



KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN

Brüssel, den 5.9.2003  
KOM(2003) 522 endgültig

2003/0205 (COD)

Vorschlag für eine

**RICHTLINIE DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES**

**zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Selbstzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen und die Emission gasförmiger Schadstoffe aus mit Flüssiggas oder Erdgas betriebenen Fremdzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen**

(Neufassung)

(von der Kommission vorgelegt)

## BEGRÜNDUNG

### 1. ZIEL DES VORSCHLAGS

Wie in Artikel 4 bis 7 der Richtlinie 88/77/EWG des Rates<sup>1</sup>, in der Fassung der Richtlinie 1999/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates<sup>2</sup>, gefordert, sollen mit dem Vorschlag die Emissionen neuer Motoren zum Einsatz in schweren Nutzfahrzeugen weiter gesenkt werden. Das geschieht durch:

- neue technische Anforderungen und Verfahren zum Nachweis ausreichender Leistungsfähigkeit der emissionsmindernden Einrichtungen von Motoren für schwere Nutzfahrzeuge während einer bestimmten Einsatzdauer;
- neue technische Anforderungen und Verfahren zur Überprüfung der Übereinstimmung der emissionsmindernden Einrichtungen von in Betrieb befindlichen Motoren für schwere Nutzfahrzeuge während einer bestimmten, nach Art des Fahrzeug festgelegten Einsatzdauer;
- neue technische Anforderungen an On-Board-Diagnosesysteme (OBD-Systeme) für neue Motoren für schwere Nutzfahrzeuge.

Solche Anforderungen finden sich bisher in der Richtlinie 88/77/EWG des Rates, zuletzt geändert durch die Richtlinie 2001/27/EG der Kommission<sup>3</sup>.

In der Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen mit dem Titel "Aktualisierung und Vereinfachung des Acquis communautaire"<sup>4</sup> ist das Typgenehmigungssystem für Kraftfahrzeuge als ein prioritärer Bereich für die Vereinfachung gemeinschaftlicher Rechtsvorschriften genannt. Die Aktualisierung der Richtlinie 88/77/EWG ist ein gesonderter Punkt im Arbeitsprogramm der Kommission.

Die Richtlinie 88/77/EWG ist viermal geändert worden. Mit der Richtlinie 91/542/EWG des Rates vom 1. Oktober 1991<sup>5</sup> und der Richtlinie 1999/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates<sup>6</sup> wurden Bestimmungen eingeführt, die zwar autonom, aber mit den Regelungen der Richtlinie 88/77/EWG eng verknüpft sind.

Es erscheint daher angebracht, bei dieser Änderung die Leserfreundlichkeit der Richtlinie 88/77/EWG durch eine Neufassung zu erhöhen, zumal neue Mitgliedstaaten der Europäischen Gemeinschaft beitreten werden und in Genf ein wichtiges

---

<sup>1</sup> ABl. L 36 vom 9.2.1988, S. 33.

<sup>2</sup> ABl. L 44 vom 16.2.2000, S. 1.

<sup>3</sup> ABl. L 107 vom 18.4.2001, S. 10.

<sup>4</sup> KOM(2003) 71 endgültig vom 11.2.2003.

<sup>5</sup> ABl. L 295 vom 25.10.1991, S. 1.

<sup>6</sup> ABl. L 44 vom 16.2.2000, S. 1.

weltweites Übereinkommen<sup>7</sup> über die Festlegung internationaler technischer Regelungen geschlossen wurde.

Die Richtlinie 88/77/EWG wird daher durch diese Richtlinie aufgehoben.

Dementsprechend werden die Anhänge der Richtlinie 88/77/EWG und die zur Einführung neuer technischer Anforderungen erforderlichen Änderungen neugefasst und zwar gemäß der interinstitutionellen Vereinbarung vom 28. November 2001 zwischen dem Europäischen Parlament, dem Rat und der Kommission über die systematischere Neufassung von Rechtsakten<sup>8</sup>.

## **2. NEUES REGELUNGSKONZEPT**

### **2.1. Das Zwei-Ebenen-Konzept**

Auf der Grundlage von Artikel 251 EG-Vertrag erlassene Richtlinien, die die Bauart und die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen regeln, enthielten bisher nicht nur grundlegende Anforderungen, sondern auch sehr ausführliche technische Spezifikationen. Infolgedessen mussten sich das Europäische Parlament und der Rat mit umfangreicheren und technisch anspruchsvolleren Rechtsaktsentwürfen befassen, als das bei Weglassung der technischen Einzelheiten der Fall gewesen wäre.

Dieser Vorschlag ist anders aufgebaut als die bisherigen Richtlinien für die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen. Er spiegelt das Bestreben wider, den Entscheidungsprozess effizienter zu gestalten und die Rechtsvorschriften zu vereinfachen, so dass das Europäische Parlament und der Rat sich auf die politischen Ziele und Inhalte konzentrieren können, während die Kommission die technischen Vorschriften erlässt, die diese Ziele und Inhalte ausfüllen.

Der Vorschlag folgt deshalb einem Konzept, bei dem zwei Rechtsakte auf verschiedenen Ebenen, aber gleichzeitig erlassen werden:

- eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates, die auf der Grundlage von Artikel 251 EG-Vertrag nach dem Mitentscheidungsverfahren erlassen wird und in der die grundlegenden Anforderungen festgelegt sind (im Folgenden als "politische Richtlinie" bezeichnet),
- eine Richtlinie, die die Kommission, unterstützt von einem Regelungsausschuss, erlässt und in der die technischen Spezifikationen festgelegt sind, die die grundlegenden Anforderungen ausfüllen (im Folgenden als "technische Richtlinie" bezeichnet).

Artikel 13 der Typgenehmigungs-Rahmenrichtlinie 70/156/EWG<sup>9</sup>, in der Fassung der Richtlinie 92/53/EWG<sup>10</sup>, regelt die der Kommission übertragenen Durchführungsbefugnisse zur Anpassung von Richtlinien im Bereich der Typgenehmigung

---

<sup>7</sup> Übereinkommen über die Festlegung globaler technischer Regelungen für Radfahrzeuge, Ausrüstungsgegenstände und Teile, die in Radfahrzeuge(n) eingebaut und/oder verwendet werden können, vom 25.6.1998.

<sup>8</sup> ABl. L 77 vom 28.3.2002, S. 1.

<sup>9</sup> ABl. L 42 vom 23.2.1970, S. 1.

<sup>10</sup> ABl. L 225 vom 10.8.1992, S. 1.

von Kraftfahrzeugen an den technischen Fortschritt. Der vorliegende Vorschlag bezieht sich in Artikel 6 auf das in Artikel 13 der Rahmenrichtlinie vorgesehene Verfahren für den Erlass von Durchführungsmaßnahmen und die Anpassung bestehender Regeln an den technischen Fortschritt durch die Kommission.

Es sei daher darauf hingewiesen, dass bei diesem Vorschlag und allen künftigen Vorschlägen alle Bestimmungen, die nach Auffassung der Kommission unmittelbar die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Motoren beeinflussen, Eingang finden in einen den Mitgesetzgebern vorzulegenden politischen Vorschlag.

### 3. HINTERGRUND

Die Richtlinie 1999/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates legt für neue Motoren zur Verwendung in schweren Nutzfahrzeugen Emissionsgrenzwerte in drei Stufen sowie neue Verfahren zur Emissionsmessung fest. Die Emissionen von Kohlenmonoxid (CO), von Kohlenwasserstoffen insgesamt (THC), von Stickstoffoxiden (NOx) und von Partikeln (PT) sowie die Rauchtrübung sind im europäischen stationären Fahrzyklus (ESC), im europäischen lastabhängigen Fahrzyklus (ELR) und im europäischen instationären Fahrzyklus (ETC) zu messen. Im ETC-Zyklus werden die Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (NMHC) gemessen (der NMHC-Grenzwert kann jedoch durch den Grenzwert für die gesamten Kohlenwasserstoffe ersetzt werden). Bei Gasmotoren wird zusätzlich Methan (CH<sub>4</sub>) gemessen.

Die beiden ersten Stufen der Emissionsgrenzwerte, allgemein als "Euro 3" und "Euro 4" bezeichnet, gelten ab Oktober 2000 bzw. Oktober 2005 für *neue Motortypen* zum Einsatz in schweren Nutzfahrzeugen und ab Oktober 2001 bzw. Oktober 2006 für *alle Motortypen* zum Einsatz in schweren Nutzfahrzeugen. Die dritte Stufe, in der lediglich strengere NOx-Grenzwerte festgelegt werden (die anderen Emissionsgrenzwerte für Euro 4 gelten weiterhin) und die als "Euro 5" bezeichnet wird, gilt ab Oktober 2009 für *alle Motortypen* zum Einsatz in schweren Nutzfahrzeugen. Nach Artikel 7 der Richtlinie 1999/96/EG müssen die Euro-5-Grenzwerte jedoch [bis Ende 2002] von der Kommission bestätigt werden.

Nach Artikel 4 bis 7 der Richtlinie 1999/96/EG muss die Kommission verschiedene technische Regelungen vorschlagen, nämlich:

Artikel 4: Bestimmungen für On-Board-Diagnosesysteme (OBD-Systeme);

Artikel 5: Bestimmungen für die Dauerhaltbarkeit der emissionsmindernden Einrichtungen schwerer Nutzfahrzeuge;

Artikel 6: Bestimmungen für die Kontrolle der Übereinstimmung der emissionsmindernden Einrichtungen in Betrieb befindlicher schwerer Nutzfahrzeuge.

Dabei hat die Kommission nach Artikel 7 Folgendes zu berücksichtigen:

- das in Artikel 3 der Richtlinie 98/69/EG und in Artikel 9 der Richtlinie 98/70/EG beschriebene Überprüfungsprogramm;

- die Entwicklung der Emissionsminderungstechnik für Selbstzündungs- und Gasmotoren und die wechselseitige Abhängigkeit zwischen dieser Technik und der Kraftstoffqualität;
- die Notwendigkeit, die Genauigkeit und die Wiederholbarkeit der derzeitigen Mess- und Probenahmeverfahren für sehr niedrige Partikelemissionen aus Motoren zu verbessern;
- die Entwicklung eines weltweit harmonisierten Prüfzyklus für die Typgenehmigungsprüfung;
- angemessene Grenzwerte für derzeit nicht von Regelungen erfasste Schadstoffe als Folge der verbreiteten Einführung neuer alternativer Kraftstoffe.

Wie bereits erwähnt muss die Kommission bis Ende 2002 den NO<sub>x</sub>-Grenzwert von 2.0 g/kWh bestätigen, der ab 1. Oktober 2008 (Euro 5) für alle neuen Typgenehmigungen und ab 1. Oktober 2009 für alle neuen Motortypen zum Einsatz in schweren Nutzfahrzeugen verbindlich wird.

Zum selben Zeitpunkt wird die Kommission auch Bericht erstatten über die Entwicklung eines weltweit harmonisierten Prüfzyklus für die Typgenehmigungsprüfung von Motoren für schwere Nutzfahrzeuge und erforderlichenfalls einen Vorschlag unterbreiten, um einen solchen harmonisierten Prüfzyklus zu gegebener Zeit einzuführen.

Nach Maßgabe von Artikel 7 der Richtlinie 1999/96/EG muss die Kommission als Folge der verbreiteten Einführung ‚neuer‘ alternativer Kraftstoffe Grenzwerte für derzeit nicht von Regelungen erfasste Schadstoffe vorschlagen. Die Richtlinie 1999/96/EG enthält spezifische Emissionsgrenzwerte für Motoren in schweren Nutzfahrzeugen, die mit Erdgas oder Flüssiggas betrieben werden, und die Richtlinie 2001/27/EG führte technische Bestimmungen ein für die Typgenehmigung schwerer Nutzfahrzeuge mit Motoren, die mit Äthanol betrieben werden; von einer verbreiteten Einführung sogenannter ‚neuer‘ alternativer Kraftstoffe kann jedoch keine Rede sein.

Insgesamt wurden im Jahr 2000 gemeinschaftsweit weniger als 1 000 mit alternativen Kraftstoffen betriebene Motoren hergestellt, die meisten von ihnen waren mit Erdgas betriebene Motoren für Kraftomnibusse. Diese Zahl entspricht weniger als 3 % der gemeinschaftlichen Omnibusproduktion und 0,02 % der Lastkraftwagen- und Omnibusproduktion zusammengekommen. Einige Hersteller wollen ihre Fahrzeuge, die mit den künftigen mit alternativen Kraftstoffen betriebenen Motoren ausgestattet sind, als besonders umweltfreundliche Fahrzeuge (EEV) zertifizieren lassen. Allen Erwartungen nach wird in der Gemeinschaft keiner der großen Hersteller von schweren Nutzfahrzeugen bis 2005 mit Äthanol betriebene Fahrzeuge produzieren. Die derzeitige Produktion liegt bei 25 Fahrzeugen pro Jahr.

Die in Artikel 7 der Richtlinie 1999/96/EG vorgesehene Überprüfung des NO<sub>x</sub>-Grenzwerts für 2008 wird sich als Folge der Einführung neuer emissionsmindernder Einrichtungen zur Einhaltung der Normen für 2008 ausführlich mit der Emission nichtregulierter Schadstoffe befassen.

Daher enthält dieser Vorschlag keine Grenzwerte für derzeit nicht regulierte Schadstoffe. Gleichwohl wird die Kommission nach Maßgabe des Artikels 7 des vorliegenden Vorschlags die Verbreitung neuer alternativer Kraftstoffe sowie neuer emissionsmindernder Systeme zur Einhaltung der künftigen Normen der Richtlinie 88/77/EWG beobachten und prüfen, ob sich daraus eine Notwendigkeit zur Einführung neuer Grenzwerte für bisher nicht regulierte Schadstoffe ergibt.

Die Durchführung von Maßnahmen auf dem Verkehrssektor, die gegebenenfalls von der Kommissionsgruppe für alternative Kraftstoffe entwickelt werden, wird darauf ebenfalls Einfluss haben<sup>11</sup>.

## **4. INHALT DES VORSCHLAGS**

### **4.1. Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates**

Der politische Vorschlag ist eine Neufassung der Richtlinie 88/77/EWG gemäß der in Abschnitt 1 genannten interinstitutionellen Vereinbarung. Er enthält zusätzlich die neuen grundlegenden Bestimmungen auf der Basis des Zwei-Ebenen-Konzepts, und zwar:

#### *4.1.1. Definitionen - Artikel 1*

Die Definitionen stammen aus der Richtlinie 1999/96/EG, zuletzt geändert durch die Richtlinie 2001/27/EG.

#### *4.1.2. Verpflichtungen der Mitgliedstaaten - Artikel 2*

Artikel 2 enthält neue Daten für die Anwendung der jetzigen Rechtsvorschriften für Selbstzündungs- und Gasmotoren sowie für Fahrzeuge, die mit Selbstzündungs- und Gasmotoren betrieben werden. Da die Vorschriften, die gemäß der Richtlinie 1999/96/EG seit 1. Oktober 2000 bzw. 1. Oktober 2001 gelten sollen, jetzt in Kraft sind, werden in Artikel 2 Absätze 1, 2 und 3 nur noch die Vorschriften und nicht die Daten genannt.

Die Euro-3-Emissionsgrenzwerte für Gasmotoren sind in den Tabellen des Abschnitts 6.2.1 des Anhangs I der Richtlinie 88/77/EWG (geändert durch die Richtlinie 1999/96/EG) festgelegt. Die Gültigkeitstermine für neue Typgenehmigungen finden sich in Artikel 2 Absatz 2 (1. Oktober 2000) und für alle Typgenehmigungen in Artikel 2 Absatz 3 dieser Richtlinie (1. Oktober 2001).

Mit der Richtlinie 2001/27/EG wurden dementsprechend die technischen Anhänge der Richtlinie 88/77/EWG geändert, insbesondere im Hinblick auf Gasmotoren. Diese Änderungen gelten für alle Typgenehmigungen für Gasmotoren ab 1. Oktober 2003. Bis zu diesem Zeitpunkt behält eine gemäß der Richtlinie 1999/96/EG ausgestellte Typgenehmigung für einen Gasmotor ihre Gültigkeit. Die Hersteller von Gasmotoren erfüllen schon heute die neuen technischen Anforderungen der

---

<sup>11</sup> Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen über alternative Kraftstoffe für den Straßenverkehr und ein Bündel von Maßnahmen zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen, KOM(2001) 547 endgültig vom 7.11.2001.

Richtlinie 2001/27/EG für neue Typgenehmigungen, damit sie nach Inkrafttreten dieser Anforderungen am 1. Oktober 2003 nicht eine neue Typgenehmigung beantragen müssen.

Bestehende Typgenehmigungen behalten auch mit der Aufhebung der Richtlinien 88/77/EWG, 91/542/EWG und 1999/96/EG aufgrund dieser Neufassung ihre Gültigkeit (vgl. Artikel 9 und Anhang XIII - Entsprechungstabelle des Vorschlags).

#### *4.1.3. Dauerhaltbarkeit von emissionsmindernden Einrichtungen - Artikel 3*

Die Richtlinie 88/77/EWG enthält derzeit keine Vorschriften zur Dauerhaltbarkeit der emissionsmindernden Einrichtungen von Motoren für schwere Nutzfahrzeuge. Solche Motoren sind konzeptionsbedingt langlebig und können bei entsprechender Wartung über sehr große Laufleistungen hinweg ein hohes Emissionsschutzniveau halten. Die künftigen Emissionsgrenzwerte der Richtlinie 1999/96/EG werden jedoch so niedrig sein, dass der verbreitete Einsatz von Abgasnachbehandlungssystemen erforderlich wird.

Möglicherweise können mit Abgasrückführung (AGR) und/oder SCR-Katalysator zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden kombiniert mit einem Dieselpartikelfilter, einem Dieseloxydationskatalysator und gegebenenfalls fortgeschrittener Turboladertechnologie die Euro-4-Emissionsgrenzwerte eingehalten werden. Einige Motoren dürften die Anforderungen auch nur mit einem SCR-Katalysator erfüllen.

Es wird erwartet, dass zur Einhaltung der Euro-5-Grenzwerte allgemein eine Kombination aus SCR-Katalysator, Dieselpartikelfilter und Dieseloxydationskatalysator verwendet wird, wobei einige Motoren die Anforderungen auch nur mit einem SCR-Katalysator erfüllen dürften.

Zwar ermöglicht der Einsatz von SCR-Katalysatoren eine bessere Kraftstoffausnutzung, was bei anderen Optionen wie beispielsweise AGR plus Dieselpartikelfilter nicht der Fall ist, gleichwohl hat die letztgenannte Option den Vorteil, dass die NOx-Minderung ohne ein chemisches Reagens erzielt wird. Ob die meisten Motorenhersteller ihre Technik an Euro 4 ausrichten werden, ist noch offen, und die Frage des Schwefelgehalts im Dieselmotorkraftstoff spielt dabei eine wesentliche Rolle. Vielleicht werden im Laufe der Zeit noch andere wirksamere technische Lösungen entwickelt. Im Augenblick hat es jedoch den Anschein, dass die genannten Lösungen zumindest für die Euro-4-Stufe in unterschiedlichen Fahrzeugtypen zum Einsatz kommen. AGR plus Dieselpartikelfilter dürfte eher für Fahrzeuge gewählt werden, die im Kurzstreckenverkehr laufen, SCR eher für Fahrzeuge im Langstreckenverkehr.

Klar ist, dass das Emissionsschutzniveau eines Motors künftig in hohem Maße von der Leistungsfähigkeit des Abgasnachbehandlungssystems abhängen wird. Deshalb sollten Vorschriften für die Ermittlung der Dauerhaltbarkeit der emissionsmindernden Einrichtungen jetzt in die Richtlinie 88/77/EWG aufgenommen werden.

Hierzu schlägt die Kommission vor, für Motoren zum Einbau in Fahrzeuge der Klassen N1, N2, N3, M2 und M3 eine Einsatzdauer (Zeitspanne oder Wegstrecke) festzulegen, während der die Grenzwerte für Emissionen gasförmiger Schadstoffe, Partikelemissionen und Rauchemissionen nicht überschritten werden dürfen, und die

Erfüllung dieser Vorschrift zur Voraussetzung für die Erteilung der Typgenehmigung zu machen. Je nach Fahrzeugklasse ist folgende Einsatzdauer vorgesehen:

- 100 000 km oder fünf Jahre, je nach dem, was zuerst eintritt, für Motoren zum Einbau in Fahrzeuge der Klasse N1;

Die Richtlinien 88/77/EWG und 70/220/EWG lassen die Typgenehmigung von Fahrzeugen der Klasse N1 wahlweise nach einer dieser Richtlinien zu. Deshalb sollte die Dauerhaltbarkeitsanforderung an Motoren für Fahrzeuge dieser Klasse der Anforderung der Richtlinie 70/220/EWG, geändert durch die Richtlinie 98/69/EG, entsprechen. Nach der Richtlinie 70/220/EWG gilt die Anforderung "100 000 km oder fünf Jahre, je nach dem, was zuerst eintritt" ab dem 1. Januar 2005.

- 200 000 km oder sechs Jahre, je nach dem, was zuerst eintritt, für Motoren zum Einbau in Fahrzeuge der Klassen N2 und M2;
- 500 000 km oder sieben Jahre, je nach dem, was zuerst eintritt, für Motoren zum Einbau in Fahrzeuge der Klassen N3 und M3.

Die Anforderung, die Emissionsgrenzwerte über die festgelegte Einsatzdauer hinweg einzuhalten, tritt für neue Typgenehmigungen am 1. Oktober 2005 und für alle Typgenehmigungen am 1. Oktober 2006 in Kraft.

Die Hersteller haben die Lebensdauer von Motoren für schwere Nutzfahrzeuge im Laufe der Zeit erheblich gesteigert, so dass sie über viele Tausende von Betriebsstunden oder Hunderttausende von Kilometern im Einsatz bleiben können, ehe eine Überholung notwendig ist. Außerdem hat die jährliche Laufleistung der Fahrzeuge, vor allem der schweren und der im Langstreckenverkehr eingesetzten, erheblich zugenommen, so dass diese Fahrzeuge hohe Laufleistungen früher erreichen. Nach den Angaben der Hersteller ist bei Motoren schwerer Nutzfahrzeuge im Langstreckeneinsatz alle 250 000 bis 450 000 km (10 000 bis 18 000 Betriebsstunden) eine große Instandsetzung fällig. Für Fahrzeuge mit anderen Betriebsmerkmalen gelten in der Regel andere Intervalle. Das gegenwärtige Entwicklungsziel der Hersteller ist eine Motorlebensdauer von rund 1 000 000 km.

Die Kommission könnte vielleicht aufgrund der Langlebigkeit moderner Motoren höhere Dauerhaltbarkeitsanforderungen rechtfertigen, hält aber gemäßigte Anforderungen für sinnvoller. Die Motorenhersteller müssen die neuen Emissionsgrenzwerte ab 2005 bzw. 2008 einhalten. Damit wird die Abgasnachbehandlung für nahezu alle Kfz-Motoren unumgänglich. Sehr hohe Dauerhaltbarkeitsanforderungen könnten die Erreichung künftiger Emissionsminderungsziele gefährden und dem Einsatz von Abgasnachbehandlungstechniken im Weg stehen, die mit anderen Vorteilen wie geringer Erhöhung des Kraftstoffverbrauchs oder sogar Kraftstoffeinsparungen (im Vergleich zu Euro-3-Motoren) verbunden sind. Die Kommission sieht derzeit keine Notwendigkeit, die hier vorgeschlagenen Dauerhaltbarkeitsanforderungen künftig zu überprüfen oder zu ändern.

Daraus folgt natürlich nicht, dass ein Motor nach Ablauf der festgelegten Einsatzdauer mehr Schadstoffe emittiert als zulässig. OBD-Systeme (vgl. Abschnitt 4.1.5) und eine verbesserte jährliche technische Überprüfung werden dafür sorgen, dass die emissionsmindernden Einrichtungen weiterhin zuverlässig arbeiten, auch in Fahrzeugen, die bereits mehrere Halter gehabt haben.

Nicht alle Motoren für schwere Nutzfahrzeuge laufen im Langstreckenbetrieb und erreichen schnell hohe Laufleistungen. Sie treiben auch Fahrzeuge an, die ausschließlich im Kurzstreckenverkehr laufen wie Müllsammelfahrzeuge und Stadt-omnibusse. Solche Fahrzeuge sammeln Kilometer sehr viel langsamer. So beträgt beispielsweise im Braunschweiger Stadtfahrzyklus, der die Betriebsbedingungen von Stadtomnibussen repräsentiert<sup>12</sup>, die Durchschnittsgeschwindigkeit 22,9 km/h (einschließlich Stillstandszeiten mit laufendem Motor), und die Statistik der Kommission<sup>13</sup> weist für diese Fahrzeuge eine durchschnittliche Jahreslaufleistung von rund 47 000 km aus.

Die Forderung nach 500 000 km Dauerhaltbarkeit allein wäre überzogen, da diese Fahrzeuge ihre Kilometerleistung nur langsam steigern. Eine Dauerhaltbarkeit-sanforderung von sieben Jahren scheint dagegen in diesem Fall durchaus angemessen. Solcher Kurzstreckeneinsatz ist gekennzeichnet durch intermittierenden Motorbetrieb über fast den gesamten Betriebstag und bei relativ niedriger Temperatur, was zur Folge haben kann, dass sich Dieselpartikelfilter und DeNox-Einrichtungen nicht ausreichend regenerieren können.

Fahrzeuge mit geringer Kilometerleistung sollten daher unter das Kriterium "500 000 km oder sieben Jahre, je nach dem, was zuerst eintritt" fallen.

Sollten die technischen Maßnahmen zur Durchführung der grundlegenden Bestimmungen über die Dauerhaltbarkeit erst nach der Verabschiedung der politischen Richtlinie im Komitologieverfahren angenommen werden (dieser Artikel sieht für den Abschluss des Komitologieverfahrens den 30. Juni 2004 vor), müssen die Umsetzungsfrist in Artikel 8 Absatz 1 und das Datum für das Inkrafttreten in Artikel 8 Absatz 1 Unterabsatz 2 der politischen Richtlinie an die Daten der technischen Richtlinie angepasst werden. Es ist wichtig, dass beide Richtlinien zum selben Zeitpunkt in den Mitgliedstaaten umgesetzt werden.

#### 4.1.4. *On-Board-Diagnosesysteme (OBD-Systeme) - Artikel 4*

Technische Anforderungen an OBD-Systeme für mittelschwere Nutzfahrzeuge sind derzeit Teil von in den USA bundesweit geltenden Spezifikationen. Sie gelten jedoch nur für Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht bis 14 000 lbs (6 363 kg). Für schwere Nutzfahrzeuge, d. h. solche mit einem zulässigen Gesamtgewicht bis 40 t oder mehr, bestehen solche Anforderungen nicht.

In Europa wird die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte zum Zeitpunkt der Typgenehmigung am ausgebauten Motor (ohne Nebenaggregate und Getriebe) geprüft, in der Praxis muss ein OBD-System seine Funktion aber im vollständigen Fahrzeug erfüllen. Nach Ansicht der Kommission ist es verfrüht, für schwere Nutzfahrzeuge schon ab 2005 ein umfassendes Konzept für die OBD-Überwachung der emissionsmindernden Einrichtungen vorzuschreiben, da einige Probleme der Sensor- und der Abgasnachbehandlungstechnik noch ungelöst sind. Vor allem Sensoren für DeNox-Systeme und Partikelsensoren (wenn es denn welche geben wird) für Diesel-Partikelfilter lassen noch auf sich warten. Deshalb wird

---

<sup>12</sup> AB Svensk Bilprovning Motortestcenter, Report 9707, 1997.

<sup>13</sup> EU-Verkehr in Zahlen, 2000.

vorgeschlagen, OBD-Systeme für schwere Nutzfahrzeuge und ihre Motoren in zwei Stufen einzuführen, damit Zeit für die technische Entwicklung ist.

### **Erste Stufe der OBD-Systeme:**

Die erste Stufe gilt für neue Selbstzündungsmotoren, für die eine Typgenehmigung gemäß den Emissionsgrenzwerten in Reihe B1 der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I zu dieser Richtlinie beantragt wird. Daher gelten die OBD-Anforderungen ab 1. Oktober 2005 für neue Typgenehmigungen und ab 1. Oktober 2006 für alle Typgenehmigungen. Die erste Stufe mit den gleichen Terminen gilt auch für Selbstzündungsmotoren, für die eine Typgenehmigung beantragt wird gemäß den Grenzwerten für umweltfreundliche EEV-Fahrzeuge, die in Reihe C der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I zu dieser Richtlinie aufgeführt sind.

In der ersten Stufe soll das OBD-System die Überschreitung bestimmter Emissions-schwellenwerte melden, wie es in der Richtlinie 70/220/EWG für OBD-Systeme für Dieselmotoren vorgesehen ist. Zusätzlich sollen größere Funktionsstörungen an einem eventuell vorhandenen Abgasnachbehandlungssystem gemeldet werden. Zunächst ist nur die Meldung größerer Funktionsstörungen vorgesehen, weil die zur Erkennung von Grenzwertüberschreitungen notwendige Sensortechnik nicht vor 2005 zur Einsatzreife entwickelt sein wird. Im Rahmen des Typgenehmigungsverfahrens wird der Hersteller verpflichtet, dem technischen Dienst oder der Typgenehmigungsbehörde eine Analyse der möglichen Störungen mit Auswirkungen auf den Schadstoffausstoß zur Verfügung zu stellen.

### **Zweite Stufe der OBD-Systeme:**

Die zweite Stufe gilt für neue Selbstzündungsmotoren und Gasmotoren, für die eine Typgenehmigung gemäß den Emissionsgrenzwerten in Reihe B2 der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I zu dieser Richtlinie beantragt wird. Daher gelten die OBD-Anforderungen ab 1. Oktober 2008 für neue Typgenehmigungen und ab 1. Oktober 2009 für alle Typgenehmigungen. Die zweite Stufe mit den gleichen Terminen gilt auch für Selbstzündungs- und Gasmotoren, für die eine Typgenehmigung beantragt wird gemäß den Grenzwerten für umweltfreundliche EEV-Fahrzeuge, die in Reihe C der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I zu dieser Richtlinie aufgeführt sind.

In der zweiten Stufe dagegen soll das OBD-System einen Fehler melden, wenn im Motorabgas und im Abgasnachbehandlungssystem bestimmte Schwellenwerte der Schadstoffkonzentration überschritten werden. Im Rahmen ihres Initiativrechts wird die Kommission jedoch die ab Oktober 2008 geltenden Schadstoffgrenzwerte der zweiten OBD-Stufe unter Berücksichtigung der Entwicklung der Sensor- und emissionsmindernden Technologie überprüfen.

In dieser zweiten Stufe soll das OBD-System zur Überwachung der emissionsmindernden Einrichtungen auch Daten von anderen Fahrzeugsystemen verarbeiten können, die Einfluss auf das Funktionieren der emissionsmindernden Einrichtungen insgesamt haben.

Schwellenwerte für OBD-Fehlermeldungen werden nur für NO<sub>x</sub> und Partikel vorgeschlagen, denn das sind die beiden Hauptschadstoffe, die von schweren Nutzfahrzeugen mit Selbstzündungsmotoren emittiert werden. Dem gegenüber sind die

CO- und HC-Emissionen unbedeutend. Schwellenwerte für OBD-Fehlermeldungen werden für die Typgenehmigung von Motoren vorgeschlagen, die die ab 2005 und 2008 geltenden Grenzwerte einhalten, sowie für die Typgenehmigung von Motoren in Fahrzeugen, die die Anforderungen an besonders umweltfreundliche Fahrzeuge (EEV) erfüllen. Wie bereits angesprochen werden die OBD-Schwellenwerte zu den ab 2008 geltenden Grenzwerten (Reihe B2) und zu den EEV-Grenzwerten (Reihe C) überprüft.

Zum jetzigen Zeitpunkt ist es nicht möglich, technische Anforderungen für OBD-Systeme und OBD-Schwellenwerte für Gasmotoren festzulegen. Die Kommission wird zu einem späteren Zeitpunkt einen diesbezüglichen Vorschlag unterbreiten, der auch OBD-Schwellenwerte für andere von Gasmotoren emittierte Schadstoffe enthalten wird. Es wird jedoch bereits an dieser Stelle vorgesehen, im Oktober 2008 OBD-Schwellenwerte für neue Typen von Gasmotoren einzuführen, damit die Entwicklung von OBD-Systemen vorangetrieben wird und der europäische Markt für Gasfahrzeuge sich ohne zusätzliche Zielvorgaben entwickeln kann.

Bei der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN/ECE) laufen Gespräche über die Verabschiedung einer globalen technischen Verordnung (Global Technical Regulation, GTR) für OBD-Systeme in schweren Nutzfahrzeugen. Der Zeitplan sieht einen Entwurf für eine GTR jedoch erst für Juni 2004 vor, und bis die Verordnung tatsächlich umgesetzt wird, können noch einige Jahre vergehen. Sobald die Arbeiten allerdings abgeschlossen sind, müssen die europäischen OBD-Anforderungen für schwere Nutzfahrzeuge durch entsprechende technische Änderungen an das Weltniveau angepasst werden. Bei der Festlegung der technischen Anforderungen für OBD-Systeme in dem in Abschnitt 4.2.3 beschriebenen technischen Vorschlag sollten die Arbeitsergebnisse der GTR-Gruppe so weit wie möglich berücksichtigt werden.

Sollten die technischen Maßnahmen zur Durchführung der grundlegenden Bestimmungen über die OBD-Systeme erst nach der Verabschiedung der politischen Richtlinie im Komitologieverfahren angenommen werden (dieser Artikel sieht für den Abschluss des Komitologieverfahrens den 30. Juni 2004 vor), müssen die Umsetzungsfrist in Artikel 8 Absatz 1 und das Datum für das Inkrafttreten in Artikel 8 Absatz 1 Unterabsatz 2 der politischen Richtlinie an die Daten der technischen Richtlinie angepasst werden. Es ist wichtig, dass beide Richtlinien zum selben Zeitpunkt in den Mitgliedstaaten umgesetzt werden.

#### *4.1.5. Bestimmungen über steuerliche Anreize - Artikel 5*

Der die steuerlichen Anreize regelnde Artikel 3 der Richtlinie 1999/96/EG wird in etwas geänderter Struktur in diesen Vorschlag übernommen; der Hinweis auf Reihe A der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I wird gestrichen, da die darin beschriebenen Grenzwerte inzwischen für alle Kraftfahrzeuge verbindlich sind, die unter diesen Vorschlag fallen.

In den Erwägungsgründen 12 und 13 des Vorschlags wird ferner auf die Artikel des EG-Vertrags über die Gewährung staatlicher Beihilfen durch Mitgliedstaaten verwiesen.

#### 4.1.6. *Durchführungsmaßnahmen und Änderungen – Artikel 6*

Artikel 6 regelt durch Verweis auf den in Artikel 13 Absatz 1 der Richtlinie 70/156/EWG genannten Ausschuss und das in dessen Absatz 3 genannte Verfahren, dass die Kommission die zur Durchführung dieser Richtlinie erforderlichen Maßnahmen und notwendige Änderungen zur Anpassung der Richtlinie an den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt erlässt.

Der technische Vorschlag wird die Anforderungen dieses politischen Vorschlags umsetzen, indem er Folgendes festlegt:

- Verfahren zur Prüfung der Erfüllung der Dauerhaltbarkeitsanforderungen von Artikel 3 dieses Richtlinienvorschlags;
- Verfahren zur Prüfung der Einhaltung des Emissionsschutzniveaus eines in Betrieb befindlichen Motors. Diese Maßnahme wird, obwohl sie auf den Dauerhaltbarkeitsanforderungen basiert, im politischen Vorschlag nicht näher erläutert, da es sich dabei um eine rein technische Angelegenheit handelt und daher Gegenstand des technischen Vorschlags ist;
- Verfahren zur Prüfung der Konformität der OBD-Systeme gemäß Artikel 4. Vorschriften zur Gewährleistung des uneingeschränkten und einheitlichen Zugangs zu OBD-Daten für Zwecke der Prüfung, Diagnose, Wartung und Reparatur im Einklang mit den bestehenden oder geplanten entsprechenden Vorschriften der Richtlinie 70/220/EWG und Vorschriften für Ersatzteile zur Gewährleistung der Verträglichkeit mit OBD-Systemen;
- Daneben werden im technischen Vorschlag die Maßnahmen aufgeführt, die notwendig sind, um infolge der ab 1. Oktober 2005 geltenden niedrigen Grenzwerte für Partikelemissionen die Laborverfahren für die Probennahme und Messung des Partikelaustritts zu verbessern. In dem technischen Vorschlag werden auch die Spezifikationen für die bei den Typgenehmigungsprüfungen zu verwendenden Bezugskraftstoffe neu festgelegt, um dem Schwefelgehalt des Dieselkraftstoffes besser Rechnung zu tragen, der ab 2005 auf den Markt kommt (in Anlehnung an die vom Regelungsausschuss bereits gefassten Beschlüsse im Hinblick auf die Richtlinie 70/220/EWG).
- Ferner könnte der technische Vorschlag auch Folgendes enthalten:
  - eine Änderung des Prüfzyklus für die OBD-Funktionsprüfung auf der Grundlage eines weltweit harmonisierten Prüfzyklus (World Harmonised Duty Cycle, WHDC) und seiner Weiterentwicklung zu einer globalen technischen Verordnung;
  - eine Änderung im Hinblick auf die Nutzung von OBD-Systemen zur Prüfung der Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge sowie Anforderungen für OBD-kompatible Ersatzteile.
- Die Regelungen über die OBD-Systeme tragen der weltweiten Harmonisierung der OBD-Anforderungen für schwere Nutzfahrzeuge und ihre Motoren Rechnung (vgl. vorletzter Absatz in Abschnitt 4.1.4).

#### *4.1.7. Überprüfung und Berichte - Artikel 7*

Einige der in Artikel 7 der Richtlinie 1999/96/EG festgelegten Bestimmungen im Hinblick auf die Berichterstattung bleiben bestehen und werden in diese Richtlinie übernommen. So wird die Kommission weiterhin die Notwendigkeit prüfen, neue Emissionsgrenzwerte für bisher nicht regulierte Schadstoffe einzuführen, sie wird über den Fortschritt der Verhandlungen über einen weltweit harmonisierten Prüfzyklus sowie über die Entwicklung von On-Board-Überwachungssystemen (OBM-Systeme) berichten und den ab 1. Oktober 2008 für alle neuen Typgenehmigungen verbindlichen NOx-Emissionsgrenzwert bestätigen.

#### *4.1.8. Umsetzung - Artikel 8*

Das Mitentscheidungsverfahren für den politischen Vorschlag sollte in der ersten Jahreshälfte 2004 abgeschlossen sein. Gleichwohl muss sich das Umsetzungsdatum in dem in Artikel 9 festgelegten Termin für die Aufhebung der Richtlinien 88/77/EWG, 91/542/EWG und 1999/96/EG widerspiegeln und mit dem Umsetzungsdatum der Artikel 3 und 4 für die technische Richtlinie verknüpft sein.

#### *4.1.9. Aufhebung - Artikel 9*

Diese Richtlinie ersetzt die Richtlinien 88/77/EWG, 91/542/EWG und 1999/96/EG, die mit dem Datum für die Umsetzung dieser Richtlinie in den Mitgliedstaaten aufgehoben sind. Anhang X dieses Vorschlags enthält eine Entsprechungstabelle.

Typgenehmigungen, die auf der Grundlage der Richtlinie 1999/96/EG (zuletzt geändert durch die Richtlinie 2001/27/EG) erteilt wurden, behalten ihre Gültigkeit bis zur Umsetzung der in diesem Vorschlag enthaltenen Bestimmungen.

#### *4.1.10. Konsolidierte technische Anhänge*

Abgesehen von den Fällen, in denen Hinweise auf andere Richtlinie aktualisiert wurden, wurden die konsolidierten Anhänge der Richtlinien 88/77/EWG, 91/542/EWG, 96/1/EG, 1999/96/EG und 2001/27/EG in diesen Vorschlag übernommen.

#### *4.1.11. Anhang IX*

Gemäß Punkt 7 Buchstabe c) Ziffer ii) der in Abschnitt 1 genannten Interinstitutionellen Vereinbarung enthält Anhang IX eine Tabelle mit den Fristen für die Umsetzung der aufgehobenen Richtlinien (und der nachfolgenden Änderungsakte) in nationales Recht.

#### *4.1.12. Anhang X*

Gemäß Punkt 7 Buchstabe b) der in Abschnitt 1 genannten Interinstitutionellen Vereinbarung enthält Anhang X eine Tabelle mit den Entsprechungen zwischen den jeweiligen Teilen der aufgehobenen Richtlinien und der neugefassten Richtlinie.

### **4.2. Der Vorschlag für eine Kommissionsrichtlinie**

Wie in Abschnitt 2 bereits angesprochen besteht dieser Vorschlag aus zwei Teilen. Dieser Abschnitt beschreibt "den allgemeinen Inhalt und die allgemeinen Ziele" des

zweiten Teils, des sogenannten technischen Vorschlags, den die Kommission in Teilen bereits vorgelegt hat und stellt einen vollständigeren Entwurf dar, der in den Arbeitsgruppen der Kommission weiter erörtert werden soll. Nach Fertigstellung wird er dem Regelungsausschuss vorgelegt, der ihn im Rahmen der in einem Vorschlag für eine neue Rahmenrichtlinie für die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen noch festzulegenden Verfahren an den technischen Fortschritt anpassen soll. Diese neue Rahmenrichtlinie wird derzeit von den Kommissionsdienststellen erarbeitet (vgl. Abschnitt 2.1).

Der technische Vorschlag ist eigentlich eine Durchführung dieses politischen Vorschlags und behandelt gemäß Artikel 6 dieses Vorschlags die folgenden allgemeinen Elemente.

#### *4.2.1. Dauerhaltbarkeit*

Die konkreten Dauerhaltbarkeitsanforderungen für die verschiedenen Fahrzeugklassen sind in Artikel 3 der politischen Richtlinie festgelegt. Der Nachweis der Dauerhaltbarkeit durch den Hersteller wird wie folgt geregelt:

- Die Motoren werden in Anlehnung an die Definition in ISO 16185 in Motorenfamilien gruppiert.
- Für die Zwecke des Dauerhaltbarkeitsnachweises könnte es sinnvoll sein, sie nach dem Kriterium der Art des Abgasnachbehandlungssystems weiter in Motorenunterfamilien zu gruppieren. Damit wäre es möglich, Verschlechterungsfaktoren zu bestimmen, die charakteristisch sind für die Technik eines Abgasnachbehandlungssystems, das wiederum einer Reihe von Motoren gemeinsam ist.
- Aus einer solchen Motorenfamilie wird ein Stammmotor ausgewählt und nach einem vom Hersteller ausgearbeiteten und vom technischen Dienst genehmigten Programm geprüft.
- der Begriff "Prüfprogramm" muss in dem Vorschlag nicht definiert werden. Für seine Gestaltung kann der Hersteller Betriebsdaten heranziehen, die er von im Einsatz befindlichen und mit dem Stammmotor oder einem anderen Motor derselben Familie ausgerüsteten Fahrzeugen erhoben hat, oder er kann ihn auf einem bestehenden Prüfstandszyklus aufbauen.
- Während des Prüfbetriebs ist der Motor im europäischen stationären Fahrzyklus (ESC-Zyklus), im europäischen instationären Fahrzyklus (ETC) und, sofern erforderlich, im europäischen lastabhängigen Fahrzyklus (ELR-Zyklus) auf alle geregelten Emissionen zu prüfen. Diese Prüfungen werden regelmäßig während des Prüfbetriebs durchgeführt. Mit einem Abgasnachbehandlungssystem ausgerüstete Motoren werden erst nach einer gewissen Einfahrzeit geprüft, wenn sich das Betriebsverhalten des Nachbehandlungssystems stabilisiert hat. Diese Einfahrzeit kann auf Verlangen des Herstellers bis zu 125 Stunden betragen. Für das Prüfprogramm ist kein Endpunkt festgelegt. Der Hersteller entscheidet, wie lange er den Motor betreiben und prüfen muss, um sicher zu gehen, dass sich das Emissionsverhalten über den festgelegten Zeitraum nicht deutlich

verschlechtert, und um nachzuweisen, dass der Motor oder die Motorenfamilie die Dauerhaltbarkeitsanforderungen erfüllt.

- Während des Prüfbetriebs ist auf der Grundlage der Prüfergebnisse eine Regressionsanalyse vorzunehmen. Die gemessenen Emissionen sind auf den Beginn des Prüfbetriebs und auf die in Artikel 3 der politischen Richtlinie festgelegte Einsatzdauer zu extrapolieren. Anhand der so ermittelten beiden Werte kann für jeden Schadstoff und jeden Fahrzyklus (ESC-Zyklus für CO, HC, NO<sub>x</sub> und Partikel, ETC-Zyklus für CO, THC, NMHC, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub> und Partikel, ELR-Zyklus für Rauch) der Verschlechterungsfaktor errechnet und, sofern erforderlich, in die Typgenehmigungsunterlagen eingetragen werden.
- Wer Motoren in Kleinserien herstellt, soll mit Standard-Verschlechterungsfaktoren arbeiten können, statt ein volles Prüfprogramm zu durchlaufen. Diese Standardverschlechterungsfaktoren müssen in weiteren Diskussionen festgelegt werden; darüber hinaus ist zu klären, ob sie, unabhängig vom Produktionsvolumen, auf alle Motoren Anwendung finden können.
- Um den mit dem Dauerhaltbarkeitsnachweis verbundenen Prüfaufwand zu begrenzen, sollte überlegt werden, ob die gemäß der US-Zertifizierung für Motorenfamilien festgelegten Verschlechterungsfaktoren für die EG-Typgenehmigung übernommen werden können. Darüber hinaus könnte es sinnvoll sein, den US-amerikanischen Prüfzyklus (FTP) als einschlägigen Prüfzyklus für Emissionsmessungen während des Prüfprogramms zu übernehmen, um einen einheitlichen Prüfzyklus für gemeinschaftliche, US-amerikanische und eventuell japanische Dauerhaltbarkeitsnachweise zu haben. Diesbezügliche Überlegungen hängen jedoch von den Gesprächen mit den Behörden in den USA und Japan ab, und angesichts eines fehlenden gemeinsamen Standards (bzw. einer globalen technischen Verordnung) erscheint es fraglich, ob im Rahmen einer gegenseitigen Anerkennung die Gemeinschaftsverfahren für Dauerhaltbarkeitsnachweise zur Motorenzertifizierung in den USA und Japan anerkannt werden.
- Die Wartung muss ebenfalls geregelt werden. Wartungsarbeiten, die während des Prüfprogramms durchgeführt werden müssen, müssen die gleichen sein wie in der Praxis und müssen auch dem Betreiber des Fahrzeugs/Motors vorgeschrieben werden. Nach Ansicht der Kommission sollten gewisse Mindeststandards für Reinigung, Reparatur und Austausch von emissionsrelevanten Bauteilen in die Richtlinie aufgenommen werden.

#### 4.2.2. *Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge/Motoren*

Artikel 3 der politischen Richtlinie bestimmt die konkreten Dauerhaltbarkeitsanforderungen für Motoren schwerer Nutzfahrzeuge. In der technischen Richtlinie wird festgelegt, wie in Betrieb befindliche Fahrzeuge auf Erfüllung der Dauerhaltbarkeitsanforderungen zu prüfen sind.

Kernstück ist die Verpflichtung des Herstellers, ein Audit des Emissionsverhaltens seiner Motoren im praktischen Betrieb vorzunehmen. Ein Großteil der Informationen, die das Audit liefern soll, betrifft die Emissionsdaten aus den für den Dauerhaltbarkeitsnachweis geforderten Prüfzyklen oder aus den mobilen Emissionsmesseinrichtungen, die an den Fahrzeugen angebracht werden (vgl.

Abschnitt 4.2.2.1). Daneben können auch Aufzeichnungen des OBD-Systems über Fehlfunktionen verwendet werden. Die Zahl der zu prüfenden Fahrzeuge beziehungsweise Motoren soll sich nach den Absatzzahlen des Herstellers richten. Die Kommission schlägt keine spezifische Vorgehensweise für das Audit vor. Der Hersteller soll tun, was er für notwendig hält, um im Rahmen der normalen Praxis zur Einhaltung der üblichen Audit-Standards und Audit-Verfahren die notwendigen Emissionsdaten zu gewinnen.

So kann der Hersteller mit Flottenbetreibern die regelmäßige Überprüfung ihrer Fahrzeuge vereinbaren, um solche Daten zu gewinnen. Er muss dann unter Umständen für die Dauer der Prüfung Ersatzfahrzeuge stellen. Er kann auch Daten von repräsentativen Fahrzeugen seiner eigenen Flotte erheben, die unter normalen Betriebsbedingungen laufen.

Erscheinen die vom Hersteller gelieferten Ergebnisse des Audit dem technischen Dienst nicht zufriedenstellend, sollte dieser sich um weitere Informationen bemühen, die der Klärung der Situation dienen. Dies kann dazu führen, dass der Hersteller weitere Prüfungen durchführen muss oder die Behörde kann Prüfungen durchführen.

Man kann darüber streiten, ob die Motorprüfungen vorgeschrieben werden sollen, weil es hohe Kosten verursacht, schwere Nutzfahrzeuge aus dem Betrieb zu nehmen, ihre Motoren auszubauen und an den ausgebauten Motoren Prüfungen im Labor durchzuführen. Solche Prüfstandsläufe sind zwar teuer, gelten aber als anerkanntes Verfahren zur Bestätigung der Übereinstimmung der Typgenehmigung. Da jedoch diese Prüfungen ohne Getriebe und Nebenaggregate vorgenommen werden, die Einfluss auf das Emissionsverhalten haben können, kann man argumentieren, dass Prüfstandsläufe für die realen Betriebsbedingungen eines in ein Fahrzeug eingebauten Motors nicht repräsentativ sind und dahei keinen hinreichenden Nachweis seiner Übereinstimmung erbringen.

Die technischen Einzelheiten dieser Prüfungen werden in den Gesprächen zur Ausarbeitung des Vorschlags für die technische Richtlinie festgelegt.

Wird am Ende des Verfahrens die Nichtübereinstimmung festgestellt, können die in der Rahmenrichtlinie über die Typgenehmigung beschriebenen Maßnahmen ergriffen werden. Im Einvernehmen mit dem technischen Dienst oder der Typgenehmigungsbehörde ist dann ein Plan für Abhilfemaßnahmen auszuarbeiten und durchzuführen.

#### 4.2.2.1. Maßnahmen auf internationaler Ebene

Wie oben bereits gesagt, werden sich mobile Emissionsmesseinrichtungen als die kostengünstigste Methode erweisen, um festzustellen, ob schwere Nutzfahrzeuge die Emissionsgrenzwerte einhalten. Besser geeignete Prüfmethode werden derzeit in verschiedenen Forschungsprogrammen zur fahrzeuginternen Erfassung von Emissionsdaten entwickelt und umfassen ein praxistaugliches Verfahren zur Messung der Emissionen in Betriebszuständen, die im Prüfzyklus nicht vorkommen ("off-cycle driving events"). Die US-Behörden haben für schwere Nutzfahrzeuge Emissionsgrenzwerte festgelegt (sog. NTE-Werte), und für die Erfassung der "off-cycle"-Emissionen wird ein weltweit einheitliches Konzept für sinnvoll erachtet. Dies wurde als Gegenstand einer künftigen UN/ECE-Regelung benannt, die vom Weltforum für die Harmonisierung der Regelungen für Kraftfahrzeuge (WP29) auszuarbeiten ist.

Es gibt beispielsweise das Messsystem "West Virginia University Mobile Emissions Measuring System" (MEMS) und zwei von der US-Umweltbehörde EPA entwickelte Systeme - das ROVER-System und das "Portable Emissions Measurement System" (PEMS). Diese Systeme sind in der Lage, Emissionen unter realen Betriebsbedingungen zu messen, und damit geeignet für die umfassende Prüfung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge auf Einhaltung der Grenzwerte. Diese Technologie könnte im Rahmen des Herstelleraudits oder zusätzlicher Prüfungen durch die Typgenehmigungsbehörden oder technischen Dienste eingesetzt werden.

Im Hinblick auf die Übereinstimmung von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen/Motoren soll der technische Vorschlag eine Lösung enthalten, die auf der Verwendung von On-Board-Messsystemen beruht und gegebenenfalls die bereits angesprochene weltweite Initiative berücksichtigen. Sollte dies im zeitlichen Rahmen für die Verabschiedung nach dem Zwei-Ebenen-Konzept nicht möglich sein, sollten weitere Anpassungen der technischen Anhänge vorgesehen werden, beispielsweise betreffend die Spezifikationen für On-Board-Messsysteme und Prüfprotokolle, sobald diese entwickelt sind.

Die Übereinstimmung von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen und Motoren ist erst ab Oktober 2005 zu prüfen und auch erst, wenn die Fahrzeuge eine Kilometerleistung erbracht haben, die eine Prüfung der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte sinnvoll erscheinen lässt. Eine Verzögerung bei der Fertigstellung der entsprechenden technischen Anhänge ist in Anbetracht der Tatsache, dass auf diese Weise eine elegantere, effektivere und globale technische Lösung gefunden werden kann, von geringer Bedeutung.

#### 4.2.3. *On-Board Diagnosesysteme (OBD-Systeme)*

Neue Bestimmungen enthalten die technischen Grundlagen für die Spezifizierung und die Typgenehmigung von OBD-Systemen.

Die Bestimmungen der Richtlinie 70/220/EWG für OBD-Systeme für leichte Nutzfahrzeuge dienen dabei zwar als Modell, die entsprechenden Bestimmungen für schwere Nutzfahrzeuge unterscheiden sich von ihnen aber in wesentlichen Punkten.

In der ersten Stufe, gültig ab 1. Oktober 2005 für die Genehmigung neuer Typen von Selbstzündungsmotoren im Hinblick auf die Einhaltung der Schadstoffgrenzwerte von 2005 beziehungsweise der fakultativen EEV-Grenzwerte, soll das OBD-System einen Fehler melden, wenn bestimmte Schwellenwerte der Schadstoffkonzentration im Motorabgas überschritten werden (gleiche Regelung wie für leichte Nutzfahrzeuge in der Richtlinie 70/220/EWG) und zusätzlich größere Funktionsstörungen an eventuell vorhandenen Einrichtungen zur Abgasnachbehandlung melden. Letztere Anforderung fußt auf der Annahme, dass die zur Erkennung von Grenzwertüberschreitungen an dieser Stelle notwendige Sensortechnik nicht vor 2005 für den Einsatz in schweren Nutzfahrzeugen entwickelt sein wird.

In der zweiten Stufe, gültig ab Oktober 2008 für die Genehmigung neuer Typen von Selbstzündungs- und Gasmotoren in Hinblick auf die Einhaltung der ab 2008 geltenden Schadstoffgrenzwerte und fakultativen EEV-Grenzwerte, soll das OBD-System einen Fehler melden, wenn im Motorabgas und im Abgasnachbehandlungssystem bestimmte Schwellenwerte der Schadstoffkonzentration überschritten werden. Diese ab Oktober 2008 geltenden Schwellenwerte werden

jedoch im Lichte der Entwicklung der Sensortechnik überprüft. In dieser zweiten Stufe soll das OBD-System zur Überwachung der emissionsmindernden Einrichtungen auch Daten von anderen Fahrzeugsystemen verarbeiten können, die Einfluss auf das Funktionieren der emissionsmindernden Einrichtungen insgesamt haben.

Die neuen Bestimmungen regeln, allerdings nicht ausschließlich, folgende Punkte:

- Begriffsbestimmungen zu OBD-Systemen
- Vorschriften für die Prüfung von OBD-Systemen
- die Definition der vorgeschriebenen Überwachung von Systemen (DeNOx-System, Diesel-Partikelfilter, DeNOx-Partikelfilter-Kombination, Katalysator, Einspritzsystem usw.)
- Bestimmungen für die Aktivierung und Deaktivierung der Störungsanzeige sowie für die Speicherung und Löschung der Fehlercodes
- Bestimmungen für die Fehlercodespeicherung und die Erfassung der Motorbetriebsstunden seit Speicherung des Fehlercodes
- bei der Typgenehmigungsprüfung zulässige Fehler von OBD-Systemen
- Bedingungen der Zulässigkeit der vorübergehenden Deaktivierung des OBD-Systems in bestimmten Betriebszuständen des Motors
- Erlass von Vorschriften zur Gewährleistung des uneingeschränkten und einheitlichen Zugangs zu OBD-Daten für Zwecke der Prüfung, Diagnose, Wartung und Reparatur, die mit den bestehenden entsprechenden Vorschriften der Richtlinie 70/220/EWG im Einklang stehen
- Erlass von Vorschriften für Ersatzteile zur Gewährleistung ihrer Verträglichkeit mit schweren Nutzfahrzeugen mit OBD-Systemen.

Die neuen Bestimmungen umfassen die Funktionsprüfung von OBD-Systemen. Im Betriebseinsatz sind bestimmte Überwachungsfunktionen des OBD-Systems schneller aktiv als andere, und einige erfordern relativ lange Zeiten mit ähnlichen (stationären) Betriebsbedingungen, die über längere Zeiträume kumuliert werden müssen. Es hat sich gezeigt, dass der ETC-Fahrzyklus zwar bei der Prüfung der Auspuffemissionen repräsentativ für reale Betriebsbedingungen ist, dass er aber keine so langen Zeiten stationären Betriebs umfasst, dass in den 30 Minuten seiner Dauer alle OBD-Überwachungsfunktionen zuverlässig aktiv werden. Der ESC-Prüfzyklus umfasst hierfür ausreichend lange Zeiten stationären Betriebs, gilt aber eben deshalb als nicht repräsentativ für die realen Betriebsbedingungen, unter denen OBD-Systeme arbeiten müssen. Deshalb wurde für OBD-Funktionsprüfungen ein verkürzter ESC-Fahrzyklus entwickelt. Er hat dieselbe Betriebsphasensequenz wie der volle ESC-Zyklus, die Dauer je Phase beträgt jedoch nur 60 statt 120 Sekunden.

Die Richtlinie 70/220/EWG<sup>14</sup> in der Fassung der Richtlinie 1999/102/EG der Kommission<sup>15</sup> hat OBD-Systeme für leichte Nutzfahrzeuge eingeführt und schreibt für die Übertragung von OBD-Daten innerhalb des Fahrzeugs und zu externen Diagnosegeräten, für Diagnosegeräte, für OBD-Fehlercodes und für die Steckverbindung zwischen Fahrzeug und Diagnosegerät die Beachtung internationaler Normen vor, wie beispielsweise ISO 15765 und ISO 15031. Das ist notwendig, um für die Hersteller von Diagnosegeräten, für Reparaturbetriebe und für Pannenhilfsdienste eine Standardplattform zu schaffen.

Solche internationalen OBD-Normen werden in den neuen Bestimmungen verbindlich gemacht, wobei die Besonderheiten schwerer Nutzfahrzeuge berücksichtigt werden (z. B. höhere Bordnetzspannung, andere Gestaltung der Steckverbindung, damit keine Diagnosegeräte für niedrigere Bordnetzspannung angeschlossen werden können). Es gibt jedoch einige Probleme.

ISO 15765<sup>16</sup> und ISO 15031-5<sup>17</sup> werden von vielen europäischen und asiatischen Herstellern mittlerer und schwerer Nutzfahrzeuge angewandt und wurden von Normen abgeleitet, die ursprünglich für leichte Nutzfahrzeuge und Personenkraftwagen entwickelt wurden.

SAE J1939<sup>18</sup> wurde vom Industriezweig schwere Nutzfahrzeuge mit Hilfe des SAE Truck and Bus Council ausgearbeitet und von diesem Gremium weiterentwickelt. SAE J1939 wird von den US-Herstellern seit Mitte der 90er Jahre angewandt. Auch viele europäische und asiatische Hersteller arbeiten nach dieser Norm. SAE J1939 umfasst ein ganzes Spektrum von Diagnosekriterien, beispielsweise, Diagnosedienste, Diagnosefehlercodes, Diagnoselampen, Off-Board-Diagnosesteckverbindungen, Datenverknüpfung und Überwachungsparameter.

Während ISO 15765 und ISO 15031 das gleiche Diagnoseniveau bieten, gibt es zwischen ISO- und SAE-Normen einige technische Unterschiede. Die Diagnosefehlercodes eines Fahrzeugsystems nach SAE J1939 sind problemlos lesbar und auch das Diagnosesystem ist vollständig zugänglich, allerdings in einer anderen Weise, als dies bei Fahrzeugsystemen nach ISO 15765 und ISO 15031 der Fall ist.

Eine einzige Norm für OBD-Systeme wäre wünschenswert, doch ist es zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich, entweder der einen oder der anderen Norm den Vorzug zu geben, besonders angesichts des kurzen Zeitraums, bevor ab Oktober 2005 OBD-System für schwere Nutzfahrzeuge in der EU verbindlich werden. Die Kosten, die der Industrie beim Wechsel von ISO auf SAE oder umgekehrt entstünden, könnten nicht gerechtfertigt werden.

---

<sup>14</sup> ABl. L 76 vom 6.4.1970, S. 1.

<sup>15</sup> ABl. L 334 vom 28.12.1999, S. 43.

<sup>16</sup> International Standards Organisation (ISO) 15765-4, "Straßenfahrzeuge - Diagnose auf dem Steuergerätenetz (CAN) - Teil 4: Anforderungen für abgasrelevante Systeme", Dezember 2001.

<sup>17</sup> International Standards Organisation (ISO) 15031-5, "Road Vehicles - Communication between vehicles and external equipment for emissions-related diagnostics - Part 5: Emissions-related diagnostics services", Dezember 2001.

<sup>18</sup> Society of Automotive Engineers (SAE) J1939, "Recommended Practice for a Serial Control and Communications Vehicle Network", April 2000.

Die auf die Reparatur von schweren Nutzfahrzeugen spezialisierte Branche verfügt bereits über Geräte für Fahrzeuge nach SAE J1939 und es ist allgemein bekannt, dass der Dienstleistungs- und Reparaturmarkt für schwere Nutzfahrzeuge, zumindest für die schwereren Fahrzeuge, sich von dem für leichte Nutzfahrzeuge unterscheidet. Die Kommission will jedoch sicherstellen, dass künftig überall, wo es möglich ist, alle interessierten Stellen die Möglichkeit erhalten, schwere Nutzfahrzeuge mit genormten OBD-Systemen zu warten und zu reparieren. Des weiteren müsste bei unter diese Richtlinie fallenden schweren Nutzfahrzeugen nach leichteren und schwereren Fahrzeuge dieser Art differenziert werden.

Dementsprechend prüft die Arbeitsgruppe ISO TC22/SC3/WG1 bereits die Vor- und Nachteile, die eine Verpflichtung auf entweder die ISO- oder die SAE-Norm bzw. eine Koexistenz beider Normen mit sich bringen würde. Zum jetzigen Zeitpunkt erscheint die gleichzeitige Anwendung von ISO 15765/15031 und SAE J1939 möglich.

Daher wird die Kommission bei der Ausarbeitung des technischen Vorschlags die Vorteile der ISO- und SAE-Normen sowie die Empfehlungen der ISO-Arbeitsgruppe sorgfältig prüfen, um möglichst kostengünstig ein ausreichendes Diagnoseniveau und einen standardisierten Zugang für Diagnose und Reparatur der auf dem Markt befindlichen schweren Nutzfahrzeuge zu gewährleisten.

#### *4.2.4. Sonstige Teile der technischen Richtlinie*

In dem technischen Vorschlag werden auch die Merkmale der in Anhang IV genannten Bezugskraftstoffe so geändert, dass ab 2005 für die Prüfung Kraftstoffe verwendet werden, die für die dann voraussichtlich auf dem Markt befindlichen Kraftstoffe repräsentativ sind (z. B. in ihrem Schwefelgehalt). Bei dieser Änderung werden daher gegebenenfalls die Bestimmungen der Kommissionsrichtlinie 2002/80/EG (zur Änderung der Richtlinie 70/220/EWG) übernommen, die die Anhänge IX und IXa betreffen.

Geändert werden auch die Mess- und Probenahmeverfahren für Partikelemissionen, wie es in Artikel 7 dritter Gedankenstrich der Richtlinie 1999/96/EG vorgesehen ist. Für die Überwachung der ab 1. Oktober 2005 geltenden sehr niedrigen Grenzwerte reicht die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der bisherigen gravimetrischen Verfahren nicht aus. Bei diesen Änderungen werden die kürzlich verabschiedete Norm ISO 16183 sowie andere wichtige Arbeiten in diesem Bereich berücksichtigt.

↓1999/96/EG Art. 1 Nr. 1  
(angepasst)

**RICHTLINIE ~~⊗~~ DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND ~~⊗~~ DES RATES**

**~~vom 3. Dezember 1987~~**

**zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Selbstzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen und die Emission gasförmiger Schadstoffe aus mit Flüssiggas oder Erdgas betriebenen Fremdzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen**

↓88/77/EWG (angepasst)

~~(88/77/EEC)~~

~~⊗~~ (Text von Bedeutung für den EWR) ~~⊗~~

~~⊗~~ DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT UND ~~⊗~~ DER RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN ~~⊗~~ UNION ~~⊗~~ -

gestützt auf den Vertrag zur Gründung der Europäischen ~~Wirtschaftsgemeinschaft~~ ~~⊗~~ Gemeinschaft ~~⊗~~, insbesondere auf Artikel ~~100 A~~ 95,

auf Vorschlag der Kommission<sup>1</sup>,

~~in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Parlament<sup>2</sup>,~~

nach Stellungnahme des ~~⊗~~ Europäischen ~~⊗~~ Wirtschafts- und Sozialausschusses<sup>2</sup>,

~~⊗~~ nach Stellungnahme des Ausschusses der Regionen<sup>3</sup>, ~~⊗~~

~~⊗~~ gemäß dem Verfahren des Artikels 251 EG-Vertrag<sup>4</sup>, ~~⊗~~

~~⊗~~ in Erwägung nachstehender Gründe: ~~⊗~~

~~(1) Es müssen die erforderlichen Maßnahmen getroffen werden, um bis zum 31. Dezember 1992 den Binnenmarkt schrittweise zu verwirklichen. Der Binnenmarkt~~

<sup>1</sup> ABl. Nr. C 193 vom 31. 7. 1986, S. 3.

<sup>2</sup> Standpunkt vom 18. November 1987 (ABl. Nr. C 345 vom 21. 12. 1987, S. 61).

<sup>2</sup> ABl. Nr. C 333 vom 29. 12. 1986, S. 17.

<sup>3</sup> ABl. C [...], [...], S. [...].

<sup>4</sup> ABl. C [...], [...], S. [...].

~~umfasst einen Raum ohne Binnengrenzen, in dem der freie Verkehr von Waren, Personen, Dienstleistungen und Kapital gewährleistet ist.~~

- ~~(2) Das erste Aktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaften für den Umweltschutz, das am 22. November 1973 vom Rat verabschiedet wurde, enthält bereits die Aufforderung, den neuesten wissenschaftlichen Fortschritten bei der Bekämpfung der Luftverschmutzung durch Abgase aus Kraftfahrzeugmotoren Rechnung zu tragen und die bereits erlassenen Richtlinien entsprechend anzupassen. Im dritten Aktionsprogramm sind weitere Anstrengungen im Hinblick auf eine beträchtliche Verringerung des derzeitigen Schadstoffemissionsniveaus der Kraftfahrzeugmotoren vorgesehen.~~
- ~~(3) Die technischen Vorschriften, denen die Kraftfahrzeuge nach den einzelstaatlichen Rechtsvorschriften genügen müssen, betreffen unter anderem die Emission gasförmiger Schadstoffe aus Dieselmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen.~~
- ~~(4) Diese Vorschriften sind von einem Mitgliedstaat zum anderen verschieden, was zu Behinderungen des freien Verkehrs der betroffenen Erzeugnisse führen kann. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, daß alle Mitgliedstaaten entweder zusätzlich zu oder anstelle ihrer derzeitigen Regelung gleiche Vorschriften erlassen, damit vor allem das EWG-Betriebserlaubnisverfahren gemäß der Richtlinie 70/156/EWG des Rates vom 6. Februar 1970 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Betriebserlaubnis für Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger<sup>5</sup> (4), zuletzt geändert durch die Richtlinie 87/403/EWG<sup>6</sup> (5), auf jeden Fahrzeugtyp angewandt werden kann. (4) ABl. Nr. L 42 vom 23.2.1970, S. 1. (5) ABl. Nr. L 220 vom 8.8.1987, S. 44.~~
- ~~(5) Dabei sollten die technischen Vorschriften übernommen werden, die von der UN-Wirtschaftskommission für Europa in der Regelung Nr. 49 genehmigt worden sind ("Einheitliche Vorschriften für die Genehmigung von Dieselmotoren hinsichtlich der Emission luftverunreinigender Gase"); diese Regelung ist dem Übereinkommen vom 20. März 1958 über die Annahme einheitlicher Bedingungen für die Genehmigung der Ausrüstungsgegenstände und Teile von Kraftfahrzeugen und über die gegenseitige Anerkennung der Genehmigung als Anhang beigelegt.~~
- ~~(6) Die Kommission hat sich verpflichtet, dem Rat bis Ende 1988 Vorschläge zur weiteren Herabsetzung der Grenzwerte für die drei dieser Richtlinie unterliegenden Schadstoffe und zur Festlegung von Grenzwerten für die Partikelemission vorzulegen.~~

↓ neu

- (1) Die Richtlinie 88/77/EWG des Rates vom 3. Dezember 1987 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Selbstzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen und die Emission gasförmiger Schadstoffe aus mit Erdgas oder Flüssiggas betriebenen Fremdzündungsmotoren zum Antrieb von

<sup>5</sup> ABl. Nr. L 42, 23.2.1970, S. 1.

<sup>6</sup> ABl. Nr. L 220, 8.8.1987, S. 44.

Fahrzeugen<sup>5</sup> ist eine der Einzelrichtlinien im Rahmen des Typgenehmigungsverfahrens gemäß der Richtlinie 70/156/EWG des Rates vom 6. Februar 1970 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Betriebserlaubnis für Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger<sup>6</sup> und wurde mehrmals in wesentlichen Punkten geändert, um schrittweise strengere Grenzwerte für Schadstoffemissionen einzuführen. Da weitere Änderungen notwendig sind, sollte die Richtlinie im Interesse der Klarheit neugefasst werden.

- (2) Mit der Richtlinie 91/542/EWG des Rates vom 1. Oktober 1991 zur Änderung der Richtlinie 88/77/EWG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe aus Dieselmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen<sup>7</sup>, der Richtlinie 1999/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Dezember 1999 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Selbstzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen und die Emission gasförmiger Schadstoffe aus mit Erdgas oder Flüssiggas betriebenen Fremdzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen und zur Änderung der Richtlinie 88/77/EWG des Rates<sup>8</sup> und der Richtlinie 2001/27/EG der Kommission vom 10. April 2001 zur Anpassung der Richtlinie 88/77/EWG des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Selbstzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen und die Emission gasförmiger Schadstoffe aus mit Erdgas oder Flüssiggas betriebenen Fremdzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen an den technischen Fortschritt<sup>9</sup> wurden Bestimmungen eingeführt, die zwar autonom, aber mit den Regelungen der Richtlinie 88/77/EWG eng verknüpft sind. Diese autonomen Bestimmungen sollten im Interesse der Klarheit und der Rechtssicherheit vollständig in die Neufassung übernommen werden.
- (3) Alle Mitgliedstaaten sollten dieselben Anforderungen stellen, vor allem damit für jeden Fahrzeugtyp das EG-Typgenehmigungssystem, das Gegenstand der Richtlinie 70/156/EWG ist, angewendet werden kann.
- (4) Das Programm der Kommission über Luftqualität, straßenverkehrsbedingte Emissionen, Kraftstoffe und Technologien zur Emissionsminderung<sup>10</sup> (erstes Auto-Öl-Programm) zeigte, dass eine weitere Senkung der Schadstoffemissionen von schweren Nutzfahrzeugen erforderlich war, um die künftigen Normen für die Luftqualität einhalten zu können.
- (5) Eine Herabsetzung der ab dem Jahr 2000 geltenden Grenzwerte um 30 % für Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe insgesamt, Stickoxide und partikelförmige Schadstoffe wird im ersten Auto-Öl-Programm als unerlässlich erachtet, um mittelfristig zufriedenstellende Luftqualitätswerte zu erzielen. Eine Senkung der Abgas-

---

<sup>5</sup> ABl. L 36 vom 9.2.1988, S. 33; zuletzt geändert durch die Richtlinie 2001/27/EG der Kommission (ABl. L 107 vom 18.4.2001, S. 10).

<sup>6</sup> ABl. L 42 vom 23.2.1970, S. 1; zuletzt geändert durch die Verordnung (EG) Nr. 807/2003 (ABl. L 122 vom 16.5.2003, S. 36).

<sup>7</sup> ABl. L 295 vom 25.10.1991, S. 1.

<sup>8</sup> ABl. L 44 vom 16.2.2000, S. 1.

<sup>9</sup> ABl. L 107 vom 18.4.2001, S. 10.

<sup>10</sup> KOM(96) 248 endg.

trübung um 30 % sollte ebenfalls zur Verringerung von partikelförmigen Schadstoffen beitragen. Eine weitere Herabsetzung der ab dem Jahr 2005 geltenden Grenzwerte um weitere 30 % für Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe insgesamt und Stickoxide sowie um 80 % für partikelförmige Schadstoffe sollten mittel- bis langfristig erheblich zur Verbesserung der Luftqualität beitragen. Der ab 2008 geltende zusätzliche Grenzwert für Stickoxide sollte zu einer weiteren Senkung des Emissionsgrenzwertes für diesen Schadstoff um 43% führen.

- (6) Es werden Typgenehmigungsprüfzyklen für gasförmige Schadstoffe und luftverunreinigende Partikel sowie Abgastrübung durchgeführt, die eine repräsentativere Bewertung der Emissionsleistung von Dieselmotoren unter Prüfbedingungen gestatten, die in stärkerem Maße den bei in Betrieb befindlichen Fahrzeugen auftretenden Bedingungen entsprechen. Seit dem Jahr 2000 werden konventionelle Selbstzündungsmotoren und Selbstzündungsmotoren, die mit bestimmten emissionsmindernden Einrichtungen ausgerüstet sind, in einem stationären Prüfzyklus und in einem neuen lastabhängigen Fahrzyklus für die Abgastrübung geprüft. Selbstzündungsmotoren, die mit fortschrittlichen emissionsmindernden Einrichtungen ausgerüstet sind, werden darüber hinaus in einem neuen instationären Prüfzyklus getestet. Ab 2005 sollten alle Selbstzündungsmotoren in allen genannten Prüfzyklen getestet werden. Gasmotoren werden lediglich in dem neuen instationären Prüfzyklus getestet.
- (7) Es ist notwendig, bei der Festlegung der neuen Normen sowie der Prüfverfahren die Auswirkungen der künftigen Verkehrsentwicklung in der Gemeinschaft auf die Luftqualität zu berücksichtigen. Die Arbeit der Kommission in diesem Bereich hat gezeigt, dass die Motorenindustrie in der Gemeinschaft die Technologie wesentlich optimieren konnte, so dass die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel deutlich zurückgegangen ist. Im Interesse des Umweltschutzes und der öffentlichen Gesundheit muss jedoch auf weitere Verbesserungen bei den Emissionsgrenzwerten und sonstigen technischen Anforderungen gedrängt werden. Dabei sollten vor allem die Ergebnisse der Forschungen über die Eigenschaften ultrafeiner Partikel bei künftigen Maßnahmen berücksichtigt werden.
- (8) Darüber hinaus ist auch die Qualität der Motorenkraftstoffe zu verbessern, um eine wirksame und dauerhafte Leistung der in Betrieb befindlichen emissionsmindernden Einrichtungen zu gewährleisten.
- (9) Für On-Board-Diagnose (OBD) sollten ab dem Jahr 2005 neue Bestimmungen eingeführt werden, die es erleichtern, dass eine Wirkungsverschlechterung oder ein Ausfall der emissionsmindernden Einrichtungen sofort erkannt wird. Auf diese Weise sollten Diagnose und Reparatur verbessert und dementsprechend das dauerhaft erreichbare Emissionsschutzniveau von in Betrieb befindlichen schweren Nutzfahrzeugen entscheidend erhöht werden. Da OBD für Dieselmotoren in schweren Nutzfahrzeugen weltweit noch in den Anfängen steckt, sollte sie in zwei Stufen in der Gemeinschaft eingeführt werden, damit die Systeme weiter entwickelt werden können und keine Systeme zum Einsatz kommen, die Falschmeldungen abgeben. Damit die Mitgliedstaaten prüfen können, ob Halter und Betreiber schwerer Nutzfahrzeuge ihrer Pflicht zur Behebung vom OBD-System gemeldeter Fehler nachgekommen sind, sollte im System die Zeitspanne oder die Wegstrecke gespeichert werden, seit der dem Fahrer ein Fehler gemeldet wurde.
- (10) Selbstzündungsmotoren sind konzeptionsbedingt langlebig und können beim gewerblichen Einsatz in schweren Nutzfahrzeugen erwiesenermaßen über große

Laufleistungen hinweg ein hohes Emissionsschutzniveau halten. Künftige Emissionsgrenzwerte werden jedoch so niedrig sein, dass sie nur mit dem Motor nachgeschalteten Einrichtungen wie DeNOx-Systemen, Partikelfiltern, Kombinationen aus beiden oder mit anderen noch zu bestimmenden Systemen eingehalten werden können. Daher müssen Dauerhaltbarkeitsanforderungen festgelegt werden, die die Grundlage bilden für Verfahren, mit denen die Übereinstimmung einer emissionsmindernden Einrichtung eines Motors während des Referenzzeitraums gewährleistet werden soll. Bei der Festlegung solcher Anforderungen sollte Folgendes in angemessener Weise berücksichtigt werden: die beträchtliche Kilometerleistung schwerer Nutzfahrzeuge, die Notwendigkeit, geeignete und rechtzeitige Wartungsmaßnahmen vorzusehen sowie die Möglichkeit, Typgenehmigungen für Fahrzeuge der Kategorie N<sub>1</sub> auszustellen, entweder gemäß dieser Richtlinie oder gemäß der Richtlinie 70/220/EWG des Rates vom 20. März 1970 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Emissionen von Kraftfahrzeugen<sup>11</sup>.

