wenn irgendein Fahrzeugtyp dieser Motorfamilie mit einer Vereitelungs-Vorrichtung ausgerüstet ist.

### 3.3 *Antrag und Prüfeinrichtungen*

Um eine Abgas-Typengenehmigung zu erhalten, muss der Fahrzeughersteller bei der Typenprüfstelle einen Antrag entsprechend Ziff. 4 einreichen. Im Antrag muss er die technischen Daten der betreffenden Fahrzeugtypen aufführen und durch Emissionsprüfungen nachweisen, dass die Fahrzeuge den Bestimmungen dieser Verordnung entsprechen.

Der Antragsteller muss für die Prüfung der Abgas- und Verdampfungsemissionen über geeignete Prüfeinrichtungen verfügen oder solche in Anspruch nehmen können. Die Anforderungen an diese Einrichtungen sind in den Anhängen 1 bis 3 dieser Verordnung aufgeführt. Der Typenprüfstelle steht das Recht zu, die Prüfeinrichtungen zu kontrollieren.

### 3.4 *Vorhandensein einer Abgas-Typengenehmigung*

Damit ein Fahrzeugtyp zur Fahrzeug-Typenprüfung zugelassen werden kann, muss eine Abgas-Typengenehmigung für die Motorfamilie vorhanden sein, zu welcher der fragliche Fahrzeugtyp gehört.

## 4. **Antrag für eine Abgas-Typengenehmigung**

### 4.1 *Allgemeines*

- 4.1.1 Der Antrag für eine Abgas-Typengenehmigung muss der Typenprüfstelle in einfacher Ausfertigung zugestellt werden.

- 4.1.2 Der Antrag muss in deutscher, französischer, italienischer oder englischer Sprache abgefasst und von einer zur Unterschrift berechtigten Person unterzeichnet sein.
- 4.1.3 Zur Einreichung der notwendigen Angaben hat der Antragsteller die offiziellen Formulare der Typenprüfstelle oder eigene, im Aufbau übereinstimmende Formulare zu verwenden.
- 4.1.4 Der Antragsteller muss die Unterlagen und Prüfergebnisse, die dem Antrag zugrunde liegen, nach der Erteilung der Abgas-Typengenehmigung noch sechs Jahre lang aufbewahren.
- 4.1.5 Die Typenprüfstelle kann die Unterlagen und Prüfergebnisse einsehen und die ausgewählten Prüffahrzeuge und die Einrichtungen, die vom Gesuchsteller für die verschiedenen Emissionsprüfungen verwendet wurden, überprüfen.

#### 4.2 Kriterien für die Einteilung in Motorfamilien

- 4.2.1 Die Fahrzeuge, für die ein Antrag auf Abgas-Typengenehmigung gestellt wird, müssen in Gruppen eingeteilt werden, deren Fahrzeugmotoren erwartungsgemäss gleichartige Eigenschaften hinsichtlich Schadstoff- und Partikelemissionen haben. Jede Fahrzeuggruppe mit Motoren, die gleichartige Emissionseigenschaften aufweisen, ist als gesonderte Motorfamilie zu bezeichnen. Der Fahrzeughersteller bezeichnet die Motorfamilie. Diese darf aber nur das Modelljahr einschliessen, für das ursprünglich Antrag gestellt wird.
- 4.2.2 Die Fahrzeuge bzw. Motoren, die in den folgenden konstruktiven Merkmalen übereinstimmen, müssen in dieselbe Motorfamilie eingeteilt werden:
- Abstand von Mittelpunkt zu Mittelpunkt der Zylinderbohrungen;
  - Anordnung, Zahl der Zylinder und Ausführung des Zylinderblockes (z. B. luft- oder wassergekühlt, 4-Zylinder-Reihenmotor, V6-Motor usw.);
  - Lage der Ein- und Auslassventile (oder -öffnungen);
  - Luftansaugverfahren (z. B. Aufladung);
  - Verbrennungs- und Arbeitsverfahren;
  - Art des Abgasnachbehandlungssystems;
  - Merkmale des Katalysators (wenn vorhanden):
  - Art (Oxidations- oder Dreiwegkatalysator);
  - Volumen mit einer Toleranz von  $\pm 15\%$  der aktiven Oberfläche;
  - Art der Gemischaufbereitung;
  - Art des Treibstoffsystems und Art der Speichervorrichtung für Treibstoffdämpfe (wenn vorhanden);

- Grundkonstruktion des Kanisters für Treibstoffdämpfe (wenn vorhanden).

#### 4.3 Antrag für eine neue Motorfamilie

##### 4.3.1 Der Antrag muss folgendes enthalten:

- a) die Bezeichnung und Beschreibung der Fahrzeugtypen, für die der Antrag gilt;
- b) die voraussichtlichen Verkaufszahlen für die verschiedenen abgastech-nischen Fahrzeugtypen in Liechtenstein während der Gültigkeitsdauer der Abgas-Typengenehmigung;
- c) die Bezeichnung und Beschreibung der für die Emissionsprüfungen und - wenn erforderlich - für den Dauerhaftigkeitstest ausgewählten Prüf-fahrzeuge;
- d) eine Bestätigung, dass die Fahrzeuge den Anforderungen der Ziff. 3.1 und 3.2 entsprechen;
- e) eine Beschreibung der Feststell- oder Plombiereinrichtungen an den einstellbaren Teilen der Gemischbildung und den emissionsrelevanten Bauteilen, die ein unbefugtes Eingreifen verhindern;
- f) Resultate der Emissionsmessungen der ausgewählten Prüffahrzeuge;
- g) die Angaben hinsichtlich des gewählten Verfahrens zur Bestimmung der Verschlechterungsfaktoren (vgl. Ziff. 8.1) und die Angabe derselben;
- h) Angaben über die für die Fahrzeuge jeder Motorfamilie notwendige minimale Einfahrdistanz, damit die emissionsrelevanten Teile stabili-siert sind, um bei den Emissionsprüfungen aussagekräftige Resultate zu erhalten; diese Angaben sind zu bestätigen;
- i) eine Aufstellung aller empfohlenen emissionsbezogenen Unterhaltsar-beiten, die erforderlich sind, um sicherzustellen, dass die Fahrzeuge dieser Verordnung entsprechen;
- k) eine Beschreibung der Schulung, die das Werkstattpersonal erhalten muss, um diese Unterhaltsarbeiten ausführen zu können, sowie der für diese Unterhaltsarbeiten erforderlichen Ausrüstung;
- l) eine Betriebsanleitung für die Fahrzeughalter in Liechtenstein mit einer Anleitung zur Bedienung der Fahrzeuge, die auch bei den Emissions-prüfungen zu beachten ist, sowie mit den Intervallen für die emissions-bezogenen Unterhaltsarbeiten und deren Umfang;
- m) eine Erklärung darüber, dass die ausgewählten Prüffahrzeuge gemäss den Bestimmungen dieser Verordnung geprüft worden sind, dass an den Prüffahrzeugen nur solche Unterhaltsarbeiten vorgenommen wurden, wie sie vom Hersteller für den betreffenden Fahrzeugtyp vorge-

schrieben sind, und dass die Fahrzeuge den Bestimmungen dieser Verordnung entsprechen;

- n) die Kontrolldaten, Messbedingungen und Sollwerte für das Abgas-Wartungsdokument nach Art. 83a Abs. 4 BAV. Werden für Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotoren höhere Sollwerte als 0,2 % Volumen CO oder 70 ppm HC angegeben oder werden besondere Messbedingungen verlangt, so ist dies im Antrag zu begründen. Die Begründung muss mit Resultaten von Emissionsprüfungen über eine Laufstrecke von mindestens 80 000 km dokumentiert sein;<sup>3</sup>
- o) Anzahl der Prüffahrzeuge für die endgültige Stichprobe bei einer allfälligen Produktionsüberprüfung; sie kann von der Typenprüfstelle geändert werden (vgl. Ziff. 14.3.4.2).

4.3.2 Die Typenprüfstelle kann zusätzliche Angaben verlangen über die Prüffahrzeuge, die Prüfeinrichtungen, den verwendeten Treibstoff und - wenn durchgeführt - den Dauerhaftigkeitstest.

4.3.3 Der Fahrzeughersteller kann bei Unklarheiten vor der Einreichung eines Antrages den Rat der Typenprüfstelle einholen.

4.3.4 Der Fahrzeughersteller darf keinen Antrag für eine neue Motorfamilie einreichen, wenn für diese Motorfamilie schon eine Abgas-Typengenehmigung besteht und die konstruktiven Merkmale nach Ziff. 4.2.2 unverändert bleiben.

## 5. Prüffahrzeuge

### 5.1 Auswahl der Prüffahrzeuge

Auf der Basis der Motorfamilien-Einteilung sind Prüffahrzeuge für die verschiedenen Emissionsprüfungen auszuwählen. Dabei ist wie folgt vorzugehen:

#### 5.1.1 Erstes Prüffahrzeug:

Fahrzeug des abgastechnischen Fahrzeugtyps, von dem die höchsten Abgasemissionen erwartet werden können.

#### 5.1.2 Zweites Prüffahrzeug (nur wenn nicht alle Fahrzeuge einer Motorfamilie gleichartig):

Fahrzeug des abgastechnischen Fahrzeugtyps aus der höchsten Bezugsmassenklasse.

Wenn verschiedene abgastechnische Fahrzeugtypen zur gleichen Bezugsmassenklasse gehören, dann ist ein Fahrzeug des abgastechnischen Fahrzeugtyps zu wählen, der bei 80 km/h den höchsten Fahrwiderstand aufweist. Wenn dabei die Fahrwiderstände gleich sind, dann ist ein Fahrzeug



mit dem grössten Motor-Hubvolumen zu wählen. Wenn auch dieses gleich ist, ist ein Fahrzeug mit dem grössten Gesamtübersetzungsverhältnis zu wählen.

Wenn nach diesem Auswahlverfahren das zweite Prüffahrzeug mit dem ersten identisch ist, kann auf das zweite Prüffahrzeug verzichtet werden.

- 5.1.3 Zur Bestimmung der Verdampfungsemissionen ist aus den Prüffahrzeugen nach den Ziff. 5.1.1 und 5.1.2 dasjenige auszuwählen, von dem die höchsten Verdampfungsemissionen erwartet werden können.

Wenn dabei nicht dasjenige Verdampfungs-Kontrollsystem innerhalb der Motorfamilie abgedeckt ist, von dem die höchsten Verdampfungsemissionen erwartet werden, ist ein zusätzliches Prüffahrzeug mit diesem Verdampfungs-Kontrollsystem auszuwählen.

- 5.1.4 Nach dem Einfahren der Prüffahrzeuge sind die Emissionsprüfungen nach den Bestimmungen dieser Verordnung durchzuführen. Dabei müssen sämtliche Ergebnisse der Emissionsmessungen der Typenprüfstelle mitgeteilt werden.
- 5.1.5 Hinsichtlich der Prüffahrzeuge für den Dauerhaftigkeitstest vgl. Anhang 4 dieser Verordnung.

## 5.2 *Zusätzliche Prüffahrzeuge*

- 5.2.1 Der Fahrzeughersteller kann selber zusätzliche Prüffahrzeuge bestimmen. Die Resultate der mit diesen Fahrzeugen durchgeführten Emissionsprüfungen sind ebenfalls im Antrag für eine Abgas-Typengenehmigung anzugeben.
- 5.2.2 Die Typenprüfstelle kann verlangen, dass zusätzliche Fahrzeuge eines bestimmten Typs mit genau festgelegter Ausrüstung für die Prüfung ausgewählt werden.
- 5.2.3 Sie kann anstelle eines nach Ziff. 5.1 für die Prüfung ausgewählten Fahrzeugs ein anderes Fahrzeug der betreffenden Motorfamilie als Prüffahrzeug bestimmen.

## 5.3 *Berechnung der Bezugsmasse*

Bei der Berechnung der Bezugsmasse der Prüffahrzeuge muss die Ausrüstung der Fahrzeuge wie folgt berücksichtigt werden:

- 5.3.1 Jedes Zubehör, das sich bei der Fahrzeug-Typenprüfung in Liechtenstein im Fahrzeug befindet, wird in der Regel als Standardausrüstung bezeichnet.
- 5.3.2 Wenn mehr als ein Drittel der Fahrzeuge innerhalb einer Motorfamilie voraussichtlich mit einer Zusatzausrüstung versehen wird, so muss die Masse dieser Ausrüstung bei der Berechnung der Bezugsmasse aller Prüffahrzeuge dieser Motorfamilie mitberücksichtigt werden. Zusätzliche

Zubehörteile, die weniger als 1.5 kg pro Stück wiegen, müssen nicht berücksichtigt werden.

#### 5.4 *Ausrüstung und Einstellung*

5.4.1 Die Ausrüstung und Einstellung der Prüffahrzeuge muss grundsätzlich den Angaben im Antrag entsprechen.

5.4.2 Die Typenprüfstelle kann in bezug auf die abgasrelevanten verstellbaren Bauteile bei den Prüffahrzeugen eine bestimmte Einstellung verlangen; bei Fremdzündungsmotoren gilt dies insbesondere für die Leerlaufdrehzahl, den CO- und HC-Gehalt im Leerlauf und die Grundeinstellung des Zündzeitpunkts. Die verlangte Einstellung muss innerhalb der vom Fahrzeughersteller angegebenen Toleranzen liegen oder innerhalb der Toleranzen, die nach Ansicht der Typenprüfstelle von den Werkstätten üblicherweise aufgrund der Einrichtungen und Arbeitsmöglichkeiten eingehalten werden können.

#### 5.5 *Resultate von anderen Prüffahrzeugen*

Anstelle eines nach Ziff. 5.1 ausgewählten Prüffahrzeugs kann im Einverständnis mit der Typenprüfstelle der Fahrzeughersteller die Resultate von Abgas- und/oder Verdampfungs-Emissionsprüfungen - inkl. diejenigen eines Dauerhaftigkeitstests - einreichen, die mit einem in bezug auf die Emissionen gleichen Prüffahrzeug erzielt wurden, dessen Resultate schon für einen Antrag nach Ziff. 4.3.1 oder eine Abgas-Typengenehmigung nach Ziff. 10.1 eingereicht wurden.

#### 5.6 *Nachprüfung*

5.6.1 Die Typenprüfstelle kann die Prüffahrzeuge zur Nachprüfung in den eigenen oder in den von ihr bezeichneten Prüfstellen aufbieten oder die Prüfung in gegenseitigem Einvernehmen beim Fahrzeughersteller selber durchführen, wobei der Fahrzeughersteller das Personal und die Ausrüstung zur Verfügung stellen muss. Ergeben diese Prüfungen Resultate, die von den Angaben des Fahrzeugherstellers abweichen, so gelten die von der Typenprüfstelle ermittelten Werte als offizielle Prüfergebnisse. Bei der Nachprüfung müssen nicht alle Prüfungen durchgeführt werden.

5.6.2 Die Typenprüfstelle kann über Prüffahrzeuge oder Teile davon verfügen, um abzuklären, ob die Fahrzeuge innerhalb der Motorfamilie den Vorschriften dieser Verordnung entsprechen.

### 6. Emissionsprüfungen

Die ausgewählten Prüffahrzeuge werden den fünf nachfolgenden Prüfungen unterzogen. Vorher müssen sie solange betrieben werden, dass ihre emissionsrelevanten Teile stabilisiert sind, um bei den Emissionsprüfungen

aussagekräftige Resultate zu erhalten, im Minimum entsprechend einer Fahrstrecke von 500 km. Sie dürfen aber nicht länger als entsprechend einer Fahrstrecke von 15 000 km betrieben werden.

#### 6.1 *Stadt-Fahrzyklustest*

- 6.1.1 Der Stadt-Fahrzyklustest dient zur Ermittlung des Ausstosses an gasförmigen Schadstoffen und bei Selbstzündungsmotoren zusätzlich der Partikelemissionen aus dem Motor.
- 6.1.2 Beim Stadt-Fahrzyklustest wird auf einem Fahrleistungsprüfstand mit Vorrichtungen zur Simulation von Fahrwiderstand und Schwungmasse eine Stadtfahrt mit Kalt- und Warmstart simuliert.
- 6.1.3 Die Prüfung wird nach dem im Anhang 1 dieser Verordnung festgelegten Vorgehen durchgeführt.

#### 6.2 *Überland-Fahrzyklustest*

- 6.2.1 Der Überland-Fahrzyklustest wird nur für Fahrzeuge mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von 90 km/h und mehr durchgeführt; er dient zur Ermittlung des NO<sub>x</sub>-Ausstosses aus dem Motor bei höheren Fahrgeschwindigkeiten.
- 6.2.2 Der Überland-Fahrzyklustest wird anschliessend an den Stadt-Fahrzyklustest auf dem gleichen Fahrleistungsprüfstand durchgeführt, wobei mit warmem Motor eine Überlandfahrt simuliert wird.
- 6.2.3 Die Prüfung wird nach dem im Anhang 1 dieser Verordnung festgelegten Vorgehen durchgeführt.

#### 6.3 *Verdampfungstest*

- 6.3.1 Bei den Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotoren werden die HC-Verdampfungsemissionen aus dem Treibstoffsystem ermittelt (Verdampfungstest).
- 6.3.2 Es werden die Tankatmungsverluste vor dem Stadt-Fahrzyklustest und die Verdampfungsemissionen während des Heissabstellens und - wenn erforderlich - die Verdampfungsemissionen während des Stadt-Fahrzyklustestes gemessen.
- 6.3.3 Die Prüfungen werden nach dem im Anhang 1 dieser Verordnung festgelegten Vorgehen durchgeführt.

#### 6.4 *Leerlaufstest*

- 6.4.1 Der Leerlaufstest wird an Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotoren durchgeführt. Dabei wird die Konzentration an Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Kohlenwasserstoffen (HC) im Abgas bei Leerlauf ermittelt. Der CO<sub>2</sub>-Gehalt dient dabei zur Korrektur der beiden anderen Werte bei einer allfälligen Verdünnung der Abgase.

6.4.2 Die Prüfung wird nach dem im Anhang 2 dieser Verordnung festgelegten Vorgehen durchgeführt.

### 6.5 Kurbelgehäusetest

6.5.1 Der Kurbelgehäusetest dient zur Messung allfälliger HC-Emissionen aus dem Kurbelgehäuse. Er wird an allen Fahrzeugen, die dieser Verordnung unterstehen, durchgeführt, mit Ausnahme der Fahrzeuge mit Zweitaktmotoren, deren Vorverdichtung im Kurbelgehäuse stattfindet.

6.5.2 Wenn der Fahrzeughersteller auf andere Weise belegen kann, dass bei den Fahrzeugen keine Emissionen aus dem Kurbelgehäuse in die Atmosphäre gelangen können, so kann er auf den Kurbelgehäusetest verzichten.

6.5.3 Eine allfällige Prüfung wird nach dem im Anhang 3 dieser Verordnung festgelegten Vorgehen durchgeführt.

## 7. Emissionsgrenzwerte

### 7.1 Schadstoff- und Partikelemissionen beim Stadt-Fahrzyklustest

Der Gehalt an gasförmigen Schadstoffen und Partikeln im Abgas eines nach dem im Anhang 1 beschriebenen Stadt-Fahrzyklustest geprüften Fahrzeugs darf die folgenden Werte nicht übersteigen:

#### 7.1.1 Fahrzeuge der Gruppe I

Schadstoff in g/km	A	B
	$(1.10.87)^2$	$(1.10.88)^2$
Kohlenmonoxid (CO)	2.1	2.1
Kohlenwasserstoffe (HC)	0.25	0.25
Stickoxide (NO <sub>x</sub> )	0.62	0.62
Partikel <sup>1</sup>	0.37	0.124

1 Nur für Selbstzündungsmotoren

2 Vgl. Ziff. 15.2

#### 7.1.2 Fahrzeuge der Gruppe II<sup>4</sup>

Schadstoff in g/km	A	B	C
	$(1.10.88)^2$	$(1.10.90)^2$	$(1.10.92)^2$
Kohlenmonoxid (CO)	6.2	6.2	6.2
Kohlenwasserstoffe (HC)	0.50	0.50	0.50

Stickoxide (NOx)	1.4	1.1	1.1
Partikel <sup>1</sup>	0.37	0.37	0.162

1 Nur für Selbstzündungsmotoren

2 Vgl. Ziff. 15.2

### 7.2 Stickoxidemissionen beim Überland-Fahrzyklustest

Der NO<sub>x</sub>-Ausstoss im Abgas eines nach dem im Anhang 1 beschriebenen Überland-Fahrzyklustest geprüften Fahrzeugs darf den folgenden Wert nicht übersteigen:

Schadstoff in g/km	Gruppe I	Gruppe II
Stickoxide (NO <sub>x</sub> )	0.76	1.8

### 7.3 Verdampfungsemissionen

Die Summe der Kohlenwasserstoffemissionen bei den vorgeschriebenen Prüfungen darf bei Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotoren, die nach dem im Anhang 1 beschriebenen Verdampfungstest geprüft worden sind, nicht mehr als 2.0 g/Test betragen.

### 7.4 Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe im Leerlauf

Der Gehalt an Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffen (HC) gemessen als Hexan-Äquivalent) der bei Leerlauf ausgestossenen und nach dem im Anhang 2 beschriebenen Leerlaufstest gemessenen Abgase darf bei der vom Fahrzeughersteller angegebenen Leerlaufdrehzahl bei Fremdzündungsmotoren die folgenden Werte nicht übersteigen:

Schadstoff	Gruppe I	Gruppe II
CO in vol-%	0.50 <sup>1</sup>	1.0 <sup>1</sup>
HC in ppm	100 <sup>1</sup>	200 <sup>1</sup>

1 Messwerte korrigiert mit Verdünnungsfaktor (Anhang 2).

### 7.5 Kurbelgehäuseemission

Aus dem Entlüftungssystem des Kurbelgehäuses dürfen keine gasförmigen Schadstoffe (Kohlenwasserstoffe) in die Atmosphäre gelangen. Eine allfällige Überprüfung ist nach dem im Anhang 3 beschriebenen Kurbelgehäusestest durchzuführen.

## 8. Vergleich der Prüfergebnisse mit den Emissionsgrenzwerten

### 8.1 Verschlechterungsfaktoren für den Stadt-Fahrzyklustest und den Verdampfungstest

Bevor die offiziellen Prüfergebnisse mit den Emissionsgrenzwerten verglichen werden dürfen, sind für den Nachweis der Haltbarkeit nach Ziff. 3.1 die Prüfergebnisse des Stadt-Fahrzyklustests mit Verschlechterungsfaktoren zu multiplizieren; beim Verdampfungstest dagegen ist der Verschlechterungsfaktor zum Prüfergebnis zu addieren. Die Festlegung der Verschlechterungsfaktoren ist nach einer der drei in den Ziff. 8.1.1 bis 8.1.3 beschriebenen Methoden vorzunehmen, wobei die Methoden für den Stadt-Fahrzyklustest und den Verdampfungstest verschieden sein können. Die Verschlechterungsfaktoren gelten für alle Fahrzeugtypen einer Motorfamilie.

Die Verschlechterungsfaktoren sind auf drei signifikante Ziffern zu runden (ISO 31/0 Anhang B2 Regel B).

8.1.1 Die Verschlechterungsfaktoren werden getrennt für alle Schadstoffkomponenten nach dem im Anhang 4 dieser Verordnung beschriebenen Dauerhaftigkeitstest ermittelt.

8.1.2 Der Fahrzeughersteller kann einen anderen Nachweis für die Ermittlung der Verschlechterungsfaktoren erbringen (z. B. basierend auf Emissionsdaten von im Verkehr befindlichen Fahrzeugen). Diese Faktoren dürfen jedoch nicht tiefer sein als die festen Verschlechterungsfaktoren nach Ziff. 8.1.3. Die Typenprüfstelle entscheidet über deren Anerkennung.

8.1.3 Es werden die folgenden festen Verschlechterungsfaktoren gewählt:

Schadstoff	Fremdzündungs- motor	Selbstzündungs- motor
Kohlenmonoxid (CO)	1.20	1.10
Kohlenwasserstoffe (HC)	1.30	1.00
Stickoxide (NO <sub>x</sub> )	1.10 <sup>1</sup>	1.00
Partikel	-	1.20
HC aus Verdampfungsemissionen	0.00	-

1 Fahrzeuge mit Oxidationskatalysator: 1.00.

Hat die Typenprüfstelle Grund zur Annahme, dass ein bestimmter Fahrzeugtyp höhere Verschlechterungsfaktoren aufweist, so kann sie bestimmen, dass diese festen Werte für den betreffenden Fahrzeugtyp nicht angewendet werden dürfen.

## 8.2 *Rundung der Prüfergebnisse*

Die Prüfergebnisse sind auf zwei (bei den Partikeln der Kolonnen B in Ziff. 7.1 auf drei) signifikante Ziffern zu runden (ISO 31/0 Anhang B2 Regel B). Die Prüfergebnisse des Stadt-Fahrzyklustests sind vorher mit den Verschlechterungsfaktoren nach Ziff. 8.1 zu multiplizieren; beim Verdampfungstest ist dagegen der Verschlechterungsfaktor zum Prüfergebnis zu addieren.

## 9. Weitere Vorschriften

### 9.1 *Betriebs- und Unterhaltsanleitungen*

9.1.1 Jedes Fahrzeug, das dieser Verordnung untersteht, muss mit einer schriftlichen Betriebsanleitung für den Fahrzeughalter versehen sein. Diese muss eine Anleitung zur Bedienung des Fahrzeugs sowie die nötigen Angaben zur Sicherstellung des richtigen Funktionierens des Emissions- und Verdampfungs-Kontrollsystems enthalten. Im weiteren müssen in der Betriebsanleitung die Intervalle für die emissionsbezogenen Unterhaltsarbeiten und deren Umfang aufgeführt sein. Die Anleitung muss in deutscher, französischer oder italienischer Sprache geschrieben und leicht verständlich sein.

9.1.2 Für jeden Fahrzeugtyp, der dieser Verordnung untersteht, muss der Fahrzeughersteller Unterhaltsanleitungen an das Motorfahrzeuggewerbe abgeben. Diese müssen in allen emissionsrelevanten Belangen mit den Angaben übereinstimmen, die der Fahrzeughersteller in seinem Antrag für eine Abgas-Typengenehmigung gemacht hat.

9.1.3 Die Typenprüfstelle kann die Abgas-Typengenehmigung verweigern, wenn die abgegebenen Anleitungen unvollständig sind, oder wenn sie Grund zur Annahme hat, dass die Anleitungen ungenügend oder unpraktisch sind.

### 9.2 *Treibstoff und Einfüllstutzen für benzinbetriebene Fahrzeuge*

9.2.1 Die Motoren müssen so konstruiert sein, dass sie mit handelsüblichem unverbleitem Benzin dauernd zufriedenstellend funktionieren. Beim Benzineinfüllstutzen muss ein dauerhaft lesbares Schild mit der sinngemässen Aufschrift "NUR UNVERBLEITES BENZIN" wahlweise in deutscher, französischer, italienischer oder englischer Sprache angebracht sein.

#### 9.2.2 Benzineinfüllstutzen

9.2.2.1 Der Benzineinfüllstutzen muss so beschaffen sein, dass er mit einem Zapfhahn mit einem äusseren Durchmesser der Endöffnung von 23.6 mm oder mehr nicht betankt werden kann, jedoch das Tanken mit einem Zapfhahn mit folgenden Abmessungen erlaubt:

- Der Aussendurchmesser der Endöffnung darf nicht mehr als 21.3 mm betragen;
- das Endstück muss aus einem mindestens 63 mm langen geraden Rohrstück bestehen.

9.2.2.2 Der Einfüllstutzen muss so beschaffen sein, dass nicht mehr als 700 cm<sup>3</sup> Benzin in den Tank eingefüllt werden können beim Versuch, dieses mit einem Zapfhahn mit einem äusseren Durchmesser der Endöffnung von 23.6 mm oder mehr einzufüllen.

9.2.2.3 Die Tankeinfüllreduktion muss dauerhaft und so beschaffen sein, dass ein unbefugtes Abändern nicht möglich ist.

### 9.3 Prüfanschluss

Fahrzeuge mit Katalysatoren müssen mit einem gut zugänglichen, vor dem Katalysator angebrachten Prüfanschluss mit einem äusseren Durchmesser von 6 bis 8 mm für die Messung der Schadstoffe im Abgas ausgerüstet sein. Bei entsprechenden Fahrzeugen ohne jegliche Verstellmöglichkeit der Gemischbildung (inkl. Sauerstoffsonde) kann auf den Prüfanschluss verzichtet werden.

### 9.4 Verstelleinrichtungen

Bei Fahrzeugen mit Fremdzündungs- und Selbstzündungsmotoren müssen die Verstelleinrichtungen an den emissionsrelevanten Bauteilen und den einstellbaren Teilen der Gemischbildungseinrichtungen plombiert werden oder nur mit Spezialwerkzeugen zugänglich sein. Dies gilt insbesondere auch für die Leerlaufgemischeinstellung bei Fremdzündungsmotoren, ausgenommen davon ist die Leerlaufdrehzahlverstellung.

### 9.5 Andere Treibstoffe als Benzin oder Diesel

Die Vorschriften dieser Verordnung gelten auch sinngemäss für alle Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren, die nicht mit Benzin oder Diesel betrieben werden.

## 10. Abgas-Typengenehmigung

### 10.1 Allgemeines

10.1.1 Stellt die Typenprüfstelle aufgrund der vom Fahrzeughersteller unterbreiteten Prüfergebnisse und -angaben sowie der Ergebnisse von allfälligen zusätzlichen Prüfungen (vgl. Ziff. 10.2) fest, dass die ausgewählten Prüffahrzeuge allen Anforderungen dieser Verordnung entsprechen und dass alle verlangten technischen Angaben im Antrag unterbreitet wurden, so erteilt sie die Abgas-Typengenehmigung für die Fahrzeuge der betreffenden Motorfamilie.



- 10.1.2 Die Abgas-Typengenehmigung wird nur für ein Modelljahr erteilt. Die offiziellen Emissions-Messergebnisse müssen in der Abgas-Typengenehmigung aufgeführt werden.
- 10.1.3 Damit ein abgastechnischer Fahrzeugtyp einer Motorfamilie die Abgas-Typengenehmigung erhalten kann, müssen alle ausgewählten Prüffahrzeuge der entsprechenden Motorfamilie die Anforderungen nach Ziff. 7 erfüllen.

## 10.2 *Nachprüfung von Prüffahrzeugen*

Werden Prüffahrzeuge zur Nachprüfung nach Ziff. 5.6 ausgewählt, so ist wie folgt vorzugehen:

- 10.2.1 Vor der ersten Prüfungsserie dürfen unter Aufsicht der Prüfstelle folgende Teile und Funktionen an den Prüffahrzeugen mit den in den Werkstätten üblichen Hilfsmitteln kontrolliert werden:

a) Fremdzündungsmotoren:

- Zündkerzen;
- Zündzeitpunkt;
- Kaltstartvorrichtung;
- Leerlauf-Einstellung;
- Emissions- und Verdampfungs-Kontrollsystem;

b) Selbstzündungsmotoren:

- untere Leerlaufdrehzahl;
- Förderbeginn.

Bei neuen Einstellungen sind die Sollwerte gemäss Antrag nach Ziff. 4.1 anzustreben.

Offensichtliche Defekte am Fahrzeug, am Motor oder am Emissions- und Verdampfungs-Kontrollsystem können unter Aufsicht der Prüfstelle behoben werden. Ein Motorölwechsel darf nur vorgenommen werden, wenn zwischen der Prüfung beim Fahrzeughersteller und der Nachprüfung ein längerer Zeitraum für den Transport (z. B. Seetransport) liegt.

Zwischen der letzten Prüfung beim Fahrzeughersteller und der Nachprüfung sollten die Prüffahrzeuge über eine möglichst kleine Distanz gefahren werden.

- 10.2.2 Erfüllt ein Prüffahrzeug einen oder mehrere Emissionsgrenzwerte nach Ziff. 7 nicht, so kann der Fahrzeughersteller innerhalb von vier Arbeitstagen eine zweite Prüfungsserie durchführen lassen.

Vor dieser zweiten Prüfungsserie dürfen die Kontrollen und allfälligen Arbeiten gemäss Ziff. 10.2.1 unter den gleichen Bedingungen vorgenommen werden; ausgenommen ist der Motorölwechsel. Das Fahrzeug darf dabei die Räumlichkeiten der Prüfstelle nicht verlassen.

- 10.2.3 Besteht das Prüffahrzeug auch die zweite Prüfung nicht, so ist die erste Serie von Nachprüfungen abgeschlossen und es wird keine Abgas-Typengenehmigung ausgestellt. Der Fahrzeughersteller kann jedoch das Fahrzeug zu einer neuen Serie von Nachprüfungen gemäss den Ziff. 10.2.1 und 10.2.2 ohne Einreichung eines neuen vollständigen Antrages anmelden. Er muss dies der Typenprüfstelle innerhalb von 30 Tagen nach der zweiten Prüfung mitteilen. Das Fahrzeug muss daraufhin der Typenprüfstelle zusammen mit einem schriftlichen Bericht über alle vorgenommenen Arbeiten und mit den Ergebnissen von allfällig durchgeführten Emissionsmessungen übergeben werden. Der Bericht muss durch eine vom Fahrzeughersteller zur Unterschrift berechnigte Person unterzeichnet sein.
- 10.2.4 Besteht das Fahrzeug auch die zweite Serie von Nachprüfungen nicht, so hat es die Emissionsgrenzwerte dieser Verordnung endgültig nicht erfüllt.

## 11 Übertragung der Abgas-Typengenehmigung

- 11.1 Der Fahrzeughersteller kann einen Antrag auf Abgas-Typengenehmigung für eine bestimmte Motorfamilie stellen, indem er sich auf die Genehmigung für die entsprechenden Fahrzeuge des vorhergehenden Modelljahres bezieht. Ein solcher Antrag muss nach Ziff. 4.1 unterbreitet werden und die Angaben enthalten, die zum Vergleich der Fahrzeuge des neuen Modelljahres mit denjenigen des Vorjahres notwendig sind.
- 11.2 Die Typenprüfstelle folgt dem Antrag, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:
- 11.2.1 Jedes potentiell in Frage kommende Prüffahrzeug der entsprechenden Motorfamilie - ausgewählt nach den Bestimmungen von Ziff. 5.1 - muss in allen emissionsrelevanten Belangen mit einem Prüffahrzeug übereinstimmen, das für die Genehmigung des vorhergehenden Modelljahres ausgewählt und nach Ziff. 6 geprüft wurde.
- 11.2.2 Es dürfen keinerlei Anzeichen dafür bestehen, dass die fraglichen Fahrzeugtypen den Bestimmungen dieser Verordnung nicht entsprechen.
- 11.2.3 Der Antrag für eine Übertragung der Abgas-Typengenehmigung muss zwischen dem 1. April und 31. Dezember des laufenden Modelljahres eingereicht werden. Wird der Antrag nicht bis zum 31. Dezember eingereicht, ist die Abgas-Typengenehmigung nicht mehr übertragbar.

## 12. Änderung von genehmigten Fahrzeugen

- 12.1 Beabsichtigt der Fahrzeughersteller, Änderungen an genehmigten Fahrzeugen vorzunehmen, so hat er bei der Typenprüfstelle einen Antrag auf Genehmigung dieser Änderungen einzureichen. Der Antrag muss nach Ziff. 4.1 eingereicht werden und die Angaben enthalten, die zum Vergleich der geänderten Fahrzeuge mit den entsprechenden genehmigten Fahrzeugen notwendig sind.
- 12.2 Sind die vorgesehenen Änderungen so umfangreich, dass die geänderten Fahrzeuge nicht in dieselbe Motorfamilie eingeteilt werden können wie die genehmigten Fahrzeuge, so hat der Hersteller einen vollständigen Antrag nach Ziff. 4.3 einzureichen. Gehören nach Ansicht der Typenprüfstelle die geänderten Fahrzeuge nicht zum selben Fahrzeugtyp wie die genehmigten Fahrzeuge, so ist ein Antrag nach Ziff. 13 einzureichen.
- 12.3 Im Antrag nach Ziff. 12.1 muss der Fahrzeughersteller alle Änderungen angeben, die das Emissionsverhalten beeinflussen können. Dies gilt sowohl für Produktionsänderungen wie auch für Änderungen an ausgelieferten Fahrzeugen. Haben die Änderungen zur Folge, dass einzelne Angaben im eingereichten Antrag, aufgrund dessen die Abgas-Typengenehmigung erteilt wurde, nicht mehr zutreffen, so hat der Hersteller dies der Typenprüfstelle in jedem Fall mitzuteilen.
- 12.4 Besteht Grund zur Annahme, dass die Änderung am Fahrzeug eine Erhöhung der Emissionen bewirken kann, so müssen der Typenprüfstelle mit dem Antrag die Ergebnisse von entsprechenden Emissionsmessungen eingereicht werden. Dazu hat der Fahrzeughersteller mit einem repräsentativen Prüffahrzeug vor und nach der Änderung Emissionsmessungen durchzuführen (Vergleichsprüfung). Ist der Hersteller der Ansicht, dass die Änderung die Emissionen nicht erhöht und dass das geänderte Fahrzeug offensichtlich weiterhin dieser Verordnung entspricht, so kann er seinen Antrag ohne Emissions-Prüfresultate einreichen. In diesem Fall hat er einen begründeten technischen Bericht einzureichen.
- 12.5 Die Typenprüfstelle kann vom Fahrzeughersteller zusätzliche Angaben und Prüfergebnisse verlangen, um abzuklären, ob die geänderten Fahrzeuge den Bestimmungen dieser Verordnung entsprechen. Sie kann Prüfungen nach Ziff. 5.6 verlangen.
- 12.6 Stellt die Typenprüfstelle aufgrund der Unterlagen fest, dass die geänderten Fahrzeuge den Bestimmungen dieser Verordnung weiterhin entsprechen, so erteilt sie eine neue Abgas-Typengenehmigung, welche die geänderten Fahrzeuge einschliesst.