- (11) Es sollte den Mitgliedstaaten erlaubt werden, steuerliche Anreize zu schaffen, um das Inverkehrbringen von Fahrzeugen, die den auf Gemeinschaftsebene festgelegten Anforderungen entsprechen, zu beschleunigen; diese Anreize müssen im Einklang mit den Bestimmungen des Vertrags stehen und bestimmte Voraussetzungen erfüllen, damit keine Verzerrungen auf dem Binnenmarkt entstehen. Diese Richtlinie lässt das Recht der Mitgliedstaaten unberührt, Emissionen von Schadstoffen und anderen Stoffen in die Bemessungsgrundlage für die Berechnung von Kraftfahrzeugsteuern einzubeziehen.
- (12) Steuerliche Anreize, die gemäß Artikel 87 Absatz 1 EG-Vertrag staatliche Beihilfen sind, müssten der Kommission gemäß Artikel 88 Absatz 3 EG-Vertrag zwecks Überprüfung der Übereinstimmung mit den entsprechenden Kompatibilitätskriterien mitgeteilt werden. Die Mitteilung solcher Maßnahmen gemäß dieser Richtlinie lässt die Verpflichtung zur Unterrichtung gemäß Artikel 88 Absatz 3 EG-Vertrag unberührt.
- (13) Um das Verfahren zu vereinfachen und zu beschleunigen, sollte die Kommission damit beauftragt werden, Maßnahmen zur Umsetzung der grundlegenden Bestimmungen dieser Richtlinie und zur Anpassung der Anhänge dieser Richtlinie an den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt zu erlassen.
- (14) Die zur Durchführung dieser Richtlinie und deren Anpassung an den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt erforderlichen Maßnahmen sollten gemäß dem Beschluss 1999/468/EG des Rates vom 28. Juni 1999 über die Festlegung der Modalitäten für die Ausübung der der Kommission übertragenen Durchführungsbefugnisse<sup>12</sup> erlassen werden.
- (15) Die Kommission sollte die Notwendigkeit von Grenzwerten für Schadstoffe prüfen, die bis jetzt noch nicht reguliert sind und die infolge der größeren Verbreitung neuer alternativer Kraftstoffe und neuer emissionsmindernder Einrichtungen auftreten.

---

<sup>11</sup> ABl. L 76 vom 6.4.1970, S. 1. zuletzt geändert durch die Richtlinie 2002/80/EG der Kommission (ABl. L 291 vom 28.10.2002, S. 20).

<sup>12</sup> ABl. L 184 vom 17.7.1999, S. 23.

- (16) Die Kommission sollte die verfügbare Technologie prüfen, um in einem Bericht an das Europäische Parlament und den Rat, erforderlichenfalls mit entsprechenden Vorschlägen, die verbindliche NO<sub>x</sub>-Norm für 2008 zu bestätigen.
- (17) Da die Ziele des Vorschlags, vor allem die Verwirklichung des Binnenmarktes mittels der Einführung gemeinsamer technischer Anforderungen für die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel an alle Kraftfahrzeugtypen von den Mitgliedstaaten nicht ausreichend erreicht werden können und daher wegen ihres Umfangs besser auf Gemeinschaftsebene verwirklicht werden können, kann die Gemeinschaft im Einklang mit dem Subsidiaritätsprinzip gemäß Artikel 5 EG-Vertrag Maßnahmen ergreifen. Gemäß dem in diesem Artikel beschriebenen Grundsatz der Verhältnismäßigkeit geht diese Richtlinie nicht über das hinaus, was zur Erreichung dieser Ziele erforderlich ist.
- (18) Die Verpflichtung zur Umsetzung der Richtlinie in nationales Recht sollte auf die Bestimmungen begrenzt werden, die wesentliche Änderungen gegenüber früheren Richtlinien darstellen. Die Verpflichtung zur Umsetzung unveränderter Bestimmungen aus früheren Richtlinien bleibt bestehen.
- (19) Diese Richtlinie sollte die Verpflichtungen der Mitgliedstaaten unberührt lassen, die sich auf die Umsetzungsfristen und die Anwendung der in Anhang XII Teil B aufgeführten Richtlinien beziehen -

---

↓88/77/EWG (angepasst)

~~HAT~~ ☒ HABEN ☒ FOLGENDE RICHTLINIE ERLASSEN:

---

↓1999/96/EG Art. 1 Nr. 2  
(angepasst)

### *Artikel 1*

#### ☒ Definitionen ☒

Im Sinne dieser Richtlinie ~~bezeichnet der Ausdruck~~ ☒ bedeutet der Ausdruck ☒.

- ☒ a) ☒ 'Fahrzeug' ein durch einen Selbstzündungs- oder Gasmotor angetriebenes Fahrzeug im Sinne von ☒ Artikel 2 ☒ ~~Anhang II Abschnitt A~~ der Richtlinie 70/156/EWG, mit Ausnahme von Fahrzeugen der Klasse M1 mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse von bis zu 3,5 t;
- ☒ b) ☒ 'Selbstzündungs- oder Gasmotor' die ~~Bewegungs~~ ☒ A ☒ ntriebsquelle eines Fahrzeugs, für die als selbständige technische Einheit im Sinne von Artikel 2 der Richtlinie 70/156/EWG eine Typgenehmigung erteilt werden kann;
- ☒ c) ☒ ~~EEV~~ ein 'besonders umweltfreundliches Fahrzeug ('EEV')', ~~das heißt~~ ☒ ein Fahrzeug, das von einem Motor angetrieben wird, der den fakultativen Grenzwerten für die Emission gemäß Zeile C der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 von Anhang I entspricht.

---

↓88/77/EWG (angepasst)

*Artikel 2*

⊗ Verpflichtungen der Mitgliedstaaten ⊗

---

↓88/77/EWG (angepasst)

~~2. (2) Ab 1 Juli 1988 dürfen die Mitgliedstaaten aufgrund der Emission gasförmiger Schadstoffe eines Motors~~

~~– die Betriebserlaubnis mit nationaler Geltung für eine von einem Dieselmotor angetriebene Fahrzeugbauart verweigern,~~

~~– die Betriebserlaubnis mit nationaler Geltung für eine Dieselmotorbauart verweigern,~~

~~wenn den Vorschriften der Anhänge dieser Richtlinie nicht entsprochen wird.~~

---

↓91/542/EWG Art. 2 Abs. 2 und  
Abs. 3 (angepasst)

~~2. (2) Die Mitgliedstaaten dürfen die EWG-Betriebserlaubnis oder das in Artikel 10 Absatz 1 letzter Gedankenstrich der Richtlinie 70/156/EWG vorgesehene Dokument nicht mehr ausstellen und müssen die Betriebserlaubnis mit nationaler Geltung für Dieselmotorbauarten und von einem Dieselmotor angetriebene Fahrzeugtypen verweigern ab~~

~~– 1. Juli 1992, wenn die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus dem Motor die in Zeile A der Tabelle unter Nummer 6.2.1 des Anhangs I der Richtlinie 88/77/EWG genannten Grenzwerte überschreiten,~~

~~– ab 1 Oktober 1995, wenn die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus dem Motor die Grenzwerte in Zeile B der Tabelle~~

~~unter Nummer 6.2.1 des Anhangs I der Richtlinie 88/77/EWG genannten Grenzwerte überschreiten.~~

~~3. (3) Bis zum 30. September 1993 gilt Absatz 2 nicht für von einem Dieselmotor angetriebene Fahrzeugtypen, wenn~~

~~der Dieselmotor in der Anlage zu einem Betriebserlaubnisbogen beschrieben ist, der vor dem 1. Juli 1992 gemäß der Richtlinie 88/77/EWG ausgestellt wurde.~~

---

↓1999/96/EG Art. 2 Abs. 2  
(angepasst)

⊗ 1. ⊗ (2) Ab dem 1 Oktober 2000

~~dürfen die Mitgliedstaaten f ☐ Wenn ☐ die Anforderungen der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung der vorliegenden ☐ der Anhänge I bis VIII ☐ Richtlinie, nicht erfüllen. ☐ erfüllt werden, insbesondere wenn die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und verunreinigender Partikel und die Trübung der Abgase des Motors die in Zeile A der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I genannten Grenzwerte nicht einhalten, ☐ erteilen die Mitgliedstaaten ☐ f ☐ür Selbstzündungs- oder Gasmotortypen und ~~durch~~ ☐ mit ☐ einen ☐ m ☐ Selbstzündungs- oder Gasmotor angetriebene Fahrzeugtypen die EG-Typgenehmigung nicht mehr erteilen und das in Artikel 10 Absatz 1 letzter Gedankenstrich der Richtlinie 70/156/EWG vorgesehene Dokument nicht mehr ausstellen und~~

~~müssen die Mitgliedstaaten für die genannten Typen die Betriebserlaubnis mit nationaler Geltung verweigern;~~

~~wenn die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und verunreinigender Partikel und die Trübung der Abgase des Motors die in Zeile A der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung dieser Richtlinie, genannten Grenzwerte nicht einhalten.~~

---

↓2001/27/EG Art. 2 Abs. 2  
(angepasst)

~~2. (2) Mit Wirkung ab 1 Oktober 2000 erteilen die Mitgliedstaaten~~

- a) ~~keine EG-Typgenehmigungen bzw. der in Artikel 10 Absatz 1 letzter Gedankenstrich ☐ 4 Absatz 1 ☐ der Richtlinie 70/156/EWG genannte Betriebserlaubnisbogen wird nicht mehr ausgestellt;~~
- b) ~~keine nationalen Typzulassungen ☐ genehmigungen ☐ mehr.~~

---

↓88/77/EWG (angepasst)

~~3. (3) Bis zum 30. September 1990 gilt Absatz 2 nicht für von einem Dieselmotor angetriebene Fahrzeugbauarten sowie für Dieselmotorbauarten, die im Anhang zu einem Betriebserlaubnisbogen, der vor diesem Zeitpunkt gemäß der Richtlinie 72/306/EWG ausgestellt wurde, beschrieben sind.~~

~~4. (4) Ab 1. Oktober 1990 können die Mitgliedstaaten aufgrund der Emission gasförmiger Schadstoffe eines Motors~~

- ~~– die Zulassung, den Verkauf, die Inbetriebnahme oder die Benutzung neuer, von einem Dieselmotor angetriebener Fahrzeuge untersagen;~~
  - ~~– oder~~
  - ~~– den Verkauf oder die Benutzung neuer Dieselmotoren untersagen,~~
- ~~wenn den Vorschriften der Anhänge dieser Richtlinie nicht entsprochen wird.~~

---

↓91/542/EWG Art. 2 Abs. 4  
(angepasst)

~~4. (4) Mit Ausnahme der zur Ausfuhr nach Drittländern bestimmten Dieselfahrzeuge und -motoren untersagen die Mitgliedstaaten die Zulassung, den Verkauf, die Inbetriebnahme oder die Benutzung neuer, von einem Dieselmotor angetriebener Fahrzeuge sowie den Verkauf und die Benutzung neuer Dieselmotoren~~

~~— ab 1. Oktober 1993, wenn die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus dem Motor die in Zeile A der Tabelle unter Nummer 8.3.1.1 des Anhangs I der Richtlinie 88/77/EWG genannten Grenzwerte überschreiten;~~

~~— ab 1. Oktober 1996, wenn die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus dem Motor die Grenzwerte in Zeile B der Tabelle~~

~~unter Nummer 8.3.1.1 des Anhangs I der Richtlinie 88/77/EWG genannten Grenzwerte überschreiten.~~

---

↓1999/96/EG Art. 2 Abs. 3  
(angepasst)

~~☒ 2. ☒ Ab dem 1. Oktober 2001 müssen die Mitgliedstaaten a ☒ A ☒ ußer im Fall von Fahrzeugen und Motoren, die in Drittländer ausgeführt werden sollen, und von Motoren, die zum Ersatz von Motoren von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen bestimmt sind, ☒ treffen die Mitgliedstaaten, wenn die Anforderungen der Anhänge I bis VIII nicht erfüllt werden, insbesondere ☒~~

~~— Übereinstimmungsbescheinigungen, mit denen neue Fahrzeuge oder neue Motoren gemäß der Richtlinie 70/156/EWG zu versehen sind, als nicht mehr gültig im Sinne von Artikel 7 Absatz 1 der genannten Richtlinie betrachten und~~

~~— die Zulassung, den Verkauf, die Inbetriebnahme oder die Benutzung neuer, durch einen Selbstzündungs- oder Gasmotor angetriebener Fahrzeuge und den Verkauf und die Benutzung neuer Selbstzündungs- oder Gasmotoren untersagen;~~

wenn die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel und die Trübung der Abgase des Motors die in Zeile A der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung dieser Richtlinie, genannten Grenzwerte nicht ein☒ ge ☒halten werden; ☒ , ☒

---

↓2001/27/EG Art. 2 Abs. 3  
(angepasst)

~~3. (4) Mit Wirkung ab 1. Oktober 2001 treffen die Mitgliedstaaten für Dieselmotoren und Fahrzeuge mit Antrieb durch Gasmotor, die die Anforderungen der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung der vorliegenden Richtlinie, nicht erfüllen, mit Ausnahme der Fahrzeuge und Motoren, die für die Ausfuhr in Drittländer bestimmt sind, und Motoren, die zum Ersatz von Motoren von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen bestimmt sind, folgende Regelung:~~

- ☒ a) ☒ nach der Richtlinie 70/156/EWG ausgestellte Übereinstimmungsbescheinigungen für Neufahrzeuge und neue Motoren werden nicht im Sinne von Artikel 7 Absatz 1 der genannten Richtlinie anerkannt;
- ☒ b) ☒ Zulassung, Vertrieb, Inbetriebnahme und Benutzung ~~solcher Neufahrzeuge~~ ☒ neuer mit einem Selbstzündungs- oder Gasmotor ~~ausgerüsteter~~ angetriebenen Fahrzeuge ☒ und Vertrieb und Benutzung ~~solcher neuen Motoren~~ ☒ neuer Selbstzündungs- oder Gasmotoren ☒ werden untersagt.

↓ 2001/27/EG Art. 2 Abs. 4  
(angepasst)

4. ☒ 3. ☒ ☒ Unbeschadet der Absätze 21 und ~~Absatz 3~~ 2 und ☒ ~~M~~ ☒ m ☒ it Wirkung ab 1. Oktober 2003 treffen die Mitgliedstaaten für Gasmotoren und Fahrzeuge mit Antrieb durch Gasmotor, die die Anforderungen ~~der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung der vorliegenden~~ ☒ der Anhänge I bis VIII ☒ ~~Richtlinie~~, nicht erfüllen, mit Ausnahme der Fahrzeuge und Motoren, die zum Ersatz von Motoren von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen bestimmt sind, folgende Regelung:

- ☒ a) ☒ nach der Richtlinie 70/156/EWG ausgestellte Übereinstimmungsbescheinigungen für Neufahrzeuge und neue Motoren werden nicht im Sinne von Artikel 7 Absatz 1 der genannten Richtlinie anerkannt;
- ☒ b) ☒ Zulassung, Vertrieb, Inbetriebnahme und Benutzung von Neufahrzeugen und Vertrieb und Benutzung ~~solcher~~ neuer Motoren werden untersagt.

↓ 88/77/EWG (angepasst)

~~1. (1) Ab 1 Juli 1988 dürfen die Mitgliedstaaten nicht aufgrund der Emission gasförmiger Stoffe eines Motors~~

~~— die EWG-Betriebserlaubnis, die Ausstellung des in Artikel 10 Absatz 1 letzter Gedankenstrich der Richtlinie 70/156/EWG vorgesehenen Dokuments oder die Betriebserlaubnis mit nationaler Geltung für einen von einem Dieselmotor angetriebenen Fahrzeugtyp verweigern;~~

- ~~— die Zulassung, den Vertrieb, die Inbetriebnahme oder die Benutzung solcher Neufahrzeuge untersagen;~~
- ~~— die EWG-Betriebserlaubnis oder die Betriebserlaubnis mit nationaler Geltung für eine Dieselmotorbauart verweigern;~~
- ~~— den Verkauf oder die Benutzung neuer Dieselmotoren untersagen;~~

~~wenn den Vorschriften der Anhänge dieser Richtlinie entsprochen wird.~~

---

↓91/542/EWG Art. 2 Abs. 1  
(angepasst)

~~1. (1) Ab 1. Januar 1992 dürfen die Mitgliedstaaten nicht aufgrund der Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus einem Motor~~

~~— die EWG-Betriebserlaubnis, die Ausstellung des in Artikel 10 Absatz 1 letzter Gedankenstrich der Richtlinie 70/156/EWG (5) vorgesehenen Dokuments oder die Betriebserlaubnis mit nationaler Geltung für einen von einem Dieselmotor angetriebenen Fahrzeugtyp verweigern,~~

~~— die Zulassung, den Verkauf, die Inbetriebnahme oder Benutzung solcher Neufahrzeuge untersagen noch~~

~~— die EWG-Betriebserlaubnis oder die Betriebserlaubnis mit nationaler Geltung für eine Dieselmotorbauart verweigern,~~

~~— den Verkauf oder die Benutzung neuer Dieselmotoren untersagen,~~

~~wenn den Vorschriften der Anhänge der Richtlinie 88/77/EWG entsprochen wird.~~

---

↓1999/96/EG Art. 2 Abs. 1  
(angepasst)  
⇒ neu

~~(1) Ab dem 1. Juli 2000 dürfen die Mitgliedstaaten aus Gründen, die sich auf die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel sowie auf die Trübung der Abgase eines Motors beziehen,~~

~~— weder die Erteilung der EG-Typgenehmigung, die Ausstellung des in Artikel 10 Absatz 1 letzter Gedankenstrich der Richtlinie 70/156/EWG vorgesehenen Dokuments oder die Erteilung der Betriebserlaubnis mit nationaler Geltung für einen von einem Selbstzündungs- oder Gasmotor angetriebenen Fahrzeugtyp verweigern noch~~

~~— die Zulassung, den Verkauf, die Inbetriebnahme oder Benutzung solcher Neufahrzeuge untersagen noch~~

~~— die Erteilung der EG-Typgenehmigung für einen Selbstzündungs- oder Gasmotortyp verweigern noch~~

~~— den Verkauf oder die Benutzung neuer Selbstzündungs- oder Gasmotoren untersagen,~~

⊗ 4. ⊗ ~~W~~ ⊗ Wenn die entsprechenden Anforderungen ~~der Anhänge der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung dieser Richtlinie~~ ⇒ der Anhänge I bis VIII und der Artikel 3 und 4 ⇐ erfüllt sind, insbesondere in den Fällen, in denen die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel sowie die Trübung der Abgase eines Motors den in ~~Zeile A oder Zeile B1 oder B2 der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung dieser Richtlinie,~~ aufgeführten Grenzwerten oder den dort in Zeile C aufgeführten zulässigen Grenzwerten für die Emission genügen: ⊗ , ⊗

---

↓2001/27/EG Art. 2 Abs. 1  
(angepasst)  
⇒ neu

~~1. (1) Ab dem 1. Oktober 2001~~ darf kein Mitgliedstaat ☒ aus Gründen, die sich auf die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel sowie auf die Trübung der Abgase eines Motors beziehen ☒,

☒ a) ☒ die EG-Typgenehmigung, die Ausstellung des in Artikel ~~10 Absatz 1~~  
~~letzter Gedankenstrich~~ ☒ 4 Absatz 1 ☒ der Richtlinie 70/156/EWG  
genannten Betriebserlaubnisbogens oder die nationale Typzulassung für  
Fahrzeuge mit Antrieb durch Dieselmotor oder Gasmotor versagen; ~~oder~~

☒ b) ☒ Zulassung, Vertrieb, Inbetriebnahme und Benutzung ~~solcher~~ ⇒ durch  
Dieselmotor oder Gasmotor angetriebener ⇐ Fahrzeuge untersagen; ~~oder~~

☒ c) ☒ für Dieselmotoren und Gasmotoren die EG-Typgenehmigung versagen;  
~~oder~~

☒ d) ☒ Vertrieb und Benutzung solcher Dieselmotoren und Gasmotoren  
untersagen;

~~wenn die Anforderungen der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung der vorliegenden  
Richtlinie, erfüllt sind.~~

---

↓2001/27/EG Art. 2 Abs. 5  
(angepasst)

~~5. (5) Die Mitgliedstaaten erkennen die Übereinstimmung mit dieser Richtlinie nur bei  
Dieselmotoren und bei Neufahrzeugen mit Antrieb durch Dieselmotor als Erweiterung der  
Typgenehmigung an und auch nur, sofern zuvor eine Typgenehmigung entsprechend den  
Anforderungen der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung der Richtlinie 1999/96/EG, erteilt  
wurde. Für diese Fahrzeuge gelten die Bestimmungen von Absatz 3 der vorliegenden Artikels  
ab 1. April 2002.~~

---

↓1999/96/EG Art. 2 Abs. 4  
(angepasst)  
⇒ neu

~~4.~~ ☒ 5. ☒ Ab dem 1. Oktober 2005 ⇒ verweigern ⇐ ~~dürfen~~ die Mitgliedstaaten, wenn  
⇒ die Anforderungen der Anhänge I bis VIII und der Artikel 3 und 4 nicht erfüllt  
sind, insbesondere wenn ⇐ die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und  
verunreinigender Partikel und die Trübung der Abgase des Motors die Grenzwerte in  
Zeile B1 der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I ~~der Richtlinie 88/77/EWG, in  
der Fassung dieser Richtlinie,~~ nicht einhalten, für Selbstzündungs- und  
Gasmotortypen und ~~durch~~ ☒ mit ☒ einen ☒ m ☒ Selbstzündungs- oder  
Gasmotor angetriebene Fahrzeugtypen

- ⊗ a) ⊗ die EG-Typgenehmigung ~~nicht mehr erteilen und das in~~ ⇒ nach ⇐ Artikel ~~10 Absatz 1 letzter Gedankenstrich~~ ⊗ 4 Absatz 1 ⊗ der Richtlinie 70/156/EWG ~~vorgesehene Dokument nicht mehr ausstellen~~ und
- ⊗ b) ⊗ ~~müssen die Mitgliedstaaten für die genannten Typen die Betriebserlaubnis mit nationaler Geltung verweigern~~ ⊗ Typgenehmigung ⊗.

↓ 1999/96/EG Art. 2 Abs. 5  
(angepasst)  
⇒ neu

- 5.⊗ 6. ⊗ Ab dem 1. Oktober 2006 müssen die Mitgliedstaaten - außer im Fall von Fahrzeugen und Motoren, die in Drittländer ausgeführt werden sollen, und von ~~Austauschmotoren für in Betrieb befindliche Fahrzeuge~~ ⊗ Motoren, die zum Ersatz von Motoren von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen bestimmt sind ⊗ ⇒ wenn die Anforderungen der Anhänge I bis VIII und der Artikel 3 und 4 nicht erfüllt werden, insbesondere ⇐ ⊗ wenn die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und verunreinigender Partikel und die Trübung der Abgase des Motors die Grenzwerte in Zeile B1 der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I ⊗ ~~der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung dieser Richtlinie,~~ ⊗ nicht einhalten ⊗:
- ⊗ a) ⊗ Übereinstimmungsbescheinigungen, mit denen neue Fahrzeuge oder neue Motoren gemäß der Richtlinie 70/156/EWG zu versehen sind, als nicht mehr gültig im Sinne von Artikel 7 Absatz 1 der genannten Richtlinie betrachten und
- ⊗ b) ⊗ ~~die Zulassung, den Verkauf~~ ⊗ Vertrieb ⊗, ~~die Inbetriebnahme oder die Benutzung neuer, durch einen~~ ⊗ mit einem ⊗ Selbstzündungs- oder Gasmotor angetriebener Fahrzeuge und ~~den Verkauf~~ ⊗ Vertrieb ⊗ und ~~die Benutzung neuer Selbstzündungs- oder Gasmotoren untersagen.~~

↓ 1999/96/EG Art. 2 Abs. 6  
(angepasst)  
⇒ neu

- 6.⊗ 7. ⊗ Ab dem 1. Oktober 2008 ~~dürfen~~ ⇒ verweigern ⇐ die Mitgliedstaaten, wenn ⇒ die Anforderungen der Anhänge I bis VIII und der Artikel 3 und 4 nicht erfüllt sind, insbesondere wenn ⇐ die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und verunreinigender Partikel und die Trübung der Abgase des Motors die Grenzwerte in Zeile B2 der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I ~~der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung dieser Richtlinie,~~ nicht einhalten, für Selbstzündungs- und Gasmotortypen und ~~durch einen~~ ⊗ mit einem ⊗ Selbstzündungs- oder Gasmotor angetriebene Fahrzeugtypen
- ⊗ a) ⊗ die EG-Typgenehmigung ~~nicht mehr erteilen und das in~~ ⇒ nach ⇐ Artikel ~~10 Absatz 1 letzter Gedankenstrich~~ ⊗ 4 Absatz 1 ⊗ der Richtlinie 70/156/EWG ~~vorgesehene Dokument nicht mehr ausstellen~~ und
- ⊗ b) ⊗ ~~müssen die Mitgliedstaaten für die genannten Typen die Betriebserlaubnis mit nationaler Geltung~~ ⊗ Typgenehmigung ⊗ ~~verweigern,~~

---

↓ 1999/96/EG Art. 2 Abs. 7  
(angepasst)  
⇒ neu

7. ☒ 8. ☒ Ab dem 1. Oktober 2009 müssen die Mitgliedstaaten - außer im Fall von Fahrzeugen und Motoren, die in Drittländer ausgeführt werden sollen, und von ~~Austauschmotoren für in Betrieb befindliche Fahrzeuge~~ ☒ Motoren, die zum Ersatz von Motoren von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen bestimmt sind ☒ ⇒ wenn die Anforderungen der Anhänge I bis VIII und der Artikel 3 und 4 nicht erfüllt werden, insbesondere ☒ ☒ wenn die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und verunreinigender Partikel und die Trübung der Abgase des Motors die Grenzwerte in Zeile B2 der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I ☒ ~~der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung dieser Richtlinie~~, ☒ nicht einhalten ☒.
- ☒ a) ☒ Übereinstimmungsbescheinigungen, mit denen neue Fahrzeuge oder neue Motoren gemäß der Richtlinie 70/156/EWG zu versehen sind, als nicht mehr gültig im Sinne von Artikel 7 Absatz 1 der genannten Richtlinie betrachten und
- ☒ b) ☒ ~~die Zulassung, den Verkauf~~ ☒ Vertrieb ☒, ~~die Inbetriebnahme oder die Benutzung neuer, durch einen~~ ☒ mit einem ☒ Selbstzündungs- oder Gasmotor ~~angetriebener~~ ☒ ausgerüsteter ☒ Fahrzeuge und ~~den Verkauf~~ ☒ Vertrieb ☒ und ~~die Benutzung neuer Selbstzündungs- oder Gasmotoren~~ untersagen.

---

↓ 1999/96/EG Art. 2 Abs. 8  
(angepasst)  
⇒ neu

- ~~(8)~~ ☒ 9. ☒ Im Einklang mit Absatz ~~1~~ ☒ 4 ☒ wird bei Motoren, die ☒ die ☒ ~~den einschlägigen~~ Anforderungen der Anhänge ☒ I bis VIII ☒ ~~der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung dieser Richtlinie~~ ☒ erfüllen ☒ entsprechen und ☒ insbesondere ☒ die Grenzwerte gemäß Zeile C der Tabellen in Abschnitt 6.2.1. des Anhangs I ~~der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung dieser Richtlinie~~ einhalten, davon ausgegangen, dass sie den Anforderungen der Absätze ~~7~~ ☒ 1, 2 und 3 ☒ genügen;
- ☒ Im Einklang mit Absatz 4 wird bei Motoren, die die ☒ ~~den einschlägigen~~ Anforderungen der Anhänge ☒ I bis VIII und der Artikel 3 und 4 ☒ ~~der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung dieser Richtlinie~~ ☒ erfüllen ☒ entsprechen und ☒ insbesondere ☒ die Grenzwerte gemäß Zeile C der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I ~~der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung dieser Richtlinie~~, einhalten, davon ausgegangen, dass sie den Anforderungen der Absätze ~~7~~ ☒ 1, 2 und 3 sowie 5 bis 8 ☒ genügen.

*Artikel 3*

~~1. (1) Der Mitgliedstaat, der die Betriebserlaubnis für einen Dieselmotortyp erteilt hat, trifft die erforderlichen Maßnahmen, damit er von jeder Änderung unterrichtet wird, die ein Bauteil oder ein Merkmal nach Anhang I Punkt 2.3 betrifft. Die zuständigen Behörden dieses Mitgliedstaats befinden darüber, ob der geänderte Motor erneut geprüft und darüber ein neuer Prüfbericht erstellt werden muß. Die Änderung wird nicht genehmigt, wenn die Prüfung ergibt, daß die Vorschriften dieser Richtlinie nicht eingehalten werden.~~

~~2. (2) Der Mitgliedstaat, der die Betriebserlaubnis für eine Fahrzeugbauart in bezug auf deren Dieselmotor erteilt hat, trifft die erforderlichen Maßnahmen, damit er von jeder Änderung dieser Fahrzeugbauart hinsichtlich des eingebauten Motors unterrichtet wird. Die zuständigen Behörden dieses Mitgliedstaats befinden darüber, ob nach solchen Änderungen Maßnahmen nach der Richtlinie 70/156/EWG, insbesondere nach Artikel 4 oder 6, zu treffen sind.~~

**⊗ Bestimmungen über die Dauerhaltbarkeit von emissionsmindernden Einrichtungen ⊗**

⊗ 1. ⊗ Ab dem 1. Oktober 2005 muss bei Typgenehmigungen für neue Fahrzeugtypen und Motoren ~~auch die Funktionstüchtigkeit der emissionsrelevanten Einrichtungen während der normalen Lebensdauer des Fahrzeugs oder Motors bestätigt werden;~~ ⊗ und ⊗ ab dem 1. Oktober 2006 gilt diese Bestimmung ⊗ bei Typgenehmigungen ⊗ für alle Fahrzeugtypen und Motoren. ⇒ der Hersteller eines auf der Grundlage der Grenzwerte in Zeile B1, B2 oder C der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I typgenehmigten Selbstzündungsmotors oder Gasmotors nachweisen, dass der Motor diese Grenzwerte während folgender Einsatzdauer nicht überschreitet: ⇐

- a) ⇒ 100 000 km oder fünf Jahre, je nach dem, was zuerst eintritt, bei Motoren zum Einbau in Fahrzeuge der Klasse N1; ⇐
- b) ⇒ 200 000 km oder sechs Jahre, je nach dem, was zuerst eintritt, bei Motoren zum Einbau in Fahrzeuge der Klassen N2 und M2; ⇐
- c) ⇒ 500 000 km oder sechs Jahre, je nach dem, was zuerst eintritt, bei Motoren zum Einbau in Fahrzeuge der Klassen N3 und M3. ⇐

~~Die Kommission prüft die Unterschiede in der normalen Lebensdauer von verschiedenen Klassen schwerer Nutzfahrzeuge und zieht auf die einzelnen Fahrzeugklassen ausgerichtete Vorschläge für geeignete Anforderungen an die Dauerhaltbarkeit in Betracht.~~

---

↓1999/96/EG Art. 6 (angepasst)

~~Ab dem 1. Oktober 2005 muß bei Typgenehmigungen für neue Fahrzeugtypen auch die Funktionstüchtigkeit der emissionsrelevanten Einrichtungen während der normalen Lebensdauer eines Fahrzeugs unter normalen Betriebsbedingungen bestätigt werden (Übereinstimmung von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen, die ordnungsgemäß gewartet und eingesetzt werden); ab dem 1. Oktober 2006 gilt diese Bestimmung für alle Fahrzeugtypen.~~

⊗ 2. ⊗ ~~Diese~~ ⊗ Die Maßnahmen zur Umsetzung von ⊗ ~~Bestimmung~~ ⊗ ~~en in~~ Absatz 1 ⊗ ~~ist~~ ⊗ werden ⊗ ~~von der Kommission~~ ⊗ spätestens bis zum [30. Juni 2004] erlassen ⊗ ~~gemäß Artikel 7 zu bestätigen und zu ergänzen.~~

---

↓88/77/EWG (angepasst)

#### ⊗ Artikel 4 ⊗

#### ⊗ ~~Bestimmungen für On-Board-Diagnosesysteme (OBD-Systeme)~~ ⊗

---

↓1999/96/EG Art. 4 (angepasst)

⇒ neu

⊗ 1. ⊗ Ab dem 1. Oktober 2005 müssen ~~alle~~ ⊗ bei Typgenehmigungen für ⊗ ~~neuen~~ Fahrzeugtypen ⇒ die gemäß den Emissionsgrenzwerten in Zeile B1 oder Zeile C der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I typgenehmigten Selbstzündungsmotoren beziehungsweise mit einem solchen Motor ~~ausgerüsteten~~ angetriebenen Fahrzeuge ⇐ mit einem On-Board-Diagnose- ⊗ (OBD) ⊗ System ~~oder einem On-Board-Meßsystem (OBM) zur Überprüfung der Abgasemissionen im Betrieb~~ ausgestattet sein ⇒, das dem Fahrer eine Fehlermeldung anzeigt, wenn die in Zeile B1 oder Zeile C der Tabelle in Absatz 3 aufgeführten OBD-Schwellenwerte überschritten werden ⇐; ab dem 1. Oktober 2006 gilt diese Bestimmung für alle Fahrzeugtypen ⇒ Typgenehmigungen ⇐ .

~~Die betreffenden Regelungen schlägt die Kommission dem Europäischen Parlament und dem Rat vor. Diese beinhalten~~

~~—den uneingeschränkten und normierten Zugang zu dem OBD-System für Inspektion, Diagnose, Wartung und Reparatur;~~

~~—die Normierung der Fehlercodes;~~

~~—die Kompatibilität von Ersatzteilen, um Reparatur, Ersatz und Wartung der Fahrzeuge mit OBD-System zu erleichtern.~~

Das OBD-System kann auch größere Funktionsstörungen an folgenden Einrichtungen zur Abgasnachbehandlung melden, soweit sie in Folgendem vorhanden sind:

- a) einem als selbständige Einheit montierten Katalysator, der Teil eines DeNOx-Systems oder eines Diesel-Partikelfilters sein kann oder nicht,
- b) einem DeNOx-System,
- c) einem Diesel-Partikelfilter,
- d) einer Kombination aus DeNOx- System und Partikelfilter.

2. Ab dem 1. Oktober 2008 müssen bei Typgenehmigungen für neue Typen Selbstzündungs- oder Gasmotoren, die gemäß den Grenzwerten in Zeile B2 oder Zeile C der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I typgenehmigt sind, beziehungsweise Fahrzeuge, die mit einem solchen Motor angetrieben werden, mit einem OBD-System ausgestattet sein, das dem Fahrer eine Fehlermeldung anzeigt, wenn die in Zeile B2 oder Zeile C der Tabelle in Absatz 3 aufgeführten OBD-Schwellenwerte überschritten werden. Ab 1. Oktober 2009 gilt diese Bestimmung für alle Typgenehmigungen.

Das OBD-System muss ferner eine Schnittstelle zum elektronischen Motorsteuergerät (EECU) haben sowie zu allen anderen elektrischen oder elektronischen Systemen, die Daten an das EECU übermitteln oder Daten von dort empfangen und die Einfluss auf das ordnungsgemäße Arbeiten der emissionsmindernden Einrichtungen haben, z. B. die Schnittstelle zwischen dem EECU und einem elektronischen Getriebesteuergerät.

3. Die OBD-Schwellenwerte lauten:

| Zeile     | Selbstzündungsmotoren                     |                               |
|-----------|-------------------------------------------|-------------------------------|
|           | Ausstoß von Stickstoffoxid<br>(NOx) g/kWh | Partikelausstoß<br>(PT) g/kWh |
| B1 (2005) | 7.0                                       | 0.1                           |
| B2 (2008) | 7.0                                       | 0.1                           |
| C (EEV)   | 7.0                                       | 0.1                           |

4. Die Maßnahmen zur Umsetzung der Absätze 1, 2 und 3 werden bis spätestens [30. Juni 2004] erlassen.

~~Die Mitgliedstaaten können für die unter diese Richtlinie fallenden Fahrzeuge steuerliche Anreize vorsehen. Diese Anreize müssen im Einklang mit dem Vertrag stehen und darüber hinaus folgende Bedingungen erfüllen:~~

~~— Sie müssen für die gesamte Automobilproduktion des betreffenden Mitgliedstaats und solche eingeführten Fahrzeuge gelten, die auf dem Markt eines Mitgliedstaats in Verkehr gebracht werden sollen und so ausgerüstet sind, daß sie den 1996 einzuhaltenden europäischen Normen schon vorzeitig genügen können;~~

~~— sie entfallen, sobald die Emissionswerte als verbindliche Vorschrift gemäß Artikel 2 Absatz 4 für Neuwagen in Kraft getreten sind;~~

~~— sie müssen bei jedem Fahrzeugtyp deutlich geringer sein als die tatsächlichen Kosten für die zur Einhaltung der festgesetzten Werte eingeführten Vorrichtungen und deren Einbau im Fahrzeug.~~

~~Die Kommission muß rechtzeitig über Vorhaben zur Einführung oder Änderung steuerlicher Anreize gemäß Absatz 1 unterrichtet werden, damit sie dazu Stellung nehmen kann.~~

---

1. Die Mitgliedstaaten können steuerliche Anreize nur für Fahrzeuge vorsehen, die ~~der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung dieser Richtlinie,~~ entsprechen. Diese Anreize müssen im Einklang mit ⇒ den Bestimmungen des EG-Vertrags und der Absätze 2 und 3 des vorliegenden Artikels ⇐ ~~dem Vertrag stehen. und darüber hinaus die folgenden in den Buchstaben a) oder b) vorgesehenen Bedingungen erfüllen:~~

a) ☒ 2. Die Anreize ☒ Sie finden auf alle Neufahrzeuge Anwendung, die in einem Mitgliedstaat zum Verkauf angeboten werden und die in Zeile ~~A~~ ☒ B1 oder B2 ☒ der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I ~~der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung dieser Richtlinie,~~ genannten Grenzwerte vorzeitig einhalten bzw. ~~ab dem 1. Oktober 2000 die in Zeile B1 oder B2 dieser Tabellen genannten Grenzwerte einhalten.~~

Sie enden zum Zeitpunkt der verbindlichen Anwendung der ~~in Artikel 2 Absatz 3 für Neufahrzeuge festgelegten~~ Emissionsgrenzwerte ☒ in Zeile B1, wie in Artikel 2 Absatz 6 festgelegt ☒ beziehungsweise zu ☒ m ☒ den Zeitpunkten der verbindlichen Anwendung der Emissionsgrenzwerte in Zeile ~~B1 oder B2~~ ☒ , wie in Artikel 2 Absatz 8 festgelegt ☒ ~~der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung dieser Richtlinie.~~

b) ☒ 3. Die Anreize ☒ finden auf alle Neufahrzeuge Anwendung, die in einem Mitgliedstaat zum Verkauf angeboten werden und die die in Zeile C der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I ~~der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung dieser Richtlinie,~~ genannten fakultativen Grenzwerte für die Emission einhalten.

- ~~2.~~ ☒ 4. ☒ ~~⇒~~ Zusätzlich zu den in Absatz 1 genannten Bedingungen dürfen ~~⇐~~ die steuerlichen Anreize ~~dürfen~~ für jeden Fahrzeugtyp die Mehrkosten der technischen Lösungen, die zum Zwecke der Einhaltung der in ~~Zeile A oder~~ Zeile B1 oder B2 der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I ~~der Richtlinie 88/77/EWG, in der Fassung dieser Richtlinie,~~ genannten Grenzwerte oder der ebenda in Zeile C genannten ☒ fakultativen ☒ Grenzwerte gewählt werden, einschließlich der Kosten für den Einbau in das Fahrzeug, nicht überschreiten.
- ~~3.~~ ☒ 5. ☒ Die ~~⇒~~ Mitgliedstaaten unterrichten die ~~⇐~~ Kommission ~~ist~~ so rechtzeitig über Vorhaben zur Einführung oder Änderung steuerlicher Anreize gemäß diesem Artikel ~~zu unterrichten~~, dass sie dazu Stellung nehmen kann.

↓ 88/77/EWG (angepasst)  
 ⇒ neu

#### Artikel ~~4~~ ☒ 6 ☒

#### ☒ Durchführungsmaßnahmen und Änderungen ☒

- ☒ 1. ☒ ~~Änderungen~~ ☒ Maßnahmen ☒, die zur ~~⇒~~ Umsetzung ~~und zur~~ ~~⇐~~ Anpassung der ~~Anhänge~~ ~~⇒~~ der Artikel 3 und 4 der vorliegenden Richtlinie ~~⇐~~ ~~an den technischen Fortschritt~~ notwendig sind, werden ~~⇒~~ von der Kommission, unterstützt von dem in Artikel 13 Absatz 1 der Richtlinie 70/156/EWG eingerichteten Ausschuss ~~⇐~~ nach dem ~~Verfahren des~~ ☒ in deren ☒ Artikel 13 ☒ Absatz 3 genannten Verfahren ☒ ~~der Richtlinie 70/156/EWG~~ erlassen.
- ☒ 2. ☒ ~~⇒~~ Änderungen, die zur Anpassung dieser Richtlinie an den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt notwendig sind, werden von der Kommission, unterstützt von dem in Artikel 13 Absatz 1 der Richtlinie 70/156/EWG eingerichteten Ausschuss nach dem in deren Artikel 13 Absatz 3 genannten Verfahren erlassen. ~~⇐~~

#### ~~Artikel 5~~

- ~~1. (1) Die Mitgliedstaaten erlassen die erforderlichen Rechts- und Verwaltungsvorschriften, um dieser Richtlinie vor dem 1. Juli 1988 nachzukommen. Sie setzen die Kommission unverzüglich hiervon in Kenntnis.~~
- ~~2. (2) Nach Bekanntgabe dieser Richtlinie unterrichten die Mitgliedstaaten ferner die Kommission so rechtzeitig von den wichtigsten Rechts- und Verwaltungsvorschriften, die sie auf dem unter diese Richtlinie fallenden Gebiet zu erlassen beabsichtigen, daß die Kommission sich hierzu äussern kann.~~

↓ 88/77/EWG (angepasst)

#### Artikel ~~6~~ ☒ 7 ☒

#### ☒ Weitere Überprüfung und Berichte ☒

~~Spätestens Ende 1988 prüft der Rat anhand eines Vorschlags der Kommission, ob die Grenzwerte für die drei dieser Richtlinie unterliegenden Schadstoffeweiter verringert und Grenzwerte für die Partikelemissionen festgelegt werden sollen.~~

↓91/542/EWG Art. 5 (angepasst)

~~1. (1) Der Rat beschließt vor Ende 1991 mit qualifizierter Mehrheit auf Vorschlag der Kommission Bestimmungen über die Bereitstellung eines höherwertigen Dieseldieselkraftstoffs in den Mitgliedstaaten, dessen höchstzulässiger Schwefolgehalt 0,05 % beträgt.~~

~~2. (2) Die Kommission legt vor Ende 1993 in einem Bericht an den Rat den Entwicklungsstand auf folgenden Gebieten dar:~~

~~— Verfügbarkeit von Techniken zur Kontrolle luftverunreinigender Emissionen aus Dieselmotoren, insbesondere Motoren mit weniger als 85 kW;~~

~~— eine neue, gemäß Artikel 4 der Richtlinie 88/77/EWG einzuführende statistische Methode zur Überwachung der Übereinstimmung der Fertigung.~~

~~Sie unterbreitet dem Rat gegebenenfalls einen Vorschlag zur Heraufsetzung der Grenzwerte für Partikelemissionen. Der Rat beschließt spätestens am 30. September 1994 auf der Grundlage des Vorschlags.~~

~~3. (3) Die Kommission unterbreitet dem Rat vor Ende 1996 entsprechend dem technischen Entwicklungsstand einen Vorschlag zur Änderung der Grenzwerte für luftverunreinigende Emissionen, der gegebenenfalls mit einem Vorschlag für eine Änderung des Prüfverfahrens verbunden ist. Die neuen Grenzwerte gelten vor dem 1. Oktober 1999 nicht für neue Typenbetriebserlaubnisse.~~

↓91/542/EWG Art. 6 (angepasst)

~~Der Rat beschließt mit qualifizierter Mehrheit auf Vorschlag der Kommission, der den Ergebnissen der derzeitigen Beratungen über den Treibhauseffekt Rechnung trägt, Maßnahmen zur Begrenzung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Kraftfahrzeugen.~~

↓1999/96/EG Art. 7 (angepasst)

⇒ neu

⇒ 1. Die Kommission prüft die Notwendigkeit zur Einführung neuer Emissionsgrenzwerte für schwere Nutzfahrzeuge und Motoren für schwere Nutzfahrzeuge im Hinblick auf bis jetzt nicht regulierte Schadstoffe. Diese Überprüfung stützt sich auf die Verbreitung neuer alternativer Kraftstoffe sowie auf die Einführung neuer mit Reagenzien arbeitender emissionsmindernder Einrichtungen, mit denen die künftigen in dieser Richtlinie festgelegten Normen erfüllt werden sollen. Gegebenenfalls unterbreitet ~~⇒ D ☒ d ☒~~ die Kommission ~~unterbreitet dem Europäischen Parlament und dem Rat innerhalb von 12 Monaten nach dem Inkrafttreten dieser Richtlinie oder zum 31. Dezember 2000 je nachdem, welches der frühere Zeitpunkt ist~~ einen Vorschlag zur Bestätigung oder Ergänzung der Richtlinie.

~~In diesem Vorschlag werden die folgenden Punkte berücksichtigt:~~

~~das in Artikel 3 der Richtlinie 98/69/EG(12) und in Artikel 9 der Richtlinie 98/70/EG(13) im einzelnen beschriebene Überprüfungsprogramm;~~

~~die Entwicklung der Emissionsminderungstechnik für Selbstzündungs- und Gasmotoren, einschließlich der Nachbehandlungstechnik, unter Berücksichtigung der wechselseitigen Abhängigkeit zwischen dieser Technik und der Kraftstoffqualität;~~

~~die Notwendigkeit, die Genauigkeit und Wiederholbarkeit der derzeitigen Meß- und Probenahmeverfahren für sehr niedrige Partikelemissionen aus Motoren zu verbessern;~~

~~die Entwicklung eines weltweit harmonisierten Prüfzyklus für die Typgenehmigungsprüfung.~~

~~Ferner enthält der Vorschlag:~~

~~Vorschriften zur Einführung eines OBD-Systems für schwere Nutzfahrzeuge ab 1. Oktober 2005 gemäß den Bestimmungen des Artikels 4 dieser Richtlinie und in Analogie zu den Bestimmungen der Richtlinie 98/69/EG zur Verminderung der Abgasemissionen von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen;~~

~~Vorschriften für die Dauerhaltbarkeit der emissionsmindernden Einrichtungen ab 1. Oktober 2005 gemäß Artikel 5 dieser Richtlinie;~~

~~Vorschriften zur Sicherstellung der Übereinstimmung von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen im Typgenehmigungsverfahren für Fahrzeuge ab 1. Oktober 2005 gemäß Artikel 6 dieser Richtlinie unter Berücksichtigung der besonderen Merkmale der an den Motoren dieser Fahrzeuge vorgenommenen Prüfungen und der spezifischen, anhand der OBD-Systeme erlangten Angaben im Rahmen eines Kostenwirksamkeitsansatzes;~~

~~angemessene Grenzwerte für derzeit nicht von Regelungen erfaßte Schadstoffe als Folge der verbreiteten Einführung neuer alternativer Kraftstoffe.~~

☒ 2. ☒ Die Kommission berichtet ☒ dem Europäischen Parlament und dem Rat ☒ ~~bis zum 31. Dezember 2004~~ über den Stand der Verhandlungen über einen weltweit harmonisierten Prüfzyklus ☒ (WHDC) ☒.

☒ 3. ☒ Die Kommission legt dem Europäischen Parlament und dem Rat ~~bis zum 30. Juni 2002~~ einen Bericht über die Anforderungen für den Einsatz eines ☒ On-Board-Messsystems ☒ (OBM-System) vor. Auf der Grundlage ~~des~~ ☒ dieses ☒ Berichts unterbreitet die Kommission ☒ gegebenenfalls ☒ einen Vorschlag für Maßnahmen, die ~~spätestens zum 1. Januar 2005 in Kraft treten und~~ die technischen Spezifikationen und entsprechenden Anhänge für die Typgenehmigung von OBM-Systemen umfassen, mit denen ein den OBD-Systemen zumindest gleichwertiges Kontrollniveau sichergestellt wird und die mit diesen Systemen kompatibel sind.

☒ 4. ☒ ~~Bis zum 31. Dezember 2002 wird d~~ Die Kommission ~~wird~~ ☒ prüft ☒ die verfügbare Technologie ~~prüfen~~, um die verbindliche NOx-Norm für 2008 in einem Bericht an das Europäische Parlament und an den Rat zu bestätigen, dem sie erforderlichenfalls entsprechende Vorschläge beifügen wird.



## *Artikel 8*

### **Umsetzung**

1. Die Mitgliedstaaten erlassen und veröffentlichen spätestens bis zum ... [*12 Monate nach Inkrafttreten dieser Richtlinie*] die erforderlichen Rechts- und Verwaltungsvorschriften, um den Artikeln 3 und 4 nachzukommen. Sie setzen die Kommission unverzüglich davon in Kenntnis und übermitteln ihr eine Tabelle, aus der die Entsprechungen zwischen den von ihnen erlassenen Vorschriften und dieser Richtlinie ersichtlich sind.

Sie wenden diese Vorschriften ab dem ... [*12 Monate nach Inkrafttreten der Richtlinie*] an.

Bei dem Erlass der Vorschriften nehmen die Mitgliedstaaten in den Vorschriften selbst oder durch einen Hinweis bei der amtlichen Veröffentlichung auf diese Richtlinie Bezug. Sie erklären auch, dass in bestehenden Rechts- und Verwaltungsvorschriften enthaltene Bezugnahmen auf die durch diese Richtlinie aufgehobenen Richtlinien als Bezugnahmen auf diese Richtlinie zu verstehen sind. Die Mitgliedstaaten regeln die Einzelheiten dieser Bezugnahme und dieser Erklärung.

2. Die Mitgliedstaaten teilen der Kommission den Wortlaut der wichtigsten innerstaatlichen Rechtsvorschriften mit, die sie in dem von dieser Richtlinie geregelten Bereich erlassen.

## *Artikel 9*

### **Aufgehobene Rechtsvorschriften**

Die in Anhang IX Teil A genannten Richtlinien werden mit Wirkung vom [*Tag nach dem in Artikel 8 Absatz 1 Unterabsatz 2 genannten Datum*] aufgehoben, hiervon unberührt bleibt die Pflicht der Mitgliedstaaten, die in Anhang IX Teil B aufgeführten Richtlinien zu den festgesetzten Daten in innerstaatliches Recht umzusetzen und anzuwenden.

Bezugnahmen auf die aufgehobenen Richtlinien gelten als Bezugnahmen auf die vorliegende Richtlinie und sind nach Maßgabe der Entsprechungstabelle in Anhang X zu lesen.

## *Artikel 10*

### **Inkrafttreten**

Diese Richtlinie tritt am zwanzigsten Tag nach ihrer Veröffentlichung im *Amtsblatt der Europäischen Union* in Kraft.

Artikel 7 11

Adressaten

Diese Richtlinie ist an die Mitgliedstaaten gerichtet.

Brüssel, den [...]

*Im Namen des Europäischen Parlaments*  
*Der Präsident*  
[...]

*Im Namen des Rates*  
*Der Präsident*  
[...]

## **ANHANG I**

### **GELTUNGSBEREICH, BEGRIFFSBESTIMMUNGEN UND ABKÜRZUNGEN, ANTRAG AUF ERTEILUNG EINER EG-TYPGENEHMIGUNG, VORSCHRIFTEN UND PRÜFUNGEN UND ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION**

#### **1. GELTUNGSBEREICH**

Diese Richtlinie gilt für die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus allen Kraftfahrzeugen, die mit einem Selbstzündungsmotor ausgerüstet sind, und für die Emission gasförmiger Schadstoffe aus allen Kraftfahrzeugen, die mit einem mit Erdgas oder Flüssiggas betriebenen Fremdzündungsmotor ausgestattet sind, und für Selbstzündungs- und Fremdzündungsmotoren im Sinne von Artikel 1, mit Ausnahme der Fahrzeuge der Klassen N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> und M<sub>2</sub>, die nach der Richtlinie 70/220/EWG des Rates<sup>1</sup>, zuletzt geändert durch die Richtlinie 98/77/EG der Kommission<sup>2</sup>, eine Typgenehmigung erhalten haben.

#### **2. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN UND ABKÜRZUNGEN**

Im Sinne dieser Richtlinie bezeichnet der Ausdruck:

- 2.1. „Prüfzyklus“ eine Abfolge von Prüfphasen mit jeweils einer bestimmten Drehzahl und einem bestimmten Drehmoment, die der Motor unter stationären (ESC-Prüfung) bzw. instationären Bedingungen (ETC-, ELR-Prüfung) durchlaufen muß;
- 2.2. „Genehmigung eines Motors (einer Motorenfamilie)“ die Genehmigung eines Motortyps (einer Motorenfamilie) hinsichtlich des Niveaus der Emissionen gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel;
- 2.3. „Dieselmotor“ einen Motor, der nach dem Prinzip der Kompressionszündung arbeitet;  
  
„Gasmotor“ einen Motor, der mit Erdgas (NG) oder Flüssiggas (LPG) betrieben wird;
- 2.4. „Motortyp“ eine Kategorie von Motoren, die sich in den Hauptmerkmalen, die in Anhang II dieser Richtlinie festgelegt sind, nicht voneinander unterscheiden;
- 2.5. „Motorenfamilie“ die von einem Hersteller festgelegte Gruppe von Motoren mit konstruktionsbedingt ähnlichen Abgas-Emissionseigenschaften gemäß Anhang II Anlage 2 dieser Richtlinie; die einzelnen Motoren der Familie dürfen die geltenden Emissionsgrenzwerte nicht überschreiten;

---

<sup>1</sup> ABl. L 76 vom 6.4.1970, S. 1.

<sup>2</sup> ABl. L 286 vom 23.10.1998, S. 1.

- 2.6. „Stamm-Motor“ einen innerhalb einer Motorenfamilie ausgewählten Motor, dessen Emissionseigenschaften für die Motorenfamilie repräsentativ sind;

---

|                                          |
|------------------------------------------|
| ↓ 2001/27/EG Art. 1 und<br>Anhang, Nr. 1 |
|------------------------------------------|

- 2.7. „gasförmige Schadstoffe“ Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe (wobei ausgegangen wird von  $\text{CH}_{1,85}$  bei Diesel,  $\text{CH}_{2,525}$  bei Flüssiggas und  $\text{CH}_{2,93}$  bei Erdgas (NMHC)) und einem Molekül von  $\text{CH}_3\text{O}_{0,5}$  bei mit Ethanol betriebenen Dieselmotoren), Methan (wobei ausgegangen wird von  $\text{CH}_4$  bei Erdgas) und Stickstoffoxide, letztere ausgedrückt als Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ )-Äquivalent;

„luftverunreinigende Partikel“ Abgasbestandteile, die bei einer Temperatur von höchstens 325 K (52 °C) nach Verdünnung der Abgase mit gefilterter reiner Luft an einem besonderen Filtermedium abgeschieden werden;

---

|                                                     |
|-----------------------------------------------------|
| ↓ 1999/96/EG Art. 1 Nr. 3 und<br>Anhang (angepasst) |
|-----------------------------------------------------|

- 2.8. „Rauchtrübung“ im Abgasstrom eines Dieselmotors schwebende Partikel, die Licht absorbieren, reflektieren oder brechen;
- 2.9. „Nutzleistung“ die Leistung in EG-kW, abgenommen auf dem Prüfstand am Ende der Kurbelwelle oder ihrem Äquivalent und ermittelt nach dem EG-Verfahren zur Messung der Motorleistung nach der Richtlinie 80/1269/EWG der Kommission<sup>3</sup>, zuletzt geändert durch die Richtlinie 97/21/EG<sup>4</sup>;
- 2.10. „angegebene Höchstleistung ( $P_{\max}$ )“ die vom Hersteller in seinem Antrag auf Erteilung einer Typgenehmigung angegebene Höchstleistung in EG-kW (Nutzleistung);
- 2.11. „Teillastverhältnis“ den prozentualen Anteil des höchsten zur Verfügung stehenden Drehmoments bei einer bestimmten Motordrehzahl;
- 2.12. „ESC-Prüfung“ einen Prüfzyklus bestehend aus 13 stationären Prüfphasen, der gemäß Abschnitt 6.2 dieses Anhangs durchzuführen ist;
- 2.13. „ELR-Prüfung“ einen Prüfzyklus bestehend aus einer Folge von Belastungsschritten bei gleichbleibenden Drehzahlen, der gemäß Abschnitt 6.2 dieses Anhangs durchzuführen ist;
- 2.14. „ETC-Prüfung“ einen Prüfzyklus bestehend aus 1 800 instationären, je Sekunde wechselnden Phasen, der gemäß Abschnitt 6.2 dieses Anhangs durchzuführen ist;
- 2.15. „Motorbetriebsdrehzahlbereich“ den Motordrehzahlbereich gemäß Anhang III dieser Richtlinie, der während des normalen Motorbetriebs am häufigsten genutzt wird und zwischen der niedrigen und hohen Drehzahl liegt;

---

<sup>3</sup> ABl. L 375 vom 31.12.1980, S. 46.

<sup>4</sup> ABl. L 125 vom 16.5.1997, S. 31.

- 2.16. „niedrige Drehzahl ( $n_{lo}$ )“ die niedrigste Motordrehzahl, bei der sich 50 % der angegebenen Höchstleistung einstellen;
- 2.17. „hohe Drehzahl ( $n_{hi}$ )“ die höchste Motordrehzahl, bei der sich 70 % der angegebenen Höchstleistung einstellen;
- 2.18. „Motordrehzahlen A, B und C“ die Prüfdrehzahlen innerhalb des Motorbetriebsdrehzahlbereichs, der bei den ESC- und ELR-Prüfungen gemäß Anhang III Anlage 1 dieser Richtlinie zum Einsatz gelangt;
- 2.19. „Kontrollbereich“ den Bereich zwischen den Motordrehzahlen A und C und ein Teillastverhältnis zwischen 25 und 100;
- 2.20. „Bezugsdrehzahl ( $n_{ref}$ )“ 100 Prozent des Drehzahlwerts, der für eine Entnormierung der relativen Drehzahlwerte der ETC-Prüfung gemäß Anhang III Anlage 2 dieser Richtlinie zu verwenden ist;
- 2.21. „Trübungsmesser“ ein Gerät zur Messung der Trübung durch Rußpartikel nach dem Prinzip der Lichtschwächung;
- 2.22. „NG-Gasgruppe“ entweder Gasgruppe H oder Gasgruppe L gemäß den Begriffsbestimmungen der Europäischen Norm EN 437 vom November 1993;
- 2.23. „Selbstanpassungsfähigkeit“ eine Motorvorrichtung, die das Aufrechterhalten eines gleichbleibenden Luft-Kraftstoff-Verhältnisses gestattet;
- 2.24. „Nachkalibrierung“ eine Feinabstimmung eines NG-Motors zum Erzielen der gleichen Leistung (Leistung, Kraftstoffverbrauch) in einer anderen Erdgasgruppe;
- 2.25. „Wobbe-Index (unterer Index  $W_l$  oder oberer Index  $W_u$ )“ den Quotienten aus dem Heizwert eines Gases pro Volumeneinheit und der Quadratwurzel der relativen Dichte des Gases unter denselben Bezugsbedingungen:

$$W = H_{\text{Gas}} \times \sqrt{\frac{\rho_{\text{Luft}}}{\rho_{\text{Gas}}}}$$

- 2.26. „ $\lambda$ -Verschiebungsfaktor ( $S_\lambda$ )“ einen Ausdruck, der die erforderliche Flexibilität eines Motorsteuersystems bezüglich einer Änderung des Überschuß-Luft-Verhältnisses beschreibt, wenn der Motor mit einem Gas betrieben wird, das nicht aus reinem Methan besteht (zur Berechnung von  $S_\lambda$  siehe Anhang VII).
- ~~2.27. „EEV“ (Enhanced Environmentally Friendly Vehicle) ein besonders umweltfreundliches Fahrzeug, das heißt ein Fahrzeug, das von einem Motor angetrieben wird, der den fakultativen Grenzwerten für die Emission gemäß Zeile C der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des vorliegenden Anhangs entspricht.~~

---

|                                                      |
|------------------------------------------------------|
| ↓ 2001/27/EG Art. 1 und<br>Anhang, Nr. 1 (angepasst) |
|------------------------------------------------------|

~~2.28~~ ☒ 2.27. ☒ „Abschalteinrichtung“ eine Einrichtung, die Betriebsgrößen (Fahrzeuggeschwindigkeit, Motordrehzahl, eingelegten Gang, Temperatur, Unterdruck im Ansaugtrakt oder andere) misst oder erfasst, um die Funktion eines beliebigen Teils der emissionsmindernden Einrichtung zu aktivieren, zu verändern, zu verzögern oder zu deaktivieren, so dass die Wirkung der emissionsmindernden Einrichtung unter üblichen Betriebsbedingungen verringert wird, es sei denn, die Bedingungen, unter denen das geschieht, sind in den angewandten Verfahren für die Zertifizierungsprüfung ausdrücklich vorgesehen;

---

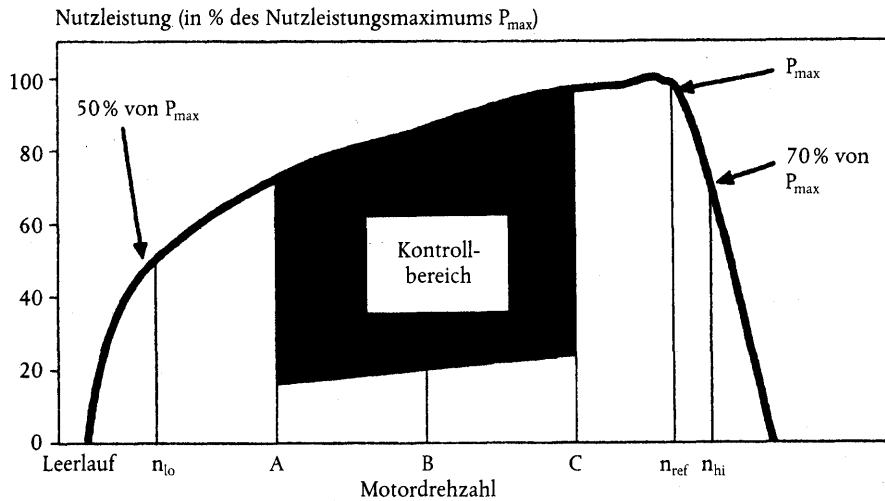
|                                |
|--------------------------------|
| ↓ 1999/96/EG Art. 1 und Anhang |
|--------------------------------|

Eine solche Einrichtung gilt nicht als Abschalteinrichtung, wenn

- die Notwendigkeit der Einrichtung zum Schutz des Motors gegen zeitweilige Betriebszustände, die zu Beschädigung oder Ausfällen führen könnten, gerechtfertigt ist und für den gleichen Zweck keine anderen Maßnahmen anwendbar sind, durch die die Wirksamkeit der emissionsmindernden Einrichtung nicht verringert wird;
- die Einrichtung nur arbeitet, wenn dies zum Anlassen und/oder Warmlaufen des Motors erforderlich ist und für den gleichen Zweck keine anderen Maßnahmen zur Anwendung gelangen, durch die die Wirksamkeit der emissionsmindernden Einrichtung nicht verringert wird.

Abbildung 1

### Spezifische Definitionen der Prüfzyklen



↓ 2001/27/EG Art. 1 und  
Anhang, Nr. 2 (angepasst)

- ~~2.29.~~ ☒ 2.28. ☒ „Zusatzsteuereinrichtung“ eine Einrichtung, Funktion oder Steuerstrategie am Motor oder am Fahrzeug, die den Motor oder seine Nebenaggregate vor schädlichen Betriebszuständen schützt oder die das Anlassen des Motors erleichtert. Als Zusatzsteuereinrichtung kann auch eine Strategie oder Vorkehrung gelten, die nachweislich keine Abschalteneinrichtung ist;
- ~~2.30.~~ ☒ 2.29. ☒ „anormale Emissionsminderungsstrategie“ eine Strategie oder Maßnahme, durch die die Wirkung der emissionsmindernden Einrichtung unter üblichen Betriebsbedingungen auf weniger als das im jeweiligen Emissionsprüfverfahren geforderte Maß verringert wird.

↓ 1999/96/EG Art. 1 Nr. 3 und  
Anhang (angepasst)  
→<sub>1</sub> 2001/27/EG Art. 1 und  
Anhang, Nr. 3

→<sub>1</sub> ~~2.31.~~ ☒ 2.30. ☒ ← **Symbole und Abkürzungen**

→<sub>1</sub> ~~2.31.1.~~ ☒ 2.30.1. ☒ ← *Symbole für Prüfkennwerte*

| Symbol | Einheit | Begriff                                               |
|--------|---------|-------------------------------------------------------|
| $A_P$  | $m^2$   | Querschnittsfläche der isokinetischen Probenahmesonde |
| $A_T$  | $m^2$   | Querschnittsfläche des Auspuffrohrs                   |
| $CE_E$ | —       | Ethan-Wirkungsgrad                                    |

|            |           |                                                                                                          |
|------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $CE_M$     | —         | Methan-Wirkungsgrad                                                                                      |
| C1         | —         | C1-äquivalenter Kohlenwasserstoff                                                                        |
| conc       | ppm/vol-% | Konzentration (mit nachgestellter Bestandteilbezeichnung)                                                |
| $D_0$      | $m^3/s$   | Achsabschnitt der PDP-Kalibrierfunktion                                                                  |
| DF         | —         | Verdünnungsfaktor                                                                                        |
| D          | —         | Bessel-Funktionskonstante                                                                                |
| E          | —         | Bessel-Funktionskonstante                                                                                |
| $E_Z$      | g/kWh     | Interpolierter $NO_x$ -Emissionswert am Regelpunkt                                                       |
| $f_a$      | —         | Atmosphärischer Faktor im Labor                                                                          |
| $f_c$      | $s^{-1}$  | Bessel-Filtergrenzfrequenz                                                                               |
| $F_{FH}$   | —         | Kraftstoffspezifischer Faktor für die Berechnung der Feuchtkonzentration anhand der Trockenkonzentration |
| $F_S$      | —         | Stöchiometrischer Faktor                                                                                 |
| $G_{AIRW}$ | kg/h      | Massendurchsatz der Ansaugluft, feucht                                                                   |
| $G_{AIRD}$ | kg/h      | Massendurchsatz der Ansaugluft, trocken                                                                  |
| $G_{DILW}$ | kg/h      | Massendurchsatz der Verdünnungsluft, feucht                                                              |
| $G_{EDFW}$ | kg/h      | äquivalenter Massendurchsatz des verdünnten Abgases, feucht                                              |
| $G_{EXHW}$ | kg/h      | Massendurchsatz des Abgases, feucht                                                                      |
| $G_{FUEL}$ | kg/h      | Kraftstoffmassendurchsatz                                                                                |
| $G_{TOTW}$ | kg/h      | Massendurchsatz des verdünnten Abgases, feucht                                                           |
| H          | $MJ/m^3$  | Heizwert                                                                                                 |
| $H_{REF}$  | g/kg      | Bezugswert der absoluten Feuchtigkeit (10,71 g/kg)                                                       |
| $H_a$      | g/kg      | Absolute Feuchtigkeit der Ansaugluft                                                                     |
| $H_d$      | g/kg      | Absolute Feuchtigkeit der Verdünnungsluft                                                                |
| HTCRAT     | mol/mol   | Wasserstoff-Kohlenstoff-Verhältnis                                                                       |
| i          | —         | Unterer Index für eine einzelne Prüfphase                                                                |
| K          | —         | Bessel-Konstante                                                                                         |

|                     |                 |                                                                                                |
|---------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| k                   | m <sup>-1</sup> | Lichtabsorptionskoeffizient                                                                    |
| K <sub>H,D</sub>    | —               | Feuchtigkeitskorrekturfaktor für NO <sub>x</sub> bei Dieselmotoren                             |
| K <sub>H,G</sub>    | —               | Feuchtigkeitskorrekturfaktor für NO <sub>x</sub> bei Gasmotoren                                |
| K <sub>V</sub>      |                 | CFV-Kalibrierfunktion                                                                          |
| K <sub>W,a</sub>    | —               | Korrekturfaktor für Umrechnung vom trockenen zum feuchten Bezugszustand der Ansaugluft         |
| K <sub>W,d</sub>    | —               | Korrekturfaktor für Umrechnung vom trockenen zum feuchten Bezugszustand der Verdünnungsluft    |
| K <sub>W,e</sub>    | —               | Korrekturfaktor für Umrechnung vom trockenen zum feuchten Bezugszustand des verdünnten Abgases |
| K <sub>W,r</sub>    | —               | Korrekturfaktor für Umrechnung vom trockenen zum feuchten Bezugszustand des Rohabgases         |
| L                   | %               | Prozentuales Drehmoment, bezogen auf das maximale Drehmoment bei Prüfdrehzahl                  |
| L <sub>a</sub>      | m               | Effektive optische Weglänge                                                                    |
| m                   |                 | Steigung der PDP-Kalibrierfunktion                                                             |
| mass                | g/h oder g      | Unterer Index für den Schadstoffmassendurchsatzrate                                            |
| M <sub>DIL</sub>    | kg              | Masse der durch die Partikel-Probenahmefilter geleiteten Probe der verdünnten Luft             |
| M <sub>d</sub>      | mg              | Abgeschiedene Partikel-Probenahmemasse der Verdünnungsluft                                     |
| M <sub>f</sub>      | mg              | Abgeschiedene Partikel-Probenahmemasse                                                         |
| M <sub>f,p</sub>    | mg              | Am Hauptfilter abgeschiedene Partikel-Probenahmemasse                                          |
| M <sub>f,b</sub>    | mg              | Am Nachfilter abgeschiedene Partikel-Probenahmemasse                                           |
| M <sub>SAM</sub>    |                 | Masse der durch die Partikel-Probenahmefilter geleiteten Probe der verdünnten Abgase           |
| M <sub>SEC</sub>    | kg              | Masse der sekundären Verdünnungsluft                                                           |
| M <sub>TOTW</sub>   | kg              | CVS-Masse über den gesamten Zyklus, feucht                                                     |
| M <sub>TOTW,i</sub> | kg              | Momentane CVS-Masse, feucht                                                                    |
| N                   | %               | Trübung                                                                                        |
| N <sub>p</sub>      | —               | PDP-Umdrehungen über den gesamten Zyklus                                                       |

|           |                        |                                                                                 |
|-----------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| $N_{P,i}$ | —                      | PDP-Umdrehungen während eines Zeitabschnitts                                    |
| $n$       | $\text{min}^{-1}$      | Motordrehzahl                                                                   |
| $n_p$     | $\text{s}^{-1}$        | PDP-Drehzahl                                                                    |
| $n_{hi}$  | $\text{min}^{-1}$      | Hohe Motordrehzahl                                                              |
| $n_{lo}$  | $\text{min}^{-1}$      | Niedrige Motordrehzahl                                                          |
| $n_{ref}$ | $\text{min}^{-1}$      | Bezugsmotordrehzahl für ETC-Prüfung                                             |
| $p_a$     | kPa                    | Sättigungsdampfdruck der Motoransaugluft                                        |
| $p_A$     | kPa                    | Absoluter Druck                                                                 |
| $p_B$     | kPa                    | Barometrischer Gesamtdruck                                                      |
| $p_d$     | kPa                    | Sättigungsdampfdruck der Verdünnungsluft                                        |
| $p_s$     | kPa                    | Trockener atmosphärischer Druck                                                 |
| $p_l$     | kPa                    | Ansaugunterdruck an der Pumpeneintrittsöffnung                                  |
| $P(a)$    | kW                     | Leistungsaufnahme der Hilfseinrichtungen, die für die Prüfung angebracht werden |
| $P(b)$    | kW                     | Leistungsaufnahme der Hilfseinrichtungen, die für die Prüfung entfernt werden   |
| $P(n)$    | kW                     | Nichtkorrigierte Nutzleistung                                                   |
| $P(m)$    | kW                     | Auf dem Prüfstand gemessene Leistung                                            |
| $\Omega$  | —                      | Bessel-Konstante                                                                |
| $Q_s$     | $\text{m}^3/\text{s}$  | CVS-Volumendurchsatz                                                            |
| $q$       | —                      | Verdünnungsverhältnis                                                           |
| $r$       | —                      | Quotient der Querschnittsflächen der isokinetischen Sonde und des Auspuffrohrs  |
| $R_a$     | %                      | Relative Feuchtigkeit der Ansaugluft                                            |
| $R_d$     | %                      | Relative Feuchtigkeit der Verdünnungsluft                                       |
| $R_f$     | —                      | FID-Responsfaktor                                                               |
| $\rho$    | $\text{kg}/\text{m}^3$ | Dichte                                                                          |
| $S$       | kW                     | Einstellwert des Leistungsprüfstands                                            |

|                  |                  |                                                          |
|------------------|------------------|----------------------------------------------------------|
| $S_i$            | $m^{-1}$         | Momentaner Rauchwert                                     |
| $S_\lambda$      |                  | $\lambda$ -Verschiebungsfaktor                           |
| $T$              | K                | Absolute Temperatur                                      |
| $T_a$            | K                | Absolute Temperatur der Ansaugluft                       |
| $t$              | s                | Messzeit                                                 |
| $t_e$            | s                | Elektrische Ansprechzeit                                 |
| $t_f$            | s                | Filteransprechzeit für die Besselfunktion                |
| $t_p$            | s                | Physikalische Ansprechzeit                               |
| $\Delta t$       | s                | Zeitabstand zwischen aufeinanderfolgenden Rauchmeßwerten |
| $\Delta t_i$     | s                | Zeitabstand bei momentaner CFV-Strömung                  |
| $\tau$           | %                | Rauch-Transmissionsgrad                                  |
| $V_0$            | $m^3/\text{rev}$ | PDP-Volumendurchsatz unter tatsächlichen Bedingungen     |
| $W$              | —                | Wobbeindex                                               |
| $W_{\text{act}}$ | kWh              | Tatsächliche ETC-Zyklusarbeit                            |
| $W_{\text{ref}}$ | kWh              | ETC-Bezugszyklusarbeit                                   |
| $WF$             | —                | Wichtungsfaktor                                          |
| $WF_E$           | —                | Effektiver Wichtungsfaktor                               |
| $X_0$            | $m^3/\text{rev}$ | Kalibrierfunktion des PDP-Volumendurchsatzes             |
| $Y_i$            | $m^{-1}$         | gemittelter 1-s-Bessel-Rauchwert                         |

↓ 2001/27/EG Art. 1 und  
Anhang, Nr. 3 (angepasst)

~~2.31.2.~~ ☒ 2.30.2. ☒ Symbole für die chemischen Bestandteile

$\text{CH}_4$  Methan

$\text{C}_2\text{H}_6$  Ethan

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  Ethanol

$\text{C}_3\text{H}_8$  Propan

|                 |                                 |
|-----------------|---------------------------------|
| CO              | Kohlenmonoxid                   |
| DOP             | Diöctylphthalat                 |
| CO <sub>2</sub> | Kohlendioxid                    |
| HC              | Kohlenwasserstoffe              |
| NMHC            | Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe |
| NO <sub>x</sub> | Stickstoffoxid                  |
| NO              | Stickoxid                       |
| NO <sub>2</sub> | Stickstoffdioxid                |
| PT              | Partikel                        |

↓ 1999/96/EG Art. 1 Nr. 3 und  
Anhang (angepasst)  
→<sub>1</sub> 2001/27/EG Art. 1 und  
Anhang, Nr. 3

→<sub>1</sub> ~~2.31.3.~~ ☒ 2.30.3. ☒ ← *Abkürzungen*

|      |                                                   |
|------|---------------------------------------------------|
| CFV  | Venturi-Rohr mit kritischer Strömung              |
| CLD  | Chemilumineszenzanalysator                        |
| ELR  | Europäische Prüfung mit lastabhängigem Fahrzyklus |
| ESC  | Europäische Prüfung mit stationärem Fahrzyklus    |
| ETC  | Europäische Prüfung mit instationärem Fahrzyklus  |
| FID  | Flammenionisationsdetektor                        |
| GC   | Gaschromatograph                                  |
| HCLD | beheizter Chemilumineszenzanalysator              |
| HFID | beheizter Flammenionisationsdetektor              |
| LPG  | Flüssiggas                                        |
| NDIR | nichtdispersiver Infrarot-Resonanzabsorber        |
| NG   | Erdgas                                            |
| NMC  | Nicht-Methan-Cutter                               |

### **3. ANTRAG AUF ERTEILUNG DER EG-TYPGENEHMIGUNG**

#### **3.1 Antrag auf Erteilung der EG-Typgenehmigung für einen Motortyp oder eine Motorenfamilie als selbständige technische Einheit**

- 3.1.1. Der Antrag auf Erteilung einer Typgenehmigung für einen Motortyp oder eine Motorenfamilie hinsichtlich des Emissionsniveaus von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln bei Dieselmotoren und hinsichtlich des Emissionsniveaus von gasförmigen Schadstoffen bei Gasmotoren ist vom Motorenhersteller oder einem rechtmäßig bestellten Vertreter einzureichen.
- 3.1.2. Dem Antrag sind die unten angegebenen Unterlagen in dreifacher Ausfertigung und Folgendes beizufügen:
  - 3.1.2.1. eine Beschreibung des Motortyps bzw. der Motorenfamilie, die sämtliche, die Anforderungen der Artikel 3 und 4 der Richtlinie 70/156/EWG erfüllenden Angaben nach Anhang II dieser Richtlinie enthält;
  - 3.1.3. ein Motor, der den in Anhang II aufgeführten Merkmalen des Motortyps oder des Stamm-Motors entspricht, ist dem technischen Dienst, der für die Durchführung der Prüfungen nach Abschnitt 6 zuständig ist, zur Verfügung zu stellen;

#### **3.2. Antrag auf Erteilung der EG-Typgenehmigung für einen Fahrzeugtyp hinsichtlich des Motors**

- 3.2.1. Der Antrag auf Erteilung einer Typgenehmigung für ein Fahrzeug hinsichtlich der Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel durch seinen Dieselmotor oder seine Dieselmotorenfamilie sowie hinsichtlich des Emissionsniveaus von gasförmigen Schadstoffen durch seinen Gasmotor oder seine Gasmotorenfamilie ist vom Fahrzeughersteller oder einem rechtmäßig bestellten Vertreter einzureichen.
- 3.2.2. Dem Antrag sind die unten angegebenen Unterlagen in dreifacher Ausfertigung und Folgendes beizufügen:
  - 3.2.2.1. eine Beschreibung des Fahrzeugtyps, der mit dem Motor verbundenen Fahrzeugteile und des Motortyps bzw. der Motorenfamilie mit den in Anhang II geforderten Angaben und den gemäß Artikel 3 der Richtlinie 70/156/EWG erforderlichen Unterlagen.

#### **3.3. Antrag auf Erteilung einer EG-Typgenehmigung für einen Fahrzeugtyp mit einem genehmigten Motor**

- 3.3.1. Der Antrag auf Erteilung einer Typgenehmigung für ein Fahrzeug hinsichtlich der Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel durch seinen genehmigten Dieselmotor oder seine genehmigte Dieselmotorenfamilie und hinsichtlich des Emissionsniveaus von gasförmigen Schadstoffen durch seinen genehmigten Gasmotor oder seine genehmigte Gasmotorenfamilie ist vom Fahrzeughersteller oder einem rechtmäßig bestellten Vertreter einzureichen.
- 3.3.2. Dem Antrag sind die unten angegebenen Unterlagen in dreifacher Ausfertigung und Folgendes beizufügen:

- 3.3.2.1. eine Beschreibung des Fahrzeugtyps und der mit dem Motor verbundenen Fahrzeugteile mit den in Anhang II geforderten Angaben und ein Exemplar des EG-Typgenehmigungsbogens (Anhang VI) für den Motor bzw. die Motorenfamilie als selbständige technische Einheit, die in den Fahrzeugtyp eingebaut ist, sowie die gemäß Artikel 3 der Richtlinie 70/156/EWG erforderlichen Unterlagen.

---

|                                          |
|------------------------------------------|
| ↓ 2001/27/EG Art. 1 und<br>Anhang, Nr. 4 |
|------------------------------------------|

## **4. EG-TYPGENEHMIGUNG**

### **4.1. Erteilung einer EG-Typgenehmigung aufgrund von Vielstofffähigkeit**

Eine EG-Typgenehmigung aufgrund von Vielstofffähigkeit wird erteilt, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- 4.1.1. Im Fall von Dieselmotoren werden die Anforderungen dieser Richtlinie von dem Stamm-Motor mit dem im Anhang IV beschriebenen Kraftstoff eingehalten.
- 4.1.2. Bei Erdgas muss nachgewiesen werden, dass der Stamm-Motor zur Anpassung an jede am Markt möglicherweise angebotene Kraftstoffzusammensetzung in der Lage ist. Bei Erdgas gibt es in der Regel zwei Arten von Kraftstoff: Kraftstoff mit hohem Heizwert (Gasgruppe H) und Kraftstoff mit niedrigem Heizwert (Gasgruppe L). Innerhalb der beiden Gruppen ist die Spannbreite jedoch groß. Erhebliche Unterschiede treten in Bezug auf den mit dem Wobbe-Index ausgedruckten Energiegehalt und den  $\lambda$ -Verschiebungsfaktor ( $S\lambda$ ) auf. Die Formeln für die Berechnung des Wobbe-Index und von  $S\lambda$  sind unter Nummer 2.25 und 2.26 angegeben. Erdgas mit einem  $\lambda$ -Verschiebungsfaktor zwischen 0,89 und 1,08 ( $0,89 \leq S\lambda \leq 1,08$ ) wird der Gasgruppe H zugerechnet, während Erdgas mit einem  $\lambda$ -Verschiebungsfaktor zwischen 1,08 und 1,19 ( $1,08 \leq S\lambda \leq 1,19$ ) der Gasgruppe L zugerechnet wird. Die Zusammensetzung der Bezugskraftstoffe trägt der extremen Veränderlichkeit von  $S\lambda$  Rechnung.

Der Stamm-Motor muss die Anforderungen dieser Richtlinie hinsichtlich der Bezugskraftstoffe  $G_R$  (Kraftstoff 1) und  $G_{25}$  (Kraftstoff 2), gemäß der Beschreibung im Anhang IV, erfüllen, ohne dass zwischen den beiden Prüfungen eine Neueinstellung der Kraftstoffzufuhr erfolgt. Nach dem Kraftstoffwechsel ist jedoch ein Anpassungslauf über einen ETC-Zyklus ohne Messung zulässig. Vor der Prüfung muss der Stamm-Motor gemäß dem in Anhang III Anlage 2 Nummer 3 angegebenen Verfahren eingefahren werden.

- 4.1.2.1. Auf Antrag des Herstellers kann der Motor mit einem dritten Kraftstoff (Kraftstoff 3) geprüft werden, wenn der  $\lambda$ -Verschiebungsfaktor ( $S\lambda$ ) zwischen 0,89 (d. h. im unteren Bereich von  $G_R$ ) und 1,19 (d. h. im oberen Bereich von  $G_{25}$ ) liegt, z. B. wenn Kraftstoff 3 ein handelsüblicher Kraftstoff ist. Die Ergebnisse dieser Prüfung können als Grundlage für die Bewertung der Übereinstimmung der Produktion herangezogen werden.
- 4.1.3. Im Fall eines mit Erdgas betriebenen Motors, der sich an die Gasgruppe H einerseits und die Gasgruppe L andererseits selbst anpassen kann, und bei dem die

Umschaltung zwischen der Gasgruppe H und der Gasgruppe L mittels eines Schalters erfolgt, ist der Stamm-Motor mit dem jeweiligen in Anhang IV für jede Gasgruppe spezifizierten Bezugskraftstoff bei jeder Schalterstellung zu prüfen: Die Kraftstoffe sind  $G_R$  (Kraftstoff 1) und  $G_{23}$  (Kraftstoff 3) für die Gasgruppe H und  $G_{25}$  (Kraftstoff 2) und  $G_{23}$  (Kraftstoff 3) für die Gasgruppe L. Der Stamm-Motor muss die Anforderungen dieser Richtlinie in beiden Schalterstellungen erfüllen, ohne dass zwischen den beiden Prüfungen bei jeder Schalterstellung eine Neueinstellung der Kraftstoffzufuhr erfolgt. Nach dem Kraftstoffwechsel ist jedoch ein Anpassungslauf über einen ETC-Zyklus ohne Messung zulässig. Vor der Prüfung muss der Stamm-Motor gemäß dem in Anhang III Anlage 2 Nummer 3 angegebenen Verfahren eingefahren werden.

- 4.1.3.1. Auf Antrag des Herstellers kann der Motor statt mit  $G_{23}$  (Kraftstoff 3) mit einem dritten Kraftstoff geprüft werden, wenn der  $\lambda$ -Verschiebungsfaktor ( $S\lambda$ ) zwischen 0,89 (d. h. im unteren Bereich von  $G_R$ ) und 1,19 (d. h. im oberen Bereich von  $G_{25}$ ), liegt, z. B. wenn Kraftstoff 3 ein handelsüblicher Kraftstoff ist. Die Ergebnisse dieser Prüfung können als Grundlage für die Bewertung der Übereinstimmung der Produktion herangezogen werden.
- 4.1.4. Bei Erdgasmotoren ist das Verhältnis der Emissionsmessergebnisse „r“ für jeden Schadstoff wie folgt zu ermitteln:

$$r = \frac{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 2}}{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 1}}$$

oder

$$r_a = \frac{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 2}}{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 3}}$$

und

$$r_b = \frac{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 1}}{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 3}}$$

- 4.1.5. Bei LPG (Flüssiggas) muss nachgewiesen werden, dass der Stamm-Motor zur Anpassung an jede am Markt möglicherweise angebotene Kraftstoffzusammensetzung in der Lage ist. Bei LPG schwankt die  $C_3/C_4$ -Zusammensetzung. Die Bezugskraftstoffe tragen diesen Schwankungen Rechnung. Der Stamm-Motor muss die Emissionsanforderungen hinsichtlich der Bezugskraftstoffe A und B gemäß der Beschreibung im Anhang IV erfüllen, ohne dass zwischen den beiden Prüfungen eine Neueinstellung der Kraftstoffzufuhr erfolgt. Nach dem Kraftstoffwechsel ist jedoch ein Anpassungslauf über einen ETC-Zyklus ohne Messung zulässig. Vor der Prüfung muss der Stamm-Motor gemäß dem in Anhang III Anlage 2 Nummer 3 angegebenen Verfahren eingefahren werden.
- 4.1.5.1. Das Verhältnis der Emissionsmessergebnisse „r“ für jeden Schadstoff ist wie folgt zu ermitteln:

$$r = \frac{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff B}}{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff A}}$$

## 4.2. Erteilung einer EG-Typgenehmigung mit Gasgruppeneinschränkung

Eine EG-Typgenehmigung mit Gasgruppeneinschränkung wird erteilt, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- 4.2.1. Genehmigung der Abgasemissionen eines Motors, der mit Erdgas betrieben wird und für den Betrieb entweder mit der Gasgruppe H oder mit der Gasgruppe L ausgelegt ist

Der Stamm-Motor ist mit dem entsprechenden Bezugskraftstoff gemäß Anhang IV für die jeweilige Gasgruppe zu prüfen. Die Kraftstoffe sind  $G_R$  (Kraftstoff 1) und  $G_{23}$  (Kraftstoff 3) für die Gasgruppe H und  $G_{25}$  (Kraftstoff 2) und  $G_{23}$  (Kraftstoff 3) für die Gasgruppe L. Der Stamm-Motor muss die Anforderungen dieser Richtlinie erfüllen, ohne dass zwischen den beiden Prüfungen die Kraftstoffzufuhr nachgestellt wird. Nach Wechsel des Kraftstoffs ist es jedoch zulässig, zur Anpassung einen vollständigen ETC-Prüfzyklus ohne Messung zu durchlaufen. Vor der Prüfung muss der Stamm-Motor gemäß dem in Anhang III Anlage 2 Nummer 3 angegebenen Verfahren eingefahren werden.

- 4.2.1.1. Auf Antrag des Herstellers kann der Motor statt mit  $G_{23}$  (Kraftstoff 3) mit einem dritten Kraftstoff geprüft werden, wenn der  $\lambda$ -Verschiebungsfaktor ( $S\lambda$ ) zwischen 0,89 (d. h. dem unteren Bereich von  $G_R$ ) und 1,19 (d. h. dem oberen Bereich von  $G_{25}$ ) liegt, z. B. wenn Kraftstoff 3 ein handelsüblicher Kraftstoff ist. Die Ergebnisse dieser Prüfung können als Grundlage für die Bewertung der Übereinstimmung der Produktion herangezogen werden.
- 4.2.1.2. Das Verhältnis der Emissionsmessergebnisse „r“ für jeden Schadstoff ist wie folgt zu ermitteln:

$$r = \frac{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 2}}{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 1}}$$

oder

$$r_a = \frac{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 2}}{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 3}}$$

und

$$r_b = \frac{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 1}}{\text{Emissionsmessergebnis für Bezugskraftstoff 3}}$$

- 4.2.1.3. Bei Auslieferung an den Kunden muss der Motor mit einem Schild versehen sein (siehe Nummer 5.1.5), auf dem angegeben ist, für welche Gasgruppe der Motor zugelassen ist.
- 4.2.2. Genehmigung der Abgasemissionen eines Motors, der mit Erdgas oder LPG betrieben wird und für den Betrieb mit Kraftstoff einer bestimmten Zusammensetzung ausgelegt ist
- 4.2.2.1. Der Stamm-Motor muss bei Betrieb mit Erdgas die Emissionsanforderungen für die Bezugskraftstoffe  $G_R$  und  $G_{25}$  bzw. bei Betrieb mit LPG die Emissionsanforderungen für die Bezugskraftstoffe A und B gemäß Anhang IV erfüllen. Zwischen den Prüfungen ist eine Feinabstimmung des Kraftstoffsystems zulässig. Diese Feinabstimmung besteht in einer Nachkalibrierung der Datenbasis des Kraftstoff-

systems, ohne dass es zu einer Änderung der grundlegenden Steuerstrategie oder der grundlegenden Struktur der Datenbasis kommt. Der Austausch von Teilen, die in direktem Bezug zur Höhe des Kraftstoffdurchsatzes stehen (z. B. Einspritzdüsen) ist zulässig.

- 4.2.2.2. Auf Wunsch des Herstellers kann der Motor mit den Bezugskraftstoffen  $G_R$  und  $G_{23}$  oder  $G_{25}$  und  $G_{23}$  geprüft werden. In diesem Fall gilt die Typgenehmigung nur für die Gasgruppe H beziehungsweise L.
- 4.2.2.3. Bei Auslieferung an den Kunden muss der Motor mit einem Schild versehen sein (siehe Nummer 5.1.5), auf dem angegeben ist, für welche Kraftstoffzusammensetzung der Motor kalibriert wurde.

#### **4.3. Genehmigung der Abgasemissionen von Motoren einer Motorenfamilie**

- 4.3.1. Mit Ausnahme des in Abschnitt 4.3.2 genannten Falls wird die Genehmigung eines Stamm-Motors ohne erneute Prüfung für jede Kraftstoffzusammensetzung innerhalb derselben Gasgruppe, für die die Genehmigung des Stamm-Motors gilt (im Fall von Genehmigungen nach Nummer 4.2.2), oder für dieselben Kraftstoffe, für die die Genehmigung des Stamm-Motors gilt (im Fall von Genehmigungen nach Nummer 4.1 oder 4.2), auf alle Motoren einer Motorenfamilie erweitert.

##### *4.3.2. Zweitprüfmotor*

Stellt der technische Dienst im Fall eines Antrags auf Erteilung einer Typgenehmigung für einen Motor oder für eine Fahrzeug hinsichtlich eines Motors, der zu einer Motorenfamilie gehört, fest, dass der eingereichte Antrag hinsichtlich des ausgewählten Stamm-Motors für die in Anhang I Anlage 1 beschriebene Motorenfamilie nicht vollständig repräsentativ ist, so kann der technische Dienst einen anderen und gegebenenfalls einen zusätzlichen Bezugsprüfmotor auswählen und prüfen.

#### **4.4. Typgenehmigungsbogen**

Für die Genehmigung entsprechend Nummer 3.1, 3.2 und 3.3 wird eine Bescheinigung entsprechend dem Muster in Anhang VI ausgestellt.

---

|                                         |
|-----------------------------------------|
| ↓ 1999/96/EG Art. 1 Nr. 3 und<br>Anhang |
|-----------------------------------------|

### **5. KENNZEICHNUNG DER MOTOREN**

- 5.1. Der als technische Einheit zugelassene Motor muß folgende Angaben tragen:
  - 5.1.1. Handelsmarke oder Handelsname des Herstellers des Motors;
  - 5.1.2. Handelsbezeichnung des Herstellers;

- 5.1.3. die EG-Typgenehmigungsnummer, der der (die) Kennbuchstabe(n) des Landes, das die EG-Typgenehmigung erteilt hat, voranzustellen ist (sind)<sup>5</sup>.
- 5.1.4. bei einem NG-Motor ist nach der EG-Typgenehmigungsnummer eines der folgenden Kennzeichen anzubringen:
- H für den Fall, daß der Motor für die Gasgruppe H genehmigt und kalibriert ist;
  - L für den Fall, daß der Motor für die Gasgruppe L genehmigt und kalibriert ist;
  - HL für den Fall, daß der Motor sowohl für die Gasgruppe H als auch für die Gasgruppe L genehmigt und kalibriert ist;
  - H<sub>t</sub> für den Fall, daß der Motor für eine spezielle Gaszusammensetzung der Gasgruppe H genehmigt und kalibriert ist und durch eine Feinabstimmung des Motor-Kraftstoffsystems auf ein anderes spezielles Gas der Gasgruppe H eingestellt werden kann;
  - L<sub>t</sub> für den Fall, daß der Motor für eine spezielle Gaszusammensetzung der Gasgruppe L genehmigt und kalibriert ist und durch eine Feinabstimmung des Motor-Kraftstoffsystems auf ein anderes spezielles Gas der Gasgruppe L eingestellt werden kann;
  - HL<sub>t</sub> für den Fall, daß der Motor für eine spezielle Gaszusammensetzung entweder der Gasgruppe H oder der Gasgruppe L genehmigt und kalibriert ist und durch eine Feinabstimmung des Motor-Kraftstoffsystems auf ein anderes spezielles Gas entweder der Gasgruppe H oder der Gasgruppe L eingestellt werden kann.

#### 5.1.5. Schilder

Für mit Erdgas und LPG betriebene Motoren mit einer Typgenehmigung mit Gasgruppeneinschränkung sind nachstehende Schilder zu verwenden:

##### 5.1.5.1. Inhalt

Folgende Angaben müssen enthalten sein:

Im Fall von Abschnitt 4.2.1.3 muß auf dem Schild folgendes angegeben sein: „VERWENDUNG NUR MIT ERDGAS DER GASGRUPPE H“. Gegebenenfalls ist „H“ durch „L“ zu ersetzen.

Im Fall von Abschnitt 4.2.2.3 muß auf dem Schild Folgendes angegeben sein: „VERWENDUNG NUR MIT ERDGAS DER SPEZIFIKATION ...“ oder gegebenenfalls „VERWENDUNG NUR MIT FLÜSSIGGAS DER SPEZIFIKATION ...“. Es sind sämtliche Angaben aus den entsprechenden Tabellen in Anhang VI sowie die einzelnen, durch den Motorenhersteller spezifizierten Bestandteile und Grenzwerte aufzuführen.

---

<sup>5</sup> 1 = Deutschland, 2 = Frankreich, 3 = Italien, 4 = Niederlande, 5 = Schweden, 6 = Belgien, 9 = Spanien, 11 = Vereinigtes Königreich, 12 = Österreich, 13 = Luxemburg, 16 = Norwegen, 17 = Finnland, 18 = Dänemark, 21 = Portugal, 23 = Griechenland, FL = Liechtenstein, IS = Island, IRL = Irland

Die Buchstaben und Zahlen müssen eine Mindesthöhe von 4 mm aufweisen.

*Anmerkung:*

Wenn eine derartige Kennzeichnung wegen Platzmangels nicht möglich ist, kann ein vereinfachter Code verwendet werden. In diesem Fall müssen Erläuterungen mit allen oben genannten Angaben sowohl für Personen, die den Kraftstofftank füllen oder Wartungs- oder Reparaturarbeiten am Motor und seinen Hilfseinrichtungen ausführen, als auch für die zuständigen Behörden leicht zugänglich sein. Die Stelle, an der diese Erläuterungen untergebracht werden, und der Inhalt dieser Erläuterungen werden einvernehmlich zwischen dem Hersteller und der Genehmigungsbehörde festgelegt.

#### 5.1.5.2. Eigenschaften

Die Schilder müssen eine Haltbarkeit entsprechend der Nutzlebensdauer des Motors haben und deutlich lesbar sein. Die Buchstaben und Zahlen darauf müssen unauslöschbar sein. Darüber hinaus ist die Befestigung der Schilder für die Nutzlebensdauer des Motors auszulegen, und es darf nicht möglich sein, die Schilder ohne Zerstörung oder Unkenntlichmachung zu entfernen.

#### 5.1.5.3. Anbringung

Die Schilder müssen an einem Motorteil befestigt sein, das für den üblichen Betrieb des Motors notwendig ist und normalerweise während der Nutzlebensdauer des Motors keiner Auswechslung bedarf. Zudem müssen sie so angebracht sein, daß sie für den durchschnittlichen Betrachter nach Anbringung aller für den Motorbetrieb erforderlichen Hilfseinrichtungen des Motors gut sichtbar sind.

- 5.2. Im Fall eines Antrags auf Erteilung einer EG-Typgenehmigung für einen Fahrzeugtyp hinsichtlich des Motors ist das in Abschnitt 5.1.5 beschriebene Schild auch in der Nähe der Kraftstoffzufüllöffnung anzubringen.
- 5.3. Im Fall eines Antrags auf Erteilung einer EG-Typgenehmigung für einen Fahrzeugtyp mit einem genehmigten Motor ist das in Abschnitt 5.1.5 beschriebene Schild auch in der Nähe der Kraftstoffzufüllöffnung anzubringen.

## 6. VORSCHRIFTEN UND PRÜFUNGEN

|                                          |
|------------------------------------------|
| ↓ 2001/27/EG Art. 1 und Anhang<br>Nr. 5, |
|------------------------------------------|

### 6.1. Allgemeines

#### 6.1.1. Emissionsmindernde Einrichtungen

- 6.1.1.1. Bauteile, die die Emission gasförmiger Schadstoffe und verunreinigender Partikel aus Dieselmotoren und die Emission gasförmiger Schadstoffe aus Gasmotoren beeinflussen können, müssen so konstruiert, gefertigt, montiert und eingebaut sein, dass der Motor im Normalbetrieb die Anforderungen dieser Richtlinie erfüllt.

### 6.1.2. *Arbeitsweise der emissionsmindernden Einrichtungen*

6.1.2.1. Die Verwendung einer Abschaltvorrichtung oder der Einsatz anormaler Emissionsminderungsstrategien ist untersagt.

6.1.2.2. Eine Zusatzsteuereinrichtung kann unter einer der folgenden Voraussetzungen in einen Motor oder in ein Fahrzeug eingebaut werden:

- Sie arbeitet nicht innerhalb der in Nummer 6.1.2.4 beschriebenen Betriebsparameter.
- Sie wird innerhalb der in Nummer 6.1.2.4 beschriebenen Betriebsparameter nur zeitweilig für Zwecke aktiviert wie den Schutz des Motors und der Einrichtungen zur Steuerung des Gasstroms<sup>6</sup>, die Begrenzung der Rauchentwicklung<sup>7</sup> oder den Kaltstart und das Warmlaufen.
- Sie wird nur durch fahrzeuginterne Signale für Zwecke wie die Wahrung der Betriebssicherheit oder den Notbetrieb aktiviert.

6.1.2.3. Eine Einrichtung, Funktion oder Vorkehrung zur Motorsteuerung, die unter den in Nummer 6.1.2.4 beschriebenen Betriebsbedingungen aktiv ist und die eine Änderung der Steuerstrategie gegenüber der in den Emissionsprüfzyklen verwendeten Steuerstrategie bewirkt, ist zulässig, wenn entsprechend den Bestimmungen von Nummer 6.1.3 und/oder 6.1.4 einwandfrei nachgewiesen wird, dass sie die Wirkung der emissionsmindernden Einrichtung nicht beeinträchtigt. Andernfalls gilt sie als Abschaltvorrichtung.

6.1.2.4. Die in Nummer 6.1.2.2 genannten Betriebsparameter unter stationären und instationären Bedingungen<sup>8</sup> sind:

- Höhe nicht mehr als 1 000 m über NN (oder Luftdruck nicht unter 90 kPa);
- Umgebungstemperatur zwischen 283 und 303 K (10-30 °C),
- Motorkühlmitteltemperatur zwischen 343 und 368 K (70-95 °C).

### 6.1.3. *Besondere Bestimmungen für elektronisch gesteuerte Emissionsminderungseinrichtungen*

6.1.3.1. Erforderliche Dokumentation:

Der Hersteller muss eine Dokumentation vorlegen, die Aufschluss gibt über die Grundkonzeption der Einrichtung und über die Verfahren zur Steuerung der Ausgangsgrößen, unabhängig davon, ob diese direkt oder indirekt gesteuert werden.

Diese Dokumentation ist in zwei Teile zu gliedern:

- a) die förmliche Dokumentation, die dem technischen Dienst bei der Vorführung zur Typgenehmigungsprüfung zu übergeben ist. Sie umfasst eine vollständige

---

<sup>6</sup> Von der Kommission bis 31. Dezember 2001 zu überprüfen.

<sup>7</sup> Von der Kommission bis 31. Dezember 2001 zu überprüfen.

<sup>8</sup> Von der Kommission bis 31. Dezember 2001 zu überprüfen.

Beschreibung der Einrichtung. Die Beschreibung kann knapp gehalten werden, sofern sie erkennen lässt, dass in ihr alle Ausgangsgrößen berücksichtigt sind, die sich aus jeder möglichen Konstellation der verschiedenen Eingangsgrößen ergeben können. Diese Unterlagen sind den in Anhang I Nummer 3 genannten Unterlagen beizufügen;

- b) zusätzliche Unterlagen, aus denen hervorgeht, welche Betriebsparameter von einer eventuell vorhandenen Zusatzsteuereinrichtung verändert werden und innerhalb welcher Grenzen die Zusatzsteuereinrichtung arbeitet. Die zusätzlichen Unterlagen umfassen Angaben zur Logik des Kraftstoffregelsystems, zu den Steuerstrategien und zu den Schaltpunkten bei allen Betriebszuständen.

Die zusätzlichen Unterlagen umfassen ferner eine Begründung für die eventuelle Verwendung einer Zusatzsteuereinrichtung sowie weitere Informationen und Prüfergebnisse, aus denen ersichtlich ist, wie die in den Motor oder in das Fahrzeug eingebaute Zusatzsteuereinrichtung die Schadstoffemissionen beeinflusst.

Diese zusätzlichen Unterlagen werden streng vertraulich behandelt und verbleiben beim Hersteller, sie sind jedoch bei der Typgenehmigungsprüfung und jederzeit während der Gültigkeitsdauer der Typgenehmigung zur Prüfung vorzulegen.

- 6.1.4. Um zu prüfen, ob eine Strategie oder Vorkehrung als Abschalteneinrichtung im Sinne von Nummer 2.28 oder als anormale Emissionsminderungsstrategie im Sinne von Nummer 2.30 anzusehen ist, kann die Typgenehmigungsbehörde eine zusätzliche NO<sub>x</sub>-Messung nach dem im ETC-Prüfzyklus vorgesehenen Verfahren verlangen; sie kann zusammen mit der Typgenehmigungsprüfung oder der Prüfung der Übereinstimmung der Produktion vorgenommen werden.

- 6.1.4.1. Alternativ zu den Bestimmungen in Anhang III Anlage 4 der Richtlinie 88/77/EWG kann beim ETC-Prüfzyklus die NO<sub>x</sub>-Probe aus dem Rohabgas entnommen werden; dabei ist nach den Vorschriften der Norm ISO DIS 16183 vom 15. Oktober 2000 zu verfahren.

- 6.1.4.2. Bei der Prüfung, ob eine Strategie oder Vorkehrung als Abschalteneinrichtung im Sinne von Nummer 2.28 oder als anormale Emissionsminderungsstrategie im Sinne von Nummer 2.30 anzusehen ist, gilt für den jeweils geltenden NO<sub>x</sub>-Grenzwert eine zusätzliche Toleranz von 10 %.

#### *6.1.5. Übergangsbestimmungen für die Erweiterung der Typgenehmigung*

- 6.1.5.1. Die Übergangsbestimmungen für die Erweiterung der Typgenehmigung gelten ausschließlich für neue Dieselmotoren und Neufahrzeuge mit Antrieb durch Dieselmotor, die eine Typgenehmigung nach den Bestimmungen von Anhang I Nummer 6.2.1 Tabellen 1 und 2 Zeile A der Richtlinie 88/77/EWG erhalten haben.

- 6.1.5.2. Alternativ zu den Bestimmungen von Nummer 6.1.3 und 6.1.4 kann der Hersteller dem technischen Dienst auch die Ergebnisse einer zusätzlichen NO<sub>x</sub>-Messung nach dem im ETC-Prüfzyklus vorgesehenen Verfahren vorlegen, die nach den Bestimmungen von Nummer 6.1.4.1 und 6.1.4.2 an einem Motor vorgenommen wurde, der dem in Anhang II beschriebenen Stamm-Motor entspricht. Der Hersteller

muss zudem schriftlich erklären, dass in diesem Motor keine Abschalteneinrichtung oder anormale Emissionsminderungsstrategie im Sinne von Nummer 2 dieses Anhangs zum Einsatz kommt.

- 6.1.5.3. Der Hersteller muss ferner schriftlich erklären, dass die Ergebnisse der NO<sub>x</sub>-Messung und die Erklärung der Übereinstimmung mit dem Stamm-Motor, die er nach Nummer 6.1.4 vorlegt, auch für alle anderen Motortypen der in Anhang II beschriebenen Motorenfamilie gelten.

---

|                                                    |
|----------------------------------------------------|
| ↓ 1999/96/EG Art. 1 Nr. 3 und<br>Anhang (angepaßt) |
|----------------------------------------------------|

## **6.2. Vorschriften hinsichtlich der Emissionen von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln und Rauch**

Für die Zwecke der Typgenehmigung in bezug auf die Zeile A der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 sind die Emissionen in ESC- und ELR-Prüfungen mit herkömmlichen Dieselmotoren, eingeschlossen solche mit elektronischer Kraftstoffeinspritzung, Abgasrückführung (AGR) und/oder Oxidationskatalysatoren, zu messen. Dieselmotoren, die mit modernen Systemen zur Abgasnachbehandlung, beispielsweise deNO<sub>x</sub>-Katalysatoren und/oder Partikelfiltern ausgestattet sind, müssen zusätzlich einer ETC-Prüfung unterzogen werden.

Für die Zwecke der Typgenehmigung in bezug auf die Zeile B 1 oder B 2 oder die Zeile C der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 sind die Emissionen in ESC-, ELR- und ETC-Prüfungen zu messen.

Bei Gasmotoren werden die gasförmigen Emissionen mittels der ETC-Prüfung gemessen.

Die ESC- und ELR-Prüfverfahren werden in Anhang III Anlage 1 und das ETC-Prüfverfahren in Anhang III Anlagen 2 und 3 beschrieben.

Die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel (falls anwendbar) und Rauch (falls anwendbar) aus dem zur Prüfung vorgeführten Motor muß nach den in Anhang III Anlage 4 beschriebenen Verfahren gemessen werden. In Anhang V sind die empfohlenen analytischen Systeme für die gasförmigen Schadstoffe, die empfohlenen Probenahmesysteme und das empfohlene Rauchmess-System dargestellt.

Andere Systeme oder Analysatoren können durch den Technischen Dienst zugelassen werden, wenn mit ihnen bei dem jeweiligen Prüfzyklus erwiesenermaßen gleichwertige Ergebnisse erzielt werden. Die Bestimmung der Gleichwertigkeit der Systeme muß auf der Grundlage einer sieben (oder mehr) Probenpaare umfassenden Korrelationsstudie zwischen dem zu prüfenden System und einem der Bezugssysteme dieser Richtlinie erfolgen. Bei Partikelemissionen ist nur das Vollstrom-Verdünnungsverfahren als Bezugssystem zugelassen. «Ergebnisse» beziehen sich auf den Emissionswert eines speziellen Zyklus. Die Korrelationsprüfungen sind im selben Labor, in derselben Prüfzelle und mit demselben Motor durchzuführen und finden vorzugsweise gleichzeitig statt. Die Gleichwertigkeit ist gegeben, wenn die Mittelwerte der Probenpaare mit einer Toleranz von  $\pm 5\%$

übereinstimmen. Zur Aufnahme eines neuen Systems in die Richtlinie muß bei der Bestimmung der Gleichwertigkeit die Berechnung der Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit nach ISO 5725 zugrunde gelegt werden.

#### 6.2.1. Grenzwerte

Die spezifische Masse des Kohlenmonoxids, der gesamten Kohlenwasserstoffe, der Stickstoffoxide und der Partikel, die bei der ESC-Prüfung gemessen wird, und die bei der ELR-Prüfung gemessene Rauchtrübung dürfen die in Tabelle 1 angegebenen Werte nicht überschreiten.

*Tabelle 1*

#### Grenzwerte für ESC- und ELR-Prüfung

| Zeile      | Kohlenmonoxid<br>(CO)<br>g/kWh | Kohlenwasserstoffe<br>(HC)<br>g/kWh | Stickstoffoxide<br>(NO <sub>x</sub> )<br>g/kWh | Partikel<br>(PT) g/kWh |                   | Rauchtrübung<br>m <sup>-1</sup> |
|------------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|-------------------|---------------------------------|
| A (2000)   | 2,1                            | 0,66                                | 5,0                                            | 0,10                   | 0,13 <sup>1</sup> | 0,8                             |
| B 1 (2005) | 1,5                            | 0,46                                | 3,5                                            | 0,02                   |                   | 0,5                             |
| B 2 (2008) | 1,5                            | 0,46                                | 2,0                                            | 0,02                   |                   | 0,5                             |
| C (EEV)    | 1,5                            | 0,25                                | 2,0                                            | 0,02                   |                   | 0,15                            |

<sup>1</sup> Für Motoren mit einem Hubraum von unter 0,75 dm<sup>3</sup> je Zylinder und einer Nennleistungsdrehzahl von über 3000 min<sup>-1</sup>.

Bei Dieselmotoren, die zusätzlich der ETC-Prüfung unterzogen werden, und insbesondere bei Gasmotoren darf die spezifische Masse des Kohlenmonoxids, der Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe, des Methans (falls anwendbar), der Stickstoffoxide und der Partikel (falls anwendbar) die in Tabelle 2 angegebenen Werte nicht überschreiten.

*Tabelle 2*

#### Grenzwerte für ETC-Prüfung <sup>+</sup>

| Zeile      | Kohlenmonoxid<br>(CO)<br>g/kWh | Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe<br>(NMHC)<br>g/kWh | Methan<br>(CH <sub>4</sub> ) <sup>1</sup><br>g/kWh | Stickstoffoxide<br>(NO <sub>x</sub> )<br>g/kWh | Partikel<br>(PT) <sup>2</sup> g/kWh |                   |
|------------|--------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| A (2000)   | 5,45                           | 0,78                                               | 1,6                                                | 5,0                                            | 0,16                                | 0,21 <sup>3</sup> |
| B 1 (2005) | 4,0                            | 0,55                                               | 1,1                                                | 3,5                                            | 0,03                                |                   |
| B 2 (2008) | 4,0                            | 0,55                                               | 1,1                                                | 2,0                                            | 0,03                                |                   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                            |      |      |     |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-----|------|
| C (EEV)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3,0                                                                                                                                        | 0,40 | 0,65 | 2,0 | 0,02 |
| <sup>4</sup> <del>Die Bedingungen für die Überprüfung der Annehmbarkeit der ETC-Prüfung (siehe Anhang III Anlage 2 Abschnitt 3.9), mit der die Einhaltung der in Zeile A festgelegten Grenzwerte bei den Emissionen mit Gas betriebener Motoren gemessen wird, werden gemäß dem Verfahren des Artikels 13 der Richtlinie 70/156/EWG überprüft und erforderlichenfalls geändert.</del> |                                                                                                                                            |      |      |     |      |
| <sup>1</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Nur für Erdgasmotoren.                                                                                                                     |      |      |     |      |
| <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Gilt nicht für mit Gas betriebene Motoren in Stufe A und Stufen B 1 und B 2.                                                               |      |      |     |      |
| <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Für Motoren mit einem Hubraum von unter 0,75 dm <sup>3</sup> je Zylinder und einer Nennleistungsdrehzahl von über 3000 min <sup>-1</sup> . |      |      |     |      |

## 6.2.2. Kohlenwasserstoffmessung bei Diesel- und Gasmotoren

6.2.2.1. Ein Hersteller kann nach Wahl die Masse der gesamten Kohlenwasserstoffe (THC) mit der ETC-Prüfung ermitteln, statt die Masse der Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe zu messen. In diesem Fall ist der Grenzwert für die Masse der gesamten Kohlenwasserstoffe gleich dem Grenzwert für die Masse der Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe in Tabelle 2.

## 6.2.3. Spezielle Anforderungen an Dieselmotoren

6.2.3.1. Die spezifische Masse der Stickstoffoxide, die an den zufällig gewählten Prüfpunkten innerhalb des Kontrollbereichs der ESC-Prüfung gemessen werden, dürfen die aus den benachbarten Prüfphasen interpolierten Werte um höchstens 10 % überschreiten (siehe Anhang III Anlage 1 Abschnitte 4.6.2 und 4.6.3).

6.2.3.2. Der Rauchwert bei der zufällig gewählten ELR-Prüfdrehzahl darf den höchsten Rauchwert der beiden benachbarten Prüfdrehzahlen um höchstens 20 % oder - falls dieser höher ist - den Grenzwert um höchstens 5 % überschreiten.

## 7. EINBAU DES MOTORS IN DAS FAHRZEUG

7.1. Der Einbau des Motors in Fahrzeuge darf nur unter Einhaltung der folgenden Werte erfolgen, die eine Voraussetzung für die Typgenehmigung des Motors bilden:

7.1.1. Der Ansaugunterdruck darf den in Anhang VI für den genehmigten Motor angegebenen Wert nicht überschreiten.

7.1.2. Der Abgasgegendruck darf den in Anhang VI für den genehmigten Motor angegebenen Wert nicht überschreiten.

7.1.3. Das Volumen der Auspuffanlage darf nur um höchstens 40 % von dem in Anhang VI für den genehmigten Motor angegebenen Wert abweichen.

~~7.1.4. Die Leistungsaufnahme durch die für den Betrieb des Motors notwendigen Hilfseinrichtungen darf den in Anhang VI für den genehmigten Motor angegebenen Wert nicht überschreiten.~~

## **8. MOTORENFAMILIE**

### **8.1. Kenndaten für die Festlegung der Motorenfamilie**

Die durch den Motorenhersteller festgelegte Motorenfamilie kann anhand grundlegender Kenndaten bestimmt werden, die allen Motoren dieser Familie gemeinsam sind. In einigen Fällen ist eine Wechselwirkung zwischen den Kenndaten möglich. Diese Wirkungen müssen ebenfalls berücksichtigt werden, damit sichergestellt wird, dass einer bestimmten Motorenfamilie nur Motoren mit gleichartigen Abgasemissionsmerkmalen zugeordnet werden.

Motoren können ein und derselben Motorenfamilie zugeordnet werden, wenn sie in den nachfolgend aufgeführten wesentlichen Kenndaten übereinstimmen:

#### **8.1.1. Arbeitsweise**

- Zweitakt
- Viertakt

#### **8.1.2. Kühlmittel**

- Luft
- Wasser
- Öl

#### **8.1.3. Gasmotoren und Motoren mit Nachbehandlungseinrichtung:**

- Zylinderzahl

Andere Dieselmotoren mit weniger Zylindern als der Stamm-Motor können als zur selben Motorenfamilie gehörend angesehen werden, sofern das Kraftstoffsystem den Kraftstoff jedem Zylinder einzeln zumisst).

#### **8.1.4. Hubraum des einzelnen Zylinders**

- die Gesamtstreuung darf für die Motoren höchstens 15 % betragen

#### **8.1.5. Art der Luftansaugung:**

- Saugmotoren
- aufgeladene Motoren
- aufgeladene Motoren mit Ladeluftkühlung

#### **8.1.6. Typ/Beschaffenheit des Brennraums:**

- Vorkammer
- Wirbelkammer

- Direkteinspritzung
- 8.1.7. Ventil- und Kanalanordnung, Größe und Anzahl:
  - Zylinderkopf
  - Zylinderwand
  - Kurbelgehäuse
- 8.1.8. Kraftstoffanlage (Dieselmotor):
  - Pump-line-Einspritzung
  - Reiheneinspritzpumpe
  - Verteilereinspritzpumpe
  - Einzelelement
  - Pumpe-Düse-System
- 8.1.9. Kraftstoffsystem (Gasmotoren):
  - Mischer
  - Zuführung des Gasgemisches (mit einer einzigen zentralen Düse pro Motor, mit einer Düse pro Einlaßkanal)
  - Flüssigkeitseinspritzung (Zentraleinspritzung, Einzeleinspritzung)
- 8.1.10. Zündsystem (Gasmotoren)
- 8.1.11. Sonstige Merkmale:
  - Abgasrückführung
  - Wassereinspritzung/Emulsion
  - Sekundärluft-Einspeisung
  - Ladeluftkühlung
- 8.1.12. Abgasnachbehandlung:
  - Dreiwegekatalysator
  - Oxidationskatalysator
  - Reduktionskatalysator
  - Thermoreaktor
  - Partikelfilter

## **8.2. Wahl des Stamm-Motors**

### *8.2.1. Dieselmotoren*

Das Hauptkriterium bei der Auswahl des Stamm-Motors der Motorenfamilie muß die höchste Kraftstoffförderung pro Takt bei der angegebenen Drehzahl bei maximalem Drehmoment sein. Stimmen zwei oder mehr Motoren in diesem Hauptkriterium überein, so ist die Auswahl des Stamm-Motors anhand eines zweiten Kriteriums, nämlich der höchsten Kraftstoffförderung pro Takt bei Nenndrehzahl, vorzunehmen. Unter Umständen kann die Genehmigungsbehörde zu dem Schluß gelangen, daß es am günstigsten ist, den schlechtesten Emissionswert der Motorenfamilie durch Überprüfung eines zweiten Motors zu bestimmen. Folglich kann die Genehmigungsbehörde zur Prüfung einen weiteren Motor heranziehen, dessen Merkmale darauf hindeuten, dass er die höchsten Emissionswerte aller Motoren dieser Motorenfamilie aufweist.

Weisen die Motoren innerhalb einer Motorenfamilie weitere veränderliche Leistungsmerkmale auf, bei denen von einer Beeinflussung der Abgasemissionen ausgegangen werden kann, so sind diese Merkmale ebenfalls zu bestimmen und bei der Auswahl des Stamm-Motors zu berücksichtigen.

### *8.2.2. Gasmotoren*

Das Hauptkriterium bei der Auswahl des Stamm-Motors der Motorenfamilie muß der größte Hubraum sein. Stimmen zwei oder mehr Motoren in diesem Hauptkriterium überein, so ist die Auswahl des Stamm-Motors anhand von sekundären Kriterien in der nachstehend angegebenen Reihenfolge vorzunehmen:

- höchste Kraftstoffförderung je Takt bei der Nennleistungsdrehzahl;
- größte Zündfrühverstellung;
- niedrigste AGR-Rate;
- keine Luftpumpe oder Pumpe mit dem niedrigsten tatsächlichen Luftdurchsatz.

Unter Umständen kann die Genehmigungsbehörde zu dem Schluß gelangen, daß es am günstigsten ist, den schlechtesten Emissionswert der Motorenfamilie durch Überprüfung eines zweiten Motors zu bestimmen. Folglich kann die Genehmigungsbehörde aufgrund derjenigen Merkmale einen weiteren Motor zur Prüfung heranziehen, die darauf hindeuten, daß er die höchsten Emissionswerte aller Motoren dieser Motorenfamilie aufweist.

## **9. ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION**

- 9.1. Es sind Maßnahmen zur Gewährleistung der Übereinstimmung der Produktion gemäß Artikel 10 der Richtlinie 70/156/EWG zu treffen. Die Übereinstimmung der Produktion wird anhand der Daten geprüft, die in dem Typgenehmigungsbogen in Anhang VI dieser Richtlinie aufgeführt sind.

Sind die zuständigen Behörden mit dem Prüfverfahren des Herstellers nicht einverstanden, so gelten die Abschnitte 2.4.2 und 2.4.3 des Anhangs X der Richtlinie 70/156/EWG.

- 9.1.1. Sind Schadstoffemissionen an einem Motortyp zu messen, dessen Typgenehmigung eine oder mehrere Erweiterungen erfahren hat, so werden die Prüfungen an dem (den) Motor(en) durchgeführt, der (die) in den Beschreibungsunterlagen der betreffenden Erweiterung beschrieben ist (sind).

- 9.1.1.1. Übereinstimmung des Motors bei der Schadstoffprüfung:

Der Hersteller darf an den von der Behörde ausgewählten Motoren keinerlei Einstellung vornehmen.

- 9.1.1.1.1. Drei Motoren werden als Stichproben willkürlich aus der Serie entnommen. Motoren, für deren Typgenehmigung in bezug auf die Zeile A der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 nur die ESC- und ELR-Prüfung oder nur die ETC-Prüfung vorgeschrieben ist, werden zur Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion den jeweils zutreffenden Prüfungen unterzogen. Mit Zustimmung der Behörde werden alle anderen Motoren, deren Typgenehmigung in bezug auf Zeile A, Zeile B 1 oder B 2 oder Zeile C der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 erfolgt ist, zur Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion entweder der ESC- und ELR-Prüfung oder der ETC-Prüfung unterzogen. Die Grenzwerte sind in Abschnitt 6.2.1 dieses Anhangs aufgeführt.

- 9.1.1.1.2. Ist die zuständige Behörde mit der vom Hersteller angegebenen Standardabweichung der Produktion gemäß Anhang X der Richtlinie 70/156/EWG für Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger einverstanden, so werden die Prüfungen entsprechend der Anlage 1 des vorliegenden Anhangs durchgeführt.

Ist die zuständige Behörde mit der vom Hersteller angegebenen Standardabweichung der Produktion gemäß Anhang X der Richtlinie 70/156/EWG für Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger nicht einverstanden, so werden Prüfungen entsprechend der Anlage 2 des vorliegenden Anhangs durchgeführt.

Auf Antrag des Herstellers können die Prüfungen entsprechend der Anlage 3 dieses Anhangs durchgeführt werden.

- 9.1.1.1.3. Die Serienproduktion gilt auf der Grundlage einer Stichprobenprüfung der Motoren als vorschriftsmäßig bzw. nicht vorschriftsmäßig, wenn nach den Prüfkriterien der entsprechenden Anlage eine positive Entscheidung für alle Schadstoffe bzw. eine negative Entscheidung in bezug auf einen Schadstoff gefällt wurde.

Wurde eine positive Entscheidung in bezug auf einen Schadstoff getroffen, so wird diese nicht durch zusätzliche Prüfungen beeinflusst, die zu einer Entscheidung in bezug auf die übrigen Schadstoffe führen sollen.

Wird keine positive Entscheidung in bezug auf sämtliche Schadstoffe und keine negative Entscheidung in bezug auf einen Schadstoff erreicht, so ist die Prüfung an einem anderen Motor durchzuführen (siehe Abbildung 2).

Der Hersteller kann die Prüfung jederzeit unterbrechen, wenn keine Entscheidung erzielt wird. In diesem Fall wird eine negative Entscheidung in das Protokoll aufgenommen.

9.1.1.2. Die Prüfungen werden an neu gefertigten Motoren durchgeführt. Gasmotoren werden gemäß Anhang III Anlage 2 Abschnitt 3 eingefahren.

9.1.1.2.1. Auf Antrag des Herstellers können die Prüfungen jedoch an Diesel- oder Gasmotoren durchgeführt werden, die länger als während der Zeitdauer, auf die in Abschnitt 9.1.1.2 Bezug genommen wird, längstens aber 100 Stunden lang, eingefahren wurden. In diesem Fall wird das Einfahrverfahren vom Hersteller durchgeführt. Dieser verpflichtet sich, an den Motoren keinerlei Einstellung vorzunehmen.

9.1.1.2.2. Beantragt der Hersteller ein Einfahrverfahren gemäß Abschnitt 9.1.1.2.1, so kann sich dieses auf folgende Motoren erstrecken:

- auf alle zu prüfenden Motoren  
oder
- auf den ersten zu prüfenden Motor, wobei auf diesen Motor der wie folgt bestimmte Evolutionskoeffizient angewandt wird:
  - Die Schadstoffemissionen werden beim ersten geprüften Motor bei Null und „x“ Stunden gemessen.
  - Der Evolutionskoeffizient der Emissionen zwischen Null und „x“ Stunden wird für jeden Schadstoff wie folgt berechnet:

Emissionen „x“ Stunden / Emissionen null Stunden

Er kann kleiner als 1 sein.

Die übrigen Motoren werden nicht eingefahren; auf ihre Emissionswerte bei null Stunden wird jedoch der Evolutionskoeffizient angewendet.

In diesem Falle sind folgende Werte zu messen:

- die Werte bei „x“ Stunden für den ersten Motor,
- die Werte bei null Stunden, multipliziert mit dem Evolutionskoeffizienten, für die folgenden Motoren.

9.1.1.2.3. Bei Dieselmotoren und mit LPG betriebenen Gasmotoren ist für alle diese Prüfungen handelsüblicher Kraftstoff zulässig. Auf Antrag des Herstellers können jedoch die in Anhang IV beschriebenen Bezugskraftstoffe verwendet werden. Dies bedeutet, daß, wie in Abschnitt 4 dieses Anhangs beschrieben, Prüfungen mit mindestens zwei Bezugskraftstoffen für jeden Gasmotor durchzuführen sind.

9.1.1.2.4. Bei mit Erdgas betriebenen Gasmotoren ist für alle diese Prüfungen folgender handelsüblicher Kraftstoff zulässig:

- bei mit H gekennzeichneten Motoren ein handelsüblicher Kraftstoff der Gasgruppe H ( $0,89 \leq S\lambda \leq 1,00$ );
- bei mit L gekennzeichneten Motoren ein handelsüblicher Kraftstoff der Gasgruppe L ( $1,00 \leq S\lambda \leq 1,19$ );
- bei mit HL gekennzeichneten Motoren ein handelsüblicher Kraftstoff im Extrembereich des  $\lambda$ -Verschiebungsfaktors ( $0,89 \leq S\lambda \leq 1,19$ ).

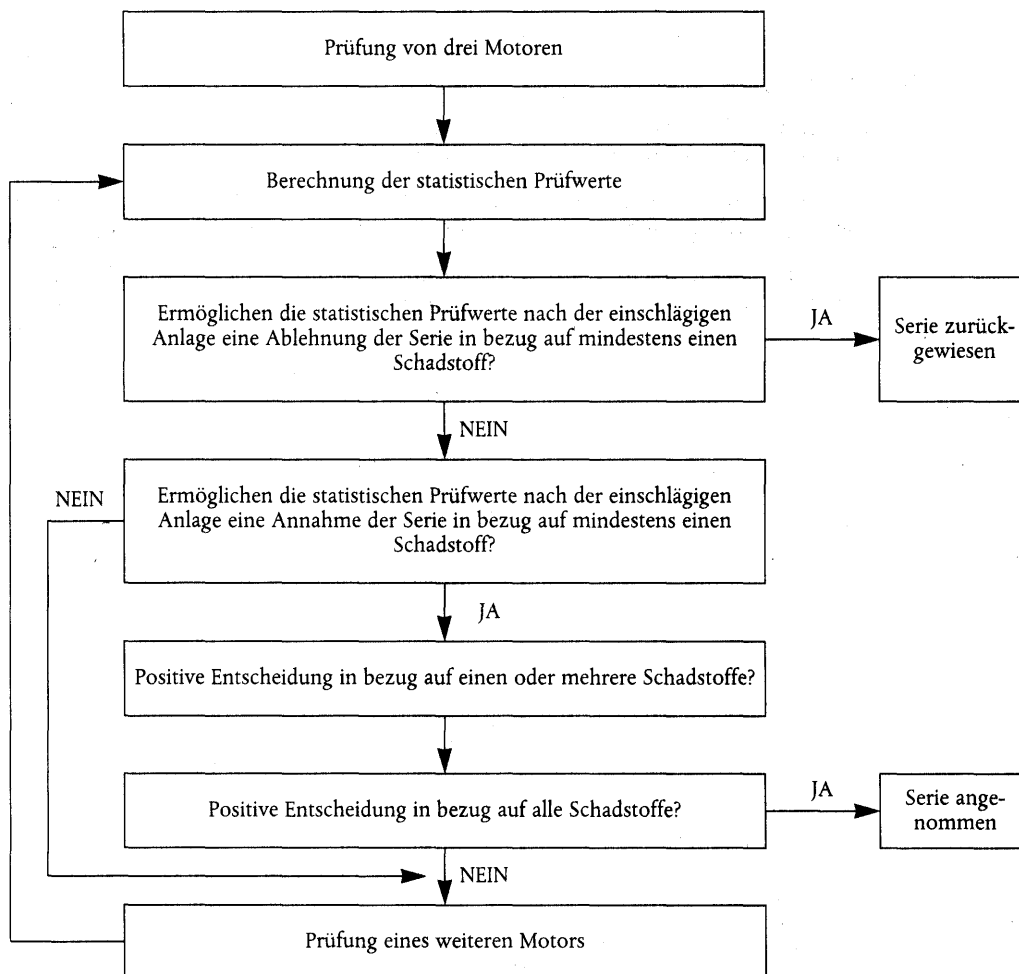
Auf Antrag des Herstellers können jedoch die in Anhang IV beschriebenen Bezugskraftstoffe verwendet werden. Demnach sind die in Nummer 4 dieses Anhangs beschriebenen Prüfungen durchzuführen.

9.1.1.2.5. Bei Meinungsverschiedenheiten aufgrund der Nichteinhaltung der Grenzwerte durch Gasmotoren bei Betrieb mit handelsüblichem Kraftstoff sind die Prüfungen mit einem Bezugskraftstoff durchzuführen, mit dem der Stamm-Motor geprüft wurde, oder gegebenenfalls mit dem zusätzlichen Kraftstoff 3, auf den in den Abschnitten 4.1.3.1 und 4.2.1.1 Bezug genommen wird und der gegebenenfalls zur Prüfung des Stamm-Motors verwendet wurde. Das Ergebnis ist anschließend durch Anwendung des entsprechenden Faktors bzw. der entsprechenden Faktoren „r“, „ra“ oder „rb“ gemäß den Nummern 4.1.4, 4.1.5.1 und 4.2.1.2 umzurechnen. Falls r, ra oder rb kleiner als 1 sind, ist keine Umrechnung vorzunehmen. Aus den Messergebnissen und den errechneten Ergebnissen muss hervorgehen, dass der Motor die Grenzwerte beim Betrieb mit allen entsprechenden Kraftstoffen (Kraftstoffe 1, 2 und gegebenenfalls 3 bei Erdgasmotoren und Kraftstoffe A und B bei Flüssiggasmotoren) einhält.

9.1.1.2.6. Überprüfungen der Übereinstimmung der Produktion von Gasmotoren, die für den Betrieb mit einem Kraftstoff einer bestimmten Zusammensetzung ausgelegt sind, sind mit dem Kraftstoff durchzuführen, für den der Motor kalibriert wurde.

Abbildung 2

Schema für die Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion



## Anlage I

### **VERFAHREN ZUR ÜBERPRÜFUNG DER ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION, WENN DIE STANDARDABWEICHUNG ZUFRIEDENSTELLEND AUSFÄLLT**

1. Nachfolgend ist das Verfahren beschrieben, mit dem die Übereinstimmung der Produktion hinsichtlich der Schadstoffemissionen überprüft wird, wenn die vom Hersteller angegebene Standardabweichung der Produktion zufriedenstellend ausfällt.
2. Bei einer Stichprobengröße von mindestens drei Motoren beträgt die Wahrscheinlichkeit, daß ein zu 40 % fehlerhaftes Los eine Prüfung besteht, 0,95 (Herstellerrisiko = 5 %). Hingegen liegt die Wahrscheinlichkeit, daß ein zu 65 % fehlerhaftes Los angenommen wird, bei 0,10 (Verbraucherrisiko = 10 %).
3. Für alle in Anhang I Abschnitt 6.2.1 aufgeführten Schadstoffe gilt folgendes Verfahren (siehe Abbildung 2):

Es seien:

$L$  = natürlicher Logarithmus des Schadstoff-Grenzwertes;

$\chi_i$  = natürlicher Logarithmus der Messung am i-ten Motor der Stichprobe;

$s$  = geschätzte Standardabweichung der Produktion (unter Verwendung des natürlichen Logarithmus der Meßwerte);

$n$  = Stichprobengröße.

4. Der statistische Wert der Stichprobe ist zu ermitteln, indem die Summe der Standardabweichungen vom Grenzwert nach folgender Formel berechnet wird:

$$\frac{1}{s} \sum_{i=1}^n (L - \chi_i)$$

5. Dann gilt:

- Liegt der statistische Prüfwert über dem der Stichprobengröße entsprechenden Wert für eine positive Entscheidung (siehe Tabelle 3), so wird in bezug auf den Schadstoff eine positive Entscheidung getroffen;
- Liegt der statistische Prüfwert unter dem der Stichprobengröße entsprechenden Wert für eine negative Entscheidung (siehe Tabelle 3), so wird in bezug auf den Schadstoff eine negative Entscheidung getroffen;
- Andernfalls wird ein weiterer Motor gemäß Anhang I Abschnitt 9.1.1.1 geprüft, und das Berechnungsverfahren wird auf die um eine Einheit erweiterte Stichprobe angewendet.

*Tabelle 3*

Grenzwerte für positive und negative Entscheidungen im Rahmen des Stichprobenplans von Anlage 1

Mindeststichprobengröße: 3

| Kumulierte Anzahl der geprüften Motoren (Stichprobengröße) | Grenzwert für positive Entscheidung $A_n$ | Grenzwert für negative Entscheidung $B_n$ |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 3                                                          | 3,327                                     | – 4,724                                   |
| 4                                                          | 3,261                                     | – 4,790                                   |
| 5                                                          | 3,195                                     | – 4,856                                   |
| 6                                                          | 3,129                                     | – 4,922                                   |
| 7                                                          | 3,063                                     | – 4,988                                   |
| 8                                                          | 2,997                                     | – 5,054                                   |
| 9                                                          | 2,931                                     | – 5,120                                   |
| 10                                                         | 2,865                                     | – 5,185                                   |
| 11                                                         | 2,799                                     | – 5,251                                   |
| 12                                                         | 2,733                                     | – 5,317                                   |
| 13                                                         | 2,667                                     | – 5,383                                   |
| 14                                                         | 2,601                                     | – 5,449                                   |
| 15                                                         | 2,535                                     | – 5,515                                   |
| 16                                                         | 2,469                                     | – 5,581                                   |
| 17                                                         | 2,403                                     | – 5,647                                   |
| 18                                                         | 2,337                                     | – 5,713                                   |
| 19                                                         | 2,271                                     | – 5,779                                   |
| 20                                                         | 2,205                                     | – 5,845                                   |
| 21                                                         | 2,139                                     | – 5,911                                   |
| 22                                                         | 2,073                                     | – 5,977                                   |
| 23                                                         | 2,007                                     | – 6,043                                   |
| 24                                                         | 1,941                                     | – 6,109                                   |

|    |         |         |
|----|---------|---------|
| 25 | 1,875   | – 6,175 |
| 26 | 1,809   | – 6,241 |
| 27 | 1,743   | – 6,307 |
| 28 | 1,677   | – 6,373 |
| 29 | 1,611   | – 6,439 |
| 30 | 1,545   | – 6,505 |
| 31 | 1,479   | – 6,571 |
| 32 | – 2,112 | – 2,112 |

## Anlage 2

### VERFAHREN ZUR ÜBERPRÜFUNG DER ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION, WENN DIE STANDARDABWEICHUNG UNZUREICHEND IST ODER KEINE ANGABE VORLIEGT

1. Nachstehend ist das Verfahren beschrieben, mit dem die Übereinstimmung der Produktion hinsichtlich der Emission von Schadstoffen überprüft wird, wenn die vom Hersteller angegebene Standardabweichung unzureichend ist oder keine Angabe vorliegt.
2. Bei einer Stichprobengröße von mindestens drei Motoren wird das Stichprobenverfahren so gewählt, daß die Wahrscheinlichkeit, daß ein zu 40 % fehlerhaftes Los eine Prüfung besteht, 0,95 (Herstellerrisiko = 5 %) beträgt. Hingegen liegt die Wahrscheinlichkeit, daß ein zu 65 % fehlerhaftes Los angenommen wird, bei 0,10 (Verbraucherrisiko = 10 %).
3. Die Messungen der in Anhang I Abschnitt 6.2.1 aufgeführten Schadstoffe gelten als logarithmisch normal verteilt und sollten zunächst durch natürliches Logarithmieren transformiert werden;  $m_0$  sei die minimale und  $m$  die maximale Stichprobengröße ( $m_0 = 3$  und  $m = 32$ );  $n$  sei die tatsächliche Stichprobengröße.
4. Wenn  $\chi_1, \chi_2 \dots \chi_i$ , die natürlichen Logarithmen der Messungen der Serie sind und  $L$  der natürliche Logarithmus des Schadstoffgrenzwertes ist, dann gelten

$$d_i = \chi_i - L$$

und

$$\bar{d}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i$$

$$v_n^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d}_n)^2$$

5. Tabelle 4 enthält die Grenzwerte für eine positive ( $A_n$ ) und negative ( $B_n$ ) Entscheidung bei der jeweiligen Stichprobengröße. Der statistische Prüfwert ist der Quotient von  $(d_n)/V_n$ , anhand dessen die positive oder negative Entscheidung über die Serie nach folgender Regel getroffen wird:

Wenn  $m_0 \leq n < m$ :

- positive Entscheidung, wenn  $\bar{d}_n/v_n \leq A_n$
- negative Entscheidung, wenn  $\bar{d}_n/v_n \geq B_n$
- eine weitere Messung durchführen, wenn  $A_n < \bar{d}_n/v_n < B_n$ .

6. Anmerkungen

Die folgenden rekursiven Formeln dienen zur Berechnung der aufeinanderfolgenden statistischen Prüfwerte:

$$\bar{d}_n = \left(1 - \frac{1}{n}\right) \bar{d}_{n-1} + \frac{1}{n} d_n$$

$$v_n^2 = \left(1 - \frac{1}{n}\right) v_{n-1}^2 + \frac{(\bar{d}_n - d_n)^2}{n-1}$$

$$(n = 2, 3, \dots; (d_1)^- = d_1; V_1 = 0)$$

*Tabelle 4*

Grenzwerte für positive und negative Entscheidungen im Rahmen des Stichprobenplans von Anlage 2

Mindeststichprobengröße: 3

| Kumulierte Anzahl der geprüften Motoren (Stichprobengröße) | Grenzwert für positive Entscheidung $A_n$ | Grenzwert für negative Entscheidung $B_n$ |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 3                                                          | – 0,80381                                 | 16,64743                                  |
| 4                                                          | – 0,76339                                 | 7,68627                                   |
| 5                                                          | – 0,72982                                 | 4,67136                                   |
| 6                                                          | – 0,69962                                 | 3,25573                                   |
| 7                                                          | – 0,67129                                 | 2,45431                                   |
| 8                                                          | – 0,64406                                 | 1,94369                                   |
| 9                                                          | – 0,61750                                 | 1,59105                                   |
| 10                                                         | – 0,59135                                 | 1,33295                                   |
| 11                                                         | – 0,56542                                 | 1,13566                                   |
| 12                                                         | – 0,53960                                 | 0,97970                                   |
| 13                                                         | – 0,51379                                 | 0,85307                                   |
| 14                                                         | – 0,48791                                 | 0,74801                                   |
| 15                                                         | – 0,46191                                 | 0,65928                                   |
| 16                                                         | – 0,43573                                 | 0,58321                                   |
| 17                                                         | – 0,40933                                 | 0,51718                                   |
| 18                                                         | – 0,38266                                 | 0,45922                                   |
| 19                                                         | – 0,35570                                 | 0,40788                                   |
| 20                                                         | – 0,32840                                 | 0,36203                                   |
| 21                                                         | – 0,30072                                 | 0,32078                                   |
| 22                                                         | – 0,27263                                 | 0,28343                                   |
| 23                                                         | – 0,24410                                 | 0,24943                                   |
| 24                                                         | – 0,21509                                 | 0,21831                                   |

|    |           |         |
|----|-----------|---------|
| 25 | – 0,18557 | 0,18970 |
| 26 | – 0,15550 | 0,16328 |
| 27 | – 0,12483 | 0,13880 |
| 28 | – 0,09354 | 0,11603 |
| 29 | – 0,06159 | 0,09480 |
| 30 | – 0,02892 | 0,07493 |
| 31 | – 0,00449 | 0,05629 |
| 32 | 0,03876   | 0,03876 |

### Anlage 3

#### **VERFAHREN ZUR ÜBERPRÜFUNG DER ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION AUF ANTRAG DES HERSTELLERS**

1. Nachstehend ist das Verfahren beschrieben, mit dem auf Antrag des Herstellers die Übereinstimmung der Produktion hinsichtlich der Schadstoffemissionen überprüft wird.
2. Bei einer Stichprobengröße von mindestens drei Motoren beträgt die Wahrscheinlichkeit, dass ein zu 30 % fehlerhaftes Los eine Prüfung besteht, 0,90 (Herstellerrisiko = 10 %). Hingegen liegt die Wahrscheinlichkeit, daß ein zu 65 % fehlerhaftes Los angenommen wird, bei 0,10 (Verbraucherrisiko = 10 %).
3. Für jeden der in Anhang I Abschnitt 6.2.1 aufgeführten Schadstoffe gilt folgendes Verfahren (siehe Abbildung 2):

Es seien:

$L$  = Grenzwert für den Schadstoff,

$x_i$  = Meßwert für den i-ten Motor der Stichprobe,

$n$  = Stichprobengröße.

4. Der statistische Prüfwert der Stichprobe ist zu ermitteln, indem die Anzahl der nicht vorschriftsmäßigen Motoren ermittelt wird, d.h.  $x_i \geq L$ .
5. Dann gilt:
  - Liegt der statistische Prüfwert unter dem der Stichprobengröße entsprechenden Wert für eine positive Entscheidung oder ist er gleich diesem (siehe Tabelle 5), so wird in bezug auf den Schadstoff eine positive Entscheidung getroffen;
  - Liegt der statistische Prüfwert über dem der Stichprobengröße entsprechenden Wert für eine negative Entscheidung oder ist er gleich diesem (siehe Tabelle 5), so wird in bezug auf den Schadstoff eine negative Entscheidung getroffen.
  - Andernfalls wird ein weiterer Motor gemäß Anhang I Abschnitt 9.1.1.1 geprüft, und das Berechnungsverfahren wird auf die um eine Einheit erweiterte Stichprobe angewendet.

Die Grenzwerte für positive und negative Entscheidungen der Tabelle 5 werden anhand der Internationalen Norm ISO 8422/1991 berechnet.

*Tabelle 5*

Grenzwerte für positive und negative Entscheidungen im Rahmen des Stichprobenplans von Anlage 3

Mindeststichprobengröße: 3

| Kumulierte Anzahl der geprüften Motoren (Stichprobengröße) | Grenzwert für positive Entscheidung | Grenzwert für negative Entscheidung |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 3                                                          | —                                   | 3                                   |
| 4                                                          | 0                                   | 4                                   |
| 5                                                          | 0                                   | 4                                   |
| 6                                                          | 1                                   | 5                                   |
| 7                                                          | 1                                   | 5                                   |
| 8                                                          | 2                                   | 6                                   |
| 9                                                          | 2                                   | 6                                   |
| 10                                                         | 3                                   | 7                                   |
| 11                                                         | 3                                   | 7                                   |
| 12                                                         | 4                                   | 8                                   |
| 13                                                         | 4                                   | 8                                   |
| 14                                                         | 5                                   | 9                                   |
| 15                                                         | 5                                   | 9                                   |
| 16                                                         | 6                                   | 10                                  |
| 17                                                         | 6                                   | 10                                  |
| 18                                                         | 7                                   | 11                                  |
| 19                                                         | 8                                   | 9                                   |

## ANHANG II

### BESCHREIBUNGSBOGEN NR. ...

#### GEMÄSS ANHANG I DER RICHTLINIE 70/156/EWG DES RATES ZUR EG-TYPGENEHMIGUNG

**und betreffend Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und  
luftverunreinigender Partikel aus Selbstzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen  
und die Emission gasförmiger Schadstoffe aus mit Erdgas oder Flüssiggas betriebenen  
Fremdzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen**

(RICHTLINIE 88/77/EWG, zuletzt geändert durch die Richtlinie 2001/27/EG)

Fahrzeugtyp/Stamm-Motor/Motortyp<sup>(1)</sup>: .....

0. ALLGEMEINES

0.1. Fabrikmarke (Name des Unternehmens): .....

0.2. Typ und Handelsbezeichnung (alle Varianten angeben): .....

0.3. Merkmale zur Typkennung und ihre Anbringungsstelle, sofern am Fahrzeug  
vorhanden: .....

0.4. Fahrzeugklasse (falls zutreffend): .....

↓ 2001/27/EG Art. 1 und  
Anhang, Nr.7

0.5. Motorklasse: Diesel/NG-betrieben/LPG-betrieben/Ethanol-betrieben<sup>(1)</sup> .....

↓ 1999/96/EG Art. 1 und Anhang

0.6. Name und Anschrift des Herstellers: .....

0.7. Lage und Anbringungsart der vorgeschriebenen Schilder und Aufschriften: .....

0.8. Bei Bauteilen und selbständigen technischen Einheiten Lage und  
Anbringungsart des EG-Typgenehmigungszeichens: .....

0.9. Anschrift(en) der Fertigungsstätte(n) .....

#### ANLAGEN

1. Wesentliche Merkmale des (Stamm-)Motors und Angaben zur Durchführung der  
Prüfung

<sup>(1)</sup> Nichtzutreffendes streichen.

2. Wesentliche Merkmale der Motorenfamilie
3. Hauptmerkmale des Motorentyps innerhalb der Motorenfamilie
4. Merkmale der mit dem Motor verbundenen Fahrzeugteile (falls zutreffend)
5. Fotografien und/oder Zeichnungen des Stamm-Motors/Motortyps und gegebenenfalls des Motorraums
6. Sonstige Angaben (hier gegebenenfalls weitere Anlagen aufführen)

Datum, Ablagenummer

Anlage 1

**WESENTLICHE MERKMALE DES (STAMM-)MOTORS UND ANGABEN ZUR DURCHFÜHRUNG DER PRÜFUNG <sup>(1)</sup>**

1. **Beschreibung des Motors**

- 1.1. Hersteller: .....
- 1.2. Baumusterbezeichnung des Herstellers: .....
- 1.3. Arbeitsweise: Viertakt / Zweitakt<sup>(2)</sup>: .....
- 1.4. Anzahl und Anordnung der Zylinder:.....
- 1.4.1. Bohrung: ..... mm
- 1.4.2. Hub: ..... mm
- 1.4.3. Zündfolge: .....
- 1.5. Hubvolumen: ..... cm<sup>3</sup>
- 1.6. Volumetrisches Verdichtungsverhältnis<sup>(3)</sup>.....
- 1.7. Zeichnung(en) des Brennraums und des Kolbenbodens: .....
- 1.8. Mindestquerschnittsfläche der Einlass- und Auslasskanäle: ..... cm<sup>2</sup>
- 1.9. Leerlaufdrehzahl: ..... min<sup>-1</sup>
- 1.10. Höchste Nutzleistung:.....kW bei..... min<sup>-1</sup>
- 1.11. Höchste zulässige Motordrehzahl:..... min<sup>-1</sup>
- 1.12. Maximales Nettodrehmoment: .....Nm bei ..... min<sup>-1</sup>
- 1.13. *Verbrennungssystem*: Selbstzündung/Fremdzündung<sup>(2)</sup>

↓ 2001/27/EG Art. 1 und Anhang, Nr.7

- 1.14. *Kraftstoff*: Diesel/LPG/NG-H/NG-L/NG-HL/Ethanol<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Bei nichtherkömmlichen Motoren und Systemen hat der Hersteller nähere Angaben entsprechend den hier angeführten vorzulegen.

<sup>(2)</sup> Nichtzutreffendes streichen.

<sup>(3)</sup> Bitte Toleranz angeben.

- 1.15. *Kühlsystem*
- 1.15.1. Flüssigkeitskühlung
  - 1.15.1.1. Art der Flüssigkeit: .....
  - 1.15.1.2. Kühlmittelpumpe(n): ja/nein<sup>(2)</sup>
  - 1.15.1.3. Kenndaten oder Marke(n) und Typ(en) (falls zutreffend): .....
  - 1.15.1.4. Übersetzungsverhältnis(se) des Antriebs (falls zutreffend): .....
- 1.15.2. Luftkühlung
  - 1.15.2.1. Gebläse: ja/nein<sup>(2)</sup>
  - 1.15.2.2. Kenndaten oder Marke(n) und Typ(en) (falls zutreffend): .....
  - 1.15.2.3. Übersetzungsverhältnis(se) des Antriebs: .....
- 1.16. *Vom Hersteller zugelassene Temperatur*
- 1.16.1. Flüssigkeitskühlung: Höchste Temperatur am Motorausstritt: ..... K
- 1.16.2. Luftkühlung: ..... Bezugspunkt: .....  
 Höchste Temperatur am Bezugspunkt: ..... K
- 1.16.3. Höchste Luftaustrittstemperatur am Ansaug-Zwischenkühler (falls zutreffend):  
 .....
- 1.16.4. Höchste Abgastemperatur an der Anschlußstelle zwischen Auspuffsammelrohr(en) und  
 Abgaskrümmern(n) bzw. Turbolader(n): ..... K
- 1.16.5. Kraftstofftemperatur: mindestens ..... K, höchstens ..... K  
 bei Dieselmotoren am Einlass der Einspritzpumpe, bei mit Gas betriebenen Motoren  
 an der Druckregler-Endstufe
- 1.16.6. Kraftstoffdruck: mindestens .. kPa, höchstens ..... kPa  
 an der Druckregler-Endstufe, nur bei NG- betriebenen Gasmotoren
- 1.16.7. Schmiermitteltemperatur: mindestens ..... K, höchstens ..... K
- 1.17. *Auflader: ja/nein<sup>(2)</sup>*

---

<sup>(2)</sup> Nichtzutreffendes streichen.

- 1.17.1. Marke:.....
- 1.17.2. Typ:.....
- 1.17.3. Beschreibung des Systems (z.B. maximaler Ladedruck, Druckablassventil (wastegate),  
falls zutreffend):  
.....
- 1.17.4. Zwischenkühler: ja/nein<sup>(2)</sup>

1.18. Ansaugsystem

Höchstzulässiger Ansaugunterdruck bei Motorenndrehzahl und Vollast gemäß den Beschreibungen und Betriebsbedingungen der Richtlinie 80/1269/EWG<sup>(4)</sup>, zuletzt geändert durch die Richtlinie 97/21/EG<sup>(5)</sup>:

..... kPa

1.19. Auspuffanlage

Höchstzulässiger Abgasgegendruck bei Motorenndrehzahl und Vollast gemäß den Beschreibungen und Betriebsbedingungen der Richtlinie 80/1269/EWG<sup>(4)</sup>, zuletzt geändert durch die Richtlinie 97/21/EG<sup>(5)</sup>:

..... kPa

Volumen der Auspuffanlage:..... dm<sup>3</sup>

2. **Maßnahmen gegen Luftverunreinigung**

2.1. Einrichtung zur Rückführung der Kurbelgehäusegase (Beschreibung und Zeichnungen): .....

2.2. Zusätzliche Einrichtungen zur Abgasreinigung (falls vorhanden und nicht in einem anderen Abschnitt aufgeführt): .....

2.2.1. Katalysator: ja/nein<sup>(2)</sup>

2.2.1.1. Marke(n): .....

2.2.1.2. Type(en):.....

2.2.1.3. Anzahl der Katalysatoren und Monolithen:.....

2.2.1.4. Abmessungen, Form und Volumen des Katalysators (der Katalysatoren):.....

2.2.1.5. Art der katalytischen Reaktion: .....

2.2.1.6. Gesamtbeschichtung mit Edelmetallen: .....

2.2.1.7. Konzentrationsverhältnis der Edelmetalle:.....

2.2.1.8. Trägerkörper (Aufbau und Werkstoff): .....

2.2.1.9. Zellendichte: .....

2.2.1.10. Art des Katalysatorgehäuses:.....

---

<sup>(4)</sup> ABl. Nr. L 375 vom 31.12.1980, S. 46.

<sup>(5)</sup> ABl. Nr. L 125 vom 16.05.1997, S. 31.

<sup>(2)</sup> Nichtzutreffendes streichen.

- 2.2.1.11. Lage des Katalysators (der Katalysatoren) (Ort und Bezugsentfernung innerhalb der Abgasleitung):  
.....
- 2.2.2. Sauerstoffsonde: ja/nein<sup>(2)</sup>
- 2.2.2.1. Marke(n): .....
- 2.2.2.2. Typ: .....
- 2.2.2.3. Anordnung: .....
- 2.2.3. Lufteinblasung: ja/nein<sup>(2)</sup>
- 2.2.3.1. Art (Selbstansaugung, Luftpumpe usw.): .....
- 2.2.4. Abgasrückführung: ja/nein<sup>(2)</sup>
- 2.2.4.1. Kennwerte (Durchflussmenge usw.): .....
- 2.2.5. Partikelfilter: ja/nein<sup>(2)</sup>:
- 2.2.5.1. Abmessungen, Form und Volumen des Partikelfilters: .....
- 2.2.5.2. Typ und Aufbau des Partikelfilters: .....
- 2.2.5.3. Lage (Bezugsentfernung innerhalb des Auspuffstranges): .....
- 2.2.5.4. Verfahren oder Einrichtung zur Regenerierung, Beschreibung und/oder Zeichnung:  
.....
- 2.2.6. Andere Einrichtungen: ja/nein<sup>(2)</sup>
- 2.2.6.1. Beschreibung und Arbeitsweise: .....
3. **Kraftstoffsystem**
- 3.1. *Dieselmotoren*
- 3.1.1. Kraftstoffpumpe
- Druck<sup>(3)</sup>: ..... kPa oder Kennlinie<sup>(2)</sup>: .....
- 3.1.2. Einspritzaggregat
- 3.1.2.1. Pumpe
- 3.1.2.1.1. Marke(n): .....
- 3.1.2.1.2. Type(n): .....

---

<sup>(2)</sup> Nichtzutreffendes streichen.  
<sup>(3)</sup> Bitte Toleranz angeben.

- 3.1.2.1.3. Einspritzmenge: ..... mm<sup>3(3)</sup> je Hub bzw. Takt bei einer Motordrehzahl von min<sup>-1</sup> bei vollständiger Einspritzung oder Kennlinie<sup>(2)(3)</sup> .....
- Angabe des angewandten Verfahrens: am Motor-/Pumpenprüfstand<sup>(2)</sup>
- Wird eine Ladedruckregelung eingereicht, so sind die charakteristische Kraftstoffzufuhr und der Ladedruck bezogen auf die jeweilige Motordrehzahl anzugeben.
- 3.1.2.1.4. Einspritzzeitpunkt
- 3.1.2.1.4.1. Verstellkurve des Spritzverstellers<sup>(3)</sup> .....
- 3.1.2.1.4.2. Statischer Einspritzzeitpunkt<sup>(3)</sup>: .....
- 3.1.2.2. Einspritzleitungen
- 3.1.2.2.1. Länge: ..... mm
- 3.1.2.2.2. Innendurchmesser: ..... mm
- 3.1.2.3. Einspritzdüse(n)
- 3.1.2.3.1. Marke(n): .....
- 3.1.2.3.2. Type(n): .....
- 3.1.2.3.3. Öffnungsdruck: ..... kPa<sup>(3)</sup>  
oder Kennlinie<sup>(2)(3)</sup>: .....
- 3.1.2.4. Regler
- 3.1.2.4.1. Marke(n): .....
- 3.1.2.4.2. Type(n): .....
- 3.1.2.4.3. Abregeldrehzahl bei Vollast ..... min<sup>-1</sup>
- 3.1.2.4.4. Höchstdrehzahl ohne Last: ..... min<sup>-1</sup>
- 3.1.2.4.5. Leerlaufdrehzahl: ..... min<sup>-1</sup>
- 3.1.3. Kaltstartsystem
- 3.1.3.1. Marke(n): .....
- 3.1.3.2. Type(n): .....
- 3.1.3.3. Beschreibung: .....

---

<sup>(3)</sup> Bitte Toleranz angeben.

<sup>(2)</sup> Nichtzutreffendes streichen.

- 3.1.3.4.      Zusätzliche Starthilfe: .....
- 3.1.3.4.1.    Marke: .....
- 3.1.3.4.2.    Typ: .....
- 3.2.          *Mit Gas betriebene Motoren*<sup>(6)</sup>
- 3.2.1.        Kraftstoff: Erdgas / LPG<sup>(2)</sup>
- 3.2.2.        Druckregler bzw. Verdampfer / Druckregler<sup>(3)</sup>
- 3.2.2.1.      Marke(n): .....
- 3.2.2.2.      Type(n): .....
- 3.2.2.3.      Anzahl der Druckminderungsstufen: .....
- 3.2.2.4.      Druck in der Endstufe: mindestens..... kPa, höchstens..... kPa
- 3.2.2.5.      Anzahl der Haupteinstellpunkte:
- 3.2.2.6.      Anzahl der Leerlaufeinstellpunkte: .....
- 3.2.2.7.      Nummer der Genehmigung gemäß 1999/96/EG: .....
- 3.2.3.        Kraftstoffzufuhr: Mischer / Gaseinblasung / Flüssigkeitseinspritzung / Direkt-  
einspritzung<sup>(2)</sup>
- 3.2.3.1.      Gemischregelung: .....
- 3.2.3.2.      Beschreibung des Systems und/oder Diagramm und Zeichnungen: .....
- 3.2.3.3.      Nummer der Genehmigung gemäß 1999/96/EG: .....
- 3.2.4.        Mischer:
- 3.2.4.1.      Anzahl: .....
- 3.2.4.2.      Marke(n): .....
- 3.2.4.3.      Type(n): .....
- 3.2.4.4.      Lage: .....
- 3.2.4.5.      Einstellungen: .....
- 3.2.4.6.      Nummer der Genehmigung 1999/96/EG: .....

---

<sup>(6)</sup> Bei in anderer Weise ausgelegten Systemen entsprechende Angaben vorlegen (siehe Absatz 3.2).