### 13. Erweiterung der Abgas-Typengenehmigung

13.1 Will ein Fahrzeughersteller die Abgas-Typengenehmigung auf zusätzliche Fahrzeugtypen, die nicht im ursprünglichen Antrag enthalten waren, erweitern, so hat er einen Antrag auf Erweiterung der Abgas-Typengenehmigung einzureichen. In diesem Fall muss er der Typenprüfstelle die gleichen Unterlagen einreichen, wie wenn die neuen Fahrzeuge im ursprünglichen Antrag eingeschlossen gewesen wären.

Unterscheidet sich dabei ein neues Prüffahrzeug von den ursprünglichen Prüffahrzeugen einzig dadurch, dass es in die nächsthöhere Bezugsmassenklasse fällt, so sind keine neuen Emissionsprüfungen notwendig.

13.2 Für die Auswahl der Prüffahrzeuge ist nach Ziff. 5.1 so vorzugehen, als hätte der Antrag für die betreffende Motorfamilie die zusätzlichen Fahrzeugtypen von Anfang an eingeschlossen. Sind zusätzliche Prüfungen notwendig, so ist gleich vorzugehen, wie wenn die neuen Prüffahrzeuge in der ursprünglichen Auswahl enthalten gewesen wären.

13.3 Stellt die Typenprüfstelle nach Prüfung der eingereichten Unterlagen und allfälliger Zusatzangaben und Prüfergebnisse fest, dass der neue Fahrzeugtyp den Bestimmungen dieser Verordnung entspricht, so erteilt sie für die betreffende Motorfamilie eine neue Abgas-Typengenehmigung, welche die neuen Fahrzeuge einschliesst.

### 14. Übereinstimmung der Herstellung (Produktionsüberprüfung)

#### 14.1 *Allgemeines*

14.1.1 Für alle Neufahrzeuge, die in Liechtenstein in den Handel gebracht werden und dieser Verordnung unterstehen, muss eine Abgas-Typengenehmigung vorliegen. Jedes dieser Fahrzeuge, das in Liechtenstein verkauft wird oder für den Verkauf vorgesehen ist, muss den Vorschriften dieser Verordnung entsprechen. Wird ein solches Fahrzeug - nachdem es je nach Verlangen der Typenprüfstelle bis zu 15 000 km gefahren worden ist - den Emissionsprüfungen nach den Anhängen 1, 2 und 3 dieser Verordnung unterzogen, so muss es die Emissionsgrenzwerte nach Ziff. 7 einhalten. Das Fahrzeug muss zudem in allen emissionsrelevanten Belangen entsprechend den Angaben im Antrag für die Abgas-Typengenehmigung ausgerüstet sein.

14.1.2 Die Typenprüfstelle führt mit Fahrzeugen, für die eine Abgas-Typengenehmigung vorliegt, Produktionsüberprüfungen nach den Kriterien der Ziff. 14.2 und 14.3 durch, um festzustellen, ob die Anforderungen nach Ziff. 14.1.1 erfüllt sind.

#### 14.2 *Prüffahrzeuge für die Produktionsüberprüfung*

- 14.2.1 Für die Produktionsprüfung nach Ziff. 14.1.2 werden von der Typenprüfstelle neu verkaufte oder für den Verkauf vorgesehene Fahrzeuge zufällig ausgewählt. Der liechtensteinische Hersteller oder bei ausländischer Herstellung der Importeur hat die für die Produktionsüberprüfungen vorgesehenen Fahrzeuge zur Verfügung zu stellen. Er trägt die Kosten bis zum Abschluss der Produktionsüberprüfungen nach Ziff. 14.3.
- 14.2.2 Die ausgewählten Prüffahrzeuge müssen normal unterhalten und sachgemäss verwendet worden sein. Fahrzeuge, die als Taxi oder Mietwagen oder unter ähnlichen schwierigen Bedingungen eingesetzt wurden, dürfen nicht als Prüffahrzeuge ausgewählt werden. Fahrzeuge, die geändert oder durch einen Unfall schwer beschädigt wurden, müssen als Prüffahrzeuge zurückgewiesen werden.
- 14.2.3 Vor den Emissionsprüfungen müssen die ausgewählten Prüffahrzeuge solange betrieben werden, dass ihre emissionsrelevanten Teile stabilisiert sind, um bei den Prüfungen aussagekräftige Resultate zu erhalten, im Minimum entsprechend einer Fahrstrecke von 500 km. Sie dürfen aber nicht länger als entsprechend einer Fahrstrecke von 15 000 km betrieben werden.
- 14.2.4 Fahrzeuge, deren emissionsrelevanten Teile noch nicht stabilisiert sind, werden durch die Typenprüfstelle gefahren oder - falls dies so vereinbart wird - durch den Hersteller oder dessen Vertreter. In den beiden letzten Fällen bringt die Typenprüfstelle an allen emissionsrelevanten Teilen Siegel und Plomben an und/oder versiegelt wenn erforderlich die Motorhaube, bevor sie dem Hersteller oder dessen Vertreter das Fahrzeug überlässt.
- 14.2.5 An den ausgewählten Fahrzeugen dürfen nur noch von der Typenprüfstelle genehmigte und überwachte Unterhaltsarbeiten ausgeführt werden. Eine Genehmigung wird nur für Arbeiten erteilt, die nach den Unterhaltsanleitungen des Fahrzeugherstellers vorgesehen sind oder wenn offensichtliche Defekte vorliegen.
- 14.2.6 Vor der Durchführung der Emissionsprüfungen kann der Fahrzeughersteller die Prüffahrzeuge im Beisein von Vertretern der Prüfstelle kontrollieren. Ort und Zeitpunkt dieser Kontrolle werden von der Typenprüfstelle bestimmt. Dabei kann der Fahrzeughersteller an den Fahrzeugen die Kontrollen und Arbeiten gemäss Ziff. 10.2.1 unter den gleichen Bedingungen vornehmen. Die Kosten für die Kontrolle der Fahrzeuge durch den Fahrzeughersteller und die allfälligen Arbeiten gehen zu Lasten des Fahrzeugherstellers. Offensichtliche Defekte am Fahrzeug, am Motor oder am Emissions- und Verdampfungs-Kontrollsystem können unter Aufsicht der Typenprüfstelle behoben werden.

14.2.7 Falls der Fahrzeughersteller irgendwelche Einwände bezüglich der Auswahl eines Prüffahrzeuges vorzubringen hat, so hat er dies der Typenprüfstelle mitzuteilen, bevor die Emissionsprüfungen vorgenommen werden. Ein ausgewähltes Fahrzeug wird von der Prüfung nur dann ausgeschlossen, wenn die Typenprüfstelle zur Überzeugung gelangt, dass dieses Fahrzeug nicht repräsentativ für die in Liechtenstein angebotenen Fahrzeuge ist. Falls ein Fahrzeug von der Prüfung ausgeschlossen und gegen ein neu auszuwählendes Fahrzeug ausgetauscht werden muss, so hat dies vor Durchführung der Emissionsprüfungen zu erfolgen.

### 14.3 *Prüfprogramm für die Produktionsüberprüfung*

#### 14.3.1 *Erste Stichprobe*

14.3.1.1 Für die Überprüfung des Emissionsverhaltens und der Ausrüstung wählt die Typenprüfstelle eine erste Stichprobe von drei Prüffahrzeugen der zu überprüfenden Motorfamilie aus.

14.3.1.2 Die drei Prüffahrzeuge werden, unter den gleichen Bedingungen wie für die Abgas-Typengenehmigung, nach den in den Anhängen 1, 2 und 3 festgelegten Methoden geprüft. Dabei kann jedoch die Typenprüfstelle auf einzelne Prüfungen nach Ziff. 6 verzichten (namentlich auf den Verdampfungstest). Die Prüfergebnisse werden mit den in Ziff. 7 festgelegten Emissionsgrenzwerten unter Einbezug der entsprechenden Verschlechterungsfaktoren (Ziff. 8.1) verglichen. Zusätzlich wird die emissionsrelevante Ausrüstung der Fahrzeuge überprüft, um festzustellen, ob diese mit den Angaben im Antrag für die Abgas-Typengenehmigung übereinstimmt.

14.3.1.3 Fahrzeuge der ersten Stichprobe, die einen oder mehrere der vorgeschriebenen Emissionsgrenzwerte nicht einhalten, können einer zweiten Prüfungsserie innerhalb von vier Arbeitstagen unterzogen werden. Vor der zweiten Prüfungsserie kann der Fahrzeughersteller nochmals die Kontrollen und Arbeiten gemäss Ziff. 10.2.1 unter den gleichen Bedingungen vornehmen.

14.3.1.4 Beträgt bei einer Motorfamilie die voraussichtliche Verkaufszahl für die Dauer der Gültigkeit der Abgas-Typengenehmigung weniger als:

- 250 bei Fahrzeugen der Gruppe I;
- 1 000 bei Fahrzeugen der Gruppe II;

genügt für die erste Stichprobe vorerst die Auswahl von nur einem Prüffahrzeug. Dieses wird nach den Bestimmungen von Ziff. 14.3.1.2 überprüft. Werden dabei die Emissionsgrenzwerte nach Ziff. 7 eingehalten und stimmt die emissionsrelevante Ausrüstung mit den Angaben im Antrag für die Abgas-Typengenehmigung überein, so gilt die Produktionsüberprüfung als bestanden und auf die Überprüfung der beiden anderen Prüffahrzeuge der ersten Stichprobe wird verzichtet.

14.3.1.5 Die Typenprüfstelle gibt dem Fahrzeughersteller und dem liechtensteinischen Importeur die Resultate der Prüfungsserie der ersten Stichprobe unverzüglich bekannt. Erfordern die Prüfergebnisse vom Fahrzeughersteller Massnahmen, so wird dies in der Benachrichtigung erwähnt.

#### 14.3.2 *Vorgehen bei Nichterfüllung der ersten Stichprobe*

14.3.2.1 Halten in der ersten Stichprobe eines oder mehrere der Fahrzeuge auch nach einer zweiten Prüfungsserie auch nur einen der Emissionsgrenzwerte nicht ein oder stimmt die emissionsrelevante Ausrüstung eines Fahrzeuges nicht mit den Angaben im Antrag für die Abgas-Typengenehmigung überein, so bieten sich dem Fahrzeughersteller die folgenden zwei Möglichkeiten:

- a) er anerkennt diese Prüfungen und verpflichtet sich, alle bereits verkauften und inskünftig zu verkaufenden fehlerhaften Fahrzeuge der betreffenden Motorfamilie instandzustellen; er hat dann die vorgesehenen Massnahmen vollumfänglich anzugeben;
- b) er verlangt die Durchführung weiterer Prüfungsserien anhand einer endgültigen Stichprobe von Prüffahrzeugen (vgl. Ziff. 14.3.3).

14.3.2.2 Der Fahrzeughersteller muss innert 30 Tagen seit Benachrichtigung der Typenprüfstelle melden, für welche Möglichkeit er sich entscheidet.

#### 14.3.3 *Anerkennung der Prüfungen der ersten Stichprobe*

Wählt der Fahrzeughersteller das in Ziff. 14.3.2.1 Bst. a festgelegte Vorgehen, so hat er der Typenprüfstelle innert 30 Tagen seit Benachrichtigung die für die Instandstellung der betroffenen Fahrzeuge vorgesehenen Massnahmen in bezug auf folgende Punkte zu erläutern:

- a) Bezeichnung der betroffenen Fahrzeuge;
- b) technische Beurteilung der Fehlerursache;
- c) Darstellung der Umstände, die nach Meinung des Fahrzeugherstellers für die Mängel verantwortlich sind;
- d) Beschreibung der vorgesehenen Behebungsmassnahmen;
- e) vorgesehener Zeitplan;
- f) Erläuterung der Qualitätskontrollen des Fahrzeugherstellers und allenfalls vorgesehene Änderungen;
- g) falls erforderlich, Muster der Schreiben, mit denen der Fahrzeughersteller den Fahrzeughändlern und -haltern die vorgesehenen Massnahmen bekanntzugeben gedenkt.

Diese Erläuterung ist der Typenprüfstelle zuzusenden. In einem Begleitschreiben hat sich der Fahrzeughersteller zu verpflichten, die vorgeschlagenen Massnahmen vollumfänglich

durchzuführen. Das Begleitschreiben muss von einer zur Unterschrift berechtigten Person unterzeichnet sein.

#### 14.3.4 *Endgültige Stichprobe*

14.3.4.1 Wählt der Fahrzeughersteller das in Ziff. 14.3.2.1 Bst. b festgelegte Vorgehen, so hat er schriftlich zu erklären, dass er die Kosten für die zusätzlichen Prüfungen übernimmt. Diese Erklärung muss von einer zur Unterschrift berechtigten Person unterzeichnet sein.

14.3.4.2 Danach wählt die Typenprüfstelle eine endgültige Stichprobe von Prüffahrzeugen aus. Die Fahrzeuge werden nach dem in Ziff. 14.2 beschriebenen Vorgehen ausgewählt und für die Prüfungsserie vorbereitet. Die Grösse der Stichprobe zwischen 5 und 30 Fahrzeugen kann vom Fahrzeughersteller im Einverständnis mit der Typenprüfstelle (vgl. Ziff. 4.3.1 Bst. o) bestimmt werden.

14.3.4.3 Die ausgewählten Fahrzeuge werden nach Ziff. 14.3.1.2 geprüft. Die Typenprüfstelle gibt dem Fahrzeughersteller und dem liechtensteinischen Importeur das Ergebnis der Produktionsüberprüfung (vgl. Ziff. 14.3.4.4) und die Resultate der Prüfungsserie unverzüglich bekannt. Erfordert das Ergebnis vom Fahrzeughersteller Massnahmen, so wird dies in der Benachrichtigung ausdrücklich erwähnt.

14.3.4.4 Die Produktionsüberprüfung gilt als bestanden, wenn bei Berücksichtigung aller Prüffahrzeuge der Mittelwert für jede Komponente den jeweiligen in Ziff. 7 festgelegten Emissionsgrenzwert unter Einbezug der entsprechenden Verschlechterungsfaktoren (Ziff. 8.1) einhält und jedes Fahrzeug hinsichtlich der Ausrüstung der emissionsrelevanten Teile mit den Angaben im Antrag zur Abgas-Typengenehmigung übereinstimmt.

#### 14.3.5 *Massnahmen nach der endgültigen Stichprobe*

14.3.5.1 Liegt ein Mittelwert über dem entsprechenden Grenzwert oder stimmt bei einem Fahrzeug die emissionsrelevante Ausrüstung nicht mit dem Antrag zur Abgas-Typengenehmigung überein, so wird unter Vorbehalt der nachfolgenden Ziff. 14.3.5.2 die Abgas-Typengenehmigung für die betreffende Motorfamilie entzogen. Das Verfahren richtet sich dabei nach Ziff. 14.3.6.

14.3.5.2 Die Abgas-Typengenehmigung wird nicht entzogen, wenn sich der Fahrzeughersteller gegenüber der Typenprüfstelle innert 30 Tagen seit Benachrichtigung in befriedigender Weise dazu verpflichtet, alle bereits verkauften und inskünftig zu verkaufenden fehlerhaften Fahrzeuge der betreffenden Motorfamilie instandzustellen, und wenn er die dazu von ihm vorgesehenen Massnahmen vollumfänglich angibt. Diese Erklärung muss alle Angaben nach Ziff. 14.3.3 enthalten.

#### 14.3.6 *Nichteinhalten der Termine, Entzug der Abgas-Typengenehmigung*



Wenn die Typenprüfstelle innert der in den Ziff. 14.3.2.2, 14.3.3 und 14.3.5.2 genannten Fristen keine oder nur eine unbefriedigende Antwort über die vorgesehenen Behebungsmassnahmen erhält, so wird die Abgas-Typengenehmigung für die betreffende Motorfamilie entzogen.

Die Typenprüfstelle unterrichtet dabei den Fahrzeughersteller und den liechtensteinischen Importeur unverzüglich über den Entzug der Abgas-Typengenehmigung. Von diesem Zeitpunkt an werden die Typenscheine für die entsprechenden Fahrzeugtypen ungültig, und es darf keines der betroffenen Fahrzeuge mehr neu zum Verkehr zugelassen werden.

Die Typenprüfstelle verpflichtet den Fahrzeughersteller, alle bereits verkauften fehlerhaften Fahrzeuge der betreffenden Motorfamilie in geeigneter Weise instandzustellen.

## 15. Schlussbestimmungen

### 15.1 *Übergangsbestimmungen*

15.1.1 Für Fahrzeuge der Gruppe I gelten die Bestimmungen dieser Verordnung mit den Emissionsgrenzwerten nach Ziff. 7.1.1 Kolonne A für die erstmalige Zulassung aller ab 1. Oktober 1987 eingeführten oder in Liechtenstein hergestellten Fahrzeuge.

15.1.2 Die Emissionsgrenzwerte nach Ziff. 7.1.1 Kolonne B gelten für die erstmalige Zulassung aller ab 1. Oktober 1988 eingeführten oder in Liechtenstein hergestellten Fahrzeuge der Gruppe I.

15.1.3 Für Fahrzeuge der Gruppe II gelten die Bestimmungen dieser Verordnung mit den Emissionsgrenzwerten nach Ziff. 7.1.2 Kolonne A für die erstmalige Zulassung aller ab 1. Oktober 1988 eingeführten oder in Liechtenstein hergestellten Fahrzeuge.

15.1.4 Die Emissionsgrenzwerte nach Ziff. 7.1.2 Kolonne B gelten für die erstmalige Zulassung aller ab 1. Oktober 1990 eingeführten oder in Liechtenstein hergestellten Fahrzeuge der Gruppe II.

Die Emissionsgrenzwerte nach Ziff. 7.1.2 Kolonne C gelten für die erstmalige Zulassung aller ab 1. Oktober 1992 eingeführten oder in Liechtenstein hergestellten Fahrzeuge der Gruppe II.<sup>5</sup>

15.1.5 Abgas-Typengenehmigungen nach dieser Verordnung können für Fahrzeuge der Gruppe I ab 1. Januar 1987 und für die Fahrzeuge der Gruppe II ab 1. Januar 1988 ausgestellt werden.

15.1.6 Für Fahrzeuge der Gruppe I können Abgas-Typengenehmigungen, die nach der Abgasverordnung (AGV) vom 14. September 1982 für das Modelljahr 1987 auf der Basis von US-Abgasgenehmigungen (oder gleichwertigen Bestimmungen) erteilt wurden, noch auf das Modelljahr 1988

unter den Bedingungen von Ziff. 11 ohne Überland-Fahrzyklustest (Ziff. 6.2) und Verdampfungstest (Ziff. 6.3) übertragen werden.

15.1.7 Für Fahrzeuge der Gruppe II mit einer Nutzlast von 1 400 kg und mehr können für die Modelljahre 1989 und 1990 Abgas-Typengenehmigungen erteilt werden, wenn die folgenden gegenüber den Ziff. 7.1.2 Kolonne A und 7.2 abweichenden Emissionsgrenzwerte eingehalten sind:

- Stadt-Fahrzyklustest:

Kohlenmonoxid (CO) 8.0 g/km

Kohlenwasserstoffe (HC) 0.65 g/km

Stickoxide (NO<sub>x</sub>) 1.8 g/km

Partikel 0.48 g/km

- Überland-Fahrzyklustest:

Stickoxide (NO<sub>x</sub>) 2.3 g/km

## 15.2 Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am Tage der Kundmachung in Kraft.

Fürstliche Regierung:  
gez. *Hans Brunhart*  
Fürstlicher Regierungschef

## Anhang 1<sup>6</sup>

### Prüfmethode zur Bestimmung der Emission luftverunreinigender Gase und Partikel (Fahrzyklus und Verdampfungstests)

#### 1. Einleitung

Dieser Anhang beschreibt die erforderlichen Einrichtungen und das Verfahren für die Ermittlung des Ausstosses an gasförmigen Schadstoffen und Partikeln sowie der Verdampfungsemissionen gemäss den Ziff. 6.1, 6.2 und 6.3 dieser Verordnung. Der Zweck dieser Prüfungen besteht darin, die Emissionen an Kohlenmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffen (HC), Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) und Partikel zu bestimmen, wenn mit einem Fahrzeug die vorgeschriebenen Prüfungen durchgeführt werden.

#### 2. Übersicht über die Prüfungen

Die Abbildung 1 stellt schematisch den Prüfablauf dar für die Bestimmung der Abgas- und Verdampfungsemissionen von Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotoren. Sind an einem Prüffahrzeug nur die Abgasemissionen zu bestimmen, so kann nach dem Prüfablauf der Abbildung 2 vorgegangen werden.

Die Abbildung 3 stellt den Prüfablauf dar für die Bestimmung der Abgas- und Partikelemissionen von Fahrzeugen mit Selbstzündungsmotoren.

*Abbildung 1: Fremdzündungsmotoren / Prüfablauf für die Abgas- und Verdampfungsemissions-Messungen*

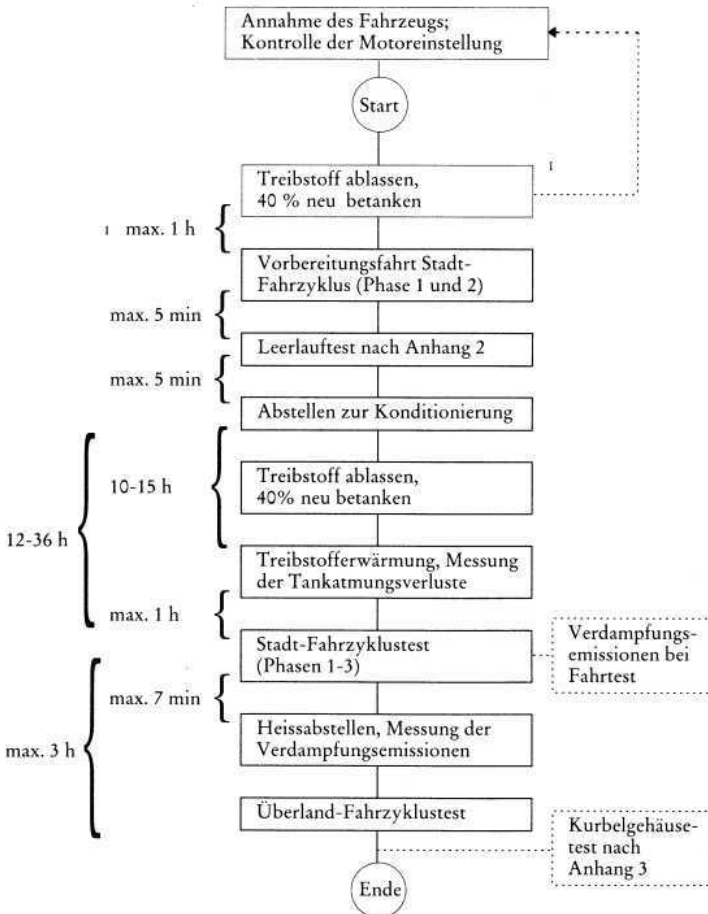
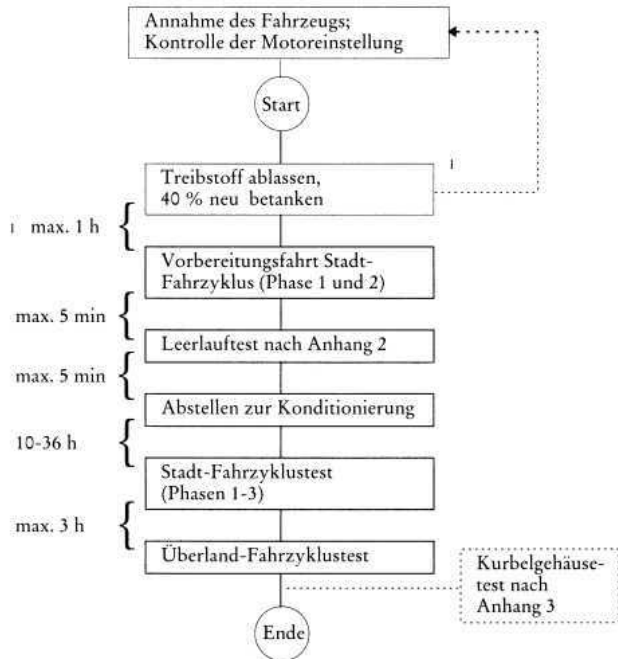
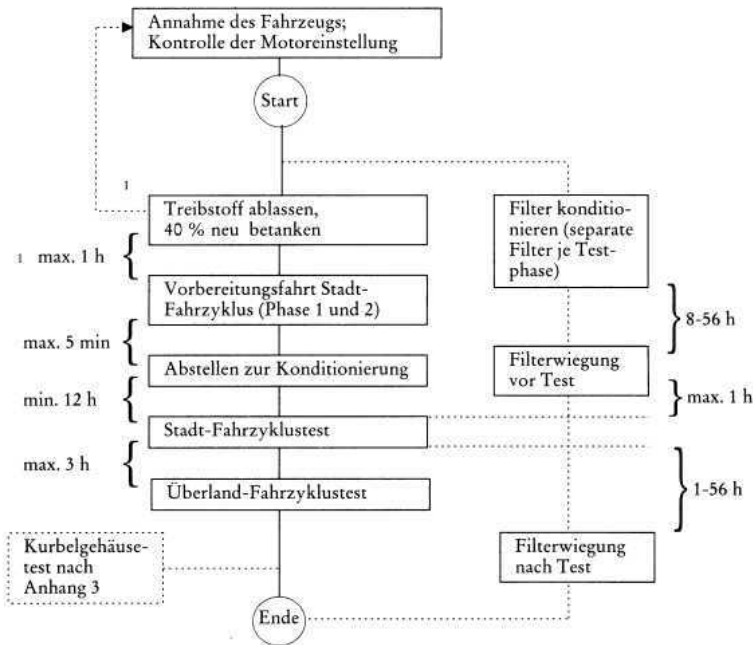


Abbildung 2: Fremdzündungsmotoren / Prüfablauf wenn nur Abgasemissions-Messungen



1 Betankung vorher zugelassen, wenn Fahrzeug nach Betankung nicht bei Umgebungstemperaturen von mehr als 30° C abgestellt wird.

Abbildung 3: Selbstzündungsmotoren / Prüfablauf für die Abgas- und Partikelemissions-Messungen



<sup>1</sup> Betankung vorher zugelassen, wenn Fahrzeug nach Betankung nicht bei Umgebungstemperaturen von mehr als 30° C abgestellt wird.

## 2.1 Vorbereitung und Leerlaufstest

Vor der Durchführung der Emissionsmessungen sind die Prüffahrzeuge in einheitlicher Weise zu konditionieren, um die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse sicherzustellen. Die Konditionierung besteht aus einer Vorbereitungsfahrt auf einem Fahrleistungsprüfstand mit anschließendem Leerlaufstest (ohne vorhergehendes Motorabstellen) nach den Bestimmungen des Anhangs 2 dieser Verordnung sowie einer Abstellphase bei definierter Umgebungstemperatur.

## 2.2 Prüfung der Abgasemissionen

Die Prüfung der Abgasemissionen im Rahmen des Verfahrens zur Erteilung einer Abgas-Typengenehmigung umfasst zwei verschiedene Fahrzyklustests auf einem Fahrleistungsprüfstand, während der die Mengen luftverunreinigender Gase und Partikel ermittelt werden. Die beiden Fahrzyklustests auf dem Fahrleistungsprüfstand werden im folgenden als Stadt-Fahrzyklustest und als Überland-Fahrzyklustest bezeichnet. Die beiden Fahrzyklen sind in der Anlage 1 dieses Anhangs graphisch und tabellarisch (Fahrgeschwindigkeit in Funktion der Zeit) definiert. Nach dem Abschluss der Fahrzyklustests ist - falls erforderlich - der Kurbelgehäuse-test nach den Bestimmungen des Anhangs 3 dieser Verordnung durchzuführen.

### 2.3 Prüfung der Verdampfungsemissionen

Die Prüfung der Verdampfungsemissionen im Rahmen des Verfahrens zur Erteilung einer Abgas-Typengenehmigung wird bei Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotoren durchgeführt. Dabei werden nach den Bestimmungen in Ziff. 6 dieses Anhangs die Tankatmungsverluste und die Verdampfungsemissionen während des Heissabstellens in einer gasdichten Messkammer, wie sie in Ziff. 4.8.1 dieses Anhangs beschrieben ist, ermittelt. Zwischen diesen beiden Prüfungen muss eine Prüfung der Abgasemissionen im Stadt-Fahrzyklustest erfolgen. Falls erforderlich, werden zusätzlich die Verdampfungsemissionen während dieses Fahrbetriebes durch Messfallen ermittelt.

## 3. Prüffahrzeug und Treibstoff

### 3.1 Prüffahrzeug

- 3.1.1 Das Fahrzeug ist in einwandfreiem mechanischen Zustand vorzuführen, seine Ausrüstung hat der Beschreibung im Antrag zu entsprechen.
- 3.1.2 Die Auspuffanlage darf kein Leck aufweisen, das die Menge des gesammelten Abgases vermindern könnte; diese Menge muss der vom Motor ausgestossenen Menge entsprechen.
- 3.1.3 Die Dichtigkeit des Ansaugsystems kann überprüft werden, um sicherzustellen, dass der Verbrennungsvorgang nicht durch eine ungewollte Luftzufuhr beeinflusst wird.
- 3.1.4 Die Einstellung des Motors muss Ziff. 5.4 dieser Verordnung entsprechen.
- 3.1.5 Das zu prüfende oder ein gleichwertiges Fahrzeug muss, wenn erforderlich, mit einer Vorrichtung zur Messung der charakteristischen Daten versehen sein, die nach den Bestimmungen der Ziff. 5 und der Anlage 2 dieses Anhangs für die Einstellung des Fahrleistungsprüfstandes erforder-

lich sind. Die Vorrichtung darf den tatsächlichen Fahrwiderstand des Fahrzeugs nicht beeinflussen.

3.1.6 Die Prüfstelle kann überprüfen, ob die Leistung des Fahrzeugs den Angaben des Fahrzeugherstellers entspricht, ob es sich für einen normalen Fahrbetrieb eignet und insbesondere ob es in kaltem und warmem Zustand gestartet werden kann. Sie kann ebenfalls überprüfen, ob die für die Schadstoffreduktion verantwortlichen Systeme über den ganzen Geschwindigkeitsbereich des Fahrzeugs im Sinne von Ziff. 3.2 dieser Verordnung im Betrieb sind.

### 3.2 *Zusätzliche Vorrichtungen am Prüffahrzeug*

Vom Fahrzeughersteller sind die Prüffahrzeuge mit den folgenden Vorrichtungen auszurüsten:

3.2.1 Bei Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotoren, bei denen ein Verdampfungstest durchzuführen ist, muss eine regelbare Vorrichtung zur Erwärmung des Treibstoffes sowie ein Temperaturfühler zur Registrierung der Temperatur des Tankinhalts angebracht werden. Der Temperaturfühler ist so anzubringen, dass bei einem Füllvolumen von ca. 40 % des Tanknennvolumens die Temperatur in der Mitte des eingefüllten Treibstoffes gemessen wird. Für die Produktionsüberprüfung sind diese Vorrichtungen nur dann einzubauen, wenn es von der Typenprüfstelle verlangt wird.

3.2.2 Damit eine vollständige Entleerung des Treibstoffes vorgenommen werden kann, ist am Fahrzeugtank eine entsprechende Vorrichtung erforderlich.

3.2.3 Fahrzeuge mit nicht abschaltbarem Allradantrieb sind für die Prüfung so vorzubereiten, dass der Antrieb des Fahrzeugs mit nur einer Achse möglich ist.

### 3.3 *Treibstoffe*

Als Treibstoffe sind die im Anhang 5 dieser Verordnung definierten Referenz-Treibstoffe zu verwenden.

## 4. **Prüfeinrichtungen**

### 4.1 *Fahrleistungsprüfstand*

4.1.1 Auf dem Fahrleistungsprüfstand wird eine Strassenfahrt simuliert. Dabei werden die Fahrzeugmassen bei Beschleunigungen und Verzögerungen durch zuschaltbare Schwungscheiben an den Rollen oder durch elektrische Schwungmassensimulationen berücksichtigt.

Die während der Strassenfahrt auftretenden Fahrwiderstände, bedingt durch Luft- und Rollwiderstand, werden durch eine einstellbare Leistungsbremse simuliert. Der Fahrleistungsprüfstand ist in regelmässigen



Abständen zu kalibrieren. Ein Beispiel dafür ist in Anlage 2 dieses Anhangs aufgeführt.

- 4.1.2 Die Einstellung des Prüfstandes darf sich während der Prüfzeit nicht ändern. Es dürfen keine Schwingungen hervorgerufen werden, die am Fahrzeug feststellbar sind und dessen Normalbetrieb stören können.
- 4.1.3 Der Prüfstand muss mit einem Geschwindigkeitsgeber ausgerüstet sein, mit welchem dem Fahrer die momentane Fahrgeschwindigkeit des Prüffahrzeuges relativ zu der Sollgeschwindigkeit derart angezeigt wird, dass der Fahrer die Fahrkurven des Stadt- und Überland-Fahrzyklus mit der verlangten Genauigkeit nachfahren kann.
- 4.1.4 Die Vorrichtungen, mit denen die Schwungmasse und die Fahrwiderstände simuliert werden, müssen bei Prüfständen mit zwei Rollen von der vorderen Rolle angetrieben werden, sofern nicht beide Rollen miteinander gekoppelt sind.
- 4.1.5 Die Fahrzeuggeschwindigkeit muss entsprechend der Umdrehungsgeschwindigkeit der Prüfstandsrolle bestimmt werden. Sie muss bei Geschwindigkeiten über 10 km/h auf  $\pm 1$  km/h genau gemessen werden. Mit der Vorrichtung zur Geschwindigkeitsmessung muss eine Vorrichtung gekoppelt sein, mit der die auf dem Prüfstand zurückgelegte Fahrstrecke ermittelt wird. Bei einem Zweirollen-Prüfstand mit einer freien Rolle sind die Messungen an der freien Rolle vorzunehmen.
- 4.1.6 Die Genauigkeit, mit der beim Fahrleistungsprüfstand der Strassen-Fahrwiderstand simuliert werden kann, muss  $\pm 5$  % bei 100 und 80 km/h,  $\pm 10$  % bei 60 und 40 km/h sowie  $\pm 15$  % bei 20 km/h betragen. Unterhalb von 20 km/h darf selbst bei Ausnutzung der Toleranz der Fahrwiderstandswert nicht negativ sein.

Die zu simulierenden Fahrwiderstände müssen mit einer der in Anlage 2 dieses Anhangs beschriebenen Methoden ermittelt werden. Die angezeigte Bremskraft ( $F_i$ ) muss mit einer Genauigkeit von  $\pm 5$  % gemessen und abgelesen werden können.

- 4.1.7 Die Gesamtschwungmasse der sich drehenden Teile muss bekannt sein und innerhalb  $\pm 20$  kg der für das Prüffahrzeug äquivalenten Schwungmasse gemäss Ziff. 5.1 dieses Anhangs liegen.

Bei elektrischer Simulation der Schwungmassen ist eine periodische Überprüfung durchzuführen. Es ist ein Verfahren anzuwenden, das die Bestimmung der simulierten Schwungmasse innerhalb der verlangten Toleranz ermöglicht.

- 4.1.8 *Kühlgebläse*

4.1.8.1 Während der Fahrprüfungen ist ein Kühlgebläse mit konstanter Drehzahl so aufzustellen, dass dem Fahrzeug bei geöffneter Motorhaube Kühlluft in geeigneter Weise zugeführt wird. Bei Fahrzeugen mit Frontmotor ist das Gebläse in der Regel in einem Abstand von 300 mm mitten vor dem Fahrzeug aufzustellen. Bei Fahrzeugen mit Heckmotor (oder wenn eine besondere Konstruktion die obige Anordnung unzweckmässig macht) ist das Kühlgebläse so anzuordnen, dass es ausreichend Luft zur Aufrechterhaltung der Fahrzeugkühlung liefert.

4.1.8.2 Die Gebläsekapazität soll normalerweise  $2.50 \text{ m}^3/\text{s}$  betragen. Wenn jedoch der Fahrzeughersteller nachweisen kann, dass eine zusätzliche Kühlung erforderlich ist, um eine repräsentative Prüfung durchführen zu können, kann die Gebläsekapazität erhöht werden oder es können zusätzliche Gebläse verwendet werden, wenn dies zuvor von der Prüfstelle genehmigt wurde. Die Prüfstelle kann zusätzliche Gebläse verlangen.

#### 4.2 *Abgas- und Partikelentnahmesystem*

4.2.1 Mit den in Anlage 3 dieses Anhangs beschriebenen Auf-fangvorrichtungen müssen die luftverunreinigenden Gase und Partikel in den Abgasen gemessen werden. Dabei wird das Entnahmesystem mit konstantem Volumen (CVS) verwendet. Dazu müssen die Abgase des Fahrzeugs kontinuierlich mit der Umgebungsluft unter kontrollierten Bedingungen verdünnt werden. Um die emittierten Mengen mit diesem CVS-Verfahren messen zu können, müssen zwei Bedingungen erfüllt sein: Das Gesamtvolumen der Mischung aus Abgasen und Verdünnungsluft muss gemessen und eine anteilige Probe dieses Volumens muss kontinuierlich für die Analyse aufgefangen werden.

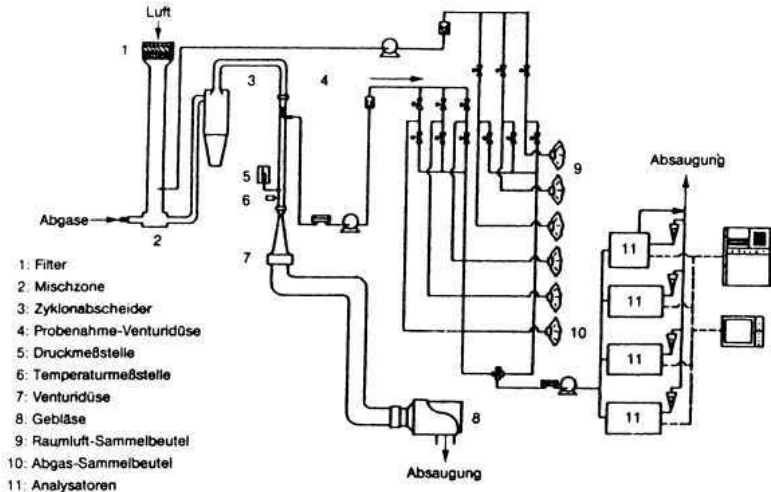
Die emittierte Partikelmenge wird bestimmt, indem aus einem anteiligen Teilstrom über die gesamte Dauer des Tests die Partikel auf geeigneten Filtern abgeschieden werden und die Menge gravimetrisch bestimmt wird (vgl. Ziff. 4.7 dieses Anhangs).