<sup>(2)</sup> Nichtzutreffendes streichen.

<sup>(3)</sup> Bitte Toleranz angeben.

- 3.2.5. Motorsaugrohreinspritzung
- 3.2.5.1. Einspritzverfahren: Zentraleinspritzung / Einzeleinspritzung<sup>(2)</sup>
- 3.2.5.2. Einspritzverfahren: kontinuierlich / simultan / sequentiell<sup>(2)</sup>
- 3.2.5.3. Einspritzsystem
- 3.2.5.3.1. Marke(n): .....
- 3.2.5.3.2. Type(n): .....
- 3.2.5.3.3. Einstellungen: .....
- 3.2.5.3.4. Nummer der Genehmigung gemäß 1999/96/EG:
- 3.2.5.4. Förderpumpe (falls erforderlich):
- 3.2.5.4.1. Marke(n): .....
- 3.2.5.4.2. Type(n): .....
- 3.2.5.4.3. Nummer der Genehmigung gemäß 1999/96/EG: .....
- 3.2.5.5. Einspritzdüse(n):
- 3.2.5.5.1. Marke(n): .....
- 3.2.5.5.2. Type(n): .....
- 3.2.5.5.3. Nummer der Genehmigung gemäß 1999/96/EG: .....
- 3.2.6. Direkteinspritzung
- 3.2.6.1. Einspritzpumpe / Druckregler<sup>(2)</sup>
- 3.2.6.1.1. Marke(n): .....
- 3.2.6.1.2. Type(n): .....
- 3.2.6.1.3. Einspritzeinstellung: .....
- 3.2.6.1.4. Nummer der Genehmigung gemäß 1999/96/EG: .....
- 3.2.6.2. Einspritzdüse(n)
- 3.2.6.2.1. Marke(n): .....
- 3.2.6.2.2. Type(n): .....
- 3.2.6.2.3. Öffnungsdruck oder Kennlinie<sup>(3)</sup>: .....

---

<sup>(2)</sup> Nichtzutreffendes streichen.

- 3.2.6.2.4. Nummer der Genehmigung gemäß 1999/96/EG: .....
- 3.2.7. Elektronisches Steuergerät (ECU)
- 3.2.7.1. Marke(n): .....
- 3.2.7.2. Type(n): .....
- 3.2.7.3. Einstellungen: .....
- 3.2.8. Erdgasspezifische Ausrüstung
- 3.2.8.1. Variante 1  
(nur im Fall der Genehmigung von Motoren für verschiedene spezifische Kraftstoffzusammensetzungen)
- 3.2.8.1.1. Kraftstoffzusammensetzung:
- |                                          |              |       |           |       |           |       |
|------------------------------------------|--------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| Methan (CH <sub>4</sub> ):               | Basis: ..... | Mol-% | min. .... | Mol-% | max. .... | Mol-% |
| Ethan (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ):  | Basis: ..... | Mol-% | min. .... | Mol-% | max. .... | Mol-% |
| Propan (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ): | Basis: ..... | Mol-% | min. .... | Mol-% | max. .... | Mol-% |
| Butan (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> ): | Basis: ..... | Mol-% | min. .... | Mol-% | max. .... | Mol-% |
| C5/C5+:                                  | Basis: ..... | Mol-% | min. .... | Mol-% | max. .... | Mol-% |
| Sauerstoff (O <sub>2</sub> ):            | Basis: ..... | Mol-% | min. .... | Mol-% | max. .... | Mol-% |
| Inertgase (N <sub>2</sub> , He usw.):    | Basis: ..... | Mol-% | min. .... | Mol-% | max. .... | Mol-% |
- 3.2.8.1.2. Einspritzdüse(n)
- 3.2.8.1.2.1. Marke(n): .....
- 3.2.8.1.2.2. Type(n): .....
- 3.2.8.1.3. Andere (falls anwendbar)
- 3.2.8.2. Variante 2  
(nur im Fall von Genehmigungen für verschiedene spezifische Kraftstoffzusammensetzungen)
4. **Ventileinstellung**
- 4.1. Maximaler Ventilhub, Öffnungs- und Schließwinkel bezogen auf die Totpunkte gleichwertiger Angaben:
- 4.2. Bezugsgrößen und/oder Einstellbereiche<sup>(2)</sup>: .....

---

<sup>(3)</sup> Bitte Toleranz angeben.

<sup>(2)</sup> Nichtzutreffendes streichen.

5. **Zündung (nur Motoren mit Fremdzündung)**

5.1. Art der Zündung: gemeinsame Spule und Kerzen / einzelne Spule und Kerzen / Spule auf Kerze / andere (näher angeben)<sup>(2)</sup>

5.2. Zündsteuergerät

5.2.1. Marke(n): .....

5.2.2. Type(n): .....

5.3. Zündverstellkurve / -verstellkennfeld<sup>(2) (3)</sup>: .....

5.4. Zündzeitpunkt<sup>(3)</sup>: ..... Grad vor dem oberen Totpunkt bei einer Drehzahl von ..... min<sup>-1</sup> und einem Ansaugunterdruck von ..... kPa

5.5. *Zündkerzen*

5.5.1. Marke(n): .....

5.5.2. Type(n): .....

5.5.3. Abstandseinstellung: ..... mm

5.6. *Zündspule(n)*

5.6.1. Marke(n): .....

5.6.2. Type(n): .....

6. **Vom Motor angetriebene Hilfseinrichtungen**

Der Motor ist zur Prüfung zusammen mit den Hilfseinrichtungen einzureichen, die gemäß den Beschreibungen und Betriebsbedingungen der Richtlinie 80/1269/EWG<sup>(4)</sup>, zuletzt geändert durch die Richtlinie 97/21/EG<sup>(5)</sup>, Anhang I, Nummer 5.1.1, für den Betrieb des Motors notwendig sind (Lüfter, Wasserpumpe usw.)

6.1. Hilfseinrichtungen, die für die Prüfung angebracht werden

Ist es nicht möglich oder nicht zweckmäßig, die Hilfseinrichtungen auf dem Prüfstand anzubringen, muß die von ihnen aufgenommene Leistung ermittelt und von der im gesamten Betriebsbereich des Prüfzyklusses (der Prüfzyklen) gemessenen Motorleistung abgezogen werden.

---

<sup>(2)</sup> Nichtzutreffendes streichen.

<sup>(3)</sup> Bitte Toleranz angeben.

<sup>(4)</sup> ABl. Nr. L 375 vom 31.12.1980, S. 46.

<sup>(5)</sup> ABl. Nr. L 125 vom 16.05.1997, S. 31.

6.2.           Hilfseinrichtungen, die für die Prüfung entfernt werden

Hilfseinrichtungen, die nur für den Betrieb des Fahrzeugs notwendig sind (z.B. Luftverdichter, Klimaanlage), sind für die Prüfung zu entfernen. Ist es nicht möglich, die Hilfseinrichtungen zu entfernen, kann die von ihnen aufgenommene Leistung ermittelt und zu der im gesamten Betriebsbereich des Prüfzyklusses (der Prüfzyklen) gemessenen Motorleistung hinzugerechnet werden.

7.           **Zusätzliche Angaben zu den Prüfbedingungen**

7.1.           *Schmiermittel*

7.1.1.       Marke:.....

7.1.2.       Typ:.....

(Wenn das Schmiermittel dem Kraftstoff zugesetzt ist, muß der prozentuale Anteil des Öls in der Mischung angegeben werden): .....

7.2.           *Vom Motor angetriebene Einrichtungen (falls vorhanden)*

Die durch die Hilfseinrichtungen aufgenommene Leistung ist nur zu ermitteln, wenn

- für den Betrieb des Motors notwendige Hilfseinrichtungen nicht am Motor angebracht sind und/oder
- für den Betrieb des Motors nicht notwendige Hilfseinrichtungen am Motor angebracht sind.

7.2.1.       Aufzählung und Einzelheiten: .....

7.2.2.       Bei den angegebenen Motordrehzahlen aufgenommene Leistung:

| Einrichtung                                                                                                                            | Leistungsaufnahme (kW) bei verschiedenen Motordrehzahlen |                   |               |                           |                           |                           |                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|
|                                                                                                                                        | Leerlauf                                                 | Niedrige Drehzahl | Hohe Drehzahl | Drehzahl A <sup>(1)</sup> | Drehzahl B <sup>(1)</sup> | Drehzahl C <sup>(1)</sup> | Bezugsdrehzahl <sup>(2)</sup> |
| P(a)<br><br>Für den Betrieb des Motors notwendige Hilfseinrichtungen (von der gemessenen Motorleistung abzuziehen) siehe Abschnitt 6.1 |                                                          |                   |               |                           |                           |                           |                               |
| P(b)<br><br>Für den Betrieb                                                                                                            |                                                          |                   |               |                           |                           |                           |                               |

|                                                                                                                       |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| des Motors nicht notwendige Hilfseinrichtungen (zu der gemessenen Motorleistung hinzu zu rechnen) siehe Abschnitt 6.2 |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|

<sup>(1)</sup> ESC-Prüfung

<sup>(2)</sup> Nur ETC-Prüfung

## 8. Motorleistung

### 8.1. Motordrehzahlen<sup>(7)</sup>

Niedrige Drehzahl ( $n_{lo}$ ): ..... min<sup>-1</sup>

Hohe Drehzahl ( $n_{hi}$ ): ..... min<sup>-1</sup>

für ESC- und ELR-Zyklen

Leerlauf: ..... min<sup>-1</sup>

Drehzahl A: ..... min<sup>-1</sup>

Drehzahl B: ..... min<sup>-1</sup>

Drehzahl C: ..... min<sup>-1</sup>

für ETC-Zyklus

Bezugsdrehzahl: ..... min<sup>-1</sup>

### 8.2 *Motorleistung* (gemessen entsprechend den Bestimmungen der Richtlinie 80/1269/EWG<sup>(4)</sup>, zuletzt geändert durch die Richtlinie 97/21/EG<sup>(5)</sup> in kW.

|                                      | Motordrehzahl |                           |                           |                           |                               |
|--------------------------------------|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|
|                                      | Leerlauf      | Drehzahl A <sup>(1)</sup> | Drehzahl B <sup>(1)</sup> | Drehzahl C <sup>(1)</sup> | Bezugsdrehzahl <sup>(2)</sup> |
| P(m)                                 |               |                           |                           |                           |                               |
| Auf dem Prüfstand gemessene Leistung |               |                           |                           |                           |                               |

<sup>(7)</sup> Bitte Toleranz angeben; muß im Bereich von  $\pm 3\%$  der vom Hersteller angegebenen Werte liegen.

<sup>(4)</sup> ABl. Nr. L 375 vom 31.12.1980, S. 46.

<sup>(5)</sup> ABl. Nr. L 125 vom 16.05.1997, S. 31.

|                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| <p>P(a)</p> <p>Leistungsaufnahme der Hilfseinrichtungen, die für die Prüfung angebracht werden (Abschnitt 6.1)</p> <p>- angebracht</p> <p>- nicht angebracht</p> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <p>P(b)</p> <p>Leistungsaufnahme der Hilfseinrichtungen, die für die Prüfung entfernt werden (Abschnitt 6.2)</p> <p>- angebracht</p> <p>- nicht angebracht</p>   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <p>P(n)</p> <p>Motor-Nutzleistung</p> <p>= P(m) - P(a) + P(b)</p>                                                                                                |   |   |   |   |   |

<sup>(1)</sup> ESC-Prüfung

<sup>(2)</sup> Nur ETC-Prüfung

### 8.3 Einstellung des Leistungsprüfstands (kW)

Die Einstellungen des Leistungsprüfstands für die ESC- und ELR-Prüfungen sind auf der Grundlage der Nutzleistung des Motors P(n) von Nummer 8.2 vorzunehmen. Es wird empfohlen, den Motor im Nettozustand auf dem Prüfstand aufzubauen. Dabei stimmen P(m) und P(n) überein. Ist ein Betrieb des Motors im Nettozustand nicht möglich oder zweckmäßig, sind die Einstellungen des Leistungsprüfstands entsprechend der vorstehend angegebenen Formel so zu ändern, daß der Nettozustand hergestellt wird.

#### 8.3.1 ESC- und ELR-Prüfungen

Die Einstellungen des Leistungsprüfstands sind anhand der Formel in Anhang III Anlage 1 Nummer 1.2 zu berechnen

| Teillastverhältnis | Motordrehzahl |            |            |            |
|--------------------|---------------|------------|------------|------------|
|                    | Leerlauf      | Drehzahl A | Drehzahl B | Drehzahl C |
| 10                 | -----         |            |            |            |
| 25                 | -----         |            |            |            |
| 50                 | -----         |            |            |            |
| 75                 | -----         |            |            |            |
| 100                |               |            |            |            |

### 8.3.2 *ETC-Prüfung*

Erfolgt keine Prüfung des Motors im Nettozustand, so ist durch den Hersteller die Korrekturformel zur Umrechnung der gemessenen Leistung bzw. gemessenen Zyklusarbeit gemäß Anhang III Anlage 2 Nummer 2 in Nutzleistung bzw. Netto-Zyklusarbeit für den gesamten Betriebsbereich des Zyklusses vorzulegen und durch den Technischen Dienst zu genehmigen.

## Anlage 2

### WESENTLICHE MERKMALE DER MOTORENFAMILIE

1. Gemeinsame Kenndaten
    - 1.1 Arbeitsweise: .....
    - 1.2 Kühlmittel: .....
    - 1.3 Anzahl der Zylinder<sup>(1)</sup> .....
    - 1.4 Hubraum des einzelnen Zylinders: .....
    - 1.5 Art der Luftansaugung: .....
    - 1.6 Typ / Beschaffenheit des Brennraums: .....
    - 1.7 Ventile und Schlitzauslegung - Anordnung, Größe und Anzahl: .....
    - 1.8 Kraftstoffanlage: .....
    - 1.9 Zündsystem (Gasmotoren): .....
    - 1.10 Sonstige Merkmale
      - Ladeluftkühlung<sup>(1)</sup> .....
      - Abgasrückführung<sup>(1)</sup>: .....
      - Wassereinspritzung / Emulsion<sup>(1)</sup>: .....
      - Lufteinblasung<sup>(1)</sup>: .....
    - 1.11 Abgasnachbehandlung<sup>(1)</sup>: .....
- Nachweis des gleichen (oder beim Stamm-Motor des niedrigsten) Verhältnisses:  
Systemkapazität/Kraftstoff-Fördermenge je Hub gemäß Schaubild(er) Nr.: .....

---

<sup>(1)</sup> "n.z." für "nicht zutreffend" angeben

## 2. Aufstellung der Motorenfamilie

2.1 Bezeichnung der Dieselmotorenfamilie: .....

2.1.1 Spezifikation von Motoren dieser Motorenfamilie: .....

|                                                         |  |  |  |  | Stamm-Motor |
|---------------------------------------------------------|--|--|--|--|-------------|
| Motortyp                                                |  |  |  |  |             |
| Anzahl der Zylinder                                     |  |  |  |  |             |
| Nenndrehzahl ( $\text{min}^{-1}$ )                      |  |  |  |  |             |
| Kraftstofffördermenge je Hub ( $\text{mm}^3$ )          |  |  |  |  |             |
| Nennutzleistung (kW)                                    |  |  |  |  |             |
| Drehzahl bei maximalem Drehmoment ( $\text{min}^{-1}$ ) |  |  |  |  |             |
| Kraftstofffördermenge je Hub ( $\text{mm}^3$ )          |  |  |  |  |             |
| Maximales Drehmoment (Nm)                               |  |  |  |  |             |
| Niedrige Leerlaufdrehzahl ( $\text{min}^{-1}$ )         |  |  |  |  |             |
| Zylinderhubraum (% des Stamm-Motors)                    |  |  |  |  | 100         |

2.2 Bezeichnung der Gasmotorenfamilie: .....

2.2.1 Spezifikation von Motoren innerhalb dieser Motorenfamilie: .....

|                                    |  |  |  |  | Stamm-Motor |
|------------------------------------|--|--|--|--|-------------|
| Motorentyp                         |  |  |  |  |             |
| Anzahl der Zylinder                |  |  |  |  |             |
| Nenndrehzahl ( $\text{min}^{-1}$ ) |  |  |  |  |             |
| Kraftstofffördermenge je Hub (mg)  |  |  |  |  |             |

|                                                         |  |  |  |  |     |
|---------------------------------------------------------|--|--|--|--|-----|
| Nennutzleistung (kW)                                    |  |  |  |  |     |
| Drehzahl bei maximalem Drehmoment ( $\text{min}^{-1}$ ) |  |  |  |  |     |
| Kraftstofffördermenge je Hub ( $\text{mm}^3$ )          |  |  |  |  |     |
| Maximales Drehmoment (Nm)                               |  |  |  |  |     |
| Niedrige Leerlaufdrehzahl ( $\text{min}^{-1}$ )         |  |  |  |  |     |
| Zylinderhubraum (% des Stamm-Motors)                    |  |  |  |  | 100 |
| Zündzeitpunkt                                           |  |  |  |  |     |
| AGR-Durchsatz                                           |  |  |  |  |     |
| Luftpumpe ja / nein                                     |  |  |  |  |     |
| Luftpumpe, tatsächlicher Förderstrom                    |  |  |  |  |     |

Anlage 3

**HAUPTMERKMALE DES MOTORENTYPS**

**INNERHALB DER MOTORENFAMILIE<sup>(1)</sup>**

1. Beschreibung des Motors
- 1.1. Hersteller: .....
- 1.2. Baumusterbezeichnung des Herstellers: .....
- 1.3. Arbeitsweise: Viertakt / Zweitakt<sup>(2)</sup>
- 1.4. Anzahl und Anordnung der Zylinder:.....
- 1.4.1 Bohrung: ..... mm
- 1.4.2 Hub: ..... mm
- 1.4.3 Zündfolge: .....
- 1.5. Hubvolumen: ..... cm<sup>3</sup>
- 1.6. Volumetrisches Verdichtungsverhältnis<sup>(3)</sup> .....
- 1.7. Zeichnung(en) des Brennraums und des Kolbenbodens: .....
- 1.8. Mindestquerschnittsfläche der Einlass- und Auslasskanäle: ..... cm<sup>2</sup>
- 1.9. Leerlaufdrehzahl: ..... min<sup>-1</sup>
- 1.10. Höchste Nutzleistung:.....kW bei .....min<sup>-1</sup>
- 1.11. Höchste zulässige Motordrehzahl:..... min<sup>-1</sup>
- 1.12. Maximales Nettodrehmoment:.....Nm bei .....min<sup>-1</sup>
- 1.13. *Verbrennungssystem*: Selbstzündung / Fremdzündung<sup>(2)</sup>

---

|                                      |
|--------------------------------------|
| ↓ 2001/27/EG Art. 1 und Anhang, Nr.7 |
|--------------------------------------|

- 1.14. *Kraftstoff*: Diesel / LPG / NG - H / NG - L / NG – HL / Ethanol <sup>(2)</sup>

---

<sup>(1)</sup> Für jeden Motor der Familie einzureichen.

<sup>(2)</sup> Nichtzutreffendes streichen.

<sup>(3)</sup> Bitte Toleranz angeben

- 1.17 *Auflader*: ja / nein<sup>(2)</sup>

(2) Nichtzutreffendes streichen.

- 1.17.2. Typ:.....
- 1.17.3 Beschreibung des Systems (z.B. maximaler Ladedruck, Druckablassventil (wastegate), falls zutreffend):.....
- 1.17.4 Zwischenkühler: ja / nein<sup>(2)</sup>
- 1.18 *Ansaugsystem*
- Höchstzulässiger Ansaugunterdruck bei Motornenndrehzahl und Vollast gemäß den Beschreibungen und Betriebsbedingungen der Richtlinie 80/1269/EWG<sup>(4)</sup>, zuletzt geändert durch die Richtlinie 89/491/EWG<sup>(5)</sup> .....kPa
- 1.19 *Auspuffanlage*
- Höchstzulässiger Abgasgegendruck bei Motornenndrehzahl und Vollast gemäß den Beschreibungen und Betriebsbedingungen der Richtlinie 80/1269/EWG<sup>(4)</sup>, zuletzt geändert durch die Richtlinie 97/21/EG<sup>(5)</sup> .....kPa
- Volumen der Auspuffanlage:.....cm<sup>3</sup>
- 2. Maßnahmen gegen Luftverunreinigung**
- 2.1 Einrichtung zur Rückführung der Kurbelgehäusegase (Beschreibung und Zeichnungen): .....
- 2.2 Zusätzliche Einrichtungen zur Abgasreinigung (falls vorhanden und nicht in einem anderen Abschnitt aufgeführt): .....
- 2.2.1 Katalysator: ja / nein<sup>(2)</sup>
- 2.2.1.1 Marke(n)
- 2.2.1.2 Typ(en) .....
- 2.2.1.3 Anzahl der Katalysatoren und Monolithen:.....
- 2.2.1.4 Abmessungen, Form und Volumen des Katalysators (der Katalysatoren):.....
- 2.2.1.5 Art der katalytischen Reaktion: .....
- 2.2.1.6 Gesamtbeschichtung mit Edelmetall: .....
- 2.2.1.7 Konzentrationsverhältnis der Edelmetalle:.....
- 2.2.1.8 Trägerkörper (Aufbau und Werkstoff): .....
- 2.2.1.9 Zellendichte: .....

---

<sup>(4)</sup> ABl. Nr. L 375 vom 31.12.1980, S. 46.

<sup>(5)</sup> ABl. Nr. L 125 vom 16.5.1997, S. 31.

<sup>(2)</sup> Nichtzutreffendes streichen

- 2.2.1.10 Art des Katalysatorgehäuses:.....
- 2.2.1.11 Lage des Katalysators (der Katalysatoren) (Ort und Bezugsentfernung innerhalb der Abgasleitung): .....
- 2.2.2 Sauerstoffsonde: ja / nein<sup>(2)</sup>
- 2.2.2.1 Marke:.....
- 2.2.2.2. Typ.....
- 2.2.2.3. Lage .....
- 2.2.3 Lufteinblasung: ja / nein<sup>(2)</sup>
- 2.2.3.1 Art (Selbstansaugung, Luftpumpe usw.): .....
- 2.2.4 Abgasrückführung: ja / nein<sup>(2)</sup>
- 2.2.4.1 Kennwerte (Durchflußmenge usw.): .....
- 2.2.5 Partikelfilter: ja / nein<sup>(2)</sup>:.....
- 2.2.5.1 Abmessungen, Form und Volumen des Partikelfilters: .....
- 2.2.5.2 Typ und Aufbau des Partikelfilters:.....
- 2.2.5.3 Lage (Bezugsentfernung innerhalb des Auspuffstrangs):.....
- 2.2.5.4 Verfahren oder Einrichtung zur Regenerierung, Beschreibung und / oder Zeichnung: .....
- 2.2.6 Andere Einrichtungen: ja / nein<sup>(2)</sup>
- 2.2.6.1 Beschreibung und Wirkungsweise: .....
- 3 Kraftstoffsystem**
- 3.1 *Dieselmotoren*
- 3.1.1 Kraftstoffpumpe
- Druck<sup>(3)</sup> .....kPa oder Kennlinie<sup>(2)</sup>: .....
- 3.1.2 Einspritzaggregat
- 3.1.2.1 Pumpe
- 3.1.2.1.1 Marke(n): .....

---

<sup>(2)</sup> Nichtzutreffendes streichen  
<sup>(3)</sup> Bitte Toleranz angeben

- 3.1.2.1.2 Typ(en): .....
- 3.1.2.1.3 Einspritzmenge:.....mm<sup>3(3)</sup> je Hub bzw. Takt bei einer Motordrehzahl von.....min<sup>-1</sup> bei vollständiger Einspritzung oder Kennlinie<sup>(2) (3)</sup>.....
- Angabe des angewandten Verfahrens: am Motor / auf dem Pumpenprüfstand<sup>(2)</sup>
- Wird eine Ladedruckregelung eingereicht, so sind die charakteristische Kraftstoffzufuhr und der Ladedruck bezogen auf die jeweilige Motordrehzahl anzugeben.
- 3.1.2.1.4 Einspritzzeitpunktverstellung
- 3.1.2.1.4.1 Verstellkurve des Spritzverstellers<sup>(3)</sup>: .....
- 3.1.2.1.4.2 Statischer Zündzeitpunkt<sup>(3)</sup>: .....
- 3.1.2.2 Einspritzleitungen
- 3.1.2.2.1 Länge: ..... mm
- 3.1.2.2.2 Innendurchmesser: ..... mm
- 3.1.2.3 Einspritzdüse(n)
- 3.1.2.3.1 Marke(n): .....
- 3.1.2.3.2 Typ(en): .....
- 3.1.2.3.3. Öffnungsdruck ..... kPA<sup>(3)</sup> oder Kennlinie<sup>(2) (3)</sup>
- 3.1.2.4 Regler
- 3.1.2.4.1 Marke(n): .....
- 3.1.2.4.2 Typ(en): .....
- 3.1.2.4.3 Abregeldrehzahl bei Vollast: ..... min<sup>-1</sup>
- 3.1.2.4.4 Höchste Drehzahl ohne Last: ..... min<sup>-1</sup>
- 3.1.2.4.5 Leerlaufdrehzahl: ..... min<sup>-1</sup>
- 3.1.3 Kaltstartsystem
- 3.1.3.1 Marke(n): .....
- 3.1.3.2 Typ(en): .....
- 3.1.3.3 Beschreibung:

---

<sup>(3)</sup> Bitte Toleranz angeben  
<sup>(2)</sup> Nichtzutreffendes streichen

- 3.1.3.4      Zusätzliche Starthilfe: .....
- 3.1.3.4.1    Marke: .....
- 3.1.3.4.2    Typ: .....
- 3.2.          *Mit Gas betriebene Motoren<sup>(6)</sup>*
- 3.2.1.       Kraftstoff: Erdgas / Flüssiggas<sup>(2)</sup>
- 3.2.2        Druckregler bzw. Verdampfer / Druckregler<sup>(3)</sup>
- 3.2.2.1.     Marke(n): .....
- 3.2.2.2.     Typ(en): .....
- 3.2.2.3      Anzahl der Druckminderungsstufen: .....
- 3.2.2.4      Druck in der Endstufe: min. ....kPa, max. ....kPa
- 3.2.2.5      Anzahl der Haupteinstellpunkte: .....
- 3.2.2.6      Anzahl der Leerlaufeinstellpunkte: .....
- 3.2.2.7      Nummer der Genehmigung gemäß 1999/96/EG: .....
- 3.2.3        Kraftstoffzufuhr: Mischer / Gaseinblasung / Flüssigkeitseinspritzung / Direkteinspritzung<sup>(2)</sup>
- 3.2.3.1      Gemischregelung: .....
- 3.2.3.2      Beschreibung des Systems und/oder Diagramm und Zeichnungen: .....
- 3.2.3.3      Nummer der Genehmigung gemäß 1999/96/EG: .....
- 3.2.4        Mischer
- 3.2.4.1      Anzahl: .....
- 3.2.4.2      Marke(n): .....
- 3.2.4.3      Typ(en): .....
- 3.2.4.4      Lage: .....
- 3.2.4.5      Einstellungen: .....
- 3.2.4.6      Nummer der Genehmigung gemäß 1999/96/EG: .....
- 3.2.5        Motorsaugrohreinspritzung

---

<sup>(6)</sup> Bei in anderer Weise ausgelegten Systemen entsprechende Angaben vorlegen (siehe Absatz 3.2).  
<sup>(3)</sup> Bitte Toleranz angeben

- 3.2.5.1 Einspritzverfahren: Zentraleinspritzung / Einzeleinspritzung<sup>(2)</sup>
- 3.2.5.2 Einspritzverfahren: kontinuierlich / simultan / sequentiell<sup>(2)</sup>
- 3.2.5.3 Einspritzsystem
- 3.2.5.3.1 Marke(n): .....
- 3.2.5.3.2 Typ(en): .....
- 3.2.5.3.3 Einstellungen: .....
- 3.2.5.3.4 Nummer der Genehmigung gemäß 1999/96/EG: .....
- 3.2.5.4 Förderpumpe (falls zutreffend): .....
- 3.2.5.4.1 Marke(n): .....
- 3.2.5.4.2 Typ(en): .....
- 3.2.5.4.3 Nummer der Genehmigung gemäß 1999/96/EG: .....
- 3.2.5.5 Einspritzdüse(n): .....
- 3.2.5.5.1 Marke(n): .....
- 3.2.5.5.2 Typ(en): .....
- 3.2.5.5.3 Nummer der Genehmigung gemäß 1999/96/EG: .....
- 3.2.6 Direkteinspritzung
- 3.2.6.1 Einspritzpumpe / Druckregler<sup>(2)</sup>
- 3.2.6.1.1 Marke(n): .....
- 3.2.6.1.2 Typ(en): .....
- 3.2.6.1.3 Einspritzeinstellung: .....
- 3.2.6.1.4 Nummer der Genehmigung gemäß 1999/96/EG: .....
- 3.2.6.2 Einspritzdüse(n)
- 3.2.6.2.1 Marke(n): .....
- 3.2.6.2.2 Typ(en): .....
- 3.2.6.2.3 Öffnungsdruck oder Kennlinie<sup>(3)</sup>: .....

---

<sup>(2)</sup> Nichtzutreffendes streichen  
<sup>(3)</sup> Bitte Toleranz angeben

- 3.2.6.2.4 Nummer der Genehmigung gemäß 1999/96/EG: .....
- 3.2.7 Elektronisches Steuergerät (ECU)
- 3.2.7.1 Marke(n): .....
- 3.2.7.2 Typ(en): .....
- 3.2.7.3 Einstellungen: .....
- 3.2.8 Erdgasspezifische Ausrüstung
- 3.2.8.1 Variante 1.....  
(nur im Fall der Genehmigung von Motoren für verschiedene spezifische Kraftstoffzusammensetzungen)
- 3.2.8.1.1 Kraftstoffzusammensetzung:
- |                                          |              |       |           |       |           |       |
|------------------------------------------|--------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| Methan (CH <sub>4</sub> ):               | Basis: ..... | Mol-% | min. .... | Mol-% | max. .... | Mol-% |
| Ethan (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ):  | Basis: ..... | Mol-% | min. .... | Mol-% | max. .... | Mol-% |
| Propan (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ): | Basis: ..... | Mol-% | min. .... | Mol-% | max. .... | Mol-% |
| Butan (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> ): | Basis: ..... | Mol-% | min. .... | Mol-% | max. .... | Mol-% |
| C5/C5+:                                  | Basis: ..... | Mol-% | min. .... | Mol-% | max. .... | Mol-% |
| Sauerstoff (O <sub>2</sub> ):            | Basis: ..... | Mol-% | min. .... | Mol-% | max. .... | Mol-% |
| Inertgase (N <sub>2</sub> , He usw.):    | Basis: ..... | Mol-% | min. .... | Mol-% | max. .... | Mol-% |
- 3.2.8.1.2 Einspritzdüse(n)
- 3.2.8.1.2.1 Marke(n):
- 3.2.8.1.2.2 Typ(en):
- 3.2.8.1.3 Andere (falls anwendbar)
- 3.2.8.2 Variante 2.....  
(nur im Fall von Genehmigungen für verschiedene spezifische Kraftstoffzusammensetzungen)
- 4 Ventileinstellung**
- 4.1 Maximaler Ventilhub, Öffnungs- und Schließwinkel bezogen auf die Totpunkte gleichwertiger Angaben: .....
- 4.2 Bezugs- und/oder Einstellbereiche<sup>(2)</sup>: .....

---

<sup>(2)</sup> Nichtzutreffendes streichen

## 5 Zündanlage (nur Fremdzündungsmotoren)

- 5.1. *Art der Zündanlage:* gemeinsame Spule und Kerzen / einzelne Spule und Kerzen / Spule auf Kerze / andere (näher angeben)<sup>(2)</sup>
- 5.2 Zündeinstellvorrichtung
- 5.2.1 Marke(n): .....
- 5.2.2 Typ(en): .....
- 5.3 Zündverstellkurve / Zündverstellkennfeld<sup>(2)(3)</sup>: .....
- 5.4 Zündzeitpunkt<sup>(2)</sup> ..... Grad vor dem oberen Totpunkt bei einer Drehzahl von ..... min<sup>-1</sup> und einem Ansaugunterdruck von ..... kPa
- 5.5 *Zündkerzen*
- 5.5.1. Marke(n): .....
- 5.5.2. Typ(en): .....
- 5.5.3. Abstandseinstellung: ..... mm
- 5.6 *Zündspule(n)*
- 5.6.1 Marke(n): .....
- 5.6.2 Type(n) .....

---

<sup>(3)</sup> Bitte Toleranz angeben

# Anlage 4

## MERKMALE DER MIT DEM MOTOR VERBUNDENEN FAHRZEUGTEILE

1. Ansaugunterdruck bei Motornenndrehzahl und bei Vollast:..... kPa
2. Abgasgegendruck bei Motornenndrehzahl und bei Vollast:.....kPa
3. Volumen der Auspuffanlage:.....cm<sup>3</sup>
4. Leistungsaufnahme durch die Hilfseinrichtungen, die gemäß den Beschreibungen und Betriebsbedingungen der Richtlinie 80/1269/EWG<sup>(1)</sup> zuletzt geändert durch die Richtlinie 97/21/EG<sup>(2)</sup> Anhang I Nummer 5.1.1 für den Betrieb des Motors notwendig sind.

| Geräte                                                                                                                                          | Leistungsaufnahme (kW) bei verschiedenen Motordrehzahlen |                   |               |                           |                           |                           |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|
|                                                                                                                                                 | Leerlauf                                                 | Niedrige Drehzahl | Hohe Drehzahl | Drehzahl A <sup>(1)</sup> | Drehzahl B <sup>(1)</sup> | Drehzahl C <sup>(1)</sup> | Bezugsdrehzahl <sup>(2)</sup> |
| P(a)<br><br>Für den Betrieb des Motors notwendige Hilfseinrichtungen<br><br>(von der gemessenen Motorleistung abziehen)<br><br>siehe Nummer 5.1 |                                                          |                   |               |                           |                           |                           |                               |

<sup>(1)</sup> ESC-Prüfung.

<sup>(2)</sup> Nur ETC-Prüfung.

<sup>(1)</sup> ABl. Nr. L 375 vom 31.12.1980, S. 46.

<sup>(2)</sup> ABl. Nr. L 125 vom 16.05.1997, S. 31.

## ANHANG III

### PRÜFVERFAHREN

#### 1. EINLEITUNG

1.1. In diesem Anhang sind die Verfahren zur Bestimmung der Emission gasförmiger Schadstoffe, luftverunreinigender Partikel und Rauch aus den zu prüfenden Motoren beschrieben. Es werden drei Prüfzyklen dargestellt, die gemäß den Bestimmungen von Anhang I Abschnitt 6.2 Anwendung finden sollen:

- die ESC-Prüfung, bestehend aus dreizehn stationären Prüfphasen,
- die ELR-Prüfung, bestehend aus einer Folge von instationären Belastungsschritten bei unterschiedlichen Drehzahlen, die Bestandteil einer Prüfprozedur sind und aufeinanderfolgend durchgeführt werden;
- die ETC-Prüfung, bestehend aus einer Abfolge von instationären, je Sekunde wechselnden Prüfphasen.

1.2. Für die Prüfung ist der Motor auf einer entsprechenden Prüfeinrichtung aufzubauen und an einen Leistungsprüfstand anzuschließen.

#### 1.3. Messgrundsatz

Die zu messenden Abgasemissionen eines Motors enthalten gasförmige Bestandteile (Kohlenmonoxid, Gesamtkohlenwasserstoffe bei Dieselmotoren nur im ESC-Prüfzyklus; Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe bei Diesel- und Gasmotoren nur im ETC-Prüfzyklus; Methan bei Gasmotoren im ETC-Prüfzyklus und Stickstoffoxide), Partikel (nur bei Dieselmotoren) und Rauch (nur bei Dieselmotoren im ELR-Prüfzyklus). Zusätzlich wird Kohlendioxid häufig als Tracergas zur Bestimmung des Verdünnungsverhältnisses von Teilstrom- und Vollstromverdünnungssystemen genutzt. Nach guter Ingenieurpraxis empfiehlt sich die generelle Messung von Kohlendioxid als besonders geeignetes Mittel zur Erkennung von Meßproblemen während der Prüfung.

##### 1.3.1. ESC-Prüfung

Während einer vorgeschriebenen Folge von Betriebszuständen des warmgefahrenen Motors sind die Mengen der oben angeführten Abgasemissionen durch Entnahme einer Probe aus dem Rohabgas kontinuierlich zu messen. Der Prüfzyklus besteht aus mehreren Drehzahl- und Leistungsphasen, die dem Bereich entsprechen, in dem Dieselmotoren normalerweise betrieben werden. Während der einzelnen Phasen sind die Konzentrationswerte sämtlicher gasförmiger Schadstoffe, der Abgasdurchsatz und die Leistungsabgabe zu bestimmen sowie die gemessenen Werte zu gewichten. Die Partikelprobe ist mit konditionierter Umgebungsluft zu verdünnen. Eine Probe ist über das gesamte Prüfverfahren zu entnehmen und an geeigneten Filtern abzuschneiden. Für jeden Schadstoff ist im Sinne von Anlage 1 dieses Anhangs die je

Kilowattstunde freigesetzte Menge in Gramm zu errechnen. Darüber hinaus ist an drei vom Technischen Dienst<sup>1</sup> ausgewählten Prüfpunkten innerhalb des Kontrollbereichs das NO<sub>x</sub> zu messen. Die gemessenen Werte sind mit den Werten zu vergleichen, die aus den Phasen des Prüfzyklus errechnet wurden, die die ausgewählten Prüfpunkte umhüllen. Die NO<sub>x</sub>-Kontrolluntersuchung dient dazu, die Wirksamkeit der Emissionsminderung des Motors innerhalb des typischen Betriebsbereichs des Motors sicherzustellen.

### 1.3.2. *ELR-Prüfung*

Während einer vorgeschriebenen Belastungsprüfung ist mit Hilfe eines Trübungsmessers der Rauch eines warmgelaufenen Motors zu messen. Dabei wird die Belastung des Motors bei gleichbleibender Fahrgeschwindigkeit und mit drei verschiedenen Motordrehzahlen von einem Teillastverhältnis von 10 auf Vollast erhöht. Zusätzlich wird ein vierter, vom Technischen Dienst<sup>2</sup> gewählter Belastungsschritt durchgeführt und der Wert mit den Werten der vorhergehenden Belastungsschritte verglichen. Mit Hilfe eines Mittelungsalgorithmus ist der Rauchspitzenwert gemäß Anlage 1 dieses Anhangs zu bestimmen.

### 1.3.3. *ETC-Prüfung*

Während eines vorgeschriebenen instationären Zyklus bei betriebswarmem Motor, basierend auf einem Fahrprogramm, das in guter Näherung den Straßenfahrbetrieb von Hochleistungsmotoren in Lastkraftwagen und Bussen beschreibt, sind die vorstehend genannten Schadstoffe nach der Verdünnung des gesamten Abgases mit konditionierter Umgebungsluft zu messen. Anhand der vom Motorprüfstand kommenden Rückführsignale in bezug auf Motordrehmoment und -drehzahl ist die Leistung hinsichtlich der Zyklusdauer, aus der sich die vom Motor während des Zyklus erzeugte Arbeit ergibt, zu integrieren. Durch Integration des Analysatorsignals wird die über den Zyklus aufgetretene NO<sub>x</sub>- und HC-Konzentration bestimmt. Die CO-, CO<sub>2</sub>- und NMHC-Konzentration läßt sich durch Integration des Analysatorsignals oder unter Verwendung einer Beutelprobe bestimmen. Bei Partikeln ist an geeigneten Filtern eine verhältnismäßige Probe abzuschneiden. Zur Berechnung der Massenemissionswerte der Schadstoffe ist der Durchsatz des verdünnten Abgases über den Zyklus zu bestimmen. Die Massenemissionswerte sind in Beziehung zur Motorarbeit zu setzen, um, wie in Anlage 2 dieses Anhangs beschrieben, für die einzelnen Schadstoffe die je Kilowattstunde freigesetzte Menge in Gramm zu errechnen.

## 2. **PRÜFBEDINGUNGEN**

### 2.1. **Bedingungen für die Prüfung des Motors**

2.1.1. Die absolute Temperatur  $T_a$  der Ansaugluft am Motoreinlaß und der trockene atmosphärische Druck  $p_s$  (in kPa) sind zu messen, und die Kennzahl  $F$  ist nach folgender Formel zu berechnen:

a) Bei Dieselmotoren:

---

<sup>1</sup> Die Auswahl der Prüfpunkte erfolgt nach zugelassenen statistischen Zufälligkeitsverfahren.

<sup>2</sup> Die Auswahl der Prüfpunkte erfolgt nach zugelassenen statistischen Zufälligkeitsverfahren.

Saugmotoren und mechanisch aufgeladene Motoren:

$$F = \left( \frac{99}{p_s} \right) \times \left( \frac{T_a}{298} \right)^{0.7}$$

Turbo-aufgeladene Motoren mit oder ohne Ladeluftkühlung:

$$F = \left( \frac{99}{p_s} \right)^{0.7} \times \left( \frac{T_a}{298} \right)^{1.5}$$

b) bei Gasmotoren:

$$F = \left( \frac{99}{p_s} \right)^{1.2} \times \left( \frac{T_a}{298} \right)^{0.6}$$

### 2.1.2. Gültigkeit der Prüfung

Für die Gültigkeit der Prüfung muß der Parameter F in folgenden Grenzen liegen:

$$0,96 \leq F \leq 1,06$$

## 2.2. Motoren mit Ladeluftkühlung

Die Ladelufttemperatur ist aufzuzeichnen und soll bei der Drehzahl der angegebenen Höchstleistung und Vollast nicht mehr als  $\pm 5$  K von der höchsten, in Anhang II Anlage 1 Abschnitt 1.16.3 beschriebenen Ladelufttemperatur abweichen. Die Temperatur des Kühlmittels muß mindestens 293 K (20 °C) betragen.

Bei Verwendung einer Prüfstandanlage oder eines externen Gebläses darf die Ladelufttemperatur bei der Drehzahl der angegebenen Höchstleistung und Vollast höchstens  $\pm 5$  K von der höchsten, in Anhang II Anlage 1 Abschnitt 1.16.3 beschriebenen Ladelufttemperatur abweichen. Die Einstellung des Ladeluftkühlers zwecks Einhaltung der vorstehend genannten Bedingung wird nicht geregelt und ist für den gesamten Prüfzyklus anzuwenden.

## 2.3. Ansaugsystem des Motors

Es ist ein Motor-Ansaugsystem zu verwenden, dessen Lufteinlasswiderstand höchstens  $\pm 100$  Pa von der Obergrenze des Motors abweicht, wenn dieser mit der Drehzahl der angegebenen Höchstleistung und Vollast betrieben wird.

## 2.4. Motorauspuffanlage

Es ist eine Auspuffanlage zu verwenden, deren Abgasgegendruck höchstens  $\pm 1\,000$  Pa von der Obergrenze des Motors abweicht, wenn dieser bei der Drehzahl der angegebenen Höchstleistung und Vollast betrieben wird und deren Volumen im Bereich von  $\pm 40$  % der Herstellerangaben liegt. Eine Prüfstandanlage kann verwendet werden, wenn sie die tatsächlichen Motorbetriebsbedingungen wiedergibt. Die Auspuffanlage muss den Anforderungen für eine Abgasprobenahme gemäß

Anhang III Anlage 4 Abschnitt 3.4 und Anhang V Abschnitt 2.2.1, EP und Abschnitt 2.3.1, EP genügen.

Ist der Motor mit einer Abgasnachbehandlungseinrichtung ausgestattet, muss der Durchmesser des Auspuffrohrs genauso groß sein wie er in der Praxis für wenigstens vier Rohrdurchmesser oberhalb des Einlasses am Beginn der Nachbehandlungseinrichtung enthaltenden Ausdehnungsabschnitts verwendet wird. Der Abstand von der Auspuffkrümmeranschlussstelle bzw. dem Turboladerauslass bis zur Abgasnachbehandlungseinrichtung muss so groß sein wie in der Fahrzeugkonfiguration oder in den Abstandsangaben des Herstellers angegeben. Abgasgegendruck bzw. -widerstand müssen den vorstehend angeführten Kriterien entsprechen und können mittels eines Ventils eingestellt werden. Für Blindprüfungen und die Motorabbildung kann der Behälter der Nachbehandlungseinrichtung entfernt und durch einen gleichartigen Behälter mit inaktivem Katalysatorträger ersetzt werden.

## **2.5. Kühlsystem**

Es ist ein Motorkühlsystem zu verwenden, mit dem die vom Hersteller vorgegebenen üblichen Betriebstemperaturen des Motors eingehalten werden können.

## **2.6. Schmieröl**

Die Kenndaten des zur Prüfung verwendeten Schmieröls sind aufzuzeichnen und zusammen mit den Prüfergebnissen gemäß Anhang II Anlage 1 Abschnitt 7.1 vorzulegen.

## **2.7. Kraftstoff**

Es ist der in Anhang IV beschriebene Bezugskraftstoff zu verwenden.

Kraftstofftemperatur und Meßpunkt sind durch den Hersteller innerhalb der in Anhang II Anlage 1 Abschnitt 1.16.5 angegebenen Grenzwerte zu spezifizieren. Die Kraftstofftemperatur muß bei mindestens 306 K (33 °C) liegen und, falls nicht anders angegeben, am Einlaß der Einspritzpumpe 311 K  $\pm$  5 K (38 °C  $\pm$  5 °C) betragen.

Bei mit Erdgas oder Flüssiggas betriebenen Motoren müssen Kraftstofftemperatur und Meßpunkt innerhalb der in Anhang II Anlage 1 Abschnitt 1.16.5 angegebenen Grenzwerte liegen bzw. im Falle von Nicht-Stamm-Motoren innerhalb der in Anhang II Anlage 3 Abschnitt 1.16.5 angegebenen Grenzwerte.

## **2.8. Prüfung der Abgasnachbehandlungssysteme**

Ist der Motor mit einem Abgasnachbehandlungssystem ausgestattet, so müssen die bei dem (den) Prüfzyklus (Prüfzyklen) gemessenen Emissionen repräsentativ für die in der Praxis auftretenden Emissionen sein. Kann dies mit einem einzigen Prüfzyklus (z.B. für Partikelfilter mit periodischer Regenerierung) nicht erreicht werden, so werden mehrere Prüfzyklen durchgeführt. Von den Prüfergebnissen werden die Mittelwerte gebildet und/oder sie werden gewichtet. Das genaue Verfahren ist zwischen Motorhersteller und Technischem Dienst nach bestem technischem Ermessen abzustimmen.

## ESC- UND ELR-PRÜFZYKLEN

### 1. EINSTELLUNG DES MOTORS UND DES LEISTUNGSPRÜFSTANDS

#### 1.1 Bestimmung der Motordrehzahlen A, B und C

Für die Angabe der Motordrehzahlen A, B und C durch den Hersteller gelten folgende Bestimmungen:

Die hohe Drehzahl  $n_{hi}$  ist durch Berechnen von 70 % der angegebenen höchsten Nutzleistung  $P(n)$  gemäß Anhang II Anlage 1 Abschnitt 8.2 zu bestimmen. Die höchste Motordrehzahl, bei der dieser Leistungswert auf der Leistungskurve eintritt, wird mit  $n_{hi}$  bezeichnet.

Die niedrige Drehzahl  $n_{lo}$  ist durch Berechnen von 50 % der angegebenen höchsten Nutzleistung  $P(n)$  gemäß Anhang II Anlage 1 Abschnitt 8.2 zu bestimmen. Die niedrigste Motordrehzahl, bei der dieser Leistungswert auf der Leistungskurve eintritt, wird mit  $n_{lo}$  bezeichnet.

Die Motordrehzahlen A, B und C sind wie folgt zu berechnen:

$$\text{Drehzahl A} = n_{lo} + 25 \% (n_{hi} - n_{lo})$$

$$\text{Drehzahl B} = n_{lo} + 50 \% (n_{hi} - n_{lo})$$

$$\text{Drehzahl C} = n_{lo} + 75 \% (n_{hi} - n_{lo})$$

Die Motordrehzahlen A, B und C können mit einer der nachstehenden Methoden überprüft werden:

- a) Während des Genehmigungsverfahrens für die Motorleistung gemäß der Richtlinie 80/1269/EWG sind zur genauen Bestimmung von  $n_{hi}$  und  $n_{lo}$  zusätzliche Prüfpunkte zu bestimmen. Die Höchstleistung,  $n_{hi}$  und  $n_{lo}$  werden anhand der Leistungskurve bestimmt, und die Motordrehzahlen A, B und C werden entsprechend den oben angeführten Vorschriften errechnet.
- b) Der Motor ist entlang der Vollastkurve von der Höchstdrehzahl ohne Belastung bis zur Leerlaufdrehzahl unter Verwendung von mindestens fünf Meßpunkten pro 1000-min<sup>-1</sup>-Intervall und Meßpunkten im Bereich von  $\pm 50 \text{ min}^{-1}$  der Drehzahl bei angegebener Höchstleistung abzubilden. Die Werte der Höchstleistung  $n_{hi}$  und  $n_{lo}$  werden anhand dieser Abbildungskurve bestimmt, wobei die Motordrehzahlen A, B und C entsprechend den oben angeführten Vorschriften zu errechnen sind.

Liegt die Abweichung der gemessenen Motordrehzahlen A, B und C von den vom Hersteller angegebenen Motordrehzahlen bei höchstens  $\pm 3 \%$ , so sind die angegebenen Motordrehzahlen für die Emissionsprüfung zu verwenden. Überschreitet eine der Motordrehzahlen diese Toleranz, so sind die gemessenen Motordrehzahlen für die Emissionsprüfung zu verwenden.

## **1.2. Bestimmung der Einstellungen des Leistungsprüfstands**

Auf experimentellem Weg ist die Drehmomentkurve bei Vollast zu ermitteln, damit die Drehmomentwerte für die genannten Prüfphasen im Nettozustand gemäß Anhang II Anlage 1 Abschnitt 8.2 ermittelt werden können. Nötigenfalls ist die Leistungsaufnahme der von dem Motor angetriebenen Hilfseinrichtungen zu berücksichtigen. Die Einstellung des Leistungsprüfstands für jede Prüfphase ist nach folgender Formel zu berechnen:

$s = P(n) \times (L/100)$  falls im Nettozustand geprüft

$s = P(n) \times (L/100) + (P(a) - P(b))$  falls nicht im Nettozustand geprüft

Hierbei sind:

$s$  = Einstellwert des Leistungsprüfstands, kW

$P(n)$  = Nutzleistung des Motors gemäß Anhang II Anlage 1 Abschnitt 8.2 (kW)

$L$  = Teillast gemäß Abschnitt 2.7.1 (%)

$P(a)$  = Leistungsaufnahme der Hilfseinrichtungen, die gemäß Anhang II Anlage 1 Abschnitt 6.1 angebracht werden

$P(b)$  = Leistungsaufnahme der Hilfseinrichtungen, die gemäß Anhang II Anlage 1 Abschnitt 6.2 entfernt werden

## **2. DURCHFÜHRUNG DER ESC-PRÜFUNG**

Auf Antrag des Herstellers kann vor dem Meßzyklus eine Blindprüfung durchgeführt werden, um den Motor und die Auspuffanlage zu konditionieren.

### **2.1. Vorbereitung der Probenahmefilter**

Wenigstens eine Stunde vor der Prüfung ist jedes einzelne Filter(paar) in einer verschlossenen, aber nicht abgedichteten Petrischale zur Stabilisierung in eine Wägekammer zu bringen. Nach der Stabilisierungsphase ist jedes Filter(paar) zu wiegen und das Taragewicht aufzuzeichnen. Dann ist das Filter(paar) in einer verschlossenen Petrischale oder einem abgedichteten Filterhalter bis zur Verwendung aufzubewahren. Wird das Filter(paar) nicht binnen acht Stunden nach seiner Entnahme aus der Wägekammer verwendet, so muß es vor seiner Verwendung erneut konditioniert und gewogen werden.

### **2.2. Anbringung der Meßgeräte**

Die Geräte und die Probenahmesonden sind wie vorgeschrieben anzubringen. Wird zur Verdünnung der Auspuffgase ein Vollstromverdünnungssystem verwendet, so ist das Abgasrohr an das System anzuschließen.

### 2.3. Inbetriebnahme des Verdünnungssystems und des Motors

Das Verdünnungssystem ist zu starten und der Motor anzulassen, um alle Temperaturen und Drücke bei einer Höchstleistung entsprechend den Herstellerempfehlungen und der guten Ingenieurpraxis zu stabilisieren.

### 2.4. Starten des Partikelprobenahmesystems

Das Partikelprobenahmesystem ist zu starten und auf Bypass zu betreiben. Der Partikelhintergrund der Verdünnungsluft kann bestimmt werden, indem Verdünnungsluft durch die Partikelfilter geleitet wird. Bei Verwendung gefilterter Verdünnungsluft kann eine Messung vor oder nach der Prüfung erfolgen. Wird die Verdünnungsluft nicht gefiltert, so können Messungen am Beginn und am Ende des Zyklus vorgenommen und die Mittelwerte berechnet werden.

### 2.5. Einstellung des Verdünnungsverhältnisses

Die Verdünnungsluft ist so einzustellen, daß die unmittelbar vor dem Hauptfilter gemessene Temperatur des Abgases in keiner Phase höher ist als 325 K (52 °C). Das Verdünnungsverhältnis (q) darf nicht unter 4 liegen.

Bei Systemen, in denen das Verdünnungsverhältnis mittels der CO<sub>2</sub>- bzw. NO<sub>x</sub>-Konzentrationsmessung geregelt wird, ist der CO<sub>2</sub>- bzw. NO<sub>x</sub>-Gehalt der Verdünnungsluft zu Beginn und Ende jeder Prüfung zu messen. Die vor der Prüfung gemessene CO<sub>2</sub>- bzw. NO<sub>x</sub>-Hintergrundkonzentration der Verdünnungsluft darf von der nach der Prüfung gemessenen Konzentration um höchstens 100 ppm bzw. 5 ppm abweichen.

### 2.6. Überprüfung der Analysegeräte

Die Geräte für die Emissionsanalyse sind auf Null zu stellen und der Meßbereich ist zu kalibrieren.

### 2.7. Prüfzyklus

2.7.1. Die Prüfung des Motors auf dem Leistungsprüfstand ist nach dem folgenden 13-Phasen-Zyklus durchzuführen:

| Prüfphase | Motordrehzahl | Teillastverhältnis | Wichtungsfaktor | Dauer der Prüfphase |
|-----------|---------------|--------------------|-----------------|---------------------|
| 1         | Leerlauf      | —                  | 0,15            | 4 Minuten           |
| 2         | A             | 100                | 0,08            | 2 Minuten           |
| 3         | B             | 50                 | 0,10            | 2 Minuten           |
| 4         | B             | 75                 | 0,10            | 2 Minuten           |
| 5         | A             | 50                 | 0,05            | 2 Minuten           |
| 6         | A             | 75                 | 0,05            | 2 Minuten           |

|    |   |     |      |           |
|----|---|-----|------|-----------|
| 7  | A | 25  | 0,05 | 2 Minuten |
| 8  | B | 100 | 0,09 | 2 Minuten |
| 9  | B | 25  | 0,10 | 2 Minuten |
| 10 | C | 100 | 0,08 | 2 Minuten |
| 11 | C | 25  | 0,05 | 2 Minuten |
| 12 | C | 75  | 0,05 | 2 Minuten |
| 13 | C | 50  | 0,05 | 2 Minuten |

### 2.7.2. Prüffolge

Die Prüffolge ist zu beginnen. Die Prüfung ist in der in Abschnitt 2.7.1 angegebenen Reihenfolge der Prüfphasen durchzuführen.

Der Motor läuft in jeder Phase die vorgeschriebene Zeit, wobei Drehzahl und Belastung jeweils in den ersten 20 Sekunden verändert werden. Die vorgegebene Drehzahl muß im Bereich von  $\pm 50 \text{ min}^{-1}$  liegen, und das angegebene Drehmoment darf um höchstens  $\pm 2 \%$  vom höchsten Drehmoment der Prüfdrehzahl abweichen.

Auf Antrag des Herstellers kann die Prüffolge so oft wiederholt werden, bis eine genügend große Partikelmenge am Filter abgeschieden ist. Der Hersteller muß eine eingehende Beschreibung der Verfahren für die Auswertung der Meßwerte und für Berechnungen vorlegen. Gasförmige Emissionen werden nur im ersten Zyklus bestimmt.

### 2.7.3. Ansprechverhalten der Analysegeräte

Das Ansprechverhalten der Analysatoren ist auf einem Bandschreiber aufzuzeichnen oder mit einem gleichwertigen Datenerfassungssystem zu messen, wobei das Abgas während des gesamten Prüfzyklus durch die Analysatoren strömen muß.

### 2.7.4. Partikelprobenahme

Während des gesamten Prüfvorgangs ist ein Filterpaar (Haupt- und Nachfilter, siehe Anhang III Anlage 4) zu verwenden. Die im Prüfzyklusverfahren angegebenen Wichtungsfaktoren sind in der Weise zu berücksichtigen, daß in jeder einzelnen Phase des Zyklus eine Probe proportional zum Massendurchsatz des Abgases genommen wird. Dies läßt sich erreichen, indem Probendurchsatz, Probenahmezeit und/oder Verdünnungsverhältnis entsprechend so eingestellt werden, daß das Kriterium für die effektiven Wichtungsfaktoren von Abschnitt 5.6 erfüllt wird.

Die Probenahme muß je Prüfphase mindestens 4 Sekunden je 0,01 Wichtungsfaktor dauern und innerhalb jeder Phase so spät wie möglich erfolgen. Die Partikelprobenahme darf nicht früher als 5 Sekunden vor dem Ende jeder Phase abgeschlossen sein.

#### 2.7.5. *Motorbedingungen*

Motordrehzahl und Last, Ansauglufttemperatur und -unterdruck, Abgastemperatur und -gedruck, Kraftstoffdurchsatz und Luft- bzw. Abgasdurchsatz, Ladelufttemperatur, Kraftstofftemperatur und Feuchtigkeit sind während jeder Phase aufzuzeichnen, wobei während der Zeit der Partikelprobenahme, zumindest jedoch in der letzten Minute jeder Phase, die Anforderungen hinsichtlich Drehzahl und Belastung des Motors (siehe Abschnitt 2.7.2) erfüllt sein müssen.

Alle zusätzlich für die Berechnung erforderlichen Daten sind aufzuzeichnen (siehe Abschnitte 4 und 5).

#### 2.7.6. *Prüfung auf NO<sub>x</sub> innerhalb des Kontrollbereichs*

Die Prüfung auf NO<sub>x</sub> innerhalb des Kontrollbereichs ist unmittelbar nach Beendigung von Phase 13 durchzuführen.

In Phase 13 ist der Motor vor Beginn der Messungen für einen Zeitraum von drei Minuten zu konditionieren. An unterschiedlichen, vom Technischen Dienst ausgewählten Punkten innerhalb des Kontrollbereichs werden drei Messungen vorgenommen<sup>3</sup>. Die Zeitdauer für jede Messung beträgt 2 Minuten.

Es wird das gleiche Meßverfahren angewendet wie bei der NO<sub>x</sub>-Messung im Dreizehn-Phasen-Zyklus, und die Durchführung erfolgt gemäß den Abschnitten 2.7.3, 2.7.5 und 4.1 dieser Anlage sowie gemäß Anhang III Anlage 4 Abschnitt 3.

Die Berechnung wird gemäß Abschnitt 4 ausgeführt.

#### 2.7.7. *Erneute Überprüfung der Analysegeräte*

Nach der Emissionsprüfung werden ein Nullgas und dasselbe Kalibriergas zur erneuten Überprüfung verwendet. Für die Gültigkeit der Prüfung muß die Differenz zwischen den vor der Prüfung und nach der Prüfung ermittelten Ergebnissen unter 2 % des Kalibriergaswertes betragen.

### **3. DURCHFÜHRUNG DER ELR-PRÜFUNG**

#### **3.1. Anbringung der Messgeräte**

Der Trübungsmesser und gegebenenfalls die Probenahmesonden sind gemäß den allgemeinen Anbringungsanweisungen des Geräteherstellers nach dem Auspufftopf oder, sofern vorhanden, der Nachbehandlungseinrichtung anzubringen. Darüber hinaus sind gegebenenfalls die Anforderungen von Abschnitt 10 der Norm ISO/DIS 11614 einzuhalten.

Vor der Durchführung der Nullpunkt- und Skalenendwertkontrolle ist der Trübungsmesser entsprechend den Empfehlungen des Geräteherstellers anzuwärmen und zu stabilisieren. Falls der Trübungsmesser mit einem Spülluftsystem ausgestattet ist, um die optischen Bauelemente des Geräts von Ruß freizuhalten, so ist dieses

---

<sup>3</sup> Die Auswahl der Prüfpunkte erfolgt nach zugelassenen statistischen Zufälligkeitsverfahren.

System ebenfalls entsprechend den Herstellerempfehlungen in Betrieb zu setzen und einzustellen.

### **3.2. Überprüfung des Trübungsmessers**

Die Nullpunkt- und Skalenendwertkontrolle ist im Ablesemodus des Trübungsmessers durchzuführen, da die Skala des Trübungsmessers zwei genau definierbare Kalibrierpunkte, die 0 %ige Trübung und die 100 %ige Trübung, aufweist. Wenn das Meßgerät wieder auf den k-Ablesemodus zum Prüfen eingestellt ist, wird der Lichtabsorptionskoeffizient auf der Grundlage der gemessenen Trübung und der vom Hersteller des Trübungsmessers angegebenen  $L_A$  korrekt errechnet.

Ohne Blockierung des Trübungsmesserlichtstrahls ist die Trübungsanzeige auf  $0,0 \% \pm 1,0 \%$  einzustellen. Bei Blockierung des Lichtweges bis zum Empfänger ist die Anzeige auf  $100,0 \% \pm 1,0 \%$  einzustellen.

### **3.3. Prüfzyklus**

#### **3.3.1. Konditionierung des Motors**

Der Motor und das System sind mit Höchstleistung warmzufahren, um die Motorkennwerte entsprechend den Empfehlungen des Herstellers zu stabilisieren. Mit der Vorkonditionierungsphase soll zudem verhindert werden, daß die aktuelle Messung durch aus einer früheren Prüfung stammende Ablagerungen in der Auspuffanlage beeinflusst wird.

Wenn der Motor stabilisiert ist, muß der Zyklus innerhalb von  $20 \text{ s} \pm 2 \text{ s}$  nach der Vorkonditionierungsphase begonnen werden. Auf Antrag des Herstellers kann vor dem Meßzyklus zur zusätzlichen Konditionierung eine Blindprüfung durchgeführt werden.

#### **3.3.2. Prüffolge**

Die Prüfung besteht aus einer Folge von drei Belastungsschritten bei den drei Motordrehzahlen A (Zyklus 1), B (Zyklus 2) und C (Zyklus 3), die gemäß Anhang III Abschnitt 1.1, bestimmt wurden. Es folgt der Zyklus 4 mit einer Drehzahl, die durch den Technischen Dienst ausgewählt wird und innerhalb des Kontrollbereichs und bei einer Belastung zwischen  $10 \%$  und  $100 \%$ <sup>4</sup> liegt. Während des Betriebs des Prüfmotors auf dem Prüfstand ist die nachstehend beschriebene Abfolge einzuhalten (siehe Abbildung 3).

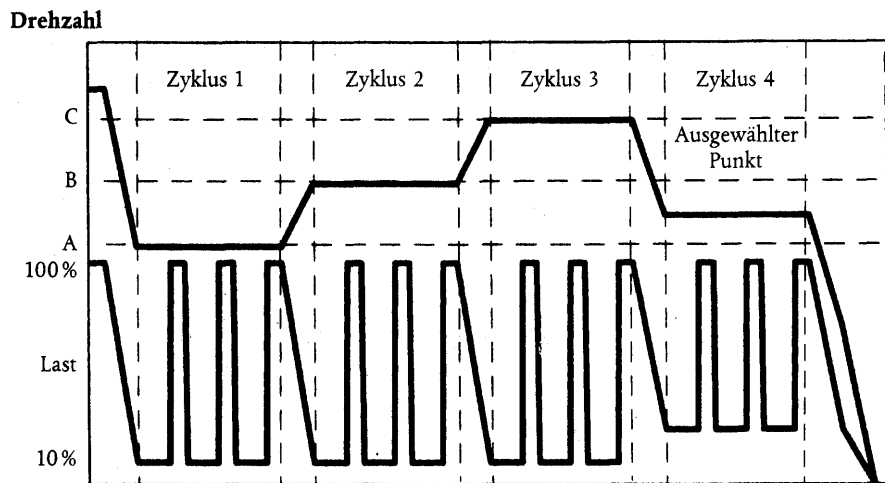
---

<sup>4</sup>

Die Auswahl der Prüfpunkte erfolgt nach zugelassenen statistischen Zufälligkeitsverfahren.

Abbildung 3

### Abfolge einer ELR-Prüfung



- Der Motor ist  $20\text{ s} \pm 2\text{ s}$  lang bei einer Motordrehzahl A und einem Teillastverhältnis von 10 % zu betreiben. Die vorgegebene Drehzahl soll auf  $\pm 20\text{ min}^{-1}$  und das angegebene Drehmoment soll auf  $\pm 2\%$  des maximalen Drehmoments bei der Prüfdrehzahl gehalten werden.
- Am Ende des vorhergehenden Abschnitts ist die Drehzahlregelstange schnell in die vollständig geöffnete Stellung zu bringen und dort  $10\text{ s} \pm 1\text{ s}$  lang zu halten. Damit die Motordrehzahl während der ersten 3 s um höchstens  $\pm 150\text{ min}^{-1}$  und während der verbleibenden Zeit des Abschnitts um höchstens  $\pm 20\text{ min}^{-1}$  schwankt, ist die erforderliche Prüfstandlast anzulegen.
- Die unter a und b beschriebene Folge ist zweimal zu wiederholen.
- Bei Beendigung des dritten Belastungsschritts ist der Motor innerhalb von  $20\text{ s} \pm 2\text{ s}$  auf die Motordrehzahl B und ein Teillastverhältnis von 10 % einzustellen.
- Die Folge a bis c ist mit dem bei der Motordrehzahl B laufenden Motor durchzuführen.
- Bei Beendigung des dritten Belastungsschritts ist der Motor innerhalb von  $20\text{ s} \pm 2\text{ s}$  auf die Motordrehzahl C und ein Teillastverhältnis von 10 % einzustellen.
- Die Folge a bis c ist mit dem bei der Motordrehzahl C laufenden Motor durchzuführen.
- Bei Beendigung des dritten Belastungsschritts ist der Motor innerhalb von  $20\text{ s} \pm 2\text{ s}$  auf eine ausgewählte Motordrehzahl und ein beliebiges Teillastverhältnis über 10 % einzustellen.
- Die Folge a bis c ist mit dem bei der ausgewählten Motordrehzahl laufenden Motor durchzuführen.

### 3.4. Zyklusvalidierung

Die relative Standardabweichung der mittleren Rauchwerte bei der jeweiligen Prüfdrehzahl (A, B, C) muß unter 15 % des Mittelwertes (entsprechend der Berechnung von  $SV_A$ ,  $SV_B$  und  $SV_C$  gemäß Abschnitt 6.3.3 aus den drei aufeinanderfolgenden Belastungsschritten bei jeder Prüfdrehzahl) oder, sofern dieser größer ist, unter 10 % des Grenzwertes von Tabelle 1 in Anhang I liegen. Fällt die Differenz größer aus, ist die Folge zu wiederholen, bis die Validierungskriterien in drei aufeinanderfolgenden Belastungsschritten erfüllt werden.

### 3.5. Erneute Überprüfung des Trübungsmessers

Der Wert der Nullpunktdrift des Trübungsmessers nach der Prüfung darf höchstens  $\pm 5,0$  % von dem Grenzwert in Anhang I Tabelle 1 abweichen.

## 4. BERECHNUNG DER GASFÖRMIGEN EMISSIONEN

### 4.1. Auswertung der Messwerte

Zur Bewertung der Emissionen gasförmiger Schadstoffe ist der Mittelwert aus den Aufzeichnungen der letzten 30 Sekunden jeder Prüfphase zu bilden. Aus den Mittelwerten der Aufzeichnungen und den entsprechenden Kalibrierdaten sind die mittleren Konzentrationen (conc) von HC, CO und  $NO_x$  während jeder Prüfphase zu bestimmen. Es kann eine andere Art der Aufzeichnung angewandt werden, sofern diese eine gleichwertige Datenerfassung gewährleistet.

Bei der Prüfung auf  $NO_x$  innerhalb des Kontrollbereichs gelten die vorstehenden Anforderungen nur für  $NO_x$ .

Der Abgasdurchsatz  $G_{EXHW}$  oder wahlweise der verdünnte Abgasdurchsatz  $G_{TOTW}$  sind gemäß Anhang III Anlage 4 Abschnitt 2.3 zu berechnen.

### 4.2. Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugszustand

Falls die Messung nicht schon für den feuchten Bezugszustand vorgenommen wurde, ist die gemessene Konzentration nach folgenden Formeln in einen Wert für den feuchten Bezugszustand umzurechnen.

$$\text{conc (feucht)} = K_w \times \text{conc (trocken)}$$

Für das Rohabgas:

$$K_{w,r} = \left( 1 - F_H \times \frac{G_{FUEL}}{G_{AIR}} \right) - K_{w,2}$$

und

$$F_{FH} = \frac{1.969}{1 + \frac{G_{FUEL}}{G_{AIRW}}}$$

Für das verdünnte Abgas:

$$K_{W,e,1} = \left( 1 - \frac{HTCRAT \times CO_2 \% \text{ (feucht)}}{200} \right) - K_{W1}$$

oder

$$K_{W,e,2} = \left( \frac{1 - K_{W1}}{1 + \frac{HTCRAT \times CO_2 \% \text{ (trocken)}}{200}} \right)$$

Für die Verdünnungsluft:

Für die Ansaugluft (wenn anders als die Verdünnungsluft):

$$K_{W,d} = 1 - K_{W1}$$

$$K_{W,a} = 1 - K_{W2}$$

$$K_{W1} = \frac{1,608 \times H_d}{1000 + (1,608 \times H_d)}$$

$$K_{W2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

$$H_d = \frac{6,220 \times R_d \times p_d}{p_B - p_d \times R_d \times 10^{-2}}$$

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

Hierbei bedeuten:

$H_a, H_d$  = g Wasser je kg trockener Luft

$R_d, R_a$  = relative Feuchtigkeit der Verdünnungs-/Ansaugluft, %

$p_d, p_a$  = Sättigungsdampfdruck der Verdünnungs-/Ansaugluft, kPa

$p_B$  = barometrischer Gesamtdruck, kPa

#### 4.3. Korrektur der $NO_x$ -Konzentration unter Berücksichtigung von Temperatur und Feuchtigkeit

Da die  $NO_x$ -Emission von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängt, ist die  $NO_x$ -Konzentration unter Berücksichtigung von Temperatur und Feuchtigkeit der Umgebungsluft mit Hilfe der in der folgenden Formel angegebenen Faktoren zu korrigieren.

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 + A \times (H_a - 10,71) + B \times (T_a - 298)}$$

Hierbei bedeuten:

$$A = 0,309 \frac{G_{FUEL}}{G_{AIR,D}} - 0,0266$$

$$B = -0,209 \frac{G_{FUEL}}{G_{AIR,D}} + 0,00954$$

$T_a$  = Temperatur der Ansaugluft, K (Temperatur und Feuchtigkeit sind an derselben Stelle zu messen)

$H_a$  = Feuchtigkeit der Ansaugluft, g Wasser je kg trockener Luft

$H_a$  = Feuchtigkeit der Ansaugluft, g Wasser je kg trockener Luft

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

wobei gilt:

$R_a$  = relative Feuchtigkeit der Ansaugluft, %

$p_a$  = Sättigungsdampfdruck der Ansaugluft, kPa

$p_B$  = barometrischer Gesamtdruck, kPa

#### 4.4. Berechnung der Emissionsmassendurchsätze

Ausgehend von einer Abgasdichte von 1,293 kg/m<sup>3</sup> bei 273 K (0 °C) und 101,3 kPa sind die Massendurchsätze der Emissionen (g/h) für jede Prüfphase wie folgt zu berechnen:

$$(1) \text{NO}_{x \text{ mass}} = 0,001587 \times \text{NO}_{x \text{ conc}} \times K_{H,D} \times G_{\text{EXHW}}$$

$$(2) \text{CO}_{x \text{ mass}} = 0,000966 \times \text{CO}_{\text{conc}} \times G_{\text{EXHW}}$$

$$(3) \text{HC}_{\text{mass}} = 0,000479 \times \text{HC}_{\text{conc}} \times G_{\text{EXHW}}$$

wobei  $\text{NO}_{x \text{ conc}}$ ,  $\text{CO}_{\text{conc}}$ ,  $\text{HC}_{\text{conc}}$ <sup>5</sup> die mittleren Konzentrationen (ppm) im Rohabgas gemäß Abschnitt 4.1 bedeuten.

Falls die gasförmigen Emissionen wahlweise mit einem Vollstromverdünnungssystem berechnet werden, sind die folgenden Formeln anzuwenden:

$$(1) \text{NO}_{x \text{ mass}} = 0,001587 \times \text{NO}_{x \text{ conc}} \times K_{H,D} \times G_{\text{TOTW}}$$

$$(2) \text{CO}_{x \text{ mass}} = 0,000966 \times \text{CO}_{\text{conc}} \times G_{\text{TOTW}}$$

$$(3) \text{HC}_{\text{mass}} = 0,000479 \times \text{HC}_{\text{conc}} \times G_{\text{TOTW}}$$

wobei  $\text{NO}_{x \text{ conc}}$ ,  $\text{CO}_{\text{conc}}$ ,  $\text{HC}_{\text{conc}}$ <sup>6</sup> die mittleren hintergrundkorrigierten Konzentrationen (ppm) jeder Phase im verdünnten Abgas gemäß Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.3.1.1 bedeuten.

---

<sup>5</sup> Bezogen auf das C1-Äquivalent.

<sup>6</sup> Bezogen auf das C1-Äquivalent.

#### 4.5. Berechnung der spezifischen Emissionen

Die Emissionen (g/kWh) sind für die einzelnen Bestandteile folgendermaßen zu berechnen:

$$\overline{\text{NO}_x} = \frac{\sum \text{NO}_{x \text{ mass}} \times \text{WF}_i}{\sum \text{P(n)}_i \times \text{WF}_i}$$

$$\overline{\text{CO}} = \frac{\sum \text{CO}_{\text{mass}} \times \text{WF}_i}{\sum \text{P(n)}_i \times \text{WF}_i}$$

$$\overline{\text{HC}} = \frac{\sum \text{HC}_{\text{mass}} \times \text{WF}_i}{\sum \text{P(n)}_i \times \text{WF}_i}$$

Bei der vorstehenden Berechnung werden die Wichtungsfaktoren (WF) gemäß Abschnitt 2.7.1 verwendet.

#### 4.6. Berechnung der Kontrollbereichswerte

In bezug auf die drei gemäß Abschnitt 2.7.6 ausgewählten Prüfpunkte ist die  $\text{NO}_x$ -Emission zu messen, gemäß Abschnitt 4.6.1 zu berechnen und darüber hinaus durch Interpolation aus den Phasen des Prüfzyklus, die dem jeweiligen Prüfpunkt gemäß Abschnitt 4.6.2 am nächsten liegen, zu bestimmen. Anschließend werden die gemessenen Werte mit den interpolierten Werten gemäß Abschnitt 4.6.3 verglichen.

##### 4.6.1. Berechnung der spezifischen Emissionen

Die  $\text{NO}_x$ -Emission ist für jeden Prüfpunkt (Z) folgendermaßen zu berechnen:

$$\text{NO}_{x \text{ mass},Z} = 0,001587 \times \text{NO}_{x \text{ conc},Z} \times K_{H,D} \times G_{\text{EXHW}}$$

$$\text{NO}_{x,Z} = \frac{\text{NO}_{x \text{ mass},Z}}{\text{P(n)}_Z}$$

##### 4.6.2. Bestimmung des Emissionswertes aus dem Prüfzyklus

Die  $\text{NO}_x$ -Emission ist für jeden Prüfpunkt aus den vier am nächsten beieinanderliegenden Phasen des Prüfzyklus, die den ausgewählten Prüfpunkt Z umhüllen, zu interpolieren (siehe Abbildung 4). Für diese Phasen (R, S, T, U) gelten die folgenden Definitionen:

Drehzahl (R) = Drehzahl (T) =  $n_{RT}$

Drehzahl (S) = Drehzahl (U) =  $n_{SU}$

Teillastverhältnis (R) = Teillastverhältnis (S)

Teillastverhältnis (T) = Teillastverhältnis (U)

Die  $\text{NO}_x$ -Emission des ausgewählten Prüfpunkts Z ist wie folgt zu berechnen:

$$E_Z = \frac{E_{RS} + (E_{TU} - E_{RS}) \times (M_Z - M_{RS})}{M_{TU} - M_{RS}}$$

und:

$$E_{TU} = \frac{E_T + (E_U - E_T) \times (n_Z - n_{RT})}{n_{SU} - n_{RT}}$$

$$E_{RS} = \frac{E_T + (E_U - E_T) \times (n_Z - n_{RT})}{n_{SU} - n_{RT}}$$

$$M_{TU} = \frac{M_T + (M_U - M_T) \times (n_Z - n_{RT})}{n_{SU} - n_{RT}}$$

$$M_{RS} = \frac{M_R + (M_S - M_R) \times (n_Z - n_{RT})}{n_{SU} - n_{RT}}$$

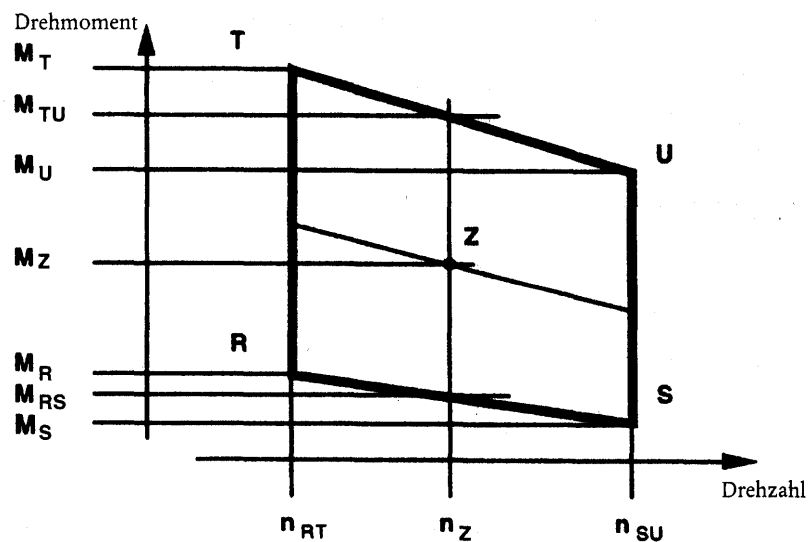
Hierbei bedeuten:

$E_R, E_S, E_T, E_U$  = spezifische  $\text{NO}_x$ -Emission der gemäß Abschnitt 4.6.1 berechneten einhüllenden Phasen

$M_R, M_S, M_T, M_U$  = Motordrehmoment der einhüllenden Phasen

Abbildung 4

#### Interpolation des $\text{NO}_x$ -Prüfpunkts



#### 4.6.3. Vergleich der $\text{NO}_x$ -Emissionswerte

Die gemessene spezifische  $\text{NO}_x$ -Emission des Prüfpunkts Z ( $\text{NO}_{x,Z}$ ) wird dem interpolierten Wert ( $E_Z$ ) wie folgt gegenübergestellt:

$$\text{NO}_{\text{x diff}} = 100 \times \frac{\text{NO}_{\text{x,z}} - E_z}{E_z}$$

## 5. BERECHNUNG DER PARTIKELEMISSIONEN

### 5.1. Auswertung der Messwerte

Zur Partikelbewertung ist die Gesamtmasse ( $M_{\text{SAM},i}$ ) der durch die Filter geleiteten Proben für jede Prüfphase aufzuzeichnen.