Die emittierten Mengen luftverunreinigender Gase werden aus den Konzentrationen in der Probe unter Berücksichtigung der Konzentration dieser Gase in der Umgebungsluft und aus der Durchflussmenge während der Prüfdauer bestimmt.

4.2.2 Der Durchfluss durch die Geräte muss gross genug sein, um eine Wasserverdampfung unter allen bei einer Prüfung nach Anlage 3 dieses Anhangs eintretenden Bedingungen zu verhindern.

4.2.3 Abbildung 4 zeigt ein prinzipielles Schema des gesamten Entnahmesystems. In Anlage 3 dieses Anhangs werden Beispiele von Entnahmesystemen mit konstantem Volumen beschrieben, welche die Anforderungen dieses Anhangs erfüllen.

Abbildung 4: Prinzipschema eines Probenahme- und Analysesystems zur Bestimmung gasförmiger Emissionen bei Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotoren



- 4.2.4 Die Luft/Abgas-Mischung muss in den Entnahmesonden homogen sein.
- 4.2.5 Die Sonden müssen eine repräsentative Probe verdünnter Abgase entnehmen.
- 4.2.6 Die Entnahmevorrichtung muss gasdicht sein. Sie muss so beschaffen sein und aus solchen Werkstoffen bestehen, dass die Konzentrationen der Abgasbestandteile in den verdünnten Abgasen nicht beeinflusst werden. Beeinflusst ein Geräteteil die Konzentration eines luftverunreinigenden Gases in den verdünnten Abgasen, so muss die Probe dieses Gases vor diesem Teil entnommen werden, wenn die Beeinflussung nicht ausgeschaltet werden kann.
- 4.2.7 Besitzt das Prüffahrzeug ein Auspuffsystem mit mehreren Endrohren, so sind diese Rohre so nahe wie möglich beim Fahrzeug miteinander zu verbinden.
- 4.2.8 Veränderungen des statischen Druckes an dem (den) Endrohr(en) müssen innerhalb  $\pm 1.25$  kPa von den Veränderungen des statischen Druckes liegen, die während des Fahrzyklus auf dem Prüfstand ohne Verbindung der Entnahmevorrichtung mit dem (den) Auspuffrohr(en) gemessen wurden. Entnahmevorrichtungen, die in der Lage sind, den statischen Druck auf  $\pm 0.25$  kPa zu halten, können auf schriftlich begründetes Gesuch des Fahrzeugherstellers verwendet werden. Der Abgas- Gegendruck muss

so nahe wie möglich am Ende der Auspuffanlage oder in einem Verlängerungsrohr mit gleichem Durchmesser gemessen werden.

4.2.9 Die verschiedenen Ventile zur Steuerung der Abgase müssen Schnell-schaltventile sein.

4.2.10 Die Gasproben sind in genügend grossen Sammelbeuteln aufzufangen. Das Material dieser Beutel muss so beschaffen sein, dass die Zusammensetzung der Schadstoffe nicht verändert wird.

4.2.11 Die Entnahmeeinrichtungen sind in regelmässigen Abständen hinsichtlich Funktion und Dichtheit zu überprüfen.

### 4.3 *Volumenmesseinrichtung*

#### 4.3.1 Genauigkeit der Volumenmessung

Die Messung des gesamten verdünnten Abgasvolumens im CVS-System muss mit einer Genauigkeit von  $\pm 2\%$  erfolgen.

#### 4.3.2 Kalibrierung des CVS-Systems

Damit die vorgeschriebene Genauigkeit für die Volumenbestimmung im CVS-System eingehalten werden kann, ist das Volumenmessgerät genügend genau und genügend oft zu kalibrieren.

Anlage 4 dieses Anhangs zeigt eine Möglichkeit zur Kalibrierung, welche die Einhaltung der vorgeschriebenen Genauigkeit erlaubt. Bei diesem Verfahren wird ein dynamisches Durchflussmessgerät verwendet, das für die im CVS-System vorkommenden hohen Durchflussgeschwindigkeiten geeignet ist.

### 4.4 *Analysegeräte*

#### 4.4.1 Allgemeine Vorschriften

##### 4.4.1.1 Art der Analysegeräte

Die Analyse der luftverunreinigenden Gase ist mit folgenden Geräten durchzuführen:

- Kohlenmonoxid (CO) und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>): Nichtdispersiver Infrarot-Absorptionsanalysator (NDIR);
- Kohlenwasserstoffe(HC)-Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotor: Flammenionisations-Detektor (FID), propankalibriert, ausgedrückt in Kohlenstoffatom-Äquivalent (C<sub>1</sub>);
- Kohlenwasserstoffe(HC)-Fahrzeuge mit Selbstzündungsmotor: Flammenionisations-Detektor mit Ventilen, Rohrleitungen usw. beheizt (Wandtemperatur) auf  $190^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ K}$  (HFID): propankalibriert, ausgedrückt in Kohlenstoffatom-Äquivalent (C<sub>1</sub>);

- Stickoxide (NO<sub>x</sub>): Chemiluminiszenz-Analysator (CLA) mit NO<sub>2</sub>-NO-Konverter.

#### 4.4.1.2 Messgenauigkeit

Der Messfehler darf nicht mehr als  $\pm 3\%$  der Anzeige betragen, wobei der tatsächliche Wert der Kalibriergase unberücksichtigt bleibt.

Die Analyse der Umgebungsluftprobe kann mit dem gleichen Analysator und mit dem gleichen Messbereich wie die entsprechende Probe der verdünnten Abgase durchgeführt werden.

#### 4.4.1.3 Kühlfalle

Vor den Analysatoren darf keine Gastrocknungsanlage verwendet werden, sofern nicht nachgewiesen wird, dass sie sich in keiner Weise auf den Schadstoffgehalt des Gasstromes auswirkt.

#### 4.4.2 Besondere Vorschriften für Selbstzündungsmotoren

4.4.2.1 Es ist eine beheizte Entnahmeleitung im Verdünnungstunnel für die kontinuierliche Analyse der Kohlenwasserstoffe (HC) mit einem beheizten Flammenionisations-Detektor (HFID) und Registriergerät zu verwenden. Die durchschnittliche Konzentration der gemessenen HC wird durch Integration bestimmt. Während der gesamten Prüfung muss die Temperatur der Entnahmeleitung auf  $190^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ K}$  eingestellt sein. Die Leitung muss mit einem beheizten Filter mit einem 99%igem Wirkungsgrad für die Teilchen  $> 0.3\ \mu\text{m}$  versehen sein, mit dem die Partikel aus dem für die Analyse verwendeten kontinuierlichen Gasstrom herausgefiltert werden. Die Ansprechzeit des Entnahmesystems (von der Sonde bis zum Eintritt in den Analysator) muss weniger als vier Sekunden betragen. Die Ansprechzeit des HFID sollte weniger als 1.5 Sekunden für die 90%-Anzeige betragen.

4.4.2.2 Der HFID muss mit einem System für konstanten Durchfluss versehen werden, um die Entnahme einer repräsentativen Probe zu gewährleisten, sofern nicht Durchflussschwankungen im CFV-System (Venturirohr mit kritischer Strömung - vgl. Anlage 3 dieses Anhangs) kompensiert werden.

#### 4.4.3 Kalibrierung

Jeder Analysator muss so oft wie nötig kalibriert werden. Für die in Ziff. 4.4.1 dieses Anhangs erwähnten Analysatoren ist die anzuwendende Kalibriermethode in Anlage 4 dieses Anhangs beschrieben.

#### 4.5 Gase

##### 4.5.1 Betriebsgase

Die für den Betrieb der Geräte und für die Null-Kalibrierung verwendeten Gase müssen folgende Bedingungen erfüllen:

- Stickstoff: Reinheit  $\leq 1$  ppm C,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0.1$  ppm NO;
- synthetische Luft: Reinheit  $\leq 1$  ppm C,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0.1$  ppm NO; Sauerstoffgehalt zwischen 18 und 21 vol-%;
- Sauerstoff: Reinheit  $\geq 99.5$  vol-% O<sub>2</sub>;
- Wasserstoff und Wasserstoffgemisch (z.B. Helium):  $\leq 1$  ppm C,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>.

#### 4.5.2 Kalibriergase

Die für die Kalibrierung verwendeten Gasgemische müssen die nachstehend genannte chemische Zusammensetzung haben:

- C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> in synthetischer Luft;
- CO in Stickstoff;
- CO<sub>2</sub> in Stickstoff;
- NO in Stickstoff (der NO<sub>2</sub>-Anteil in diesem Kalibriergas darf 5 % des NO-Gehaltes nicht überschreiten).

Für die Herstellung der Kalibriergase sind Gase mit ausreichender Reinheit zu verwenden. Die Trägergase "Synthetische Luft" und "Stickstoff" haben den Anforderungen nach Ziff. 4.5.1 dieses Anhangs zu entsprechen.

Die tatsächliche Konzentration eines Kalibriergases muss auf  $\pm 2$  % genau mit dem Nennwert übereinstimmen.

Alle Konzentrationen sind auf das Volumen bezogen (vol-%, vol-ppm) anzugeben.

Die in Anlage 4 dieses Anhangs vorgeschriebenen Konzentrationen können auch mit einem Gas-Mischdosierer durch Verdünnung mit reinem Stickstoff oder mit synthetischer Luft erzielt werden. Das Mischgerät muss so exakt sein, dass der Gehalt der verdünnten Kalibriergase auf  $\pm 2$  % genau bestimmt werden kann.

#### 4.6 Überprüfung des Gesamtsystems

Das Abgasentnahmesystem für die verdünnten Auspuffgase ist in periodischen Abständen mit einer der in Anlage 4 dieses Anhangs beschriebenen Methode zu überprüfen. Die höchstzulässige Abweichung zwischen der zugeführten und der gemessenen Gasmenge darf 5 % betragen.

#### 4.7 Einrichtungen zur Partikelbestimmung

##### 4.7.1 Entnahmeeinheit

Die Partikel-Probenahmeeinheit, wie sie in Anlage 3 dieses Anhangs beschrieben wird, besteht aus Verdünnungstunnel, Probenahmesonde, Fil-

tereinheit, Teilstrompumpe, Durchflussregelung und -messeinrichtung. Der Partikel-Probenahmeteilstrom wird jeweils über zwei hintereinander angeordnete Filter gezogen. Nach Abschluss der Partikelentnahme ist auf eine parallel angeordnete Filtereinheit umzuschalten. Die Entnahmesonde für den Partikel-Probengasstrom muss im Verdünnungstunnel derart angeordnet sein, dass ein repräsentativer Probengasstrom des homogenen Luft-Abgasgemisches entnommen werden kann und dass an der Entnahmestelle die Temperatur des Luft-Abgasgemisches 52°C nicht überschreitet. Die Temperatur des Probengasstromes darf über die Länge der Entnahmeleitung (Entnahmesonde bis Durchflussmessgerät) um nicht mehr als  $\pm 3$  K, der Durchfluss um nicht mehr als  $\pm 5$  % schwanken.

Die Masse der während der Testphase abgeschiedenen Partikel wird durch Differenzwägung ermittelt.

#### 4.7.2 Filter

Die proportionale Massenkonzentration der Partikelemissionen ist durch eine gravimetrische Bestimmung der auf Filtern abgeschiedenen Partikel zu ermitteln. Die Nettofiltergewichte an Dieselpartikeln werden dabei als gültig anerkannt, wenn die folgenden Bedingungen eingehalten sind:

4.7.2.1 Während jeder Phase des Stadt-Fahrzyklustests werden Proben des verdünnten Abgases gleichzeitig durch paarweise angeordnete primäre Prüffilter (PPF) und sekundäre Prüffilter (SPF) geleitet. Die sekundären Prüffilter müssen dabei 75 bis 100 mm nach den primären Prüffiltern angeordnet sein.

4.7.2.2 Das Nettogewicht des an jedem primären Prüffilter und jedem sekundären Prüffilter gesammelten Partikelmaterials muss durch das in Ziff. 6.3.2.2.1 dieses Anhangs beschriebene Verfahren ermittelt werden.

4.7.2.3 Das Verhältnis der Nettogewichte ist mit folgender Formel zu berechnen:

$$\text{Verhältnis der Nettogewichte} = \frac{\text{Partikelmasse PPF}}{\text{Partikelmasse PPF} + \text{Partikelmasse SPF}}$$

4.7.2.4 Beträgt die Verhältniszahl gleich oder mehr als 0.95, dann wird den Berechnungen der Partikelemissionen nur das Nettogewicht des Primärprüffilters zugrunde gelegt.

4.7.2.5 Beträgt die Verhältniszahl weniger als 0.95, dann werden den Berechnungen der Partikelemissionen die kombinierten Nettogewichte des Sekundärprüffilters und des Primärprüffilters zugrunde gelegt.

4.7.2.6 Der Partikelfilter muss einen Durchmesser von mindestens 47 mm (37 mm Verschmutzungsfläche) haben. Es können auch Filter mit grösserem Durchmesser verwendet werden. (Filter mit grösserem Durchmesser können zweckmässiger sein, um den Druckabfall am Filter zu mildern,

wenn Fahrzeuge geprüft werden, die grosse Mengen an Partikeln erzeugen.)

4.7.2.7 Die empfohlene Mindestbelastung des 47-mm-Filters beträgt 2 Milligramm. Gleichwertige Belastungen (d.h. Masse pro Verschmutzungsfläche) werden auch für grössere Filter empfohlen.

4.7.2.8 Für das Partikelsammeln sind hochwirksame mit Fluorkohlenstoff beschichtete Membran-Glasfaserfilter oder Membran-Filter auf Fluorkohlenstoffbasis zu verwenden.

#### 4.7.3 Waage

Die für das Wiegen der Filter zu verwendende Präzisionswaage muss eine Genauigkeit von  $\leq 10 \mu\text{g}$  aufweisen.

#### 4.8 *Einrichtungen zur Ermittlung der Verdampfungsemissionen*

Das System zur Ermittlung der Verdampfungsemissionen besteht aus den nachfolgend beschriebenen Komponenten.

##### 4.8.1 Gasdichte Kammer

Durch eine gasdichte Hülle wird eine rechteckige Messkammer gebildet, in der das Prüffahrzeug steht. Der freie Zugang zum Fahrzeug muss von allen Seiten gewährleistet sein. Im verschlossenen Zustand muss die Kammer gasdicht sein gemäss Kalibrierung nach Anlage 5 dieses Anhangs. Die innere Oberfläche der Hülle muss für Kohlenwasserstoffe undurchlässig sein. Mindestens eine Fläche muss aus flexiblem undurchlässigem Material bestehen, um aus Temperaturschwankungen resultierende kleinere Druckschwankungen durch Volumenveränderungen ausgleichen zu können. Bei der Gestaltung der Wände ist eine gute Wärmeverteilung anzustreben. Wird die Kammer gekühlt, so darf die Temperatur der inneren Wandoberfläche  $20^\circ\text{C}$  an keiner Stelle unterschreiten.

Die Raumtemperatur wird an zwei Stellen von Temperaturegebern erfasst, die so geschaltet sein müssen, dass ein Mittelwert angezeigt wird. Die Messstellen befinden sich etwa 10 cm entfernt von der vertikalen Mittellinie jeder Seitenwand in einer Höhe von  $90 \pm 20$  cm.

##### 4.8.2 Gebläse

Durch Verwendung eines Gebläses oder mehrerer Gebläse muss erreicht werden können, dass

- die HC-Konzentration in der Kammer vor einer Messung auf die Umgebungskonzentration gesenkt wird,
- eine gleichmässige Temperatur und HC-Verteilung in der Kammer während der Messung erreicht wird.

Das Prüffahrzeug darf dabei keiner direkten Strömung ausgesetzt werden.



#### 4.8.3 Tankbeheizung

Die Beheizung des Treibstofftanks erfolgt durch eine in der Heizleistung verstellbare Wärmequelle. Geeignet ist beispielsweise eine Heizmatte mit einer Leistung von 2 000 W. Die Einstellung der Heizleistung kann manuell oder automatisch erfolgen. Die Wärmezuführung muss gleichmässig an die Tankwänden unterhalb des Treibstoffspiegels erfolgen.

Die Vorrichtung zur Tankbeheizung muss die gleichmässige Erwärmung des Treibstoffes im Tank von 16°C um 14 K innerhalb von 60 Minuten ermöglichen. Die Treibstofftemperatur ist etwa in der Mitte des im Tank befindlichen Treibstoffvolumens zu messen.

Die Temperaturen des Treibstoffes müssen während der Verdampfungsmessungen in Abständen von je 1 Minute aufgezeichnet oder gespeichert werden. Die Messgenauigkeit einschliesslich der Aufzeichnung muss  $\pm 1.7$  K betragen. Das Aufzeichnungs- oder Speicher-System muss die Zeiten mit einer Auflösung von  $\pm 15$  s und die Temperaturen mit einer Auflösung von  $\pm 0.4$  K wiedergeben können.

#### 4.8.4 Kohlenwasserstoffanalysator

Die Kohlenwasserstoffkonzentration in der Kammer wird mit Hilfe eines Flammenionisations-Detektors (FID) bestimmt. Der nicht verbrannte Teil des Probengasstromes muss in die Kammer zurückgeführt werden. Die Anforderungen an die Genauigkeit des Gerätes haben Ziff. 4.4.1.2 dieses Anhangs zu entsprechen; die Kalibrierung ist in Anlage 4 dieses Anhangs beschrieben. Der FID muss mit Vorrichtungen zur kontinuierlichen Aufzeichnung oder Speicherung der Messdaten ausgerüstet sein.

#### 4.8.5 Kohlenwasserstoff (HC)-Sammelfallen

Mit den HC-Sammelfallen - soweit diese gemäss Ziff. 6.2.2 Bst. m dieses Anhangs erforderlich sind - müssen die beim Betrieb nach dem Stadt-Fahrzyklus entstehenden Verdampfungsemissionen aufgefangen werden können.

### 4.9 *Zusätzliche Messgeräte*

#### 4.9.1 Temperatur

Die Temperaturen müssen auf  $\pm 1.7$  K genau gemessen werden, sofern nichts anderes verlangt wird.

#### 4.9.2 Druck

Der Luftdruck muss auf  $\pm 0.1$  kPa genau gemessen werden.

#### 4.9.3 Absolute Feuchte

Die absolute Feuchte (H) muss auf  $\pm 5$  % genau gemessen werden.

## 5. Vorbereitung der Prüfungen

### 5.1 *Einstellung der äquivalenten Schwungmasse*

5.1.1 Es wird eine mechanische Schwungmasse verwendet oder elektrisch simuliert, mit der eine Gesamtträgheit der umlaufenden Massen erzielt wird, die der Bezugsmasse des Fahrzeugs gemäss den nachstehenden Werten entspricht.

Bezugsmassenklassen in kg (Bezugsmasse des Fahrzeugs Pr)	Äquivalente Schwungmasse in kg
Pr ≤ 480	450
480 < Pr ≤ 540	510
540 < Pr ≤ 600	570
600 < Pr ≤ 650	620
650 < Pr ≤ 710	680
710 < Pr ≤ 770	740
770 < Pr ≤ 820	800
820 < Pr ≤ 880	850
880 < Pr ≤ 940	910
940 < Pr ≤ 990	960
990 < Pr ≤ 1 050	1 020
1 050 < Pr ≤ 1 110	1 080
1 110 < Pr ≤ 1 160	1 130
1 160 < Pr ≤ 1 220	1 190
1 220 < Pr ≤ 1 280	1 250
1 280 < Pr ≤ 1 330	1 300
1 330 < Pr ≤ 1 390	1 360
1 390 < Pr ≤ 1 450	1 420
1 450 < Pr ≤ 1 500	1 470
1 500 < Pr ≤ 1 560	1 530
1 560 < Pr ≤ 1 620	1 590
1 620 < Pr ≤ 1 670	1 640
1 670 < Pr ≤ 1 730	1 700
1 730 < Pr ≤ 1 790	1 760
1 790 < Pr ≤ 1 870	1 810

1 870	<	Pr	≤	1 980	1 930
1 980	<	Pr	≤	2 100	2 040
2 100	<	Pr	≤	2 210	2 150
2 210	<	Pr	≤	2 320	2 270
2 320	<	Pr	≤	2 440	2 380
2 440	<	Pr	≤	2 610	2 490
2 610	<	Pr	≤	2 830	2 720
2 830	<	Pr	≤		2 950

5.1.2 Sind die äquivalenten Schwungmassen von 450 bis und mit 620 kg bzw. über 2 490 kg nicht verfügbar, sind die Schwungmassen 680 kg bzw. 2 490 kg zu verwenden.

Wenn eine entsprechende Schwungmasse am Prüfstand nicht verfügbar ist, muss die nächsthöhere Masse verwendet werden. Dabei darf die Differenz zur Bezugsmasse des Prüffahrzeugs nicht höher als 120 kg sein.

### 5.2 *Einstellung des Strassen-Fahrwiderstandes auf dem Prüfstand*

Zur Bestimmung des Strassen-Fahrwiderstandes für die Einstellung des Rollenprüfstandes ist eine der in Anlage 2 dieses Anhanges beschriebenen Methoden zu verwenden. Das tatsächlich angewendete Verfahren und die ermittelten Werte (Strassen-Fahrwiderstand, äquivalente Schwungmasse, Einstellkennwerte des Prüfstandes) sind im Antrag für eine Abgas-Typengenehmigung anzugeben. Im Einvernehmen mit der Typenprüfstelle können auch andere Verfahren angewendet werden.

### 5.3 *Vorbereitung des Fahrzeugs*

5.3.1 Nach Ankunft des Fahrzeugs im Prüffeld werden die folgenden Testvorbereitungen durchgeführt. Die Umgebungstemperatur des Vorbereitungsraumes muss zwischen 20 und 30°C liegen.

- a. Der/die Treibstoffbehälter wird/werden entleert und mit dem vorgeschriebenen Referenz-Treibstoff nach Anhang 5 dieser Verordnung befüllt. Die Füllmenge hat 40 % der vom Hersteller angegebenen Nennkapazität zu betragen. Die Betankung kann auch vorgängig erfolgen, sofern die in den Abbildungen 1 - 3 aufgeführten Bedingungen eingehalten sind.

Das System zur Begrenzung der Verdampfungsemissionen muss sich im Normalzustand befinden, d.h. weder frisch gereinigt noch voll beladen sein.

- b. Innerhalb 1 Stunde nach der Betankung muss das Fahrzeug zur Vorkonditionierung auf dem Fahrleistungsprüfstand die Fahrkurve des Stadt-

Fahrzyklustests (nur Phase 1 und 2) nach Anlage 1 dieses Anhangs und den Leerlaufstest nach Anhang 2 dieser Verordnung absolvieren. Nach diesen Tests und vor dem Ende aller Prüfungen darf der Motor des Fahrzeugs nur für die weiteren Prüfungen in Betrieb gesetzt werden.

- c. Nach Ermessen der Prüfstelle oder auf Verlangen des Fahrzeugherstellers mit Zustimmung der Prüfstelle kann in Ausnahmefällen der Vorgang der Vorkonditionierung erweitert werden, wenn es zur Stabilisierung des Emissions-Kontrollsystems erforderlich ist. In dem Fall kann die Vorbereitungsfahrt jeweils nach einer Standzeit von einer Stunde in einem Raum mit einer Umgebungstemperatur zwischen 20 und 30°C bis zu dreimal wiederholt werden. Während der Standzeit ist die Motorraumabdeckung zu schliessen und das Kühlgebläse auszuschalten.
  - d. Innerhalb von fünf Minuten nach Abschluss der Vorbereitungsfahrt und des Leerlaufstests ist das Fahrzeug vom Fahrleistungsprüfstand zu nehmen und in einen Abstellraum mit einer Umgebungstemperatur zwischen 20 und 30°C zu bringen.
  - e. Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotoren müssen zwischen 10 und 35 Stunden im Abstellraum verbleiben, bis die Vorbereitungen zur Prüfung der Tankatmungsverluste gemäss Ziff. 6.2.2 dieses Anhangs beginnen. Innerhalb einer Stunde nach Beendigung dieses Vorganges müssen die Prüfungen zur Ermittlung der durchschnittlichen Abgasemissionen im Fahrbetrieb beginnen. Vom Beginn der Stationierung des Fahrzeugs im Abstellraum bis zum Beginn des Kaltstarts im Stadt-Fahrzyklustest müssen mindestens 12 aber nicht mehr als 36 Stunden vergehen.
  - f. Fahrzeuge mit Selbstzündungsmotoren müssen mindestens 12 Stunden im Abstellraum verbleiben, bis die Prüfungen der durchschnittlichen Abgasemissionen im Fahrbetrieb gemäss Ziff. 6.3 dieses Anhangs beginnen.
- 5.3.2 Der Reifendruck muss, wie bei der Vorprüfung auf der Strasse zur Ermittlung der Bremseinstellung, den Angaben des Fahrzeugherstellers entsprechen. Bei einem Zwei-Rollenprüfstand darf der Reifendruck um höchstens 50 % des vom Fahrzeughersteller empfohlenen Wertes erhöht werden. In diesem Fall ist auch die Einstellung des Fahrleistungsprüfstandes mit dem höheren Reifendruck vorzunehmen. Der tatsächlich verwendete Reifendruck muss im Prüfprotokoll angegeben werden.

## 6. Emissionsprüfungen

### 6.1 Allgemeine Vorschriften

6.1.1 Während allen Prüfungen muss die Temperatur im Prüfraum zwischen 20 und 30°C liegen. Bei der Prüfung der Abgasemissionen muss die absolute Luftfeuchte (H) im Prüfraum oder der Ansaugluft des Motors folgender Bedingung genügen:

5.5 ( H ( 12.2 gH<sub>2</sub>O/kg trockener Luft.

Kann dieser Bereich nicht eingehalten werden, ist dies im Prüfprotokoll zu vermerken.

6.2.1 Das Fahrzeug muss während der Prüfungen annähernd horizontal stehen, damit eine nicht normale Treibstoffverteilung verhindert wird.

### 6.2 *Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotoren*

#### 6.2.1 Allgemeines zum Prüfablauf

Mindestens 10 und höchstens 35 Stunden nach der Stationierung des Fahrzeugs im Abstellraum hat die Messung der Tankatmungsverluste im Rahmen des Verdampfungstests zu beginnen. Die Tankatmung tritt auf als Folge der Temperaturänderung des Treibstoffes. Bei der Prüfung wird der Treibstoff im Tank um 14 K erwärmt. Der Verdampfungstest wird nach dem Stadt-Fahrzyklustest abgeschlossen mit der Prüfung der Verdampfung beim Heissabstellen. Die Bestimmungen für den Prüfablauf beim Verdampfungstest sind in den folgenden Ziff. 6.2.2 bis 6.2.4 dieses Anhangs festgelegt.

Fahrzeuge, an denen die Verdampfungsemissionen bestimmt werden sollen, müssen auch die Grenzwerte für die Abgasemissionen einhalten.

#### 6.2.2 Prüfung der Tankatmungsverluste

- a. Die Messkammer ist unmittelbar vor der Prüfung mehrere Minuten zu spülen.
- b. Das/die Gebläse zum Durchmischen der Kammer ist/sind einzuschalten.
- c. Beim FID-Kohlenwasserstoffanalysator müssen die Null- und Kalibrierpunkte unmittelbar vor der Prüfung überprüft werden.
- d. Der/die Treibstoffbehälter des Prüffahrzeugs wird/werden entleert und mit dem Referenzbenzin nach Anhang 5 dieser Verordnung befüllt. Das Füllvolumen muss 40 % des Tankvolumens betragen. Die Temperatur des Treibstoffes muss vor dem Einfüllen zwischen 10 und 16°C liegen. Der/die Tank(s) ist/sind zunächst unverschlossen zu lassen.
- e. Bei Fahrzeugen mit mehreren Tanks müssen alle Tanks wie nachfolgend beschrieben in gleicher Weise aufgeheizt werden. Die Temperaturen der Tanks müssen auf  $\pm 1.5$  K übereinstimmen.
- f. Das Prüffahrzeug ist mit abgestelltem Motor in die Messkammer zu bringen, Fenster und Kofferraumdeckel sind zu öffnen, Tanktempera-

- turfühler sind anzuschliessen und die Erwärmungsvorrichtung für den Treibstoff ist anzuschliessen. Die Temperaturen des Treibstoffes und der Raumluft sind von nun an aufzuzeichnen bzw. zu registrieren.
- g. Der Treibstoff kann künstlich bis auf die Temperatur des Messbeginns erwärmt werden.
  - h. Sobald der Treibstoff mindestens  $14^{\circ}\text{C}$  erreicht hat,
    - ist der Tank zu schliessen,
    - ist das Gebläse auszuschalten, falls nicht schon früher geschehen,
    - ist die Messkammer gasdicht zu schliessen.
  - i. Sobald der Treibstoff  $16^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ K}$  erreicht hat,
    - ist die HC-Konzentration in der Messkammer zu messen, (Anfangswert für die Auswertung)
    - ist mit einer linearen,  $60 \pm 2$  Minuten dauernden Erwärmung zu beginnen.
  - j. Die Erwärmung hat so zu erfolgen, dass die Temperaturzunahme als lineare Funktion zur Zeit eingehalten wird. Die zulässige Abweichung von der Solltemperatur beträgt während des Erwärmungsvorgangs  $\pm 1.5\text{ K}$ .
  - k. Wenn  $60 \pm 2$  Minuten nach der Anfangsmessung und dem Erwärmungsbeginn die Treibstofftemperatur um  $14 \pm 0.5\text{ K}$  zugenommen hat, ist die HC-Konzentration in der Kammer zu messen (Endwert für die Auswertung).
  - l. Nach dem Öffnen der Kammer und Lösen aller Anschlüsse für den vor genannten Messvorgang ist das Fahrzeug mit abgestelltem Motor aus der Messkammer zu entfernen und für die anschliessende Prüfung vorzubereiten.
  - m. Eine Bestimmung der Verdampfungsemissionen im Fahrbetrieb ist nur erforderlich, wenn nach Prüfung der technischen Gegebenheiten nicht ausgeschlossen werden kann, dass derartige Emissionen im Fahrbetrieb auftreten. Die Messung im Fahrbetrieb erfolgt mittels HC-Sammel-fallen, die an allen Öffnungen des Treibstoffsystems angebracht werden. Die Fallen müssen vorher gewogen worden sein. Nach Beendigung der beiden ersten Phasen (Abstellen zur 10-Minuten-Parkphase) des Stadt-Fahrzyklus, in der wie nachstehend beschrieben die Abgasemissionen geprüft werden, sind die Fallen innerhalb einer Minute abzunehmen, zu verschliessen und innerhalb einer Stunde zu wiegen. Die Verdampfungsemissionen im Fahrbetrieb ergeben sich aus der Massendifferenz der Fallen vor und nach den ersten beiden Phasen der Fahrkurve des Stadt-Fahrzyklus.

- n. Eine Methode zur Berechnung der Verdampfungsemissionen ist in Anlage 6 dieses Anhangs enthalten.

### 6.2.3 Prüfung der Abgasemissionen im Stadt-Fahrzyklus

#### 6.2.3.1 Allgemeines

Der Stadt-Fahrzyklustest wird auf dem Rollenprüfstand durchgeführt. Der Fahrgeschwindigkeitsverlauf über der Zeit ist aufzuzeichnen, um die Gültigkeit der Prüfstandsprüfungen beurteilen zu können. Die Geschwindigkeit und die zurückgelegte Strecke sind anhand der Umdrehungen derselben Prüfstandsrolle oder -welle zu messen. Die während der Sammelzeit der einzelnen Probengasmengen zurückgelegten Fahrstrecken sind getrennt zu ermitteln.

Ein zusätzliches Kühlgebläse gemäss Ziff. 4.1.8 dieses Anhangs ist zu verwenden.

Fahrzeuge mit Allradantrieb werden im Zweiradantrieb geprüft. Bei Fahrzeugen mit ständigem Allradantrieb sind die anderen Antriebsräder für die Prüfungen auf dem Fahrleistungsprüfstand ausser Betrieb zu setzen (vgl. Ziff. 3.2.3 dieses Anhangs).

Aus dem mit Umgebungsluft verdünnten Abgas wird ein proportionaler Teilstrom entnommen und den Sammelbeuteln zugeführt.

Während dem Stadt-Fahrzyklustest wird der Probengasstrom nacheinander in drei Sammelbeutel geleitet. Dabei sind in den ersten Sammelbeutel die Abgasprobe der ersten 505 Sekunden Fahrzeit (Kaltstartphase), in den zweiten Sammelbeutel die Abgasprobe der zweiten Phase (stabilisierte Phase) und in den dritten Sammelbeutel die Abgasprobe der 505 Sekunden Fahrzeit nach dem Warmstart (Warmstartphase) zu leiten.

Der Inhalt der Probenbeutel wird anschliessend auf die Konzentrationen an Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Kohlenwasserstoffe und Stickoxide analysiert. Um den Einfluss der bereits in der Umgebungsluft bzw. nach dem Luftfilter des CVS-Systems vorhandenen gasförmigen Schadstoffe berücksichtigen zu können, werden jeweils Umgebungsluftproben in parallel geschaltene Sammelbeutel gezogen. Die Berechnung der streckenbezogenen Emissionsmengen erfolgt nach Anlage 6 dieses Anhangs.

#### 6.2.3.2 Vorbereitungen auf die Prüffahrt

- a. Normalerweise ist bei der Bestimmung der Emissionen der Prüfablauf gemäss Abbildung 1 einzuhalten. In speziellen Fällen kann die Prüfstelle bei Nachprüfungen und Produktionsüberprüfungen (vgl. Ziff. 5.6 und 14 dieser Verordnung) den Verdampfungstest weggelassen. Dabei kann vor dem Stadt-Fahrzyklustest auf das Wechseln und Erwärmen des Referenztreibstoffes verzichtet werden (vgl. Abb. 2).

- b. Wurde der Prüfstand während den letzten 2 Stunden vor der Prüfung nicht benützt, so muss er mit einem anderen Fahrzeug als dem Prüffahrzeug - oder mit einer gleichwertigen Methode - während 15 Minuten bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h aufgewärmt werden.
- c. Das Fahrzeug muss mit den Antriebsrädern ohne Anlassen des Motors auf die Rolle(n) des Fahrleistungsprüfstandes gebracht werden.
- d. Die Motorraumabdeckung ist zu öffnen und das Kühlgebläse in Position zu bringen.
- e. Mit den Proben-Umschaltventilen in Wartestellung sind die geleerten Sammelbeutel für die verdünnten Abgas- und die Umgebungsluftproben anzuschliessen.
- f. Die CVS-Anlage muss spätestens jetzt eingeschaltet werden, ebenso die Probenpumpen. Ein allfällig vorhandener Wärmetauscher in der CVS-Anlage muss vorhergehend auf seine Betriebstemperatur vorgeheizt worden sein.
- g. Die Probengasdurchflussmengen sind auf die gewünschten Werte, mindestens jedoch auf 5 l/min einzustellen.
- h. Das Abgasrohr ist gasdicht an das (die) Abgasendrohr(e) des Fahrzeugs anzuschliessen.
- i. Das Gasdurchflussmessgerät und die Umschaltventile sind so umzustellen, dass der Abgasprobenstrom in den ersten Beutel für die erste Phase sowie der Umgebungsluftprobenstrom in seinen entsprechenden Beutel gelangt.

Durch Betätigung des Zündschlüssels wird unmittelbar anschliessend der Startvorgang eingeleitet. Wenn der Motor gestartet ist, ist die Zeit- und Wegmessung für den Fahrzyklus sowie das Kühlgebläse einzuschalten.

#### 6.2.3.3 Durchfahren des Stadt-Fahrzyklus

Mit dem Prüffahrzeug ist der Stadt-Fahrzyklus unter Berücksichtigung der für diesen geltenden Bestimmungen gemäss Anlage 1 dieses Anhanges zu durchfahren. Besondere Vorschriften sind nachfolgend aufgeführt.

##### a. Anlassen des Motors

Der Motor ist mit den vorgesehenen Anlasshilfen nach den Anweisungen des Fahrzeugherstellers in der Betriebsanleitung anzulassen.

Falls der Motor nicht innerhalb von 10 Sekunden nach Betätigen des Anlassers anspringt, muss der Anlassvorgang eingestellt, und die Gründe für das Nichtanspringen des Motors sind abzuklären. Dabei darf während 30 Minuten versucht werden, den Fehler zu finden und zu beheben, worauf die Prüfung fortgeführt werden kann. Während dieser Zeit der Fehlerbehebung sind die Probenahme-Umschaltventile in War-



testellung zu schalten sowie die Einheiten des CVS-Systems abzustellen oder die Entnahmevorrichtung vom Auspuffendrohr zu trennen.

Wenn das Nichtanspringen des Motors auf einen Bedienungsfehler zurückzuführen ist, muss das Fahrzeug von neuem für einen Kaltstart bereitgestellt werden.

Falls der Motor anspringt und dann wieder abstellt, muss der Fahrer den empfohlenen Anlassvorgang wiederholen. Springt der Motor innerhalb einer Minute nicht wieder an, so wird die Prüfung abgebrochen, um die nötigen Korrekturen vorzunehmen.