Die Filter sind wieder in die Wägekammer zu bringen und wenigstens eine, jedoch höchstens 80 Stunden lang zu konditionieren und dann zu wägen. Das Bruttogewicht der Filter ist aufzuzeichnen und das Taragewicht (siehe Abschnitt 2.1 dieser Anlage) abzuziehen. Die Partikelmasse  $M_f$  ist die Summe der an den Haupt- und Nachfiltern abgeschiedenen Partikelmassen.

Bei Anwendung einer Hintergrundkorrektur sind die Masse ( $M_{\text{DIL}}$ ) der durch die Filter geleiteten Verdünnungsluft und die Partikelmasse ( $M_d$ ) aufzuzeichnen. Wurde mehr als eine Messung vorgenommen, so ist der Quotient  $M_d/M_{\text{DIL}}$  für jede einzelne Messung zu berechnen und das Mittel der Werte zu bestimmen.

### 5.2. Teilstromverdünnungssystem

Die in das Prüfprotokoll aufzunehmenden Ergebnisse der Prüfung der Partikelemissionen werden in folgenden Schritten ermittelt. Da das Verdünnungsverhältnis auf verschiedene Arten gesteuert werden darf, gelten verschiedene Methoden zur Berechnung des äquivalenten Massendurchsatzes  $G_{\text{EDFW}}$ . Alle Berechnungen müssen auf den Mittelwerten der einzelnen Prüfphasen während der Probenahmedauer beruhen.

#### 5.2.1. Isokinetische Systeme

$$G_{\text{EDFW},i} = G_{\text{EXHW},i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{\text{DIL W},i} + (G_{\text{EXH W},i} \times r)}{G_{\text{EXH W},i} \times r}$$

wobei  $r$  dem Verhältnis der Querschnittsfläche der isokinetischen Sonde und des Auspuffrohrs entspricht:

$$R = \frac{A_p}{A_T}$$

#### 5.2.2. Systeme mit Messung der $\text{CO}_2$ - oder $\text{NO}_x$ -Konzentration

$$G_{\text{EDFW},i} = G_{\text{EXHW},i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{(\text{conc}_{\text{E},i} - \text{conc}_{\text{A},i})}{\text{conc}_{\text{D},i} - \text{conc}_{\text{A},i}}$$

Hierbei bedeuten:

$\text{conc}_E$  = Konzentration des feuchten Tracergases im unverdünnten Abgas

$\text{conc}_D$  = Konzentration des feuchten Tracergases im verdünnten Abgas

$\text{conc}_A$  = Konzentration des feuchten Tracergases in der Verdünnungsluft

Die auf trockener Basis gemessenen Konzentrationen sind gemäß Abschnitt 4.2 dieser Anlage in Feuchtwerte umzuwandeln.

### 5.2.3. Systeme mit $\text{CO}_2$ -Messung und Kohlenstoffbilanzmethode<sup>7</sup>

$$G_{\text{EDFW},i} = \frac{206,5 \times G_{\text{FUEL},i}}{\text{CO}_{2D,i} - \text{CO}_{2A,i}}$$

Hierbei bedeuten:

$\text{CO}_{2D}$  =  $\text{CO}_2$ -Konzentration des verdünnten Abgases

$\text{CO}_{2A}$  =  $\text{CO}_2$ -Konzentration der Verdünnungsluft

(Konzentrationen in Vol.-%, feucht)

Diese Gleichung beruht auf der Annahme der Kohlenstoffbilanz (die dem Motor zugeführten Kohlenstoffatome werden als  $\text{CO}_2$  freigesetzt) und wird in nachstehenden Schritten ermittelt:

$$G_{\text{EDFW},i} = G_{\text{EXHW},i} \times q_i$$

und

$$q_i = \frac{206,5 \times G_{\text{FUEL},i}}{G_{\text{EXHW},i} \times \text{CO}_{2D,i} - \text{CO}_{2A,i}}$$

### 5.2.4. Systeme mit Durchsatzmessung

$$G_{\text{EDFW},i} = G_{\text{EXHW},i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{\text{TOTW},i}}{G_{\text{TOTW},i} - G_{\text{DILW},i}}$$

## 5.3. Vollstromverdünnungssystem

Die in das Prüfprotokoll aufzunehmenden Ergebnisse der Prüfung der Partikelemissionen werden in folgenden Schritten ermittelt. Alle Berechnungen

<sup>7</sup>

Der Wert ist nur gültig für den in Anhang I beschriebenen Bezugskraftstoff.

müssen auf den Mittelwerten der einzelnen Prüfphasen während der Probenahmedauer beruhen.

$$G_{EDFW,i} = G_{TOTW,i}$$

#### 5.4. Berechnung des Partikelmassendurchsatzes

Der Partikelmassendurchsatz ist wie folgt zu berechnen:

$$PT_{\text{mass}} = \frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} \times \frac{\overline{G}_{EDFW}}{1000}$$

Hierbei gilt:

$$\overline{G}_{EDFW} = \sum_{i=1}^{i=n} G_{EDFW,i} \times WF_i$$

$$M_{\text{SAM}} = \sum_{i=1}^{i=n} M_{\text{SAM},i}$$

$$i = 1, \dots, n$$

bestimmt über den Prüfzyklus durch Addition der in den einzelnen Prüfphasen während der Probenahmedauer gewonnenen Mittelwerte.

Die Hintergrundkorrektur des Partikelmassendurchsatzes kann wie folgt vorgenommen werden:

$$PT_{\text{mass}} = \left[ \frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} \left( \frac{M_d}{M_{\text{DIL}}} \times \left( \sum_{i=1}^{i=n} \left( 1 - \frac{1}{DF_i} \right) \times WF_i \right) \right) \right] \times \frac{\overline{G}_{EDFW}}{1000}$$

Wird mehr als eine Messung durchgeführt, so ist  $\frac{M_d}{M_{\text{DIL}}}$  durch  $\frac{\overline{M_d}}{\overline{M_{\text{DIL}}}}$  zu ersetzen.

$$DF_i = \frac{13,4}{\left( \text{concCO}_2 + (\text{concCO} + \text{concHC}) \times 10^{-4} \right)} \text{ für die einzelnen Phasen,}$$

oder

$$DF_i = \frac{13,4}{\text{concCO}_2} \text{ für die einzelnen Phasen.}$$

#### 5.5. Berechnung der spezifischen Emissionen

Die Partikelemissionen sind folgendermaßen zu berechnen:

$$\overline{PT} = \frac{PT_{\text{mass}}}{\sum P(n)_i \times WF_i}$$

## 5.6. Effektiver Wichtungsfaktor

Der effektive Wichtungsfaktor  $WF_{E,i}$  ist für jede Prüfphase folgendermaßen zu berechnen:

$$WF_{E,i} = \frac{M_{SAM,i} \times \overline{G_{EDF W}}}{M_{SAM} \times G_{EDF W,i}}$$

Der Wert der effektiven Wichtungsfaktoren darf von den Werten der in Abschnitt 2.7.1 aufgeführten Wichtungsfaktoren um höchstens  $\pm 0,003$  ( $\pm 0,005$  für die Leerlaufphase) abweichen.

## 6. BERECHNUNG DER RAUCHTRÜBUNGSWERTE

### 6.1. Bessel-Algorithmus

Der Bessel-Algorithmus ist für die Berechnung des 1-s-Mittelwertes der momentanen, gemäß Abschnitt 6.3.1 umgerechneten Rauchmeßwerte zu verwenden. Der Algorithmus emuliert ein Tiefpaßfilter zweiter Ordnung, und für seine Anwendung bedarf es iterativer Berechnungen zur Ermittlung der Koeffizienten. Diese Koeffizienten sind eine Funktion der Ansprechzeit des Trübungsmeßsystems und der Abtastfrequenz. Aus diesem Grund muß Abschnitt 6.1.1 wiederholt werden, sobald sich die Ansprechzeit und/oder die Abtastfrequenz des Systems ändert.

#### 6.1.1. Berechnung der Filteransprechzeit und der Bessel-Konstanten

Die erforderliche Bessel-Ansprechzeit ( $t_F$ ) ist eine Funktion der physikalischen und elektrischen Ansprechzeit des Trübungsmeßsystems gemäß der Beschreibung in Anhang III Anlage 4 Abschnitt 5.2.4 und berechnet sich mittels der folgenden Gleichung:

$$t_F = \sqrt{1 - (t_p^2 + t_e^2)}$$

Hierin bedeuten:

$t_p$  = physikalische Ansprechzeit, s

$t_e$  = elektrische Ansprechzeit, s

Die Berechnungen zur Bestimmung der Filter-Grenzfrequenz ( $f_c$ ) basieren auf einem Sprung der Eingangsgröße von 0 auf 1 in  $\leq 0,01$ s (siehe Anhang VII). Die Ansprechzeit ist definiert als die Zeitspanne zwischen dem Moment, an dem die Bessel-Ausgangsgröße 10 % erreicht ( $t_{10}$ ) und dem Moment, an dem sie 90 % dieser Sprungfunktion erreicht ( $t_{90}$ ). Hierzu ist eine Näherung durch Iteration an  $f_c$  bis  $t_{90} - t_{10} \approx t_F$  durchzuführen. Die erste Iteration an  $f_c$  erfolgt nach folgender Formel:

$$f_c = \frac{\pi}{10 \times t_F}$$

Die Bessel-Konstanten E und K werden mittels folgender Gleichungen berechnet:

$$E = \frac{1}{(1 + \Omega \times \sqrt{(3 \times D) + D \times \Omega^2})}$$

$$K = 2 \times E \times (D \times \Omega^2 - 1) - 1$$

Hierin bedeuten:

$$D = 0,618034$$

$$\Delta t = \frac{1}{\text{Abtastfrequenz}}$$

$$\Omega = \frac{1}{\left[ \tan(\pi \times \Delta t \times f_c) \right]}$$

### 6.1.2 Berechnung des Bessel-Algorithmus

Unter Verwendung der Werte E und K ist der 1-s-Bessel-Mittelwert der Reaktion auf eine Sprungeingangsgröße  $S_i$  folgendermaßen zu berechnen:

$$Y_i = Y_{i-1} + E \times (S_i + 2 \times S_{i-1} + S_{i-2} - 4 \times Y_{i-2}) + K \times (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

Hierin bedeuten:

$$S_{i-2} = S_{i-1} = 0$$

$$S_i = 1$$

$$Y_{i-2} = Y_{i-1} = 0$$

Die Zeiten  $t_{10}$  und  $t_{90}$  sind zu interpolieren. Die zeitliche Differenz zwischen  $t_{90}$  und  $t_{10}$  definiert die Ansprechzeit  $t_F$  für diesen Wert  $f_c$ . Liegt die Ansprechzeit nicht nahe genug an der geforderten Ansprechzeit, ist die Iteration wie folgt so lange fortzusetzen, bis die tatsächliche Ansprechzeit weniger als 1 % von der geforderten Antwort abweicht:

$$((t_{90} - t_{10}) - t_F) \leq 0,01 \times t_F$$

## 6.2. Auswertung der Messwerte

Die Rauchmeßwerte sind mit einer Mindestfrequenz von 20 Hz abzutasten.

## 6.3. Rauchmessung

### 6.3.1. Umrechnung der Messwerte

Da die Hauptmessgröße aller Trübungsmesser die Durchlässigkeit ist, sind die Rauchwerte vom Transmissionsgrad  $\tau$  wie folgt in den Lichtabsorptionskoeffizienten  $K$  umzurechnen:

$$k = -\frac{1}{L_A} \times \ln\left(1 - \frac{N}{100}\right)$$

und

$$N = 100 - \tau$$

Hierbei bedeuten:

$k$  = Lichtabsorptionskoeffizient,  $m^{-1}$

$L_A$  = effektive optische Weglänge nach Angaben des Instrumentenherstellers, m

$N$  = Trübung, %

$\tau$  = Transmissionsgrad, %

Die Konversion muß erfolgen, bevor die Messwerte weiter verarbeitet werden können.

### 6.3.2 Berechnung des gemittelten Bessel-Rauchwertes

Die erforderliche Filteransprechzeit  $t_F$  wird durch die eigentliche Grenzfrequenz  $f_c$  erzeugt. Sobald diese Frequenz mit Hilfe des Iterationsprozesses von Abschnitt 6.1.1 bestimmt worden ist, sind die eigentlichen Bessel-Algorithmuskonstanten  $E$  und  $K$  zu berechnen. Anschließend ist der Bessel-Algorithmus gemäß der Beschreibung in Abschnitt 6.1.2 auf die Momentrauchkurve ( $k$ -Wert) anzuwenden:

$$Y_i = Y_{i-1} + E \times (S_i + 2 \times S_{i-1} + S_{i-2} - 4 \times Y_{i-2}) + K \times (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

Der Bessel-Algorithmus ist seinem Wesen nach rekursiv. Somit sind für den Beginn des Algorithmus einige Anfangseingangswerte  $S_{i-1}$  und  $S_{i-2}$  und Anfangsausgangswerte  $Y_{i-1}$  und  $Y_{i-2}$  notwendig. Diese können mit 0 angenommen werden.

Für jede Laststufe der drei Drehzahlen A, B und C ist aus den einzelnen  $Y_i$ -Werten der jeweiligen Rauchkurve der 1-s-Höchstwert  $Y_{\max}$  auszuwählen.

### 6.3.3. Endergebnis

Die mittleren Rauchwerte (SV) aus jedem Zyklus (Prüfdrehzahl) sind folgendermaßen zu berechnen:

$$\text{Bei Prüfdrehzahl A: } SV_A = (Y_{\max 1,A} + Y_{\max 2,A} + Y_{\max 3,A}) / 3$$

$$\text{Bei Prüfdrehzahl B: } SV_B = (Y_{\max 1,B} + Y_{\max 2,B} + Y_{\max 3,B}) / 3$$

$$\text{Bei Prüfdrehzahl C: } SV_C = (Y_{\max 1,C} + Y_{\max 2,C} + Y_{\max 3,C}) / 3$$

Hierin bedeuten:

$Y_{\max 1}, Y_{\max 2}, Y_{\max 3}$  = höchster gemittelter 1-s-Bessel-Rauchwert bei jeder der drei Laststufen.

Der Endwert berechnet sich wie folgt:

$$SV = (0,43 \times SV_A) + (0,56 \times SV_B) + (0,01 \times SV_C)$$

### 1.1. Bestimmung des Abbildungsdrehzahlbereichs

Höchste Abbildungsdrehzahl =  $n_{hi} \times 1,02$  oder, sofern niedriger, die Drehzahl, bei der das Vollastdrehmoment auf Null sinkt

- Der Motor wird entlastet und bei Leerlaufdrehzahl betrieben.
- Der Motor ist bei Vollast/vollständig geöffneter Drosselklappe mit niedrigster Abbildungsdrehzahl zu betreiben.
- Die Motordrehzahl ist mit einer mittleren Geschwindigkeit von  $8 \pm 1 \text{ min}^{-1}/\text{s}$  von der niedrigsten auf die höchste Abbildungsdrehzahl zu steigern. Motordrehzahl- und -drehmomentpunkte sind bei einer Abtastfrequenz von mindestens einem Punkt pro Sekunde aufzuzeichnen.

Alle gemäß Abschnitt 1.2 aufgezeichneten Meßwertpunkte sind mittels linearer Interpolation zwischen den Punkten miteinander zu verbinden. Die resultierende Drehmomentkurve ist die Abbildungskurve. Ihre Verwendung erfolgt gemäß der Beschreibung in Abschnitt 2 für die Umrechnung der normierten Drehmomentwerte des Motorzyklus in tatsächliche Drehmomentwerte für den Prüfzyklus.

Ist ein Hersteller der Auffassung, daß die oben beschriebenen Abbildungsverfahren für einen bestimmten Motor nicht sicher oder repräsentativ sind, können andere Abbildungstechniken benutzt werden. Diese anderen Techniken müssen dem Zweck der beschriebenen Abbildungsverfahren genügen, der darin besteht, bei allen Motordrehzahlen, die während der Prüfzyklen auftreten, das höchste verfügbare Drehmoment zu bestimmen. Abweichungen von den in diesem Abschnitt beschriebenen Abbildungstechniken aufgrund sicherheitstechnischer Belange oder

zugunsten einer besseren Repräsentativität müssen zusammen mit der entsprechenden Begründung durch den Technischen Dienst genehmigt werden. Auf keinen Fall jedoch dürfen kontinuierliche absteigende Änderungen der Motordrehzahl für geregelte oder turbo-aufgeladene Motoren genutzt werden.

### **1.5. Wiederholungsprüfungen**

Ein Motor muß nicht vor jedem einzelnen Prüfzyklus abgebildet werden. Eine erneute Abbildung ist vor einem Prüfzyklus durchzuführen, wenn:

- ein nach technischem Ermessen unangemessen langer Zeitraum seit der letzten Abbildung verstrichen ist,  
  
oder
- an dem Motor mechanische Veränderungen oder Nachkalibrierungen vorgenommen wurden, die sich möglicherweise auf die Motorleistung auswirken.

## **2. ERSTELLUNG DES BEZUGSPRÜFZYKLUS**

In Anlage 3 dieses Anhangs ist der instationäre Prüfzyklus beschrieben. Zwecks Erhalt des Bezugszyklus sind die normierten Werte für Drehmoment und Drehzahl wie nachstehend beschrieben in tatsächliche Werte umzuwandeln.

### **2.1. Tatsächliche Drehzahl**

Die Drehzahl ist mittels folgender Gleichung zu entnormieren:

$$\text{Tatsächliche Drehzahl} = (\% \text{-Drehzahl (Bezugsdrehzahl} - \text{Leerlaufdrehzahl)}) / 100 = \text{Leerlaufdrehzahl}$$

Die Bezugsdrehzahl ( $n_{\text{ref}}$ ) entspricht den im Ablaufplan für den Motorprüfstand (siehe Anlage 3) spezifizierten 100-%-Drehzahlwerten. Sie ist folgendermaßen definiert (siehe Anhang I Abbildung 1):

$$n_{\text{ref}} = n_{\text{lo}} + 95 \% \times (n_{\text{hi}} - n_{\text{lo}})$$

worin  $n_{\text{hi}}$  und  $n_{\text{lo}}$  entweder nach Anhang I Abschnitt 2 spezifiziert sind oder nach Anhang III Anlage 1 Abschnitt 1.1 ermittelt werden.

### **2.2. Tatsächliches Drehmoment**

Das Drehmoment wird auf das maximale Drehmoment bei der jeweiligen Drehzahl normiert. Anhand der gemäß Abschnitt 1.3 bestimmten Abbildungskurve sind die Drehmomentwerte des Bezugszyklus wie folgt zu entnormieren:

$$\text{Tatsächliches Drehmoment} = (\text{Drehmoment in \%} \times \text{höchstes Drehmoment}) / 100$$

für die jeweilige tatsächliche Drehzahl gemäß Abschnitt 2.1.

Zur Einrichtung des Bezugszyklus müssen die negativen Drehmomentwerte der Motorantriebspunkte („m“, Schubbetrieb) entnormierte Werte annehmen, die nach einem der folgenden Verfahren bestimmt werden:

- negative 40 % des beim zugeordneten Drehzahlpunkt verfügbaren positiven Drehmoments;
- Abbildung des negativen Drehmoments, das erforderlich ist, um die Abbildungsdrehzahl des Motors vom niedrigsten zum höchsten Wert zu steigern;
- Bestimmung des negativen Drehmoments, das erforderlich ist, um den Motor bei der Leerlauf- und der Bezugsdrehzahl anzutreiben, und lineare Interpolation zwischen diesen beiden Punkten.

### 2.3. Beispiel eines Entnormierungsverfahrens

Es folgt ein Beispiel, bei dem der folgende Prüfpunkt entnormiert werden soll:

Drehzahl = 43 %

Drehmoment = 82 %

Es gelten folgende Werte:

Bezugsdrehzahl =  $2\,200\text{ min}^{-1}$

Leerlaufdrehzahl =  $600\text{ min}^{-1}$

Daraus folgt

$$\text{Tatsächliche Drehzahl} = (43 \times (2\,200 - 600)/100) + 600 = 1\,288\text{ min}^{-1}$$

$$\text{Tatsächliches Drehmoment} = (82 \times 700/100) = 574\text{ Nm}$$

wobei das in der Abbildungskurve beobachtete höchste Drehmoment bei  $1\,288\text{ min}^{-1}$  700 Nm beträgt.

## 3. DURCHFÜHRUNG DER EMISSIONSPRÜFUNG

Auf Antrag des Herstellers kann vor dem Meßzyklus eine Blindprüfung durchgeführt werden, um den Motor und die Auspuffanlage zu konditionieren.

Mit Erdgas und mit LPG betriebene Motoren sind mit dem ETC-Prüfzyklus einzufahren. Der Motor wird für mindestens zwei ETC-Prüfzyklen betrieben, bis der bei einem ETC-Prüfzyklus gemessene CO-Ausstoß den im vorhergehenden ETC-Prüfzyklus gemessenen CO-Ausstoß um nicht mehr als 25 % überschreitet.

### 3.1. Vorbereitung der Probenahmefilter (nur für Dieselmotoren)

Wenigstens eine Stunde vor der Prüfung ist jedes einzelne Filter(paar) in einer verschlossenen, aber nicht abgedichteten Petrischale zur Stabilisierung in eine Wägekammer zu bringen. Nach der Stabilisierungsphase ist jedes Filter(paar) zu

wägen und das Taragewicht aufzuzeichnen. Dann ist das Filter(paar) in einer verschlossenen Petrischale oder einem abgedichteten Filterhalter bis zur Verwendung aufzubewahren. Wird das Filter(paar) nicht binnen acht Stunden nach seiner Entnahme aus der Wägekammer verwendet, so muß es vor seiner Verwendung erneut konditioniert und gewogen werden.

### **3.2. Anbringung der Messgeräte**

Die Geräte und Probenahmesonden sind wie vorgeschrieben anzubringen. Das Abgasrohr ist an das Vollstromverdünnungssystem anzuschließen.

### **3.3. Inbetriebnahme des Verdünnungssystems und des Motors**

Das Verdünnungssystem ist zu starten und der Motor anzulassen, bis alle Temperaturen und Drücke bei Höchstleistung entsprechend den Herstellerempfehlungen und der guten Ingenieurpraxis stabil sind.

### **3.4. Inbetriebnahme des Partikelprobenahmesystems (nur für Dieselmotoren)**

Das Partikelprobenahmesystem ist zu starten und auf Bypass zu betreiben. Der Partikelhintergrund der Verdünnungsluft kann bestimmt werden, indem Verdünnungsluft durch die Partikelfilter geleitet wird. Bei Verwendung gefilterter Verdünnungsluft kann eine Messung vor oder nach der Prüfung erfolgen. Wird die Verdünnungsluft nicht gefiltert, so können Messungen am Beginn und am Ende des Zyklus vorgenommen und die Mittelwerte berechnet werden.

### **3.5. Einstellung des Vollstromverdünnungssystems**

Der gesamte verdünnte Abgasstrom ist so einzustellen, daß im System keine Wasserkondensation auftritt und die maximale Filteranströmtemperatur 325 K (52 °C) oder weniger beträgt (siehe Anhang V Nummer 2.3.1, DT).

### **3.6. Überprüfung der Analysegeräte**

Die Geräte für die Emissionsanalyse sind auf Null zu stellen und der Meßbereich ist zu kalibrieren. Sofern Probenahmebeutel zum Einsatz kommen, sind diese luftleer zu machen.

### **3.7. Motoranlaßverfahren**

Der stabilisierte Motor ist entsprechend dem vom Hersteller im Fahrzeughandbuch empfohlenen Anlaßverfahren mit Hilfe eines serienmäßigen Anlaßmotors oder des Prüfstands zu starten. Wahlweise kann die Prüfung direkt ab der Vorkonditionierungsphase des Motors beginnen, wobei der Motor bei Erreichen der Leerlaufdrehzahl nicht abgestellt wird.

### **3.8. Prüfzyklus**

#### **3.8.1. Prüffolge**

Die Prüffolge ist zu beginnen, wenn der Motor die Leerlaufdrehzahl erreicht hat. Die Prüfung muß entsprechend dem in Abschnitt 2 dieses Anhangs dargestellten Prüfzyklus durchgeführt werden. Die Motordrehzahl- und Drehmomentführungs-

sollwerte sind mit mindestens 5 Hz (empfohlen 10 Hz) auszugeben. Gemessene Motordrehzahl und -drehmoment sind während des Prüfzyklus wenigstens in Sekundenschritten aufzuzeichnen, und die Signale können elektronisch gefiltert werden.

### 3.8.2. *Ansprechverhalten der Analysegeräte*

Bei Anlassen des Motors oder mit Beginn der Prüffolge unmittelbar aus der Vorkonditionierung heraus sind gleichzeitig folgende Messungen zu starten:

- Sammeln oder Analysieren von Verdünnungsluft,
- Sammeln oder Analysieren von verdünntem Abgas,
- Messen der Menge von verdünntem Abgas (CVS) sowie der erforderlichen Temperaturen und Drücke;
- Aufzeichnen der Meßwerte von Drehzahl und Drehmoment des Motorprüfstands.

HC und NO<sub>x</sub> sind im Verdünnungstunnel fortlaufend mit einer Frequenz von 2 Hz zu messen. Durch Integrieren der Analysatorsignale über den Prüfzyklus werden die mittleren Konzentrationen bestimmt. Die Systemansprechzeit darf nicht höher sein als 20 s und muß gegebenenfalls mit den CVS-Durchsatzschwankungen und Probenahmezeit-/Prüfzyklusabweichungen abgestimmt werden. Durch Integration oder durch Analysieren der über den Zyklus im Probenahmebeutel gesammelten Konzentrationen erfolgt die Bestimmung von CO, CO<sub>2</sub>, NMHC und CH<sub>4</sub>. Die Konzentrationen der gasförmigen Schadstoffe in der Verdünnungsluft werden durch Integration oder durch Sammeln im Hintergrundbeutel bestimmt. Alle übrigen Werte sind mit mindestens einer Messung je Sekunde (1 Hz) aufzuzeichnen.

### 3.8.3. *Partikelprobenahme (nur bei Dieselmotoren)*

Erfolgt der Beginn des Zyklus mit dem Anlassen des Motors oder dem Beginn der Prüffolge unmittelbar aus der Vorkonditionierung heraus, so ist das Partikelprobenahmesystem von Bypass auf Partikelsammlung umzuschalten.

Gelangt keine Durchflußmengenkompensation zum Einsatz, so ist (sind) die Probenahmepumpe(n) so einzustellen, daß der Durchsatz durch die Partikelprobenahmesonde bzw. das Übertragungsrohr auf  $\pm 5 \%$  des eingestellten Durchsatzwertes konstant bleibt. Wird eine Durchflußmengenkompensation verwendet (d.h. eine Proportionalregelung des Probenstroms), muß bewiesen werden, daß das Verhältnis von Haupttunnelstrom zu Partikelprobenstrom um höchstens  $\pm 5 \%$  seines Sollwertes schwankt (ausgenommen die ersten zehn Sekunden der Probenahme).

*Hinweis:* Bei Doppelverdünnungsbetrieb ist der Probenstrom die Nettodifferenz zwischen dem Probenfilter-Durchsatz und dem Sekundär-Verdünnungsluftdurchsatz.

Die Mittelwerte von Temperatur und Druck am Einlaß des Gasmess- oder Durchflussmessgeräts (der Gasmess- oder Durchflussmessgeräte) sind aufzuzeichnen. Die Prüfung ist ungültig, wenn es wegen einer hohen Partikel-Filterbeladung nicht möglich ist, den eingestellten Durchsatz über den gesamten Zyklus hinweg mit einer

Toleranz von  $\pm 5\%$  aufrechtzuerhalten. Die Prüfung wird mit einem geringeren Durchsatz und/oder einem Filter mit größerem Durchmesser wiederholt.

#### 3.8.4 *Abwürgen des Motors*

Wird der Motor zu einem beliebigen Zeitpunkt während des Prüfzyklus abgewürgt, so muß er vorkonditioniert und neu gestartet werden, und die Prüfung ist zu wiederholen. Tritt bei einem der während des Prüfzyklus erforderlichen Messgeräte eine Fehlfunktion auf, ist die Prüfung ungültig.

#### 3.8.5 *Arbeitsgänge im Anschluss an die Prüfung*

Zum Abschluss der Prüfung werden die Messung des Volumens des verdünnten Abgases, der Gasstrom in die Sammelbeutel und die Partikelprobenahmepumpe angehalten. Bei einem integrierenden Analysesystem ist die Probenahme fortzusetzen, bis die Systemresponszeiten abgelaufen sind.

Die Konzentrationen in den gegebenenfalls verwendeten Sammelbeuteln sind so rasch wie möglich und keinesfalls später als 20 min nach Beendigung des Prüfzyklus zu analysieren.

Nach der Emissionsprüfung sind die Analysatoren mit Hilfe eines Nullgases und desselben Kalibrierungsgases neu zu überprüfen. Für die Gültigkeit der Prüfung muss die Differenz zwischen den Ergebnissen vor und nach der Prüfung weniger als 2 % des Kalibrierungsgaswertes betragen.

Nur im Falle von Dieselmotoren sind die Partikelfilter bis spätestens eine Stunde nach Prüfungsabschluß wieder in die Wägekammer zu bringen und vor dem Wägen in einer verschlossenen, aber nicht abgedichteten Petrischale wenigstens eine, jedoch nicht mehr als 80 Stunden lang zu konditionieren.

### 3.9. **Überprüfung des Prüfungsdurchlaufs**

#### 3.9.1. *Datenverschiebung*

Zur Verringerung der Verzerrungswirkung der Zeitverzögerung zwischen den Meßwerten und den Bezugszykluswerten kann die gesamte Motordrehzahl- und -drehmomentmeßsignalfolge zeitlich nach vorn oder hinten (bezogen auf die Bezugsdrehzahl und -drehmomentfolge) verschoben werden. Bei einer Verschiebung der Meßsignale müssen Drehzahl und Drehmoment um den gleichen Umfang und in die gleiche Richtung verschoben werden.

#### 3.9.2 *Berechnung der Zyklusarbeit*

Die tatsächliche Zyklusarbeit  $W_{\text{act}}$  (kWh) ist unter Verwendung jeweils eines Paares von aufgezeichneten Motordrehzahl- und -drehmomentmesswerten zu berechnen. Dies erfolgt im Anschluss an jede Verschiebung von Messdaten, sofern diese Option gewählt wurde. Die tatsächliche Zyklusarbeit  $W_{\text{act}}$  wird für den Vergleich mit der Bezugszyklusarbeit  $W_{\text{ref}}$  sowie zum Berechnen der bremsspezifischen Emissionen (siehe Abschnitte 4.4 und 5.2) verwendet. Die gleiche Methodik ist beim Integrieren sowohl der Bezugsmotorleistung als auch der tatsächlichen Motorleistung anzuwenden. Sind zwischen benachbarten Bezugswerten oder benachbarten Messwerten Werte zu bestimmen, gelangt die lineare Interpolation zur Anwendung.

Bei der Integration der Bezugszyklusarbeit und der tatsächlichen Zyklusarbeit sind alle negativen Drehmomentwerte auf Null zu setzen und einzuschließen. Findet die Integration bei einer Frequenz von unter 5 Hz statt und verändert sich das Vorzeichen des Drehmomentwertes in einem gegebenen Zeitabschnitt von plus zu minus oder von minus zu plus, so ist der negative Anteil zu berechnen und gleich Null zu setzen. Der positive Anteil ist in den integrierten Wert einzuschließen.

$W_{\text{act}}$  muß zwischen  $-15\%$  und  $+5\%$  von  $W_{\text{ref}}$  liegen.

### 3.9.3. Validierungsstatistik für den Prüfzyklus

Für Drehzahl, Drehmoment und Leistung sind lineare Regressionen von Messwerten auf die Bezugswerte auszuführen. Dies erfolgt im Anschluß an jede Messdatenverschiebung, sofern diese Option gewählt wurde. Es ist die Fehlerquadratmethode anzuwenden, wobei eine Gleichung der folgenden Form für die beste Anpassung verwendet wird:

$$y = mx + b$$

Hierbei bedeuten:

$y$  = (tatsächlicher) Messwert von Drehzahl ( $\text{min}^{-1}$ ), Drehmoment (Nm) oder Leistung (kW)

$m$  = Steigung der Regressionsgeraden

$x$  = Bezugswert von Drehzahl ( $\text{min}^{-1}$ ), Drehmoment (Nm) oder Leistung (kW)

$b$  = y-Achsabschnitt der Regressionsgeraden

Die Standardabweichung vom Schätzwert (SE) von  $y$  eingetragen über  $x$  und der Bestimmungskoeffizient ( $r^2$ ) sind für jede einzelne Regressionsgerade zu berechnen.

Es empfiehlt sich, diese Analyse bei 1 Hz auszuführen. Sämtliche negativen Bezugsdrehmomentwerte und die zugeordneten Messwerte sind aus der Berechnung der Drehmoment und -leistungsvalidierungsstatistik für den Zyklus zu entfernen. Für die Gültigkeit der Prüfung müssen die Kriterien von Tabelle 6 erfüllt sein.

↓ 2001/27/EG Art. 1 und  
Anhang, Nr. 8

*Tabelle 6*

#### Zulässige Abweichung der Regressionsgeraden

|                                                     | Drehzahl                       | Drehmoment                                                               | Leistung                                                             |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Standardabweichung vom Schätzwert (SE) von Y über X | max.<br>$100 \text{ min}^{-1}$ | max. 13 % (15 %)<br>(*) des höchsten<br>Motordrehmoments<br>entsprechend | max. 8 % (15 %)<br>(*) der höchsten<br>Motorleistung<br>entsprechend |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  |                                                                                                                        |                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  | Leistungsabbildung                                                                                                     | Leistungsabbildung                                                                                                 |
| Steigerung der Regressionsgeraden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0,95 bis 1,03                    | 0,83-1,03                                                                                                              | 0,89-1,03<br>(0,83-1,03)(*)                                                                                        |
| Bestimmungskoeffizienten, $r^2$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | min. 0,9700<br>(min. 0,9500) (*) | min. 0,8800<br>(min. 0,7500) (*)                                                                                       | min. 0,9100<br>(min. 0,7500) (*)                                                                                   |
| Y-Achsabschnitt der Regressionsgeraden b                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | $\pm 50 \text{ min}^{-1}$        | $\pm 20 \text{ Nm}$ oder, falls größer $\pm 2 \%$ des höchsten Drehmoments ( $\pm 20 \text{ Nm}$ oder $\pm 3 \%$ ) (*) | $\pm 4 \text{ kW}$ oder, falls größer, $\pm 2 \%$ der höchsten Leistung ( $\pm 4 \text{ kW}$ oder $\pm 3 \%$ ) (*) |
| (*) Die Zahlen in Klammern können bis Oktober 2005 für die Typgenehmigungsprüfung von Gasmotoren verwendet werden. (Bis 1. Oktober 2004 wird die Kommission über den technischen Fortschritt in der Gasmotorentechnik berichten und aufgrund ihrer Erkenntnisse die in dieser Tabelle für Gasmotoren angegebenen zulässigen Abweichungen der Regressionsgeraden bestätigen oder ändern.) |                                  |                                                                                                                        |                                                                                                                    |

↓ 1999/96/EG Art. 1 Nr. 3 und Anhang  
 → 2001/27/EG Art. 1 und Anhang, Nr. 9

Punkstreichungen aus den Regressionsanalysen sind wie in Tabelle 7 angegeben zulässig.

*Tabelle 7*

#### Zulässige Punkstreichungen aus der Regressionsanalyse

| Bedingung                                                                                     | Zu streichende Punkte        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Vollast/vollständig geöffnete Drosselklappe und Drehmomentmeßwert < Drehmomentbezug           | Drehmoment und/oder Leistung |
| Keine Last, kein Leerlaufpunkt und Drehmomentmeßwert > Drehmomentbezug                        | Drehmoment und/oder Leistung |
| Keine Last/Drosselklappe geschlossen, Leerlaufpunkt und Drehzahl > als Bezugsleerlaufdrehzahl | Drehmoment und/oder Leistung |

## 4. BERECHNUNG DER GASFÖRMIGEN EMISSIONEN

### 4.1. Bestimmung des Durchsatzes des verdünnten Abgases

Der Gesamtdurchsatz des verdünnten Abgases über den gesamten Zyklus (kg/Prüfung) wird aus den Meßwerten über den gesamten Zyklus und den

entsprechenden Kalibrierdaten des Durchflußmeßgerätes errechnet ( $V_0$  für PDP oder  $K_v$  für CFV gemäß Anhang III, Anlage 5, Abschnitt 2). Wird die Temperatur des verdünnten Abgases über den Zyklus mittels eines Wärmeaustauschers konstant gehalten ( $\pm 6$  K bei PDP-CVS,  $\pm 11$  K bei CFV-CVS, siehe Anhang V Abschnitt 2.3), sind die folgenden Formeln anzuwenden

*Für das PDP-CVS-System:*

$$M_{\text{TOTW}} = 1,293 \times V_0 \times N_p \times (p_B - p_1) \times 273 / (101,3 \times T)$$

Hierin bedeuten:

|                   |                                                                                 |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| $M_{\text{TOTW}}$ | = Masse des verdünnten Abgases auf feuchter Basis über den gesamten Zyklus, kg  |
| $V_0$             | = Volumen je Pumpenumdrehung unter Prüfbedingungen, $\text{m}^3/\text{rev}$     |
| $N_p$             | = Pumpen-Gesamtumdrehungszahl je Prüfung                                        |
| $p_B$             | = atmosphärischer Druck in der Prü fzelle, kPa                                  |
| $p_1$             | = Absenkung des Drucks am Pumpeneinlaß unter atmosphärischen Druck, kPa         |
| $T$               | = mittlere Temperatur des verdünnten Abgases am Pumpeneinlaß über den Zyklus, K |

*Für das CFV-CVS-System:*

$$M_{\text{TOTW}} = 1,293 \times t \times K_v \times p_A / T^{0,5}$$

Hierin bedeuten:

|                   |                                                                                   |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| $M_{\text{TOTW}}$ | = Masse des verdünnten Abgases auf feuchter Basis über den gesamten Zyklus, kg    |
| $t$               | = Zyklusdauer, s                                                                  |
| $K_v$             | = Kalibrierkoeffizient des Venturi-Rohres mit kritischer Strömung für Normzustand |
| $p_A$             | = absoluter Druck am Venturi-Einlaß, kPa                                          |
| $T$               | = absolute Temperatur am Venturi-Einlaß, K                                        |

Gelangt ein System mit Durchflußmengenkompensation zum Einsatz (d.h. ohne Wärmeaustauscher), so sind die momentanen Massenemission zu berechnen und über den gesamten Zyklus zu integrieren. In diesem Falle läßt sich die momentane Masse des verdünnten Abgases wie folgt berechnen:

*Für das PDP-CVS-System:*

$$M_{\text{TOTW},i} = 1,293 \times V_0 \times N_{p,i} \times (p_B - p_1) \times 273 / (101,3 \cdot T)$$

Hierin bedeuten:

$M_{TOTW,i}$  = momentane Masse des verdünnten Abgases auf feuchter Basis, kg

$N_{p,i}$  = Pumpen-Gesamtumdrehungen je Zeitintervall

*Für das CFV-CVS System:*

$$M_{TOTW,i} = 1,293 \times \Delta t_i \times K_v \times p_A / T^{0,5}$$

Hierin bedeuten:

$M_{TOTW,i}$  = momentane Masse des verdünnten Abgases auf feuchter Basis, kg

$\Delta t_i$  = Zeitintervall, s

Beträgt die Probengesamtmasse der Partikel ( $M_{SAM}$ ) und gasförmigen Schadstoffe mehr als 0,5 % des gesamten CVS-Durchflusses ( $M_{TOTW}$ ), so ist der CVS-Durchfluß hinsichtlich  $M_{SAM}$  zu korrigieren oder der Strom der Partikelprobe ist vor der Durchflußmeßeinrichtung (PDP oder CFV) zum CVS zurückzuführen.

#### 4.2. Korrektur der $NO_x$ -Konzentration unter Berücksichtigung der Feuchtigkeit

Da die  $NO_x$ -Emission von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängig ist, muß die  $NO_x$ -Konzentration unter Berücksichtigung der Feuchtigkeit der Umgebungsluft mit Hilfe der in den folgenden Formeln angegebenen Faktoren korrigiert werden.

a) Für Dieselmotoren:

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 - 0,0182 \times (H_a - 10,71)}$$

b) Für Gasmotoren:

$$K_{H,G} = \frac{1}{1 - 0,0329 \times (H_a - 10,71)}$$

Hierin bedeuten:

$H_a$  = Feuchtigkeit der Ansaugluft, Wasser je kg Trockenluft

wobei gilt:

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

$R_a$  = relative Feuchtigkeit der Ansaugluft, %

$p_a$  = Sättigungsdampfdruck der Ansaugluft, kPa

$p_B$  = barometrischer Gesamtdruck, kPa

### 4.3. Berechnung des Emissionsmassendurchsatzes

#### 4.3.1. Systeme mit konstantem Massendurchsatz

Bei Systemen mit Wärmeaustauscher ist die Schadstoffmasse (g/Prüfung) anhand der folgenden Gleichungen zu berechnen:

$$(1) \text{NO}_x \text{ mass} = 0,001587 \times \text{NO}_x \text{ conc} \times K_{H,D} \times \text{MTOTW} \text{ (Dieselmotoren)}$$

$$(2) \text{NO}_x \text{ mass} = 0,001587 \times \text{NO}_x \text{ conc} \times K_{H,G} \times \text{MTOTW} \text{ (Gasmotoren)}$$

$$(3) \text{CO mass} = 0,000966 \times \text{CO conc} \times \text{MTOTW}$$

$$(4) \text{HC mass} = 0,000479 \times \text{HC conc} \times \text{MTOTW}' \text{ (Dieselmotoren)}$$

$$(5) \text{HC mass} = 0,000502 \times \text{HC conc} \times \text{MTOTW}' \text{ (LPG-Motoren)}$$

$$(6) \text{NMHC mass} = 0,000516 \times \text{NMHC conc} \times \text{MTOTW}' \text{ (NG-Motoren)}$$

$$(7) \text{CH}_4 \text{ mass} = 0,000552 \times \text{CH}_4 \text{ conc} \times \text{MTOTW} \text{ (NG-Motoren)}$$

Hierin bedeuten:

$\text{NO}_{x \text{ conc}}, \text{CO}_{\text{conc}}, \text{HC}_{\text{conc}}^8, \text{NMHC}_{\text{conc}}$  = mittlere hintergrundkorrigierte Konzentrationen über den gesamten Zyklus aus Integration (für  $\text{NO}_x$  und HC obligatorisch) oder Beutelmessung, ppm

$M_{\text{TOTW}}$  = Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den gesamten Zyklus gemäß Abschnitt 4.1, kg

$K_{H,D}$  = Feuchtigkeitskorrekturfaktor für Dieselmotoren gemäß Abschnitt 4.2

$K_{H,G}$  = Feuchtigkeitskorrekturfaktor für Gasmotoren gemäß Abschnitt 4.2

Auf trockener Basis gemessene Konzentrationen sind gemäß Anhang III Anlage 1 Abschnitt 4.2 in einen feuchten Bezugszustand umzurechnen.

Die Bestimmung von  $\text{NMHC}_{\text{conc}}$  ist abhängig von der verwendeten Methode (siehe Anhang III Anlage 4 Abschnitt 3.3.4). In beiden Fällen ist die  $\text{CH}_4$ -Konzentration zu bestimmen und von der HC-Konzentration wie folgt abzuziehen:

a) GC-Methode

$$\text{NMHC}_{\text{conc}} = \text{HC}_{\text{conc}} - \text{CH}_4 \text{ conc}$$

b) NMC-Methode

---

<sup>8</sup> Bezogen auf das C1-Äquivalent.

$$\text{NMHC}_{\text{conc}} = \frac{\text{HC (oh. Cutter)} \times (1 - \text{CE}_M) - \text{HC (m.Cutter)}}{\text{CE}_E - \text{CE}_M}$$

Hierin bedeuten:

|                 |                                                                        |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------|
| HC(mit Cutter)  | = HC-Konzentration, wobei das Probengas durch den NMC geleitet wird    |
| HC(ohne Cutter) | = HC-Konzentration, wobei das Probengas um den NMC herum geleitet wird |
| CE <sub>M</sub> | = Methan-Wirkungsgrad gemäß Anhang III Anlage 5 Abschnitt 1.8.4.1.     |
| CE <sub>E</sub> | = Ethan-Wirkungsgrad gemäß Anhang III Anlage 5 Abschnitt 1.8.4.2.      |

#### 4.3.1.1. Bestimmung der hintergrundkorrigierten Konzentrationen

Um die Nettokonzentration der Schadstoffe zu bestimmen, sind die mittleren Hintergrundkonzentrationen der gasförmigen Schadstoffe in der Verdünnungsluft von den gemessenen Konzentrationen abzuziehen. Die mittleren Werte der Hintergrundkonzentrationen können mit Hilfe der Beutel-Methode oder durch laufende Messungen mit Integration bestimmt werden. Die nachstehende Formel ist zu verwenden:

$$\text{conc} = \text{conc}_e - \text{conc}_d \times \left(1 - \frac{1}{\text{DF}}\right)$$

Hierin bedeuten:

|                   |                                                                                                                                                            |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| conc              | = Konzentration des jeweiligen Schadstoffs im verdünnten Abgas, korrigiert um die Menge des in der Verdünnungsluft enthaltenen jeweiligen Schadstoffs, ppm |
| conc <sub>e</sub> | = Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen im verdünnten Abgas, ppm                                                                              |
| conc <sub>d</sub> | = Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen in der Verdünnungsluft, ppm                                                                           |
| DF                | = Verdünnungsfaktor                                                                                                                                        |

Der Verdünnungsfaktor berechnet sich wie folgt:

- a) für Dieselmotoren und mit LPG betriebene Gasmotoren

$$\text{DF} = \frac{F_s}{\text{CO}_{2, \text{conc } e} + (\text{HC}_{\text{conc } e} + \text{CO}_{\text{conc } e}) \times 10^{-4}}$$

- b) für mit NG betriebene Gasmotoren

$$DF = \frac{F_S}{CO_{2, \text{conce}} + (NMHC_{\text{conce}} + CO_{\text{conce}}) \times 10^{-4}}$$

Hierbei bedeuten:

$CO_{2, \text{conce}}$  =  $CO_2$ -Konzentration im verdünnten Abgas, Vol.-%

$HC_{\text{conce}}$  = HC-Konzentration im verdünnten Abgas, ppm C1

$NMHC_{\text{conce}}$  = NMHC-Konzentration im verdünnten Abgas, ppm C1

$CO_{\text{conce}}$  = CO-Konzentration im verdünnten Abgas, ppm

$F_S$  = stöchiometrische Faktoren

Auf trockener Basis gemessene Konzentrationen sind gemäß Anhang III Anlage 1 Abschnitt 4.2 einen feuchten Bezugszustand umzurechnen.

Der stöchiometrische Faktor berechnet sich wie folgt:

$$F_S = 100 \times (x/x + (y/2) + 3,76 \times (x + (y/4)))$$

Hierin bedeuten:

$x, y$  = Kraftstoffzusammensetzung  $C_xH_y$

Ist die Kraftstoffzusammensetzung unbekannt, können alternativ folgende stöchiometrische Faktoren verwendet werden:

$$F_S (\text{Diesel}) = 13,4$$

$$F_S (\text{LPG}) = 11,6$$

$$F_S (\text{NG}) = 9,5$$

#### 4.3.2. Systeme mit Durchflussmengenkompensation

Bei Systemen ohne Wärmetauscher ist die Masse der Schadstoffe (g/Prüfung) durch Berechnen der momentanen Masseemissionen und Integrieren der momentanen Werte über den gesamten Zyklus zu bestimmen. Darüber hinaus ist die Hintergrundkorrektur direkt auf den momentanen Konzentrationswert anzuwenden. Hierzu dienen die folgende Formeln:

$$(1) \quad NO_{x \text{ mass}} = \sum_{i=1}^n (M_{TOTW,i} \times NO_{x \text{ conce},i} \times 0,001587 \times K_{H,D}) - \left( M_{TOTW} \times NO_{x \text{ concd}} \times \left( 1 - \frac{1}{DF} \right) \times 0,001587 \times K_{H,D} \right) \quad (\text{Dieselmotoren})$$

$$(2) \quad \text{NO}_{x \text{ mass}} = \sum_{i=1}^n (\text{M}_{\text{TOT W},i} \times \text{NO}_{x \text{ conce},i} \times 0,001587 \times \text{K}_{\text{H,D}}) -$$

$$\left( \text{M}_{\text{TOTW}} \times \text{NO}_{x \text{ concd}} \times \left( 1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \times 0,001587 \times \text{K}_{\text{H,G}} \right) \text{ (Gasmotoren)}$$

$$(3) \quad \text{CO}_{\text{mass}} = \sum_{i=1}^n (\text{M}_{\text{TOT W},i} \times \text{CO}_{\text{conce},i} \times 0,000966) -$$

$$\left( \text{M}_{\text{TOTW}} \times \text{CO}_{\text{concd}} \times \left( 1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \times 0,000966 \right)$$

$$(4) \quad \text{HC}_{\text{mass}} = \sum_{i=1}^n (\text{M}_{\text{TOT W},i} \times \text{HC}_{\text{conce},i} \times 0,000479) -$$

$$\left( \text{M}_{\text{TOTW}} \times \text{HC}_{\text{concd}} \times \left( 1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \times 0,000479 \right) \text{ (Dieselmotoren)}$$

$$(5) \quad \text{HC}_{\text{mass}} = \sum_{i=1}^n (\text{M}_{\text{TOT W},i} \times \text{HC}_{\text{conce},i} \times 0,000502) -$$

$$\left( \text{M}_{\text{TOTW}} \times \text{HC}_{\text{concd}} \times \left( 1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \times 0,000502 \right) \text{ (LPG-Motoren)}$$

$$\left( \text{M}_{\text{TOTW}} \times \text{NMHC}_{\text{concd}} \times \left( 1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \times 0,000516 \right)$$

$$(6) \quad \text{NMHC}_{\text{mass}} = \sum_{i=1}^n (\text{M}_{\text{TOT W},i} \times \text{NMHC}_{\text{conce},i} \times 0,000516) -$$

$$\left( \text{M}_{\text{TOTW}} \times \text{NMHC}_{\text{concd}} \times \left( 1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \times 0,000516 \right) \text{ (NG-Motoren)}$$

$$(7) \quad \text{CH}_{4 \text{ mass}} = \sum_{i=1}^n (\text{M}_{\text{TOT W},i} \times \text{CH}_{4 \text{ conce},i} \times 0,000552) -$$

$$\left( \text{M}_{\text{TOTW}} \times \text{CH}_{4 \text{ concd}} \times \left( 1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \times 0,000552 \right) \text{ (NG-Motoren)}$$

Hierin bedeuten

|                     |                                                                                         |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| $\text{conc}_e$     | = Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen im verdünnten Abgas, ppm           |
| $\text{conc}_d$     | = Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen in der Verdünnungsluft, ppm        |
| $M_{\text{TOTW},i}$ | = momentane Masse des verdünnten Abgases (siehe Abschnitt 4.1), kg                      |
| $M_{\text{TOTW}}$   | = Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den gesamten Zyklus (siehe Abschnitt 4.1), kg |
| $K_{H,D}$           | = Feuchtigkeitskorrekturfaktor für Dieselmotoren gemäß Abschnitt 4.2                    |
| $K_{H,G}$           | = Feuchtigkeitskorrekturfaktor für Gasmotoren gemäß Abschnitt 4.2                       |
| DF                  | = Verdünnungsfaktor gemäß Abschnitt 4.3.1.1                                             |

#### 4.4. Berechnung der spezifischen Emissionen

Die Emissionen (g/kWh) sind für die einzelnen Bestandteile folgendermaßen zu berechnen:

$$\overline{\text{NO}_x} = \frac{\text{NO}_{x \text{ mass}}}{W_{\text{act}}} \quad (\text{Diesel- und Gasmotoren})$$

$$\overline{\text{CO}} = \frac{\text{CO}_{\text{mass}}}{W_{\text{act}}} \quad (\text{Diesel- und Gasmotoren})$$

$$\overline{\text{HC}} = \frac{\text{HC}_{\text{mass}}}{W_{\text{act}}} \quad (\text{Diesel- und mit LPG betriebene Motoren})$$

$$\overline{\text{NMHC}} = \frac{\text{NMHC}_{\text{mass}}}{W_{\text{act}}} \quad (\text{mit NG betriebene Motoren})$$

$$\overline{\text{CH}_4} = \frac{\text{CH}_{4 \text{ mass}}}{W_{\text{act}}} \quad (\text{mit NG betriebene Motoren})$$

Hierin bedeutet:

$$W_{\text{act}} = \text{tatsächliche Zyklusarbeit gemäß Abschnitt 3.9.2, kWh}$$

## 5. BERECHNUNG DER PARTIKELEMISSIONEN (NUR FÜR DIESEL-MOTOREN)

### 5.1. Berechnung des Massendurchflusses

Die Partikelmasse (g/Prüfung) berechnet sich wie folgt:

$$PT_{\text{mass}} = (M_f/M_{\text{SAM}}) \times (M_{\text{TOTW}}/1\,000)$$

Hierin bedeuten:

$M_f$  = über den Zyklus abgeschiedene Partikelprobenahmemasse, mg

$M_{\text{TOTW}}$  = Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den gesamten Zyklus gemäß Abschnitt 4.1, kg

$M_{\text{SAM}}$  = Masse des aus dem Verdünnungstunnel zum Abscheiden von Partikeln entnommenen verdünnten Abgases, kg

und

$M_f$  =  $M_{f,p} + M_{f,b}$ , sofern getrennt gewogen, mg

$M_{f,p}$  = am Hauptfilter abgeschiedene Partikelmasse, mg

$M_{f,b}$  = am Nachfilter abgeschiedene Partikelmasse, mg

Bei Verwendung eines Doppelverdünnungssystems ist die Masse der Sekundärverdünnungsluft von der Gesamtmasse des zweifach verdünnten Abgases, das zur Probenahme durch die Partikelfilter geleitet wurde, abzuziehen.

$$M_{\text{SAM}} = M_{\text{TOT}} - M_{\text{SEC}}$$

Hierin bedeuten:

$M_{\text{TOT}}$  = Masse des durch Partikelfilter geleiteten doppelt verdünnten Abgases, kg

$M_{\text{SEC}}$  = Masse der Sekundärverdünnungsluft, kg

Erfolgt die Bestimmung des Partikelhintergrunds der Verdünnungsluft nach Abschnitt 3.4, kann die Partikelmasse hintergrundkorrigiert werden. In diesem Falle ist die Partikelmasse (g/Prüfung) folgendermaßen zu berechnen:

$$PT_{\text{mass}} = \left[ \frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} - \left( \frac{M_d}{M_{\text{DIL}}} \times \left( 1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \right) \right] \times \frac{M_{\text{TOTW}}}{1\,000}$$

Hierin bedeuten:

$M_f$ ,  $M_{\text{SAM}}$ ,  $M_{\text{TOTW}}$  = siehe oben

|           |                                                                                                   |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $M_{DIL}$ | = Masse der Primärverdünnungsluft, Probenahme mittels Probenentnehmer für Hintergrundpartikel, kg |
| $M_d$     | = abgeschiedene Hintergrundpartikelmasse der Primärverdünnungsluft, mg                            |
| DF        | = Verdünnungsfaktor gemäß Nummer 4.3.1.1                                                          |

## 5.2. Berechnung der spezifischen Emission

Die Partikelemission (g/kWh) ist folgendermaßen zu berechnen:

$$\overline{PT} = \frac{PT_{\text{mass}}}{W_{\text{act}}}$$

Hierin bedeutet:

$W_{\text{act}}$  = tatsächliche Zyklusarbeit gemäß Nummer 3.9.2, kWh

*Anlage 3*

ETC-ABLAUFPLAN FÜR DEN MOTORLEISTUNGSPRÜFSTAND

| Zeit | Normale Drehzahl | Normales Drehmoment |
|------|------------------|---------------------|
| s    | %                | %                   |
| 1    | 0                | 0                   |
| 2    | 0                | 0                   |
| 3    | 0                | 0                   |
| 4    | 0                | 0                   |
| 5    | 0                | 0                   |
| 6    | 0                | 0                   |
| 7    | 0                | 0                   |
| 8    | 0                | 0                   |
| 9    | 0                | 0                   |
| 10   | 0                | 0                   |
| 11   | 0                | 0                   |
| 12   | 0                | 0                   |
| 13   | 0                | 0                   |
| 14   | 0                | 0                   |
| 15   | 0                | 0                   |
| 16   | 0,1              | 1,5                 |
| 17   | 23,1             | 21,5                |
| 18   | 12,6             | 28,5                |
| 19   | 21,8             | 71                  |
| 20   | 19,7             | 76,8                |
| 21   | 54,6             | 80,9                |
| 22   | 71,3             | 4,9                 |
| 23   | 55,9             | 18,1                |

|    |      |      |
|----|------|------|
| 24 | 72   | 85,4 |
| 25 | 86,7 | 61,8 |
| 26 | 51,7 | 0    |
| 27 | 53,4 | 48,9 |
| 28 | 34,2 | 87,6 |
| 29 | 45,5 | 92,7 |
| 30 | 54,6 | 99,5 |
| 31 | 64,5 | 96,8 |
| 32 | 71,7 | 85,4 |
| 33 | 79,4 | 54,8 |
| 34 | 89,7 | 99,4 |
| 35 | 57,4 | 0    |
| 36 | 59,7 | 30,6 |
| 37 | 90,1 | „m“  |
| 38 | 82,9 | „m“  |
| 39 | 51,3 | „m“  |
| 40 | 28,5 | „m“  |
| 41 | 29,3 | „m“  |
| 42 | 26,7 | „m“  |
| 43 | 20,4 | „m“  |
| 44 | 14,1 | 0    |
| 45 | 6,5  | 0    |
| 46 | 0    | 0    |
| 47 | 0    | 0    |
| 48 | 0    | 0    |
| 49 | 0    | 0    |
| 50 | 0    | 0    |

|    |      |      |
|----|------|------|
| 51 | 0    | 0    |
| 52 | 0    | 0    |
| 53 | 0    | 0    |
| 54 | 0    | 0    |
| 55 | 0    | 0    |
| 56 | 0    | 0    |
| 57 | 0    | 0    |
| 58 | 0    | 0    |
| 59 | 0    | 0    |
| 60 | 0    | 0    |
| 61 | 0    | 0    |
| 62 | 25,5 | 11,1 |
| 63 | 28,5 | 20,9 |
| 64 | 32   | 73,9 |
| 65 | 4    | 82,3 |
| 66 | 34,5 | 80,4 |
| 67 | 64,1 | 86   |
| 68 | 58   | 0    |
| 69 | 50,3 | 83,4 |
| 70 | 66,4 | 99,1 |
| 71 | 81,4 | 99,6 |
| 72 | 88,7 | 73,4 |
| 73 | 52,5 | 0    |
| 74 | 46,4 | 58,5 |
| 75 | 48,6 | 90,9 |
| 76 | 55,2 | 99,4 |
| 77 | 62,3 | 99   |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 78  | 68,4 | 91,5 |
| 79  | 74,5 | 73,7 |
| 80  | 38   | 0    |
| 81  | 41,8 | 89,6 |
| 82  | 47,1 | 99,2 |
| 83  | 52,5 | 99,8 |
| 84  | 56,9 | 80,8 |
| 85  | 58,3 | 11,8 |
| 86  | 56,2 | „m“  |
| 87  | 52   | „m“  |
| 88  | 43,3 | „m“  |
| 89  | 36,1 | „m“  |
| 90  | 27,6 | „m“  |
| 91  | 21,1 | „m“  |
| 92  | 8    | 0    |
| 93  | 0    | 0    |
| 94  | 0    | 0    |
| 95  | 0    | 0    |
| 96  | 0    | 0    |
| 97  | 0    | 0    |
| 98  | 0    | 0    |
| 99  | 0    | 0    |
| 100 | 0    | 0    |
| 101 | 0    | 0    |
| 102 | 0    | 0    |
| 103 | 0    | 0    |
| 104 | 0    | 0    |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 105 | 0    | 0    |
| 106 | 0    | 0    |
| 107 | 0    | 0    |
| 108 | 11,6 | 14,8 |
| 109 | 0    | 0    |
| 110 | 27,2 | 74,8 |
| 111 | 17   | 76,9 |
| 112 | 36   | 78   |
| 113 | 59,7 | 86   |
| 114 | 80,8 | 17,9 |
| 115 | 49,7 | 0    |
| 116 | 65,6 | 86   |
| 117 | 78,6 | 72,2 |
| 118 | 64,9 | „m“  |
| 119 | 44,3 | „m“  |
| 120 | 51,4 | 83,4 |
| 121 | 58,1 | 97   |
| 122 | 69,3 | 99,3 |
| 123 | 72   | 20,8 |
| 124 | 72,1 | „m“  |
| 125 | 65,3 | „m“  |
| 126 | 64   | „m“  |
| 127 | 59,7 | „m“  |
| 128 | 52,8 | „m“  |
| 129 | 45,9 | „m“  |
| 130 | 38,7 | „m“  |
| 131 | 32,4 | „m“  |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 132 | 27   | „m“  |
| 133 | 21,7 | „m“  |
| 134 | 19,1 | 0,4  |
| 135 | 34,7 | 14   |
| 136 | 16,4 | 48,6 |
| 137 | 0    | 11,2 |
| 138 | 1,2  | 2,1  |
| 139 | 30,1 | 19,3 |
| 140 | 30   | 73,9 |
| 141 | 54,4 | 74,4 |
| 142 | 77,2 | 55,6 |
| 143 | 58,1 | 0    |
| 144 | 45   | 82,1 |
| 145 | 68,7 | 98,1 |
| 146 | 85,7 | 67,2 |
| 147 | 60,2 | 0    |
| 148 | 59,4 | 98   |
| 149 | 72,7 | 99,6 |
| 150 | 79,9 | 45   |
| 151 | 44,3 | 0    |
| 152 | 41,5 | 84,4 |
| 153 | 56,2 | 98,2 |
| 154 | 65,7 | 99,1 |
| 155 | 74,4 | 84,7 |
| 156 | 54,4 | 0    |
| 157 | 47,9 | 89,7 |
| 158 | 54,5 | 99,5 |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 159 | 62,7 | 96,8 |
| 160 | 62,3 | 0    |
| 161 | 46,2 | 54,2 |
| 162 | 44,3 | 83,2 |
| 163 | 48,2 | 13,3 |
| 164 | 51   | „m“  |
| 165 | 50   | „m“  |
| 166 | 49,2 | „m“  |
| 167 | 49,3 | „m“  |
| 168 | 49,9 | „m“  |
| 169 | 51,6 | „m“  |
| 170 | 49,7 | „m“  |
| 171 | 48,5 | „m“  |
| 172 | 50,3 | 72,5 |
| 173 | 51,1 | 84,5 |
| 174 | 54,6 | 64,8 |
| 175 | 56,6 | 76,5 |
| 176 | 58   | „m“  |
| 177 | 53,6 | „m“  |
| 178 | 40,8 | „m“  |
| 179 | 32,9 | „m“  |
| 180 | 26,3 | „m“  |
| 181 | 20,9 | „m“  |
| 182 | 10   | 0    |
| 183 | 0    | 0    |
| 184 | 0    | 0    |
| 185 | 0    | 0    |

|     |   |   |
|-----|---|---|
| 186 | 0 | 0 |
| 187 | 0 | 0 |
| 188 | 0 | 0 |
| 189 | 0 | 0 |
| 190 | 0 | 0 |
| 191 | 0 | 0 |
| 192 | 0 | 0 |
| 193 | 0 | 0 |
| 194 | 0 | 0 |
| 195 | 0 | 0 |
| 196 | 0 | 0 |
| 197 | 0 | 0 |
| 198 | 0 | 0 |
| 199 | 0 | 0 |
| 200 | 0 | 0 |
| 201 | 0 | 0 |
| 202 | 0 | 0 |
| 203 | 0 | 0 |
| 204 | 0 | 0 |
| 205 | 0 | 0 |
| 206 | 0 | 0 |
| 207 | 0 | 0 |
| 208 | 0 | 0 |
| 209 | 0 | 0 |
| 210 | 0 | 0 |
| 211 | 0 | 0 |
| 212 | 0 | 0 |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 213 | 0    | 0    |
| 214 | 0    | 0    |
| 215 | 0    | 0    |
| 216 | 0    | 0    |
| 217 | 0    | 0    |
| 218 | 0    | 0    |
| 219 | 0    | 0    |
| 220 | 0    | 0    |
| 221 | 0    | 0    |
| 222 | 0    | 0    |
| 223 | 0    | 0    |
| 224 | 0    | 0    |
| 225 | 21,2 | 62,7 |
| 226 | 30,8 | 75,1 |
| 227 | 5,9  | 82,7 |
| 228 | 34,6 | 80,3 |
| 229 | 59,9 | 87   |
| 230 | 84,3 | 86,2 |
| 231 | 68,7 | „m“  |
| 232 | 43,6 | „m“  |
| 233 | 41,5 | 85,4 |
| 234 | 49,9 | 94,3 |
| 235 | 60,8 | 99   |
| 236 | 70,2 | 99,4 |
| 237 | 81,1 | 92,4 |
| 238 | 49,2 | 0    |
| 239 | 56   | 86,2 |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 240 | 56,2 | 99,3 |
| 241 | 61,7 | 99   |
| 242 | 69,2 | 99,3 |
| 243 | 74,1 | 99,8 |
| 244 | 72,4 | 8,4  |
| 245 | 71,3 | 0    |
| 246 | 71,2 | 9,1  |
| 247 | 67,1 | „m“  |
| 248 | 65,5 | „m“  |
| 249 | 64,4 | „m“  |
| 250 | 62,9 | 25,6 |
| 251 | 62,2 | 35,6 |
| 252 | 62,9 | 24,4 |
| 253 | 58,8 | „m“  |
| 254 | 56,9 | „m“  |
| 255 | 54,5 | „m“  |
| 256 | 51,7 | 17   |
| 257 | 56,2 | 78,7 |
| 258 | 59,5 | 94,7 |
| 259 | 65,5 | 99,1 |
| 260 | 71,2 | 99,5 |
| 261 | 76,6 | 99,9 |
| 262 | 79   | 0    |
| 263 | 52,9 | 97,5 |
| 264 | 53,1 | 99,7 |
| 265 | 59   | 99,1 |
| 266 | 62,2 | 99   |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 267 | 65   | 99,1 |
| 268 | 69   | 83,1 |
| 269 | 69,9 | 28,4 |
| 270 | 70,6 | 12,5 |
| 271 | 68,9 | 8,4  |
| 272 | 69,8 | 9,1  |
| 273 | 69,6 | 7    |
| 274 | 65,7 | „m“  |
| 275 | 67,1 | „m“  |
| 276 | 66,7 | „m“  |
| 277 | 65,6 | „m“  |
| 278 | 64,5 | „m“  |
| 279 | 62,9 | „m“  |
| 280 | 59,3 | „m“  |
| 281 | 54,1 | „m“  |
| 282 | 51,3 | „m“  |
| 283 | 47,9 | „m“  |
| 284 | 43,6 | „m“  |
| 285 | 39,4 | „m“  |
| 286 | 34,7 | „m“  |
| 287 | 29,8 | „m“  |
| 288 | 20,9 | 73,4 |
| 289 | 36,9 | „m“  |
| 290 | 35,5 | „m“  |
| 291 | 20,9 | „m“  |
| 292 | 49,7 | 11,9 |
| 293 | 42,5 | „m“  |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 294 | 32   | „m“  |
| 295 | 23,6 | „m“  |
| 296 | 19,1 | 0    |
| 297 | 15,7 | 73,5 |
| 298 | 25,1 | 76,8 |
| 299 | 34,5 | 81,4 |
| 300 | 44,1 | 87,4 |
| 301 | 52,8 | 98,6 |
| 302 | 63,6 | 99   |
| 303 | 73,6 | 99,7 |
| 304 | 62,2 | „m“  |
| 305 | 29,2 | „m“  |
| 306 | 46,4 | 22   |
| 307 | 47,3 | 13,8 |
| 308 | 47,2 | 12,5 |
| 309 | 47,9 | 11,5 |
| 310 | 47,8 | 35,5 |
| 311 | 49,2 | 83,3 |
| 312 | 52,7 | 96,4 |
| 313 | 57,4 | 99,2 |
| 314 | 61,8 | 99   |
| 315 | 66,4 | 60,9 |
| 316 | 65,8 | „m“  |
| 317 | 59   | „m“  |
| 318 | 50,7 | „m“  |
| 319 | 41,8 | „m“  |
| 320 | 34,7 | „m“  |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 321 | 28,7 | „m“  |
| 322 | 25,2 | „m“  |
| 323 | 43   | 24,8 |
| 324 | 38,7 | 0    |
| 325 | 48,1 | 31,9 |
| 326 | 40,3 | 61   |
| 327 | 42,4 | 52,1 |
| 328 | 46,4 | 47,7 |
| 329 | 46,9 | 30,7 |
| 330 | 46,1 | 23,1 |
| 331 | 45,7 | 23,2 |
| 332 | 45,5 | 31,9 |
| 333 | 46,4 | 73,6 |
| 334 | 51,3 | 60,7 |
| 335 | 51,3 | 51,1 |
| 336 | 53,2 | 46,8 |
| 337 | 53,9 | 50   |
| 338 | 53,4 | 52,1 |
| 339 | 53,8 | 45,7 |
| 340 | 50,6 | 22,1 |
| 341 | 47,8 | 26   |
| 342 | 41,6 | 17,8 |
| 343 | 38,7 | 29,8 |
| 344 | 35,9 | 71,6 |
| 345 | 34,6 | 47,3 |
| 346 | 34,8 | 80,3 |
| 347 | 35,9 | 87,2 |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 348 | 38,8 | 90,8 |
| 349 | 41,5 | 94,7 |
| 350 | 47,1 | 99,2 |
| 351 | 53,1 | 99,7 |
| 352 | 46,4 | 0    |
| 353 | 42,5 | 0,7  |
| 354 | 43,6 | 58,6 |
| 355 | 47,1 | 87,5 |
| 356 | 54,1 | 99,5 |
| 357 | 62,9 | 99   |
| 358 | 72,6 | 99,6 |
| 359 | 82,4 | 99,5 |
| 360 | 88   | 99,4 |
| 361 | 46,4 | 0    |
| 362 | 53,4 | 95,2 |
| 363 | 58,4 | 99,2 |
| 364 | 61,5 | 99   |
| 365 | 64,8 | 99   |
| 366 | 68,1 | 99,2 |
| 367 | 73,4 | 99,7 |
| 368 | 73,3 | 29,8 |
| 369 | 73,5 | 14,6 |
| 370 | 68,3 | 0    |
| 371 | 45,4 | 49,9 |
| 372 | 47,2 | 75,7 |
| 373 | 44,5 | 9    |
| 374 | 47,8 | 10,3 |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 375 | 46,8 | 15,9 |
| 376 | 46,9 | 12,7 |
| 377 | 46,8 | 8,9  |
| 378 | 46,1 | 6,2  |
| 379 | 46,1 | „m“  |
| 380 | 45,5 | „m“  |
| 381 | 44,7 | „m“  |
| 382 | 43,8 | „m“  |
| 383 | 41   | „m“  |
| 384 | 41,1 | 6,4  |
| 385 | 38   | 6,3  |
| 386 | 35,9 | 0,3  |
| 387 | 33,5 | 0    |
| 388 | 53,1 | 48,9 |
| 389 | 48,3 | „m“  |
| 390 | 49,9 | „m“  |
| 391 | 48   | „m“  |
| 392 | 45,3 | „m“  |
| 393 | 41,6 | 3,1  |
| 394 | 44,3 | 79   |
| 395 | 44,3 | 89,5 |
| 396 | 43,4 | 98,8 |
| 397 | 44,3 | 98,9 |
| 398 | 43   | 98,8 |
| 399 | 42,2 | 98,8 |
| 400 | 42,7 | 98,8 |
| 401 | 45   | 99   |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 402 | 43,6 | 98,9 |
| 403 | 42,2 | 98,8 |
| 404 | 44,8 | 99   |
| 405 | 43,4 | 98,8 |
| 406 | 45   | 99   |
| 407 | 42,2 | 54,3 |
| 408 | 61,2 | 31,9 |
| 409 | 56,3 | 72,3 |
| 410 | 59,7 | 99,1 |
| 411 | 62,3 | 99   |
| 412 | 67,9 | 99,2 |
| 413 | 69,5 | 99,3 |
| 414 | 73,1 | 99,7 |
| 415 | 77,7 | 99,8 |
| 416 | 79,7 | 99,7 |
| 417 | 82,5 | 99,5 |
| 418 | 85,3 | 99,4 |
| 419 | 86,6 | 99,4 |
| 420 | 89,4 | 99,4 |
| 421 | 62,2 | 0    |
| 422 | 52,7 | 96,4 |
| 423 | 50,2 | 99,8 |
| 424 | 49,3 | 99,6 |
| 425 | 52,2 | 99,8 |
| 426 | 51,3 | 100  |
| 427 | 51,3 | 100  |
| 428 | 51,1 | 100  |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 429 | 51,1 | 100  |
| 430 | 51,8 | 99,9 |
| 431 | 51,3 | 100  |
| 432 | 51,1 | 100  |
| 433 | 51,3 | 100  |
| 434 | 52,3 | 99,8 |
| 435 | 52,9 | 99,7 |
| 436 | 53,8 | 99,6 |
| 437 | 51,7 | 99,9 |
| 438 | 53,5 | 99,6 |
| 439 | 52   | 99,8 |
| 440 | 51,7 | 99,9 |
| 441 | 53,2 | 99,7 |
| 442 | 54,2 | 99,5 |
| 443 | 55,2 | 99,4 |
| 444 | 53,8 | 99,6 |
| 445 | 53,1 | 99,7 |
| 446 | 55   | 99,4 |
| 447 | 57   | 99,2 |
| 448 | 61,5 | 99   |
| 449 | 59,4 | 5,7  |
| 450 | 59   | 0    |
| 451 | 57,3 | 59,8 |
| 452 | 64,1 | 99   |
| 453 | 70,9 | 90,5 |
| 454 | 58   | 0    |
| 455 | 41,5 | 59,8 |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 456 | 44,1 | 92,6 |
| 457 | 46,8 | 99,2 |
| 458 | 47,2 | 99,3 |
| 459 | 51   | 100  |
| 460 | 53,2 | 99,7 |
| 461 | 53,1 | 99,7 |
| 462 | 55,9 | 53,1 |
| 463 | 53,9 | 13,9 |
| 464 | 52,5 | „m“  |
| 465 | 51,7 | „m“  |
| 466 | 51,5 | 52,2 |
| 467 | 52,8 | 80   |
| 468 | 54,9 | 95   |
| 469 | 57,3 | 99,2 |
| 470 | 60,7 | 99,1 |
| 471 | 62,4 | „m“  |
| 472 | 60,1 | „m“  |
| 473 | 53,2 | „m“  |
| 474 | 44   | „m“  |
| 475 | 35,2 | „m“  |
| 476 | 30,5 | „m“  |
| 477 | 26,5 | „m“  |
| 478 | 22,5 | „m“  |
| 479 | 20,4 | „m“  |
| 480 | 19,1 | „m“  |
| 481 | 19,1 | „m“  |
| 482 | 13,4 | „m“  |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 483 | 6,7  | „m“  |
| 484 | 3,2  | „m“  |
| 485 | 14,3 | 63,8 |
| 486 | 34,1 | 0    |
| 487 | 23,9 | 75,7 |
| 488 | 31,7 | 79,2 |
| 489 | 32,1 | 19,4 |
| 490 | 35,9 | 5,8  |
| 491 | 36,6 | 0,8  |
| 492 | 38,7 | „m“  |
| 493 | 38,4 | „m“  |
| 494 | 39,4 | „m“  |
| 495 | 39,7 | „m“  |
| 496 | 40,5 | „m“  |
| 497 | 40,8 | „m“  |
| 498 | 39,7 | „m“  |
| 499 | 39,2 | „m“  |
| 500 | 38,7 | „m“  |
| 501 | 32,7 | „m“  |
| 502 | 30,1 | „m“  |
| 503 | 21,9 | „m“  |
| 504 | 12,8 | 0    |
| 505 | 0    | 0    |
| 506 | 0    | 0    |
| 507 | 0    | 0    |
| 508 | 0    | 0    |
| 509 | 0    | 0    |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 510 | 0    | 0    |
| 511 | 0    | 0    |
| 512 | 0    | 0    |
| 513 | 0    | 0    |
| 514 | 30,5 | 25,6 |
| 515 | 19,7 | 56,9 |
| 516 | 16,3 | 45,1 |
| 517 | 27,2 | 4,6  |
| 518 | 21,7 | 1,3  |
| 519 | 29,7 | 28,6 |
| 520 | 36,6 | 73,7 |
| 521 | 61,3 | 59,5 |
| 522 | 40,8 | 0    |
| 523 | 36,6 | 27,8 |
| 524 | 39,4 | 80,4 |
| 525 | 51,3 | 88,9 |
| 526 | 58,5 | 11,1 |
| 527 | 60,7 | „m“  |
| 528 | 54,5 | „m“  |
| 529 | 51,3 | „m“  |
| 530 | 45,5 | „m“  |
| 531 | 40,8 | „m“  |
| 532 | 38,9 | „m“  |
| 533 | 36,6 | „m“  |
| 534 | 36,1 | 72,7 |
| 535 | 44,8 | 78,9 |
| 536 | 51,6 | 91,1 |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 537 | 59,1 | 99,1 |
| 538 | 66   | 99,1 |
| 539 | 75,1 | 99,9 |
| 540 | 81   | 8    |
| 541 | 39,1 | 0    |
| 542 | 53,8 | 89,7 |
| 543 | 59,7 | 99,1 |
| 544 | 64,8 | 99   |
| 545 | 70,6 | 96,1 |
| 546 | 72,6 | 19,6 |
| 547 | 72   | 6,3  |
| 548 | 68,9 | 0,1  |
| 549 | 67,7 | „m“  |
| 550 | 66,8 | „m“  |
| 551 | 64,3 | 16,9 |
| 552 | 64,9 | 7    |
| 553 | 63,6 | 12,5 |
| 554 | 63   | 7,7  |
| 555 | 64,4 | 38,2 |
| 556 | 63   | 11,8 |
| 557 | 63,6 | 0    |
| 558 | 63,3 | 5    |
| 559 | 60,1 | 9,1  |
| 560 | 61   | 8,4  |
| 561 | 59,7 | 0,9  |
| 562 | 58,7 | „m“  |
| 563 | 56   | „m“  |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 564 | 53,9 | „m“  |
| 565 | 52,1 | „m“  |
| 566 | 49,9 | „m“  |
| 567 | 46,4 | „m“  |
| 568 | 43,6 | „m“  |
| 569 | 40,8 | „m“  |
| 570 | 37,5 | „m“  |
| 571 | 27,8 | „m“  |
| 572 | 17,1 | 0,6  |
| 573 | 12,2 | 0,9  |
| 574 | 11,5 | 1,1  |
| 575 | 8,7  | 0,5  |
| 576 | 8    | 0,9  |
| 577 | 5,3  | 0,2  |
| 578 | 4    | 0    |
| 579 | 3,9  | 0    |
| 580 | 0    | 0    |
| 581 | 0    | 0    |
| 582 | 0    | 0    |
| 583 | 0    | 0    |
| 584 | 0    | 0    |
| 585 | 0    | 0    |
| 586 | 0    | 0    |
| 587 | 8,7  | 22,8 |
| 588 | 16,2 | 49,4 |
| 589 | 23,6 | 56   |
| 590 | 21,1 | 56,1 |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 591 | 23,6 | 56   |
| 592 | 46,2 | 68,8 |
| 593 | 68,4 | 61,2 |
| 594 | 58,7 | „m“  |
| 595 | 31,6 | „m“  |
| 596 | 19,9 | 8,8  |
| 597 | 32,9 | 70,2 |
| 598 | 43   | 79   |
| 599 | 57,4 | 98,9 |
| 600 | 72,1 | 73,8 |
| 601 | 53   | 0    |
| 602 | 48,1 | 86   |
| 603 | 56,2 | 99   |
| 604 | 65,4 | 98,9 |
| 605 | 72,9 | 99,7 |
| 606 | 67,5 | „m“  |
| 607 | 39   | „m“  |
| 608 | 41,9 | 38,1 |
| 609 | 44,1 | 80,4 |
| 610 | 46,8 | 99,4 |
| 611 | 48,7 | 99,9 |
| 612 | 50,5 | 99,7 |
| 613 | 52,5 | 90,3 |
| 614 | 51   | 1,8  |
| 615 | 50   | „m“  |
| 616 | 49,1 | „m“  |
| 617 | 47   | „m“  |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 618 | 43,1 | „m“  |
| 619 | 39,2 | „m“  |
| 620 | 40,6 | 0,5  |
| 621 | 41,8 | 53,4 |
| 622 | 44,4 | 65,1 |
| 623 | 48,1 | 67,8 |
| 624 | 53,8 | 99,2 |
| 625 | 58,6 | 98,9 |
| 626 | 63,6 | 98,8 |
| 627 | 68,5 | 99,2 |
| 628 | 72,2 | 89,4 |
| 629 | 77,1 | 0    |
| 630 | 57,8 | 79,1 |
| 631 | 60,3 | 98,8 |
| 632 | 61,9 | 98,8 |
| 633 | 63,8 | 98,8 |
| 634 | 64,7 | 98,9 |
| 635 | 65,4 | 46,5 |
| 636 | 65,7 | 44,5 |
| 637 | 65,6 | 3,5  |
| 638 | 49,1 | 0    |
| 639 | 50,4 | 73,1 |
| 640 | 50,5 | „m“  |
| 641 | 51   | „m“  |
| 642 | 49,4 | „m“  |
| 643 | 49,2 | „m“  |
| 644 | 48,6 | „m“  |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 645 | 47,5 | „m“  |
| 646 | 46,5 | „m“  |
| 647 | 46   | 11,3 |
| 648 | 45,6 | 42,8 |
| 649 | 47,1 | 83   |
| 650 | 46,2 | 99,3 |
| 651 | 47,9 | 99,7 |
| 652 | 49,5 | 99,9 |
| 653 | 50,6 | 99,7 |
| 654 | 51   | 99,6 |
| 655 | 53   | 99,3 |
| 656 | 54,9 | 99,1 |
| 657 | 55,7 | 99   |
| 658 | 56   | 99   |
| 659 | 56,1 | 9,3  |
| 660 | 55,6 | „m“  |
| 661 | 55,4 | „m“  |
| 662 | 54,9 | 51,3 |
| 663 | 54,9 | 59,8 |
| 664 | 54   | 39,3 |
| 665 | 53,8 | „m“  |
| 666 | 52   | „m“  |
| 667 | 50,4 | „m“  |
| 668 | 50,6 | 0    |
| 669 | 49,3 | 41,7 |
| 670 | 50   | 73,2 |
| 671 | 50,4 | 99,7 |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 672 | 51,9 | 99,5 |
| 673 | 53,6 | 99,3 |
| 674 | 54,6 | 99,1 |
| 675 | 56   | 99   |
| 676 | 55,8 | 99   |
| 677 | 58,4 | 98,9 |
| 678 | 59,9 | 98,8 |
| 679 | 60,9 | 98,8 |
| 680 | 63   | 98,8 |
| 681 | 64,3 | 98,9 |
| 682 | 64,8 | 64   |
| 683 | 65,9 | 46,5 |
| 684 | 66,2 | 28,7 |
| 685 | 65,2 | 1,8  |
| 686 | 65   | 6,8  |
| 687 | 63,6 | 53,6 |
| 688 | 62,4 | 82,5 |
| 689 | 61,8 | 98,8 |
| 690 | 59,8 | 98,8 |
| 691 | 59,2 | 98,8 |
| 692 | 59,7 | 98,8 |
| 693 | 61,2 | 98,8 |
| 694 | 62,2 | 49,4 |
| 695 | 62,8 | 37,2 |
| 696 | 63,5 | 46,3 |
| 697 | 64,7 | 72,3 |
| 698 | 64,7 | 72,3 |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 699 | 65,4 | 77,4 |
| 700 | 66,1 | 69,3 |
| 701 | 64,3 | „m“  |
| 702 | 64,3 | „m“  |
| 703 | 63   | „m“  |
| 704 | 62,2 | „m“  |
| 705 | 61,6 | „m“  |
| 706 | 62,4 | „m“  |
| 707 | 62,2 | „m“  |
| 708 | 61   | „m“  |
| 709 | 58,7 | „m“  |
| 710 | 55,5 | „m“  |
| 711 | 51,7 | „m“  |
| 712 | 49,2 | „m“  |
| 713 | 48,8 | 40,4 |
| 714 | 47,9 | „m“  |
| 715 | 46,2 | „m“  |
| 716 | 45,6 | 9,8  |
| 717 | 45,6 | 34,5 |
| 718 | 45,5 | 37,1 |
| 719 | 43,8 | „m“  |
| 720 | 41,9 | „m“  |
| 721 | 41,3 | „m“  |
| 722 | 41,4 | „m“  |
| 723 | 41,2 | „m“  |
| 724 | 41,8 | „m“  |
| 725 | 41,8 | „m“  |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 726 | 43,2 | 17,4 |
| 727 | 45   | 29   |
| 728 | 44,2 | „m“  |
| 729 | 43,9 | „m“  |
| 730 | 38   | 10,7 |
| 731 | 56,8 | „m“  |
| 732 | 57,1 | „m“  |
| 733 | 52   | „m“  |
| 734 | 44,4 | „m“  |
| 735 | 40,2 | „m“  |
| 736 | 39,2 | 16,5 |
| 737 | 38,9 | 73,2 |
| 738 | 39,9 | 89,8 |
| 739 | 42,3 | 98,6 |
| 740 | 43,7 | 98,8 |
| 741 | 45,5 | 99,1 |
| 742 | 45,6 | 99,2 |
| 743 | 48,1 | 99,7 |
| 744 | 49   | 100  |
| 745 | 49,8 | 99,9 |
| 746 | 49,8 | 99,9 |
| 747 | 51,9 | 99,5 |
| 748 | 52,3 | 99,4 |
| 749 | 53,3 | 99,3 |
| 750 | 52,9 | 99,3 |
| 751 | 54,3 | 99,2 |
| 752 | 55,5 | 99,1 |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 753 | 56,7 | 99   |
| 754 | 61,7 | 98,8 |
| 755 | 64,3 | 47,4 |
| 756 | 64,7 | 1,8  |
| 757 | 66,2 | „m“  |
| 758 | 49,1 | „m“  |
| 759 | 52,1 | 46   |
| 760 | 52,6 | 61   |
| 761 | 52,9 | 0    |
| 762 | 52,3 | 20,4 |
| 763 | 54,2 | 56,7 |
| 764 | 55,4 | 59,8 |
| 765 | 56,1 | 49,2 |
| 766 | 56,8 | 33,7 |
| 767 | 57,2 | 96   |
| 768 | 58,6 | 98,9 |
| 769 | 59,5 | 98,8 |
| 770 | 61,2 | 98,8 |
| 771 | 62,1 | 98,8 |
| 772 | 62,7 | 98,8 |
| 773 | 62,8 | 98,8 |
| 774 | 64   | 98,9 |
| 775 | 63,2 | 46,3 |
| 776 | 62,4 | „m“  |
| 777 | 60,3 | „m“  |
| 778 | 58,7 | „m“  |
| 779 | 57,2 | „m“  |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 780 | 56,1 | „m“  |
| 781 | 56   | 9,3  |
| 782 | 55,2 | 26,3 |
| 783 | 54,8 | 42,8 |
| 784 | 55,7 | 47,1 |
| 785 | 56,6 | 52,4 |
| 786 | 58   | 50,3 |
| 787 | 58,6 | 20,6 |
| 788 | 58,7 | „m“  |
| 789 | 59,3 | „m“  |
| 790 | 58,6 | „m“  |
| 791 | 60,5 | 9,7  |
| 792 | 59,2 | 9,6  |
| 793 | 59,9 | 9,6  |
| 794 | 59,6 | 9,6  |
| 795 | 59,9 | 6,2  |
| 796 | 59,9 | 9,6  |
| 797 | 60,5 | 13,1 |
| 798 | 60,3 | 20,7 |
| 799 | 59,9 | 31   |
| 800 | 60,5 | 42   |
| 801 | 61,5 | 52,5 |
| 802 | 60,9 | 51,4 |
| 803 | 61,2 | 57,7 |
| 804 | 62,8 | 98,8 |
| 805 | 63,4 | 96,1 |
| 806 | 64,6 | 45,4 |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 807 | 64,1 | 5    |
| 808 | 63   | 3,2  |
| 809 | 62,7 | 14,9 |
| 810 | 63,5 | 35,8 |
| 811 | 64,1 | 73,3 |
| 812 | 64,3 | 37,4 |
| 813 | 64,1 | 21   |
| 814 | 63,7 | 21   |
| 815 | 62,9 | 18   |
| 816 | 62,4 | 32,7 |
| 817 | 61,7 | 46,2 |
| 818 | 59,8 | 45,1 |
| 819 | 57,4 | 43,9 |
| 820 | 54,8 | 42,8 |
| 821 | 54,3 | 65,2 |
| 822 | 52,9 | 62,1 |
| 823 | 52,4 | 30,6 |
| 824 | 50,4 | „m“  |
| 825 | 48,6 | „m“  |
| 826 | 47,9 | „m“  |
| 827 | 46,8 | „m“  |
| 828 | 46,9 | 9,4  |
| 829 | 49,5 | 41,7 |
| 830 | 50,5 | 37,8 |
| 831 | 52,3 | 20,4 |
| 832 | 54,1 | 30,7 |
| 833 | 56,3 | 41,8 |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 834 | 58,7 | 26,5 |
| 835 | 57,3 | „m“  |
| 836 | 59   | „m“  |
| 837 | 59,8 | „m“  |
| 838 | 60,3 | „m“  |
| 839 | 61,2 | „m“  |
| 840 | 61,8 | „m“  |
| 841 | 62,5 | „m“  |
| 842 | 62,4 | „m“  |
| 843 | 61,5 | „m“  |
| 844 | 63,7 | „m“  |
| 845 | 61,9 | „m“  |
| 846 | 61,6 | 29,7 |
| 847 | 60,3 | „m“  |
| 848 | 59,2 | „m“  |
| 849 | 57,3 | „m“  |
| 850 | 52,3 | „m“  |
| 851 | 49,3 | „m“  |
| 852 | 47,3 | „m“  |
| 853 | 46,3 | 38,8 |
| 854 | 46,8 | 35,1 |
| 855 | 46,6 | „m“  |
| 856 | 44,3 | „m“  |
| 857 | 43,1 | „m“  |
| 858 | 42,4 | 2,1  |
| 859 | 41,8 | 2,4  |
| 860 | 43,8 | 68,8 |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 861 | 44,6 | 89,2 |
| 862 | 46   | 99,2 |
| 863 | 46,9 | 99,4 |
| 864 | 47,9 | 99,7 |
| 865 | 50,2 | 99,8 |
| 866 | 51,2 | 99,6 |
| 867 | 52,3 | 99,4 |
| 868 | 53   | 99,3 |
| 869 | 54,2 | 99,2 |
| 870 | 55,5 | 99,1 |
| 871 | 56,7 | 99   |
| 872 | 57,3 | 98,9 |
| 873 | 58   | 98,9 |
| 874 | 60,5 | 31,1 |
| 875 | 60,2 | „m“  |
| 876 | 60,3 | „m“  |
| 877 | 60,5 | 6,3  |
| 878 | 61,4 | 19,3 |
| 879 | 60,3 | 1,2  |
| 880 | 60,5 | 2,9  |
| 881 | 61,2 | 34,1 |
| 882 | 61,6 | 13,2 |
| 883 | 61,5 | 16,4 |
| 884 | 61,2 | 16,4 |
| 885 | 61,3 | „m“  |
| 886 | 63,1 | „m“  |
| 887 | 63,2 | 4,8  |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 888 | 62,3 | 22,3 |
| 889 | 62   | 38,5 |
| 890 | 61,6 | 29,6 |
| 891 | 61,6 | 26,6 |
| 892 | 61,8 | 28,1 |
| 893 | 62   | 29,6 |
| 894 | 62   | 16,3 |
| 895 | 61,1 | „m“  |
| 896 | 61,2 | „m“  |
| 897 | 60,7 | 19,2 |
| 898 | 60,7 | 32,5 |
| 899 | 60,9 | 17,8 |
| 900 | 60,1 | 19,2 |
| 901 | 59,3 | 38,2 |
| 902 | 59,9 | 45   |
| 903 | 59,4 | 32,4 |
| 904 | 59,2 | 23,5 |
| 905 | 59,5 | 40,8 |
| 906 | 58,3 | „m“  |
| 907 | 58,2 | „m“  |
| 908 | 57,6 | „m“  |
| 909 | 57,1 | „m“  |
| 910 | 57   | 0,6  |
| 911 | 57   | 26,3 |
| 912 | 56,5 | 29,2 |
| 913 | 56,3 | 20,5 |
| 914 | 56,1 | „m“  |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 915 | 55,2 | „m“  |
| 916 | 54,7 | 17,5 |
| 917 | 55,2 | 29,2 |
| 918 | 55,2 | 29,2 |
| 919 | 55,9 | 16   |
| 920 | 55,9 | 26,3 |
| 921 | 56,1 | 36,5 |
| 922 | 55,8 | 19   |
| 923 | 55,9 | 9,2  |
| 924 | 55,8 | 21,9 |
| 925 | 56,4 | 42,8 |
| 926 | 56,4 | 38   |
| 927 | 56,4 | 11   |
| 928 | 56,4 | 35,1 |
| 929 | 54   | 7,3  |
| 930 | 53,4 | 5,4  |
| 931 | 52,3 | 27,6 |
| 932 | 52,1 | 32   |
| 933 | 52,3 | 33,4 |
| 934 | 52,2 | 34,9 |
| 935 | 52,8 | 60,1 |
| 936 | 53,7 | 69,7 |
| 937 | 54   | 70,7 |
| 938 | 55,1 | 71,7 |
| 939 | 55,2 | 46   |
| 940 | 54,7 | 12,6 |
| 941 | 52,5 | 0    |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 942 | 51,8 | 24,7 |
| 943 | 51,4 | 43,9 |
| 944 | 50,9 | 71,1 |
| 945 | 51,2 | 76,8 |
| 946 | 50,3 | 87,5 |
| 947 | 50,2 | 99,8 |
| 948 | 50,9 | 100  |
| 949 | 49,9 | 99,7 |
| 950 | 50,9 | 100  |
| 951 | 49,8 | 99,7 |
| 952 | 50,4 | 99,8 |
| 953 | 50,4 | 99,8 |
| 954 | 49,7 | 99,7 |
| 955 | 51   | 100  |
| 956 | 50,3 | 99,8 |
| 957 | 50,2 | 99,8 |
| 958 | 49,9 | 99,7 |
| 959 | 50,9 | 100  |
| 960 | 50   | 99,7 |
| 961 | 50,2 | 99,8 |
| 962 | 50,2 | 99,8 |
| 963 | 49,9 | 99,7 |
| 964 | 50,4 | 99,8 |
| 965 | 50,2 | 99,8 |
| 966 | 50,3 | 99,8 |
| 967 | 49,9 | 99,7 |
| 968 | 51,1 | 100  |

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 969 | 50,6 | 99,9 |
| 970 | 49,9 | 99,7 |
| 971 | 49,6 | 99,6 |
| 972 | 49,4 | 99,6 |
| 973 | 49   | 99,5 |
| 974 | 49,8 | 99,7 |
| 975 | 50,9 | 100  |
| 976 | 50,4 | 99,8 |
| 977 | 49,8 | 99,7 |
| 978 | 49,1 | 99,5 |
| 979 | 50,4 | 99,8 |
| 980 | 49,8 | 99,7 |
| 981 | 49,3 | 99,5 |
| 982 | 49,1 | 99,5 |
| 983 | 49,9 | 99,7 |
| 984 | 49,1 | 99,5 |
| 985 | 50,4 | 99,8 |
| 986 | 50,9 | 100  |
| 987 | 51,4 | 99,9 |
| 988 | 51,5 | 99,9 |
| 989 | 52,2 | 99,7 |
| 990 | 52,8 | 74,1 |
| 991 | 53,3 | 46   |
| 992 | 53,6 | 36,4 |
| 993 | 53,4 | 33,5 |
| 994 | 53,9 | 58,9 |
| 995 | 55,2 | 73,8 |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 996  | 55,8 | 52,4 |
| 997  | 55,7 | 9,2  |
| 998  | 55,8 | 2,2  |
| 999  | 56,4 | 33,6 |
| 1000 | 55,4 | „m“  |
| 1001 | 55,2 | „m“  |
| 1002 | 55,8 | 26,3 |
| 1003 | 55,8 | 23,3 |
| 1004 | 56,4 | 50,2 |
| 1005 | 57,6 | 68,3 |
| 1006 | 58,8 | 90,2 |
| 1007 | 59,9 | 98,9 |
| 1008 | 62,3 | 98,8 |
| 1009 | 63,1 | 74,4 |
| 1010 | 63,7 | 49,4 |
| 1011 | 63,3 | 9,8  |
| 1012 | 48   | 0    |
| 1013 | 47,9 | 73,5 |
| 1014 | 49,9 | 99,7 |
| 1015 | 49,9 | 48,8 |
| 1016 | 49,6 | 2,3  |
| 1017 | 49,9 | „m“  |
| 1018 | 49,3 | „m“  |
| 1019 | 49,7 | 47,5 |
| 1020 | 49,1 | „m“  |
| 1021 | 49,4 | „m“  |
| 1022 | 48,3 | „m“  |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1023 | 49,4 | „m“  |
| 1024 | 48,5 | „m“  |
| 1025 | 48,7 | „m“  |
| 1026 | 48,7 | „m“  |
| 1027 | 49,1 | „m“  |
| 1028 | 49   | „m“  |
| 1029 | 49,8 | „m“  |
| 1030 | 48,7 | „m“  |
| 1031 | 48,5 | „m“  |
| 1032 | 49,3 | 31,3 |
| 1033 | 49,7 | 45,3 |
| 1034 | 48,3 | 44,5 |
| 1035 | 49,8 | 61   |
| 1036 | 49,4 | 64,3 |
| 1037 | 49,8 | 64,4 |
| 1038 | 50,5 | 65,6 |
| 1039 | 50,3 | 64,5 |
| 1040 | 51,2 | 82,9 |
| 1041 | 50,5 | 86   |
| 1042 | 50,6 | 89   |
| 1043 | 50,4 | 81,4 |
| 1044 | 49,9 | 49,9 |
| 1045 | 49,1 | 20,1 |
| 1046 | 47,9 | 24   |
| 1047 | 48,1 | 36,2 |
| 1048 | 47,5 | 34,5 |
| 1049 | 46,9 | 30,3 |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1050 | 47,7 | 53,5 |
| 1051 | 46,9 | 61,6 |
| 1052 | 46,5 | 73,6 |
| 1053 | 48   | 84,6 |
| 1054 | 47,2 | 87,7 |
| 1055 | 48,7 | 80   |
| 1056 | 48,7 | 50,4 |
| 1057 | 47,8 | 38,6 |
| 1058 | 48,8 | 63,1 |
| 1059 | 47,4 | 5    |
| 1060 | 47,3 | 47,4 |
| 1061 | 47,3 | 49,8 |
| 1062 | 46,9 | 23,9 |
| 1063 | 46,7 | 44,6 |
| 1064 | 46,8 | 65,2 |
| 1065 | 46,9 | 60,4 |
| 1066 | 46,7 | 61,5 |
| 1067 | 45,5 | „m“  |
| 1068 | 45,5 | „m“  |
| 1069 | 44,2 | „m“  |
| 1070 | 43   | „m“  |
| 1071 | 42,5 | „m“  |
| 1072 | 41   | „m“  |
| 1073 | 39,9 | „m“  |
| 1074 | 39,9 | 38,2 |
| 1075 | 40,1 | 48,1 |
| 1076 | 39,9 | 48   |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1077 | 39,4 | 59,3 |
| 1078 | 43,8 | 19,8 |
| 1079 | 52,9 | 0    |
| 1080 | 52,8 | 88,9 |
| 1081 | 53,4 | 99,5 |
| 1082 | 54,7 | 99,3 |
| 1083 | 56,3 | 99,1 |
| 1084 | 57,5 | 99   |
| 1085 | 59   | 98,9 |
| 1086 | 59,8 | 98,9 |
| 1087 | 60,1 | 98,9 |
| 1088 | 61,8 | 48,3 |
| 1089 | 61,8 | 55,6 |
| 1090 | 61,7 | 59,8 |
| 1091 | 62   | 55,6 |
| 1092 | 62,3 | 29,6 |
| 1093 | 62   | 19,3 |
| 1094 | 61,3 | 7,9  |
| 1095 | 61,1 | 19,2 |
| 1096 | 61,2 | 43   |
| 1097 | 61,1 | 59,7 |
| 1098 | 61,1 | 98,8 |
| 1099 | 61,3 | 98,8 |
| 1100 | 61,3 | 26,6 |
| 1101 | 60,4 | „m“  |
| 1102 | 58,8 | „m“  |
| 1103 | 57,7 | „m“  |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1104 | 56   | „m“  |
| 1105 | 54,7 | „m“  |
| 1106 | 53,3 | „m“  |
| 1107 | 52,6 | 23,2 |
| 1108 | 53,4 | 84,2 |
| 1109 | 53,9 | 99,4 |
| 1110 | 54,9 | 99,3 |
| 1111 | 55,8 | 99,2 |
| 1112 | 57,1 | 99   |
| 1113 | 56,5 | 99,1 |
| 1114 | 58,9 | 98,9 |
| 1115 | 58,7 | 98,9 |
| 1116 | 59,8 | 98,9 |
| 1117 | 61   | 98,8 |
| 1118 | 60,7 | 19,2 |
| 1119 | 59,4 | „m“  |
| 1120 | 57,9 | „m“  |
| 1121 | 57,6 | „m“  |
| 1122 | 56,3 | „m“  |
| 1123 | 55   | „m“  |
| 1124 | 53,7 | „m“  |
| 1125 | 52,1 | „m“  |
| 1126 | 51,1 | „m“  |
| 1127 | 49,7 | 25,8 |
| 1128 | 49,1 | 46,1 |
| 1129 | 48,7 | 46,9 |
| 1130 | 48,2 | 46,7 |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1131 | 48   | 70   |
| 1132 | 48   | 70   |
| 1133 | 47,2 | 67,6 |
| 1134 | 47,3 | 67,6 |
| 1135 | 46,6 | 74,7 |
| 1136 | 47,4 | 13   |
| 1137 | 46,3 | „m“  |
| 1138 | 45,4 | „m“  |
| 1139 | 45,5 | 24,8 |
| 1140 | 44,8 | 73,8 |
| 1141 | 46,6 | 99   |
| 1142 | 46,3 | 98,9 |
| 1143 | 48,5 | 99,4 |
| 1144 | 49,9 | 99,7 |
| 1145 | 49,1 | 99,5 |
| 1146 | 49,1 | 99,5 |
| 1147 | 51   | 100  |
| 1148 | 51,5 | 99,9 |
| 1149 | 50,9 | 100  |
| 1150 | 51,6 | 99,9 |
| 1151 | 52,1 | 99,7 |
| 1152 | 50,9 | 100  |
| 1153 | 52,2 | 99,7 |
| 1154 | 51,5 | 98,3 |
| 1155 | 51,5 | 47,2 |
| 1156 | 50,8 | 78,4 |
| 1157 | 50,3 | 83   |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1158 | 50,3 | 31,7 |
| 1159 | 49,3 | 31,3 |
| 1160 | 48,8 | 21,5 |
| 1161 | 47,8 | 59,4 |
| 1162 | 48,1 | 77,1 |
| 1163 | 48,4 | 87,6 |
| 1164 | 49,6 | 87,5 |
| 1165 | 51   | 81,4 |
| 1166 | 51,6 | 66,7 |
| 1167 | 53,3 | 63,2 |
| 1168 | 55,2 | 62   |
| 1169 | 55,7 | 43,9 |
| 1170 | 56,4 | 30,7 |
| 1171 | 56,8 | 23,4 |
| 1172 | 57   | „m“  |
| 1173 | 57,6 | „m“  |
| 1174 | 56,9 | „m“  |
| 1175 | 56,4 | 4    |
| 1176 | 57   | 23,4 |
| 1177 | 56,4 | 41,7 |
| 1178 | 57   | 49,2 |
| 1179 | 57,7 | 56,6 |
| 1180 | 58,6 | 56,6 |
| 1181 | 58,9 | 64   |
| 1182 | 59,4 | 68,2 |
| 1183 | 58,8 | 71,4 |
| 1184 | 60,1 | 71,3 |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1185 | 60,6 | 79,1 |
| 1186 | 60,7 | 83,3 |
| 1187 | 60,7 | 77,1 |
| 1188 | 60   | 73,5 |
| 1189 | 60,2 | 55,5 |
| 1190 | 59,7 | 54,4 |
| 1191 | 59,8 | 73,3 |
| 1192 | 59,8 | 77,9 |
| 1193 | 59,8 | 73,9 |
| 1194 | 60   | 76,5 |
| 1195 | 59,5 | 82,3 |
| 1196 | 59,9 | 82,8 |
| 1197 | 59,8 | 65,8 |
| 1198 | 59   | 48,6 |
| 1199 | 58,9 | 62,2 |
| 1200 | 59,1 | 70,4 |
| 1201 | 58,9 | 62,1 |
| 1202 | 58,4 | 67,4 |
| 1203 | 58,7 | 58,9 |
| 1204 | 58,3 | 57,7 |
| 1205 | 57,5 | 57,8 |
| 1206 | 57,2 | 57,6 |
| 1207 | 57,1 | 42,6 |
| 1208 | 57   | 70,1 |
| 1209 | 56,4 | 59,6 |
| 1210 | 56,7 | 39   |
| 1211 | 55,9 | 68,1 |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1212 | 56,3 | 79,1 |
| 1213 | 56,7 | 89,7 |
| 1214 | 56   | 89,4 |
| 1215 | 56   | 93,1 |
| 1216 | 56,4 | 93,1 |
| 1217 | 56,7 | 94,4 |
| 1218 | 56,9 | 94,8 |
| 1219 | 57   | 94,1 |
| 1220 | 57,7 | 94,3 |
| 1221 | 57,5 | 93,7 |
| 1222 | 58,4 | 93,2 |
| 1223 | 58,7 | 93,2 |
| 1224 | 58,2 | 93,7 |
| 1225 | 58,5 | 93,1 |
| 1226 | 58,8 | 86,2 |
| 1227 | 59   | 72,9 |
| 1228 | 58,2 | 59,9 |
| 1229 | 57,6 | 8,5  |
| 1230 | 57,1 | 47,6 |
| 1231 | 57,2 | 74,4 |
| 1232 | 57   | 79,1 |
| 1233 | 56,7 | 67,2 |
| 1234 | 56,8 | 69,1 |
| 1235 | 56,9 | 71,3 |
| 1236 | 57   | 77,3 |
| 1237 | 57,4 | 78,2 |
| 1238 | 57,3 | 70,6 |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1239 | 57,7 | 64   |
| 1240 | 57,5 | 55,6 |
| 1241 | 58,6 | 49,6 |
| 1242 | 58,2 | 41,1 |
| 1243 | 58,8 | 40,6 |
| 1244 | 58,3 | 21,1 |
| 1245 | 58,7 | 24,9 |
| 1246 | 59,1 | 24,8 |
| 1247 | 58,6 | „m“  |
| 1248 | 58,8 | „m“  |
| 1249 | 58,8 | „m“  |
| 1250 | 58,7 | „m“  |
| 1251 | 59,1 | „m“  |
| 1252 | 59,1 | „m“  |
| 1253 | 59,4 | „m“  |
| 1254 | 60,6 | 2,6  |
| 1255 | 59,6 | „m“  |
| 1256 | 60,1 | „m“  |
| 1257 | 60,6 | „m“  |
| 1258 | 59,6 | 4,1  |
| 1259 | 60,7 | 7,1  |
| 1260 | 60,5 | „m“  |
| 1261 | 59,7 | „m“  |
| 1262 | 59,6 | „m“  |
| 1263 | 59,8 | „m“  |
| 1264 | 59,6 | 4,9  |
| 1265 | 60,1 | 5,9  |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1266 | 59,9 | 6,1  |
| 1267 | 59,7 | „m“  |
| 1268 | 59,6 | „m“  |
| 1269 | 59,7 | 22   |
| 1270 | 59,8 | 10,3 |
| 1271 | 59,9 | 10   |
| 1272 | 60,6 | 6,2  |
| 1273 | 60,5 | 7,3  |
| 1274 | 60,2 | 14,8 |
| 1275 | 60,6 | 8,2  |
| 1276 | 60,6 | 5,5  |
| 1277 | 61   | 14,3 |
| 1278 | 61   | 12   |
| 1279 | 61,3 | 34,2 |
| 1280 | 61,2 | 17,1 |
| 1281 | 61,5 | 15,7 |
| 1282 | 61   | 9,5  |
| 1283 | 61,1 | 9,2  |
| 1284 | 60,5 | 4,3  |
| 1285 | 60,2 | 7,8  |
| 1286 | 60,2 | 5,9  |
| 1287 | 60,2 | 5,3  |
| 1288 | 59,9 | 4,6  |
| 1289 | 59,4 | 21,5 |
| 1290 | 59,6 | 15,8 |
| 1291 | 59,3 | 10,1 |
| 1292 | 58,9 | 9,4  |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1293 | 58,8 | 9    |
| 1294 | 58,9 | 35,4 |
| 1295 | 58,9 | 30,7 |
| 1296 | 58,9 | 25,9 |
| 1297 | 58,7 | 22,9 |
| 1298 | 58,7 | 24,4 |
| 1299 | 59,3 | 61   |
| 1300 | 60,1 | 56   |
| 1301 | 60,5 | 50,6 |
| 1302 | 59,5 | 16,2 |
| 1303 | 59,7 | 50   |
| 1304 | 59,7 | 31,4 |
| 1305 | 60,1 | 43,1 |
| 1306 | 60,8 | 38,4 |
| 1307 | 60,9 | 40,2 |
| 1308 | 61,3 | 49,7 |
| 1309 | 61,8 | 45,9 |
| 1310 | 62   | 45,9 |
| 1311 | 62,2 | 45,8 |
| 1312 | 62,6 | 46,8 |
| 1313 | 62,7 | 44,3 |
| 1314 | 62,9 | 44,4 |
| 1315 | 63,1 | 43,7 |
| 1316 | 63,5 | 46,1 |
| 1317 | 63,6 | 40,7 |
| 1318 | 64,3 | 49,5 |
| 1319 | 63,7 | 27   |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1320 | 63,8 | 15   |
| 1321 | 63,6 | 18,7 |
| 1322 | 63,4 | 8,4  |
| 1323 | 63,2 | 8,7  |
| 1324 | 63,3 | 21,6 |
| 1325 | 62,9 | 19,7 |
| 1326 | 63   | 22,1 |
| 1327 | 63,1 | 20,3 |
| 1328 | 61,8 | 19,1 |
| 1329 | 61,6 | 17,1 |
| 1330 | 61   | 0    |
| 1331 | 61,2 | 22   |
| 1332 | 60,8 | 40,3 |
| 1333 | 61,1 | 34,3 |
| 1334 | 60,7 | 16,1 |
| 1335 | 60,6 | 16,6 |
| 1336 | 60,5 | 18,5 |
| 1337 | 60,6 | 29,8 |
| 1338 | 60,9 | 19,5 |
| 1339 | 60,9 | 22,3 |
| 1340 | 61,4 | 35,8 |
| 1341 | 61,3 | 42,9 |
| 1342 | 61,5 | 31   |
| 1343 | 61,3 | 19,2 |
| 1344 | 61   | 9,3  |
| 1345 | 60,8 | 44,2 |
| 1346 | 60,9 | 55,3 |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1347 | 61,2 | 56   |
| 1348 | 60,9 | 60,1 |
| 1349 | 60,7 | 59,1 |
| 1350 | 60,9 | 56,8 |
| 1351 | 60,7 | 58,1 |
| 1352 | 59,6 | 78,4 |
| 1353 | 59,6 | 84,6 |
| 1354 | 59,4 | 66,6 |
| 1355 | 59,3 | 75,5 |
| 1356 | 58,9 | 49,6 |
| 1357 | 59,1 | 75,8 |
| 1358 | 59   | 77,6 |
| 1359 | 59   | 67,8 |
| 1360 | 59   | 56,7 |
| 1361 | 58,8 | 54,2 |
| 1362 | 58,9 | 59,6 |
| 1363 | 58,9 | 60,8 |
| 1364 | 59,3 | 56,1 |
| 1365 | 58,9 | 48,5 |
| 1366 | 59,3 | 42,9 |
| 1367 | 59,4 | 41,4 |
| 1368 | 59,6 | 38,9 |
| 1369 | 59,4 | 32,9 |
| 1370 | 59,3 | 30,6 |
| 1371 | 59,4 | 30   |
| 1372 | 59,4 | 25,3 |
| 1373 | 58,8 | 18,6 |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1374 | 59,1 | 18   |
| 1375 | 58,5 | 10,6 |
| 1376 | 58,8 | 10,5 |
| 1377 | 58,5 | 8,2  |
| 1378 | 58,7 | 13,7 |
| 1379 | 59,1 | 7,8  |
| 1380 | 59,1 | 6    |
| 1381 | 59,1 | 6    |
| 1382 | 59,4 | 13,1 |
| 1383 | 59,7 | 22,3 |
| 1384 | 60,7 | 10,5 |
| 1385 | 59,8 | 9,8  |
| 1386 | 60,2 | 8,8  |
| 1387 | 59,9 | 8,7  |
| 1388 | 61   | 9,1  |
| 1389 | 60,6 | 28,2 |
| 1390 | 60,6 | 22   |
| 1391 | 59,6 | 23,2 |
| 1392 | 59,6 | 19   |
| 1393 | 60,6 | 38,4 |
| 1394 | 59,8 | 41,6 |
| 1395 | 60   | 47,3 |
| 1396 | 60,5 | 55,4 |
| 1397 | 60,9 | 58,7 |
| 1398 | 61,3 | 37,9 |
| 1399 | 61,2 | 38,3 |
| 1400 | 61,4 | 58,7 |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1401 | 61,3 | 51,3 |
| 1402 | 61,4 | 71,1 |
| 1403 | 61,1 | 51   |
| 1404 | 61,5 | 56,6 |
| 1405 | 61   | 60,6 |
| 1406 | 61,1 | 75,4 |
| 1407 | 61,4 | 69,4 |
| 1408 | 61,6 | 69,9 |
| 1409 | 61,7 | 59,6 |
| 1410 | 61,8 | 54,8 |
| 1411 | 61,6 | 53,6 |
| 1412 | 61,3 | 53,5 |
| 1413 | 61,3 | 52,9 |
| 1414 | 61,2 | 54,1 |
| 1415 | 61,3 | 53,2 |
| 1416 | 61,2 | 52,2 |
| 1417 | 61,2 | 52,3 |
| 1418 | 61   | 48   |
| 1419 | 60,9 | 41,5 |
| 1420 | 61   | 32,2 |
| 1421 | 60,7 | 22   |
| 1422 | 60,7 | 23,3 |
| 1423 | 60,8 | 38,8 |
| 1424 | 61   | 40,7 |
| 1425 | 61   | 30,6 |
| 1426 | 61,3 | 62,6 |
| 1427 | 61,7 | 55,9 |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1428 | 62,3 | 43,4 |
| 1429 | 62,3 | 37,4 |
| 1430 | 62,3 | 35,7 |
| 1431 | 62,8 | 34,4 |
| 1432 | 62,8 | 31,5 |
| 1433 | 62,9 | 31,7 |
| 1434 | 62,9 | 29,9 |
| 1435 | 62,8 | 29,4 |
| 1436 | 62,7 | 28,7 |
| 1437 | 61,5 | 14,7 |
| 1438 | 61,9 | 17,2 |
| 1439 | 61,5 | 6,1  |
| 1440 | 61   | 9,9  |
| 1441 | 60,9 | 4,8  |
| 1442 | 60,6 | 11,1 |
| 1443 | 60,3 | 6,9  |
| 1444 | 60,8 | 7    |
| 1445 | 60,2 | 9,2  |
| 1446 | 60,5 | 21,7 |
| 1447 | 60,2 | 22,4 |
| 1448 | 60,7 | 31,6 |
| 1449 | 60,9 | 28,9 |
| 1450 | 59,6 | 21,7 |
| 1451 | 60,2 | 18   |
| 1452 | 59,5 | 16,7 |
| 1453 | 59,8 | 15,7 |
| 1454 | 59,6 | 15,7 |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1455 | 59,3 | 15,7 |
| 1456 | 59   | 7,5  |
| 1457 | 58,8 | 7,1  |
| 1458 | 58,7 | 16,5 |
| 1459 | 59,2 | 50,7 |
| 1460 | 59,7 | 60,2 |
| 1461 | 60,4 | 44   |
| 1462 | 60,2 | 35,3 |
| 1463 | 60,4 | 17,1 |
| 1464 | 59,9 | 13,5 |
| 1465 | 59,9 | 12,8 |
| 1466 | 59,6 | 14,8 |
| 1467 | 59,4 | 15,9 |
| 1468 | 59,4 | 22   |
| 1469 | 60,4 | 38,4 |
| 1470 | 59,5 | 38,8 |
| 1471 | 59,3 | 31,9 |
| 1472 | 60,9 | 40,8 |
| 1473 | 60,7 | 39   |
| 1474 | 60,9 | 30,1 |
| 1475 | 61   | 29,3 |
| 1476 | 60,6 | 28,4 |
| 1477 | 60,9 | 36,3 |
| 1478 | 60,8 | 30,5 |
| 1479 | 60,7 | 26,7 |
| 1480 | 60,1 | 4,7  |
| 1481 | 59,9 | 0    |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1482 | 60,4 | 36,2 |
| 1483 | 60,7 | 32,5 |
| 1484 | 59,9 | 3,1  |
| 1485 | 59,7 | „m“  |
| 1486 | 59,5 | „m“  |
| 1487 | 59,2 | „m“  |
| 1488 | 58,8 | 0,6  |
| 1489 | 58,7 | „m“  |
| 1490 | 58,7 | „m“  |
| 1491 | 57,9 | „m“  |
| 1492 | 58,2 | „m“  |
| 1493 | 57,6 | „m“  |
| 1494 | 58,3 | 9,5  |
| 1495 | 57,2 | 6    |
| 1496 | 57,4 | 27,3 |
| 1497 | 58,3 | 59,9 |
| 1498 | 58,3 | 7,3  |
| 1499 | 58,8 | 21,7 |
| 1500 | 58,8 | 38,9 |
| 1501 | 59,4 | 26,2 |
| 1502 | 59,1 | 25,5 |
| 1503 | 59,1 | 26   |
| 1504 | 59   | 39,1 |
| 1505 | 59,5 | 52,3 |
| 1506 | 59,4 | 31   |
| 1507 | 59,4 | 27   |
| 1508 | 59,4 | 29,8 |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1509 | 59,4 | 23,1 |
| 1510 | 58,9 | 16   |
| 1511 | 59   | 31,5 |
| 1512 | 58,8 | 25,9 |
| 1513 | 58,9 | 40,2 |
| 1514 | 58,8 | 28,4 |
| 1515 | 58,9 | 38,9 |
| 1516 | 59,1 | 35,3 |
| 1517 | 58,8 | 30,3 |
| 1518 | 59   | 19   |
| 1519 | 58,7 | 3    |
| 1520 | 57,9 | 0    |
| 1521 | 58   | 2,4  |
| 1522 | 57,1 | „m“  |
| 1523 | 56,7 | „m“  |
| 1524 | 56,7 | 5,3  |
| 1525 | 56,6 | 2,1  |
| 1526 | 56,8 | „m“  |
| 1527 | 56,3 | „m“  |
| 1528 | 56,3 | „m“  |
| 1529 | 56   | „m“  |
| 1530 | 56,7 | „m“  |
| 1531 | 56,6 | 3,8  |
| 1532 | 56,9 | „m“  |
| 1533 | 56,9 | „m“  |
| 1534 | 57,4 | „m“  |
| 1535 | 57,4 | „m“  |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1536 | 58,3 | 13,9 |
| 1537 | 58,5 | „m“  |
| 1538 | 59,1 | „m“  |
| 1539 | 59,4 | „m“  |
| 1540 | 59,6 | „m“  |
| 1541 | 59,5 | „m“  |
| 1542 | 59,6 | 0,5  |
| 1543 | 59,3 | 9,2  |
| 1544 | 59,4 | 11,2 |
| 1545 | 59,1 | 26,8 |
| 1546 | 59   | 11,7 |
| 1547 | 58,8 | 6,4  |
| 1548 | 58,7 | 5    |
| 1549 | 57,5 | „m“  |
| 1550 | 57,4 | „m“  |
| 1551 | 57,1 | 1,1  |
| 1552 | 57,1 | 0    |
| 1553 | 57   | 4,5  |
| 1554 | 57,1 | 3,7  |
| 1555 | 57,3 | 3,3  |
| 1556 | 57,3 | 16,8 |
| 1557 | 58,2 | 29,3 |
| 1558 | 58,7 | 12,5 |
| 1559 | 58,3 | 12,2 |
| 1560 | 58,6 | 12,7 |
| 1561 | 59   | 13,6 |
| 1562 | 59,8 | 21,9 |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1563 | 59,3 | 20,9 |
| 1564 | 59,7 | 19,2 |
| 1565 | 60,1 | 15,9 |
| 1566 | 60,7 | 16,7 |
| 1567 | 60,7 | 18,1 |
| 1568 | 60,7 | 40,6 |
| 1569 | 60,7 | 59,7 |
| 1570 | 61,1 | 66,8 |
| 1571 | 61,1 | 58,8 |
| 1572 | 60,8 | 64,7 |
| 1573 | 60,1 | 63,6 |
| 1574 | 60,7 | 83,2 |
| 1575 | 60,4 | 82,2 |
| 1576 | 60   | 80,5 |
| 1577 | 59,9 | 78,7 |
| 1578 | 60,8 | 67,9 |
| 1579 | 60,4 | 57,7 |
| 1580 | 60,2 | 60,6 |
| 1581 | 59,6 | 72,7 |
| 1582 | 59,9 | 73,6 |
| 1583 | 59,8 | 74,1 |
| 1584 | 59,6 | 84,6 |
| 1585 | 59,4 | 76,1 |
| 1586 | 60,1 | 76,9 |
| 1587 | 59,5 | 84,6 |
| 1588 | 59,8 | 77,5 |
| 1589 | 60,6 | 67,9 |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1590 | 59,3 | 47,3 |
| 1591 | 59,3 | 43,1 |
| 1592 | 59,4 | 38,3 |
| 1593 | 58,7 | 38,2 |
| 1594 | 58,8 | 39,2 |
| 1595 | 59,1 | 67,9 |
| 1596 | 59,7 | 60,5 |
| 1597 | 59,5 | 32,9 |
| 1598 | 59,6 | 20   |
| 1599 | 59,6 | 34,4 |
| 1600 | 59,4 | 23,9 |
| 1601 | 59,6 | 15,7 |
| 1602 | 59,9 | 41   |
| 1603 | 60,5 | 26,3 |
| 1604 | 59,6 | 14   |
| 1605 | 59,7 | 21,2 |
| 1606 | 60,9 | 19,6 |
| 1607 | 60,1 | 34,3 |
| 1608 | 59,9 | 27   |
| 1609 | 60,8 | 25,6 |
| 1610 | 60,6 | 26,3 |
| 1611 | 60,9 | 26,1 |
| 1612 | 61,1 | 38   |
| 1613 | 61,2 | 31,6 |
| 1614 | 61,4 | 30,6 |
| 1615 | 61,7 | 29,6 |
| 1616 | 61,5 | 28,8 |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1617 | 61,7 | 27,8 |
| 1618 | 62,2 | 20,3 |
| 1619 | 61,4 | 19,6 |
| 1620 | 61,8 | 19,7 |
| 1621 | 61,8 | 18,7 |
| 1622 | 61,6 | 17,7 |
| 1623 | 61,7 | 8,7  |
| 1624 | 61,7 | 1,4  |
| 1625 | 61,7 | 5,9  |
| 1626 | 61,2 | 8,1  |
| 1627 | 61,9 | 45,8 |
| 1628 | 61,4 | 31,5 |
| 1629 | 61,7 | 22,3 |
| 1630 | 62,4 | 21,7 |
| 1631 | 62,8 | 21,9 |
| 1632 | 62,2 | 22,2 |
| 1633 | 62,5 | 31   |
| 1634 | 62,3 | 31,3 |
| 1635 | 62,6 | 31,7 |
| 1636 | 62,3 | 22,8 |
| 1637 | 62,7 | 12,6 |
| 1638 | 62,2 | 15,2 |
| 1639 | 61,9 | 32,6 |
| 1640 | 62,5 | 23,1 |
| 1641 | 61,7 | 19,4 |
| 1642 | 61,7 | 10,8 |
| 1643 | 61,6 | 10,2 |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1644 | 61,4 | „m“  |
| 1645 | 60,8 | „m“  |
| 1646 | 60,7 | „m“  |
| 1647 | 61   | 12,4 |
| 1648 | 60,4 | 5,3  |
| 1649 | 61   | 13,1 |
| 1650 | 60,7 | 29,6 |
| 1651 | 60,5 | 28,9 |
| 1652 | 60,8 | 27,1 |
| 1653 | 61,2 | 27,3 |
| 1654 | 60,9 | 20,6 |
| 1655 | 61,1 | 13,9 |
| 1656 | 60,7 | 13,4 |
| 1657 | 61,3 | 26,1 |
| 1658 | 60,9 | 23,7 |
| 1659 | 61,4 | 32,1 |
| 1660 | 61,7 | 33,5 |
| 1661 | 61,8 | 34,1 |
| 1662 | 61,7 | 17   |
| 1663 | 61,7 | 2,5  |
| 1664 | 61,5 | 5,9  |
| 1665 | 61,3 | 14,9 |
| 1666 | 61,5 | 17,2 |
| 1667 | 61,1 | „m“  |
| 1668 | 61,4 | „m“  |
| 1669 | 61,4 | 8,8  |
| 1670 | 61,3 | 8,8  |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1671 | 61   | 18   |
| 1672 | 61,5 | 13   |
| 1673 | 61   | 3,7  |
| 1674 | 60,9 | 3,1  |
| 1675 | 60,9 | 4,7  |
| 1676 | 60,6 | 4,1  |
| 1677 | 60,6 | 6,7  |
| 1678 | 60,6 | 12,8 |
| 1679 | 60,7 | 11,9 |
| 1680 | 60,6 | 12,4 |
| 1681 | 60,1 | 12,4 |
| 1682 | 60,5 | 12   |
| 1683 | 60,4 | 11,8 |
| 1684 | 59,9 | 12,4 |
| 1685 | 59,6 | 12,4 |
| 1686 | 59,6 | 9,1  |
| 1687 | 59,9 | 0    |
| 1688 | 59,9 | 20,4 |
| 1689 | 59,8 | 4,4  |
| 1690 | 59,4 | 3,1  |
| 1691 | 59,5 | 26,3 |
| 1692 | 59,6 | 20,1 |
| 1693 | 59,4 | 35   |
| 1694 | 60,9 | 22,1 |
| 1695 | 60,5 | 12,2 |
| 1696 | 60,1 | 11   |
| 1697 | 60,1 | 8,2  |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1698 | 60,5 | 6,7  |
| 1699 | 60   | 5,1  |
| 1700 | 60   | 5,1  |
| 1701 | 60   | 9    |
| 1702 | 60,1 | 5,7  |
| 1703 | 59,9 | 8,5  |
| 1704 | 59,4 | 6    |
| 1705 | 59,5 | 5,5  |
| 1706 | 59,5 | 14,2 |
| 1707 | 59,5 | 6,2  |
| 1708 | 59,4 | 10,3 |
| 1709 | 59,6 | 13,8 |
| 1710 | 59,5 | 13,9 |
| 1711 | 60,1 | 18,9 |
| 1712 | 59,4 | 13,1 |
| 1713 | 59,8 | 5,4  |
| 1714 | 59,9 | 2,9  |
| 1715 | 60,1 | 7,1  |
| 1716 | 59,6 | 12   |
| 1717 | 59,6 | 4,9  |
| 1718 | 59,4 | 22,7 |
| 1719 | 59,6 | 22   |
| 1720 | 60,1 | 17,4 |
| 1721 | 60,2 | 16,6 |
| 1722 | 59,4 | 28,6 |
| 1723 | 60,3 | 22,4 |
| 1724 | 59,9 | 20   |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1725 | 60,2 | 18,6 |
| 1726 | 60,3 | 11,9 |
| 1727 | 60,4 | 11,6 |
| 1728 | 60,6 | 10,6 |
| 1729 | 60,8 | 16   |
| 1730 | 60,9 | 17   |
| 1731 | 60,9 | 16,1 |
| 1732 | 60,7 | 11,4 |
| 1733 | 60,9 | 11,3 |
| 1734 | 61,1 | 11,2 |
| 1735 | 61,1 | 25,6 |
| 1736 | 61   | 14,6 |
| 1737 | 61   | 10,4 |
| 1738 | 60,6 | „m“  |
| 1739 | 60,9 | „m“  |
| 1740 | 60,8 | 4,8  |
| 1741 | 59,9 | „m“  |
| 1742 | 59,8 | „m“  |
| 1743 | 59,1 | „m“  |
| 1744 | 58,8 | „m“  |
| 1745 | 58,8 | „m“  |
| 1746 | 58,2 | „m“  |
| 1747 | 58,5 | 14,3 |
| 1748 | 57,5 | 4,4  |
| 1749 | 57,9 | 0    |
| 1750 | 57,8 | 20,9 |
| 1751 | 58,3 | 9,2  |

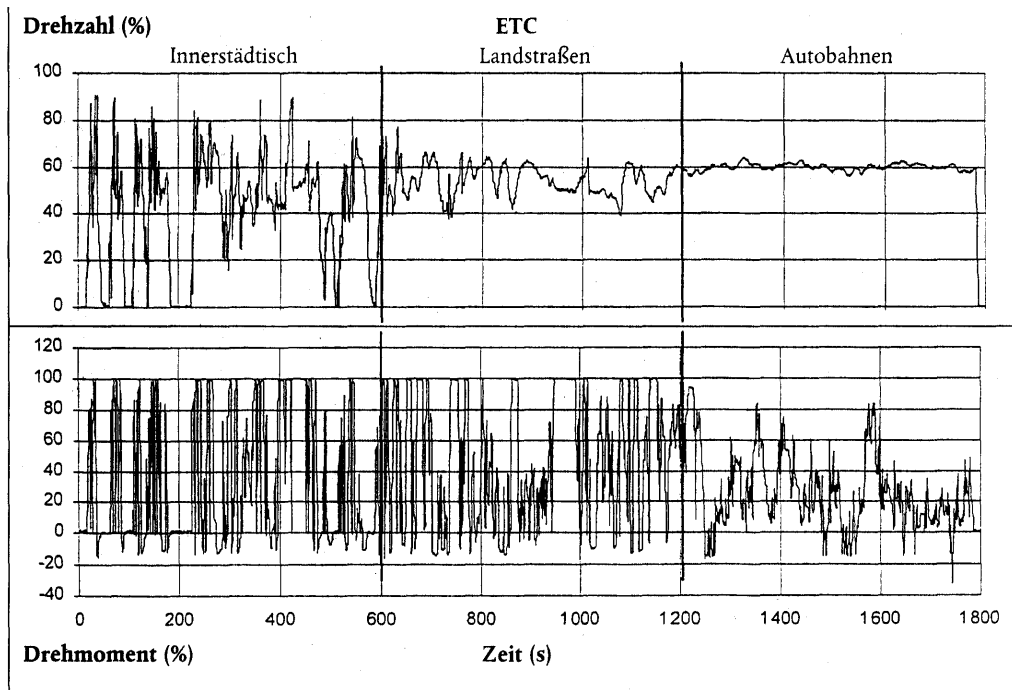
|      |      |      |
|------|------|------|
| 1752 | 57,8 | 8,2  |
| 1753 | 57,5 | 15,3 |
| 1754 | 58,4 | 38   |
| 1755 | 58,1 | 15,4 |
| 1756 | 58,8 | 11,8 |
| 1757 | 58,3 | 8,1  |
| 1758 | 58,3 | 5,5  |
| 1759 | 59   | 4,1  |
| 1760 | 58,2 | 4,9  |
| 1761 | 57,9 | 10,1 |
| 1762 | 58,5 | 7,5  |
| 1763 | 57,4 | 7    |
| 1764 | 58,2 | 6,7  |
| 1765 | 58,2 | 6,6  |
| 1766 | 57,3 | 17,3 |
| 1767 | 58   | 11,4 |
| 1768 | 57,5 | 47,4 |
| 1769 | 57,4 | 28,8 |
| 1770 | 58,8 | 24,3 |
| 1771 | 57,7 | 25,5 |
| 1772 | 58,4 | 35,5 |
| 1773 | 58,4 | 29,3 |
| 1774 | 59   | 33,8 |
| 1775 | 59   | 18,7 |
| 1776 | 58,8 | 9,8  |
| 1777 | 58,8 | 23,9 |
| 1778 | 59,1 | 48,2 |

|                     |      |      |
|---------------------|------|------|
| 1779                | 59,4 | 37,2 |
| 1780                | 59,6 | 29,1 |
| 1781                | 50   | 25   |
| 1782                | 40   | 20   |
| 1783                | 30   | 15   |
| 1784                | 20   | 10   |
| 1785                | 10   | 5    |
| 1786                | 0    | 0    |
| 1787                | 0    | 0    |
| 1788                | 0    | 0    |
| 1789                | 0    | 0    |
| 1790                | 0    | 0    |
| 1791                | 0    | 0    |
| 1792                | 0    | 0    |
| 1793                | 0    | 0    |
| 1794                | 0    | 0    |
| 1795                | 0    | 0    |
| 1796                | 0    | 0    |
| 1797                | 0    | 0    |
| 1798                | 0    | 0    |
| 1799                | 0    | 0    |
| 1800                | 0    | 0    |
| „m“ = Motorantrieb. |      |      |

Abbildung 5 zeigt eine graphische Darstellung des ETC-Ablaufplans für den Leistungsprüfstand.

*Abbildung 5*

### ETC-Ablaufplan für den Leistungsprüfstand



## MESS- UND PROBENAHMEVERFAHREN

### 1. EINLEITUNG

Die gasförmigen Schadstoffe, Partikelbestandteile sowie der Rauch, die von dem zur Prüfung vorgeführten Motor emittiert werden, sind mit den in Anhang V beschriebenen Methoden zu messen. Die Beschreibung dieser Methoden in Anhang V umfaßt auch eine Darstellung der empfohlenen Analysesysteme für die gasförmigen Emissionen (Abschnitt 1) und der empfohlenen Partikelverdünnungs- und -probenahmesysteme (Abschnitt 2) sowie der empfohlenen Trübungsmesser für die Rauchgasmessung (Abschnitt 3).

Beim ESC sind die gasförmigen Bestandteile im unverdünnten Abgas zu bestimmen. Wahlweise können sie im verdünnten Abgas bestimmt werden, wenn ein Vollstromverdünnungssystem für die Partikelbestimmung verwendet wird. Die Partikel sind entweder mit einem Teilstrom- oder mit einem Vollstromverdünnungssystem zu bestimmen.

Beim ETC darf für die Bestimmung der gasförmigen Bestandteile und der Partikel nur ein Vollstromverdünnungssystem verwendet werden, das als Bezugssystem gilt. Der Technische Dienst kann jedoch ein Teilstromverdünnungssystem genehmigen, wenn dessen Gleichwertigkeit nach Anhang I Abschnitt 6.2 nachgewiesen wurde und wenn dem Technischen Dienst eine ausführliche Beschreibung der Verfahren für die Auswertung der Daten und die Berechnung vorgelegt wird.

### 2. MOTORPRÜFSTAND UND AUSSTATTUNG DER PRÜFZELLE

Für die Emissionsprüfungen an Motoren auf Motorprüfständen ist folgende technische Ausstattung zu verwenden.

#### 2.1. Motorprüfstand

Es ist ein Motorprüfstand zu verwenden, der entsprechende Eigenschaften aufweist, um die in den Anlagen 1 und 2 zu diesem Anhang beschriebenen Prüfzyklen durchzuführen. Die Anzeigegenauigkeit des Systems zur Messung der Drehzahl muß  $\pm 2 \%$  betragen. Das System zur Messung des Drehmoments muß bei  $> 20 \%$  des Skalenendwerts eine Anzeigegenauigkeit von  $\pm 3 \%$ , bei  $\leq 20 \%$  des Skalenendwerts eine Genauigkeit von  $\pm 0,6 \%$  des Skalenendwerts aufweisen.

#### 2.2. Sonstige Instrumente

Die Meßinstrumente für Kraftstoffverbrauch, Luftverbrauch, Kühl- und Schmiermitteltemperatur, Abgasgegendruck und Unterdruck im Einlaßkrümmer, Abgastemperatur, Ansauglufttemperatur, atmosphärischen Druck, Luftfeuchtigkeit und Kraftstofftemperatur sind nach Vorschrift zu verwenden. Diese Instrumente müssen den Anforderungen in Tabelle 8 entsprechen:

Tabelle 8

Genauigkeit der Meßinstrumente

| Meßinstrument                                 | Genauigkeit                            |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------|
| Kraftstoffverbrauch                           | $\pm 2 \%$ des Höchstwertes des Motors |
| Luftverbrauch                                 | $\pm 2 \%$ des Höchstwertes des Motors |
| Temperaturen $\leq 600 \text{ K}$<br>(327 °C) | $\pm 2 \text{ K}$ absolut              |
| Temperaturen $> 600 \text{ K}$<br>(327 °C)    | $\pm 1 \%$ Anzeigegenauigkeit          |
| Atmosphärischer Druck                         | $\pm 0,1 \text{ kPa}$ absolut          |
| Abgasdruck                                    | $\pm 0,2 \text{ kPa}$ absolut          |
| Ansaugunterdruck                              | $\pm 0,05 \text{ kPa}$ absolut         |
| Sonstige Druckwerte                           | $\pm 0,1 \text{ kPa}$ absolut          |
| Relative Luftfeuchtigkeit                     | $\pm 3 \%$ absolut                     |
| Absolute Luftfeuchtigkeit                     | $\pm 5 \%$ Anzeigegenauigkeit          |

### 2.3. Abgasdurchsatz

Zur Berechnung der Emissionen im Rohabgas muß der Abgasdurchsatz bekannt sein (siehe Anlage 1 Abschnitt 4.4). Der Abgasdurchsatz ist nach einer der folgenden beiden Methoden zu ermitteln:

- direkte Messung des Abgasdurchsatzes durch eine Durchflußdüse oder ein gleichwertiges Meßsystem;
- Messung des Luftdurchsatzes und des Kraftstoffdurchsatzes mittels geeigneter Meßsysteme und Berechnung des Abgasdurchsatzes nach folgender Gleichung:

$$G_{\text{EXHW}} = G_{\text{AIRW}} + G_{\text{FUEL}}(\text{für feuchte Abgasmasse})$$

Die Anzeigegenauigkeit bei der Bestimmung des Abgasdurchsatzes muß mindestens  $\pm 2,5 \%$  betragen.

Andere gleichwertige Methoden können verwendet werden.

### 2.4. Durchsatz des verdünnten Abgases

Zur Berechnung der Emissionen im verdünnten Abgas mit Hilfe eines Vollstromverdünnungssystems (bei ETC vorgeschrieben) muß der Durchsatz des verdünnten Abgases bekannt sein (siehe Anlage 2 Abschnitt 4.3). Der gesamte

Massendurchsatz des verdünnten Abgases ( $G_{TOTW}$ ) oder die Gesamtmasse des verdünnten Abgases während des Prüfzyklus' ( $M_{TOTW}$ ) sind mittels PDP oder CFV (Anhang V Abschnitt 2.3.1) zu messen. Die Anzeigegenauigkeit muß mindestens  $\pm 2 \%$  betragen und ist entsprechend den Bestimmungen von Anhang III Anlage 5 Abschnitt 2.4 zu bestimmen.

### **3. BESTIMMUNG DER GASFÖRMIGEN BESTANDTEILE**

#### **3.1. Allgemeine Vorschriften für Analysegeräte**

Die Analysegeräte müssen einen Meßbereich haben, der den Anforderungen an die Genauigkeit bei der Messung der Konzentrationen der Abgasbestandteile entspricht (Abschnitt 3.1.1). Es wird empfohlen, die Analysegeräte so zu betreiben, daß die gemessene Konzentration zwischen 15 % und 100 % des Skalenendwerts liegt.

Werden Ablesesysteme (Computer, Datenlogger) verwendet, die unterhalb von 15 % des Skalenendwerts ein ausreichendes Maß an Genauigkeit und Auflösung gewährleisten, sind auch Messungen unter 15 % des Skalenendwerts zulässig. In diesem Fall müssen zusätzliche Kalibrierungen an mindestens vier von Null verschiedenen, nominell in gleichem Abstand befindlichen Punkten vorgenommen werden, um die Genauigkeit der Kalibrierkurven zu gewährleisten (Anhang III Anlage 5 Abschnitt 1.5.5.2).

Die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) der Geräte muß so ausgelegt sein, daß zusätzliche Fehler weitestgehend ausgeschlossen sind.

##### *3.1.1. Meßfehler*

Der gesamte Meßfehler einschließlich der Querempfindlichkeit gegenüber anderen Gasen (siehe Anhang III Anlage 5 Abschnitt 1.9) darf hinsichtlich der Anzeigegenauigkeit  $\pm 5 \%$  bzw. in bezug auf den Skalenendwert  $\pm 3,5 \%$  nicht überschreiten, wobei der jeweils kleinere Wert gilt. Bei Konzentrationen unter 100 ppm darf der Meßfehler  $\pm 4$  ppm nicht überschreiten.

##### *3.1.2. Wiederholbarkeit*

Die Wiederholbarkeit, definiert als das 2,5fache der Standardabweichung zehn wiederholter Ansprechreaktionen auf ein bestimmtes Kalibriergas, darf für die verwendeten Meßbereiche über 155 ppm (oder ppm C) höchstens  $\pm 1 \%$  der Skalenendkonzentration und für die verwendeten Meßbereiche unter 155 ppm (oder ppm C) höchstens  $\pm 2 \%$  betragen.

##### *3.1.3. Rauschen*

Das Peak-to-Peak-Ansprechen der Analysatoren auf Null- und Kalibriergase darf während eines Zeitraums von zehn Sekunden 2 % des Skalenendwerts bei allen verwendeten Bereichen nicht überschreiten.

##### *3.1.4. Nullpunktdrift*

Die Nullpunktdrift während eines Zeitraums von einer Stunde muß weniger als 2 % des Skalenendwerts beim niedrigsten verwendeten Bereich betragen. Der

Nullpunktwert wird als mittleres Ansprechen (einschließlich Rauschen) auf ein Nullgas in einem Zeitabschnitt von 30 Sekunden definiert.

#### **3.1.5**    *Meßbereichsdrift*

Die Meßbereichsdrift während eines Zeitraums von einer Stunde muß weniger als 2 % des Skalenendwerts beim niedrigsten verwendeten Bereich betragen. Als Meßbereich wird die Differenz zwischen Kalibrierausschlag und Nullpunktwert definiert. Der Meßbereichskalibrierausschlag wird definiert als mittlerer Ausschlag (einschließlich Rauschen) auf ein Meßbereichskalibriergas in einem Zeitabschnitt von 30 Sekunden.

### **3.2.    Gastrocknung**

Das wahlweise zu verwendende Gastrocknungsgerät muß die Konzentration der gemessenen Gase so gering wie möglich beeinflussen. Die Anwendung chemischer Trockner zur Entfernung von Wasser aus der Probe ist nicht zulässig.

### **3.3.    Analysegeräte**

Die bei der Messung anzuwendenden Grundsätze werden in den Abschnitten 3.3.1 bis 3.3.4 beschrieben. Eine ausführliche Darstellung der Meßsysteme ist in Anhang V enthalten. Die zu messenden Gase sind mit den nachfolgend aufgeführten Geräten zu analysieren. Bei nichtlinearen Analysatoren ist die Verwendung von Linearisierungsschaltkreisen zulässig.

#### **3.3.1**    *Kohlenmonoxid-(CO-)Analyse*

Der Kohlenmonoxidanalysator muß ein nichtdispersiver Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) sein.

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

Der Kohlendioxidanalysator muß ein nichtdispersiver Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) sein.

#### **3.3.3.**    *Kohlenwasserstoff-(HC-)Analyse*

Bei Dieselmotoren muß der Kohlenwasserstoffanalysator ein beheizter Flammenionisationsdetektor (HFID) mit Detektor, Ventilen, Rohrleitungen usw. sein, der so zu beheizen ist, daß die Gastemperatur auf  $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$  ( $190 \pm 10\text{ °C}$ ) gehalten wird. Bei NG-betriebenen und LPG-betriebenen Gasmotoren kann der Kohlenwasserstoffanalysator in Abhängigkeit von der verwendeten Methode ein nicht-beheizter Flammenionisationsdetektor (FID) sein (siehe Anhang V Abschnitt 1.3).

#### **3.3.4.**    *Nichtmethan-Kohlenwasserstoff-(NMHC-)Analyse (nur für NG-betriebene Gasmotoren)*

Nichtmethan-Kohlenwasserstoff-(NMHC)-Analyse (nur für NG-betriebene Gasmotoren)

#### 3.3.4.1. Gaschromatographische (GC-)Methode

Zur Bestimmung der Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe ist das mit einem bei 423 K (150 °C) konditioniertem Gaschromatographen (GC) analysierte Methan von den nach Abschnitt 3.3.3 gemessenen Kohlenwasserstoffen zu subtrahieren.

#### 3.3.4.2. Nicht-Methan-Cutter-(NMC-)Methode

Die Bestimmung der Nichtmethanfraktion erfolgt mittels eines beheizten, mit einem FID in Reihe angeordneten NMC gemäß Abschnitt 3.3.3, indem das Methan von den Kohlenstoffen subtrahiert wird.

#### 3.3.5. Stickoxid-(NO<sub>x</sub>-)Analyse

Der Stickoxidanalysator muß ein Chemilumineszenzdetektor (CLD) oder beheizter Chemilumineszenzdetektor (HCLD) mit einem NO<sub>2</sub>/NO-Konverter sein, wenn die Messung im trockenen Bezugszustand erfolgt. Bei Messung im feuchten Bezugszustand ist ein auf über 328 K (55 °C) gehaltener HCLD mit Konverter zu verwenden, vorausgesetzt, die Prüfung auf Wasserdampf-Querempfindlichkeit (siehe Anhang III Anlage 5 Abschnitt 1.9.2.2) ist erfüllt.

### 3.4. Probenahme von Emissionen gasförmiger Schadstoffe

#### 3.4.1. Rohabgas (nur ESC)

Die Probenahmesonden für gasförmige Emissionen müssen so angebracht sein, daß sie mindestens 0,5 m oder um das Dreifache des Durchmessers des Auspuffrohrs (je nachdem, welcher Wert höher ist) oberhalb vom Austritt der Auspuffanlage - soweit zutreffend - entfernt sind und sich so nahe am Motor befinden, daß eine Abgas-temperatur vom mindestens 343 K (70 °C) an der Sonde gewährleistet ist.

Bei einem Mehrzylindermotor mit einem verzweigten Auspuffkrümmer muß der Einlaß der Sonde so weit in Strömungsrichtung entfernt sein, daß die Probe für die durchschnittlichen Abgasemissionen aus allen Zylindern repräsentativ ist. Bei einem Mehrzylindermotor mit einzelnen Gruppen von Auspuffkrümmern, wie z.B. bei einem V-Motor, sind die Entnahme individueller Proben von jeder Gruppe und die Mittelwertbildung für die Abgasemission zulässig. Es können auch andere Methoden angewandt werden, die den obigen Methoden nachweislich entsprechen. Bei der Berechnung der Abgasemissionen ist der gesamte Abgasmassendurchsatz des Motors zugrunde zu legen.

Ist der Motor mit einer Anlage zur Abgasnachbehandlung versehen, so muß die Abgasprobe hinter dieser Anlage entnommen werden.

#### 3.4.2. Verdünntes Abgas (beim ETC vorgeschrieben, beim ESC wahlfrei)

Das Auspuffrohr zwischen dem Motor und dem Vollstromverdünnungssystem muß den Bestimmungen von Anhang V Abschnitt 2.3.1, EP, entsprechen.

Die Sonde(n) für die Entnahme der gasförmigen Emissionen muß (müssen) im Verdünnungstunnel an einer Stelle angebracht sein, wo Verdünnungsluft und Abgas gut vermischt sind, und sich nahe der Partikel-Probenahmesonde befinden.

Beim ETC kann die Probenahme nach zwei Methoden erfolgen:

- die Schadstoffproben werden über den gesamten Zyklus hinweg in einen Probenahmebeutel geleitet und nach Abschluß der Prüfung gemessen;
- die Schadstoffproben werden über den gesamten Zyklus hinweg fortlaufend entnommen und integriert; für HC und NO<sub>x</sub> ist diese Methode vorgeschrieben.

#### **4. PARTIKELBESTIMMUNG**

Die Bestimmung der Partikel erfordert ein Verdünnungssystem. Die Verdünnung kann mit einem Teilstrom- (nur ESC) oder Vollstromverdünnungssystem (bei ETC vorgeschrieben) erfolgen. Die Durchflußleistung des Verdünnungssystems muß so groß sein, daß keine Wasserkondensation im Verdünnungs- und Probenahmesystem auftritt und daß die Temperatur des verdünnten Abgases unmittelbar oberhalb der Filterhalter auf oder unter 325 K (52 °C) gehalten werden kann. Bei hoher Luftfeuchtigkeit ist es zulässig, die Verdünnungsluft vor Eintritt in das Verdünnungssystem zu entfeuchten. Die Temperatur der Verdünnungsluft muß 298 K ± 5 K (25 °C ± 5 °C) betragen. Bei einer Umgebungstemperatur von weniger als 293 K (20 °C) wird ein Vorheizen der Verdünnungsluft über den Temperaturgrenzwert von 303 K (30 °C) hinaus empfohlen. Jedoch darf die Temperatur der Verdünnungsluft vor der Einleitung des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht überschreiten.

Das Teilstromverdünnungssystem muß so beschaffen sein, daß eine Teilung des Abgasstroms erfolgt, wobei der kleinere Teil mit Luft verdünnt und anschließend zur Partikelmessung verwendet wird. Demzufolge ist eine sehr genaue Bestimmung des Verdünnungsverhältnisses erforderlich. Es können verschiedene Teilungsmethoden verwendet werden, wobei die Art der Teilung wesentlichen Einfluß auf die zu verwendenden Probenahmegeräte und -verfahren hat (Anhang V Abschnitt 2.2). Die Partikel-Probenahmesonde muß in der Nähe der Probenahmesonde für die gasförmigen Emissionen sowie entsprechend Abschnitt 3.4.1 angebracht sein.

Zur Bestimmung der Partikelmasse werden ein Partikel-Probenahmesystem, Partikel-Probenahmefilter, eine Mikrogramm-Waage und eine Wägekammer mit kontrollierter Temperatur und Luftfeuchtigkeit benötigt.

Bei der Partikel-Probenahme ist die Einzelfiltermethode anzuwenden, bei der für alle Prüfphasen des Prüfzyklus ein Filterpaar verwendet wird (siehe Abschnitt 4.1.3). Bei der ESC-Prüfung muß während der Probenahme phase der Prüfung stark auf die Sammelzeiten und die Durchsätze geachtet werden.

##### **4.1. Partikel-Probenahmefilter**

###### **4.1.1. Spezifikation der Filter**

Es werden fluorkohlenstoffbeschichtete Glasfaserfilter oder Fluorkohlenstoffmembranfilter benötigt. Bei allen Filtertypen muß der Abscheidegrad von 0,3µm DOP (Diocetylphthalat) bei einer Anströmgeschwindigkeit des Gases zwischen 35 und 80 cm/s mindestens 95 % betragen.

#### 4.1.2. Filtergröße

Die Partikelfilter müssen einen Minstdurchmesser von 47 mm haben (37 mm wirksamer Durchmesser). Filter mit größerem Durchmesser sind zulässig (Abschnitt 4.1.5).

#### 4.1.3. Haupt- und Nachfilter

Die verdünnten Abgase werden während der Prüffolge durch ein hintereinander angeordnetes Filterpaar (Hauptfilter und Nachfilter) geleitet. Das Nachfilter darf nicht weiter als 100 mm hinter dem Hauptfilter liegen und dieses nicht berühren. Die Filter können getrennt oder paarweise — die beaufschlagten Seiten einander zugekehrt — gewogen werden.

#### 4.1.4. Filteranströmgeschwindigkeit

Es muß eine Gasanströmgeschwindigkeit durch das Filter von 35 bis 80 cm/s erreicht werden. Die Steigerung des Druckabfalls zwischen Beginn und Ende der Prüfung darf 25 kPa nicht überschreiten.

#### 4.1.5. Filterbeladung

Die empfohlene minimale Filterbeladung beträgt 0,5 mg/1 075 mm<sup>2</sup> wirksamer Filterbereich. Die Werte für die gebräuchlichsten Filtergrößen sind in Tabelle 9 enthalten.

*Tabelle 9*

Empfohlene Filterbeladung

| Filterdurchmesser<br>(mm) | Empfohlener Durchmesser des<br>wirksamen Filterbereichs<br>(mm) | Empfohlene minimale<br>Filterbeladung<br>(mg) |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 47                        | 37                                                              | 0,5                                           |
| 70                        | 60                                                              | 1,3                                           |
| 90                        | 80                                                              | 2,3                                           |
| 110                       | 100                                                             | 3,6                                           |

### 4.2. Spezifikation der Wägekammer und der Analysenwaage

#### 4.2.1. Bedingungen für die Wägekammer

Die Temperatur der Kammer (oder des Raumes), in der (dem) die Partikelfilter konditioniert und gewogen werden, ist während der gesamten Dauer des Konditionierungs- und Wägevorgangs auf 295 K  $\pm$  3 K (22 °C  $\pm$  3 °C) zu halten. Die Luftfeuchtigkeit ist auf einem Taupunkt von 282,5 K  $\pm$  3 K (9,5 °C  $\pm$  3 °C) und auf einer relativen Feuchtigkeit von 45  $\pm$  8 % zu halten.

#### 4.2.2. Vergleichsfilterwägung

Die Umgebungsluft der Wägekammer (oder des Wägeraums) muß frei von jeglichen Schmutzstoffen (beispielsweise Staub) sein, die sich während der Stabilisierung der Partikelfilter auf diesen absetzen könnten. Störungen der in Abschnitt 4.2.1 dargelegten Spezifikationen für den Wägeraum sind zulässig, wenn ihre Dauer 30 Minuten nicht überschreitet. Der Wägeraum soll den vorgeschriebenen Spezifikationen entsprechen, ehe das Personal ihn betritt. Wenigstens zwei unbenutzte Vergleichsfilter oder Vergleichsfilterpaare sind vorzugsweise gleichzeitig mit den Probenahmefiltern (oder Filterpaaren) zu wiegen, höchstens jedoch in einem Abstand von vier Stunden zu diesen. Die Vergleichsfilter müssen dieselbe Größe haben und aus demselben Material bestehen wie die Probenahmefilter.

Wenn sich das Durchschnittsgewicht der Vergleichsfilter(-paare) zwischen den Wägungen der Probenahmefilter um mehr als  $\pm 5\%$  ( $\pm 7,5\%$  je Filterpaar) der empfohlenen minimalen Filterbeladung (Abschnitt 4.1.5) ändert, sind alle Probenahmefilter zu entfernen, und die Abgasemissionsprüfung ist zu wiederholen.

Wenn die in Abschnitt 4.2.1 angegebenen Stabilitätskriterien für den Wägeraum nicht erfüllt sind, aber bei der Wägung des Vergleichsfilters (-filterpaares) die obigen Kriterien eingehalten wurden, kann der Motorenhersteller entweder die ermittelten Gewichte der Probenahmefilter anerkennen oder die Prüfungen für ungültig erklären, wobei das Kontrollsystem des Wägeraums zu justieren und die Prüfung zu wiederholen ist.

#### 4.2.3. Analysenwaage

Die zur Bestimmung der Gewichte sämtlicher Filter benutzte Analysenwaage muß eine Genauigkeit (Standardabweichung) von  $20\mu\text{g}$  und eine Auflösung von  $10\mu\text{g}$  (1 Stelle =  $10\mu\text{g}$ ) haben. Bei Filtern mit einem Durchmesser von weniger als 70 mm sind eine Genauigkeit und Auflösung von  $2\mu\text{g}$  bzw.  $1\mu\text{g}$  erforderlich.

### 4.3. Zusatzbestimmungen für die Partikelmessung

Alle mit den Rohabgasen oder verdünnten Abgasen in Berührung kommenden Teile des Verdünnungssystems und des Probenahmesystems vom Auspuffrohr bis zum Filterhalter sind so auszulegen, daß die Ablagerung der Partikel darauf und die Veränderung der Partikel so gering wie möglich gehalten werden. Alle Teile müssen aus elektrisch leitendem Material bestehen, das mit den Bestandteilen der Abgase nicht reagiert; es muß zur Vermeidung elektrostatischer Effekte geerdet sein.