Springt der Motor an, beginnt die erste Leerlaufphase von 20 Sekunden Dauer. 15 Sekunden nach dem Anspringen des Motors wird der Gang eingelegt. Die Bremsen dürfen betätigt werden, um ein allfälliges Drehen der Antriebsräder zu verhindern.

b. Stehenbleiben des Motors

Falls der Motor während einer Leerlaufphase abstellt, muss er sofort wieder angelassen und die Prüfung fortgeführt werden. Kann der Motor nicht rasch genug angelassen werden, so dass das Fahrzeug die nächste Beschleunigungsphase vorschriftsgemäss ausführen kann, ist das Anzeige-gerät für das Fahrprogramm abzustellen. Es wird wieder eingeschaltet, sobald das Fahrzeug wieder in Betrieb ist. Stellt der Motor während einer anderen Betriebsart als bei Leerlauf ab, ist das Anzeigergerät für das Fahrprogramm ebenfalls abzustellen. Das Fahrzeug ist dann neu zu starten und bis zu der Geschwindigkeit zu beschleunigen, die für die Fortsetzung der Prüfung erforderlich ist.

Wenn in der Betriebsanleitung ein Anlassverfahren für den warmen Motor vom Fahrzeughersteller nicht vorgeschrieben ist, dann ist der Motor (Motoren mit Startautomatik und mit manuellem Choke) anzulassen, indem das Gaspedal etwa um die Hälfte heruntergedrückt und der Motor durchgedreht wird, bis er anspringt.

Soweit nötig, darf der Fahrer die Kaltstartvorrichtung, das Gaspedal usw. stärker betätigen, um ein Stehenbleiben des Motors zu verhindern.

c. Ende der ersten Phase im Stadt-Fahrzyklus

Mit dem Ende der Verzögerung zum Zeitpunkt 505 Sekunden nach Beginn des Stadt-Fahrzyklus endet die erste Phase des Stadt-Fahrzyklus. Von diesem Zeitpunkt an müssen der Probegasstrom und die Umgebungsluftprobe in die jeweils nachfolgenden Sammelbeutel geleitet werden.

Vor dem Beginn der bei 511 Sekunden anschliessenden Beschleunigung ist der zurückgelegte Weg oder die Zahl der in der ersten Phase gemessenen Rollen- bzw. Wellenumdrehungen festzuhalten.

d. Abstellen nach der zweiten Phase im Stadt-Fahrzyklus

Der Motor ist zwei Sekunden nach dem Ende der letzten Verzögerung, also bei 1 369 Sekunden, abzustellen. Fünf Sekunden nachdem der Motor zu laufen aufgehört hat, sind die Proben-Umschaltventile auf Wartestellung zu schalten. Das Kühlgebläse ist sofort abzuschalten, die Motorraumabdeckung ist zu schliessen. Die CVS-Anlage ist abzuschalten oder die Entnahmevorrichtung vom Auspuffendrohr zu trennen. Der in der zweiten Phase zurückgelegte Weg oder die Anzahl der Rollen- bzw. Wellenumdrehungen ist festzuhalten.

e. Vorbereitung und Durchführung der dritten Phase im Stadt-Fahrzyklus

Vor der dritten Phase sind die vorbereitenden Arbeiten gemäss Ziff. 6.2.3.2 Bst. d bis i dieses Anhangs zu wiederholen; der Schritt unter Bst. i muss dabei innerhalb von  $10 \pm 1$  Minuten nach dem Ende der Probensammlung der zweiten Phase durchgeführt werden.

Nach dem Ende der Verzögerung zum Zeitpunkt 505 Sekunden nach dem Beginn der dritten Phase sind die Probenumschaltventile auf Wartestellung zu schalten. Der zurückgelegte Weg oder die Anzahl der Rollen- bzw. Wellenumdrehungen ist festzuhalten.

f. Sobald wie möglich müssen jeweils die Abgas- und Umgebungsluftproben aus den einzelnen Phasen der Analysenanlage zugeführt werden, d.h. gegebenenfalls schon vor dem Abschluss des gesamten Fahrzyklus. Zwischen dem Ende der jeweiligen Sammelphase und der Ablesung der zugehörigen stabilen Analysewerte auf allen Analysatoren darf nicht mehr als 20 Minuten vergehen.

g. Für Prüffahrzeuge, die der Prüfung der Verdampfungs-emissionen unterzogen werden, schliesst sich der Heissabstelltest an. Es ist weiter nach Ziff. 6.2.4 dieses Anhangs zu verfahren.

#### 6.2.4 Prüfung der Verdampfungsmissionen beim Heissabstellen

a. Vor dem Ende der Fahrt nach dem Stadt-Fahrzyklus muss die Messkammer mehrere Minuten gespült worden sein.

b. Nach Beendigung des Stadt-Fahrzyklustests ist die Motor-raumabdeckung zu schliessen, und es sind alle Verbindungen vom Fahrzeug zum Prüfstand zu lösen. Das Fahrzeug ist dann unter möglichst geringer Betätigung des Gapedals zur Messkammer zu fahren. Vor der Messkammer ist der Motor abzustellen; der Zeitpunkt der Motorabstellung ist zu notieren. Das Fahrzeug muss dann antriebslos in die Messkammer gebracht werden.

c. Das/die Gebläse zum Durchmischen der Kammer muss/ müssen eingeschaltet werden, bevor das Fahrzeug in die Messkammer kommt.

- d. Fenster und Kofferraumdeckel des Fahrzeugs müssen geöffnet sein.
- e. Die Temperatur der Raumluft ist von nun an aufzuzeichnen.
- f. Innerhalb von zwei Minuten nach dem Abstellen des Motors und innerhalb von sieben Minuten nach dem Ende des Stadt-Fahrzyklus muss die Messkammer gasdicht verschlossen werden.
- g. Die HC-Konzentration in der Messkammer wird mit dem FID-Analysator gemessen und von nun an fortlaufend registriert. Der kurz nach dem Schliessen der Messkammer gemessene Wert der HC-Konzentration bildet den Anfangswert für die Auswertung nach Anlage 6 dieses Anhanges.
- h. Das Fahrzeug muss 60 Minuten ( $\pm 0.5$  Minuten) innerhalb der Messkammer stehen. Am Ende der 60 Minuten ( $\pm 0.5$  Minuten) dauernden Prüfzeit wird die HC-Konzentration in der Messkammer bestimmt. Dieser Wert bildet den Endwert für die Auswertung nach Anlage 6 dieses Anhanges.
- i. Die Prüfung der Verdampfungsemissionen ist damit abgeschlossen.

#### 6.2.5 Prüfung der Abgasemissionen im Überland-Fahrzyklus

##### 6.2.5.1 Allgemeines

Es gelten sinngemäss die Bestimmungen in Ziff. 6.2.3.1 dieses Anhanges.

##### 6.2.5.2 Durchfahren des Überland-Fahrzyklus

Mit dem Prüffahrzeug ist spätestens drei Stunden nach Beendigung des Stadt-Fahrzyklustests der Überland-Fahrzyklus unter Berücksichtigung der für diesen geltenden Bestimmungen gemäss Anlage 1 dieses Anhanges zweimal zu durchfahren. Der erste Durchlauf dient der Konditionierung des Fahrzeugs; die Abgasemissionen werden lediglich im zweiten Durchlauf bestimmt. Können die max. drei Stunden Unterbruchzeit nicht eingehalten werden, ist vorgängig ein Stadt-Fahrzyklus (nur Phase 1 und 2) zu fahren.

Der Ablauf der Prüfung ist wie folgt:

- a. Die vorbereitenden Arbeiten gemäss Ziff. 6.2.3.2 Bst. c bis i dieses Anhanges sind durchzuführen. Die Probenumschaltventile verbleiben in Wartstellung. Es sind lediglich je ein Beutel für das Probengas und ein Beutel für die Umgebungsluftprobe erforderlich.
- b. Das Fahrzeug ist gemäss den Empfehlungen des Fahrzeug-herstellers zu starten. Bezüglich des Nichtanspringens bzw. Stehenbleibens des Motors gelten die Bestimmungen in Ziff. 6.2.3.3 Bst. a und b dieses Anhanges.

- c. Der Überland-Fahrzyklus ist ohne Abgasmessung zum ersten Mal zu durchfahren.
- d. Wenn der Stillstand des Fahrzeugs am Ende des Durchlaufs des Überland-Fahrzyklus erreicht wird, stehen 17 Sekunden zur Verfügung, bis der zweite Durchlauf beginnt.
- e. Zwei Sekunden bevor die erste Beschleunigung im zweiten Durchlauf beginnt, müssen die Proben-Umschaltventile auf den Probegas- und den Umgebungsluftprobenbeutel geschaltet werden.
- f. Der Überland-Fahrzyklus ist zum zweiten Mal zu durchfahren.
- g. Zwei Sekunden nachdem das Fahrzeug den Stillstand am Ende des Überland-Fahrzyklus erreicht hat, sind die Umschaltventile auf Wartstellung zu schalten. Der zurückgelegte Weg des zweiten Durchlaufs oder die Anzahl der Rollen- bzw. Wellenumdrehungen ist festzuhalten. Der Motor kann abgestellt werden.
- h. Sobald wie möglich, jedoch spätestens innert 20 Minuten muss die Abgas- und Umgebungsluftprobe der Analysenanlage zugeführt werden.
- i. Die Berechnung der Menge der emittierten Luftverunreinigungen je Fahrkilometer erfolgt nach Anlage 6 dieses Anhanges.

### 6.3 *Fahrzeuge mit Selbstzündungsmotoren*

#### 6.3.1 Allgemeines zum Prüfablauf

Die Fahrzeugvorbereitung wird mit der Stationierung des Fahrzeugs bei einer Umgebungstemperatur zwischen 20 und 30°C zur Konditionierung für die Emissionsprüfungen abgeschlossen. Mindestens zwölf Stunden nach der Stationierung des Fahrzeugs hat die Prüfung der Abgasemissionen im Stadt-Fahrzyklus zu beginnen.

#### 6.3.2 Prüfung der Abgasemissionen

Es gelten die Ausführungen, die in den Ziff.n 6.2.3 und 6.2.5 dieses Anhanges für die Prüfung der Abgasemissionen von Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotoren gemacht worden sind, mit den folgenden Ergänzungen und Abänderungen (vgl. auch Abbildung 5).

##### 6.3.2.1 Allgemeines

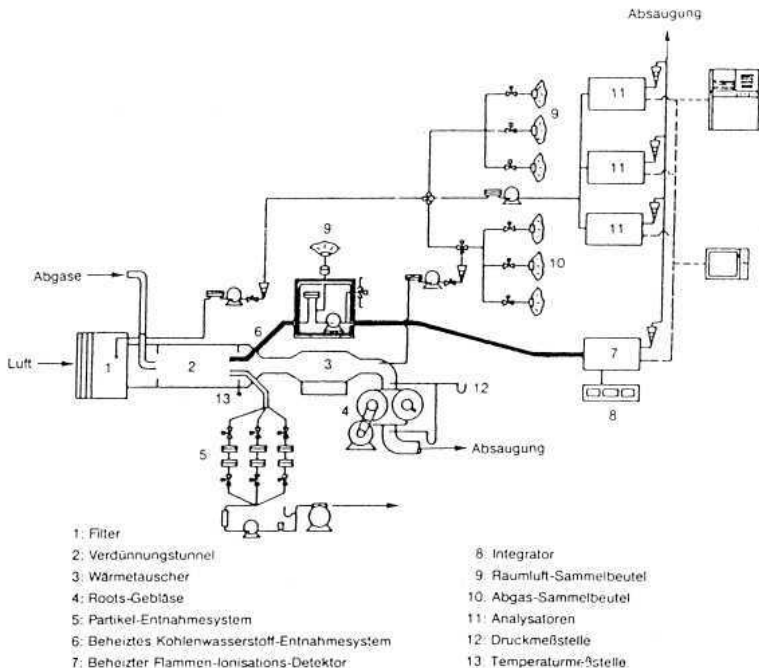
Das Abgas wird in einem Verdünnungstunnel mit Umgebungsluft vermischt entsprechend der Beschreibung in Anlage 3 dieses Anhanges.

Zur Partikelmessung wird ein proportionaler Teilstrom über eine Sonde entnommen. Die Partikel werden aus dem Abgas-Luft-Probenstrom zur nachfolgenden Wiegung abgeschieden.

Die sechs Filter sind in der Partikelprobenleitung derart angeordnet, dass sie drei parallele Filterpaare bilden, d.h. in jedem Verzweigungsteil sind zwei Filter in Richtung des Probengasstromes hintereinander geschaltet. In jeder Verzweigung müssen gleiche Strömungsverhältnisse herrschen. Schnellschaltventile sind derart anzuordnen, dass die Filterpaare nacheinander mit dem Probengasstrom beaufschlagt werden können. Die zeitliche Abfolge der Beaufschlagung entspricht der in Ziff. 6.2.3.1 dieses Anhangs beschriebenen Probenzuführung für die drei Phasen des Stadt-Fahrzyklus. Die HC-Konzentration wird im verdünnten Abgas mit einem beheizten FID (HFID) fortlaufend gemessen, registriert und integriert. Das Probengas wird über eine separate Sonde ent-nommen.

Die Probeentnahme für die Sammelbeutel zum Zweck der anschließenden Konzentrationsmessungen entspricht dem in Ziff. 6.2.3.1 dieses Anhangs beschriebenen Verfahren.

*Abbildung 5: Schema eines Probenahme- und Analysesystems zur Bestimmung gas- und partikelförmiger Emissionen bei Fahrzeugen mit Selbstzündungsmotoren*



### 6.3.2.2 Vorbereitungen auf die Prüffahrten

Der Ablauf entspricht dem in Ziff. 6.2.3.2 dieses Anhangs für Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotoren beschriebenen Verfahren mit folgenden Ergänzungen:

zu f: Der Integrator des beheizten FID (HFID) ist einzuschalten.

zu g: Der Probengasstrom für den beheizten FID (HFID) muss mindestens 2 l/min betragen.

#### 6.3.2.2.1 Behandlung und Wiegen der Partikelfilter

Mindestens acht Stunden, jedoch nicht früher als 56 Stunden vor der Prüfung ist jeder für die Prüfung vorgesehene Filter in eine offene, jedoch geschützte Petrischale zu legen und in die Wiegekammer zu bringen. In dieser ist während der ganzen Dauer, in der die Filter vorbereitet und gewogen werden, die Feuchtigkeit innerhalb von  $\pm 10\%$  eines eingestellten Wertes zwischen 30 und 70 % und die Temperatur innerhalb von  $\pm 6\text{ K}$  eines eingestellten Wertes zwischen 20 und 30°C zu halten.

Am Ende der Stabilisierungsperiode von 8 bis 56 Stunden ist jeder Filter auf einer Waage mit einer Präzision gemäss Ziff. 4.7.3 dieses Anhangs zu wiegen. Das jeweilige Gewicht ist zu notieren; die Ablesung ist das Leergewicht.

Jeder Filter ist dann in einer zugedeckten Petrischale aufzubewahren, die in der Wiegekammer bleibt, bis der Filter zur Prüfung benötigt wird.

Wird ein Filter innerhalb von einer Stunde, nachdem er aus der Wiegekammer herausgenommen wurde, nicht verwendet, so ist er erneut zu wiegen.

Nach der Prüfung und nachdem die Prüffilter in die Wiegekammer zurückgebracht wurden, sind sie mindestens eine Stunde lang, jedoch nicht länger als 56 Stunden, zu konditionieren. Dann ist jeder Filter ein zweites Mal zu wiegen. Dieser letztere Ablesewert ist das jeweilige Bruttogewicht des Filters; dieses Gewicht ist zu notieren.

Das jeweilige Nettogewicht (die Masse der gesammelten Partikel) ist das Bruttogewicht minus dem Leergewicht.

#### 6.3.2.3 Durchfahren des Stadt-Fahrzyklus

Die Bestimmungen gemäss Ziff. 6.2.3.3 dieses Anhangs gelten mit folgenden Ergänzungen bzw. Änderungen:

zu c: Vom Zeitpunkt 505 Sekunden an wird das zweite Partikelfilterpaar beaufschlagt. An der Aufzeichnungsvorrichtung für die HC-Konzentrationsmessung ist eine Markierung vorzunehmen, derzufolge die erste und zweite Phase identifiziert werden können (oder es ist auf einen

zweiten Integratorzähler zu schalten). Die Integration der HC-Werte erfolgt getrennt nach den einzelnen Sammelphasen.

zu d: Ebenfalls fünf Sekunden nachdem der Motor zu laufen aufgehört hat, ist die Aufzeichnung der HC-Konzentration entsprechend zu markieren sowie die Integration über die Phase 2 und der Probenstromdurchfluss durch das zweite Partikelfilterpaar zu beenden.

Die bisher beaufschlagten beiden Partikelfilterpaare sind vorsichtig aus ihren jeweiligen Halterungen zu nehmen, und zum nachfolgenden Wiegen ist jeder Filter für sich in eine Petrischale zu legen, diese sind abzudecken.

zu e: Die für die Durchführung und Beendigung der HC-Messung sowie der Partikelabscheidung in der Phase 3 erforderlichen Schritte sind in Anlehnung an die zu c und d beschriebenen Ergänzungen durchzuführen.

zu f: Sobald wie möglich, keinesfalls jedoch später als eine Stunde nach der Beendigung der dritten Phase des Stadt-Fahrzyklus, sind die sechs Partikelprüffilter für das Wiegen zu konditionieren.

#### 6.3.2.4 Durchfahren des Überland-Fahrzyklus

Es gelten die Bestimmungen und der Ablauf nach Ziff. 6.2.5 dieses Anhangs. Eine Messung der Partikelemissionen ist nicht erforderlich.

#### 6.4 *Leerlaufstest nach Anhang 2*

Gemäss Abbildungen 1 und 2 ist der Leerlaufstest nach der Vorbereitungsfahrt zur Vorkonditionierung nach den Bestimmungen des Anhangs 2 dieser Verordnung durchzuführen.

#### 6.5 *Kurbelgehäusetest nach Anhang 3*

Ein allfälliger Kurbelgehäusetest ist im Anschluss an die Fahrzyklustests nach den Bestimmungen des Anhangs 3 dieser Verordnung durchzuführen.

### 7. Analyse und Emissionsbestimmung im Stadt- und Überland-Fahrzyklustest

#### 7.1 *Analyse*

7.1.1 Die Analyse der in den Beuteln enthaltenen Gase ist sobald wie möglich nach Beendigung der einzelnen Phasen der Prüfung durchzuführen. Das verdünnte Abgas in den Probenbeuteln muss innerhalb von 20 Minuten nach Phasenende analysiert werden.

Die erforderlichen Partikelfilter sind wenigstens 8 aber höchstens 56 Stunden in einer offenen, gegen Staubeinfall geschützten Schale vor dem

Test in einer klimatisierten Kammer zu konditionieren (Temperatur, Feuchte); nach dieser Konditionierung werden die leeren Filter gewogen und bis zur Verwendung aufbewahrt. Vgl. dazu Ziff. 6.3.2.2.1 dieses Anhanges.

Frühestens eine Stunde vor Beginn der Prüfung werden die Filter der Wiegekammer entnommen.

Die beladenen Partikelfilter müssen spätestens eine Stunde nach dem Ende der Abgasprüfung in die Wiegekammer gebracht, dort zwischen 1 und 56 Stunden konditioniert und anschliessend gewogen werden.

7.1.2 Vor jeder Probenanalyse ist mit dem entsprechenden Nullgas für jede Abgaskomponente der jeweilige Messbereich der Analysatoren auf Anzeige "Null" einzustellen.

7.1.3 Danach sind die Analysatoren einzustellen, und zwar mit Hilfe der Kalibriergase für Nennkonzentrationen zwischen 70 und 100 % des jeweiligen Skalenendwertes.

7.1.4 Anschliessend ist eine erneute Überprüfung der Nullstellung der Analysatoren vorzunehmen. Weicht der abgelesene Wert vom Wert, der bei der nach Ziff. 7.1.2 dieses Anhanges vorgeschriebenen Einstellung erzielt wurde, um mehr als 2 % vom Skalenendwert ab, so ist der Vorgang zu wiederholen.

7.1.5 Danach können die Proben analysiert werden.

7.1.6 Nach der Analyse sind die Null- und Kalibrierpunkte mit den gleichen Gasen zu überprüfen. Falls sich bei dieser Überprüfung eine Abweichung um nicht mehr als 2 % von den Werten nach Ziff. 7.1.3 dieses Anhanges ergibt, gilt die Analyse als annehmbar.

7.1.7 Bei allen in diesem Abschnitt beschriebenen Vorgängen müssen Durchflussmengen und Drücke der verschiedenen Gase die gleichen sein wie bei der Kalibrierung der Analysatoren.

7.1.8 Die Konzentration der Kohlenwasserstoffe aus Selbst-zündungsmotoren ist am beheizten FID über die Dauer der Testphasen zu integrieren. Die emittierte Menge an Kohlenwasserstoffen ist nach Anlage 6 dieses Anhanges zu bestimmen.

7.1.9 Die für die Konzentration der gemessenen Schadstoffe massgebenden Werte haben denjenigen zu entsprechen, die nach der Stabilisierung der Messgeräte abgelesen werden.

7.2 *Bestimmung der Menge der emittierten luftverunreinigenden Gase und Partikel*

7.2.1 Massgebliches Volumen



Das maßgebliche Volumen ist auf die Normalbedingungen 101.33 kPa und 273.2 K zu korrigieren.

### 7.2.2 Gesamtmasse der emittierten luftverunreinigenden Gase und Partikel

Die Masse (m) der vom Fahrzeug während den Prüfungen emittierten gasförmigen Schadstoffe ist für die einzelnen Testphasen durch das Produkt aus Volumenkonzentration und dem entsprechenden Gasvolumen auf den nachstehenden Dichtewerten (d) bei Normalbedingungen zu berechnen:

- für Kohlenmonoxid (CO):  $d = 1.25 \text{ kg/m}^3$

- für Kohlenwasserstoffe ( $\text{CH}_{1.85}$ ):  $d = 0.619 \text{ kg/m}^3$

- für Stickoxide ( $\text{NO}_2$ ):  $d = 2.05 \text{ kg/m}^3$

[- für Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ):  $d = 1.96 \text{ kg/m}^3$ ]

Die Masse (m) der vom Fahrzeug während des Stadt-Fahrzyklustests emittierten Partikel ist für die einzelnen Testphasen aus der gewogenen Partikelmasse auf den Filterpaaren zu ermitteln. Wenn sich dabei mindestens 95% der Partikelmasse auf dem ersten Filter (Primärprüffilter) befinden, genügt es, nur die Massenbelegung des ersten Filters für die Berechnung der emittierten Partikelmasse zu verwenden (vgl. Ziff. 4.7.2 dieses Anhangs).

Anlage 6 dieses Anhangs enthält die entsprechenden Berechnungsmethoden für die Bestimmung der Massen der emittierten luftverunreinigenden Gase und Partikel.

## Anlage 1

### Fahrkurven zur Bestimmung der durchschnittlichen Emissionsmengen

#### 1. Allgemeines

Zur Ermittlung des Ausstosses an gasförmigen Schadstoffen und Partikeln hat das Prüffahrzeug auf einem Fahrleistungsprüfstand die Fahrkurven des Stadt- und Überland-Fahrzyklus zu durchfahren. Diese Fahrkurven sind graphisch und tabellarisch in den nachfolgenden Abbildungen 3 und 4 sowie in den Tabellen 1 und 2 dieser Anlage beschrieben.

#### 2. Zulässige Abweichungen

- 2.1 Die Geschwindigkeitsabweichungen in jedem beliebigen Zeitpunkt der Fahrprogramme sind nach oben und unten begrenzt. Die obere Grenze liegt um 3 km/h höher als der höchste Punkt auf der Kurve innerhalb einer Sekunde zum betreffenden Zeitpunkt. Die untere Grenze liegt um 3 km/h unter dem tiefsten Punkt auf der Kurve innerhalb einer Sekunde zum betreffenden Zeitpunkt.
- 2.2 Die folgenden Abbildungen 1 und 2 zeigen den Bereich der zulässigen Geschwindigkeitstoleranzen für charakteristische Punkte. Die Kurve in Abbildung 1 ist bezeichnend für Abschnitte der Fahrkurve, in denen die Geschwindigkeit in einem Intervall von zwei Sekunden zu- oder abnimmt. Die Kurve in Abbildung 2 ist bezeichnend für Abschnitte der Fahrkurve, in denen die Geschwindigkeit einen Maximal- oder Minimalwert erreicht. Die Abweichungen für Geschwindigkeit und Zeit können kombiniert werden.

Abbildung 1

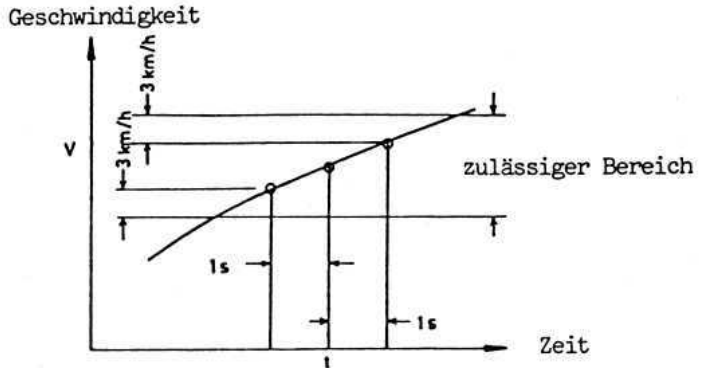
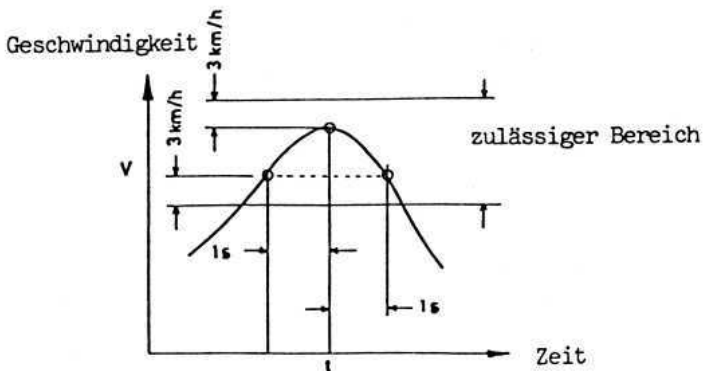


Abbildung 2



- 2.3 Geschwindigkeitsabweichungen, die diese Toleranzen übersteigen, sind nur zulässig, wenn sie jeweils weniger als zwei Sekunden dauern. Geschwindigkeiten, die niedriger sind als vorgeschrieben, sind nur zulässig, falls das Fahrzeug dabei die höchste verfügbare Leistung abgibt.
- 2.4 Die zulässigen Toleranzen dürfen nicht dazu verwendet werden, um vorgeschriebene kleine Änderungen der Geschwindigkeiten im Fahrprogramm zu übergehen.

### 3. Verwendung des Getriebes

3.1 Bei den Prüfungen sind die folgenden Schaltprogramme bzw. Wählheb-  
stellungen anzuwenden.

3.1.1 Bei Handschaltgetrieben ist bei 24 km/h vom ersten in den zweiten,  
bei 40 km/h vom zweiten in den dritten, bei 64 km/h vom dritten in den  
vierten und bei mindestens 72 km/h vom vierten in den fünften Gang -  
sofern vorhanden - zu schalten. Bei Fahrzeugen mit Overdrive ist dieser  
wie ein fünfter Gang zu benützen.

Beträgt die im ersten Gang erreichbare Höchstgeschwindigkeit weniger als  
15 km/h, so ist das Getriebe so zu benützen, als ob der erste Gang nicht  
existierte.

3.1.2 Bei automatischen Getrieben sind die ganzen Prüfungen in der Wählhe-  
belstellung "Drive" vorzunehmen, d.h. im grössten Gang. Wo der Fahr-  
zeughersteller dies vorschreibt, können nach vorhergehender Genehmi-  
gung durch die Typenprüfstelle automatische Getriebe mit Gangwähler  
wie Handschaltgetriebe benützt werden.

Können bei einem automatischen Getriebe zusätzlich mehrere Fahrpro-  
gramme gewählt werden (z.B. Normal-, Sport-, Economyprogramm usw.),  
so sind die Prüfungen in jedem Programm vorzunehmen; massgebend sind  
alle Emissionswerte. Nach vorangehender Genehmigung durch die Typen-  
prüfstelle können Fahrprogramme, die nur für einen speziellen Einsatz  
(z.B. Fahren im Gelände usw.) vorgesehen sind, von den Prüfungen ausge-  
nommen werden.

3.1.3 Nach vorangehender Genehmigung durch die Typenprüfstelle können  
in Spezialfällen andere als in den Ziff. 3.1.1 und 3.1.2 dieser Anlage vor-  
geschriebene Schaltprogramme angewendet werden. Dazu muss der Fahr-  
zeughersteller durch Untersuchungen nachweisen, dass das von ihm vor-  
geschlagene Schaltprogramm den praktischen Gegebenheiten im täglichen  
Gebrauch dieses abgastechnischen Fahrzeugtyps besser entspricht als das  
vorgeschriebene Programm. Die Typenprüfstelle kann auf Kosten des  
Fahrzeugherstellers zusätzliche Untersuchungen verlangen, bevor sie den  
Nachweis als ausreichend erachtet.

3.2 Bei Fahrzeugen mit Freilauf ist dieser - sofern nichts anderes verlangt wird  
- nach den Angaben des Fahrzeugherstellers mitzubenenützen.

3.3 Bei automatischen Getrieben sind die Leerlaufphasen mit der Wählhebel-  
stellung "Drive" und gebremsten Rädern durchzuführen und bei Hand-  
schaltgetrieben ist im Leerlauf bei eingelegtem Gang auszukuppeln; ausge-  
nommen ist die erste Leerlaufphase nach Ziff. 6.2.3.3 dieses Anhanges.

3.4 Beim Fahren sollen die Bewegungen des Gaspedals nur gerade so gross  
sein, wie dies nötig ist, um der Fahrkurve zu folgen.

- 3.5 Alle Beschleunigungsvorgänge sind sanft vorzunehmen. Bei Handschaltgetrieben muss der Fahrer beim Schalten das Gaspedal loslassen und den Schaltvorgang so schnell wie möglich durchführen. Falls das Fahrzeug nicht in der vorgeschriebenen Zeit beschleunigt werden kann, so ist es weiterhin mit Vollgas zu beschleunigen, bis es die in einem bestimmten Zeitpunkt laut Fahrprogramm vorgeschriebene Geschwindigkeit erreicht hat.
- 3.6 Verzögerungen sind mit eingelegtem Gang vorzunehmen, wobei zur Einhaltung der vorgeschriebenen Geschwindigkeit - je nach Bedarf - gebremst oder beschleunigt werden kann. Bei Handschaltgetrieben sind die Verzögerungen ohne Auskuppeln und ohne Herunterschalten vorzunehmen; wo eine Verzögerung auf Null vorgeschrieben ist, muss ausgekuppelt werden, sobald die Geschwindigkeit unter 24 km/h fällt, oder wenn der Motor zu stottern beginnt oder abzustellen droht.
- 3.7 Bei Handschaltgetrieben ist ein Herunterschalten bei Beginn oder während einer Beschleunigungsphase erlaubt, wenn der Motor offensichtlich stottert.

*Abbildung 3: Fahrkurve des Stadt-Fahrzyklus*

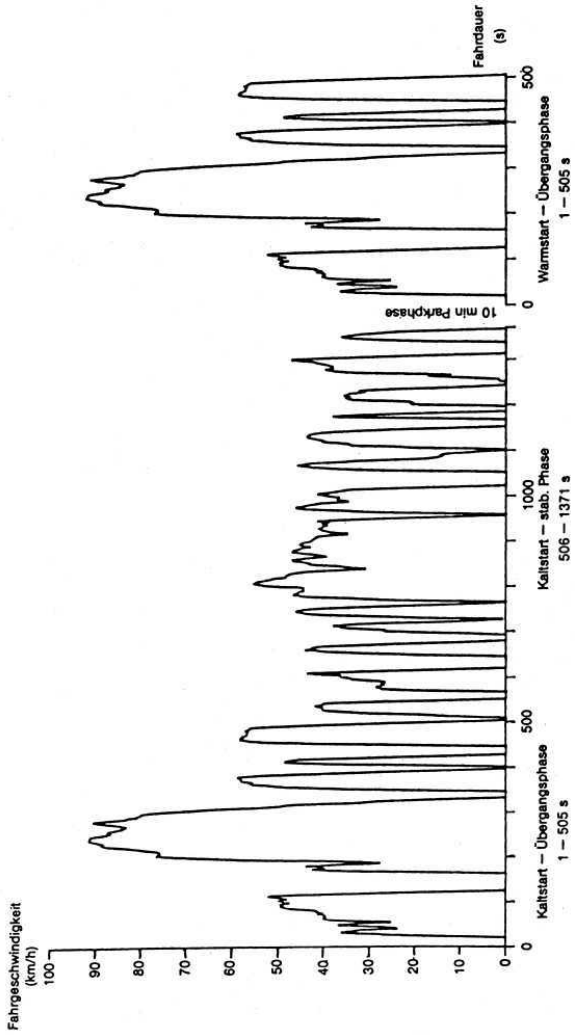
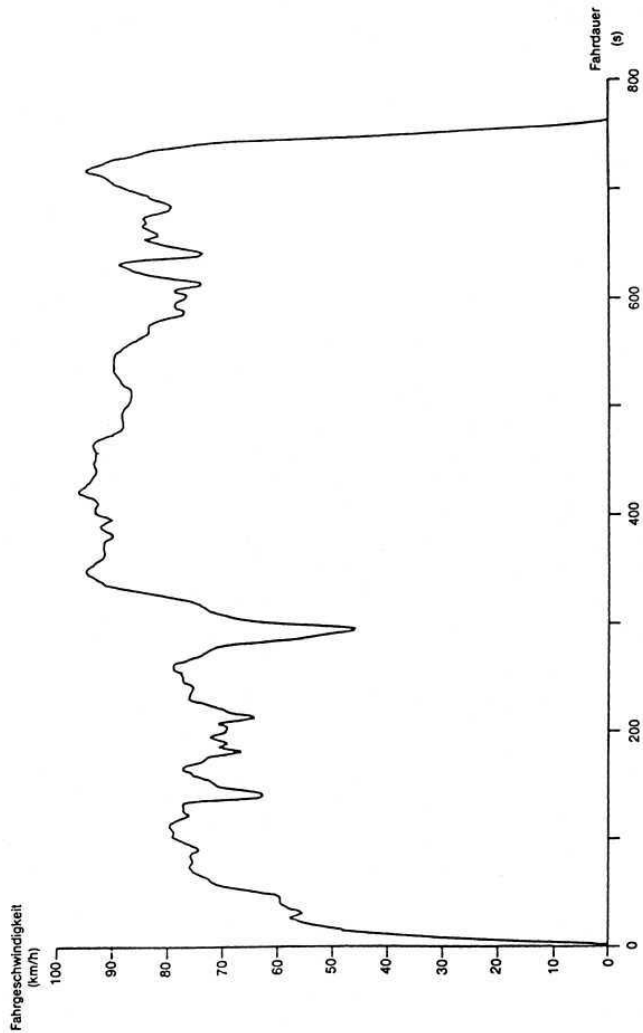


Abbildung 4: Fahrkurve des Überland-Fahrzyklus



*Tabelle 1: Fahrprogramm des Stadt-Fahrzyklus*

Fahrdauer (t) in (s) - Fahrgeschwindigkeit (v) in (km/h)

t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
0	0.0	20	0.0	40	24.0	60	38.9	80	41.4	100	48.8
1	0.0	21	4.8	41	24.5	61	39.6	81	42.0	101	49.4

2	0.0	22	9.5	42	24.9	62	40.1	82	43.0	102	49.7
3	0.0	23	13.8	43	25.7	63	40.2	83	44.3	103	49.9
4	0.0	24	18.5	44	27.5	64	39.6	84	46.0	104	49.7
5	0.0	25	23.0	45	30.7	65	39.4	85	47.2	105	46.9
6	0.0	26	27.2	46	34.0	66	39.8	86	48.0	106	48.0
7	0.0	27	27.8	47	36.5	67	39.9	87	48.4	107	48.1
8	0.0	28	29.1	48	36.9	68	39.8	88	48.9	108	48.6
9	0.0	29	33.3	49	36.5	69	39.6	89	49.4	109	49.4
10	0.0	30	34.9	50	36.4	70	39.6	90	49.4	110	50.2
11	0.0	31	36.0	51	34.3	71	40.4	91	49.1	111	51.2
12	0.0	32	36.2	52	30.6	72	41.2	92	48.9	112	51.8
13	0.0	33	35.6	53	27.5	73	41.4	93	48.8	113	52.1
14	0.0	34	34.6	54	25.4	74	40.9	94	48.9	114	51.8
15	0.0	35	33.6	55	25.4	75	40.1	95	49.6	115	51.0
16	0.0	36	32.8	56	28.5	76	40.2	96	48.9	116	46.0
17	0.0	37	31.9	57	31.9	77	40.9	97	48.1	117	40.7
18	0.0	38	27.4	58	34.8	78	41.8	98	47.5	118	35.4
19	0.0	39	24.0	59	37.3	79	41.8	99	48.0	119	30.1
t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
120	24.8	140	0.0	160	0.0	180	41.5	200	67.8	220	80.5
121	19.5	141	0.0	161	0.0	181	43.8	201	70.0	221	81.4
122	14.2	142	0.0	162	0.0	182	42.6	202	72.6	222	82.1
123	8.9	143	0.0	163	0.0	183	38.6	203	74.0	223	82.9
124	3.5	144	0.0	164	5.3	184	36.5	204	75.3	224	84.0
125	0.0	145	0.0	165	10.6	185	31.2	205	76.4	225	85.6
126	0.0	146	0.0	166	15.9	186	28.5	206	76.4	226	87.1
127	0.0	147	0.0	167	21.2	187	27.7	207	76.1	227	87.9
128	0.0	148	0.0	168	26.6	188	29.1	208	76.0	228	88.4
129	0.0	149	0.0	169	31.9	189	29.9	209	75.6	229	88.5
130	0.0	150	0.0	170	35.7	190	32.2	210	75.6	230	88.4
131	0.0	151	0.0	171	39.1	191	35.7	211	75.6	231	87.9
132	0.0	152	0.0	172	41.5	192	39.4	212	75.6	232	87.9



133	0.0	153	0.0	173	42.5	193	43.9	213	75.6	233	88.2
134	0.0	154	0.0	174	41.4	194	49.1	214	76.0	234	88.7
135	0.0	155	0.0	175	40.4	195	53.9	215	76.3	235	89.3
136	0.0	156	0.0	176	39.8	196	58.3	216	77.1	236	89.6
137	0.0	157	0.0	177	40.2	197	60.0	217	78.1	237	90.3
138	0.0	158	0.0	178	40.6	198	63.2	218	79.0	238	90.6
139	0.0	159	0.0	179	40.9	199	65.2	219	79.7	239	91.1
t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
240	91.2	260	87.1	280	89.5	300	79.0	320	44.3	340	0.0
241	91.2	261	86.6	281	90.1	301	78.2	321	39.9	341	0.0
242	90.9	262	85.9	282	90.1	302	77.4	322	34.6	342	0.0
243	90.9	263	85.3	283	89.8	303	76.0	323	32.3	343	0.0
244	90.9	264	84.7	284	88.8	304	74.2	324	30.7	344	0.0
245	90.9	265	83.8	285	87.7	305	72.4	325	29.8	345	0.0
246	90.9	266	84.3	286	86.3	306	70.5	326	27.4	346	0.0
247	90.9	267	83.7	287	84.5	307	68.6	327	24.9	347	1.6
248	90.6	268	83.5	288	82.9	308	66.8	328	20.1	348	6.9
249	90.3	269	83.2	289	82.9	309	64.9	329	17.4	349	12.2
250	89.8	270	82.9	290	82.9	310	62.0	330	12.9	350	17.5
251	88.7	271	83.0	291	82.2	311	59.5	331	7.6	351	22.9
252	87.9	272	83.4	292	80.6	312	56.6	332	2.3	352	27.8
253	87.2	273	83.8	293	80.5	313	54.4	333	0.0	353	32.2
254	86.9	274	84.5	294	80.6	314	52.3	334	0.0	354	36.2
255	86.4	275	85.3	295	80.5	315	50.7	335	0.0	355	38.1
256	86.3	276	86.1	296	79.8	316	49.2	336	0.0	356	40.6
257	86.7	277	86.9	297	79.7	317	49.1	337	0.0	357	42.8
258	86.9	278	88.4	298	79.7	318	48.3	338	0.0	358	45.2
259	87.1	279	89.2	299	79.7	319	46.7	339	0.0	359	48.3
t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
360	49.6	380	58.7	400	0.0	420	45.1	440	0.0	460	54.1
361	50.9	381	58.6	401	0.0	421	40.2	441	0.0	461	56.0
362	51.7	382	57.9	402	0.0	422	34.9	442	0.0	462	56.5

363	52.3	383	56.5	403	4.2	423	29.6	443	0.0	463	57.3
364	54.1	384	54.9	404	9.5	424	24.3	444	0.0	464	58.1
365	55.5	385	53.9	405	14.5	425	19.0	445	0.0	465	57.9
366	55.7	386	50.5	406	20.1	426	13.7	446	0.0	466	58.1
367	56.2	387	46.7	407	25.4	427	8.4	447	0.0	467	58.3
368	56.0	388	41.4	408	30.7	428	3.1	448	5.3	468	57.9
369	55.5	389	37.0	409	36.0	429	0.0	449	10.6	469	57.5
370	55.8	390	32.7	410	40.2	430	0.0	450	15.9	470	57.9
371	57.1	391	28.2	411	41.2	431	0.0	451	21.2	471	57.9
372	57.9	392	23.3	412	44.3	432	0.0	452	26.6	472	57.3
373	57.9	393	19.3	413	46.7	433	0.0	453	31.0	473	57.1
374	57.9	394	14.0	414	48.3	434	0.0	454	37.2	474	57.0
375	57.9	395	8.7	415	48.4	435	0.0	455	42.5	475	56.6
376	57.9	396	3.4	416	48.3	436	0.0	456	44.7	476	56.6
377	57.9	397	0.0	417	47.8	437	0.0	457	46.8	477	56.6
378	58.1	398	0.0	418	47.2	438	0.0	458	50.7	478	56.6
379	58.6	399	0.0	419	46.3	439	0.0	459	53.1	479	56.6
t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
480	56.6	500	21.2	520	25.7	540	40.6	560	0.0	580	28.5
481	56.3	501	16.6	521	28.5	541	40.2	561	0.0	581	28.2
482	56.5	502	11.6	522	30.6	542	40.2	562	0.0	582	27.4
483	56.6	503	6.4	523	32.3	543	40.2	563	0.0	583	27.2
484	57.1	504	1.6	524	33.8	544	39.3	564	0.0	584	26.7
485	56.6	505	0.0	525	35.4	545	37.2	565	0.0	585	27.4
486	56.3	506	0.0	526	37.0	546	31.9	566	0.0	586	27.5
487	56.3	507	0.0	527	38.3	547	26.6	567	0.0	587	27.4
488	56.3	508	0.0	528	39.4	548	21.2	568	0.0	588	26.7
489	56.0	509	0.0	529	40.1	549	15.9	569	5.3	589	26.6
490	55.7	510	0.0	530	40.2	550	10.6	570	10.6	590	26.6
491	55.8	511	1.9	531	40.2	551	5.3	571	15.9	591	26.7
492	53.9	512	5.6	532	40.2	552	0.0	572	20.9	592	27.4
493	51.5	513	8.9	533	40.2	553	0.0	573	23.5	593	28.3

494	48.4	514	10.5	534	40.2	554	0.0	574	25.7	594	29.8
495	45.1	515	13.7	535	40.2	555	0.0	575	27.4	595	30.9
496	41.0	516	15.4	536	41.2	556	0.0	576	27.4	596	32.5
497	36.2	517	16.9	537	41.5	557	0.0	577	21.4	597	33.8
498	31.9	518	19.2	538	41.8	558	0.0	578	28.2	598	34.0
499	26.6	519	22.5	539	41.2	559	0.0	579	28.5	599	34.1
t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
600	34.8	620	0.0	640	0.0	660	41.2	680	0.0	700	21.7
601	35.4	621	0.0	641	0.0	661	41.8	681	0.0	701	23.5
602	36.0	622	0.0	642	0.0	662	43.9	682	0.0	702	26.4
603	36.2	623	0.0	643	0.0	663	43.1	683	0.0	703	26.9
604	36.2	624	0.0	644	0.0	664	42.3	684	0.0	704	26.6
605	36.2	625	0.0	645	0.0	665	42.5	685	0.0	705	26.6
606	36.5	626	0.0	646	3.2	666	42.6	686	0.0	706	29.3
607	38.1	627	0.0	647	7.2	667	42.6	687	0.0	707	30.9
608	40.4	628	0.0	648	12.6	668	41.8	688	0.0	708	32.3
609	41.8	629	0.0	649	16.4	669	41.0	689	0.0	709	34.6
610	42.6	630	0.0	650	20.1	670	38.0	690	0.0	710	36.2
611	43.5	631	0.0	651	22.5	671	34.4	691	0.0	711	36.2
612	42.0	632	0.0	652	24.6	672	29.8	692	0.0	712	35.6
613	36.7	633	0.0	653	28.2	673	26.4	693	0.0	713	36.5
614	31.4	634	0.0	654	31.5	674	23.3	694	2.3	714	37.5
615	26.1	635	0.0	655	33.8	675	18.7	695	5.3	715	37.8
616	20.8	636	0.0	656	35.7	676	14.0	696	7.1	716	36.2
617	15.4	637	0.0	657	37.5	677	9.3	697	10.5	717	34.8
618	10.1	638	0.0	658	39.4	678	5.6	698	14.8	718	33.0
619	4.8	639	0.0	659	40.7	679	3.2	699	18.2	719	29.0
t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
720	24.1	740	41.0	760	15.1	780	44.3	800	45.1	820	50.9
721	19.3	741	42.6	761	10.0	781	45.1	801	45.9	821	50.7
722	14.5	742	43.6	762	4.8	782	45.5	802	48.3	822	49.2
723	10.0	743	44.4	763	2.4	783	46.5	803	49.9	823	48.3

724	7.2	744	44.9	764	2.4	784	46.5	804	51.5	824	48.1
725	4.8	745	45.5	765	0.8	785	46.5	805	53.1	825	48.1
726	3.4	746	46.0	766	0.0	786	46.3	806	53.1	826	48.1
727	0.8	747	46.0	767	4.8	787	45.9	807	54.1	827	48.1
728	0.8	748	45.5	768	10.1	788	45.5	808	54.7	828	47.6
729	5.1	749	45.4	769	15.4	789	45.5	809	55.2	829	47.5
730	10.5	750	45.1	770	20.8	790	45.5	810	55.0	830	47.5
731	15.4	751	44.3	771	25.4	791	45.4	811	54.7	831	47.2
732	20.1	752	43.1	772	28.2	792	44.4	812	54.7	832	46.5
733	22.5	753	41.0	773	29.6	793	44.3	813	54.6	833	45.4
734	25.7	754	37.8	774	31.4	794	44.3	814	54.1	834	44.6
735	29.0	755	34.6	775	33.3	795	44.3	815	53.3	835	43.5
736	31.5	756	30.6	776	35.4	796	44.3	816	53.1	836	41.0
737	34.6	757	26.6	777	37.3	797	44.3	817	52.3	837	38.1
738	37.2	758	24.0	778	40.2	798	44.3	818	51.5	838	35.4
739	39.4	759	20.1	779	42.6	799	44.4	819	51.3	839	33.0
t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
840	30.9	860	46.7	880	46.8	900	43.3	920	36.4	940	40.2
841	30.9	861	46.8	881	46.7	901	42.8	921	37.7	941	39.6
842	32.3	862	46.7	882	46.5	902	42.6	922	38.6	942	39.6
843	33.6	863	45.2	883	45.9	903	42.6	923	38.9	943	38.8
844	34.4	864	44.3	884	45.2	904	42.6	924	39.3	944	39.4
845	35.4	865	43.5	885	45.1	905	42.3	925	40.1	945	40.4
846	36.4	866	41.5	886	45.1	906	42.2	926	40.4	946	41.2
847	37.3	867	40.2	887	44.4	907	42.2	927	40.6	947	40.4
848	38.6	868	39.4	888	43.8	908	41.7	928	40.7	948	38.6
849	40.2	869	39.9	889	42.8	909	41.2	929	41.0	949	35.4
850	41.8	870	40.4	890	43.5	910	41.2	930	40.6	950	32.3
851	42.8	871	41.0	891	44.3	911	41.7	931	40.2	951	27.2
852	42.8	872	41.4	892	44.7	912	41.5	932	40.3	952	21.9
853	43.1	873	42.2	893	45.1	913	41.0	933	40.2	953	16.6
854	43.5	874	43.3	894	44.7	914	39.6	934	39.8	954	11.3

855	43.8	875	44.3	895	45.1	915	37.8	935	39.4	955	6.0
856	44.7	876	44.7	896	45.1	916	35.7	936	39.1	956	0.6
857	45.2	877	45.7	897	45.1	917	34.8	937	39.1	957	0.0
858	46.3	878	46.7	898	44.6	918	34.8	938	39.4	958	0.0
859	46.5	879	47.0	899	44.1	919	34.9	939	40.2	959	0.0
t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
960	3.2	980	44.3	1000	37.8	1020	12.2	1040	0.0	1060	32.2
961	8.5	981	43.8	1001	38.6	1021	6.9	1041	0.0	1061	35.1
962	13.8	982	43.1	1002	39.6	1022	1.6	1042	0.0	1062	37.0
963	19.2	983	42.6	1003	39.9	1023	0.0	1043	0.0	1063	38.6
964	24.5	984	41.8	1004	40.4	1024	0.0	1044	0.0	1064	39.9
965	28.2	985	41.4	1005	41.0	1025	0.0	1045	0.0	1065	41.2
966	29.9	986	40.6	1006	41.2	1026	0.0	1046	0.0	1066	42.6
967	32.2	987	38.6	1007	41.0	1027	0.0	1047	0.0	1067	43.1
968	34.0	988	35.4	1008	40.2	1028	0.0	1048	0.0	1068	44.1
969	35.4	989	34.6	1009	38.8	1029	0.0	1049	0.0	1069	44.9
970	37.0	990	34.6	1010	38.1	1030	0.0	1050	0.0	1070	45.5
971	39.4	991	35.1	1011	37.3	1031	0.0	1051	0.0	1071	45.1
972	42.3	992	36.2	1012	36.9	1032	0.0	1052	0.0	1072	44.3
973	44.3	993	37.0	1013	36.2	1033	0.0	1053	1.9	1073	43.5
974	45.2	994	36.7	1014	35.4	1034	0.0	1054	6.4	1074	43.5
975	45.7	995	36.7	1015	34.8	1035	0.0	1055	11.7	1075	42.3
976	45.9	996	37.0	1016	33.0	1036	0.0	1056	17.1	1076	39.4
977	45.9	997	36.5	1017	28.2	1037	0.0	1057	22.4	1077	36.2
978	45.9	998	36.5	1018	22.9	1038	0.0	1058	27.4	1078	34.6
979	44.6	999	36.5	1019	17.5	1039	0.0	1059	29.8	1079	33.2
t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
1080	29.0	1100	0.0	1120	38.3	1140	41.8	1160	0.0	1180	32.2
1081	24.1	1101	0.2	1121	39.4	1141	41.0	1161	0.0	1181	26.9
1082	19.8	1102	1.0	1122	40.2	1142	39.6	1162	0.0	1182	21.6
1083	17.9	1103	2.6	1123	40.1	1143	37.8	1163	0.0	1183	16.3
1084	17.1	1104	5.8	1124	39.9	1144	34.6	1164	0.0	1184	10.9

1085	16.1	1105	11.1	1125	40.2	1145	32.2	1165	0.0	1185	5.6
1086	15.3	1106	16.1	1126	40.9	1146	28.2	1166	0.0	1186	0.3
1087	14.6	1107	20.6	1127	41.5	1147	25.7	1167	0.0	1187	0.0
1088	14.0	1108	22.5	1128	41.8	1148	22.5	1168	0.0	1188	0.0
1089	13.8	1109	23.3	1129	42.5	1149	17.2	1169	3.4	1189	0.0
1090	14.2	1110	25.7	1130	42.8	1150	11.9	1170	8.7	1190	0.0
1091	14.5	1111	29.1	1131	43.3	1151	6.6	1171	14.0	1191	0.0
1092	14.0	1112	32.2	1132	43.5	1152	1.3	1172	19.3	1192	0.0
1093	13.8	1113	33.6	1133	43.5	1153	0.0	1173	24.6	1193	0.0
1094	12.9	1114	34.1	1134	43.5	1154	0.0	1174	29.9	1194	0.0
1095	11.3	1115	34.3	1135	43.3	1155	0.0	1175	34.0	1195	0.0
1096	8.0	1116	34.4	1136	43.1	1156	0.0	1176	37.0	1196	0.0
1097	6.8	1117	34.9	1137	43.1	1157	0.0	1177	37.8	1197	0.3
1098	4.2	1118	36.2	1138	42.6	1158	0.0	1178	37.0	1198	2.4
1099	1.6	1119	37.0	1139	42.5	1159	0.0	1179	36.2	1199	5.6
t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
1200	10.5	1220	34.6	1240	9.7	1260	8.0	1280	39.4	1300	45.5
1201	15.8	1221	35.1	1241	6.4	1261	10.1	1281	38.6	1301	46.7
1202	19.3	1222	35.4	1242	4.0	1262	12.9	1282	37.8	1302	46.8
1203	20.8	1223	35.2	1243	1.1	1263	16.1	1283	37.8	1303	46.7
1204	20.9	1224	34.9	1244	0.0	1264	16.9	1284	37.8	1304	45.1
1205	20.3	1225	34.6	1245	0.0	1265	15.3	1285	37.8	1305	39.8
1206	20.6	1226	34.6	1246	0.0	1266	13.7	1286	37.8	1306	34.4
1207	21.1	1227	34.4	1247	0.0	1267	12.2	1287	37.8	1307	29.1
1208	21.1	1228	32.3	1248	0.0	1268	14.2	1288	38.6	1308	23.8
1209	22.5	1229	31.4	1249	0.0	1269	17.7	1289	38.8	1309	18.5
1210	24.9	1230	30.9	1250	0.0	1270	22.5	1290	39.4	1310	13.2
1211	27.4	1231	31.5	1251	0.0	1271	27.4	1291	39.8	1311	7.9
1212	29.9	1232	31.9	1252	1.6	1272	31.4	1292	40.2	1312	2.6
1213	31.7	1233	32.2	1253	1.6	1273	33.8	1293	40.9	1313	0.0
1214	33.8	1234	31.4	1254	1.6	1274	35.1	1294	41.2	1314	0.0
1215	34.6	1235	28.2	1255	1.6	1275	35.7	1295	41.4	1315	0.0

1216	35.1	1236	24.9	1256	1.6	1276	37.0	1296	41.8	1316	0.0
1217	35.1	1237	20.9	1257	2.6	1277	38.0	1297	42.2	1317	0.0
1218	34.6	1238	16.1	1258	4.8	1278	38.8	1298	43.5	1318	0.0
1219	34.1	1239	12.9	1259	6.4	1279	39.4	1299	44.7	1319	0.0
t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
1320	0.0	1340	13.0	1360	26.6						
1321	0.0	1341	18.3	1361	24.9						
1322	0.0	1342	21.2	1362	22.5						
1323	0.0	1343	24.3	1363	17.7						
1324	0.0	1344	27.0	1364	12.9						
1325	0.0	1345	29.5	1365	8.4						
1326	0.0	1346	31.4	1366	4.0						
1327	0.0	1347	32.7	1367	0.0						
1328	0.0	1348	34.3	1368	0.0						
1329	0.0	1349	35.2	1369	0.0						
1330	0.0	1350	35.6	1370	0.0						
1331	0.0	1351	36.0	1371	0.0						
1332	0.0	1352	35.4								
1333	0.0	1353	34.8								
1334	0.0	1354	34.0								
1335	0.0	1355	33.0								
1336	0.0	1356	32.2								
1337	0.0	1357	31.5								
1338	2.4	1358	29.8								
1339	7.7	1359	28.2								

*Tabelle 2: Fahrprogramm des Überland-Fahrzyklus*

Fahrdauer (t) in (s) - Fahrgeschwindigkeit (v) in (km/h)

t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
0	0.0	20	52.9	40	59.3	60	71.6	80	75.4	100	78.0
1	0.0	21	53.9	41	59.5	61	72.0	81	75.4	101	78.5
2	0.0	22	54.8	42	59.5	62	72.2	82	75.6	102	79.0

3	3.2	23	55.6	43	59.5	63	72.4	83	75.7	103	79.1
4	7.8	24	56.1	44	59.5	64	72.5	84	75.7	104	79.0
5	13.0	25	56.4	45	59.5	65	73.0	85	75.9	105	79.0
6	18.1	26	57.4	46	59.5	66	73.5	86	75.7	106	78.8
7	23.3	27	57.7	47	59.6	67	74.0	87	75.6	107	78.8
8	27.8	28	57.6	48	60.0	68	74.4	88	75.4	108	79.0
9	31.5	29	56.7	49	60.4	69	74.8	89	74.8	109	79.1
10	35.0	30	56.1	50	62.1	70	75.3	90	74.4	110	79.3
11	38.6	31	55.5	51	63.2	71	75.4	91	74.3	111	79.4
12	41.5	32	55.6	52	64.3	72	75.6	92	74.4	112	79.6
13	43.6	33	55.9	53	65.4	73	75.7	93	74.8	113	79.6
14	46.0	34	56.4	54	66.6	74	75.9	94	75.4	114	79.6
15	48.1	35	57.4	55	67.8	75	76.1	95	75.7	115	79.4
16	48.2	36	58.0	56	69.0	76	75.9	96	76.2	116	79.0
17	49.3	37	58.2	57	69.9	77	75.7	97	76.7	117	78.6
18	50.6	38	58.7	58	70.7	78	75.6	98	77.2	118	78.1
19	51.8	39	59.0	59	71.2	79	75.4	99	77.5	119	77.8
t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
120	77.3	140	63.0	160	75.3	180	69.3	200	69.8	220	69.3
121	76.7	141	62.7	161	75.4	181	67.8	201	69.5	221	69.5
122	76.2	142	62.7	162	75.6	182	66.7	202	69.5	222	69.8
123	76.1	143	62.9	163	75.7	183	66.7	203	69.3	223	70.6
124	76.4	144	63.5	164	76.5	184	67.7	204	69.1	224	71.2
125	76.9	145	64.5	165	77.0	185	69.0	205	69.1	225	71.9
126	77.0	146	65.9	166	77.2	186	69.9	206	69.3	226	72.5
127	77.2	147	67.5	167	77.2	187	70.6	207	69.8	227	73.0
128	77.0	148	69.3	168	77.0	188	70.1	208	70.6	228	73.6
129	77.0	149	70.3	169	76.9	189	69.6	209	70.7	229	74.8
130	77.0	150	70.9	170	76.1	190	69.1	210	69.9	230	75.4
131	77.2	151	71.2	171	75.1	191	69.3	211	68.5	231	75.9
132	77.2	152	71.4	172	74.3	192	69.8	212	66.7	232	76.2
133	77.2	153	71.7	173	73.8	193	70.6	213	65.4	233	76.1



134	77.0	154	71.9	174	73.5	194	71.2	214	64.3	234	76.1
135	76.1	155	72.2	175	73.2	195	71.7	215	64.3	235	75.9
136	74.0	156	72.7	176	73.0	196	72.2	216	64.8	236	75.9
137	69.6	157	73.5	177	72.8	197	72.0	217	65.9	237	75.9
138	66.2	158	73.8	178	72.4	198	71.4	218	67.5	238	75.7
139	63.5	159	74.4	179	70.7	199	70.6	219	68.7	239	75.6
t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
240	75.6	260	79.0	280	71.1	300	53.7	320	74.8	340	92.1
241	75.4	261	79.0	281	69.9	301	57.2	321	75.3	341	92.6
242	75.3	262	79.0	282	68.8	302	60.3	322	75.7	342	93.0
243	75.4	263	79.0	283	67.5	303	62.9	323	76.7	343	93.3
244	75.6	264	78.8	284	64.5	304	64.6	324	77.7	344	93.4
245	75.9	265	78.6	285	62.1	305	66.1	325	78.8	345	93.9
246	76.4	266	77.5	286	60.3	306	67.2	326	79.9	346	94.4
247	77.0	267	76.7	287	57.6	307	68.2	327	80.9	347	94.6
248	77.2	268	76.4	288	55.8	308	68.8	328	82.0	348	94.7
249	77.2	269	75.9	289	54.7	309	69.6	329	83.1	349	94.9
250	77.2	270	75.1	290	53.5	310	70.4	330	84.3	350	94.9
251	77.2	271	74.3	291	52.2	311	71.2	331	85.4	351	94.7
252	77.2	272	74.0	292	51.0	312	71.9	332	86.5	352	94.6
253	77.3	273	73.6	293	49.2	313	72.4	333	87.6	353	94.2
254	77.5	274	73.3	294	47.6	314	72.7	334	88.8	354	93.9
255	77.5	275	73.0	295	46.3	315	73.0	335	89.7	355	93.6
256	77.3	276	72.7	296	46.1	316	73.2	336	90.7	356	93.4
257	78.1	277	72.4	297	46.0	317	73.6	337	91.5	357	93.3
258	78.6	278	71.9	298	47.4	318	74.0	338	91.7	358	93.1
259	79.0	279	71.6	299	50.5	319	74.1	339	91.8	359	92.6
t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
360	92.3	380	90.4	400	91.8	420	95.5	440	93.1	460	93.3
361	92.0	381	90.1	401	92.5	421	96.2	441	93.1	461	93.4
362	91.8	382	90.1	402	93.0	422	96.3	442	93.1	462	93.4
363	91.7	383	90.1	403	93.3	423	96.3	443	93.1	463	93.6

364	91.7	384	90.2	404	93.3	424	96.2	444	93.1	464	93.8
365	91.5	385	90.7	405	93.3	425	95.8	445	93.3	465	93.8
366	91.5	386	91.2	406	93.3	426	95.5	446	93.4	466	93.8
367	91.5	387	91.5	407	93.3	427	95.2	447	93.4	467	93.6
368	91.7	388	91.8	400	93.3	428	95.0	448	93.6	468	93.4
369	91.7	389	92.1	409	93.1	429	94.9	449	93.6	469	93.3
370	91.7	390	92.3	410	93.0	430	94.7	450	93.6	470	93.0
371	91.7	391	92.3	411	92.8	431	94.4	451	93.4	471	92.5
372	91.7	392	92.0	412	92.8	432	94.2	452	93.3	472	91.8
373	91.7	393	91.7	413	93.0	433	94.1	453	93.3	473	91.7
374	91.7	394	91.5	414	93.1	434	93.9	454	93.3	474	91.0
375	91.7	395	91.0	415	93.3	435	93.9	455	93.3	475	90.2
376	91.7	396	90.5	416	93.4	436	93.8	456	93.3	476	90.1
377	91.5	397	90.2	417	93.9	437	93.6	457	93.3	477	89.7
378	91.3	398	90.7	418	94.7	438	93.4	458	93.1	478	89.2
379	90.9	399	91.2	419	95.0	439	93.3	459	93.1	479	88.6
t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
480	88.6	500	88.0	520	88.1	540	90.1	560	87.0	580	82.2
481	88.4	501	87.8	521	88.3	541	90.1	561	86.5	581	81.5
482	88.3	502	87.5	522	88.4	542	90.1	562	85.9	582	80.9
483	88.3	503	87.3	523	88.6	543	90.1	563	85.7	583	80.2
484	88.3	504	87.3	524	88.8	544	90.1	564	85.4	584	79.3
485	88.3	505	87.2	525	88.8	545	90.1	565	85.1	585	78.3
486	88.3	506	87.0	526	88.9	546	90.1	566	84.6	586	77.5
487	88.3	507	87.0	527	89.1	547	89.9	567	84.3	587	77.3
488	88.4	508	87.0	528	89.2	548	89.9	568	83.9	588	77.2
489	88.4	509	86.8	529	89.4	549	89.9	569	83.6	589	77.2
490	88.4	510	86.8	530	89.6	550	89.7	570	83.6	590	77.3
491	88.4	511	86.8	531	89.7	551	89.4	571	83.6	591	77.8
492	88.4	512	86.8	532	89.9	552	89.1	572	83.6	592	78.6
493	88.4	513	86.8	533	90.1	553	88.8	573	83.6	593	78.8
494	88.6	514	86.8	534	90.1	554	88.6	574	83.8	594	79.0

495	88.6	515	86.8	535	90.1	555	88.4	575	83.6	595	79.0
496	88.4	516	86.8	536	90.1	556	88.3	576	83.6	596	78.8
497	88.3	517	87.0	537	90.1	557	87.8	577	83.5	597	78.8
498	88.3	518	87.2	538	90.1	558	87.5	578	83.0	598	78.6
499	88.1	519	87.6	539	90.1	559	87.2	579	82.7	599	78.1
t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
600	77.7	620	79.9	640	74.8	660	82.0	680	81.2	700	87.2
601	77.2	621	81.4	641	74.3	661	82.2	681	80.6	701	87.6
602	77.0	622	82.8	642	74.0	662	82.7	682	80.1	702	88.1
603	76.9	623	83.9	643	74.0	663	83.1	683	79.9	703	88.4
604	76.7	624	84.7	644	74.4	664	83.6	684	79.8	704	89.2
605	77.0	625	85.2	645	75.3	665	83.9	665	79.6	705	89.9
606	77.7	626	86.2	646	76.4	666	84.4	686	79.6	706	90.2
607	78.8	627	86.8	647	77.5	667	84.9	687	79.9	707	90.2
608	79.0	628	87.0	648	78.5	668	84.7	688	80.4	708	90.7
609	78.8	629	87.5	649	79.6	669	84.6	689	80.7	709	90.9
610	78.6	630	88.0	650	80.7	670	84.1	690	81.4	710	91.2
611	77.2	631	88.6	651	81.5	671	84.1	691	82.2	711	91.5
612	75.7	632	89.1	652	82.2	672	84.3	692	83.0	712	91.7
613	74.3	633	89.1	653	83.1	673	84.4	693	83.5	713	92.1
614	74.1	634	88.4	654	83.9	674	84.7	694	83.6	714	92.8
615	74.1	635	87.6	655	84.4	675	84.7	695	83.8	715	93.6
616	74.3	636	86.2	656	83.8	676	84.3	696	84.3	716	94.6
617	75.4	637	84.4	657	83.0	677	83.8	697	85.1	717	95.0
618	76.9	638	80.7	658	82.2	678	83.1	698	85.7	718	95.2
619	78.8	639	77.5	659	82.0	679	82.2	699	86.4	719	95.0
t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
720	94.6	730	87.8	740	78.0	750	43.1	760	5.3		
721	94.1	731	87.0	741	76.5	751	39.4	761	3.2		
722	93.4	732	86.4	742	75.3	752	34.5	762	1.1		
723	92.8	733	85.5	743	73.3	753	31.3	763	0.0		
724	92.1	734	85.1	744	71.1	754	27.9	764	0.0		

---

725	91.8	735	84.4	745	68.3	755	24.2	765	0.0
726	91.3	736	83.6	746	63.0	756	19.9		
727	90.9	737	82.5	747	57.7	757	15.6		
728	90.4	738	81.2	748	52.4	758	11.2		
729	89.2	739	79.6	749	47.1	759	8.0		

## Anlage 2

### Einstellung des Fahrleistungsprüfstandes

#### 1. Methode für die Kalibrierung

##### 1.1 Allgemeines

Dieses Kapitel beschreibt eine Methode zur Bestimmung der Gesamtbremskraft  $F_a$  (aufgenommene Leistung) eines Fahrleistungsprüfstandes. Diese umfasst die Reibungsverluste des Prüfstandes und die durch die Bremsvorrichtung aufgenommene Leistung.

Dazu wird der Prüfstand mit einer über der höchsten Prüfgeschwindigkeit liegenden Geschwindigkeit betrieben. Danach ist die für den Antrieb des Prüfstandes verwendete Vorrichtung vom Prüfstand zu trennen; die Umlaufgeschwindigkeit der angetriebenen Rollen nimmt ab. Dabei bleiben die unterschiedlichen Reibungsverluste bei beladenen und unbeladenen Rollen sowie der Reibungsverlust der hinteren freien Rolle - wenn vorhanden - unberücksichtigt.

##### 1.2 Kalibrierung des Bremskraftanzeigers (angegeben als $F_i$ ) in Abhängigkeit der Gesamtbremskraft ( $F_a$ )

Der Bremskraftanzeiger ist wenn möglich bei 100, 80, 60, 40 und 20 km/h zu kalibrieren. Vorhergehend ist der Geschwindigkeitsanzeiger zu kalibrieren (Toleranz vgl. Ziff. 4.1.5 dieses Anhangs).

Das Vorgehen für die Kalibrierung bei 80 km/h ist nachfolgend beschrieben. Dieses Vorgehen ist für die anderen Geschwindigkeiten zu wiederholen, wobei die Ausgangs- und Endgeschwindigkeiten entsprechend anzupassen sind.

Die Umlaufgeschwindigkeit der Rolle ist zu messen, sofern dies noch nicht erfolgt ist. Dazu kann ein fünftes Rad, ein Drehzahlmesser oder eine andere Vorrichtung verwendet werden.

Ein Fahrzeug ist auf den Prüfstand zu stellen oder dieser ist mit einer anderen Methode anzutreiben.

Es ist ein Schwungrad oder eine andere Vorrichtung zur Simulation der Schwungmasse für die entsprechende Bezugsmassenklasse zu verwenden.

Der Prüfstand ist auf eine Geschwindigkeit von 80 km/h zu bringen.

Die angezeigte Bremskraft ist festzuhalten ( $F_i$ ).

Die Geschwindigkeit ist auf mindestens 97 km/h zu erhöhen.

Die für den Antrieb des Prüfstandes verwendete Einrichtung ist zu lösen.

Die Zeit, in welcher der Prüfstand von 88 km/h auf 72 km/h verzögert wird, ist festzuhalten.

Die BremsEinstellung ist auf einen anderen Wert einzustellen.

Die obgenannten Vorgänge sind genügend oft zu wiederholen, bis der Leistungsbereich unter Strassenbedingungen abgedeckt ist.

Die Gesamtbremskraft ( $F_a$ ) ist mit folgender Formel zu berechnen:

$$F_a = \frac{m \cdot \Delta v}{t}$$

dabei bedeuten:

$F_a$ : Gesamtbremskraft in N

$m$  : äquivalente Schwungmasse in kg (bei nicht verbundenen Rollen bleibt die Schwungmasse der freien Rolle unberücksichtigt)

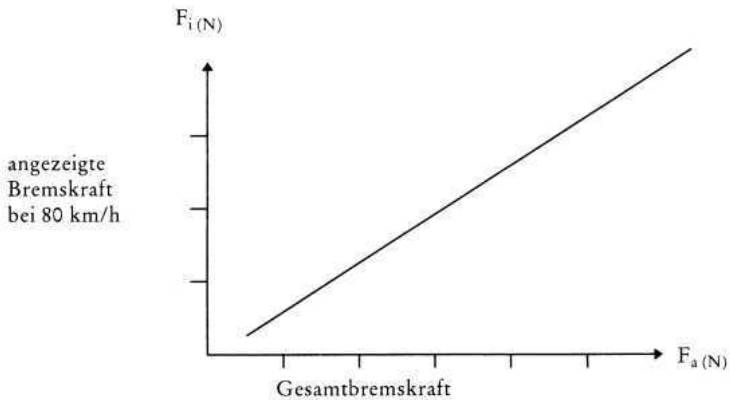
$v_1$ : Ausgangsgeschwindigkeit in m/s (88 km/h = 24.44 m/s)

$v_2$ : Endgeschwindigkeit in m/s (72 km/h = 20.00 m/s)

$\Delta v$  :  $v_1 - v_2$  in m/s

$t$  : von der Rolle benötigte Zeit in Sekunden, um von 88 km/h auf 72 km/h zu gelangen.

Beispiel eines Diagramms mit Angabe der angezeigten Bremskraft ( $F_i$ ) bei 80 km/h in bezug auf die Gesamtbremskraft ( $F_a$ ) bei 80 km/h:



## 2. Methoden für die Bestimmung des Strassen-Fahrwiderstandes und für die Einstellung des Fahrleistungsprüfstandes

### 2.1 Zweck der Methoden

Der Zweck der nachfolgend beschriebenen Methoden besteht darin, den Strassen-Fahrwiderstand eines Fahrzeugs bei gleichförmigen Geschwindigkeiten auf der Strasse zu messen oder als Alternative zu berechnen und diesen Fahrwiderstand auf einem Fahrleistungsprüfstand gemäss den Bestimmungen von Ziff. 4.1.6 dieses Anhangs zu simulieren.

Die Prüfstelle kann andere Methoden zur Bestimmung des Strassen-Fahrwiderstandes anerkennen.

### 2.2 Beschreibung der Strasse

Die Strasse muss eben und lang genug sein, um die nachfolgenden Messungen vornehmen zu können. Die Neigung muss auf  $\pm 0.1 \%$  konstant sein und darf  $1.5 \%$  nicht überschreiten.

### 2.3 Meteorologische Bedingungen

Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit darf  $3 \text{ m/s}$  nicht überschreiten; Windböen müssen unter  $5 \text{ m/s}$ , Querwinde zur Strasse unter  $2 \text{ m/s}$  liegen. Die Windgeschwindigkeit ist  $0.7 \text{ m}$  über Boden zu messen.

Die Strasse muss trocken sein.

Die Luftdichte soll während der Messung um nicht mehr als  $\pm 7.5 \%$  von den Referenzbedingungen  $p = 100 \text{ kPa}$  und  $T = 293 \text{ K}$  abweichen. Die Umgebungstemperatur soll zwischen  $5$  und  $35^\circ\text{C}$  ( $278 - 308 \text{ K}$ ) liegen.

### 2.4 Vorbereitung des Fahrzeugs

### 2.4.1 Einfahren

Das Fahrzeug muss nach den Bestimmungen von Ziff. 6 dieser Verordnung eingefahren sein; die Einstellung hat Ziff. 5.4.1 dieser Verordnung zu entsprechen. Die Reifen müssen zusammen mit dem Fahrzeug eingefahren sein, müssen jedoch noch über eine Profiltiefe von mindestens 50 % der ursprünglichen Profiltiefe verfügen.

### 2.4.2 Überprüfungen

Die folgenden Teile und Einstellungen sollen nach den Herstellerangaben überprüft werden:

- Räder, Höhen- und Seitenschlag der Felgen, Reifen (Marke, Typ, Reifendruck), Vorderachsgeometrie;
- Einstellung der Bremsen (Freigängigkeit), Schmierung der Vorder- und Hinterachse;
- Aufhängung, Federung, Horizontallage des Fahrzeugs usw.

### 2.4.3 Vorbereitung für die Messung

Das Fahrzeug ist auf die Bezugsmasse zu beladen. Die Horizontallage des Fahrzeugs ist dann erreicht, wenn der Schwerpunkt der Ladung in der Mitte einer durch die beiden Punkte "R" der äusseren Vordersitze gebildeten Geraden liegt.

Im Falle von Strassenversuchen sind die Seitenfenster zu schliessen. Allfällige Lüftungs- und Scheinwerferklappen usw. müssen in Ruhestellung sein, ausgenommen die Prüfstelle verlangt etwas anderes.

Das Fahrzeug muss sauber sein.

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

## 2.5 Methoden

### 2.5.1 Methode der Änderung des Fahrwiderstandes bei Verzögerung im Freilauf

#### 2.5.1.1 Auf der Strasse

##### 2.5.1.1.1 Messgeräte und Genauigkeit

Die Zeit ist auf 0.1 Sekunden genau zu messen. Die Geschwindigkeit ist auf 2 % genau zu messen.