## 5. RAUCHMESSUNG

Im folgenden Abschnitt werden die Spezifikationen für die vorgeschriebenen und die fakultativ einsetzbaren Prüfgeräte beschrieben, die für die ELR-Prüfung zu verwenden sind. Zur Rauchmessung ist ein Trübungsmesser zu verwenden, der über einen Anzeigemodus für die Trübung und den Lichtabsorptionskoeffizienten verfügt. Die Trübungsanzeige ist nur zur Kalibrierung und zur Überprüfung des Trübungsmessers zu verwenden. Die Messung der Rauchwerte im Prüfzyklus erfolgt im Anzeigemodus des Lichtabsorptionskoeffizienten.

## 5.1. Allgemeine Vorschriften

Bei der ELR-Prüfung ist die Anwendung eines Systems zur Rauchgasmessung und Datenverarbeitung vorgeschrieben, das aus drei funktionellen Einheiten besteht. Diese Einheiten können zu einem einzigen Bauteil vereint oder miteinander zu einem System verbunden werden. Es handelt sich um folgende drei Einheiten:

- einen Trübungsmesser, der den Spezifikationen von Anhang V Abschnitt 3 entspricht;
- eine Datenverarbeitungseinheit, die die in Anhang III, Anlage 1 Abschnitt 6 beschriebenen Funktionen ausführen kann;
- einen Drucker und/oder ein elektronisches Speichermedium zur Aufzeichnung und Ausgabe der benötigten Rauchwerte nach Anhang III Anlage 1 Abschnitt 6.3.

## 5.2. Spezifische Vorschriften

### 5.2.1. Linearität

Die Linearität muß  $\pm 2 \%$  Trübung betragen.

### 5.2.2. Nullpunktdrift

Die Nullpunktdrift während eines Zeitraums von einer Stunde darf  $\pm 1 \%$  Trübung nicht überschreiten.

### 5.2.3. Anzeige und Meßbereich des Trübungsmessers

Bei Anzeige der Trübung muß der Meßbereich 0—100 % Trübung und die Anzeigegenauigkeit 0,1 % Trübung betragen. Bei Anzeige des Lichtabsorptionskoeffizienten muß der Meßbereich 0—30 m<sup>-1</sup> Lichtabsorptionskoeffizient und die Anzeigegenauigkeit 0,01 m<sup>-1</sup> Lichtabsorptionskoeffizient betragen.

### 5.2.4. Ansprechzeit der Instrumente

Die physikalische Ansprechzeit des Trübungsmessers darf 0,2 s nicht überschreiten. Die physikalische Ansprechzeit ist die zeitliche Differenz zwischen dem Erreichen von 10 % und 90 % des Zeigervollausschlags durch den Ausgabewert eines Schnellreaktionsempfängers, wenn sich die Trübung des zu messenden Gases in weniger als 0,1 s ändert.

Die elektrische Ansprechzeit des Trübungsmessers darf 0,05 s nicht überschreiten. Die elektrische Ansprechzeit ist die zeitliche Differenz zwischen dem Erreichen von 10 % und 90 % des Skalenendwerts durch den Ausgabewert des Trübungsmessers, wenn die Lichtquelle in weniger als 0,01 s unterbrochen wird oder völlig verlischt.

### 5.2.5. Neutralfilter

Wird bei der Kalibrierung des Trübungsmessers, bei Linearitätsmessungen oder bei der Meßbereichseinstellung ein Neutralfilter verwendet, so muß sein Wert mit einer Genauigkeit von 1,0 % der Trübung bekannt sein. Der Nennwert des Filters ist

mindestens einmal jährlich auf seine Genauigkeit hin zu überprüfen, wobei ein auf eine nationale oder internationale Norm zurückzuführendes Bezugsfilter zu verwenden ist.

Neutralfilter sind Präzisionsinstrumente, die bei der Verwendung leicht beschädigt werden können. Die Handhabung sollte auf ein Mindestmaß beschränkt werden und, falls sie unumgänglich ist, mit Sorgfalt erfolgen, um Kratzer und Verschmutzungen des Filters zu vermeiden.

## KALIBRIERVERFAHREN

### 1. KALIBRIERUNG DER ANALYSEGERÄTE

#### 1.1. Einleitung

Jedes Analysegerät ist so oft wie nötig zu kalibrieren, damit es den in dieser Richtlinie festgelegten Anforderungen an die Genauigkeit entspricht. Das bei den Analysegeräten nach Anhang III Anlage 4 Abschnitt 3 sowie Anhang V Abschnitt 1 anzuwendende Kalibrierverfahren ist in diesem Abschnitt beschrieben.

#### 1.2. Kalibriergase

Die Haltbarkeitsdauer aller Kalibriergase ist zu beachten.

Das vom Hersteller angegebene Verfallsdatum der Kalibriergase ist aufzuzeichnen.

##### 1.2.1. Reine Gase

Die erforderliche Reinheit der Gase ergibt sich aus den untenstehenden Grenzwerten der Verunreinigung. Folgende Gase müssen verfügbar sein:

Gereinigter Stickstoff

(Verunreinigung  $\leq 1$  ppm C1,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,1$  ppm NO)

Gereinigter Sauerstoff

(Reinheitsgrad  $> 99,5$  Vol.-% O<sub>2</sub>)

Wasserstoff-Helium-Gemisch

( $40 \pm 2$  % Wasserstoff, Rest Helium)

(Verunreinigung  $\leq 1$  ppm C1,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>)

Gereinigte synthetische Luft

(Verunreinigung  $\leq 1$  ppm C1,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,1$  ppm NO)

(Sauerstoffgehalt 18-21 Vol.-%)

Gereinigtes Propan oder CO bei der CVS-Überprüfung.

##### 1.2.2. Kalibrier- und Meßgase

Gasgemische mit folgender chemischer Zusammensetzung müssen verfügbar sein:

C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> und gereinigte synthetische Luft (siehe Nummer 1.2.1);

CO und gereinigter Stickstoff;

NO<sub>x</sub> und gereinigter Stickstoff (die in diesem Kalibriergas enthaltene NO<sub>2</sub>-Menge darf 5 % des NO-Gehalts nicht übersteigen);

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

CH<sub>4</sub> und gereinigte synthetische Luft,

C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> und gereinigte synthetische Luft.

*Anmerkung:* Andere Gaskombinationen sind zulässig, sofern die Gase nicht miteinander reagieren.

Die tatsächliche Konzentration eines Kalibriergases muß innerhalb von  $\pm 2 \%$  des Nennwerts liegen. Alle Kalibriergaskonzentrationen sind als Volumenanteil auszudrücken (Volumenprozent oder ppm als Volumenanteil).

Die zur Kalibrierung verwendeten Gase können auch mit Hilfe eines Gasteilers, durch Zusatz von gereinigtem N<sub>2</sub> oder durch Zusatz von gereinigter synthetischer Luft gewonnen werden. Die Mischvorrichtung muß so ausgelegt sein, daß die Konzentrationen der Kalibriergasgemische mit einer Genauigkeit von  $\pm 2 \%$  bestimmt werden können.

### **1.3. Einsatz der Analyse- und Probenahmeegeräte**

Bei Einsatz der Analysegeräte sind die Anweisungen der Gerätehersteller für die Inbetriebnahme und den Betrieb zu beachten. Die in den Abschnitten 1.4 bis 1.9 angegebenen Mindestanforderungen sind einzuhalten.

### **1.4. Dichtheitsprüfung**

Das System ist einer Dichtheitsprüfung zu unterziehen. Die Sonde ist aus der Abgasanlage zu entfernen, und deren Ende ist zu verschließen. Die Pumpe des Analysegerätes ist einzuschalten. Nach einer vorangegangenen Stabilisierungsphase müssen alle Durchflußmesser Null anzeigen. Ist dies nicht der Fall, so sind die Entnahmeleitungen zu überprüfen, und der Fehler ist zu beheben.

Die maximal zulässige Undichtheitsrate auf der Unterdruckseite beträgt 0,5 % des tatsächlichen Durchsatzes für den geprüften Teil des Systems. Die Analysatoren- und Bypass-Durchsätze können zur Schätzung der tatsächlichen Durchsätze verwendet werden.

Eine weitere Methode ist die Schrittänderung der Konzentration am Anfang der Probenahmeleitung durch Umstellung von Null- auf Kalibriergas. Zeigt der Ablesewert nach einem ausreichend langen Zeitraum eine im Vergleich zur eingeführten Konzentration geringere Konzentration an, so deutet dies auf Probleme mit der Kalibrierung oder Dichtheit hin.

## **1.5. Kalibrierverfahren**

### *1.5.1. Geräteschrank*

Sämtliche Geräte sind zu kalibrieren, und die Kalibrierkurven sind mit Hilfe von Kalibriergasen zu überprüfen. Der Gasdurchsatz muß der gleiche wie bei der Probenahme sein.

### *1.5.2. Aufheizzeit*

Die Aufheizzeit richtet sich nach den Empfehlungen des Herstellers. Sind dazu keine Angaben vorhanden, so wird für das Aufheizen der Analysegeräte eine Mindestzeit von zwei Stunden empfohlen.

### *1.5.3. NDIR- und HFID-Analysatoren*

Der NDIR-Analysator muß erforderlichenfalls abgeglichen und die Flamme des HFID-Analysators optimiert werden (Abschnitt 1.8.1).

### *1.5.4. Kalibrierung*

Jeder bei normalem Betrieb verwendete Meßbereich ist zu kalibrieren.

Die CO-, CO<sub>2</sub>-, NO<sub>x</sub>-, und HC-Analysatoren sind unter Verwendung von gereinigter synthetischer Luft (oder Stickstoff) auf Null einzustellen.

Die entsprechenden Kalibriergase sind in die Analysatoren einzuleiten und die Werte aufzuzeichnen, und die Kalibrierkurve ist gemäß Nummer 1.5.5 zu ermitteln.

Die Nulleinstellung ist nochmals zu überprüfen und das Kalibrierverfahren erforderlichenfalls zu wiederholen.

### *1.5.5. Ermittlung der Kalibrierkurve*

#### *1.5.5.1. Allgemeine Hinweise*

Die Kalibrierkurve des Analysegerätes wird mit Hilfe von mindestens fünf Kalibrierpunkten (außer Null) ermittelt, die in möglichst gleichen Abständen angeordnet sein sollen. Der Nennwert der höchsten Konzentration darf nicht weniger als 90 % des Skalenendwerts betragen.

Die Kalibrierkurve wird nach der Fehlerquadratmethode berechnet. Falls der sich ergebende Grad des Polynoms größer als 3 ist, muß die Zahl der Kalibrierpunkte (einschließlich Null) mindestens gleich diesem Grad plus 2 sein.

Die Kalibrierkurve darf höchstens um  $\pm 2\%$  vom Nennwert jedes Kalibrierpunktes und höchstens um  $\pm 1\%$  des Skalenendwerts bei Null abweichen.

Anhand der Kalibrierkurve und der Kalibrierpunkte kann festgestellt werden, ob die Kalibrierung richtig durchgeführt wurde. Die verschiedenen Kenndaten des Analysegeräts sind anzugeben, insbesondere

- Meßbereich

- Empfindlichkeit
- Datum der Kalibrierung.

#### 1.5.5.2. Kalibrierung bei weniger als 15 % des Skalenendwerts

Die Kalibrierkurve des Analysegerätes wird mit Hilfe von mindestens vier zusätzlichen, nominell im gleichen Abstand voneinander angeordneten Kalibrierpunkten (außer Null) ermittelt, die unterhalb von 15 % des Skalenendwerts liegen.

Die Kalibrierkurve wird nach der Fehlerquadratmethode berechnet.

Die Kalibrierkurve darf vom Nennwert jedes Kalibrierpunktes höchstens um  $\pm 4 \%$  und vom Skalenendwert bei Null um höchstens  $\pm 1 \%$  abweichen.

Diese Bestimmungen gelten nicht bei einem Skalenendwert von bis zu 155 ppm.

#### 1.5.5.3. Andere Methoden

Wenn nachgewiesen werden kann, daß sich mit anderen Methoden (z. B. Computer, elektronisch gesteuerter Bereichsumschalter) die gleiche Genauigkeit erreichen läßt, so dürfen auch diese benutzt werden.

### 1.6. Überprüfung der Kalibrierung

Jeder bei normalem Betrieb verwendete Betriebsbereich ist vor jeder Analyse wie folgt zu überprüfen:

Die Kalibrierung wird unter Verwendung eines Nullgases und eines Kalibriergases überprüft, dessen Nennwert mehr als 80 % des Skalenendwerts des Meßbereichs beträgt.

Weicht bei den beiden untersuchten Punkten der ermittelte Wert um höchstens  $\pm 4 \%$  des Skalenendwerts vom angegebenen Bezugswert ab, so können die Einstellparameter geändert werden. Sollte dies nicht der Fall sein, so ist eine neue Kalibrierkurve nach den Vorschriften von Abschnitt 1.5.5 zu ermitteln.

### 1.7. Prüfung der Wirksamkeit des NO<sub>x</sub>-Konverters

Der Wirkungsgrad des Konverters, der zur Umwandlung von NO<sub>2</sub> in NO verwendet wird, ist gemäß den Abschnitten 1.7.1 bis 1.7.8 zu bestimmen (Abbildung 6).

#### 1.7.1. Prüfanordnung

Der Wirkungsgrad des Konverters kann mit Hilfe eines Ozongenerators entsprechend der in Abbildung 6 (siehe auch Anhang III Anlage 4 Abschnitt 3.3.5) dargestellten Prüfanordnung nach dem folgenden Verfahren bestimmt werden.

#### 1.7.2. Kalibrierung

Der CLD und der HCLD sind in dem am meisten verwendeten Meßbereich nach den Angaben des Herstellers unter Verwendung von Null- und Kalibriergas (dessen NO-Gehalt ungefähr 80 % des Meßbereichs entsprechen muß; die NO<sub>2</sub>-Konzentration

des Gasgemischs muß weniger als 5 % der NO-Konzentration betragen) zu kalibrieren. Der NO<sub>x</sub>-Analysator muß auf den NO-Betriebszustand eingestellt sein, so daß das Kalibriergas nicht durch den Konverter strömt. Die angezeigte Konzentration ist aufzuzeichnen.

### 1.7.3 Berechnung

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

$$\text{Wirk.grad (\%)} = \left( 1 + \frac{a - b}{c - d} \right) \times 100$$

Hierbei bedeuten:

- a = NO<sub>x</sub>-Konzentration nach Abschnitt 1.7.6
- b = NO<sub>x</sub>-Konzentration nach Abschnitt 1.7.7
- c = NO-Konzentration nach Abschnitt 1.7.4
- d = NO-Konzentration nach Abschnitt 1.7.5

### 1.7.4. Zusatz von Sauerstoff

Über ein T-Verbindungsstück wird dem durchströmenden Gas kontinuierlich Sauerstoff oder Nullluft zugesetzt, bis die angezeigte Konzentration ungefähr 20 % niedriger als die angezeigte Kalibrierkonzentration nach Abschnitt 1.7.2 ist. (*Der Analysator befindet sich im NO-Betriebszustand.*) Die angezeigte Konzentration c ist aufzuzeichnen. Der Ozongenerator bleibt während des gesamten Vorgangs ausgeschaltet.

### 1.7.5. Einschalten des Ozongenerators

Anschließend wird der Ozongenerator eingeschaltet, um so viel Ozon zu erzeugen, daß die NO-Konzentration auf 20 % (Mindestwert 10 %) der Kalibrierkonzentration nach Abschnitt 1.7.2 zurückgeht. Die angezeigte Konzentration d ist aufzuzeichnen. (*Der Analysator befindet sich im NO-Betriebszustand.*)

### 1.7.6. NO<sub>x</sub>-Betriebszustand

Der NO-Analysator wird dann auf den NO<sub>x</sub>-Betriebszustand umgeschaltet, wodurch das Gasgemisch (bestehend aus NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>) nun durch den Konverter strömt. Die angezeigte Konzentration a ist aufzuzeichnen. (*Der Analysator befindet sich im NO<sub>x</sub>-Betriebszustand.*)

### 1.7.7. Ausschalten des Ozongenerators

Danach wird der Ozongenerator ausgeschaltet. Das Gasgemisch nach Abschnitt 1.7.6 strömt durch den Konverter in den Meßteil. Die angezeigte Konzentration b ist aufzuzeichnen. (*Der Analysator befindet sich im NO<sub>x</sub>-Betriebszustand.*)

#### 1.7.8. NO-Betriebszustand

Wird bei abgeschaltetem Ozongenerator auf den NO-Betriebszustand umgeschaltet, so wird auch der Zustrom von Sauerstoff oder synthetischer Luft abgesperrt. Der am Analysegerät angezeigte  $\text{NO}_x$ -Wert darf dann von dem nach Abschnitt 1.7.2 gemessenen Wert um höchstens  $\pm 5\%$  abweichen. (Der Analysator befindet sich im NO-Betriebszustand.)

#### 1.7.9. Prüfabstände

Der Wirkungsgrad des Konverters ist vor jeder Kalibrierung des  $\text{NO}_x$ -Analysators zu bestimmen.

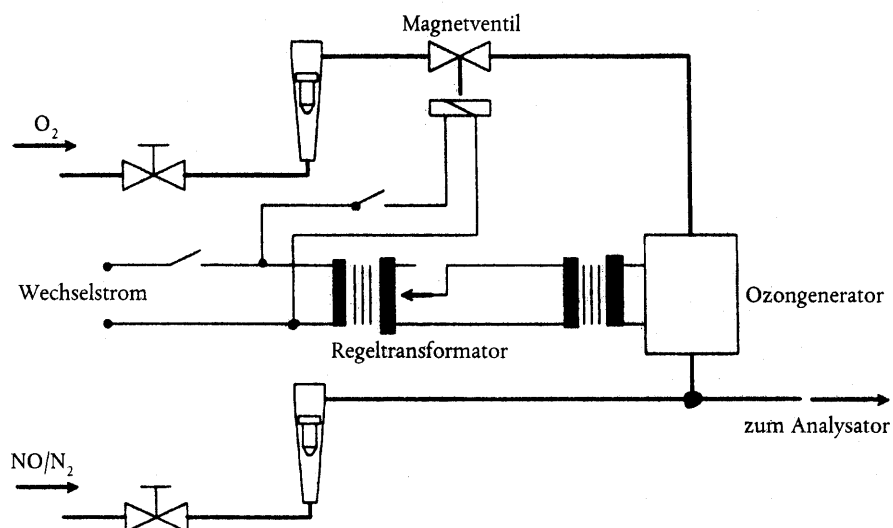
#### 1.7.10. Vorgeschriebener Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad des Konverters darf nicht geringer als 90 % sein, doch wird ein über 95 % liegender Wirkungsgrad ausdrücklich empfohlen.

*Anmerkung:* Kann der Ozongenerator bei Einstellung des Analysators auf den am meisten verwendeten Meßbereich keinen Rückgang von 80 % auf 20 % gemäß Abschnitt 1.7.5 bewirken, so ist der größte Bereich zu verwenden, mit dem der Rückgang bewirkt werden kann.

Abbildung 6

### Schematische Darstellung des Gerätes zur Bestimmung des Wirkungsgrades des $\text{NO}_2$ -Konverters



## 1.8. Einstellung des FID

### 1.8.1. Optimierung des Ansprechverhaltens des Detektors

Der HFID ist nach den Angaben des Geräteherstellers einzustellen. Um das Ansprechverhalten zu optimieren, ist in dem am meisten verwendeten Betriebsbereich ein Kalibriergas aus Propan in Luft zu verwenden.

Bei einer Einstellung des Kraftstoff- und Luftdurchsatzes, die den Empfehlungen des Herstellers entspricht, ist ein Kalibriergas von  $350 \pm 75$  ppm C in den Analysator einzuleiten. Das Ansprechverhalten bei einem bestimmten Kraftstoffdurchsatz ist anhand der Differenz zwischen dem Kalibriergas-Ansprechen und dem Nullgas-Ansprechen zu ermitteln. Der Kraftstoffdurchsatz ist inkremental ober- und unterhalb der Herstellerangabe einzustellen. Das Ansprechverhalten des Kalibrier- und des Nullgases bei diesen Kraftstoffdurchsätzen ist aufzuzeichnen. Die Differenz zwischen dem Kalibrier- und dem Nullgas-Ansprechen ist in Kurvenform aufzutragen und der Kraftstoffdurchsatz auf die fette Seite der Kurve einzustellen.

#### 1.8.2. *Responsfaktoren für Kohlenwasserstoffe*

Der Analysator ist unter Verwendung von Propan in Luft und gereinigter synthetischer Luft entsprechend Abschnitt 1.5 zu kalibrieren.

Die Responsfaktoren sind bei Inbetriebnahme eines Analysegerätes und später nach wesentlichen Wartungsterminen zu bestimmen. Der Responsfaktor ( $R_f$ ) für einen bestimmten Kohlenwasserstoff ist das Verhältnis des am FID angezeigten C1-Wertes zur Konzentration in der Gasflasche, ausgedrückt in ppm C1.

Die Konzentration des Prüfgases muß so hoch sein, daß ungefähr 80 % des Skalenendwerts angezeigt werden. Die Konzentration muß mit einer Genauigkeit von  $\pm 2$  %, bezogen auf einen gravimetrischen Normwert, ausgedrückt als Volumen, bekannt sein. Außerdem muß die Gasflasche zuvor 24 Stunden lang bei  $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$  ( $25^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ) konditioniert werden.

Die zu verwendenden Prüfgase und die empfohlenen Responsfaktoren sind bei

Methan und gereinigter synthetischer Luft  $1,00 \leq R_f \leq 1,15$

Propylen und gereinigter synthetischer Luft  $0,90 \leq R_f \leq 1,10$

Toluol und gereinigter synthetischer Luft  $0,90 \leq R_f \leq 1,10$

Diese Werte sind bezogen auf den Responsfaktor ( $R_f$ ) von 1,00 für Propan und gereinigte synthetische Luft.

#### 1.8.3. *Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit*

Die Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit ist bei Inbetriebnahme eines Analysegeräts und nach wesentlichen Wartungsterminen vorzunehmen.

Der Responsfaktor ist in Abschnitt 1.8.2 definiert und dementsprechend zu ermitteln. Das zu verwendende Prüfgas und der empfohlene Responsfaktor sind bei

Propan und Stickstoff  $0,95 \leq R_f \leq 1,05$

Dieser Wert ist bezogen auf einen Responsfaktor ( $R_f$ ) von 1,00 für Propan und gereinigte synthetische Luft.

Die Sauerstoffkonzentration in der Brennerluft des FID darf von der Sauerstoffkonzentration der Brennerluft, die bei der zuletzt durchgeführten Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit verwendet wurde, höchstens um  $\pm 1 \text{ Mol } \%$

abweichen. Ist die Differenz größer, muß die Sauerstoffquerempfindlichkeit überprüft und der Analysator gegebenenfalls justiert werden.

#### 1.8.4. Wirkungsgrad des Nicht-Methan-Cutters (NMC, nur für NG-betriebene Gasmotoren)

Der NMC entfernt die Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe aus der Gasprobe, indem er alle Kohlenwasserstoffe außer Methan oxidiert. Im Idealfall beträgt die Umwandlung bei Methan 0 % und bei den anderen Kohlenwasserstoffen, repräsentiert durch Ethan, 100 %. Um eine genaue Messung der NMHC zu ermöglichen, sind die beiden Wirkungsgrade zu bestimmen und zur Berechnung des Massendurchsatzes der NMHC-Emissionen heranzuziehen (siehe Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.3).

##### 1.8.4.1. Wirkungsgrad gegenüber Methan

Methan-Kalibriergas ist mit und ohne Umgehung des NMC durch den FID zu leiten, und die beiden Konzentrationen sind aufzuzeichnen. Der Wirkungsgrad ist wie folgt zu ermitteln:

$$CE_M = 1 - (\text{conc}_w / \text{conc}_{w/o})$$

Hierbei bedeuten:

$\text{conc}_w$  = HC-Konzentration bei Durchfluß von  $\text{CH}_4$  durch den NMC

$\text{conc}_{w/o}$  = HC-Konzentration bei Umleitung von  $\text{CH}_4$  um den NMC

##### 1.8.4.2. Wirkungsgrad gegenüber Ethan

Ethan-Kalibriergas ist mit und ohne Umgehung des NMC durch den FID zu leiten, und die beiden Konzentrationen sind aufzuzeichnen. Der Wirkungsgrad ist wie folgt zu ermitteln:

$$CE_E = 1 - \frac{\text{conc}_w}{\text{conc}_{w/o}}$$

Hierbei bedeuten:

$\text{conc}_w$  = HC-Konzentration bei Durchfluß von  $\text{C}_2\text{H}_6$  durch den NMC

$\text{conc}_{w/o}$  = HC-Konzentration bei Umleitung von  $\text{C}_2\text{H}_6$  um den NMC

### 1.9. Querempfindlichkeiten bei $\text{CO}$ -, $\text{CO}_2$ - und $\text{NO}_x$ -Analysatoren

Die Gase, die neben dem zu analysierenden Gas im Abgas enthalten sind, können den Ablesewert auf verschiedene Weise beeinflussen. Eine positive Querempfindlichkeit ergibt sich bei NDIR-Geräten, wenn das beeinträchtigende Gas dieselbe Wirkung zeigt wie das gemessene Gas, jedoch in geringerem Maße. Eine negative Querempfindlichkeit ergibt sich bei NDIR-Geräten, indem das beeinträchtigende Gas die Absorptionsbande des gemessenen Gases verbreitert, und bei CLD-Geräten, indem das beeinträchtigende Gas die Strahlung unterdrückt. Die Prüfungen der Querempfindlichkeit nach den Abschnitten 1.9.1 und 1.9.2 sind vor der Inbetriebnahme des Analysators und nach wesentlichen Wartungsterminen durchzuführen.

### 1.9.1. Kontrolle der Querempfindlichkeit des CO-Analysators

Wasser und CO<sub>2</sub> können die Leistung des CO-Analysators beeinträchtigen. Daher läßt man ein bei der Prüfung verwendetes CO<sub>2</sub>-Kalibriergas mit einer Konzentration von 80 bis 100 % des Skalenendwerts des bei der Prüfung verwendeten maximalen Betriebsbereichs bei Raumtemperatur durch Wasser perlen, wobei das Ansprechverhalten des Analysators aufzuzeichnen ist. Das Ansprechverhalten des Analysators darf bei Bereichen ab 300 ppm höchstens 1 % des Skalenendwerts und bei Bereichen unter 300 ppm höchstens 3 ppm betragen.

### 1.9.2. Kontrollen der Querempfindlichkeit beim NO<sub>x</sub>-Analysator

Zwei Gase, die bei CLD- (und HCLD-) Analysatoren besonderer Berücksichtigung bedürfen, sind CO<sub>2</sub> und Wasserdampf. Die Querempfindlichkeit dieser Gase ist ihren Konzentrationen proportional und erfordert daher Prüftechniken zur Bestimmung der Querempfindlichkeit bei den während der Prüfung erwarteten Höchstkonzentrationen.

#### 1.9.2.1. Kontrolle der CO<sub>2</sub> -Querempfindlichkeit

Ein CO<sub>2</sub>-Kalibriergas mit einer Konzentration von 80 bis 100 % des Skalenendwerts des maximalen Meßbereichs ist durch den NDIR-Analysator zu leiten und der CO<sub>2</sub>-Wert als A aufzuzeichnen. Danach ist das Gas zu etwa 50 % mit NO-Kalibriergas zu verdünnen und durch den NDIR und den (H)CLD zu leiten, wobei der CO<sub>2</sub>-Wert und der NO-Wert als B bzw. C aufzuzeichnen sind. Das CO<sub>2</sub> ist abzusperren und nur das NO-Kalibriergas durch den (H)CLD zu leiten, und der NO-Wert ist als D aufzuzeichnen.

Die Querempfindlichkeit, die nicht größer als 3 % des Skalenendwerts sein darf, wird wie folgt berechnet:

$$\% \text{ Querempf.} = \left[ 1 - \left( \frac{C \times A}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100$$

Hierbei bedeuten:

- A = die mit dem NDIR gemessene Konzentration des unverdünnten CO<sub>2</sub> in %
- B = die mit dem NDIR gemessene Konzentration des verdünnten CO<sub>2</sub> in %
- C = die mit dem (H)CLD gemessene Konzentration des verdünnten NO in ppm
- D = die mit dem (H)CLD gemessene Konzentration des unverdünnten NO in ppm

Es können andere Methoden zur Verdünnung und Quantifizierung von CO<sub>2</sub>- und NO-Kalibriergas wie beispielsweise dynamisches Mischen verwendet werden.

#### 1.9.2.2. Kontrolle der Wasserdampf-Querempfindlichkeit

Diese Überprüfung gilt nur für Konzentrationsmessungen des feuchten Gases. Bei der Berechnung der Wasserdampf-Querempfindlichkeit ist die Verdünnung des NO-Kalibriergases mit Wasserdampf und die Skalierung der Wasserdampfkonzentration

des Gemischs im Vergleich zu der während der Prüfung erwarteten Konzentration zu berücksichtigen.

Ein NO-Kalibriergas mit einer Konzentration von 80 bis 100 % des Skalenendwerts des normalen Betriebsbereichs ist durch den (H)CLD zu leiten und der NO-Wert als D aufzuzeichnen. Das NO-Gas muß bei Raumtemperatur durch Wasser perlen und durch den (H)CLD geleitet werden, und der NO-Wert ist als C aufzuzeichnen. Der absolute Betriebsdruck des Analysators und die Wassertemperatur sind zu bestimmen und als E bzw. F aufzuzeichnen. Der Sättigungsdampfdruck des Gemischs, der der Temperatur des Wassers in der Waschflasche F entspricht, ist zu bestimmen und als G aufzuzeichnen. Die Wasserdampfkonzentration (H, in %) des Gemischs ist wie folgt zu berechnen:

$$H = 100 \times (G/E)$$

Die erwartete Konzentration (De) des verdünnten NO-Kalibriergases (in Wasserdampf) ist wie folgt zu berechnen:

$$De = D \times (1 - H/100)$$

Bei Dieselaabgasen ist die maximale bei der Prüfung erwartete Wasserdampfkonzentration im Abgas (Hm, in %) anhand der Konzentration des unverdünnten CO<sub>2</sub>-Kalibriergases (A, wie in Abschnitt 1.9.2.1 gemessen) - ausgehend von einem Atomverhältnis H/C des Kraftstoffs von 1,8 zu 1 - wie folgt zu schätzen:

$$Hm = 0,9 \times A$$

Die Wasserdampf-Querempfindlichkeit, die nicht größer als 3 % sein darf, ist wie folgt zu berechnen:

$$\% \text{ Querempfindlichkeit} = 100 \times ((De - C)/De) \times (Hm/H)$$

Hierbei bedeuten:

De = erwartete Konzentration des verdünnten NO in ppm

C = Konzentration des verdünnten NO in ppm

Hm = maximale Wasserdampfkonzentration in %

H = tatsächliche Wasserdampfkonzentration in %

*Anmerkung:* Es ist darauf zu achten, daß das NO-Kalibriergas bei dieser Überprüfung eine minimale NO<sub>2</sub>-Konzentration aufweist, da die Absorption von NO<sub>2</sub> in Wasser bei den Querempfindlichkeitsberechnungen nicht berücksichtigt wurde.

#### **1.10. Abstände zwischen den Kalibrierungen**

Die Analysatoren sind mindestens alle drei Monate sowie nach jeder Reparatur des Systems oder Veränderung, die die Kalibrierung beeinflussen könnte, entsprechend Abschnitt 1.5 zu kalibrieren.

## 2. KALIBRIERUNG DES CVS-SYSTEMS

### 2.1. Allgemeines

Das CVS-System wird mit einem Präzisionsdurchflußmesser, der auf nationale oder internationale Normen zurückzuführen ist, und einem Durchflußregler kalibriert. Der Durchfluß im System wird bei verschiedenen Druckwerten gemessen, ebenso werden die Regelkenngrößen des Systems ermittelt und ins Verhältnis zu den Durchflüssen gesetzt.

Es können mehrere Typen von Durchflußmessern verwendet werden, z.B. kalibriertes Venturi-Rohr, kalibrierter Laminardurchflußmesser, kalibrierter Flügelrad-durchflußmesser.

### 2.2. Kalibrierung der Verdrängerpumpe (PDP)

Sämtliche 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 lineare Gleichung, die das Verhältnis zwischen dem Pumpendurchsatz und der Korrelationsfunktion ausdrückt, wird sodann aufgestellt. Hat die Pumpe des CVS-Systems mehrere Antriebsgeschwindigkeiten, so muß für jede verwendete Geschwindigkeit eine Kalibrierung vorgenommen werden. Während der Kalibrierung ist eine gleichbleibende Temperatur zu gewährleisten.

#### 2.2.1. Analyse der Ergebnisse

Die Luftdurchflußmenge ( $Q_s$ ) an jeder Drosselstelle (mindestens 6 Drosselstellen) wird nach den Angaben des Herstellers aus den Meßwerten des Durchflußmessers in  $\text{m}^3/\text{min}$  ermittelt. Die Luftdurchflußmenge wird dann auf den Pumpendurchsatz ( $V_0$ ) in  $\text{m}^3$  je Umdrehung bei absoluter Temperatur und absolutem Druck am Pumpeneinlaß umgerechnet:

$$V_0 = \frac{Q_s}{n} \times \frac{T}{273} \times \frac{101,3}{p_A}$$

Hierbei bedeuten:

$Q_s$  = Luftdurchflußmenge bei Normzustand (101,3 kPa, 273 K),  $\text{m}^3/\text{s}$

$T$  = Temperatur am Pumpeneinlaß, K

$p_A$  = absoluter Druck am Pumpeneinlaß ( $p_B - p_1$ ), kPa

$n$  = Pumpendrehzahl,  $\text{min}^{-1}$

Zur Kompensierung der gegenseitigen Beeinflussung der Druckschwankungen mit der Pumpendrehzahl und der Verlustrate der Pumpe wird die Korrelationsfunktion ( $X_0$ ) zwischen der Pumpendrehzahl, der Druckdifferenz zwischen Ein- und Auslaß der Pumpe und dem absoluten Druck am Pumpenauslaß wie folgt berechnet:

$$X_0 = \frac{1}{n} \times \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_A}}$$

Hierbei bedeuten:

$\Delta p_p$  = Druckdifferenz zwischen Pumpeneinlaß und Pumpenauslaß, kPa

$p_A$  = absoluter Druck am Pumpenauslaß, kPa

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

$$V_0 = D_0 - m \times (X_0)$$

$D_0$  und  $m$  sind die Konstanten für den Achsabschnitt und die Steigung.

Hat das CVS-System mehrere Betriebsgeschwindigkeiten, so muß für jede Pump-Geschwindigkeit eine Kalibrierung vorgenommen werden. Die für diese Geschwindigkeiten erzielten Kalibrierkurven müssen in etwa parallel sein, und die Ordinatenwerte ( $D_0$ ) müssen größer werden, wenn der Durchsatzbereich der Pumpe kleiner wird.

Die mit Hilfe der Gleichung berechneten Werte dürfen nicht mehr als  $\pm 0,5 \%$  vom gemessenen Wert  $V_0$  abweichen. Der Wert  $m$  ist je nach Pumpe verschieden. Im Laufe der Zeit bewirkt der Partikelzustrom eine Abnahme der Verlustrate der Pumpe, die sich in niedrigeren Werten für  $m$  niederschlägt. Daher muß die Kalibrierung bei Inbetriebnahme der Pumpe, nach größeren Wartungsarbeiten sowie dann erfolgen, wenn bei der Überprüfung des Gesamtsystems (Abschnitt 2.4) eine Veränderung der Verlustrate festgestellt wird.

### 2.3. Kalibrierung des Venturi-Rohrs mit kritischer Strömung (CFV)

Bei der Kalibrierung des CVF bezieht man sich auf die Durchflußgleichung für ein Venturi-Rohr mit kritischer Strömung. Wie unten dargestellt, ist die Gasdurchflußmenge eine Funktion des Eintrittsdrucks und der Eintrittstemperatur:

$$Q_s = K_v \times \frac{p_A}{\sqrt{T}}$$

Hierbei bedeuten:

$K_v$  = Kalibrierkoeffizient

$p_A$  = absoluter Druck am Eintritt des Venturi-Rohrs, kPa

$T$  = Temperatur am Eintritt des Venturi-Rohrs, K

#### 2.3.1. Analyse der Ergebnisse

Die Luftdurchflußmenge ( $Q_s$ ) an jede Drosselstelle (mindestens 8 Drosselstellen) wird nach den Angaben des Herstellers aus den Meßwerten des Durchflußmessers in

m<sup>3</sup>/min ermittelt. Der Kalibrierkoeffizient ist anhand der Kalibrierdaten für jede Drosselstelle wie folgt zu berechnen:

$$K_v = Q_s \times \frac{\sqrt{T}}{p_A}$$

Hierbei bedeuten:

$Q_s$  = Luftdurchflußmenge bei Normzustand (101,3 kPa, 273 K), m<sup>3</sup>/s

$T$  = Temperatur am Eintritt des Venturi-Rohrs, K

$p_A$  = absoluter Druck am Eintritt des Venturi-Rohrs, kPa

Zur Bestimmung des Bereichs der kritischen Strömung ist eine Kurve  $K_v$  in Abhängigkeit vom Druck am Eintritt des Venturi-Rohrs aufzunehmen. Bei kritischer (gedrosselter) Strömung ist  $K_v$  relativ konstant. Fällt der Druck (d.h. bei wachsendem Unterdruck), so wird das Venturi-Rohr frei, und  $K_v$  nimmt ab; dies ist ein Anzeichen dafür, daß der Betrieb des CFV außerhalb des zulässigen Bereichs erfolgt.

Bei einer Mindestanzahl von 8 Drosselstellen im kritischen Bereich sind der Mittelwert von  $K_v$  und die Standardabweichung zu berechnen. Die Standardabweichung darf  $\pm 0,3$  % des Mittelwerts von  $K_v$  nicht überschreiten.

## 2.4. Überprüfung des Gesamtsystems

Die Gesamtgenauigkeit des CVS-Entnahmesystems und des Analysesystems wird ermittelt, indem eine bekannte Menge luftverunreinigenden Gases in das System eingeführt wird, wenn dieses normal in Betrieb ist. Der Schadstoff wird analysiert und die Masse nach Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.3. berechnet, allerdings ist anstelle von 0,000479 für HC bei Propan ein Faktor von 0,000472 zu verwenden. Es ist eines der folgenden zwei Verfahren zu verwenden.

### 2.4.1. Messung mit einer Meßblende für kritische Strömung

Durch eine kalibrierte Meßblende für kritische Strömung wird eine bekannte Menge reinen Gases (Kohlenmonoxid oder Propan) in das CVS-System eingeführt. Ist der Eintrittsdruck groß genug, so ist die von der Meßblende eingestellte Durchflußmenge unabhängig vom Austrittsdruck der Meßblende (Bedingung für kritische Strömung). Das CVS-System wird wie für eine normale Prüfung der Abgasemissionen 5 bis 10 Minuten lang betrieben. Eine Gasprobe wird mit dem normalerweise verwendeten Gerät analysiert (Beutel oder Integrationsmethode) und die Masse des Gases berechnet. Die auf diese Weise ermittelte Masse muß  $\pm 3$  % der bekannten Masse des eingespritzten Gases betragen.

### 2.4.2. Messung mit einem gravimetrischen Verfahren

Es ist eine kleine mit Kohlenmonoxid oder Propan gefüllte Flasche zu verwenden, deren Masse auf  $\pm 0,01$  g zu ermitteln ist. Danach wird das CVS-System 5 bis 10 Minuten lang wie für eine normale Prüfung zur Bestimmung der Abgasemissionen betrieben, wobei Kohlenmonoxid oder Propan in das System eingeführt wird. Die abgegebene Menge reinen Gases wird durch Messung der Massendifferenz ermittelt.

Eine Gasprobe wird mit einem normalerweise verwendeten Gerät analysiert (Beutel oder Integrationsmethode) und die Masse des Gases berechnet. Die auf diese Weise ermittelte Masse muß  $\pm 3 \%$  der bekannten Masse des eingespritzten Gases betragen.

### **3. KALIBRIERUNG DES PARTIKELMESSYSTEMS**

#### **3.1. Einleitung**

Jedes Gerät ist so oft wie nötig zu kalibrieren, damit es den in dieser Richtlinie festgelegten Anforderungen an die Genauigkeit entspricht. Das bei den Geräten nach Anhang III Anlage 4 Abschnitt 4 und Anhang V Abschnitt 2 anzuwendende Kalibrierverfahren ist in diesem Abschnitt beschrieben.

#### **3.2. Messung des Durchsatzes**

Die Kalibrierung der Gasdurchsatzmesser oder Durchflußmengenmeßgeräte muß auf nationale und/oder internationale Normen zurückzuführen sein. Die Anzeigenauigkeit für den gemessenen Wert muß  $\pm 2 \%$  betragen.

Wird der Gasdurchsatz durch Differenzdruckmessung bestimmt, so darf der Fehler der Differenz höchstens so groß sein, daß die Genauigkeit von  $G_{EDF}$  innerhalb einer Toleranz von  $\pm 4 \%$  liegt (siehe auch Anhang V Abschnitt 1.2.1.1, EGA) liegt. Die Berechnung kann durch Bilden des quadratischen Mittelwerts der Fehler des jeweiligen Geräts erfolgen.

#### **3.3. Überprüfung der Teilstrombedingungen**

Der Bereich der Abgasgeschwindigkeit und der Druckschwankungen ist zu überprüfen und erforderlichenfalls entsprechend den Vorschriften in Anhang V Abschnitt 2.2.1, EP, einzustellen.

#### **3.4. Abstände zwischen den Kalibrierungen**

Die Durchflußmengenmeßgeräte sind mindestens alle drei Monate sowie nach Reparaturen und Veränderungen des Systems, die die Kalibrierung beeinflussen könnten, zu kalibrieren.

### **4. KALIBRIERUNG DER GERÄTE FÜR DIE RAUCHMESSUNG**

#### **4.1. Einleitung**

Der Trübungsmesser ist so oft wie nötig zu kalibrieren, damit er den in dieser Richtlinie festgelegten Anforderungen an die Genauigkeit entspricht. Das bei den Geräten nach Anhang III Anlage 4 Abschnitt 5 sowie Anhang V Abschnitt 3 anzuwendende Kalibrierverfahren ist in diesem Abschnitt beschrieben.

#### **4.2. Kalibrierverfahren**

##### **4.2.1 Aufheizzeit**

Der Trübungsmesser ist nach den Angaben des Herstellers aufzuheizen und zu stabilisieren. Ist der Trübungsmesser mit einem Spülluftsystem versehen, das die

Meßkammerfenster von Ruß freihält, so sollte auch dieses System entsprechend den Empfehlungen des Herstellers in Betrieb genommen und justiert werden.

#### *4.2.2. Ermittlung der Linearität*

Die Linearität des Trübungsmessers ist bei eingestellter Trübungsanzeige entsprechend den Empfehlungen des Herstellers zu überprüfen. Drei Neutralfilter mit bekanntem Durchlässigkeitsgrad, die die Anforderungen von Anhang III, Anlage 4 Abschnitt 5.2.5 erfüllen, sind in den Trübungsmesser einzusetzen, und der Wert ist aufzuzeichnen. Die nominelle Trübung der Neutralfilter muß ca. 10 %, 20 % und 40 % betragen.

Die Linearität darf höchstens um  $\pm 2$  % Trübung vom Nennwert des Neutralfilters abweichen. Jegliche über den genannten Wert hinausgehende Nichtlinearität muß vor Beginn der Prüfung korrigiert werden.

#### **4.3. Abstände zwischen den Kalibrierungen**

Der Trübungsmesser ist mindestens alle 3 Monate sowie nach Reparaturen oder Veränderungen des Systems, die die Kalibrierung beeinflussen könnten, entsprechend Abschnitt 4.2.2 zu kalibrieren.

## ANHANG IV

### TECHNISCHE DATEN DES BEZUGSKRAFTSTOFFS FÜR DIE GENEHMIGUNGSPRÜFUNGEN UND FÜR DIE NACHPRÜFUNG DER ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION

#### ➔<sub>1</sub> 1.1. ⬅ DIESELKRAFTSTOFF <sup>1</sup>

| Parameter                                               | Einheit            | Grenzwerte <sup>2</sup> |            | Prüfverfahren               | Veröffentlicht    |
|---------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|------------|-----------------------------|-------------------|
|                                                         |                    | Mindestwert             | Höchstwert |                             |                   |
| Cetanzahl <sup>3</sup>                                  |                    | 52,0                    | 54,0       | EN-ISO 5165                 | 1998 <sup>4</sup> |
| Dichte bei<br>15 °C                                     | kg/m <sup>3</sup>  | 833                     | 837        | EN-ISO 3675                 | 1995              |
| Siedeverlauf:                                           |                    |                         |            |                             |                   |
| — 50 %                                                  | °C                 | 245                     | —          | EN-ISO 3405                 | 1998              |
| — 95 %                                                  | °C                 | 345                     | 350        | EN-ISO 3405                 | 1998              |
| — Siedeende                                             | °C                 | —                       | 370        | EN-ISO 3405                 | 1998              |
| Flammpunkt                                              | °C                 | 55                      | —          | EN 27719                    | 1993              |
| CFPP                                                    | °C                 | —                       | – 5        | EN 116                      | 1981              |
| Viskosität bei<br>40 °C                                 | mm <sup>2</sup> /s | 2,5                     | 3,5        | EN-ISO 3104                 | 1996              |
| Polyzyklische<br>aromatische<br>Kohlenwas-<br>serstoffe | Massen-%           | 3,0                     | 6,0        | IP 391 (*)                  | 1995              |
| Schwefelge-<br>halt <sup>5</sup>                        | mg/kg              | —                       | 300        | pr. EN-<br>ISO/DIS<br>14596 | 1998 <sup>4</sup> |
| Kupferlamel-<br>lenkorrosion                            |                    | —                       | 1          | EN-ISO 2160                 | 1995              |
| Conradson-<br>zahl (bei<br>10 % Rück-<br>stand)         | Massen-%           | —                       | 0,2        | EN-ISO<br>10370             |                   |
| Aschegehalt                                             | Massen-%           | —                       | 0,01       | EN-ISO 6245                 | 1995              |
| Wassergehalt                                            | Massen-%           | —                       | 0,05       | EN-ISO<br>12937             | 1995              |

|                                                                                           |          |   |       |                  |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---|-------|------------------|---------------------|
| Säurezahl<br>(starke Säure)                                                               | mg KOH/g | — | 0,02  | ASTM D<br>974-95 | 1998 <sup>4</sup>   |
| Oxidations-<br>beständigkeit<br><sup>6</sup>                                              | mg/ml    | — | 0,025 | EN-ISO<br>12205  | 1996                |
| (*) Neues<br>verbessertes<br>Verfahren für<br>polyzyklische<br>Aromaten in<br>Entwicklung | Massen-% | — | —     | EN 12916         | [1997] <sup>4</sup> |

<sup>1</sup> Soll der thermische Wirkungsgrad eines Motors oder eines Fahrzeuges berechnet werden, so kann der Heizwert des Kraftstoffs nach folgender Formel berechnet werden:  
Spezifische Energie (Heizwert)(netto) in MJ/kg =  $(46,423 - 8,792d^2 + 3,170d)(1 - (x + y + s)) + 9,420s - 2,499x$

Hierbei bedeuten:

d = Dichte bei 15 °C

x = Wassergehalt in Gewichtsanteilen (%/100)

y = Aschegehalt in Gewichtsanteilen (%/100)

s = Schwefelgehalt in Gewichtsanteilen (%/100)

<sup>2</sup> Die in der Spezifikation angegebenen Werte sind „tatsächliche Werte“. Bei der Festlegung ihrer Grenzwerte wurden die Bestimmungen aus dem ISO-Dokument 4259 „Petroleum products - Determination and application of precision data in relation to methods of test“ angewendet, und bei der Festlegung eines Mindestwerts wurde eine Mindestdifferenz von 2 R über Null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Höchst- und Mindestwerts beträgt die Mindestdifferenz 4 R (R= Reproduzierbarkeit). Ungeachtet dieser Maßnahme, die aus statistischen Gründen notwendig ist, sollte der Hersteller der Kraftstoffe jedoch einen Nullwert anstreben, wenn der festgesetzte Höchstwert 2 R ist, und einen Mittelwert bei Angaben von Höchst- und Mindestwerten. Falls Zweifel bestehen, ob ein Kraftstoff die vorgeschriebenen Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen des Dokuments ISO 4259.

<sup>3</sup> Die angegebene Spanne für die Cetanzahl entspricht nicht der Anforderung einer Mindestspanne von 4 R. Bei Streitigkeiten zwischen dem Kraftstofflieferanten und dem Verwender können jedoch die Bestimmungen des Dokuments ISO 4259 zur Regelung solcher Streitigkeiten herangezogen werden, sofern anstelle von Einzelmessungen Wiederholungsmessungen in für die notwendige Genauigkeit ausreichender Anzahl vorgenommen werden.

<sup>4</sup> Der Monat der Veröffentlichung wird zu gegebener Zeit hinzugefügt.

<sup>5</sup> Es wird der tatsächliche Schwefelgehalt des Kraftstoffs, der für die Prüfung verwendet wird, festgehalten. Zusätzlich wird der Höchstwert für den Schwefelgehalt des Bezugskraftstoffs, der für die Zulassung eines Fahrzeugs oder Motors in bezug auf die in Zeile B der Tabelle in Anhang I Abschnitt 6.2.1 aufgeführten Grenzwerte verwendet wird, auf 50 ppm festgesetzt. Die Kommission wird so bald wie möglich, spätestens aber bis 31. Dezember 1999 eine Änderung zu diesem Anhang vorlegen, in der der Marktdurchschnittswert für den Schwefelgehalt von Kraftstoffen hinsichtlich des in Anhang IV der Richtlinie 98/70/EG bestimmten Kraftstoffs berücksichtigt wird.

<sup>6</sup> Auch bei überprüfter Oxidationsbeständigkeit ist die Lagerbeständigkeit wahrscheinlich begrenzt. Es wird empfohlen, sich auf Herstellerempfehlungen hinsichtlich Lagerbedingungen und -beständigkeit zu stützen.

## 1.2. ETHANOL FÜR DIESELMOTOREN <sup>1</sup>

| Eigenschaft                                                     | Einheit           | Grenzwerte <sup>2</sup> |         | Prüfmethode <sup>3</sup> |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------|---------|--------------------------|
|                                                                 |                   | Minimum                 | Maximum |                          |
| Alkohol, Masse                                                  | Massen-%          | 92,4                    | —       | ASTM D 5501              |
| Sonstiger Alkoholanteil in der Gesamtalkoholmasse außer Ethanol | Massen-%          | —                       | 2       | ADTM D 5501              |
| Dichte bei 15 °C                                                | kg/m <sup>3</sup> | 795                     | 815     | ASTM D 4052              |
| Aschegehalt                                                     | Massen-%          |                         | 0,001   | ISO 6245                 |
| Flammpunkt                                                      | °C                | 10                      |         | ISO 2719                 |
| Säure, berechnet als Essigsäure                                 | Massen-%          | —                       | 0,0025  | ISO 1388-2               |
| Säurezahl (starke Säure)                                        | KOH mg/l          | —                       | 1       |                          |
| Farbe                                                           | Nach Farbskala    | —                       | 10      | ASTM D 1209              |
| Trockenrückstand bei 100 °C                                     | mg/kg             |                         | 15      | ISO 759                  |
| Wassergehalt                                                    | Massen-%          |                         | 6,5     | ISO 760                  |
| Aldehyde, berechnet als Essigsäure                              | Massen-%          |                         | 0,0025  | ISO 1388-4               |
| Schwefelgehalt                                                  | mg/kg             | —                       | 10      | ASTM D 5453              |
| Ester, berechnet als Ethylacetat                                | Massen-%          | —                       | 0,1     | ASSTM D 1617             |

<sup>1</sup> Dem Ethanolkraftstoff können entsprechend den Herstellerangaben Zündverbesserer beigemischt werden. Die höchstzulässige Menge ist 10 Massen-%.

<sup>2</sup> Die in der Spezifikation angegebenen Werte sind „tatsächliche Werte“. Bei der Festlegung ihrer Grenzwerte wurden die Bestimmungen von ISO 4259, „*Mineralölerzeugnisse - Bestimmung und Anwendung der Werte für die Präzision von Prüfverfahren*“ angewendet, bei der Festlegung eines Mindestwertes wurde eine Minstdifferenz von 2R über Null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Höchst- und Mindestwertes beträgt die Minstdifferenz 4R (R = Reproduzierbarkeit). Unabhängig von dieser aus statistischen Gründen getroffenen Festlegung sollte der Hersteller des Kraftstoffs dennoch anstreben, dort, wo ein Höchstwert von 2R festgelegt ist, den Wert Null zu erreichen, und dort, wo Ober- und Untergrenzen festgelegt sind, den Mittelwert zu erreichen. Falls Zweifel bestehen, ob ein Kraftstoff die Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen von ISO 4259.

<sup>3</sup> Gleichwertige ISO-Verfahren werden übernommen, sobald sie für alle oben angegebenen Eigenschaften veröffentlicht sind.

↓ 2001/27/EG Art. 1 und  
Anhang, Nr. 10

## 2. ERDGAS (NG)

Handelsübliche europäische Kraftstoffe sind in zwei Gasgruppen erhältlich:

- Gasgruppe H, deren Extremwert die Bezugskraftstoffe  $G_R$  und  $G_{23}$  verkörpern
- Gasgruppe L, deren Extremwerte die Bezugskraftstoffe  $G_{23}$  und  $G_{25}$  verkörpern.

Die Eigenschaften der Bezugskraftstoffe  $G_R$ ,  $G_{23}$  und  $G_{25}$  sind nachstehend zusammengefasst:

| Bezugskraftstoff $G_R$                                             |                        |       |            |         |               |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------|-------|------------|---------|---------------|
| Eigenschaften                                                      | Maßeinheit             | Basis | Grenzwerte |         | Prüfverfahren |
|                                                                    |                        |       | Minimum    | Maximum |               |
| Zusammensetzung:                                                   |                        |       |            |         |               |
| Methan                                                             |                        | 87    | 84         | 89      |               |
| Ethan                                                              |                        | 13    | 11         | 15      |               |
| Rest(*)                                                            | Mol-%                  | —     | —          | 1       | ISO 6974      |
| Schwefelgehalt                                                     | mg/m <sup>3</sup> (**) | —     | —          | 10      | ISO 6326-5    |
| (*) Inertgase +C <sub>2+</sub> .                                   |                        |       |            |         |               |
| (**) Im Normalzustand (293,2 K (20 °C) und 101,3 kPa) zu bestimmen |                        |       |            |         |               |

| Bezugskraftstoff $G_{23}$ |                      |       |            |         |               |
|---------------------------|----------------------|-------|------------|---------|---------------|
| Eigenschaften             | Maßeinheit           | Basis | Grenzwerte |         | Prüfverfahren |
|                           |                      |       | Minimum    | Maximum |               |
| Zusammensetzung:          |                      |       |            |         |               |
| Methan                    |                      | 92,5  | 91,5       | 93,5    |               |
| Rest                      | Mol-%                | —     | —          | 1       | ISO 6974      |
| N <sub>2</sub>            |                      | 7,5   | 6,5        | 8,5     |               |
| Schwefelgehalt            | mg/m <sup>3</sup> *) | —     | —          | 10      | ISO 6326-5    |

|      |                                                                                |
|------|--------------------------------------------------------------------------------|
| (*)  | Inertgase (different from N <sub>2</sub> ) +C <sub>2+</sub> +C <sub>2+</sub> . |
| (**) | Im Normalzustand (293,2 K (20 °C) und 101,3 kPa) zu bestimmen                  |

| Bezugskraftstoff G <sub>25</sub>                                                   |                        |       |            |         |               |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------|------------|---------|---------------|
| Eigenschaften                                                                      | Maßeinheit             | Basis | Grenzwerte |         | Prüfverfahren |
|                                                                                    |                        |       | Minimum    | Maximum |               |
| Zusammensetzung:                                                                   |                        |       |            |         |               |
| Methan                                                                             |                        | 86    | 84         | 88      |               |
| Rest(*)                                                                            | Mol-%                  | —     | —          | 1       | ISO 6974      |
| N <sub>2</sub>                                                                     |                        | 14    | 12         | 16      |               |
| Schwefelgehalt                                                                     | mg/m <sup>3</sup> (**) | —     | —          | 10      | ISO 6326-5    |
| (*) Inertgase (different from N <sub>2</sub> ) +C <sub>2+</sub> +C <sub>2+</sub> . |                        |       |            |         |               |
| (**) Im Normalzustand (293,2 K (20 °C) und 101,3 kPa) zu bestimmen                 |                        |       |            |         |               |

### 3. FLÜSSIGGAS (LPG)

| Parameter              | Maßeinheit              | Grenzwerte Kraftstoff A |         | Grenzwerte Kraftstoff B |         | Prüfverfahren      |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|--------------------|
|                        |                         | Minimum                 | Maximum | Minimum                 | Maximum |                    |
| Motor-oktanzahl        |                         | 92,5 (**)               |         | 92,5                    |         | EN 589<br>Anhang B |
| Zusammensetzung:       |                         |                         |         |                         |         |                    |
| C <sub>3</sub> -Gehalt | Vol.-%                  | 48                      | 52      | 83                      | 87      |                    |
| C <sub>4</sub> -Gehalt | Vol.-%                  | 48                      | 52      | 13                      | 17      | ISO 7941           |
| Olefine                | Vol.-%                  |                         | 12      |                         | 14      |                    |
| Abdampfrückstand       | mg/kg                   |                         | 50      |                         | 50      | NFM 41-015         |
| Gesamtschwefelgehalt   | Gew.-ppm <sup>(1)</sup> |                         | 50      |                         | 50      | EN 24260           |
| Wasserstoff-sulfid     | —                       |                         | negativ |                         | negativ | ISO 8819           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |  |            |  |            |                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--|------------|--|------------|----------------------------|
| Kupfer-<br>streifen-<br>korrosion                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Einstufung |  | Klasse 1   |  | Klasse 1   | ISO<br>6251 <sup>(2)</sup> |
| Wasser bei<br>0 °C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |  | wasserfrei |  | wasserfrei | Sichtprü-<br>fung          |
| <p>(1) Im Normalzustand 293,2 K (20 °C) und 101,3 kPa zu bestimmen.</p> <p>(2) Mit diesem Verfahren lassen sich korrosive Stoffe möglicherweise nicht zuverlässig nachweisen, wenn die Probe Korrosionshemmer oder andere Stoffe enthält, die die korrodierende Wirkung der Probe auf den Kupferstreifen verringern. Es ist daher untersagt, solche Stoffe eigens zuzusetzen, um das Prüfverfahren zu beeinflussen</p> |            |  |            |  |            |                            |

## ANHANG V

### ANALYSE- UND PROBENAHMESYSTEME

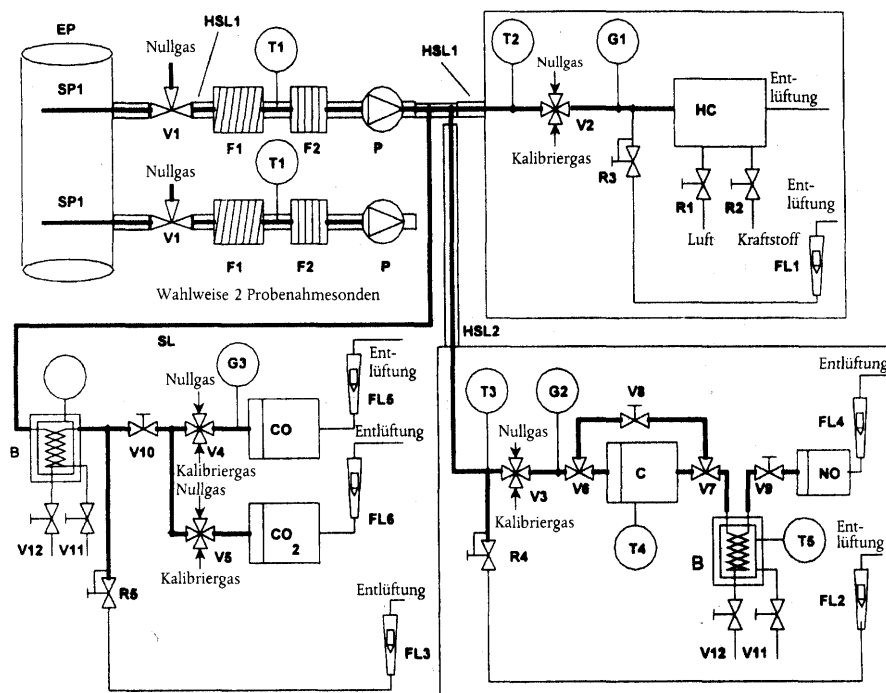
#### 1. BESTIMMUNG DER GASFÖRMIGEN EMISSIONEN

##### 1.1. Einleitung

Ausführliche Beschreibungen der empfohlenen Probenahme- und Analysesysteme sind in Abschnitt 1.2 sowie in den Abbildungen 7 und 8 enthalten. Da mit verschiedenen Anordnungen gleichwertige Ergebnisse erzielt werden können, ist eine genaue Übereinstimmung mit den Abbildungen 7 und 8 nicht erforderlich. Es können zusätzliche Bauteile wie Instrumente, Ventile, Elektromagnete, Pumpen und Schalter verwendet werden, um weitere Informationen zu erlangen und die Funktionen der Teilsysteme zu koordinieren. Bei einigen Systemen kann auf manche Bauteile, die für die Aufrechterhaltung der Genauigkeit nicht erforderlich sind, verzichtet werden, wenn ihr Wegfall nach bestem technischen Ermessen begründet erscheint.

Abbildung 7

#### Flußdiagramm des mit Rohabgas arbeitenden Analysesystems für CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HC (nur ESC)



## 1.2. Beschreibung des Analysesystems

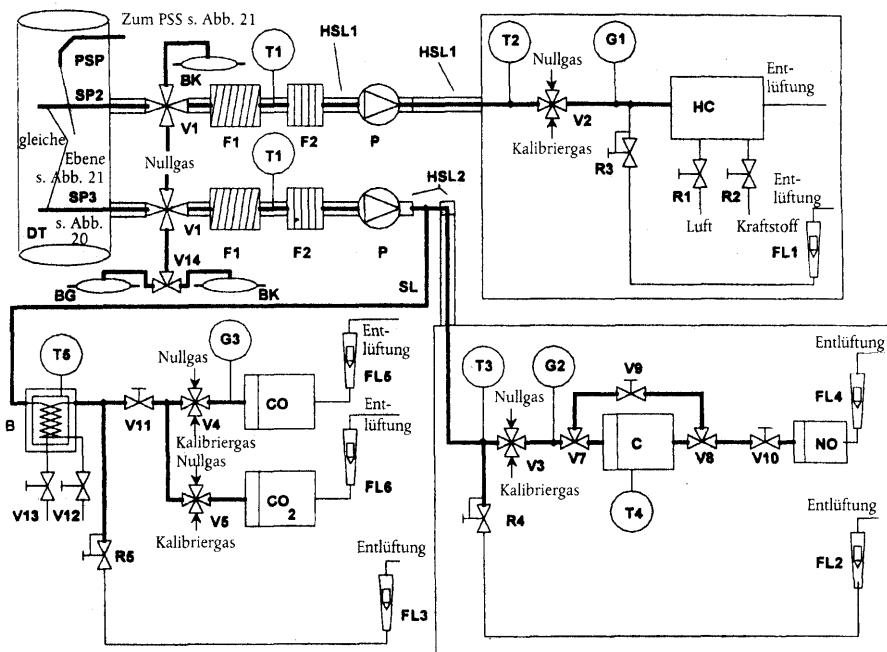
Es wird ein Analysesystem für die Bestimmung der gasförmigen Emissionen im Rohabgas (Abbildung 7, nur ESC) oder verdünnten Abgas (Abbildung 8, ETC und ESC) beschrieben, das auf der Verwendung

- eines HFID-Analysators für die Messung der Kohlenwasserstoffe;
- von NDIR-Analysatoren für die Messung von Kohlenmonoxid und Kohlendioxid;
- eines HCLD- oder gleichwertigen Analysators für die Messung der Stickoxide beruht.

Die Probe zur Bestimmung sämtlicher Bestandteile kann mit einer Probenahmesonde oder zwei nahe beieinander befindlichen Probenahmesonden entnommen werden und intern nach den verschiedenen Analysatoren aufgespalten werden. Es ist sorgfältig darauf zu achten, daß sich an keiner Stelle des Analysesystems Kondensate von Abgasbestandteilen (einschließlich Wasser und Schwefelsäure) bilden.

Abbildung 8

**Flußdiagramm des mit verdünntem Abgas arbeitenden Analysesystems für CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HC (ETC, für ESC wahlfrei)**



### 1.2.1. Beschreibung zu den Abbildungen 7 und 8

EP: Auspuffrohr

SP1: Sonde zur Entnahme von Proben aus dem unverdünnten Abgas (nur Abbildung 7)

Empfohlen wird eine Sonde aus rostfreiem Stahl mit geschlossenem Ende und mehreren Löchern. Der Innendurchmesser darf nicht größer sein als der Innendurchmesser der Probenahmeleitung. Die Wanddicke der Sonde darf nicht größer als 1 mm sein. Erforderlich sind mindestens drei Löcher auf drei verschiedenen radialen Ebenen und von einer solchen Größe, daß sie ungefähr den gleichen Durchfluß entnehmen. Die Sonde muß sich über mindestens 80 % des Auspuffrohr-Querschnitts erstrecken. Es können ein oder zwei Probenahmesonden verwendet werden.

SP2: Sonde zur Entnahme von HC-Proben aus dem verdünnten Abgas (nur Abbildung 8)

Die Sonde muß

- die ersten 254 mm bis 762 mm der beheizten Probenahmeleitung HSL1 bilden;
- einen Innendurchmesser von mindestens 5 mm haben;
- im Verdünnungstunnel DT (siehe Abschnitt 2.3, Abbildung 20) an einer Stelle angebracht sein, an der Verdünnungsluft und Abgase gut vermischt sind (d.h. etwa 10 Tunneldurchmesser stromabwärts von dem Punkt gelegen, an dem die Abgase in den Verdünnungstunnel eintreten);
- in ausreichender Entfernung (radial) von anderen Sonden und von der Tunnelwand angebracht werden, um eine Beeinflussung durch Wellen oder Wirbel zu vermeiden;
- so beheizt werden, daß die Temperatur des Gasstroms am Sondenauslaß auf  $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$  ( $190\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ ) erhöht wird.

SP3: Sonde zur Entnahme von CO-, CO<sub>2</sub>-, und NO<sub>x</sub>-Proben aus dem verdünnten Abgas (nur Abbildung 8)

Die Sonde muß

- sich auf derselben Ebene wie SP2 befinden;
- in ausreichender Entfernung (radial) von anderen Sonden und von der Tunnelwand angebracht werden, um eine Beeinflussung durch Wellen oder Wirbel zu vermeiden;
- über ihre gesamte Länge beheizt und so isoliert sein, daß die Mindesttemperatur  $328\text{ K}$  ( $55\text{ °C}$ ) beträgt, um eine Kondenswasserbildung zu vermeiden.

### HSL1: Beheizte Probenahmeleitung

Die Probenahmeleitung dient der Entnahme von Gasproben von einer einzelnen Sonde bis hin zu dem (den) Aufteilungspunkt(en) und dem HC-Analysator.

Die Probenahmeleitung muß

- einen Innendurchmesser von mindestens 5 mm und höchstens 13,5 mm haben;
- aus rostfreiem Stahl oder PTFE bestehen;
- auf einer Wandtemperatur von  $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$  ( $190\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ ), gemessen an jedem getrennt geregelten beheizten Abschnitt, gehalten werden, wenn die Abgastemperatur an der Probenahmesonde bis einschließlich  $463\text{ K}$  ( $190\text{ °C}$ ) beträgt;
- auf einer Wandtemperatur von über  $453\text{ K}$  ( $180\text{ °C}$ ) gehalten werden, wenn die Abgastemperatur an der Probenahmesonde mehr als  $463\text{ K}$  ( $190\text{ °C}$ ) beträgt;
- unmittelbar vor dem beheizten Filter F2 und dem HFID ständig eine Gastemperatur von  $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$  ( $190\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ ) aufweisen.

### HSL2: Beheizte NO<sub>x</sub>-Probenahmeleitung

Die Probenahmeleitung muß

- bei Verwendung eines Kühlers B bis hin zum Konverter C und bei Nichtverwendung eines Kühlers B bis hin zum Analysator auf einer Wandtemperatur von 328 bis 473 K (55 bis 200 °C) gehalten werden.
- aus rostfreiem Stahl oder PTFE bestehen.

### SL: Probenahmeleitung für CO und CO<sub>2</sub>

Die Leitung muß aus PTFE oder rostfreiem Stahl bestehen. Sie kann beheizt oder unbeheizt sein.

### BK: Hintergrundbeutel (wahlfrei, nur Abbildung 8)

Zur Messung der Hintergrundkonzentrationen.

### BG: Probenahmebeutel (wahlfrei, nur Abbildung 8, CO und CO<sub>2</sub>)

Zur Messung der Probenkonzentrationen.

### F1: Beheiztes Vorfilter (wahlfrei)

Es ist auf der gleichen Temperatur zu halten wie HSL1.

### F2: Beheiztes Filter

Dieses Filter muß alle Feststoffteilchen aus der Gasprobe entfernen, bevor diese in den Analysator gelangt. Es muß die gleiche Temperatur aufweisen wie HSL1. Das Filter ist bei Bedarf zu wechseln.

P: Beheizte Probenahmepumpe

Die Pumpe ist auf die Temperatur von HSL1 aufzuheizen.

HC

Beheizter Flammenionisationsdetektor (HFID) zur Bestimmung der Kohlenwasserstoffe. Die Temperatur ist auf 453 bis 473 K (180 bis 200 °C) zu halten.

CO, CO<sub>2</sub>

NDIR-Analysatoren zur Bestimmung von Kohlenmonoxid und Kohlendioxid (wahlfrei zur Bestimmung des Verdünnungsverhältnisses für PT-Messung).

NO

(H)CLD-Analysator zur Bestimmung der Stickoxide. Wird ein HCLD verwendet, so ist er auf einer Temperatur von 328 bis 473 K (55 bis 200 °C) zu halten.

C: Konverter

Für die katalytische Reduktion von NO<sub>2</sub> zu NO vor der Analyse im CLD oder HCLD ist ein Konverter zu verwenden.

B: Kühler (wahlfrei)

Zum Kühlen und Kondensieren von Wasser aus der Abgasprobe. Der Kühler ist durch Eis oder ein Kühlsystem auf einer Temperatur von 273 bis 277 K (0 bis 4 °C) zu halten. Der Kühler ist wahlfrei, wenn der Analysator keine Beeinträchtigung durch Wasserdampf - bestimmt nach Anhang III Anlage 5 Abschnitte 1.9.1 und 1.9.2 - aufweist. Wird das Wasser durch Kondensation entfernt, so ist die Temperatur bzw. der Taupunkt der Gasprobe entweder innerhalb des Wasserabscheiders oder stromabwärts zu überwachen. Die Temperatur bzw. der Taupunkt der Gasprobe dürfen 280 K (7 °C) nicht überschreiten. Die Verwendung chemischer Trockner zur Entfernung von Wasser aus der Probe ist nicht zulässig.

T1, T2, T3: Temperatursensor

Zur Überwachung der Temperatur des Gasstromes.

T4: Temperatursensor

Zur Überwachung der Temperatur des NO<sub>2</sub>-NO-Konverters.

T5: Temperatursensor

Zur Überwachung der Temperatur des Kühlers.

G1, G2, G3: Druckmesser

Zur Messung des Drucks in den Probenahmeleitungen.

R1, R2: Druckregler

Zur Regelung des Luft- bzw. Kraftstoffdrucks für den HFID.

R3, R4, R5: Druckregler

Zur Regelung des Drucks in den Probenahmeleitungen und des Durchflusses zu den Analysatoren.

FL1, FL2, FL3: Durchflußmesser

Zur Überwachung des Bypass-Durchflusses der Probe.

FL4 bis FL6: Durchflußmesser (wahlfrei)

Zur Überwachung des Durchflusses durch die Analysatoren.

V1 bis V5: Mehrwegeventil

Geeignete Ventile zum wahlweisen Einleiten der Probe, von Kalibriergas oder Nullgas in den Analysator.

V6, V7: Magnetventil

Zur Umgehung des NO<sub>2</sub>-NO-Konverters.

V8: Nadelventil

Zum Ausgleichen des Durchflusses durch den NO<sub>2</sub>-NO-Konverter C und den Bypass.

V9, V10: Nadelventil

Zum Regulieren des Durchflusses zu den Analysatoren.

V11, V12: Ablaßhahn (wahlfrei)

Zum Ablassen des Kondensats aus dem Kühler B.

### **1.3. NMHC-Analyse (nur NG-betriebene Motoren)**

#### **1.3.1. Gaschromatographisches Verfahren (GC, Abbildung 9)**

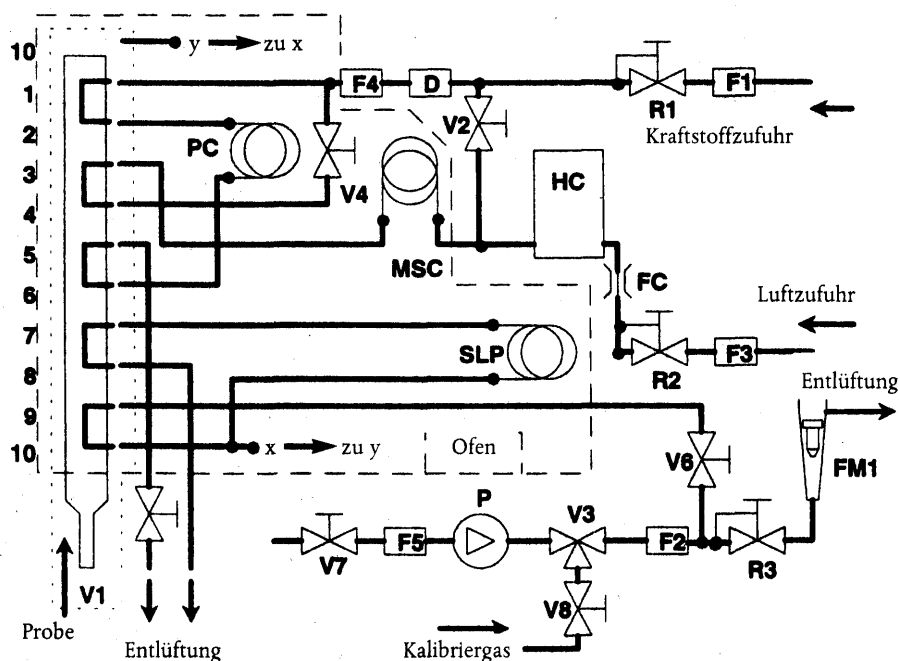
Beim GC-Verfahren wird ein kleines ausgemessenes Probenvolumen in eine Trennsäule gebracht, durch die es mit einem inerten Trägergas transportiert wird. In der Trennsäule werden die verschiedenen Abgaskomponenten entsprechend ihren Siedepunkten getrennt, so daß sie aus der Trennsäule zu verschiedenen Zeiten ausströmen. Diese Gase werden dann einem Detektor zugeführt, dessen Ausgangssignal ein Maß für deren Konzentration ist. Da es sich bei dieser Technik um ein diskontinuierliches Analyseverfahren handelt, kann sie nur zusammen mit der in Anhang III Anlage 4 Abschnitt 3.4.2 beschriebenen Beutel-Probenahme angewendet werden.

Für die NMHC-Analyse ist ein automatisierter GC mit einem FID zu verwenden. Das Abgas wird in einem Beutel gesammelt, dem ein Teil des Gases entnommen und dem GC zugeführt wird. Die Probe wird in einer Porapak-Säule in zwei Teile getrennt ( $\text{CH}_4/\text{Luft}/\text{CO}$  und NMHC/ $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ ). Ein Molekularsieb trennt das  $\text{CH}_4$  von der Luft und vom  $\text{CO}$ , ehe es zwecks Konzentrationsmessung zum FID weitergeleitet wird. Ein vollständiger Zyklus von der Einbringung einer Abgasprobe bis zur Einbringung der nächsten kann in 30 s durchgeführt werden. Zur NMHC-Bestimmung wird die  $\text{CH}_4$ -Konzentration vom Gesamtwert für die HC-Konzentration abgezogen (siehe Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.3.1).

Abbildung 9 zeigt einen typischen GC, der zur routinemäßigen Bestimmung von  $\text{CH}_4$  geeignet ist. Andere GC-Verfahren dürfen ebenfalls verwendet werden, wenn dies nach bestem technischen Ermessen begründet erscheint.

Abbildung 9

### Flußdiagramm für die Methananalyse (GC-Methode)



### Beschreibung zu Abbildung 9

PC: Porapak-Säule

Die zu verwendende Säule Porapak N, 180/300  $\mu\text{m}$  (50/80 Maschenweite), 610 mm Länge  $\times$  2,16 mm Innendurchmesser, muß mindestens 12 h vor der ersten Benutzung bei 423 K (150 °C) mit Trägergas konditioniert werden.

MSC: Molekularsieb

Es muß ein Molekularsieb vom Typ 13X, 250/350  $\mu\text{m}$  (45/60 mesh), 1 220 mm Länge  $\times$  2,16 mm Innendurchmesser benutzt werden und mindestens 12 h vor der ersten Benutzung bei 423 K (150 °C) mit Trägergas konditioniert werden.

OV: Wärmeofen

Zur Aufrechterhaltung einer stabilen Temperatur der Säulen und Ventile für den Analysenbetrieb und zur Konditionierung der Säulen bei 423 K (150 °C).

SLP: Probenschleife

Ein Rohr aus nichtrostendem Stahl mit genügender Länge, um ein Volumen von etwa 1 cm<sup>3</sup> aufzunehmen.

P: Pumpe

Zur Einbringung der Probe in den Gaschromatographen.

D: Trockner

Um Wasser und etwaige andere Verunreinigungen zu entfernen, die möglicherweise im Trägergas enthalten sind, muß ein Trockner benutzt werden, der ein Molekularsieb enthält.

HC

Flammenionisationsdetektor (FID) zur Messung der Methankonzentration.

V1: Probengabeventil

Zum Eingeben der Probe, die dem Probenahmebeutel über die SL von Abbildung 8 entnommen wurde. Es muß ein geringes Totvolumen besitzen, gasdicht und bis 423 K (150°C) aufheizbar sein.

V3: Mehrwegeventil

Zur Auswahl des Gases (Kalibriergas, Probe) oder zum Absperren.

V2, V4, V5, V6, V7, V8: Nadelventil

Zur Einstellung der Gasströme für das System.

R1, R2, R3: Druckregler

Zur Regelung der Ströme von Kraftstoff (= Trägergas), Probe bzw. Luft.

FC: Durchflußkapillare

Zur Regelung des Luftstromes zum FID.

G1, G2, G3: Druckanzeiger

Zur Regelung der Ströme von Kraftstoff (= Trägergas), Probe bzw. Luft.

F1, F2, F3, F4, F5: Filter

Filter aus gesintertem Metall, die das Eindringen von Schmutzpartikeln in die Pumpe oder das Gerät verhindern.

Zur Messung des Probennebenstroms.