##### 2.5.1.1.2 Prüfverfahren

###### 2.5.1.1.2.1 Die Messgeschwindigkeiten zur Bestimmung des Strassen-Fahrwiderstandes sind 100, 80, 60, 40 und 20 km/h.

###### 2.5.1.1.2.2 Das Fahrzeug ist auf eine Geschwindigkeit zu beschleunigen, die 10 km/h höher liegt als die gewählte Messgeschwindigkeit v.



- 2.5.1.1.2.3 Der Getriebewählhebel ist in die Stellung "Neutral" zu bringen.
- 2.5.1.1.2.4 Zu messen ist die Verzögerungszeit  $t_1$  des Fahrzeugs von der Geschwindigkeit  $v_1$  zur Geschwindigkeit  $v_2$  mit  $\Delta v$  ( 10 km/h (2.778 m/s).
- 2.5.1.1.2.5 Die gleiche Prüfung ist in entgegengesetzter Richtung durchzuführen; dies ergibt  $t_2$ .
- 2.5.1.1.2.6 Der Durchschnitt  $\bar{t}$  ist aus  $t_1$  und  $t_2$  zu berechnen.
- 2.5.1.1.2.7 Diese Verzögerungsmessung ist mindestens fünfmal in jede Richtung zu wiederholen und daraus die Durchschnittszeit  $\tau_m$  für jede Geschwindigkeitsspanne zu berechnen.  
 $\tau_m$  mit der Standardabweichung (s) ist zu notieren.
- 2.5.1.1.2.8 Der Fahrwiderstand ( $F_r$ ) bei der Messgeschwindigkeit  $v$  ist mit folgender Formel zu berechnen:

$$F_r = \frac{m \cdot \Delta v}{\tau_m}$$

dabei bedeuten:

$F_r$  : Fahrwiderstand in N

$m$  : Bezugsmasse in kg

$\Delta v$  : Geschwindigkeitsunterschied in m/s

$\tau_m$  : Durchschnittszeit in s.

und/oder

die entsprechenden Werte für den Fahrwiderstand  $F_r$  und die Geschwindigkeit ( $v$ ) sind mit der Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate mit einer parabolischen Kurve zu verbinden:

$$F_r = f_0 + f_1 v^2$$

dabei bedeuten:

$F_r$ : Fahrwiderstand in N

$v$  : Geschwindigkeit in km/h

$f_0, f_1$ : Koeffizienten

Diese Kurve ist die Fahrwiderstandskurve, die auf dem Fahrleistungsprüfstand simuliert werden muss.

- 2.5.1.1.9 Im Prüfbericht sind der errechnete Strassen-Fahrwiderstand ( $F_r$  in N) und/oder die Faktoren  $f_0$  und  $f_1$  aufzuführen.

### 2.5.1.2 Auf dem Prüfstand

### 2.5.1.2.1 Messgeräte und Genauigkeit

Die Geräte haben die Genauigkeit gemäss Ziff. 2.5.1.1.1 dieser Anlage zu erfüllen.

### 2.5.1.2.2 Prüfverfahren

#### 2.5.1.2.2.1 Das Fahrzeug ist auf den Prüfstand zu stellen.

#### 2.5.1.2.2.2 Der Reifendruck (kalt) der Antriebsräder ist so anzupassen, wie dies der Betrieb auf dem Prüfstand verlangt.

#### 2.5.1.2.2.3 Die äquivalente Schwungmasse des Prüfstandes ist gemäss Ziff. 5.1.1 dieses Anhangs einzustellen.

#### 2.5.1.2.2.4 Fahrzeug und Prüfstand sind in geeigneter Weise auf Betriebstemperatur zu bringen.

#### 2.5.1.2.2.5 Es ist gleich vorzugehen wie in den Ziff. 2.5.1.1.2.1 bis 2.5.1.1.2.4 dieser Anlage; in der Formel unter Ziff. 2.5.1.1.2.8 dieser Anlage wird $m$ durch $I$ ersetzt, wobei $I$ die äquivalente Schwungmasse des Prüfstandes in kg ist.

#### 2.5.1.2.2.6 Zur Simulation des Fahrwiderstandes ist der Prüfstand anhand der Auslaufzeiten bei 100, 80, 60, 40 und 20 km/h mit einer Genauigkeit gemäss Ziff. 4.1.6 dieses Anhangs einzustellen.

Im Falle eines Prüfstandes, der aufgrund der mechanischen Schwungmassen nur bis 100 km/h betrieben werden darf, kann auf die Einstellung bei 100 km/h verzichtet werden.

#### 2.5.1.2.2.7 Bei einem Prüfstand mit festgelegter Leistungsaufnahme-Kennlinie ist die Einstellung bei 80 km/h vorzunehmen.

#### 2.5.1.2.2.8 Im Prüfbericht ist als Referenzwert die BremsEinstellung bei 80 km/h als Gesamtbremskraft ( $F_a$ ) aufzuführen.

### 2.5.2 *Methode der Drehmomentmessung bei konstanter Geschwindigkeit*

#### 2.5.2.1 *Auf der Strasse*

##### 2.5.2.1.1 Messgeräte und Genauigkeit

Das Drehmoment ist mit einem entsprechenden Messgerät auf 2 % genau zu messen. Die Geschwindigkeit ist auf 2 % genau zu messen.

##### 2.5.2.1.2 Prüfverfahren

##### 2.5.2.1.2.1 Das Fahrzeug ist auf die gewählte konstante Geschwindigkeit $v$ zu beschleunigen.

##### 2.5.2.1.2.2 Das Drehmoment $M_t$ und die Geschwindigkeit sind während mindestens 10 Sekunden aufzuzeichnen.

2.5.2.1.2.3 Die Veränderungen des Drehmoments  $M_t$  und der Geschwindigkeit in Abhängigkeit der Zeit dürfen in jeder Sekunde der Aufzeichnungszeit 5 % nicht überschreiten.

2.5.2.1.2.4 Das Drehmoment  $M_{t1}$  ist das durchschnittliche Drehmoment, ermittelt nach folgender Formel:

$$M_{t_1} = \frac{1}{\Delta t} \int_t^{t+\Delta t} M(t) \cdot dt$$

2.5.2.1.2.5 Die gleiche Messung ist in entgegengesetzter Richtung durchzuführen; dies ergibt  $M_{t2}$

2.5.2.1.2.6 Der Durchschnitt  $M_{tr}$  ist aus  $M_{t1}$  und  $M_{t2}$  zu berechnen.

2.5.2.1.2.7 Die für jede Geschwindigkeit ( $v$ ) erhaltenen Werte für das Drehmoment auf der Strasse (in Nm) ist zu notieren und/oder

die entsprechenden Werte für das Drehmoment ( $M_t$ ) und die Geschwindigkeit ( $v$ ) sind mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate mit einer parabolischen Kurve zu verbinden:

$$M_{tr} = k_0 + k_1 v^2$$

dabei bedeuten:

$M_{tr}$  : Drehmoment auf der Strasse in Nm

$v$  : Geschwindigkeit in km/h

$k_0, k_1$  : Koeffizienten

Diese Kurve ergibt die entsprechenden Werte für das Drehmoment und die Geschwindigkeit, die auf dem Fahrleistungsprüfstand simuliert werden muss.

2.5.2.1.2.8 Im Prüfbericht sind die errechneten Drehmomente auf der Strasse (in Nm) und/oder die Faktoren  $k_0$  und  $k_1$  aufzuführen.

## 2.5.2.2 Auf dem Prüfstand

### 2.5.2.2.1 Messgeräte und Genauigkeit

Es sind die gleichen Geräte zu verwenden wie bei der Messung auf der Strasse.

### 2.5.2.2.2 Prüfverfahren

2.5.2.2.2.1 Es ist gleich vorzugehen wie in den Ziff. 2.5.1.2.2.1 bis 2.5.1.2.2.4 dieser Anlage.

2.5.2.2.2.2 Es ist gleich vorzugehen wie in Ziff. 2.5.2.1.2.1 dieser Anlage.

2.5.2.2.2.3 Zur Simulation der von der Drehmoment-Geschwindigkeits-Kurve abgelesenen Drehmomentwerte nach Ziff. 2.5.2.1.2.7 dieser Anlage ist der Prüfstand bei 100, 80, 60, 40 und 20 km/h mit einer Genauigkeit gemäss Ziff. 4.1.6 dieses Anhangs einzustellen.

Im Falle eines Prüfstandes, der aufgrund der mechanischen Schwungmassen nur bis 100 km/h betrieben werden darf, kann auf die Einstellung bei 100 km/h verzichtet werden.

2.5.2.2.2.3 Bei einem Prüfstand mit festgelegter Leistungsaufnahme-Kennlinie ist die Einstellung bei 80 km/h vorzunehmen.

2.5.2.2.2.4 Im Prüfbericht ist als Referenzwert die BremsEinstellung bei 80 km/h als Gesamtbremskraft ( $F_a$ ) aufzuführen.

### 2.5.3 *Alternativmethode*

#### 2.5.3.1 *Anwendung*

Mit Einwilligung der Prüfstelle kann für den Fahrwiderstand ( $F_r$ ) des Fahrzeugs ein gleichwertiger Einheitswert, berechnet nach folgender Formel, angenommen werden:

$$F_r = f (am + b)$$

dabei bedeuten:

$F_r$  : zu simulierender Fahrwiderstand in N

m : äquivalente Schwungmasse des Prüfstandes in kg

a, b : von der Geschwindigkeit abhängige Koeffizienten gemäss der folgenden Tabelle

f : von der Fahrzeuggruppe abhängiger Koeffizient (1.1 für Gruppe I; 1.3 für Gruppe II)

v (km/h)	a	b
100	0.231	181
80	0.194	116
60	0.165	65
40	0.144	28
20	0.131	7

#### 2.5.3.2 *Auf dem Prüfstand*

##### 2.5.3.2.1 *Auslaufzeiten*

Die folgenden Tabellen 1 und 2 enthalten die Auslaufzeiten, die mit Hilfe obgenannter Formel und Koeffizienten berechnet wurden.

Beide Tabellen enthalten auch die Koeffizienten  $f_0$  und  $f_1$  zur Formel  $F_R = f_0 + f_1 v^2$ , wo der Fahrwiderstand als Funktion zur Geschwindigkeit dargestellt wird.

Diese Koeffizienten sind mit Hilfe der Tabellenwerte in Ziff. 2.5.3.1 dieser Anlage errechnet worden.

*Tabelle 1: Auslaufzeiten und Koeffizienten für Fahrzeuge der Gruppe I (Koeffizient  $f = 1.1$ )*

Äquivalente Schwung- masse  in kg	Auslaufzeit in s					Koeffizienten <sup>8</sup>	
	105 95	85 75	65 55	45 35	25 15	$f_0$	$f_1$
450	4.0	5.6	8.1	12.1	17.1	63.0	0.0250
510	4.3	6.0	8.6	12.5	17.5	71.4	0.0257
570	4.6	6.4	9.0	13.0	17.6	79.8	0.0264
620	4.8	6.7	9.3	13.3	17.7	86.8	0.0271
680	5.1	6.9	9.7	13.5	17.8	95.2	0.0277
740	5.3	7.2	9.9	13.8	17.9	104	0.0283
800	5.5	7.5	10.2	14.1	18.1	112	0.0291
850	5.7	7.6	10.4	14.2	18.2	119	0.0296
910	5.9	7.9	10.6	14.4	18.2	127	0.0303
960	6.0	8.0	10.8	14.5	18.3	134	0.0309
1020	6.2	8.2	11.0	14.7	18.3	143	0.0315
1080	6.3	8.4	11.2	14.8	18.3	151	0.0322
1130	6.5	8.5	11.3	14.9	18.4	158	0.0328
1190	6.6	8.7	11.4	15.0	18.5	167	0.0335
1250	6.7	8.8	11.6	15.1	18.5	175	0.0342
1300	6.8	8.9	11.7	15.2	18.5	182	0.0347
1360	6.9	9.0	11.8	15.3	18.5	190	0.0354
1420	7.0	9.2	11.9	15.4	18.6	199	0.0361
1470	7.1	9,3	12.0	15.5	18.6	206	0.0367

1530	7.2	9.4	12.1	15.5	18.6	214	0.0373
1590	7.3	9.5	12.3	15.6	18.6	223	0.0380
1640	7.4	9.6	12.3	15.7	18.7	230	0.0386
1700	7.5	9.6	12.4	15.7	18.7	238	0.0392
1760	7.6	9.7	12.5	15.8	18.7	246	0.0400
1810	7.6	9.8	12.5	15.8	18.7	253	0.0405
1930	7.8	9.9	12.7	15.9	18.7	270	0.0419
2040	7.9	10.1	12.8	16.0	18.8	286	0,0432
2150	8.0	10.2	12.9	16.0	18.8	301	0.0444
2270	8.1	10.3	13.0	16.1	18.8	318	0.0458
2380	8.2	10.4	13.1	16.2	18.8	323	0.0470
2490	8.3	10.5	13.2	16.2	18.8	349	0.0483

Tabelle 2: Auslaufzeiten und Koeffizienten für Fahrzeuge der Gruppe II  
(Koeffizient  $f = 1.3$ )

Äquiva- lente Schwung- masse in kg	Auslaufzeit in s					Koeffizienten <sup>9</sup>	
	105 95	85 75	65 55	45 35	25 15	f <sub>0</sub>	f <sub>1</sub>
450	3.4	4.7	6.9	10.2	14.5	74.5	0.0295
510	3.6	5.1	7.3	10.6	14.8	84.4	0.0304
570	3.9	5.4	7.6	11.0	14,9	94.3	0.0312
620	4.1	5.7	7.9	11.3	15.0	103	0.0320
680	4.3	5.8	8.2	11.4	15.1	113	0.0327
740	4.5	6.1	8.4	11.7	15.2	123	0.0334
800	4.7	6.3	8.6	11.9	15.3	132	0.0343
850	4.8	6.4	8.8	12.0	15.4	141	0.0350
910	5.0	6.7	9.0	12.2	15.4	150	0.0358
960	5.1	6.8	9.1	12.3	15.5	158	0.0365
1020	5.2	6.9	9.3	12.4	15.5	169	0.0372
1080	5.3	7.1	9.5	12.5	15.5	179	0.0381
1130	5.5	7.2	9.6	12.6	15.6	187	0.0388

1190	5.6	7.3	9.6	12.7	15.6	197	0.0396
1250	5.7	7.4	9.8	12.8	15.7	207	0.0404
1300	5.8	7.5	9.9	12.9	15.7	215	0.0410
1360	5.8	7.6	10.0	12.9	15.7	225	0.0418
1420	5.9	7.8	10.1	13.0	15.7	235	0.0427
1470	6.0	7.9	10.2	13.1	15.7	243	0.0434
1530	6.1	8.0	10.2	13.1	15.7	253	0.0441
1590	6.2	8.0	10.4	13.2	15.7	263	0.0449
1640	6.3	8.1	10.4	13.3	15.8	271	0.0456
1700	6.3	8.1	10.5	13.3	15.8	281	0.0463
1760	6.4	8.2	10.6	13.4	15.8	291	0.0473
1810	6.4	8.3	10.6	13.4	15.8	299	0.0479
1930	6.5	8.4	10.7	13.5	15.8	319	0.0495
2040	6.7	8.5	10.8	13.5	15.9	338	0.0511
2150	6.8	8.6	10.9	13.5	15.9	356	0.0525
2270	6.9	8.7	11.0	13.6	15.9	376	0.0541
2380	6.9	8.8	11.1	13.7	15.9	394	0.0555
2490	7.0	8.9	11.2	13.7	15.9	412	0.0571

### 2.5.3.2.2 Messgeräte und Genauigkeit

Die Geräte haben die Genauigkeit gemäss Ziff. 2.5.1.1.1 dieser Anlage zu erfüllen.

### 2.5.3.2.3. Prüfverfahren

#### 2.5.3.2.3.1 Das Fahrzeug ist auf den Prüfstand zu stellen.

#### 2.5.3.2.3.2 Der Reifendruck (kalt) der Antriebsräder ist so anzupassen, wie dies der Betrieb auf dem Prüfstand verlangt.

#### 2.5.3.2.3.3 Die äquivalente Schwungmasse des Prüfstandes ist gemäss Ziff. 5.1.1 dieses Anhangs einzustellen.

#### 2.5.3.2.3.4 Fahrzeug und Prüfstand sind in geeigneter Weise auf Betriebstemperatur zu bringen.

#### 2.5.3.2.3.5 Die Messgeschwindigkeiten, bei denen der Prüfstand zur Simulation des Fahrwiderstandes eingestellt werden muss, sind 100, 80, 60, 40 und 20 km/h.

Bei einem Prüfstand mit festgelegter Leistungsaufnahme-Kennlinie ist die Einstellung bei 80 km/h vorzunehmen.

- 2.5.3.2.3.6 Der Prüfstand ist auf einen angenäherten Wert oder auf einen Erfahrungswert einzustellen.
- 2.5.3.2.3.7 Das Fahrzeug ist auf eine Geschwindigkeit zu beschleunigen, die 10 km/h höher liegt, als die gewählte Messgeschwindigkeit  $v$ .
- 2.5.3.2.3.8 Der Getriebewahlhebel ist in die Stellung "Neutral" zu bringen. Der Motor darf nicht abgestellt werden.
- 2.5.3.2.3.9 Zu messen ist die Verzögerungszeit des Fahrzeugs von der Geschwindigkeit  $v + 5.0$  km/h bis  $v - 5.0$  km/h.
- 2.5.3.2.3.10 Der Prüfstand ist so einzustellen, dass die Verzögerungszeit bei der gewählten Geschwindigkeit innerhalb der folgenden Toleranzbreite liegt:  
Toleranzbreite für die Verzögerungszeit bei
- 100 und 80 km/h :  $\pm 5$  %
  - 60 und 40 km/h :  $\pm 10$  %
  - 20 km/h :  $\pm 15$  %
- Die Toleranzbreite ist proportional zur verlangten Genauigkeit nach Ziff. 4.1.6 dieses Anhangs, mit welcher der Strassen-Fahrwiderstand auf dem Prüfstand zu simulieren ist.
- Im Falle eines Prüfstandes, der aufgrund der mechanischen Schwungmassen nur bis 100 km/h betrieben werden darf, kann auf die Einstellung bei 100 km/h verzichtet werden.
- 2.5.3.2.3.11 Das Verfahren nach den Ziff. 2.5.3.2.3.6 bis 2.5.3.2.3.10 dieser Anlage ist für die Geschwindigkeiten 100, 80, 60, 40 und 20 km/h durchzuführen.



## Anlage 3

### Beschreibung der Gas- und Partikelentnahmesysteme

#### 1. Einleitung

Es gibt mehrere Typen von Entnahmesystemen, welche die Vorschriften nach Ziff. 4.2 dieses Anhangs erfüllen können. Andere Entnahmesysteme können verwendet werden, wenn sie den wesentlichen Kriterien für Entnahmesysteme mit variabler Verdünnung genügen. Der Fahrzeughersteller muss im Antrag für eine Abgas-Typengenehmigung das Entnahmesystem angeben, das für die Prüfung verwendet wurde.

#### 2. Kriterien für das System mit variabler Verdünnung beim Messen gas- und partikelförmiger Luftverunreinigungen im Abgas

##### 2.1 Anwendungsbereich

Angabe der Funktionsmerkmale eines Abgasentnahmesystems, das zur Messung der tatsächlichen Mengen emittierter gas- und partikelförmiger Luftverunreinigungen aus Fahrzeugabgasen nach den Bestimmungen dieser Verordnung verwendet wird.

Das Entnahmesystem mit variabler Verdünnung zur Bestimmung der Massenemissionen muss drei Bedingungen erfüllen:

- Die Abgase des Fahrzeugs müssen fortlaufend unter festgelegten Bedingungen mit Umgebungsluft verdünnt werden.
- Das Gesamtvolumen des Gemisches aus Abgasen und Verdünnungsluft muss genau gemessen werden.
- Es ist fortlaufend ein Teilstrom aus verdünntem Abgas und Verdünnungsluft für Analysenzwecke zu entnehmen.

Die Menge der gasförmigen Luftverunreinigungen wird nach den anteilmässigen Probenkonzentrationen und den während der Prüfdauer gemessenen Gesamtvolumen bestimmt. Die Probenkonzentrationen werden entsprechend dem Gehalt gasförmiger Luftverunreinigungen der Umgebungsluft korrigiert.

##### 2.2 Erläuterungen des Verfahrens

Die Abbildung 4 im Anhang 1 zeigt eine schematische Darstellung des Entnahmesystems.

- 2.2.1 Die Abgase des Fahrzeugs sind mit genügend Umgebungsluft so zu verdünnen, dass im Entnahme- und Messsystem kein Kondenswasser auftritt.
- 2.2.2 Das Abgasentnahmesystem muss so konzipiert sein, dass die mittleren volumetrischen CO<sub>2</sub>-, CO-, HC- und NO<sub>x</sub>-Konzentrationen, die in den während der Prüfung emittierten Abgasen enthalten sind, gemessen werden können.
- 2.2.3 Das Abgas-Luft-Gemisch muss an den Entnahmesonden homogen sein.
- 2.2.4 An den Sonden muss eine repräsentative Probe der verdünnten Abgase entnommen werden können.
- 2.2.5 Das Gerät muss die Messung des Gesamtvolumens der verdünnten Abgase des zu prüfenden Fahrzeugs ermöglichen.
- 2.2.6 Das Entnahmesystem muss gasdicht sein. Bauart und Werkstoff des Entnahmesystems müssen eine Beeinflussung der Konzentration der Luftverunreinigungen im verdünnten Abgas verhindern. Falls die Konzentration einer gasförmigen Luftverunreinigung oder der Partikel in dem verdünnten Gas durch ein Teil des Entnahmesystems (Wärmetauscher, Zyklon-Abscheider, Gebläse usw.) verändert wird, so muss diese Luftverunreinigung vor diesem Teil entnommen werden, falls dieser Fehler nicht anders behoben werden kann.
- 2.2.7 Hat das zu prüfende Fahrzeug mehrere Auspuffrohre, so sind diese durch ein Sammelrohr so nahe wie möglich am Fahrzeug zu verbinden.
- 2.2.8 Die Gasproben sind in ausreichend grossen Entnahmebeuteln aufzufangen, damit die Gasentnahme während der Entnahmezeit nicht beeinträchtigt wird. Die Beutel müssen aus einem Material bestehen, das die Konzentrationen der gasförmigen Luftverunreinigungen in den Abgasen nicht beeinflusst (vgl. Ziff. 2.3.4.4 dieser Anlage).
- 2.2.9 Das Entnahmesystem mit variabler Verdünnung muss so beschaffen sein, dass das Abgas ohne wesentliche Auswirkungen auf den Gegendruck im Auspuffendrohr entnommen werden kann (vgl. Ziff. 2.3.1 dieser Anlage).

### 2.3 *Besondere Vorschriften*

#### 2.3.1 Einrichtungen zur Abgasentnahme und -verdünnung

Das Verbindungsrohr zwischen dem (den) Auspuffrohr(en) und der Mischkammer muss möglichst kurz sein; es darf in keinem Fall

- den statischen Druck an den Endrohren des Prüffahrzeugs um mehr als  $\pm 0.75$  kPa bei 50 km/h oder  $\pm 1.25$  kPa während der gesamten Prüfdauer gegenüber dem statischen Druck, der ohne Verbindungsrohr am Auspuffendrohr gemessen wurde, verändern. Der Druck muss im Endrohr oder in einem Verlängerungsrohr mit gleichem Durchmesser gemessen werden, und zwar möglichst am äussersten Ende;

- die Art der Abgase verändern oder beeinflussen.

Es ist eine Mischkammer vorzusehen, in der die Abgase des Fahrzeugs und die Verdünnungsluft so zusammengeführt werden, dass an der Probenentnahmestelle ein homogenes Gemisch vorliegt.

In diesem Bereich darf die Homogenität des Gemisches um höchstens  $\pm 2\%$  vom Mittelwert aus mindestens fünf gleichmässig über den Durchmesser des Gasstromes verteilten Punkten abweichen. Der Druck in der Mischkammer darf vom Luftdruck um höchstens  $\pm 0.25$  kPa abweichen, um die Auswirkung auf die Bedingungen an den Endrohren möglichst gering zu halten und den Druckabfall in einer Konditionierungseinrichtung für die Verdünnungsluft zu begrenzen.

### 2.3.2 Hauptdurchsatzpumpe

Die Förderkapazität der Pumpe muss ausreichend sein, um eine Wasserkondensation zu verhindern. Dies kann im allgemeinen dadurch sichergestellt werden, dass die mittlere CO<sub>2</sub>-Konzentration der verdünnten Abgase im Probebeutel auf einem Wert von weniger als 3.0 vol-% gehalten wird.

### 2.3.3 Volumenmessung

Das Volumenmessgerät muss eine Kalibrierengenauigkeit von  $\pm 2\%$  unter allen Betriebsbedingungen beibehalten. Kann das Gerät Temperaturschwankungen des verdünnten Abgasgemisches am Messpunkt nicht ausgleichen, so muss ein Wärmetauscher benutzt werden, um die Temperatur auf  $\pm 6$  K der vorgesehenen Betriebstemperatur zu halten. Falls erforderlich, kann zum Schutz des Volumenmessgerätes ein Zyklon-Abscheider vorgesehen werden.

Ein Temperaturfühler ist unmittelbar vor dem Volumenmessgerät anzubringen. Das Temperaturmessgerät muss eine Genauigkeit von  $\pm 1$  K und eine Ansprechzeit von 0.1 s bei 62 % einer Temperaturänderung (gemessen in Silikonöl) haben.

Druckmessungen während der Prüfung müssen eine Genauigkeit von  $\pm 0.4$  kPa aufweisen.

Die Messung des Druckes, bezogen auf den Luftdruck, ist vor und - falls erforderlich - hinter dem Durchflussmessgerät vorzunehmen.

### 2.3.4 Gasentnahme

#### 2.3.4.1 Verdünntes Abgas

Die Probe des verdünnten Abgases ist vor der Hauptdurchsatzpumpe, jedoch nach der Konditionierungseinrichtung (sofern vorhanden) zu entnehmen.

Der Durchfluss darf um nicht mehr als  $\pm 2\%$  vom Mittelwert abweichen.  
Die Durchflussmenge muss mindestens 5 l/min und darf höchstens 0.2 % der Durchflussmenge des verdünnten Abgases betragen.

#### 2.3.4.2 Verdünnungsluft

Eine Probe der Verdünnungsluft ist bei konstantem Durchfluss in unmittelbarer Nähe der Umgebungsluft (nach dem Filter, wenn vorhanden) zu entnehmen.

Die Probe der Verdünnungsluft darf nicht durch Abgase aus der Mischzone verunreinigt werden.

Die Durchflussmenge der Verdünnungsluftprobe muss ungefähr derjenigen des verdünnten Abgases (( 5 l/min) entsprechen.

#### 2.3.4.3 Entnahmeverfahren

Die bei der Entnahme verwendeten Werkstoffe müssen so beschaffen sein, dass die Konzentration der gasförmigen Luftverunreinigungen nicht verändert wird.

Es können Filter zum Abscheiden von Partikeln aus der Probe vorgesehen werden.

Mit Hilfe von Pumpen sind die Proben in die Sammelbeutel zu fördern.

Zur Gewährleistung der erforderlichen Durchflussmenge der Probe sind Durchflussregler und -messer zu verwenden.

Zwischen den Dreiweg-Ventilen und den Sammelbeuteln können gasdichte Schnelkkupplungen verwendet werden, die auf der Beutelseite automatisch abschliessen. Es können auch andere Verbindungen zur Weiterleitung der Proben zum Analysengerät benutzt werden (z.B. Dreiweg-Absperrhähne).

Bei den verschiedenen Ventilen zur Weiterleitung der Gasproben sind Schnellschalt- und Schnellregelventile zu verwenden.

#### 2.3.4.4 Aufbewahrung der Proben

Die Gasproben sind in ausreichend grossen Probenbeuteln (ca. 150 l) aufzufangen, um die Durchflussmenge der Proben nicht zu verringern. Diese Beutel müssen aus einem Material hergestellt sein, das die Konzentration der Gasprobe innerhalb von 20 Minuten nach Ende der Probeentnahme um nicht mehr als  $\pm 2\%$  verändert.

#### 2.4 *Zusätzliche Entnahmeeinrichtung zur Prüfung von Fahrzeugen mit Selbstzündungsmotoren*

Abweichend zur Gasentnahme bei Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotoren befinden sich die Probenahmestellen zur Entnahme der Kohlenwasserstoff- und Partikelproben in einem Verdünnungstunnel.

Zur Verminderung von Wärmeverlusten im Abgas vom Auspuffendrohr bis zum Eintritt in den Verdünnungstunnel darf die hierfür verwendete Rohrleitung höchstens 3.6 m bzw. 6.1 m, falls thermisch isoliert, lang sein. Ihr Innendurchmesser darf höchstens 105 mm betragen.

Im Verdünnungstunnel, einem geraden aus elektrisch leitendem Material bestehenden Rohr, müssen turbulente Strömungsverhältnisse herrschen (Reynoldszahlen  $> 4\ 000$ ), damit das verdünnte Abgas an den Entnahmestellen homogen und die Entnahme repräsentativer Gas- und Partikelproben gewährleistet ist. Der Verdünnungstunnel muss einen Durchmesser von mindestens 200 mm haben. Das System muss geerdet sein.

Das Partikel-Probenahmesystem besteht aus einer Entnahmesonde im Verdünnungstunnel, drei Filtereinheiten, bestehend aus jeweils zwei hintereinander angeordneten Filtern, auf die der Probengasstrom einer Testphase umgeschaltet werden kann.

Die Partikelentnahmesonde muss folgendermassen beschaffen sein:

- sie muss in Nähe der Tunnelmittellinie, ungefähr zehn Tunneldurchmesser stromabwärts vom Abgaseintritt eingebaut sein und einen Innendurchmesser von mindestens 12 mm haben;
- der Abstand von der Probenahmespitze bis zum Filterhalter muss mindestens fünf Sondendurchmesser, jedoch höchstens 1 020 mm betragen.

Die Messeinheit des Probengasstromes besteht aus Pumpen, Gasmengenreglern und Durchflussmessgeräten.

Das Kohlenwasserstoff-Probenahmesystem besteht aus beheizter Entnahmesonde, -leitung, -filter und -pumpe.

Die Entnahmesonde muss im gleichen Abstand vom Abgaseintritt wie die Partikelentnahmesonde so eingebaut sein, dass eine gegenseitige Beeinflussung der Probenahmen vermieden wird. Sie muss einen Mindestinnendurchmesser von 4.5 mm haben.

Alle beheizten Teile müssen durch das Heizsystem auf einer Temperatur von  $190^{\circ}\text{C} \pm 10\ \text{K}$  gehalten werden.

Ist ein Ausgleich der Durchflussschwankungen nicht möglich, so sind Wärmetauscher und ein Temperaturregler nach Ziff. 2.3.3 dieser Anlage erforderlich, um einen konstanten Durchfluss durch das System und somit die Proportionalität des Durchflusses der Probe sicherzustellen.

### 3. Beschreibung der Systeme

#### 3.1 *Entnahmesystem mit variabler Verdünnung und Verdrängerpumpe (PDP-CVS-System)*

3.1.1 Das Entnahmesystem mit konstantem Volumen und Verdrängerpumpe (PDP-CVS) erfüllt die in Ziff. 4.2 dieses Anhanges aufgeführten Bedingungen, indem die durch die Pumpe fließende Gasmenge bei konstanter Temperatur und konstantem Druck ermittelt wird. Zur Messung des Gesamtvolumens wird die Zahl der Umdrehungen der kalibrierten Verdrängerpumpe gezählt. Das Probengas erhält man durch Entnahme bei konstanter Durchflussmenge mit einer Pumpe, einem Durchflussmesser und einem Durchflussregelventil.

Die Abbildung 4 im Anhang 1 zeigt das Schema eines solchen Entnahmesystems. Da gültige Ergebnisse mit unterschiedlichen Versuchsanordnungen erzielt werden können, braucht die Anlage nicht ganz genau dem Schema zu entsprechen. Es können zusätzliche Teile verwendet werden, wie z.B. Instrumente, Ventile, Magnetventile und Schalter, um zusätzliche Daten zu erhalten und die Funktionen der einzelnen Teile der Anlage zu koordinieren.

Zur Sammeleinrichtung gehören:

1. Ein Filter (1) für die Verdünnungsluft, der - soweit erforderlich - vorgeheizt werden kann. Dieser Filter besteht aus einer Aktivkohleschicht zwischen zwei Lagen Papier; er dient zur Senkung und Stabilisierung der Kohlenwasserstoffkonzentration der umgebenden Emissionen in der Verdünnungsluft.
2. Eine Mischkammer (2), in der Abgase und Luft homogen gemischt werden.
3. Ein Wärmetauscher (3), dessen Kapazität gross genug ist, um während der gesamten Prüfdauer die Temperatur des Abgas-Luft-Gemisches, das unmittelbar vor der Verdrängerpumpe gemessen wird, innerhalb von  $\pm 6$  K der vorgesehenen Temperatur zu halten. Dieses Gerät darf den Gehalt gasförmiger Luftverunreinigungen der später für die Analyse entnommenen verdünnten Abgase nicht verändern.
4. Ein Temperaturregler zum Vorheizen des Wärmetauschers vor der Prüfung und zur Einhaltung der Temperatur während der Prüfung innerhalb von 6 K der vorgesehenen Temperatur.
5. Eine Verdrängerpumpe (PDP) (4) zur Weiterleitung einer konstanten Durchflussmenge des Abgas-Luft-Gemisches.

Die Kapazität der Pumpe muss gross genug sein, um eine Wasserkondensation in der Anlage unter allen Bedingungen zu vermeiden, die sich bei einer Prüfung einstellen kann. Dazu wird normalerweise eine Verdrängerpumpe verwendet, mit

- einer Kapazität, die der doppelten maximalen Abgasdurchflussmenge entspricht, die bei den Beschleunigungsphasen der Fahrkurven erzeugt wird oder die
  - ausreicht, um die mittlere CO<sub>2</sub>-Konzentration der verdünnten Abgase im Entnahmebeutel unterhalb von 3.0 vol-% zu halten.
6. Ein Temperaturmessgerät (Genauigkeit  $\pm 1$  K), das unmittelbar vor der Verdrängerpumpe angebracht wird. Mit diesem Gerät muss die Temperatur des verdünnten Abgasgemisches während der Prüfung kontinuierlich überwacht werden können.
  7. Ein Druckmesser (12) (Genauigkeit  $\pm 0.4$  kPa), der direkt vor der Verdrängerpumpe angebracht wird und das Druckgefälle zwischen dem Gasgemisch und der Umgebungsluft aufzeichnet.
  8. Ein weiterer Druckmesser (12) (Genauigkeit  $\pm 0.4$  kPa), der so angebracht wird, dass die Druckdifferenz zwischen Ein- und Auslass der Pumpe aufgezeichnet wird.
  9. Entnahmesonden, mit denen konstante Proben der Verdünnungsluft und des verdünnten Abgas-Luft-Gemisches entnommen werden können.
  10. Filter (5) zum Abscheiden von Partikeln aus den für die Analyse entnommenen Gasen.
  11. Pumpen zur Entnahme einer konstanten Durchflussmenge der Verdünnungsluft sowie des verdünnten Abgas-Luft-Gemisches während der Prüfung.
  12. Durchflussregler, welche die Durchflussmenge bei der Gasentnahme während der Prüfung durch die Entnahmesonden konstant halten; diese Durchflussmenge muss so gross sein, dass am Ende der Prüfung Proben von ausreichender Grösse für die Analyse (( 5 l/min) verfügbar sind.
  13. Durchflussmesser zur Einstellung und Überwachung einer konstanten Gasprobenmenge während der Prüfung.
  14. Schnellschaltventile zur Weiterleitung der konstanten Gasprobenmenge entweder in die Entnahmebeutel oder in die Atmosphäre.
  15. Gasdichte Schnellkupplungen zwischen den Schnellschaltventilen und den Entnahmebeuteln. Die jeweilige Kupplung muss auf der Beutelseite automatisch abschliessen. Es können auch andere Mittel verwendet werden, um die Probe in den Analysator zu bringen (z.B. Dreiweg-Absperrhähne).
  16. Beutel (9, 10) zum Auffangen der Proben verdünnter Abgase und der Verdünnungsluft während der Prüfung. Sie müssen gross genug sein, um den Gasprobendurchfluss nicht zu verringern. Sie müssen aus einem

Material hergestellt sein, das weder die Messungen selbst noch die chemische Zusammensetzung der Gasproben beeinflusst (beispielsweise Polyethen/Polyamid- oder Polyfluorkohlenstoff-Verbundfolien).

17. Ein Digitalzähler zur Aufzeichnung der Zahl der Umdrehungen der Verdrängerpumpe während der Prüfung.

### 3.1.2 Zusätzliche Einrichtungen für die Prüfung von Fahrzeugen mit Selbstzündungsmotoren

Für die Prüfung der Fahrzeuge mit Selbstzündungsmotoren sind die in Abbildung 5 im Anhang 1 dargestellten Einrichtungen zu verwenden:

Verdünnungstunnel

Beheiztes Kohlenwasserstoff-Probenahmesystem mit

- Entnahmesonde im Verdünnungstunnel
- Filter
- Entnahmeleitung
- Mehrwegventil
- Pumpe, Durchflussmessgeräte, Durchflussregler
- Flammenionisations-Detektor (HFID)
- Integrations- und Aufzeichnungsgeräte für die momentanen Kohlenwasserstoffkonzentrationen
- Schnelkkupplung für die Analyse der Probe der Umgebungsluft mit dem HFID

Partikel-Probenahmesystem mit

- Entnahmesonde im Verdünnungstunnel
- Filtereinheit, bestehend aus zwei hintereinander angeordneten Filtereinheiten; Umschaltvorrichtung für weitere parallel angeordnete Filterpaare
- Entnahmeleitung
- Pumpen, Durchflussregler, Durchflussmessgeräte

### 3.2 *Verdünnungssystem mit Venturi-Rohr und kritischer Strömung (CFV-CVS-System)*

3.2.1 Die Verwendung eines Venturi-Rohrs mit kritischer Strömung im Rahmen des Entnahmeverfahrens mit konstantem Volumen basiert auf den Grundsätzen der Strömungslehre unter den Bedingungen der kritischen Strömung. Die Durchflussmenge am Venturi-Rohr (7) wird während der gesamten Prüfung fortlaufend überwacht, berechnet und integriert.

Die Verwendung eines weiteren Probenahme-Venturi-Rohrs (4) gewährleistet die proportionale Entnahme der Gasproben. Da Druck und Tem-



peratur am Eintritt beider Venturi-Rohre gleich sind, ist das Volumen der Gasentnahme proportional zum Gesamtvolumen des erzeugten Gemisches aus verdünnten Abgasen. Das System erfüllt somit die in diesem Anhang festgelegten Bedingungen.

Die Abbildung 4 im Anhang 1 zeigt das Schema eines solchen Entnahmesystems. Da gültige Ergebnisse mit unterschiedlichen Versuchsanordnungen erzielt werden können, braucht die Anlage nicht ganz genau dem Schema zu entsprechen. Es können zusätzliche Teile verwendet werden, wie z.B. Instrumente, Ventile, Magnetventile und Schalter, um zusätzliche Daten zu erhalten und die Funktionen der einzelnen Teile der Anlage zu koordinieren.

Zur Sammeleinrichtung gehören:

1. Ein Filter (1) für die Verdünnungsluft, der - soweit erforderlich - vorbeheizt werden kann. Dieser Filter besteht aus einer Aktivkohleschicht zwischen zwei Lagen Papier; er dient zur Senkung und Stabilisierung der Kohlenwasserstoffkonzentration der angesaugten Verdünnungsluft.
2. Eine Mischkammer (2), in der Abgase und Luft homogen gemischt werden.
3. Ein Zyklon-Abscheider (3) zum Abscheiden von Partikeln.
4. Entnahmesonden, mit denen Proben der Verdünnungsluft und der verdünnten Abgase entnommen werden können.
5. Ein Entnahme-Venturi-Rohr (4) mit kritischer Strömung, mit dem anteilmässige Proben verdünnter Abgase an der Entnahmesonde entnommen werden können.
6. Filter zum Abscheiden von Partikeln aus den für die Analyse entnommenen Gasen.
7. Pumpen zum Sammeln eines Teils der Luft und der verdünnten Abgase in den Beuteln während der Prüfung.
8. Durchflussregler, um die Durchflussmenge bei der Gasentnahme während der Prüfung durch die Entnahmesonde konstant zu halten. Diese Durchflussmenge muss so gross sein, dass am Ende der Prüfung Proben von ausreichender Grösse für die Analyse verfügbar sind (( 5 l/min).
9. Durchflussmesser zur Einstellung und Überwachung der Durchflussmenge während der Prüfung.
10. Schnellschaltventile zur Weiterleitung der konstanten Gasprobenmenge entweder in die Entnahmebeutel oder in die Atmosphäre.
11. Gasdichte Schnelkupplungen zwischen den Schnellschaltventilen und den Entnahmebeuteln. Die Kupplung muss auf der Beutelseite automa-

- tisch abschliessen. Es können auch andere Mittel verwendet werden, um die Probe in den Analysator zu bringen (z.B. Dreiweg-Absperrhähne).
12. Beutel (9, 10) zum Auffangen der Proben verdünnter Abgase und Verdünnungsluft während der Prüfung. Die Beutel müssen gross genug sein, um den Gasprobendurchfluss nicht zu verringern. Sie müssen aus einem Material hergestellt sein, das weder die Messungen selbst noch die chemische Zusammensetzung der Gasproben beeinflusst (z.B. Polyethen/Polyamid- oder Polyfluorkohlenstoff-Verbundfolien).
  13. Ein Druckmesser (5) mit einer Genauigkeit von  $\pm 0.4$  kPa.
  14. Ein Temperaturmessgerät (6) mit einer Genauigkeit von  $\pm 1$  K und einer Ansprechzeit von 0.1 Sekunden bei 62 % einer Temperaturänderung (gemessen in Silikonöl).
  15. Ein Venturi-Rohr mit kritischer Messströmung (7) zur Messung der Durchflussmenge der verdünnten Abgase.
  16. Ein Gebläse (8) mit ausreichender Leistung, um das gesamte Volumen der verdünnten Gase anzusaugen.

Das Entnahmesystem CFV-CVS muss eine ausreichend grosse Kapazität haben, damit eine Wasserkondensation im Gerät unter allen Bedingungen vermieden wird, die sich bei einer Prüfung einstellen können. Dazu wird normalerweise ein Gebläse verwendet mit einer Kapazität, die der doppelten der maximalen Abgasdurchflussmenge entspricht, die bei den Beschleunigungsphasen der Fahrkurve erzeugt wird oder die ausreicht, um die mittlere CO<sub>2</sub>-Konzentration der verdünnten Abgase im Entnahmebeutel unterhalb von 3.0 vol-% zu halten.

### 3.2.2 Zusätzliche Einrichtungen für die Prüfung von Fahrzeugen mit Selbstzündungsmotoren

Für die Prüfung der Fahrzeuge mit Selbstzündungsmotoren sind die in Abbildung 5 im Anhang 1 dargestellten Einrichtungen zu verwenden (vgl. Ziff. 3.1.2 dieser Anlage). Ist ein Ausgleich der Durchflussschwankungen nicht möglich, so sind ein Wärmetauscher (3) und ein Temperaturregler erforderlich, um einen konstanten Durchfluss durch das Probenahme-Venturi-Rohr und somit die Proportionalität des Durchflusses durch die Entnahmesonde sicherzustellen.

## 4. Ermittlung der Massenemissionen

Der CO-, CO<sub>2</sub>-, NO<sub>x</sub>- und HC-Massenausstoss während der verschiedenen Testphasen des Stadt- und Überland-Fahrzyklus wird bestimmt, indem deren mittlere volumetrische Konzentrationen der in Beuteln gesammelten verdünnten Abgase gemessen werden.

Der HC-Massenausstoß von Fahrzeugen mit Selbstzündungsmotoren wird demgegenüber mit einem kontinuierlich registrierenden beheizten Flammenionisationsdetektor bestimmt. Die mittlere volumetrische Konzentration wird durch Integration über die Dauer der Testphasen ermittelt (vgl. Ziff. 7.1.8 im Anhang 1).

Die kontinuierliche Messung der CO-, CO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentrationen des verdünnten Abgases kann gleichermassen zur Bestimmung des Massenausstoßes während der einzelnen Testphasen herangezogen werden, sofern der dabei ermittelte Massenausstoß von den in den Beuteln ermittelten Werten um nicht mehr als  $\pm 3\%$  abweicht.

## Anlage 4

### Kalibrierverfahren für die Geräte

#### 1. Erstellung der Kalibrierkurve des Analysators

Jeder normalerweise verwendete Messbereich muss nach Ziff. 4.4.3 dieses Anhangs nach dem nachstehend festgelegten Verfahren kalibriert werden.

Die Kalibrierkurve wird durch mindestens fünf Kalibrierpunkte festgelegt, die in möglichst gleichem Abstand anzuordnen sind. Die Nennkonzentration des Prüfgases der höchsten Konzentration muss mindestens 80 % des Skalenendwertes betragen.

Die Kalibrierkurve wird nach der Methode der "kleinsten Quadrate" berechnet. Ist der resultierende Grad des Polynoms grösser als 3, so muss die Zahl der Kalibrierpunkte zumindest so gross wie der Grad dieses Polynoms plus 2 sein.

Die Kalibrierkurve darf um nicht mehr als 2 % vom Nennwert eines jeden Kalibriergases abweichen.

Der Chemilumineszenz-Analysator muss in der Stellung "NO<sub>x</sub>" kalibriert werden.

Es können auch andere Verfahren (Rechner, elektronische Messbereichsumschaltung usw.) angewendet werden, wenn der Prüfstelle zufriedenstellend nachgewiesen wird, dass sie eine gleichwertige Genauigkeit bieten.

##### 1.1 *Verlauf der Kalibrierung*

Anhand des Verlaufs der Kalibrierkurve und der Kalibrierpunkte kann die einwandfreie Durchführung der Kalibrierung überprüft werden. Es sind die verschiedenen Kennwerte des Analysators anzugeben, insbesondere:

- die Skaleneinteilung
- die Empfindlichkeit
- der Nullpunkt
- der Zeitpunkt der Kalibrierung.

##### 1.2 *Überprüfung der Kalibrierkurve*

Jeder normalerweise verwendete Messbereich muss vor jeder Analyse wie folgt überprüft werden:

Die Kalibrierung wird mit einem Nullgas und einem Prüfgas überprüft, dessen Nennwert in etwa der verdünnten Abgaszusammensetzung entspricht.

Beträgt für die beiden betreffenden Punkte die Differenz zwischen dem theoretischen Wert und dem bei der Überprüfung erzielten Wert nicht mehr als  $\pm 5\%$  des Skalenwertes, so dürfen die Einstellkennwerte neu justiert werden. Andernfalls muss eine neue Kalibrierkurve nach Ziff. 1 dieser Anlage erstellt werden.

Nach der Überprüfung werden das Nullgas und das gleiche Prüfgas für eine erneute Überprüfung verwendet. Die Analyse ist gültig, wenn die Differenz zwischen beiden Messungen weniger als  $2\%$  beträgt.

## 2. Überprüfung der Wirksamkeit des Nox-Konverters

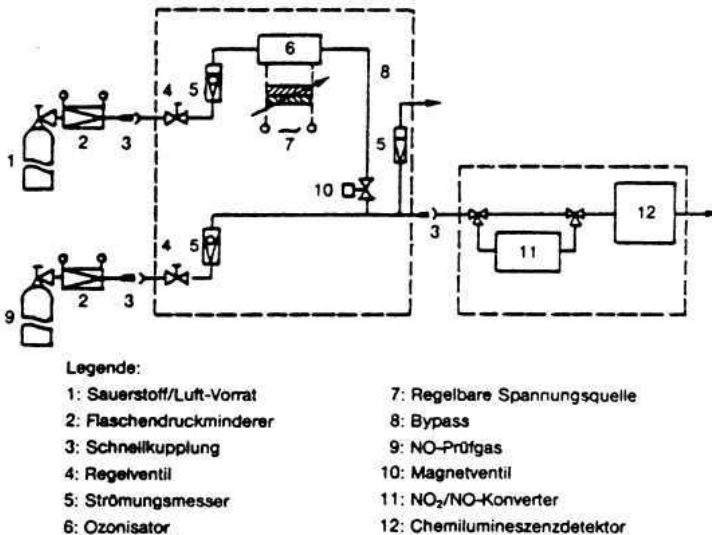
Es ist die Wirksamkeit des Konverters für die Umwandlung von  $\text{NO}_2$  in  $\text{NO}$  zu überprüfen.

Diese Überprüfung kann mit einem Ozonisator entsprechend dem Prüfungsaufbau nach Abbildung 1 dieser Anlage und dem nachstehend beschriebenen Verfahren durchgeführt werden.

Der Analysator wird in dem am häufigsten verwendeten Messbereich nach den Anweisungen des Herstellers mit dem Nullgas und Kalibriergas (letzteres muss einen  $\text{NO}$ -Gehalt aufweisen, der etwa  $80\%$  des Skalenendwertes entspricht, die  $\text{NO}_2$ -Konzentration im Gasgemisch darf nicht mehr als  $5\%$  der  $\text{NO}$ -Konzentration betragen) kalibriert. Der  $\text{NO}_x$ -Analysator muss auf  $\text{NO}$ -Betrieb eingestellt werden, so dass das Kalibriergas nicht in den Konverter gelangt. Die angezeigte Konzentration ist aufzuzeichnen.

Durch ein T-Verbindungsstück wird dem Gasstrom kontinuierlich Sauerstoff oder synthetische Luft zugeführt, bis die angezeigte Konzentration etwa  $10\%$  geringer ist als die angezeigte Kalibrierkonzentration.

*Abbildung 1: Schaltschema für  $\text{NO}_2$ - $\text{NO}$ -Konverterprüfung*



Die angezeigte Konzentration (c) ist aufzuzeichnen. Während dieses ganzen Vorgangs muss der Ozonisator ausgeschaltet sein.

Anschliessend wird der Ozonisator eingeschaltet und so eingeregelt, dass die angezeigte NO-Konzentration auf 20 % (Minimum 10 %) der angegebenen Kalibrierkonzentration sinkt. Die angezeigte Konzentration (d) ist aufzuzeichnen.

Der Analysator wird dann auf den Betriebszustand NO<sub>x</sub> geschaltet und das Gasgemisch bestehend aus NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> und N<sub>2</sub> strömt nur durch den Konverter. Die angezeigte Konzentration (a) ist aufzuzeichnen.

Danach wird der Ozonisator ausgeschaltet. Das Gasgemisch strömt durch den Konverter in den Messteil. Die angezeigte Konzentration (b) ist aufzuzeichnen.

Bei noch immer ausgeschaltetem Ozonisator wird auch die Zufuhr von Sauerstoff und synthetischer Luft unterbrochen. Der vom Analysator angezeigte NO<sub>x</sub>-Wert darf dann den Kalibrierwert um nicht mehr als 5 % übersteigen.

Der Wirkungsgrad ?? des NO<sub>2</sub>-NO-Konverters wird wie folgt berechnet:

$$\eta(\%) = 1 + \frac{a-b}{c-d} \cdot 100$$

Der so erhaltene Wert darf nicht kleiner als 95 % sein. Der Wirkungsgrad ist so oft als notwendig zu überprüfen.

### 3. Kalibrierung des Entnahmesystems mit konstantem Volumen (CVS-System)

Das CVS-System wird mit einem Präzisionsdurchflussmesser und einem Durchflussregler kalibriert. Der Durchfluss im System wird bei verschiedenen Druckwerten gemessen, ebenso werden die Regelkennwerte des Systems ermittelt; danach wird das Verhältnis zwischen letzteren und den Durchflüssen ermittelt.

Es können mehrere Typen von Durchflussmessern verwendet werden (z.B. kalibriertes Venturi-Rohr, Laminar-Durchflussmesser, kalibrierter Flügelraddurchflussmesser), vorausgesetzt, es handelt sich um ein dynamisches Messgerät und die Vorschriften nach Ziff. 3.1 dieser Anlage werden erfüllt.

In den folgenden Absätzen wird die Kalibrierung von PDP- und CFV-Entnahmeggeräten mit Laminar-Durchflussmesser beschrieben. Die Genauigkeit der Laminar-Durchflussmesser ist ausreichend, um die Gültigkeit der Kalibrierung bei ausreichender Zahl von Messungen überprüfen zu können (Abbildung 2 dieser Anlage).

#### 3.1 Kalibrierung der Verdrängerpumpe (PDP)

##### 3.1.1 Kalibrierverfahren

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 Kennwerte der Pumpe werden gleichzeitig mit den Kennwerten des Durchflussmessers gemessen, der mit der Pumpe in Reihe geschaltet ist. Danach kann die Kurve des berechneten Durchflusses (ausgedrückt in  $\text{m}^3/\text{min}$  am Pumpeneinlass bei absolutem Druck und absoluter Temperatur) als Korrelationsfunktion aufgezeichnet werden, die einer bestimmten Kombination von Pumpenkennwerten entspricht. Die Lineargleichung, die das Verhältnis zwischen dem Pumpendurchsatz und der Korrelationsfunktion ausdrückt, wird sodann aufgestellt. Hat die Pumpe des CVS-Systems mehrere Übersetzungsverhältnisse, so muss jede verwendete Übersetzung kalibriert werden.

Dieses Kalibrierverfahren beruht auf der Messung der absoluten Werte der Pumpen- und Durchflussmesserkenwerte, die an jedem Punkt in Beziehung zum Durchfluss stehen. Drei Bedingungen müssen eingehalten werden, damit Genauigkeit und Vollständigkeit der Kalibrierkurve garantiert sind:

- Die Pumpendrucke müssen an den Anschlussstellen der Pumpe selbst gemessen werden und nicht an den äusseren Rohrleitungen, die am Pumpenein- und -auslass angeschlossen sind. Die Druckanschlüsse am oberen und unteren Punkt der vorderen Antriebsplatte sind den tatsächlichen Drücken ausgesetzt, die im Pumpeninnenraum vorhanden sind und so die absoluten Druckdifferenzen widerspiegeln;
- während des Kalibrierens muss eine konstante Temperatur aufrechterhalten werden. Der Laminar-Durchflussmesser ist gegen Schwankungen der Einlasstemperatur empfindlich, die eine Streuung der gemessenen Werte verursachen. Temperaturschwankungen von  $\pm 1$  K sind zulässig, sofern sie allmählich innerhalb eines Zeitraumes von mehreren Minuten auftreten;
- alle Anschlussrohrleitungen zwischen dem Durchflussmesser und der CVS-Pumpe müssen dicht sein.

Bei der Prüfung zur Bestimmung der Abgasemissionen kann durch Messung dieser Pumpenkenwerte der Durchfluss aus Kalibriergleichung berechnet werden.

Abbildung 2: Schematische Darstellung einer Kalibriervorrichtung für CVS-Geräte

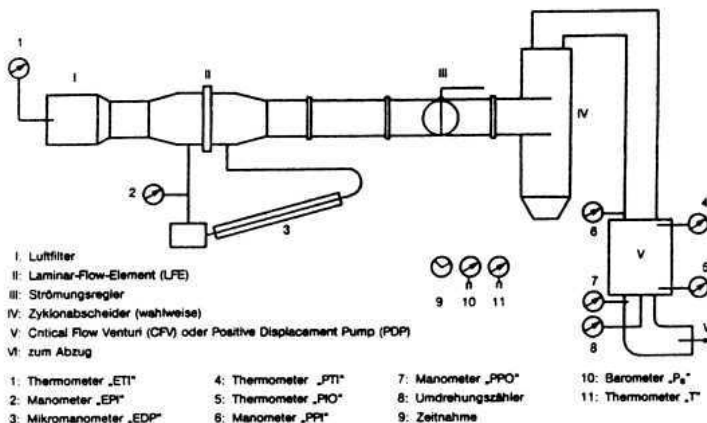




Abbildung 2 dieser Anlage zeigt ein Beispiel für eine Kalibriervorrichtung. Änderungen sind zulässig, sofern sie von der Prüfstelle gleichwertig anerkannt werden. Bei Verwendung der in Abbildung 2 dieser Anlage beschriebenen Einrichtung müssen folgende Daten den angegebenen Genauigkeitstoleranzen genügen:

Luftdruck (korrigiert) (PB)	± 0.03 kPa
Umgebungstemperatur (T)	± 0.3 K
Lufttemperatur am LFE-Eintritt (ETI)	± 0.15 K
Unterdruck vor LFE (EPI)	± 0.01 kPa
Druckabfall durch LFE-Düse (EDP)	± 0.001 kPa
Lufttemperatur am Einlass der PDP-CVS-Pumpe (PTI)	± 0.3 K
Lufttemperatur am Auslass der PCP-CVS-Pumpe (PTO)	± 0.3 K
Unterdruck am Einlass der CVS-Pumpe (PPI)	± 0.22 kPa
Druckhöhe am Auslass der CVS-Pumpe (PPO)	± 0.22 kPa
Pumpendrehzahl während der Prüfung	± 1 Umdrehung
Dauer der Prüfung (t) (bei mind. 120 s)	± 0.05 s

Ist der Aufbau nach Abbildung 2 dieser Anlage durchgeführt, so ist das Durchflussregelventil voll zu öffnen. Die PDP-CVS-Pumpe muss 20 Minuten in Betrieb sein, bevor die Kalibrierung beginnt.

Das Durchflussregelventil wird teilweise geschlossen, damit der Unterdruck am Pumpeneinlass höher wird (ca. 1 kPa) und auf diese Weise mindestens eine Zahl von sechs Messpunkten für die gesamte Kalibrierung verfügbar ist. Das System muss sich innerhalb von drei Minuten stabilisieren, danach sind die Messungen zu wiederholen.

### 3.1.2 Analyse der Ergebnisse

Die Luftdurchflussmenge  $Q_{s,n}$  an jedem Prüfpunkt wird nach den Angaben des Herstellers aus den Messwerten des Durchflussmessers in  $\text{m}^3/\text{min}$  ermittelt (Normalbedingungen).

Die Luftdurchflussmenge wird dann auf den Pumpendurchsatz  $V_{0,n}$  in  $\text{m}^3/\text{je Umdrehung}$  bei absoluter Temperatur und absolutem Druck am Pumpeneinlass umgerechnet.

$$K_v = \frac{Q_s \cdot \sqrt{T}}{P_v}$$

hierbei bedeuten:

$V_o$  : Pumpendurchflussmenge bei  $T_p$  und  $P_p$  in  $m^3$ /Umdrehung

$Q_s$  : Luftdurchflussmenge bei 101.33 kPa und 273.2 k in  $m^3$ /Minute

$T_p$  : Temperatur am Pumpeneinlass in K

$P_p$ : absoluter Druck am Pumpeneinlass in kPa

$n$  : Pumpendrehzahl in  $min^{-1}$

Zur Kompensierung der gegenseitigen Beeinflussung der Druckschwankungen mit der Pumpendrehzahl und den Rückströmverlusten der Pumpe wird die Korrelationsfunktion ( $x_o$ ) zwischen der Pumpendrehzahl ( $n$ ), der Druckdifferenz zwischen Ein- und Auslass der Pumpe und dem absoluten Druck am Pumpenauslass mit folgender Formel berechnet:

$$V_o = \frac{Q_s}{n} \cdot \frac{T_p}{273.2} \cdot \frac{101.33}{P_p}$$

hierbei bedeuten:

$x_o$ : Korrelationsfunktion

$??P_p$  : Druckdifferenz zwischen Pumpeneinlass und Pumpenauslass (kPa)

$P_e$ : absoluter Druck am Pumpenauslass ( $PPO + PB$ ) in kPa

Mit der Methode der kleinsten Quadrate wird eine lineare Angleichung vorgenommen, um nachstehende Kalibriergleichungen zu erhalten:

$$V_o = D_o - M(x_o)$$

$$n = A - B(??p)$$

$D_o$ ,  $M$ ,  $A$  und  $B$  sind Konstanten für die Steigung der Geraden und für die Achsabschnitte (Ordinaten).

Hat das CVS-System mehrere Übersetzungen, so muss für jede Übersetzung eine Kalibrierung vorgenommen werden. Die für diese Übersetzung erzielten Kalibrierkurven müssen in etwa parallel sein, und die Ordinatenwerte  $D_o$  müssen grösser werden, wenn der Durchsatzbereich der Pumpe kleiner wird. Bei sorgfältiger Kalibrierung müssen die mit Hilfe der Gleichung berechneten Werte innerhalb von  $\pm 0.5\%$  des gemessenen Wertes

Volliegen. Die Werte  $M$  sollten je nach Pumpe verschieden sein. Die Kalibrierung muss bei Inbetriebnahme der Pumpe und nach jeder grösseren Wartung vorgenommen werden.

#### *Kalibrierung des Venturi-Rohres mit kritischer Strömung (CFV)*

Bei der Kalibrierung des CFV-Venturi-Rohres bezieht man sich auf die Durchflussgleichung für ein Venturi-Rohr mit kritischer Strömung:

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

dabei bedeuten:

$Q_s$ : Durchflussmenge

$K_v$ : Kalibrierkoeffizient

$P$  : absoluter Druck in kPa

$T$  : absolute Temperatur in K

Die Gasdurchflussmenge ist eine Funktion des Eintrittsdruckes und der Eintrittstemperatur.

Das nachstehend beschriebene Kalibrierverfahren ermittelt den Wert des Kalibrierkoeffizienten bei gemessenen Werten für Druck, Temperatur und Luftdurchsatz.

Bei der Kalibrierung der elektronischen Geräte des CFV-Venturi-Rohres ist das vom Hersteller empfohlene Verfahren anzuwenden.

Bei den Messungen für die Kalibrierung des Durchflusses des Venturi-Rohres mit kritischer Strömung müssen die nachstehend genannten Parameter den angegebenen Genauigkeitstoleranzen genügen:

Luftdruck (korrigiert) (PB)	± 0.03 kPa
Lufttemperatur am LFE-Eintritt (ETI)	± 0.15 K
Unterdruck vor LFE (EPI)	± 0.01 kPa
Druckabfall durch LFE-Düse (EDP)	± 0.001 kPa
Luftdurchflussmenge ( $Q_s$ )	± 0.5 %
Unterdruck am CFV-Eintritt (PPI)	± 0.02 kPa
Temperatur am Venturi-Rohr-Eintritt ( $T_v$ )	± 0.2 K

Die Geräte sind entsprechend Abbildung 2 dieser Anlage aufzubauen und auf Dichtheit zu überprüfen. Jede undichte Stelle zwischen Durchflussmessgerät und Venturi-Rohr mit kritischer Strömung würde die Genauigkeit der Kalibrierung stark beeinträchtigen.

Das Durchflussregelventil ist voll zu öffnen, das Gebläse ist einzuschalten und das System muss stabilisiert werden. Es sind die von allen Geräten angezeigten Werte aufzuzeichnen.

Die Einstellung des Durchflussregelventils ist zu verändern, und es sind mindestens acht Messungen im kritischen Durchflussbereich des Venturi-Rohres durchzuführen.

Die bei der Kalibrierung aufgezeichneten Messwerte sind für die nachstehenden Berechnungen zu verwenden. Die Luftdurchflussmenge  $Q_s$  an jedem Messpunkt ist aus den Messwerten des Durchflussmessers nach dem vom Hersteller angegebenen Verfahren zu bestimmen. Es sind die Werte des Kalibrierkoeffizienten  $K_V$  für jeden Messpunkt zu berechnen:

$$Q_s = \frac{K_V \cdot P}{\sqrt{T}}$$

dabei bedeuten:

$Q_s$ : Durchflussmenge in  $m^3/min$  bei 273.2 K und 101.33 kPa

$T_V$ : Temperatur am Eintritt des Venturi-Rohrs in K

$P_V$ : absoluter Druck am Eintritt des Venturi-Rohres in kPa

Es ist eine Kurve  $K_V$  in Abhängigkeit vom Druck am Eintritt des Venturi-Rohres aufzunehmen. Bei Schallgeschwindigkeit ist  $K_V$  fast konstant. Fällt der Druck (d.h. bei wachsendem Unterdruck), nimmt  $K_V$  oberhalb eines bestimmten Eingangs-Unterdrucks ab. Die hieraus resultierenden Veränderungen von  $K_V$  sind nicht zu berücksichtigen. Bei einer Mindestanzahl von acht Messpunkten im kritischen Bereich sind der Mittelwert von  $K_V$  und die Standardabweichung zu berechnen. Beträgt die Standardabweichung des Mittelwertes von  $K_V$  mehr als 0.3 %, so müssen Korrekturmaßnahmen getroffen werden.

#### 4. Überprüfung des Gesamtsystems

Zur Überprüfung der Übereinstimmung mit den Vorschriften in Ziff. 3 dieser Anlage wird die Gesamtgenauigkeit des CVS-Entnahmesystems und der Analysengeräte ermittelt, indem eine bekannte

Menge eines luftverunreinigenden Gases in das System eingeführt wird, wenn dieses wie für eine normale Prüfung in Betrieb ist; danach wird die Analyse durchgeführt und die Masse der Schadstoffe nach den Formeln der Anlage berechnet, wobei jedoch als Propandichte der Wert von  $1,967 \text{ kg/m}^3$  unter Normalbedingungen zugrundegelegt wird. Nachstehend werden zwei ausreichend genaue Verfahren beschrieben.

#### 4.1 *Messung eines konstanten Durchflusses eines reinen Gases (CO oder C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) mit einer Messblende für kritische Strömung*

Durch eine kalibrierte Messblende für kritische Strömung wird eine bekannte Menge reinen Gases (CO oder C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) in das CVS-System eingeführt. Ist der Eintrittsdruck gross genug, so ist die von der Messblende eingestellte Durchflussmenge unabhängig vom Austrittsdruck der Messblende (Bedingungen für kritische Strömung).

Das CVS-System wird wie für eine Prüfung der Abgasemissionen 5 - 10 Minuten lang betrieben. Die in einem Beutel aufgefangenen Gase werden mit einem normalen Gerät analysiert und die erzielten Ergebnisse mit der bereits bekannten Konzentration der Gasproben verglichen.

Übersteigen die festgestellten Abweichungen 5 %, so ist die Ursache festzustellen und zu beseitigen.

#### 4.2 *Überprüfung des CVS-Systems durch gravimetrische Bestimmung eines reinen Gases (CO oder C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)*

Die Überprüfung des CVS-Systems mit dem gravimetrischen Verfahren ist wie folgt durchzuführen:

Es ist eine kleine mit Kohlenmonoxid oder Propan gefüllte Flasche zu verwenden, deren Masse auf  $\pm 0.01 \text{ g}$  zu ermitteln ist. Danach wird das CVS-System 5 - 10 Minuten lang wie für eine normale Prüfung zur Bestimmung der Abgasemissionen betrieben, wobei CO oder Propan in das System eingeführt wird. Die eingeführte Menge reinen Gases wird durch Messung der Massendifferenz der Flasche ermittelt. Danach werden die in einem normalerweise für die Abgasanalyse verwendeten Beutel aufgefangenen Gase analysiert. Die Ergebnisse werden sodann mit den zuvor berechneten Konzentrationswerten verglichen.

Übersteigen die festgestellten Abweichungen 5 %, so ist die Ursache festzustellen und zu beseitigen.

## Anlage 5

### Kalibrierung der Messkammer für die Verdampfungsemissionen

#### 1. Kalibrierung der gasdichten Kammer zur Ermittlung der Verdampfungsemissionen

Der Vorgang der Kalibrierung besteht aus drei Abschnitten:

- Bestimmung des Kammervolumens
- Bestimmung der Hintergrundkonzentration in der Kammer
- Prüfung der Kammer auf Dichtheit.

##### 1.1 *Bestimmung des Kammervolumens*

Vor der Inbetriebnahme muss das Kammervolumen wie folgt bestimmt werden:

- Sorgfältiges Ausmessen der inneren Länge, Weite und Höhe der Kammer (unter Beachtung der Unregelmässigkeiten) zur Berechnung des inneren Volumens.
- Überprüfung des Kammervolumens nach Ziff. 1.3 dieser Anlage. Falls die daraus berechnete Propanmasse nicht mit der Genauigkeit von mindestens 2 % mit der zudosierten Masse übereinstimmt, ist das Kammervolumen zu korrigieren.

##### 1.2 *Bestimmung der Hintergrundkonzentration in der Kammer*

Vor der Inbetriebnahme und danach mindestens einmal jährlich sowie nach jeder Massnahme, die die Stabilität der Hintergrundkonzentration beeinflussen könnte, ist wie folgt zu verfahren. Die HC-Messungen sind mit dem in Ziff. 4.8.2 dieses Anhangs spezifizierten FID durchzuführen.

Durchlüften der Kammer mit Umgebungsluft, bis sich eine konstante HC-Konzentration eingestellt hat.

Inbetriebnahme der (des) für die Durchmischung des Kammervolumens erforderlichen Gebläse(s).

Verschliessen der Kammer. Messung und Aufzeichnung der Temperatur, des Drucks und der HC-Konzentration in der Kammer. Dies sind die Ausgangswerte für die Berechnung der Hintergrundkonzentration.

Der Kammerinhalt soll vier Stunden fortlaufend ohne Entnahme eines Probengasstromes durchmischt werden.

Wiederholung der Messungen. Dies sind die Endwerte für die Berechnung der Hintergrundkonzentration der Messkammer.

Die Differenz beider Werte muss kleiner als 0.4 g sein. Liegen die Werte darüber, müssen die Störeinflüsse beseitigt werden.

### 1.3 Prüfung der Kammer auf Dichtheit

Vor der Inbetriebnahme der Kammer und danach mindestens einmal monatlich muss die Kammer wie folgt auf Dichtheit überprüft werden:

Durchlüften der Kammer mit Umgebungsluft, bis sich eine konstante HC-Konzentration in der Kammer eingestellt hat.

Inbetriebnahme der (des) für die Durchmischung des Kammervolumens vorgesehenen Gebläse(s).

Verschliessen der Kammer. Messung und Aufzeichnung der Werte für die Temperatur, den Druck und die HC-Konzentration in der Kammer. Dies sind die Eingangswerte für die Rechnung zur Kammerkalibrierung.

Einbringen einer auf mindestens 0.5 % genau bestimmten Menge reinen Propanes. Die Propanmenge kann durch Volumenstrommessung oder durch Wiegen ermittelt werden.

Nach mindestens fünf Minuten Durchmischung werden HC-Konzentration, Temperatur und Druck in der Kammer gemessen und aufgezeichnet. Dies sind die Endwerte für die Rechnung zur Kammerkalibrierung und gleichzeitig die Ausgangswerte für die Rechnungen zur Prüfung der Dichtheit der Kammer.

Der Kammerinhalt soll vier Stunden ohne Entnahme eines Probengasstromes durchmischt werden.

Messung und Aufzeichnung der Werte für die Temperatur, den Druck und die HC-Konzentration in der Kammer. Dies sind die Endwerte für die Rechnung zur Prüfung der Dichtheit der Kammer.

Die berechnete Endmenge darf um nicht mehr als 4 % von der berechneten Anfangsmenge abweichen.

## 2. Berechnung der Änderung der Kohlenwasserstoffmenge

Mit dem in Ziff. 1 dieser Anlage beschriebenen Verfahren lässt sich die zeitliche Änderung der Kohlenwasserstoffmenge in der Prüfkammer wie folgt berechnen:

$$m_{\text{HC}} = 17.6 \cdot V \cdot 10^{-4} \left( \frac{c_{\text{HCf}} \cdot P_f}{T_f} - \frac{c_{\text{HCi}} \cdot P_i}{T_i} \right)$$

dabei bedeuten:

$m_{\text{HC}}$  : zeitliche Änderung der Kohlenwasserstoffmenge in der Prüfkammer  
in g

$c_{\text{HC}}$  : gemessene Kohlenwasserstoffkonzentration in der Prüfkammer in  
ppmC<sub>1</sub>-Äquivalente

i : Eingangswert

f : Endwert

p : Druck in kPa

T : Temperatur in der Kammer in K

V : Kammervolumen in m<sup>3</sup>



## Anlage 6

Berechnung der emittierten Mengen gas- und partikelförmiger  
Luftverunreinigungen

## 1. Berechnung der Abgasmengen

1.1 Die während der Prüfung im Stadt-Fahrzyklus emittierten Massen gas- und partikelförmiger luftverunreinigender Stoffe werden mit nachfolgender Gleichung berechnet:

$$m_i = 0.43 \frac{m_{iCT} + m_{iS}}{s_{CT} + s_S} + 0.57 \frac{m_{iHT} + m_{iS}}{s_{HT} + s_S}$$

dabei bedeuten:

$m_i$ : während des Stadt-Fahrzyklus emittierte Menge der Komponente  $i$  in g/km

$m_{iCT}$ : während des Stadt-Fahrzyklus in der Phase 1 emittierte Menge der Komponente  $i$  in g

$m_{iHT}$ : während des Stadt-Fahrzyklus in der Phase 3 emittierte Menge der Komponente  $i$  in g

$m_{iS}$ : während des Stadt-Fahrzyklus in der Phase 2 emittierte Menge der Komponente  $i$  in g

$s_{CT}$ : während des Stadt-Fahrzyklus gemessene Fahrstrecke der Phase 1 in km

$s_{HT}$ : während des Stadt-Fahrzyklus gemessene Fahrstrecke der Phase 3 in km

$s_S$ : während des Stadt-Fahrzyklus gemessene Fahrstrecke der Phase 2 in km

Die während der Prüfung im Überland-Fahrzyklus emittierten Massen gasförmiger Luftverunreinigungen werden mit nachstehender Gleichung berechnet:

$$m_i = \frac{m_{iHW}}{s_{HW}}$$

dabei bedeuten:

$m_i$ : während des Überland-Fahrzyklus emittierte Menge der Komponente  $i$  in g/km

$m_{iHW}$ : während des Überland-Fahrzyklus emittierte Menge der Komponente in g

$s_{HW}$ : während des Überland-Fahrzyklus gemessene Fahrstrecke in km

Die in den einzelnen Testphasen emittierten Massen luftverunreinigender Gase werden nach folgender Gleichung berechnet:

$$m_i = V_{\text{mix}} \cdot \rho_i \cdot c_i \cdot 10^{-6} \cdot k_H$$

dabei bedeuten:

$m_i$ : emittierte Menge der gasförmigen Luftverunreinigung  $i$  in g/Testphase

$V_{\text{mix}}$ : Volumen der verdünnten Abgase korrigiert auf Normalbedingungen (273.2 K, 101.33 kPa) in l/Testphase

$\rho_i$ : rel. Dichte der gasförmigen Luftverunreinigung unter Normalbedingungen (273.2 K, 101.33 kPa)

$k_H$ : Feuchtigkeitskorrekturfaktor für die Berechnung der emittierten Stickoxidmengen (bei HC und CO keine Feuchtekorrektur zulässig)

$c_i$ : Konzentration der gasförmigen Luftverunreinigung in den verdünnten Abgasen, ausgedrückt in vol-ppm und korrigiert mit deren Konzentration in der Verdünnungsluft

## 1.2 Volumenbestimmungen

### 1.2.1 Berechnung des Volumens bei einem Entnahmesystem mit Venturi-Rohr zur Messung des konstanten Durchflusses

Es sind Kennwerte, mit denen das Volumen des Durchflusses ermittelt werden kann, kontinuierlich aufzuzeichnen; das Gesamtvolumen während der Prüfdauer ist daraus zu berechnen.

### 1.2.2 Berechnung des Volumens bei einem Entnahmesystem mit Verdrängerpumpe

Das bei den Entnahmesystemen mit Verdrängerpumpe gemessene Volumen der verdünnten Abgase ist mit folgender Formel zu berechnen:

$$V = V_0 \cdot N$$

dabei bedeuten:

$V$ : Volumen der verdünnten Abgase (vor der Korrektur) in l/Testphase

$V_0$ : von der Verdrängerpumpe gefördertes Gasvolumen unter Prüfbedingungen in l/Umdrehung

$N$ : Zahl der Umdrehungen der Pumpe während der Prüfung

### 1.2.3 Korrektur des Volumens der verdünnten Abgase auf Normalbedingungen

Das Volumen der verdünnten Abgase wird durch folgende Formel auf Normalbedingungen korrigiert:

$$V_{\text{mix}} = V \cdot k_1 \cdot \frac{p_B - p_1}{T_p}$$

dabei bedeuten:

$k_1$ :

$$\frac{273.2 \text{ K}}{101.33 \text{ kPa}}$$

$$= 2.6961 \text{ (K} \cdot \text{kPa}^{-1}\text{)}$$

$p_B$ : Luftdruck im Prüfraum in kPa

$p_1$ : Druckdifferenz zwischen dem Unterdruck am Einlass der Verdrängerpumpe und dem Umgebungsdruck in kPa;

$T_p$ : Mittlere Temperatur in K der verdünnten Abgase beim Eintritt in die Verdrängerpumpe während der Prüfung

### 1.3 Berechnung der korrigierten Konzentration luftverunreinigender Gase im Auffangbeutel

$$c_i = c_e - c_d \left( 1 - \frac{1}{DF} \right)$$

dabei bedeuten:

$c_i$ : Konzentration des luftverunreinigenden Gases  $i$  in den verdünnten Abgasen, ausgedrückt in vol-ppm und korrigiert mit dessen Konzentration in der Verdünnungsluft

$c_e$ : Gemessene Konzentration des luftverunreinigenden Gases  $i$  in den verdünnten Abgasen, ausgedrückt in vol-ppm

cd: Gemessene Konzentration des luftverunreinigenden Gases i in der Verdünnungsluft, ausgedrückt in vol-ppm

DF : Verdünnungsfaktor

Der Verdünnungsfaktor wird wie folgt berechnet:

$$DF = \frac{13.4}{c_{\text{CO}_2} + (c_{\text{HC}} + c_{\text{CO}}) \cdot 10^{-4}}$$

dabei bedeuten:

$c_{\text{CO}_2}$  : CO<sub>2</sub>-Konzentration in den verdünnten Abgasen im Auffangbeutel, ausgedrückt in Volumenprozent

:

$c_{\text{HC}}$  : HC-Konzentration in den verdünnten Abgasen im Auffangbeutel, ausgedrückt in vol-ppm Kohlenstoffäquivalent

$c_{\text{CO}}$  : CO-Konzentration in den verdünnten Abgasen im Auffangbeutel, ausgedrückt in vol-ppm

#### 1.4 Berechnung des Feuchtekorrekturfaktors für NO

Um die Auswirkungen der Feuchte auf die für die Stickoxide erzielten Ergebnisse zu korrigieren, ist folgende Formel anzuwenden:

$$k_H = \frac{1}{1 - 0.0329(H - 10.71)}$$

wobei

$$H = \frac{6.211 \cdot R_a \cdot P_d}{P_B - (P_d \cdot R_a) \cdot 10^2}$$

In diesen Formeln bedeuten:

H : Absolute Feuchte, ausgedrückt in Gramm Wasser pro Kilogramm trockener Luft

$R_a$ : Relative Feuchte der Umgebungsluft, ausgedrückt in Prozent

$p_d$ : Sättigungsdampfdruck bei Umgebungstemperatur, ausgedrückt in kPa

$p_B$ : Luftdruck im Prüfraum, ausgedrückt in kPa

### 1.5 Bestimmung der mittleren HC-Konzentrationen bei Selbstzündungsmotoren

Zur Bestimmung der Masse der HC-Emissionen für Dieselmotoren wird die mittlere HC-Konzentration mit Hilfe folgender Formel berechnet:

$$c_e = \frac{\int_{t_1}^{t_2} c_{\text{HC}} \cdot dt}{t_2 - t_1}$$

dabei bedeuten:

$\int_{t_1}^{t_2} c_{\text{HC}} \cdot dt$  : Integral der vom beheizten HFID-Analysator während der Prüfzeit ( $t_2 - t_1$ ) aufgezeichneten Werte

:

$c_e$  : HC-Konzentration, gemessen in den verdünnten Abgasen in vol-ppm

$c_e$  : ersetzt direkt  $c_{\text{HC}}$  in allen entsprechenden Gleichungen

## 2. Berechnung der Verdampfungsemissionen

Mit der nachfolgenden Gleichung werden die emittierten Kohlenwasserstoffmengen berechnet, die mit den in den Ziff. 6.2.2 und 6.2.4 dieses Anhangs beschriebenen Prüfungen der Tankatmungsverluste und Verdampfungsemissionen beim Heissabstellen ermittelt wurden:

$$m_{\text{HC}} = k \cdot V \cdot 10^{-4} \left( \frac{c_{\text{HCf}} \cdot P_f}{T_f} - \frac{c_{\text{HCi}} \cdot P_i}{T_i} \right)$$

dabei bedeuten:

$m_{\text{HC}}$  : zeitliche Änderung der Kohlenwasserstoffmenge in der Prüfkammer in g

$c_{\text{HC}}$  : gemessene Kohlenwasserstoffkonzentration in der Prüfkammer in vol-ppm  $C_1$ -Äquivalente

$V$  : Kammervolumen abzüglich des Fahrzeugvolumens (geöffnete Fenster, geöffneter Kofferraum); wurde das Fahrzeugvolumen nicht bestimmt, ist ein Volumen von  $1.42 \text{ m}^3$  zu verwenden

k : 1.2 (12 + H/C)

H/C-Verhältnis der Kohlenwasserstoffe für Tankatmungsverluste = 2.33

H/C-Verhältnis der Kohlenwasserstoffe für Heissabstellphase = 2.20

i : Eingangswert

f : Endwert

p : Druck in kPa

T : Temperatur in der Kammer in K

Die gesamten Verdampfungsemissionen in g/Test ergeben sich durch Addition der

- Tankatmungsverluste
- Emissionen während des Heissabstellens
- Emissionen während des Fahrzeugbetriebes (sofern gemessen).

## Anhang 2

### Prüfmethode zur Bestimmung der Kohlenmonoxid- und Kohlenwasserstoff-Konzentrationen im Leerlauf (Leerlaufstest)

#### 1. Einleitung

Dieser Anhang beschreibt das Verfahren für die Prüfung des Kohlenmonoxid- und Kohlenwasserstoffgehalts im Abgas bei Leerlaufdrehzahl bei Fahrzeugen mit Fremdzündungsmotoren nach Ziff. 6.4 dieser Verordnung. Die gemessenen Gehalte an Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffen werden mit einem durch gleichzeitige Messung des Kohlendioxidgehaltes bestimmten Verdünnungsfaktor korrigiert (Ziff. 6 dieses Anhanges).

#### 2. Prüffahrzeug und Treibstoff

##### 2.1 *Einstellung des Leerlaufs*

Die Einstellung des Leerlaufs muss Ziff. 5.4.1 dieser Verordnung entsprechen. Die Verstellrichtungen für das Leerlaufgemisch dürfen nur mit nichthandelsüblichen Spezialwerkzeugen zugänglich oder müssen plombiert sein (vgl. Ziff. 9.4 dieser Verordnung). Die Leerlaufdrehzahl-Einstellorgane können frei zugänglich sein.

##### 2.2 *Treibstoff*

Als Treibstoff ist der im Anhang 5 dieser Verordnung definierte Referenz-Treibstoff zu verwenden.

#### 3. Messgeräte

##### 3.1 *Analysengeräte*

Die Analyse der Schadstoffe hat mit nicht-dispersiven Infrarot-Absorptionsgeräten (NDIR) für

- Kohlenmonoxid (CO)
- Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)
- Kohlenwasserstoffe (HC), ausgedrückt als Hexan-Äquivalent ( C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> ) zu erfolgen.

Die Analysatoren haben einen Messbereich aufzuweisen, der für die Messung im Bereich der Grenzwerte ausreichend ist.

Die Messfehler dürfen nicht mehr als  $\pm 3\%$  der Anzeige betragen, wobei der tatsächliche Wert der Kalibriergase unberücksichtigt bleibt. Die Anzeige hat für CO und CO<sub>2</sub> in der Einheit "vol-%", für HC in der Einheit "vol-ppm" zu erfolgen.

### 3.1.1 Kalibrierung

Die Analysatoren sind so oft als notwendig zu kalibrieren. Im Anhang 1 Anlage 4 dieser Verordnung wird das Kalibrierverfahren beschrieben.

### 3.1.2 Gase

Für die Einstellung des Nullpunktes der Analysatoren kann verwendet werden:

- Umgebungsluft, sofern sie nicht mehr als 800 ppm CO<sub>2</sub>, 20 ppm CO und 3 ppm HC (als C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>-Äquivalente) enthält,

oder

- gereinigter Stickstoff N<sub>2</sub>, wie auch für die Gasgemische verwendet (Reinheit ( 1 ppm C, ( 1 ppm CO, ( 400 ppm CO<sub>2</sub>, ( 1 ppm NO)

Für die Einstellung des Kalibrierpunktes sind die folgenden Kalibriergasgemische zu verwenden:

- CO und gereinigter Stickstoff

- CO<sub>2</sub> und gereinigter Stickstoff

- C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> und gereinigter Stickstoff *oder* C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> und gereinigter Stickstoff, sofern für den entsprechenden Kohlenwasserstoffanalysator der Propan/Hexan-Umwandlungsfaktor bekannt ist.

Gasgemische, die alle drei Kalibrierkomponenten enthalten, können ebenfalls verwendet werden.

Die tatsächliche Konzentration der Kalibriergase muss auf  $\pm 2\%$  genau mit dem Nennwert übereinstimmen.

Die Analysendaten der Gasgemische sind in Volumeneinheiten (vol-%, vol-ppm) anzugeben.

### 3.2 Drehzahlmessgerät

Für die Messung der Motordrehzahl im Leerlauf ist ein Messgerät mit einer Genauigkeit von  $\pm 2\%$  der Anzeige zu verwenden. Bei digital anzeigenden Geräten kann die letzte Ziffer eine Null sein (z.B. 740 min<sup>-1</sup>).

## 4. Durchführung der Prüfung

4.1 Die Messung ist sofort anschliessend an den Stadt-Fahrzyklus (nur Phase 1 und 2) der Vorbereitungsfahrt (Anhang 1 Ziff. 5.4.1 Bst. b dieser Ver-



ordnung) durchzuführen. Wiederholungsmessungen können nach einem erneuten Konditionieren des Fahrzeuges vorgenommen werden. Dieses Konditionieren besteht jeweils aus einer 60 Sekunden dauernden Fahrt mit einer Geschwindigkeit von 50 km/h. Die Messungen können auch unabhängig von den in Anhang 1 dieser Verordnung aufgeführten Prüfungen vorgenommen werden. In diesem Fall hat das Konditionieren des vorher warmgefahrenen Fahrzeuges zu erfolgen, indem dieses die ersten 505 Sekunden des Stadt-Fahrzyklus nach Anhang 1 Anlage 1 dieser Verordnung zurücklegt.

- 4.2 Für die Messungen dürfen keine Eingriffe bei den die Abgasemission beeinflussenden Bauteilen vorgenommen werden (z.B. Ausserbetriebsetzung Luftpumpe, Kurbelgehäuseentlüftung usw.). Bei temperaturgesteuerten, zuschaltbaren Lüftern für die Motorkühlung ist die Messung dann vorzunehmen, wenn der Lüfter abgeschaltet ist, ausser wenn der Hersteller die Messung mit zugeschaltetem Lüfter ausdrücklich verlangt (Angaben im Abgas-Wartungsdokument nach Art. 83a Abs. 3 BAV).
- 4.3 Bei Fahrzeugen mit Handschaltgetriebe oder mit halbautomatischem Getriebe ist bei leerlaufendem Getriebe und eingekuppeltem Motor zu prüfen.
- 4.4 Bei Fahrzeugen mit automatischem Getriebe ist bei der Stellung "Neutral" oder "Parken" des Gangwählers zu prüfen.

## 5. Gasentnahme und Analyse

- 5.1 Die Sonde für die Gasentnahme muss zur Vermeidung einer Verdünnung mindestens 60 cm in das Auspuffrohr oder in eine dicht angeschlossene Verlängerung eingeführt werden. Sind mehrere Auspuffenden vorhanden, so sind entweder die Ausgänge zu einem gemeinsamen Rohr zusammenzuschliessen oder die Messung in jedem von ihnen auszuführen.

Ist das Fahrzeug an einem CVS-Sammelsystem angeschlossen, so ist die Sonde in das Verbindungsrohr so nahe am Auspuff wie möglich einzuführen, um eine Verdünnung zu vermeiden.

- 5.2 Vor der Probenahme wird der Nullpunkt der Analysatoren mit Umgebungsluft oder Stickstoff eingestellt. Dann wird der Kalibrierpunkt mit den in Ziff. 3.1.2 dieses Anhangs definierten Gasgemischen eingestellt, deren Nennkonzentration zwischen 70 und 100 % des Skalenendwertes liegen. Anschliessend wird zur Kontrolle der Nullpunkt erneut überprüft.
- 5.3 Die Ablesung der Motordrehzahl und der Analysenwerte hat dann zu erfolgen, wenn die Anzeigen konstant sind. Dabei sind die Mittelwerte über eine Messzeit von mindestens 20 Sekunden zu ermitteln.

## 6. Korrektur der Messwerte

6.1 Bestimmung des Verdünnungsfaktors  $f_D$ :

$$f_D = \frac{15}{\text{CO} + \text{CO}_2}$$

(Messwerte CO und CO<sub>2</sub> in vol-%)

6.2 Korrigierte Messwerte:

$\text{CO}_{\text{korr}} = f_D \cdot \text{CO-Messwert (vol-\%)}$

$\text{HC}_{\text{korr}} = f_D \cdot \text{HC-Messwert (ppm)}$

Eine Korrektur der gemessenen Werte entfällt, wenn die Summe von CO und CO<sub>2</sub> mindestens 15 beträgt.

Die korrigierten Messwerte für CO und HC sind auf zwei signifikante Ziffern zu runden (ISO 31/0 Anhang B2 Regel B). Die Leerlaufdrehzahl ist als ganze Zahl in  $\text{min}^{-1}$  anzugeben, wobei die letzte Ziffer eine Null sein muss.

## Anhang 3

### Prüfmethode zur Bestimmung der Emissionen aus dem Kurbelgehäuse (Kurbelgehäusetest)

#### 1. Einleitung

Dieser Anhang beschreibt das Verfahren für die Prüfung der Emissionen aus dem Kurbelgehäuse nach Ziff. 6.5 dieser Verordnung.

#### 2. Prüfbedingungen

2.1 Die Einstellung des Motors muss Ziff. 5.4.1 dieser Verordnung entsprechen.

2.2 Zu messen ist unter folgenden drei Betriebsbedingungen für den Motor:

Bedingung Nr.	Fahrzeuggeschwindigkeit km/h	Bremseinstellung am Fahrleistungsprüfstand Gesamtbremskraft (Fa) in N
1	Leerlauf	-
2	50 ± 2	150
3	50 ± 2	250

2.3 Während der Betriebsbedingung Nr. 1 richtet sich die Ganghebelstellung nach Ziff. 4.3 und 4.4 des Anhanges 2 dieser Verordnung. Für die Betriebsbedingungen Nr. 2 und 3 muss bei Fahrzeugen mit Handschaltgetriebe oder halbautomatischem Getriebe derjenige Gang verwendet werden, der im Stadt-Fahrzyklus nach Anhang 1 Anlage 1 dieser Verordnung beim Punkt 110 Sekunden eingelegt ist. Bei Fahrzeugen mit automatischem Getriebe muss sich dabei der Gangwähler in der Stellung "Drive" befinden.

#### 3. Prüfmethode

3.1 Unter den Betriebsbedingungen nach Ziff. 2.2 dieses Anhanges wird das zuverlässige Funktionieren des Kurbelgehäuse-Entlüftungssystems überprüft.

#### 4. Methode zur Überprüfung des Kurbelgehäuse-Entlüftungssystems

- 4.1 Die Öffnungen am Motor sind so zu belassen, wie vorgefunden.
- 4.2 Der Druck am Kurbelgehäuse muss an geeigneter Stelle gemessen werden (z.B. mit einem Schrägrohr-Manometer an der Öffnung des Ölmesstabes).
- 4.3 Das Fahrzeug entspricht den Vorschriften, falls der Druck im Kurbelgehäuse - gemessen unter den Betriebsbedingungen nach Ziff. 2.2 dieses Anhangs - nicht höher ist als der Umgebungs-Luftdruck zum Zeitpunkt des Messvorgangs.
- 4.4 Die am Fahrleistungsprüfstand angezeigte Fahrzeuggeschwindigkeit ist auf  $\pm 2$  km/h genau zu messen.
- 4.5 Der Druck im Kurbelgehäuse ist auf  $\pm 0.01$  kPa genau zu messen.
- 4.6 Falls bei einer Betriebsbedingung nach Ziff. 2.2 dieses Anhangs der festgestellte Druck im Kurbelgehäuse höher liegt als der Umgebungs-Luftdruck, muss eine ergänzende Prüfung nach folgender Ziff. 5 durchgeführt werden.

#### 5. Ergänzende Prüfmethode

- 5.1 Die Öffnungen am Motor sind so zu belassen, wie vorgefunden.
- 5.2 An einer Öffnung gemäss Ziff. 4.2 dieser Anlage ist ein für die Kurbelgehäusegase undurchlässiger, weicher Beutel mit einem Fassungsvermögen von etwa fünf Litern anzubringen. Dieser Beutel muss vor jeder Messung leer sein.
- 5.3 Der Beutel ist vor jeder Messung zu verschliessen. Bei jeder der in Ziff. 2.2 dieses Anhangs festgelegten Betriebsbedingungen ist er für die Dauer von fünf Minuten mit dem Kurbelgehäuse zu verbinden.
- 5.4 Das Fahrzeug entspricht den Vorschriften, wenn bei keiner der in Ziff. 2.2 dieses Anhangs festgelegten Betriebsbedingungen eine sichtbare Füllung des Beutels eintritt.

#### 5.5 Hinweis

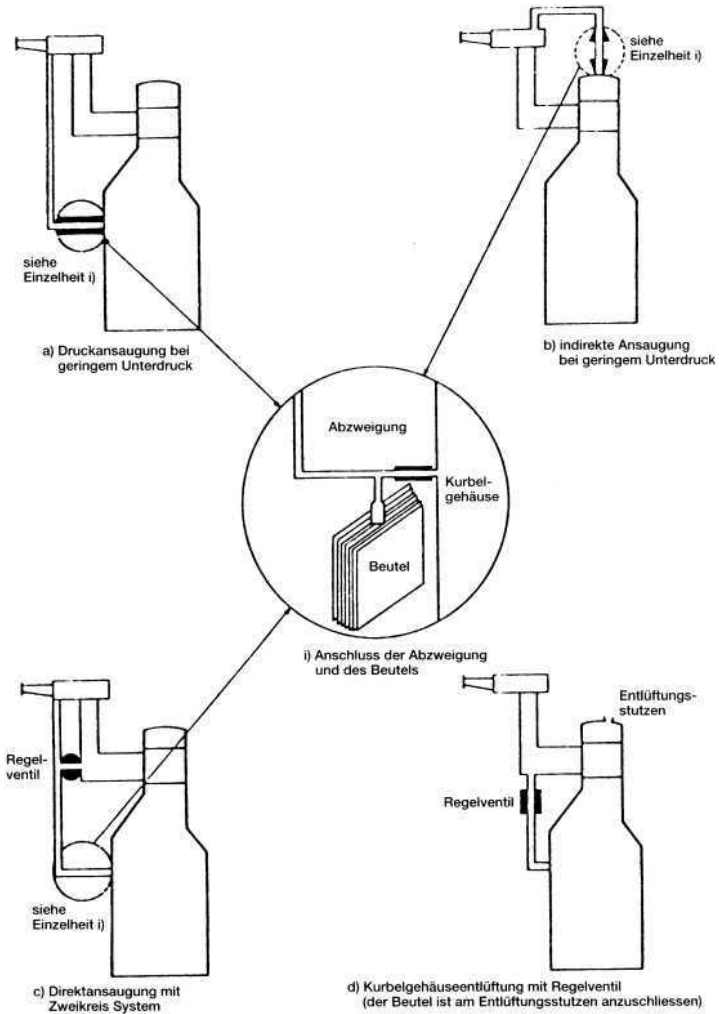
Ist der Motor so konstruiert, dass die Prüfungen nach den Ziff. 5.2 - 5.4 dieses Anhangs nicht möglich sind, so sind die Messungen mit folgenden Änderungen durchzuführen:

Vor der Prüfung sind alle Öffnungen zu verschliessen, die nicht der Rückführung der Gase dienen.

Der Beutel ist an eine geeignete Abzweigung, die keinen zusätzlichen Druckverlust hervorrufen darf, an der Rückführung des Kurbelgehäuse-Entlüftungssystems, unmittelbar am Anschluss der Rückführung zum Motor, anzuschliessen.

Die folgende Abbildung illustriert die ergänzende Prüfmethode.

*Kurbelgehäuse-Test - ergänzende Prüfmethode*



## Anhang 4<sup>10</sup>

### Methode zur Bestimmung der Verschlechterungsfaktoren (Dauerhaftigkeitstest)

#### 1. Einleitung

Dieser Anhang beschreibt das Verfahren zur Bestimmung der Verschlechterungsfaktoren nach den Ziff. 3.1 und 8.1 dieser Verordnung.

#### 2. Verschlechterungsfaktoren

- 2.1 Die Verschlechterungsfaktoren eines bestimmten abgastechnischen Fahrzeugtyps bzw. Verdampfungs-Kontrollsystems entsprechen in bezug auf die Emission gasförmiger Schadstoffe bzw. Verdampfungsemission dem Quotienten - berechnet nach den Bestimmungen von Ziff. 7.1 und 7.2 dieses Anhangs - zwischen den Abgas- und Verdampfungsemissionen nach 80 000 km, die das Fahrzeug nach einem speziellen Fahrprogramm im Dauerhaftigkeitstest zurückgelegt hat, und nach 6 400 km.
- 2.2 Die anlässlich dem Dauerhaftigkeitstest ermittelten Verschlechterungsfaktoren müssen für jeden Schadstoff einzeln bestimmt werden, und zwar für Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid, Stickoxide und die Partikel.

#### 3. Prüffahrzeuge

- 3.1 Der Fahrzeughersteller hat ein repräsentatives Prüffahrzeug aus jeder Motorfamilie für den Dauerhaftigkeitstest auszuwählen. Dieses ist von der Typenprüfstelle zu genehmigen. Wenn sie findet, dass ein einziges Prüffahrzeug nicht für alle abgastechnischen Fahrzeugtypen einer Motorfamilie repräsentativ ist, bestimmt sie ein zweites Prüffahrzeug. Jedes Prüffahrzeug, das für die Versuchsreihe einer Motorfamilie ausgewählt wurde, muss gemäss dem Programm in Ziff. 5 dieses Anhangs 80 000 km zurücklegen.
- 3.2 Bevor der Fahrzeughersteller mit den Dauerhaftigkeitstests beginnen kann, muss die Typenprüfstelle der Wahl der Prüffahrzeuge zustimmen. Der Antrag für die Prüfungen ist der Typenprüfstelle mindestens fünf Monate vor dem Gesuch um eine Abgas-Typengenehmigung der betreffenden Motorfamilie zu unterbreiten. Gemeinsam mit dem Antrag müssen die Einzelheiten entsprechend den Formularen der Typenprüfstelle eingereicht werden.

- 3.3 Die Ausrüstung des Prüffahrzeugs hat während der ganzen Prüfung mit den Angaben im Antrag übereinzustimmen.

#### 4. Treib- und Schmierstoffe

Während des Fahrbetriebs muss handelsüblicher Treibstoff verwendet werden; seine Spezifikation muss typisch für den in der Schweiz erhältlichen Treibstoff (Benzin mit einem Bleigehalt zwischen 5 und 13 mg, Diesel) sein. Die Spezifikation ist anzugeben. Dem Treibstoff dürfen keine Zusätze beigegeben werden. Während den Abgasmessungen muss der verwendete Treibstoff den Bestimmungen des Anhangs 5 entsprechen.

Für den Betrieb des Fahrzeugs muss dauernd handelsübliches Öl verwendet werden.

#### 5. Fahrbetrieb und Prüfungen

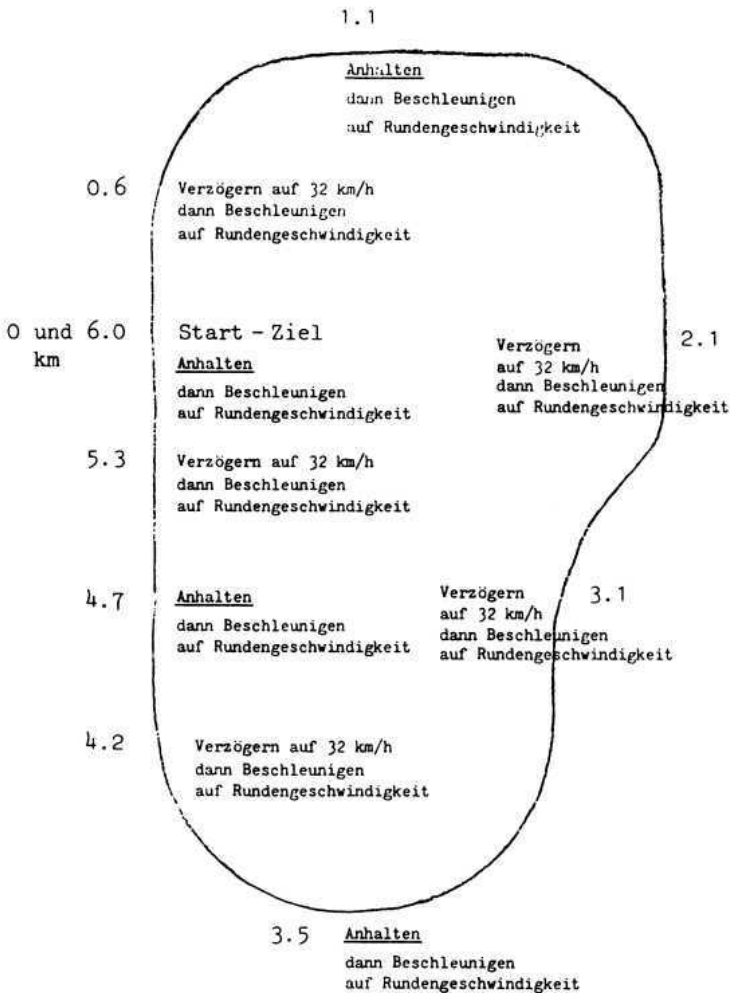
- 5.1 Der Fahrbetrieb ist auf einer von der Typenprüfstelle genehmigten Rundstrecke oder auf einem im Freien liegenden Fahrleistungsprüfstand, der nach den Erfordernissen für die Abgasprüfungen eingestellt ist, durchzuführen. Das Fahren mit Beschleunigungen, Verzögerungen und Anhalten ist in Übereinstimmung mit dem Fahrprogramm in Abbildung 1 durchzuführen.

Während der ersten neun Runden (bzw. Zyklen) muss in jeder Runde viermal angehalten werden, mit einem Leerlaufbetrieb von jeweils 15 Sekunden. Es ist normal zu beschleunigen und zu verzögern. Zudem ist in jeder Runde fünfmal zu verzögern - von der Rundengeschwindigkeit auf 32 km/h - und wieder leicht zu beschleunigen bis auf die Rundengeschwindigkeit. Die 10. Runde wird mit einer konstanten Geschwindigkeit von 89 km/h gefahren. Die 11. Runde beginnt mit einer Beschleunigung mit Vollgas aus dem Stillstand auf 113 km/h. Auf halber Strecke erfolgt eine Normalbremsung bis zum Stillstand mit einer anschliessenden Leerlaufphase von 15 Sekunden, gefolgt von einer zweiten Beschleunigung mit Vollgas.

- 5.2 Im Neuzustand und nach jeweils  $10\,000 \pm 400$  km sind während des Dauerhaftigkeitstests Abgas- und Verdampfungsprüfungen gemäss Anhang 1 durchzuführen (Abgasprüfungen nur nach dem Stadt-Fahrzyklustest).

#### 5.3 Aufgehoben

*Abbildung 1: Programm für den Fahrbetrieb*



Das Programm besteht grundsätzlich aus 11 Runden à 6 km; die maximale Rundengeschwindigkeit für jede Runde ist in folgender Tabelle angegeben.

Runde	max. Geschwindigkeit in km/h	Runde	max. Geschwindigkeit in km/h
1	64	7	56
2	48	8	72



3	64	9	56
4	64	10	89
5	56	11	113
6	48		

- 5.4 Wenn der Fahrzeughersteller einmal mit einem bestimmten Prüffahrzeug den Dauerhaftigkeitstest begonnen hat, so muss er diesen in der Regel bis zu einem Kilometerstand von 80 000 km fortführen.
- 5.5 Die Typenprüfstelle kann zu jedem Zeitpunkt des Prüfprogramms die Prüffahrzeuge und die Abgasprüfstellen inspizieren und den Prüfungen beiwohnen; sie kann dabei die Prüfunterlagen und die Fahrprotokolle kopieren.

## 6. Wartung der Prüffahrzeuge

- 6.1 Die Wartung der emissionsrelevanten und emissionsmindernden Bauteile während des Dauerhaftigkeitstests müssen mit den Empfehlungen des Fahrzeugherstellers übereinstimmen. Die Wartungsarbeiten dürfen jedoch den vom Fahrzeughersteller in der Unterhaltsanleitung aufgeführten Umfang nicht überschreiten und nicht in kürzeren Intervallen durchgeführt werden.
- 6.2 Jede während des Dauerhaftigkeitstests durchgeführte ausserplanmässige Wartung ist der Typenprüfstelle sofort mitzuteilen. Diese entscheidet innerhalb von sieben Tagen, ob der Test fortgeführt werden darf.
- 6.3 In den vom Fahrzeughersteller vorgeschriebenen Zeitabständen ist das Wechseln von Motor- und Getriebeöl sowie der Öl-, Treibstoff- und Luftfilter zulässig.

## 7. Berechnungen

- 7.1 Verschlechterungsfaktoren für den Stadt-Fahrzyklustest
- 7.1.1 Nach Beendigung des Dauerhaftigkeitstests sind alle Ergebnisse der Abgasmessungen nach dem Stadt-Fahrzyklustest zusammenzustellen.
- 7.1.2 Mit Hilfe der Methode der kleinsten Fehlerquadrate wird für jeden Schadstoff getrennt die Regressionsgerade berechnet; diese Funktion dient zur Berechnung der Emissionswerte bei 80 000 km und 6 400 km. Der Quotient der Emission bei 80 000 km und 6 400 km ist der Verschlechterungsfaktor. Liegt der Quotient unter 1.00, so wird der Verschlechterungsfaktor mit 1.00 festgesetzt. Der Verschlechterungsfaktor ist auf drei signifikante Ziffern zu runden (ISO 31/0 Anhang B2 Regel B).

## 7.2 Verschlechterungsfaktor für den Verdampfungstest

7.2.1 Nach Beendigung des Dauerhaftigkeitstests sind alle Ergebnisse der Verdampfungsmessungen zusammenzustellen. Mit Hilfe der Methode der kleinsten Fehlerquadrate wird die Regressionsgerade berechnet; diese Funktion dient zur Berechnung der Emissionswerte bei 80 000 km und 6 400 km.

7.2.2 Der Verschlechterungsfaktor für die Verdampfungsemissionen berechnet sich durch Subtraktion der Verdampfungsemissionen bei 6 400 km von denen bei 80 000 km. Ist die Differenz kleiner als 0.00 (d.h. negativ), so wird der Verschlechterungsfaktor mit 0.00 festgesetzt. Der Verschlechterungsfaktor ist auf drei signifikante Ziffern zu runden (ISO 31/0 Anhang B2 Regel B).

## 8. Schlussbericht

Die nach obigen Angaben erhaltenen Resultate sind der Typenprüfstelle mit der Versicherung einzureichen, dass die Prüfungen unter Einhaltung dieser Vorschriften vorgenommen und dass nur ausdrücklich erlaubte Unterhalts- und Wartungsarbeiten vorgenommen worden sind.

## Anhang 5

## Technische Beschreibung der Referenztreibstoffe

1. Referenz-Treibstoff für die Prüfung der Fahrzeuge mit Fremdzündungs-  
motoren

Referenz-Treibstoff CEC RF-08-A-85

Typ: unverbleites Referenzbenzin

	Grenzwerte und Einheiten		ASTM- Verfahren
	min.	max.	
ROZ	95.0		D 2699
MOZ	85.0		D 2700
Dichte bei 15°C	0.748	0.762	D 1298
Dampfdruck (nach Reid)	0.56 bar	0.64 bar	D 323
Siedeverlauf			
- Siedebeginn	24°C	40°C	D 86
- 10 Volumenprozent-Destillat	42°C	58°C	D 86
- 50 Volumenprozent-Destillat	90°C	110°C	D 86
- 90 Volumenprozent-Destillat	155°C	180°C	D 86
- Siedende	190°C	215°C	D 86
Rückstand		2 %	D 86
Analyse der Kohlenwasserstoffe			
- Alkene		20 vol-%	D 1319
- Aromaten	(einschliesslich 5 vol-% max. Benzol*)	45 vol-%	D 1319 *D 3606/ D 2267
- Alkane		Rest	D 1319
Verhältnis Kohlenstoff/ Wasserstoff		Verhältnis angeben	

Oxidationsbeständigkeit	480 Min.	D 525
Abdampfdruckstand	4 mg/100 ml	D 381
Schwefelgehalt	0.04 Masse %	D 1266/ D 2622/ D 2785
	Grenzwerte und Einheiten min. max.	ASTM- Verfahren
Kupferkorrosion bei 50°C	1	D 130
Bleigehalt	0.005 g/l	D 3237
Phosphorgehalt	0.0013 g/l	D 3231

Zusatz von sauerstoffhaltigen Komponenten verboten

## 2. Referenz-Treibstoff für die Prüfung der Fahrzeuge mit Selbstzündungsmotoren

Referenz-Treibstoff CEC RF-03-A-80

Typ: Dieseltreibstoff

	Grenzwerte und Einheiten		ASTM- Verfahren
	min.	max.	
Dichte bei 15°C	0.835	0.845	1298
Cetane-Zahl	51	57	976
Siedeverlauf			
50 vol-%	245°C		
90 vol-%	320°C	340°C	
Siedeende		370°C	
Viskosität bei 40°C	2.5 cSt (mm <sup>2</sup> /s)	3.5	445
Schwefelgehalt	0.20 % Masse	0.50	1266, 2622 oder 2785
Flammpunkt	55°C		93
Kaltfilterverschlusspunkt		-3°C	CEN Entwurf EN116 oder IP309

Conradson Kohlenstoffanteil für 10 % Rückstand	0.20 % Masse	189
Aschegehalt	0.01 % Masse	482
Wassergehalt	0.05 % Masse	95 oder 1744
Kupferlamellenkorrosion bei 100°C	1	130
Neutralisation (Säurezahl)	0.20 mg KOH/g	974

## Inhaltsverzeichnis

### *Verordnung* Seite

1. Geltungsbereich 1
2. Definitionen 2
3. Allgemeine Vorschriften 5
4. Antrag für eine Abgas-Typengenehmigung 6
5. Prüffahrzeuge 9
6. Emissionsprüfungen 12
7. Emissionsgrenzwerte 14
8. Vergleich der Prüfergebnisse mit den Emissionsgrenzwerten 16
9. Weitere Vorschriften 17
10. Abgas-Typengenehmigung 19
11. Übertragung der Abgas-Typengenehmigung 21
12. Änderung von genehmigten Fahrzeugen 21
13. Erweiterung der Abgas-Typengenehmigung 22
14. Übereinstimmung der Herstellung (Produktionsüberprüfung) 23
15. Schlussbestimmungen 29

### *Anhänge*

- Anhang 1: Prüfmethode zur Bestimmung der Emission luftverunreinigender Gase und Partikel (Fahrzyklus- und Verdampfungstests) mit sechs Anlagen 31

- 
- Anhang 2: Prüfmethode zur Bestimmung der Kohlenmonoxid- und Kohlenwasserstoff-Konzentrationen im Leerlauf (Leerlauf-test) 126
- Anhang 3: Prüfmethode zur Bestimmung der Emissionen aus dem Kurbelgehäuse (Kurbelgehäusetest) 130
- Anhang 4: Methode zur Bestimmung der Verschlechterungsfaktoren (Dauerhaftigkeitstest) 134
- Anhang 5: Technische Beschreibung der Referenz-Treibstoffe 140

- 
- 1 LR 741.01
- 
- 2 Ziff. 1.1 abgeändert durch [LGBL. 1996 Nr. 144.](#)
- 
- 3 Ziff. 4.3.1 Bst. n abgeändert durch [LGBL. 1994 Nr. 50](#)
- 
- 4 Ziff. 7.1.2 abgeändert durch [LGBL. 1990 Nr. 55.](#)
- 
- 5 Ziff. 15.1.4 abgeändert durch [LGBL. 1990 Nr. 55.](#)
- 
- 6 Anhang 1 abgeändert durch [LGBL. 1992 Nr. 78.](#)
- 
- 7 Nicht anwendbar für geländegängige Fahrzeuge
- 
- 8 Der Fahrwiderstand ( $Fr$ ) kann mit der Formel  $Fr(N) = f_0 + f_1 v^2$  ( $v$  in km/h) errechnet werden.
- 
- 9 Der Fahrwiderstand ( $Fr$ ) kann mit der Formel  $Fr(N) = f_0 + f_1 v^2$  ( $v$  in km/h) errechnet werden.
- 
- 10 Anhang 4 abgeändert durch [LGBL. 1992 Nr. 78.](#)