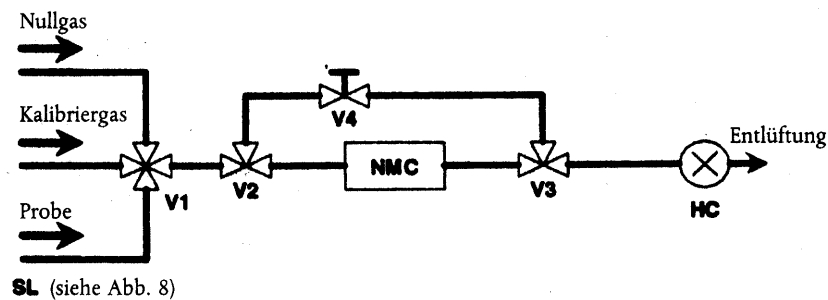
### 1.3.2. Nicht-Methan-Cutter-Verfahren (NMC, Abbildung 10)

Der Cutter oxidiert alle Kohlenwasserstoffe, ausgenommen  $\text{CH}_4$ , zu  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$ , so daß beim Durchströmen der Probe durch das NMC-Gerät nur noch  $\text{CH}_4$  vom FID gemessen wird. Bei Anwendung der Beutelprobenahme muß die SL mit einer Anordnung versehen sein (siehe Abschnitt 1.2, Abbildung 8), mit dem der Gasstrom entweder durch den Cutter geleitet werden kann oder an ihm vorbei, wie im oberen Teil von Abbildung 10 dargestellt. Bei der der NMHC-Messung müssen beide Werte (HC und  $\text{CH}_4$ ) am FID-Gerät beobachtet und protokolliert werden. Bei Anwendung der Integrationsmethode ist in der HSL1 parallel zum regulären FID (siehe Abschnitt 1.2, Abbildung 8) ein mit einem zweiten FID in Serie geschalteter NMC anzubringen, wie im unteren Teil von Abbildung 10 dargestellt. Bei der NMHC-Messung müssen die an beiden FID-Geräten angezeigten Werte (HC und  $\text{CH}_4$ ) beobachtet und protokolliert werden.

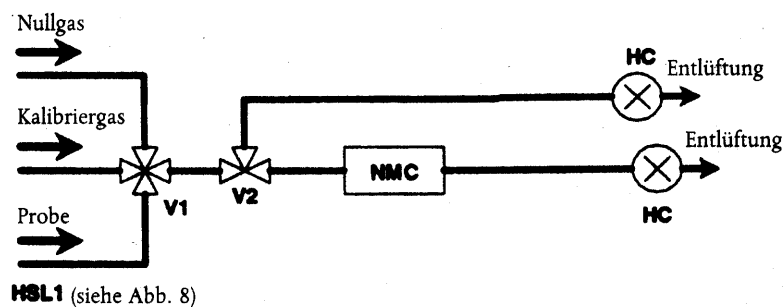
Bei  $\text{H}_2\text{O}$ -Werten, die repräsentativ für das Abgas sind, muß der Einfluß des Cutters auf  $\text{CH}_4$  und  $\text{C}_2\text{H}_6$  bei einer Temperatur von mindestens 600 K (327 °C) vor der Messung bestimmt werden. Der Taupunkt und der  $\text{O}_2$ -Gehalt der entnommenen Abgasprobe müssen bekannt sein. Das relative Ansprechen des FID-Gerätes auf  $\text{CH}_4$  ist zu protokollieren (siehe Anhang II Anlage 5 Abschnitt 1.8.2).

Abbildung 10

#### Flußdiagramm für die Methananalyse mit dem Nicht-Methan-Cutter (NMC)



Beutelprobenahme



Integrationsmethode

### *Beschreibung zu Abbildung 10*

NMC: Nicht-Methan-Cutter (NMC)

Zur Oxidation aller Kohlenwasserstoffe mit Ausnahme von Methan.

HC

Beheizter Flammenionisationsdetektor (HFID) zur Messung der HC- und CH<sub>4</sub>-Konzentrationen. Die Temperatur ist auf 453 bis 473 K (180 bis 200 °C) zu halten.

V1: Mehrwegeventil

Zur Auswahl von Probe, Null- und Kalibriergas. V1 ist identisch mit V2 in Abbildung 8.

V2, V3: Magnetventil

Zur Schaltung des Nebenstroms (Bypass) beim NMC.

V4: Nadelventil

Zum Ausgleichen der Gasströme durch den NMC und den Bypass.

R1: Druckregler

Zur Regelung des Drucks in der Entnahmeleitung und des Gasstromes zum HFID. R1 ist identisch mit R3 in Abbildung 8.

FL1: Durchflußmesser

Zur Messung der Nebenstrommenge der Probe. FL1 ist identisch mit FL1 in Abbildung 8.

## **2. ABGASVERDÜNNUNG UND BESTIMMUNG DER PARTIKEL**

### **2.1. Einleitung**

Die Abschnitte 2.2, 2.3 und 2.4 und die Abbildungen 11 bis 22 enthalten ausführliche Beschreibungen der empfohlenen Verdünnungs- und Probenahmesysteme. Da mit verschiedenen Anordnungen gleichwertige Ergebnisse erzielt werden können, ist eine genaue Übereinstimmung mit diesen Abbildungen nicht erforderlich. Es können zusätzliche Bauteile wie Instrumente, Ventile, Elektromagnete, Pumpen und Schalter verwendet werden, um weitere Informationen zu erlangen und die Funktionen der Teilsysteme zu koordinieren. Bei einigen Systemen kann auf manche Bauteile, die für die Aufrechterhaltung der Genauigkeit nicht erforderlich sind, verzichtet werden, wenn ihr Wegfall nach bestem technischen Ermessen begründet erscheint.

### **2.2. Teilstrom-Verdünnungssystem**

In den Abbildungen 11 bis 19 wird ein Verdünnungssystem beschrieben, das auf der Verdünnung eines Teils der Auspuffabgase beruht. Die Teilung des Abgasstroms und der nachfolgende Verdünnungsprozeß können mit verschiedenen Typen von

Verdünnungssystemen vorgenommen werden. Zur anschließenden Abscheidung der Partikel kann entweder das gesamte verdünnte Abgas oder nur ein Teil des verdünnten Abgases durch das Partikel-Probenahmesystem geleitet werden (Abschnitt 2.4, Abbildung 21). Die erste Methode wird als *Gesamtprobenahme*, die zweite als *Teilprobenahme* bezeichnet.

Die Errechnung des Verdünnungsverhältnisses hängt vom Typ des verwendeten Systems ab. Empfohlen werden folgende Typen:

#### *Isokinetische Systeme (Abbildungen 11 und 12)*

Bei diesen Systemen entspricht der in das Übertragungsrohr eingeleitete Strom von der Gasgeschwindigkeit und/oder vom Druck her dem Hauptabgasstrom, so daß ein ungehinderter und gleichmäßiger Abgasstrom an der Probenahmesonde erforderlich ist. Dies wird in der Regel durch Verwendung eines Resonators und eines geraden Rohrs stromaufwärts von der Probenahmestelle erreicht. Das Teilungsverhältnis wird anschließend anhand leicht meßbarer Werte, wie z. B. Rohrdurchmesser, berechnet. Es ist zu beachten, daß die Isokinetik lediglich zur Angleichung der Durchflußbedingungen und nicht zur Angleichung der Größenverteilung verwendet wird. Letzteres ist in der Regel nicht erforderlich, da die Partikel so klein sind, daß sie den Stromlinien des Abgases folgen.

#### *Systeme mit Durchflußregelung und Konzentrationsmessung (Abbildungen 13 bis 17)*

Bei diesen Systemen wird die Probe dem Hauptabgasstrom durch Einstellung des Verdünnungsluftdurchflusses und des Gesamtdurchflusses des verdünnten Abgases entnommen. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand der Konzentrationen von Tracergasen wie CO<sub>2</sub> oder NO<sub>x</sub> bestimmt, die bereits in den Motorabgasen enthalten sind. Die Konzentrationen im verdünnten Abgas und in der Verdünnungsluft werden gemessen, und die Konzentration im Rohabgas kann entweder direkt gemessen oder bei bekannter Kraftstoffzusammensetzung anhand des Kraftstoffdurchsatzes und der Kohlenstoffbilanz-Gleichung ermittelt werden. Die Systeme können auf der Grundlage des berechneten Verdünnungsverhältnisses (Abbildungen 13 und 14) oder auf der Grundlage des Durchflusses in das Übertragungsrohr (Abbildungen 12, 13 und 14) geregelt werden.

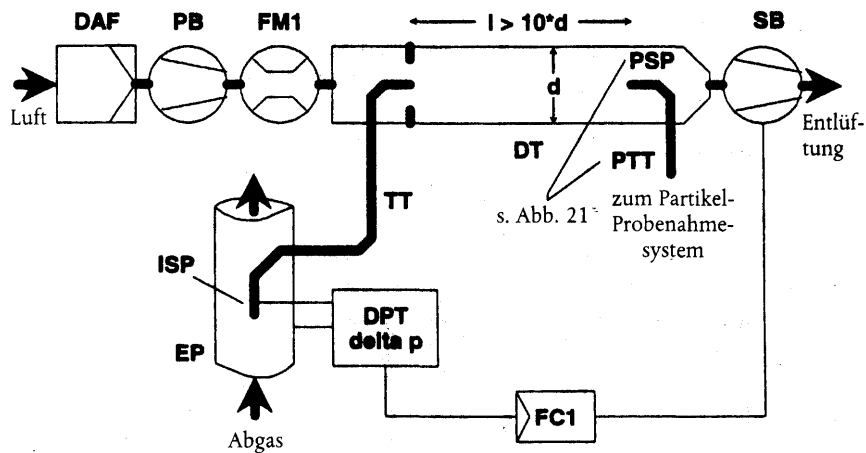
#### *Systeme mit Durchflußregelung und Durchflußmessung (Abbildungen 18 und 19)*

Bei diesen Systemen wird die Probe dem Hauptabgasstrom durch Einstellung des Verdünnungsluftdurchflusses und des Gesamtdurchflusses des verdünnten Abgases entnommen. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand der Differenz der beiden Durchsätze bestimmt. Die Durchflußmesser müssen aufeinander bezogen präzise kalibriert sein, da die relative Größe der beiden Durchsätze bei größeren Verdünnungsverhältnissen (ab 15) zu bedeutenden Fehlern führen kann. Die Durchflußregelung erfolgt sehr direkt, indem der Durchsatz des verdünnten Abgases konstant gehalten und der Verdünnungsluftdurchsatz bei Bedarf geändert wird.

Bei der Verwendung von Teilstrom-Verdünnungssystemen ist besondere Aufmerksamkeit auf die Vermeidung von Partikelverlusten im Übertragungsrohr, auf die Gewährleistung der Entnahme einer repräsentativen Probe aus dem Motorabgas und auf die Bestimmung des Teilungsverhältnisses zu richten. Bei den beschriebenen Systemen werden diese kritischen Punkte berücksichtigt.

Abbildung 11

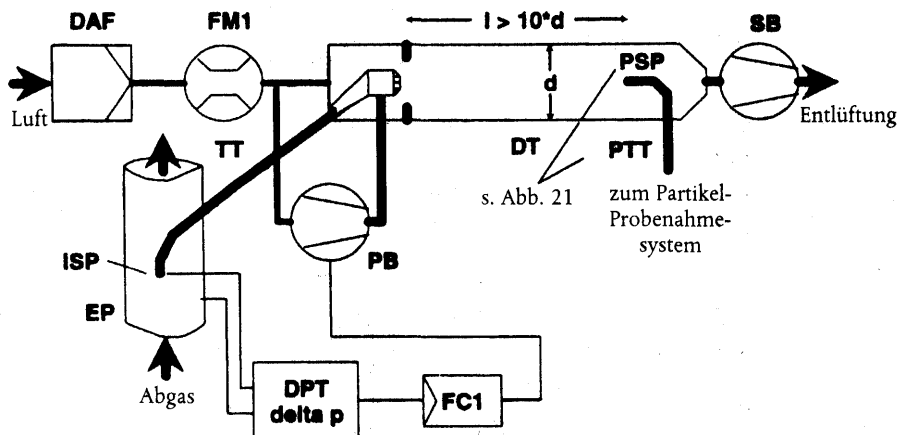
**Teilstrom-Verdünnungssystem mit isokinetischer Sonde und Teilprobenahme (SB-Regelung)**



Unverdünntes Abgas wird mit Hilfe der isokinetischen Probenahmesonde ISP aus dem Auspuffrohr EP durch das Übertragungsrohr TT zum Verdünnungstunnel DT geleitet. Der Differenzdruck des Abgases zwischen Auspuffrohr und Sondeneinlaß wird mit dem Differenzdruckaufnehmer DPT gemessen. Dieses Signal wird an den Durchflußregler FC1 übermittelt, der das Ansauggebläse SB so regelt, daß am Eintritt der Sonde ein Differenzdruck von Null aufrechterhalten wird. Unter diesen Bedingungen stimmen die Abgasgeschwindigkeiten in EP und ISP überein, und der Durchfluß durch ISP und TT ist ein konstanter Bruchteil des Abgasdurchflusses. Das Teilungsverhältnis wird anhand der Querschnittsflächen von EP und ISP bestimmt. Der Verdünnungsluftdurchsatz wird mit dem Durchflußmeßgerät FM1 gemessen. Der Verdünnungsquotient wird anhand des Verdünnungsluftdurchsatzes und des Teilungsverhältnisses berechnet.

Abbildung 12

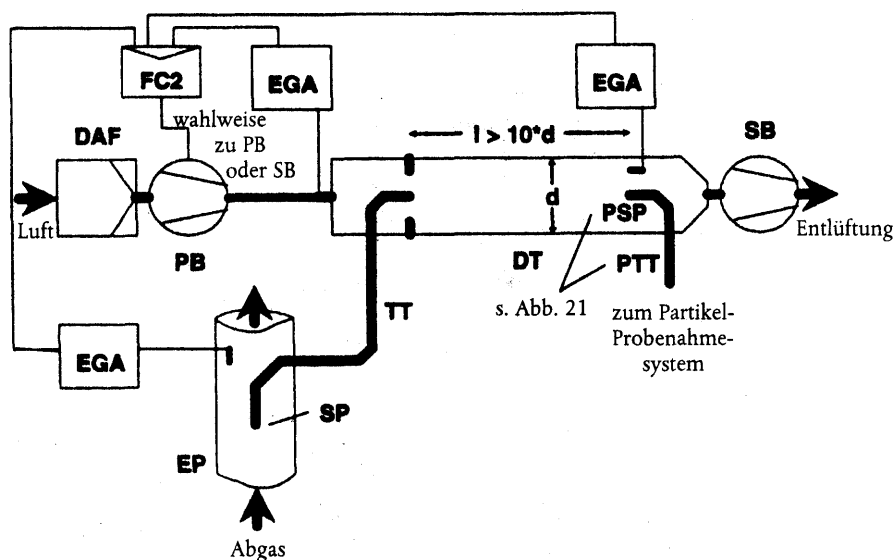
**Abbildung 12 Teilstrom-Verdünnungssystem mit isokinetischer Sonde und Teilprobenahme (PB-Regelung)**



Unverdünntes Abgas wird mit Hilfe der isokinetischen Probenahmesonde ISP aus dem Auspuffrohr EP durch das Übertragungsrohr TT zum Verdünnungstunnel DT geleitet. Der Differenzdruck des Abgases zwischen Auspuffrohr und Sondeneinlaß wird mit dem Differenzdruckaufnehmer DPT gemessen. Dieses Signal wird an den Durchflußregler FC1 übermittelt, der das Druckgebläse PB so regelt, daß am Eintritt der Sonde ein Differenzdruck von Null aufrechterhalten wird. Dazu wird ein kleiner Teil der Verdünnungsluft, deren Durchsatz bereits mit dem Durchflußmeßgerät FM1 gemessen wurde, entnommen und mit Hilfe einer pneumatischen Blende in das TT eingeleitet. Unter diesen Bedingungen stimmen die Abgasgeschwindigkeiten in EP und ISP überein, und der Durchfluß durch ISP und TT ist ein konstanter Bruchteil des Abgasdurchflusses. Das Teilungsverhältnis wird anhand der Querschnittsflächen von EP und ISP bestimmt. Die Verdünnungsluft wird vom Ansauggebläse SB durch den DT gesogen und der Durchsatz mittels FM1 am Einlaß zum DT gemessen. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand des Verdünnungsluftdurchsatzes und des Teilungsverhältnisses berechnet.

Abbildung 13

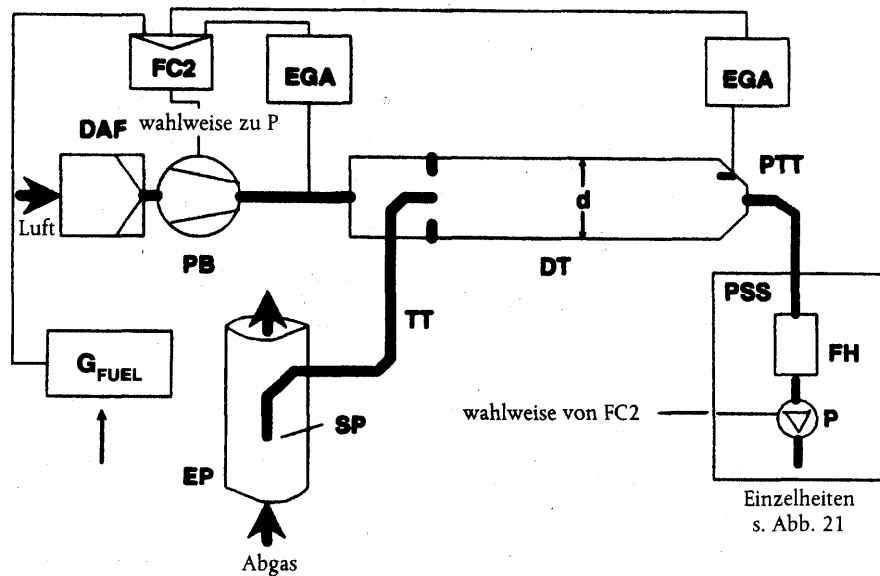
### Teilstrom-Verdünnungssystem mit Messung von CO<sub>2</sub> oder NO<sub>x</sub>-Konzentration und Teilprobenahme



Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT zum Verdünnungstunnel DT geleitet. Die Konzentrationen eines Tracergases (CO<sub>2</sub> oder NO<sub>x</sub>) werden mit dem (den) Abgasanalysator(en) EGA im unverdünnten und verdünnten Abgas sowie in der Verdünnungsluft gemessen. Diese Signale werden an den Durchflußregler FC2 übermittelt, der entweder das Druckgebläse PB oder das Ansauggebläse SB so regelt, daß im DT das gewünschte Teilungs- und Verdünnungsverhältnis des Abgases aufrechterhalten wird. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand der Konzentrationen des Tracergases im unverdünnten Abgas, im verdünnten Abgas und in der Verdünnungsluft berechnet.

Abbildung 14

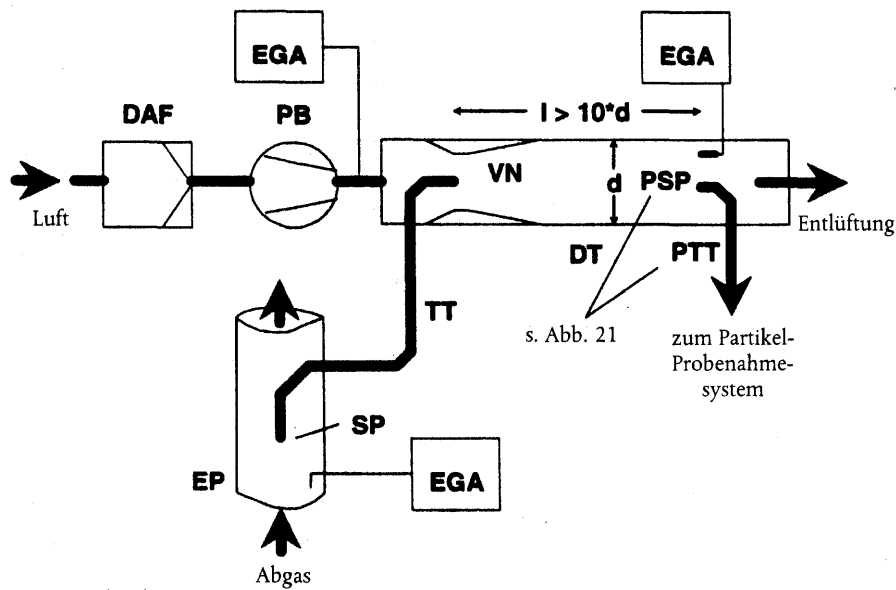
## Teilstrom-Verdünnungssystem mit Messung von CO<sub>2</sub>-Konzentration, Kohlenstoffbilanz und Gesamtprobenahme



Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT zum Verdünnungstunnel DT geleitet. Die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen werden mit dem (den) Abgasanalysator(en) EGA im verdünnten Abgas und in der Verdünnungsluft gemessen. Die Signale über den CO<sub>2</sub>- und Kraftstoffdurchfluß  $G_{\text{FUEL}}$  werden entweder an den Durchflußregler FC2 oder an den Durchflußregler FC3 des Partikel-Probenahmesystems übermittelt (siehe Abbildung 21). FC2 regelt das Druckgebläse PB und FC3 die Probenahmepumpe P (siehe Abbildung 21), wodurch die in das System eintretenden und es verlassenden Ströme so eingestellt werden, daß im DT das gewünschte Teilungs- und Verdünnungsverhältnis der Abgase aufrechterhalten wird. Das Verdünnungsverhältnis wird unter Verwendung der Kohlenstoffbilanzmethode anhand der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen und des  $G_{\text{FUEL}}$  berechnet.

Abbildung 15

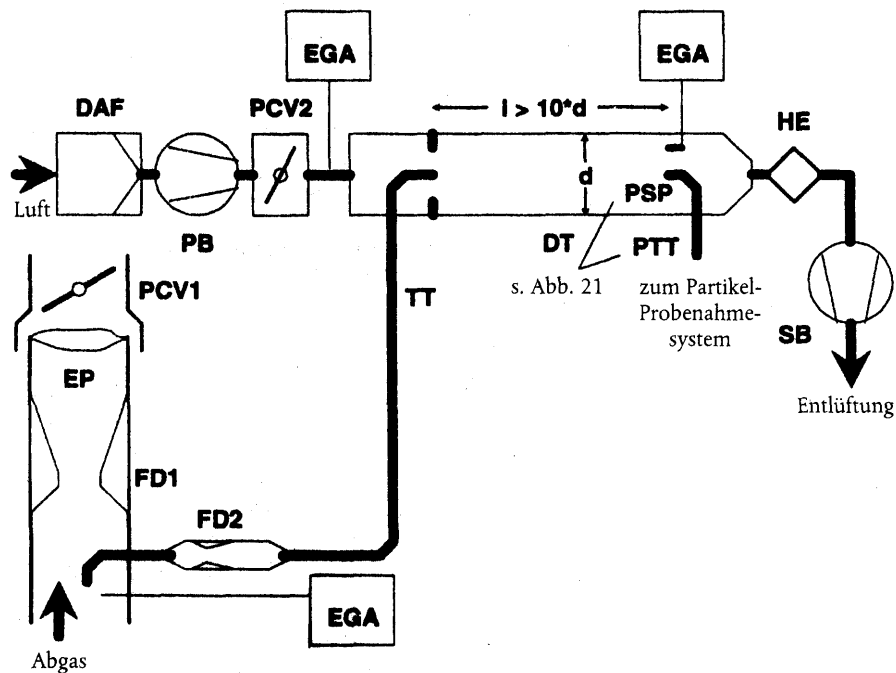
## Teilstrom-Verdünnungssystem mit Einfach-Venturirohr, Konzentrationsmessung und Teilprobenahme



Unverdünntes Abgas wird aufgrund des Unterdrucks, den das Venturirohr VN im DT erzeugt, aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT zum Verdünnungstunnel DT geleitet. Der Gasdurchsatz durch das TT hängt vom Impulsaustausch im Venturibereich ab und wird somit von der absoluten Temperatur des Gases am Ausgang des TT beeinflusst. Folglich ist die Abgasteilung bei einem bestimmten Tunneldurchsatz nicht konstant, und das Verdünnungsverhältnis ist bei geringer Last etwas kleiner als bei hoher Last. Die Konzentrationen des Tracergases ( $\text{CO}_2$  oder  $\text{NO}_x$ ) werden mit dem (den) Abgasanalysator(en) EGA im unverdünnten Abgas, im verdünnten Abgas und in der Verdünnungsluft gemessen, und das Verdünnungsverhältnis wird anhand der gemessenen Werte errechnet.

Abbildung 16

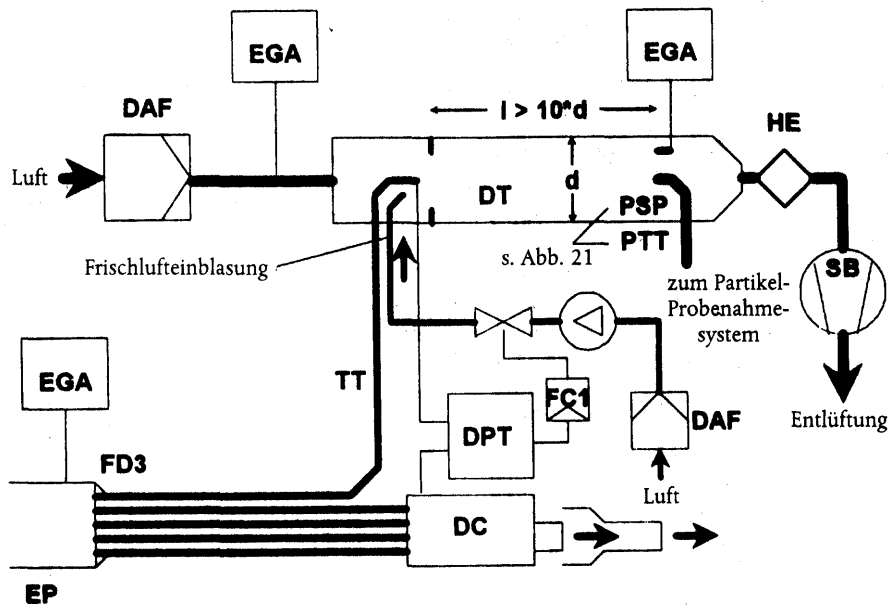
## Teilstrom-Verdünnungssystem mit Doppel-Venturirohr oder Doppelblende, Konzentrationsmessung und Teilprobenahme



Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT zum Verdünnungstunnel DT geleitet, und zwar mittels eines Mengenteilers, der ein Paar Blenden oder Venturi-Rohre enthält. Der erste Mengenteiler (FD1) befindet sich im EP, der zweite (FD2) im TT. Zusätzlich sind zwei Druckregelventile (PCV1 und PCV2) erforderlich, damit durch Regelung des Gegendrucks im EP und des Drucks im DT eine konstante Abgasteilung aufrechterhalten werden kann. PCV1 befindet sich stromabwärts der SP im EP, PCV2 zwischen dem Druckgebläse PB und dem DT. Die Konzentrationen des Tracergases ( $\text{CO}_2$  oder  $\text{NO}_x$ ) werden im unverdünnten Abgas, im verdünnten Abgas und in der Verdünnungsluft mit dem (den) Abgasanalysator(en) EGA gemessen. Sie werden zur Überprüfung der Abgasteilung benötigt und können im Interesse einer präzisen Teilungsregelung zur Einstellung von PCV1 und PCV2 verwendet werden. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand der Tracergaskonzentrationen berechnet.

Abbildung 17

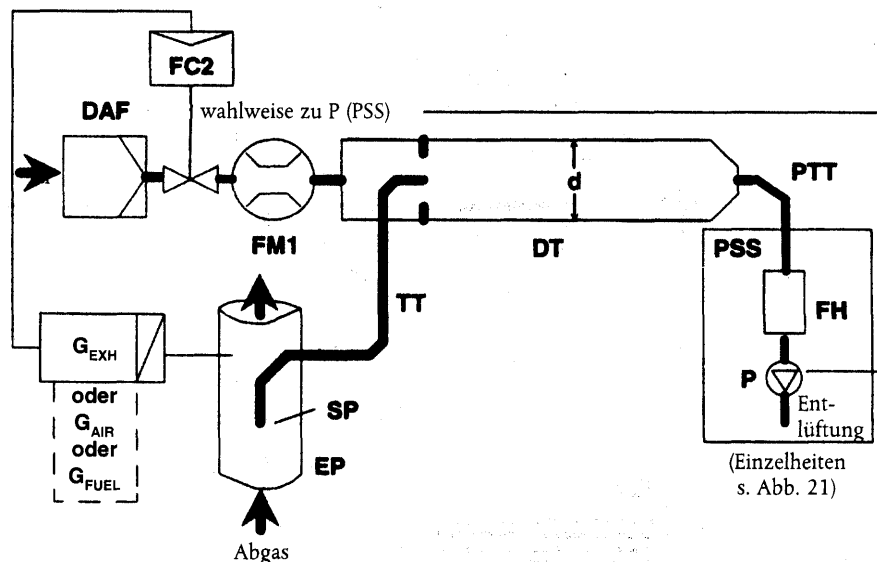
## Teilstrom-Verdünnungssystem mit Mehrfachröhrenteilung, Konzentrationsmessung und Teilprobenahme



Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch Übertragungsrohr TT zum Verdünnungstunnel DT geleitet, und zwar mittels eines im EP angebrachten Mengenteilers FD3, der aus einer Reihe von Röhren mit gleichen Abmessungen besteht (Durchmesser, Länge und Biegungshalbmesser gleich). Das durch eine dieser Röhren strömende Abgas wird zum DT geleitet, das durch die übrigen Röhren strömende Abgas wird durch die Dämpfungskammer DC geleitet. Die Abgasteilung wird also durch die Gesamtzahl der Röhren bestimmt. Eine konstante Teilungsregelung setzt zwischen der DC und dem Ausgang des TT einen Differenzdruck von Null voraus, der mit dem Differenzdruckaufnehmer DPT gemessen wird. Ein Differenzdruck von Null wird erreicht, indem in den DT am Ausgang des TT Frischluft eingeblasen wird. Die Konzentrationen des Tracergases ( $\text{CO}_2$  oder  $\text{NO}_x$ ) werden im unverdünnten Abgas, im verdünnten Abgas und in der Verdünnungsluft mit dem (den) Abgasanalysator(en) EGA gemessen. Sie werden zur Überprüfung der Abgasteilung benötigt und können im Interesse einer präzisen Teilungsregelung zur Einstellung des Durchsatzes der eingeblasenen Luft verwendet werden. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand der Tracergaskonzentrationen berechnet.

Abbildung 18

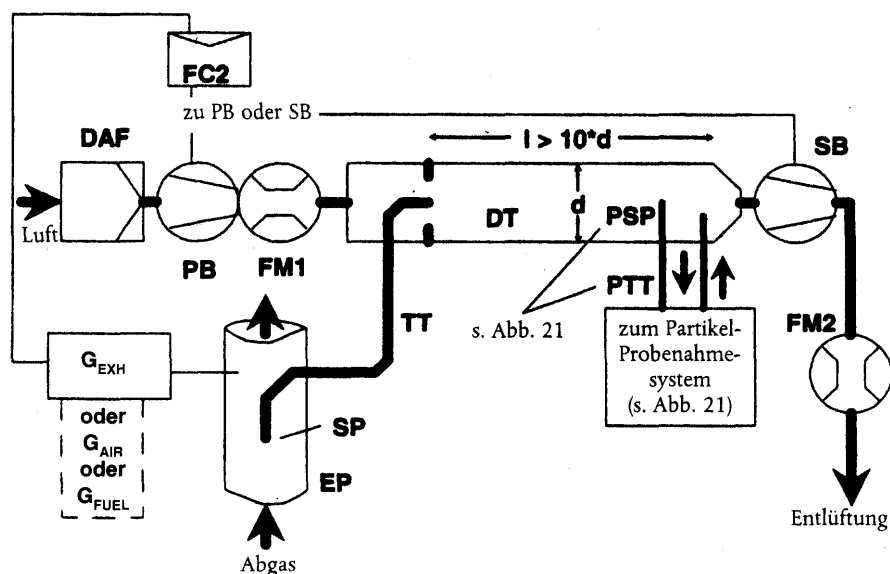
### Teilstrom-Verdünnungssystem mit Durchflußregelung und Gesamtprobenahme



Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT in den Verdünnungstunnel DT geleitet. Der Gesamtdurchfluß durch den Tunnel wird mit dem Durchflußregler FC3 und der Probenahmepumpe P des Partikel-Probenahmesystems eingestellt (siehe Abbildung 18). Der Verdünnungsluftdurchfluß wird mit dem Durchflußregler FC2 geregelt, der  $G_{EXH}$ ,  $G_{AIR}$  oder  $G_{FUEL}$  als Steuersignale zur Herbeiführung der gewünschten Abgasteilung verwenden kann. Der Probedurchfluß in den DT ist die Differenz aus dem Gesamtdurchfluß und dem Verdünnungsluftdurchfluß. Der Verdünnungsluftdurchsatz wird mit dem Durchflußmeßgerät FM1 und der Gesamtdurchsatz mit dem Durchflußmeßgerät FM3 des Partikel-Probenahmesystems gemessen (siehe Abbildung 21). Das Verdünnungsverhältnis wird anhand dieser beiden Durchsätze berechnet.

Abbildung 19

### Teilstrom-Verdünnungssystem mit Durchflußregelung und Teilprobenahme



Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT in den Verdünnungstunnel DT geleitet. Die Abgasteilung und der Durchfluß in den DT werden mit dem Durchflußregler FC2 geregelt, der die Durchflüsse (oder Drehzahl) des Druckgebläses PB und des Ansauggebläses SB entsprechend einstellt. Dies ist möglich, weil die mit dem Partikel-Probenahmesystem entnommene Probe in den DT zurückgeführt wird. Als Steuersignale für FC2 können  $G_{EXHW}$ ,  $G_{AIRW}$  oder  $G_{FUEL}$  verwendet werden. Der Verdünnungsluftdurchsatz wird mit dem Durchflußmeßgerät FM1, der Gesamtdurchsatz mit dem Durchflußmeßgerät FM2 gemessen. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand dieser beiden Durchsätze berechnet.

### 2.2.1. Beschreibung zu den Abbildungen 11 bis 19

#### EP: Auspuffrohr

Das Auspuffrohr kann isoliert sein. Zur Verringerung der Wärmeträgheit des Auspuffrohrs wird ein Verhältnis Stärke/Durchmesser von 0,015 oder weniger empfohlen. Die Verwendung flexibler Abschnitte ist auf ein Verhältnis Länge/Durchmesser von 12 oder weniger zu begrenzen. Biegungen sind auf ein Mindestmaß zu begrenzen, um die Trägheitsablagerungen zu verringern. Gehört zu dem System ein Prüfstand-Schalldämpfer, so kann auch dieser isoliert werden.

Bei einem isokinetischen System muß das Auspuffrohr vom Eintritt der Sonde ab stromaufwärts auf einer Länge von mindestens sechs Rohrdurchmessern und stromabwärts drei Rohrdurchmessern frei von scharfen Krümmungen, Biegungen und plötzlichen Durchmesseränderungen sein. Die Gasgeschwindigkeit muß im Entnahmebereich höher als 10 m/s sein; dies gilt nicht für den Leerlauf. Druckschwankungen der Abgase dürfen im Durchschnitt  $\pm 500$  Pa nicht übersteigen. Jede Maßnahme zur Vermeidung der Druckschwankungen, die über die Verwendung einer Fahrzeug-Auspuffanlage (einschließlich Schalldämpfer und Nachbehandlungsanlage) hinausgehen, darf die Motorleistung nicht verändern und zu keiner Partikelablagerung führen.

Bei Systemen ohne isokinetische Sonde wird empfohlen, daß das Auspuffrohr auf einer Länge von sechs Rohrdurchmessern vor dem Eintritt der Sonde und von 3 Rohrdurchmessern hinter diesem Punkt geradlinig verläuft.

#### SP: Probenahmesonde (Abbildungen 10, 14, 15, 16, 18 und 19)

Der Innendurchmesser muß mindestens 4 mm betragen. Das Verhältnis der Durchmesser von Auspuffrohr und Sonde muß mindestens vier betragen. Die Sonde muß eine offene Röhre sein, die der Strömungsrichtung zugewandt in der Mittellinie des Auspuffrohrs angebracht ist, oder es muß sich um eine Mehrlochsonde - wie unter SP1 in Abschnitt 1.2.1, Abbildung 5 beschrieben - handeln.

#### ISP: Isokinetische Probenahmesonde (Abbildungen 11 und 12)

Die isokinetische Probenahmesonde ist der Strömungsrichtung zugewandt in der Mittellinie des Auspuffrohrs an einem Punkt anzubringen, an dem die im Abschnitt EP beschriebenen Strömungsbedingungen herrschen; sie ist so auszulegen, daß eine verhältnismäßige Probenahme aus dem unverdünnten Abgas gewährleistet ist. Der Innendurchmesser muß mindestens 12 mm betragen.

Ein Reglersystem ist erforderlich, damit durch Aufrechterhaltung eines Differenzdrucks von Null zwischen dem EP und der ISP eine isokinetische Abgasteilung erreicht wird. Unter diesen Bedingungen sind die Abgasgeschwindigkeiten im EP und in der ISP gleich, und der Massendurchfluß durch die ISP ist ein konstanter Bruchteil des Abgasstroms. Die ISP muß an einen Differenzdruckaufnehmer DPT angeschlossen werden. Die Regelung, mit der zwischen dem EP und der ISP ein Differenzdruck von Null erreicht wird, erfolgt über den Durchflußregler FC1.

#### FD1, FD2: Mengenteiler (Abbildung 16)

Ein Paar Venturi-Rohre oder Blenden wird im Auspuffrohr EP bzw. im Übertragungsrohr TT angebracht, damit eine verhältnismäßige Probenahme aus dem unverdünnten Abgas gewährleistet ist. Das aus den beiden Druckregelventilen PCV1 und PCV2 bestehende Reglersystem wird benötigt, damit eine verhältnismäßige Aufteilung mittels Regelung der Drücke im EP und DT erfolgen kann.

#### FD3: Mengenteiler (Abbildung 17)

Ein Satz Röhren (Mehrfachröhreneinheit) wird im Auspuffrohr EP angebracht, damit eine verhältnismäßige Probenahme aus dem unverdünnten Abgas gewährleistet ist. Eine dieser Röhren leitet Abgas zum Verdünnungstunnel DT, das Abgas aus den übrigen Röhren strömt in eine Dämpfungskammer DC. Die Röhren müssen gleiche Abmessungen aufweisen (Durchmesser, Länge, Biegunghalbmesser gleich); demzufolge ist die Abgasteilung von der Gesamtzahl der Röhren abhängig. Ein Reglersystem wird benötigt, damit durch Aufrechterhaltung eines Differenzdrucks von Null zwischen der Einmündung der Mehrfachröhreneinheit in die DC und dem Ausgang des TT eine verhältnismäßige Aufteilung erfolgen kann. Unter diesen Bedingungen herrschen im EP und in FD3 proportionale Abgasgeschwindigkeiten, und der Durchfluß im TT ist ein konstanter Bruchteil des Abgasdurchflusses. Die beiden Punkte müssen an ein Differenzdruckaufnehmer DPT angeschlossen sein. Die Regelung zur Herstellung eines Differenzdrucks von Null erfolgt über den Durchflußregler FC1.

#### EGA: Abgasanalysator (Abbildungen 13, 14, 15, 16 und 17)

Es können CO<sub>2</sub>- oder NO<sub>x</sub>-Analysatoren verwendet werden (bei der Kohlenstoffbilanzmethode nur CO<sub>2</sub>-Analysatoren). Die Analysatoren sind ebenso zu kalibrieren wie die Analysatoren für die Messung der gasförmigen Emissionen. Ein oder mehrere Analysatoren können zur Bestimmung der Konzentrationsunterschiede verwendet werden. Die Meßsysteme müssen eine solche Genauigkeit aufweisen, daß die Genauigkeit von  $G_{EDFW,i} \pm 4 \%$  beträgt.

#### TT: Übertragungsrohr (Abbildungen 11 bis 19)

Das Übertragungsrohr muß

- so kurz wie möglich, jedoch nicht länger als 5 m sein;
- einen Durchmesser haben, der gleich dem Durchmesser der Sonde oder größer, jedoch nicht größer als 25 mm ist;

- den Ausgang in der Mittellinie des Verdünnungstunnels haben und in Strömungsrichtung zeigen.

Rohre von einer Länge bis zu einem Meter sind mit einem Material zu isolieren, dessen maximale Wärmeleitfähigkeit  $0,05 \text{ W/m} \times \text{K}$  beträgt, wobei die Stärke der Isolierschicht dem Durchmesser der Sonde entspricht. Rohre von mehr als einem Meter Länge sind zu isolieren und so zu beheizen, daß die Wandtemperatur mindestens 523 K (250 °C) beträgt.

DPT: Differenzdruckaufnehmer (Abbildungen 11, 12 und 17)

Der größte Meßbereich des Differenzdruckaufnehmers muß  $\pm 500 \text{ Pa}$  betragen.

FC1: Durchflußregler (Abbildungen 11, 12 und 17)

Bei den *isokinetischen Systemen* (Abbildungen 11 und 12) wird der Durchflußregler zur Aufrechterhaltung eines Differenzdrucks von Null zwischen dem EP und der ISP benötigt. Die Einstellung kann folgendermaßen erfolgen:

- durch Regelung der Drehzahl oder des Durchflusses des Ansauggebläses (SB) und Konstanthalten der Drehzahl des Druckgebläses (PB) bei jeder Prüfphase (Abbildung 11), oder
- durch Einstellung des Ansauggebläses (SB) auf einen konstanten Massendurchfluß des verdünnten Abgases und Regelung des Durchflusses des Druckgebläses PB, wodurch der Durchfluß der Abgasprobe in einem Bereich am Ende des Übertragungsrohrs (TT) geregelt wird (Abbildung 12).

Bei Systemen mit geregelterm Druck darf der verbleibende Fehler im Regelkreis  $\pm 3 \text{ Pa}$  nicht übersteigen. Die Druckschwankungen im Verdünnungstunnel dürfen im Durchschnitt  $\pm 250 \text{ Pa}$  nicht übersteigen.

Bei *Mehrfachröhrensystemen* (Abbildung 17) wird der Durchflußregler zur Aufrechterhaltung eines Differenzdrucks von Null zwischen dem Auslaß der Mehrfachröhreneinheit und dem Ausgang des TT benötigt, damit der Abgasstrom verhältnismäßig aufgeteilt wird. Die Einstellung kann durch Regelung des Durchsatzes der eingeblasenen Luft erfolgen, die am Ausgang des TT in den DT einströmt.

PCV1, PCV2: Druckregelventile (Abbildung 16)

Zwei Druckregelventile werden für das Doppelventuri-/Doppelblenden-System benötigt, damit durch Regelung des Gegendrucks des EP und des Drucks im DT eine verhältnismäßige Stromteilung erfolgen kann. Die Ventile müssen sich stromabwärts hinter der SP im EP bzw. zwischen PB und DT befinden.

DC: Dämpfungskammer (Abbildung 17)

Am Ausgang des Mehrfachröhrensystems ist eine Dämpfungskammer anzubringen, um die Druckschwankungen im Auspuffrohr EP so gering wie möglich zu halten.

VN: Venturi-Rohr (Abbildung 15)

Ein Venturi-Rohr wird im Verdünnungstunnel DT angebracht, um im Bereich des Ausgangs des Übertragungsrohrs TT einen Unterdruck zu erzeugen. Der Gasdurchsatz im TT wird durch den Impulsaustausch im Venturibereich bestimmt und ist im Grund dem Durchsatz des Druckgebläses PB proportional, so daß ein konstantes Verdünnungsverhältnis erzielt wird. Da der Impulsaustausch von der Temperatur am Ausgang des TT und vom Druckunterschied zwischen dem EP und dem DT beeinflußt wird, ist das tatsächliche Verdünnungsverhältnis bei geringer Last etwas kleiner als bei hoher Last.

FC2: Durchflußregler (Abbildungen 13, 14, 18 und 19; wahlfrei)

Zur Durchflußregelung am Druckgebläse PB und/oder Ansauggebläse SB kann ein Durchflußregler verwendet werden. Er kann an den Abgasstrom-, den Ansaugluftstrom-, den Kraftstoffstrom- und/oder an den CO<sub>2</sub>- oder NO<sub>x</sub>-Differenzsignalgeber angeschlossen sein. Wird ein Druckluftversorgungssystem (Abbildung 18) verwendet, regelt der FC2 unmittelbar den Luftstrom.

FM1: Durchflußmeßgerät (Abbildungen 11, 12, 18 und 19)

Gasmeßgerät oder sonstiges Durchflußmeßgerät zur Messung des Verdünnungsluftdurchflusses. FM1 ist wahlfrei, wenn das PB für die Durchflußmessung kalibriert ist.

FM2: Durchflußmeßgerät (Abbildung 19)

Gasmeßgerät oder sonstiges Durchflußmeßgerät zur Messung des Durchflusses des verdünnten Abgases. FM2 ist wahlfrei, wenn das Ansauggebläse SB für die Durchflußmessung kalibriert ist.

PB: Druckgebläse (Abbildungen 11, 12, 13, 14, 15, 16 und 19)

Zur Steuerung des Verdünnungsluftdurchsatzes kann das PB an die Durchflußregler FC1 und FC2 angeschlossen sein. Ein PB ist nicht erforderlich, wenn eine Drosselklappe verwendet wird. Ist das PB kalibriert, kann es zur Messung des Verdünnungsluftdurchflusses verwendet werden.

SB: Ansauggebläse (Abbildungen 11, 12, 13, 16, 17 und 19)

Nur für Teilprobenahmesysteme. Ist das SB kalibriert, kann es zur Messung des Durchflusses des verdünnten Abgases verwendet werden.

DAF: Verdünnungsluftfilter (Abbildungen 11 bis 19)

Es wird empfohlen, die Verdünnungsluft zu filtern und durch Aktivkohle zu leiten, damit Hintergrund-Kohlenwasserstoffe entfernt werden. Auf Antrag des Motorherstellers ist nach guter technischer Praxis eine Verdünnungsluftprobe zur Bestimmung des Raumluft-Partikelgehalts zu nehmen, der dann von den in den verdünnten Abgasen gemessenen Werten abgezogen werden kann.

DT: Verdünnungstunnel (Abbildungen 11 bis 19)

#### Der Verdünnungstunnel

- muß so lang sein, daß sich die Abgase bei turbulenten Strömungsbedingungen vollständig mit der Verdünnungsluft mischen können;
- muß aus rostfreiem Stahl bestehen und
  - bei Verdünnungstunneln mit einem Innendurchmesser über 75 mm ein Verhältnis Stärke/Durchmesser von höchstens 0,025 aufweisen;
  - bei Verdünnungstunneln mit einem Innendurchmesser bis zu 75 mm eine nominelle Wanddicke von mindestens 1,5 mm haben;
- muß bei einem Teilprobenahmesystem einen Durchmesser von mindestens 75 mm haben;
- sollte bei einem Gesamtprobenahmesystem möglichst einen Durchmesser von mindestens 25 mm haben;
- kann durch Direktbeheizung oder durch Vorheizen der Verdünnungsluft bis auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) beheizt werden, vorausgesetzt, daß die Lufttemperatur vor Eintritt des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht übersteigt
- kann isoliert sein.

Die Motorabgase müssen gründlich mit der Verdünnungsluft vermischt werden. Bei Teilprobenahmesystemen ist die Mischqualität nach Inbetriebnahme bei laufendem Motor mittels eines CO<sub>2</sub>-Profils des Tunnels zu überprüfen (mindestens vier gleichmäßig verteilte Meßpunkte). Bei Bedarf kann eine Mischblende verwendet werden.

*Anmerkung:* Beträgt die Umgebungstemperatur in der Nähe des Verdünnungstunnels (DT) weniger als 293 K (20 °C), so sollte für eine Vermeidung von Partikelverlusten an den kühlen Wänden des Verdünnungstunnels gesorgt werden. Daher wird eine Beheizung und/oder Isolierung des Tunnels innerhalb der oben angegebenen Grenzwerte empfohlen.

Bei hoher Motorlast kann der Tunnel durch nichtaggressive Mittel wie beispielsweise einen Umlüfter gekühlt werden, solange die Temperatur des Kühlmittels nicht weniger als 293 K (20 °C) beträgt.

HE: Wärmeaustauscher (Abbildungen 16 und 17)

Die Leistung des Wärmeaustauschers muß ausreichend sein, damit die Temperatur am Einlaß zum Ansauggebläse SB von der bei der Prüfung beobachteten durchschnittlichen Betriebstemperatur um höchstens  $\pm 11$  K abweicht.

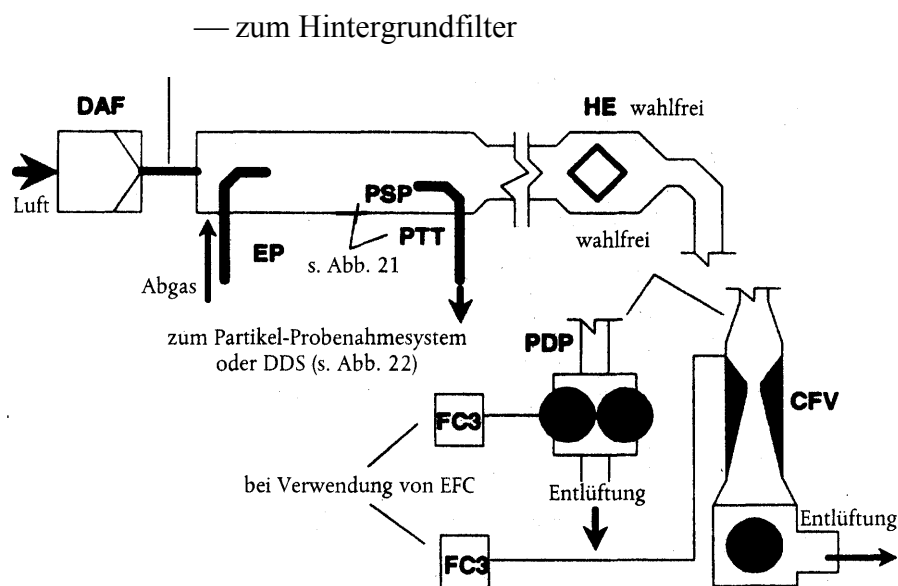
## 2.3 Vollstrom-Verdünnungssystem

In Abbildung 20 wird ein Verdünnungssystem beschrieben, das unter Verwendung des CVS-Konzepts (Constant Volume Sampling) auf der Verdünnung des gesamten Abgasstroms beruht. Das Gesamtvolumen des Gemischs aus Abgas und Verdünnungsluft muß gemessen werden. Es kann entweder ein PDP- oder ein CFV-System verwendet werden.

Für die anschließende Sammlung der Partikel wird eine Probe des verdünnten Abgases durch das Partikel-Probenahmesystem geleitet (Abschnitt 2.4, Abbildungen 21 und 22). Geschieht dies direkt, spricht man von *Einfachverdünnung*. Wird die Probe in einem Sekundärverdünnungstunnel erneut verdünnt, spricht man von *Doppelverdünnung*. Letztere ist dann von Nutzen, wenn die Vorschriften in bezug auf die Filteranströmtemperatur bei Einfachverdünnung nicht eingehalten werden können. Obwohl es sich beim Doppelverdünnungssystem zum Teil um ein Verdünnungssystem handelt, wird es in Abschnitt 2.4, Abbildung 22, als Unterart eines Partikel-Probenahmesystems beschrieben, da es die meisten typischen Bestandteile eines Partikel-Probenahmesystems aufweist.

Abbildung 20

### Vollstrom-Verdünnungssystem



Die Gesamtmenge des unverdünnten Abgases wird im Verdünnungstunnel DT mit der Verdünnungsluft vermischt. Der Durchsatz des verdünnten Abgases wird entweder mit einer Verdrängerpumpe PDP oder mit einem Venturi-Rohr mit kritischer Strömung CFV gemessen. Ein Wärmeaustauscher HE oder eine elektronische Durchflußmengenkompensation EFC kann für eine verhältnismäßige Partikel-Probenahme und für die Durchflußbestimmung verwendet werden. Da die Bestimmung der Partikelmasse auf dem Gesamtdurchfluß des verdünnten Abgases beruht, ist die Berechnung des Verdünnungsverhältnisses nicht erforderlich.

### 2.3.1. Beschreibung zu Abbildung 20

#### EP: Auspuffrohr

Die Länge des Auspuffrohrs vom Auslaß des Auspuffkrümmers, des Turboladers oder der Nachbehandlungseinrichtung bis zum Verdünnungstunnel darf nicht mehr als 10 m betragen. Überschreitet die Länge des Systems 4 m, sind über diesen Grenzwert hinaus alle Rohre mit Ausnahme eines etwaigen im Auspuffsystem befindlichen Rauchmeßgerätes zu isolieren. Die Stärke der Isolierschicht muß mindestens 25 mm betragen. Die Wärmeleitfähigkeit des Isoliermaterials darf, bei 673 K (400 °C) gemessen, höchstens  $0,1 \text{ W}/(\text{m} \times \text{K})$  betragen. Um die Wärmeträgheit des Auspuffrohrs zu verringern, wird ein Verhältnis Stärke/Durchmesser von höchstens 0,015 empfohlen. Die Verwendung flexibler Abschnitte ist auf ein Verhältnis Länge/Durchmesser von höchstens 12 zu begrenzen.

#### PDP: Verdrängerpumpe

Die PDP mißt den Gesamtdurchfluß des verdünnten Abgases aus der Anzahl der Pumpenumdrehungen und dem Pumpenkammervolumen. Der Abgasgegendruck darf durch die PDP oder das Verdünnungslufteinlaßsystem nicht künstlich gesenkt werden. Der mit laufendem PDP-System gemessene statische Abgasgegendruck muß bei einer Toleranz von  $\pm 1,5 \text{ kPa}$  im Bereich des statischen Drucks bleiben, der bei gleicher Motordrehzahl und Belastung ohne Anschluß an die PDP gemessen wurde. Die unmittelbar vor der PDP gemessene Temperatur des Gasgemischs muß bei einer Toleranz von  $\pm 6 \text{ K}$  innerhalb des Durchschnittswerts der während der Prüfung ermittelten Betriebstemperatur bleiben, wenn keine Durchflußmengenkompensation erfolgt. Eine Durchflußmengenkompensation darf nur angewendet werden, wenn die Temperatur am Einlaß der PDP 323 K (50 °C) nicht überschreitet.

#### CFV: Venturi-Rohr mit kritischer Strömung

Das CFV wird zur Messung des Gesamtdurchflusses des verdünnten Abgases unter Sättigungsbedingungen (kritische Strömung) benutzt. Der mit laufendem CFV-System gemessene statische Abgasgegendruck muß bei einer Toleranz von  $\pm 1,5 \text{ kPa}$  im Bereich des statischen Drucks bleiben, der bei gleicher Motordrehzahl und Belastung ohne Anschluß an das CFV gemessen wurde. Die unmittelbar vor dem CFV gemessene Temperatur des Gasgemischs muß bei einer Toleranz von  $\pm 11 \text{ K}$  innerhalb des Durchschnittswerts der während der Prüfung ermittelten Betriebstemperatur bleiben, wenn keine Durchflußmengenkompensation erfolgt.

#### HE: Wärmeaustauscher (bei Anwendung von EFC wahlfrei)

Die Leistung des Wärmeaustauschers muß ausreichen, um die Temperatur innerhalb der obengenannten Grenzwerte zu halten.

#### EFC: Elektronische Durchflußkompensation (bei Anwendung eines HE wahlfrei)

Wird die Temperatur an der Einlaßöffnung der PDP oder des CFV nicht innerhalb der genannten Grenzwerte gehalten, ist zum Zweck einer kontinuierlichen Messung der Durchflußmenge und zur Regelung der verhältnismäßigen Probenahme im Partikelsystem ein elektronisches Durchflußkompensations-System erforderlich. Daher werden die Signale des kontinuierlich gemessenen Durchsatzes verwendet, um

den Probendurchsatz durch die Partikelfilter des Partikel-Probenahmesystems entsprechend zu korrigieren (siehe Abschnitt 2.4, Abbildungen 21 und 22).

DT: Verdünnungstunnel

Der Verdünnungstunnel

- muß einen genügend kleinen Durchmesser haben, um eine turbulente Strömung zu erzeugen (Reynoldssche Zahl größer als 4 000) und hinreichend lang sein, damit sich die Abgase mit der Verdünnungsluft vollständig vermischen. Eine Mischblende kann verwendet werden;
- muß bei einem System mit Einfachverdünnung einen Durchmesser von mindestens 460 mm haben;
- muß bei einem System mit Doppelverdünnung einen Durchmesser von mindestens 210 mm haben;
- kann isoliert sein.

Die Motorabgase sind an dem Punkt, an dem sie in den Verdünnungstunnel einströmen, stromabwärts zu richten und vollständig zu mischen.

Bei *Einfachverdünnung* wird eine Probe aus dem Verdünnungstunnel in das Partikel-Probenahmesystem geleitet (Abschnitt 2.4, Abbildung 21). Die Durchflußleistung der PDP oder des CFV muß ausreichend sein, um die Temperatur des verdünnten Abgasstroms unmittelbar von dem Primärpartikelfilter auf weniger oder gleich 325 K (52 °C) zu halten.

Bei *Doppelverdünnung* wird eine Probe aus dem Verdünnungstunnel zur weiteren Verdünnung in den Sekundärtunnel und darauf durch die Probenahmefilter geleitet (Abschnitt 2.4, Abbildung 22). Die Durchflußleistung des PDP oder des CFV muß ausreichend sein, um die Temperatur des verdünnten Abgasstroms im DT im Probenahmebereich auf weniger oder gleich 464 K (191 °C) zu halten. Das Sekundärverdünnungssystem muß genug Sekundärverdünnungsluft liefern, damit der doppelt verdünnte Abgasstrom unmittelbar vor dem Primärpartikelfilter auf einer Temperatur von weniger oder gleich 325 K (52 °C) gehalten werden kann.

DAF: Verdünnungsluftfilter

Es wird empfohlen, die Verdünnungsluft zu filtern und durch Aktivkohle zu leiten, damit Hintergrund-Kohlenwasserstoffe entfernt werden. Auf Antrag des Motorherstellers ist nach guter technischer Praxis eine Verdünnungsluftprobe zur Bestimmung des Raumluft-Partikelgehalts zu nehmen, der dann von den in den verdünnten Abgasen gemessenen Werten abgezogen werden kann.

PSP: Partikel-Probenahmesonde

Die Sonde bildet den vordersten Abschnitt des PTT und

- muß gegen den Strom gerichtet an einem Punkt angebracht sein, wo die Verdünnungsluft und die Abgase gut vermischt sind, d.h. in der Mittellinie des

Verdünnungstunnels (DT) ungefähr 10 Tunneldurchmesser stromabwärts von dem Punkt gelegen, wo die Abgase in den Verdünnungstunnel eintreten;

- muß einen Innendurchmesser von mindestens 12 mm haben;
- kann durch Direktbeheizung oder durch Vorheizen der Verdünnungsluft bis auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) beheizt werden, vorausgesetzt, daß die Lufttemperatur vor Eintritt des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht übersteigt;
- kann isoliert sein.

## **2.4. Partikel-Probenahmesystem**

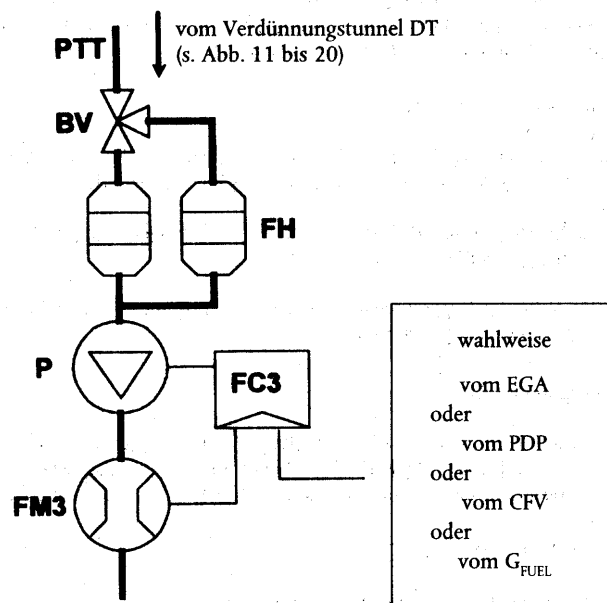
Das Partikel-Probenahmesystem wird zur Sammlung der Partikel auf dem Partikelfilter benötigt. Im Fall von *Teilstrom-Verdünnungssystemen mit Gesamtprobe*, bei denen die gesamte Probe des verdünnten Abgases durch die Filter geleitet wird, bilden das Verdünnungssystem (Abschnitt 2.2, Abbildungen 14 und 18) und das Probenahmesystem in der Regel eine Einheit. Im Fall von *Teilstrom- oder Vollstrom-Verdünnungssystemen mit Teilprobenahme*, bei denen nur ein Teil des verdünnten Abgases durch die Filter geleitet wird, sind das Verdünnungssystem (Abschnitt 2.2, Abbildungen 11, 12, 13, 15, 16, 17 und 19; Abschnitt 2.3, Abbildung 20) und das Probenahmesystem in der Regel getrennte Einheiten.

In dieser Richtlinie gilt das Doppelverdünnungssystem (Abbildung 22) eines Vollstrom-Verdünnungssystems als spezifische Unterart eines typischen Partikel-Probenahmesystems, wie es in Abbildung 21 dargestellt ist. Das Doppelverdünnungssystem enthält alle wichtigen Bestandteile eines Partikel-Probenahmesystems, wie beispielsweise Filterhalter und Probenahmepumpe, und darüber hinaus einige Merkmale eines Verdünnungssystems, wie beispielsweise die Verdünnungsluftzufuhr und einen Sekundär-Verdünnungstunnel.

Um eine Beeinflussung der Regelkreise zu vermeiden, wird empfohlen, die Probenahmepumpe während des gesamten Prüfverfahrens in Betrieb zu lassen. Bei der Einfachfiltermethode ist ein Bypass-System zu verwenden, um die Probe zu den gewünschten Zeitpunkten durch die Probenahmefilter zu leiten. Die Beeinflussung der Regelkreise durch den Schaltvorgang ist auf ein Mindestmaß zu begrenzen.

*Abbildung 21*

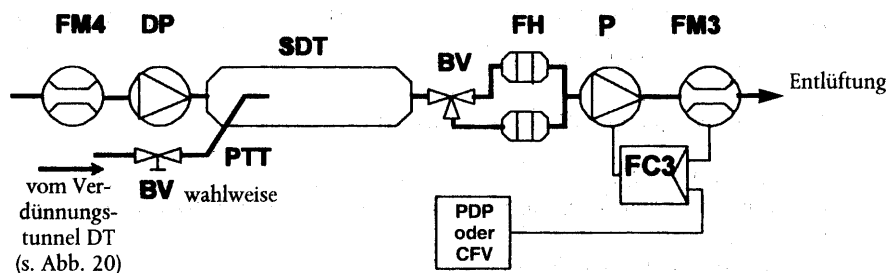
### **Partikel-Probenahmesystem**



Eine Probe des verdünnten Abgases wird mit Hilfe der Probenahmepumpe P durch die Partikel-Probenahmesonde PSP und das Partikelübertragungsrohr PTT aus dem Verdünnungstunnel DT eines Teilstrom- oder Vollstrom-Verdünnungssystems entnommen. Die Probe wird durch den (die) Filterhalter FH geleitet, in dem (denen) die Partikel-Probenahmefilter enthalten sind. Der Probendurchsatz wird mit dem Durchflußregler FC3 geregelt. Bei Verwendung der elektronischen Durchflußmengenkompensation EFC (siehe Abbildung 20) dient der Durchfluß des verdünnten Abgases als Steuersignal für FC3.

Abbildung 22

### Doppelverdünnungssystem (nur Vollstromsystem)



Eine Probe des verdünnten Abgases wird durch die Partikel-Probenahmesonde PSP und das Partikelübertragungsrohr PTT aus dem Verdünnungstunnel DT eines Vollstrom-Verdünnungssystems in den Sekundärverdünnungstunnel SDT geleitet und dort nochmals verdünnt. Anschließend wird die Probe durch den (die) Filterhalter FH geleitet, in dem (denen) die Partikel-Probenahmefilter enthalten sind. Der Verdünnungsluftdurchsatz ist in der Regel konstant, während der Probendurchsatz mit dem Durchflußregler FC3 geregelt wird. Bei Verwendung der elektronischen Durchflußkompensation EFC (siehe Abbildung 20) dient der Durchfluß des gesamten verdünnten Abgases als Steuersignal für FC3.

#### 2.4.1. Beschreibung zu den Abbildungen 21 und 22

PTT: Partikelübertragungsrohr (Abbildungen 21 und 22)

Das Partikelübertragungsrohr darf höchstens 1 020 mm lang sein; seine Länge ist so gering wie möglich zu halten. Gegebenenfalls (z.B. bei Teilstrom-Verdünnungssystemen mit Teilprobenahme und bei Vollstrom-Verdünnungssystemen) ist die Länge der Probenahmesonden (SP, ISP bzw. PSP, siehe Abschnitte 2.2 und 2.3) darin einzubeziehen.

Die Abmessungen betreffen

- beim *Teilstrom-Verdünnungssystem mit Teilprobenahme* und beim *Vollstrom-Einfachverdünnungssystem* den Teil vom Sondereintritt (SP, ISP bzw. PSP) bis zum Filterhalter,
- beim *Teilstrom-Verdünnungssystem mit Gesamtprobenahme* den Teil vom Ende des Verdünnungstunnels bis zum Filterhalter,
- beim *Vollstrom-Doppelverdünnungssystem* den Teil vom Sondereintritt (PSP) bis zum Sekundärverdünnungstunnel. Das Übertragungsrohr

Das Übertragungsrohr

- kann durch Direktbeheizung oder durch Vorheizen der Verdünnungsluft bis auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) beheizt werden, vorausgesetzt, daß die Lufttemperatur vor Eintritt des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht übersteigt;
- kann isoliert sein.

SDT: Sekundärverdünnungstunnel (Abbildung 22)

Der Sekundärverdünnungstunnel sollte einen Durchmesser von mindestens 75 mm haben und so lang sein, daß die doppelt verdünnte Probe mindestens 0,25 Sekunden in ihm verweilt. Die Halterung des Hauptfilters FH darf sich in nicht mehr als 300 mm Abstand vom Ausgang des SDT befinden.

Der Sekundärverdünnungstunnel

- kann durch Direktbeheizung oder durch Vorheizen der Verdünnungsluft bis auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) beheizt werden, vorausgesetzt, daß die Lufttemperatur vor Eintritt des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht übersteigt;
- kann isoliert sein.

FH: Filterhalter (Abbildungen 21 und 22)

Für die Haupt- und Nachfilter dürfen entweder ein einziger Filterhalter oder separate Filterhalter verwendet werden. Die Vorschriften von Anhang III Anlage 4 Abschnitt 4.1.3 müssen eingehalten werden.

Der (die) Filterhalter

- kann (können) durch Direktbeheizung oder durch Vorheizen der Verdünnungsluft bis auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) beheizt werden, vorausgesetzt, daß die Lufttemperatur vor Eintritt des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht übersteigt,
- kann (können) isoliert sein.

P: Probenahmepumpe (Abbildungen 21 und 22)

Die Partikel-Probenahmepumpe muß so weit vom Tunnel entfernt sein, daß die Temperatur der einströmenden Gase konstant gehalten wird ( $\pm 3$  K), wenn keine Durchflußkorrektur mittels FC3 erfolgt.

DP: Verdünnungsluftpumpe (Abbildung 22)

Die Verdünnungsluftpumpe ist so anzuordnen, daß die sekundäre Verdünnungsluft mit einer Temperatur von  $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$  ( $25 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ ) zugeführt wird, wenn die Verdünnungsluft nicht vorgeheizt wird.

FC3: Durchflußregler (Abbildungen 21 und 22)

Um eine Kompensation des Durchsatzes der Partikelprobe für Temperatur- und Gegendruckschwankungen im Probenweg zu erreichen, ist, falls keine anderen Mittel zur Verfügung stehen, ein Durchflußregler zu verwenden. Bei Anwendung der elektronischen Durchflußkompensation EFC (siehe Abbildung 20) ist der Durchflußregler Vorschrift.

FM3: Durchflußmeßgerät (Abbildungen 21 und 22)

Das Gasmeß- oder Durchflußmeßgerät für die Partikelprobe muß so weit von der Probenahmepumpe P entfernt sein, daß die Temperatur des einströmenden Gases konstant bleibt ( $\pm 3$  K), wenn keine Durchflußkorrektur durch FC3 erfolgt.

FM4: Durchflußmeßgerät (Abbildung 22)

Das Gasmeß- oder Durchflußmeßgerät für die Verdünnungsluft muß so angeordnet sein, daß die Temperatur des einströmenden Gases bei  $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$  ( $25 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ ) bleibt.

BV: Kugelventil (wahlfrei)

Der Durchmesser des Kugelventils darf nicht geringer als der Innendurchmesser des Partikelübertragungsrohrs PTT, und seine Schaltzeit muß weniger als 0,5 Sekunden betragen.

*Anmerkung:* Beträgt die Umgebungstemperatur in der Nähe von PSP, PTT, SDT und FH weniger als 239 K (20 °C), so ist für eine Vermeidung von Partikelverlusten an den kühlen Wänden dieser Teile zu sorgen. Es wird daher empfohlen, diese Teile innerhalb der in den entsprechenden Beschreibungen angegebenen Grenzwerte aufzuheizen und/oder zu isolieren. Ferner wird empfohlen, die

Filteranströmtemperatur während der Probenahme nicht unter 293 K (20 °C) absinken zu lassen.

Bei hoher Motorlast können die obengenannten Teile durch nichtaggressive Mittel, wie z.B. einen Umlüfter, gekühlt werden, solange die Temperatur des Kühlmittels nicht weniger als 293 K (20 °C) beträgt.

### **3. RAUCHGASMESSUNG**

#### **3.1. Einleitung**

Ausführliche Beschreibungen der empfohlenen Systeme zur Trübungsmessung sind in den Abschnitten 3.2 und 3.3 sowie in den Abbildungen 23 und 24 enthalten. Da mit verschiedenen Anordnungen gleichwertige Ergebnisse erzielt werden können, ist eine genaue Übereinstimmung mit den Abbildungen 23 und 24 nicht erforderlich. Es können zusätzliche Bauteile wie Instrumente, Ventile, Elektromagnete, Pumpen und Schalter verwendet werden, um weitere Informationen zu erlangen und die Funktionen der Teilsysteme zu koordinieren. Bei einigen Systemen kann auf manche Bauteile, die für die Aufrechterhaltung der Genauigkeit nicht erforderlich sind, verzichtet werden, wenn ihr Wegfall nach bestem technischen Ermessen begründet erscheint.

Das Prinzip der Messung besteht darin, einen Lichtstrahl über eine spezifische Strecke hinweg durch das zu messende Rauchgas zu leiten und die vom Medium verursachte Lichtschwächung anhand des Anteils des auffallenden Lichts zu ermitteln, das bei einem Empfänger eintrifft. Die Rauchmessung kann je nach Beschaffenheit des Gerätes im Auspuffrohr (zwischen geschalteter Vollstrom-Trübungsmesser), am Ende des Auspuffrohrs (nachgeschalteter Vollstrom-Trübungsmesser) oder durch Entnahme einer Probe aus dem Auspuffrohr (Teilstrom-Trübungsmesser) erfolgen. Damit der Absorptionskoeffizient anhand des Trübungssignals bestimmt werden kann, ist die Angabe der optischen Weglänge des Instruments durch den Hersteller erforderlich.

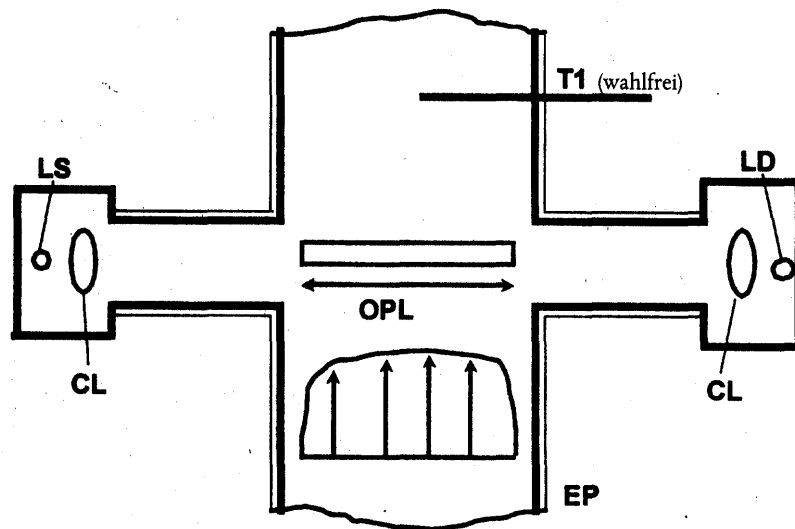
#### **3.2. Vollstrom-Trübungsmesser**

Es können zwei Grundtypen des Vollstrom-Trübungsmessers verwendet werden (Abbildung 23). Beim zwischen geschalteten Trübungsmesser wird die Trübung des vollen Abgasstroms innerhalb des Auspuffrohrs gemessen. Bei diesem Instrumententyp ist die effektive optische Weglänge von der Beschaffenheit des Trübungsmessers abhängig.

Beim nachgeschalteten Trübungsmesser wird die Trübung des vollen Abgasstroms bei dessen Austritt aus dem Auspuffrohr gemessen. Bei diesem Instrumententyp ist die effektive optische Weglänge von der Beschaffenheit des Auspuffrohrs und der Entfernung zwischen dem Ende des Auspuffrohrs und dem Trübungsmesser abhängig.

Abbildung 23

### Vollstrom-Trübungsmesser



#### 3.2.1. Beschreibung zu Abbildung 23

EP: Auspuffrohr

Bei Verwendung eines zwischengeschalteten Trübungsmessers muß das Auspuffrohr auf einer Länge von drei Auspuffrohrdurchmessern vor und nach der Meßzone frei von Durchmesseränderungen sein. Ist der Durchmesser der Meßzone größer als der Durchmesser des Auspuffrohrs, wird ein Rohr empfohlen, das sich vor der Meßzone allmählich verjüngt.

Bei Verwendung eines nachgeschalteten Trübungsmessers müssen die letzten 0,6 m des Auspuffrohrs einen kreisrunden Querschnitt aufweisen und frei von Krümmungen und Biegungen sein. Das Ende des Auspuffrohrs ist gerade abzutrennen. Der Trübungsmesser ist mittig zum Abgasstrom in einem Abstand von höchstens  $25 \pm 5$  mm vom Ende des Auspuffrohrs anzubringen.

OPL: Optische Weglänge

Länge des vom Rauchgas getrübbten Lichtweges zwischen der Lichtquelle des Trübungsmessers und dem Empfänger, wobei Korrekturen aufgrund einer durch Dichtegradienten und Saumeffekt hervorgerufenen Ungleichmäßigkeit erforderlich sein können. Die optische Weglänge ist vom Hersteller des Instruments anzugeben, wobei eventuelle Maßnahmen zum Freihalten von Ruß (z.B. Spülluft) zu berücksichtigen sind. Ist die optische Weglänge nicht angegeben, muß sie gemäß ISO DIS 11614, 11.6.5, bestimmt werden. Für die korrekte Bestimmung der optischen Weglänge ist eine Mindestabgasgeschwindigkeit von 20 m/s erforderlich.

LS: Lichtquelle

Die Lichtquelle muß aus einer Glühlampe mit einer Farbtemperatur von 2 800 bis 3 250 K oder einer grünen Lumineszenzdiode (LED) mit einer spektralen Höchstepfindlichkeit von 550 bis 570 nm bestehen. Die zur Freihaltung der Lichtquelle

von Ruß verwendeten Maßnahmen dürfen die optische Weglänge nur innerhalb der vom Hersteller angegebenen Grenzwerte verändern.

LD: Lichtdetektor

Der Detektor muß aus einer Photozelle oder einer Photodiode (erforderlichenfalls mit Filter) bestehen. Ist die Lichtquelle eine Glühlampe, so muß der Empfänger eine spektrale Höchstempfindlichkeit aufweisen, die der Hellempfindlichkeitskurve des menschlichen Auges angepaßt ist (Höchstempfindlichkeit im Bereich von 550-570 nm, weniger als 4 % dieser Höchstempfindlichkeit unter 430 nm und über 680 nm). Die zur Freihaltung des Lichtdetektors von Ruß verwendeten Maßnahmen dürfen die optische Weglänge nur innerhalb der vom Hersteller angegebenen Grenzwerte verändern.

CL: Kollimatorlinse

Das ausgesandte Licht ist zu einem Strahl mit einem Höchstdurchmesser von 30 mm zu kollimieren. Die einzelnen Strahlen des Lichtstrahls müssen mit einer Toleranz von 3° parallel zur optischen Achse verlaufen.

T1: Temperatursensor (wahlfrei)

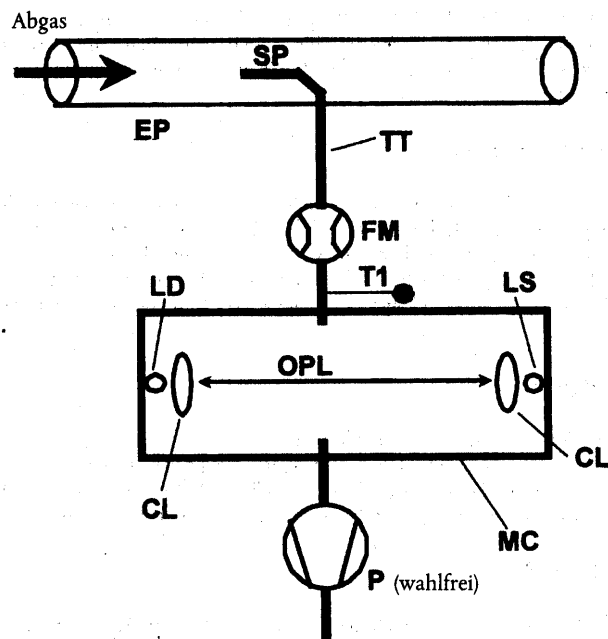
Auf Wunsch kann die Abgastemperatur während des Prüfverlaufs überwacht werden.

### **3.3. Teilstrom-Trübungsmesser**

Beim Teilstrom-Trübungsmesser (Abbildung 24) wird eine repräsentative Abgasprobe aus dem Auspuffrohr entnommen und durch eine Übertragungsleitung zur Meßkammer geleitet. Bei diesem Instrumententyp ist die effektive optische Weglänge von der Beschaffenheit des Trübungsmessers abhängig. Die im folgenden Abschnitt genannten Ansprechzeiten gelten für den vom Instrumentenhersteller angegebenen Mindestdurchfluß des Trübungsmessers.

*Abbildung 24*

**Teilstrom-Trübungsmesser**



### 3.3.1. Beschreibung zu Abbildung 24

EP: Auspuffrohr

Das Auspuffrohr muß auf einer Länge von mindestens sechs Rohrdurchmessern in Strömungsrichtung vor dem Eintritt der Sonde und von mindestens drei Rohrdurchmessern hinter diesem Punkt geradlinig sein.

SP: Probenahmesonde

Die Probenahmesonde muß aus einem offenen Rohr bestehen, das in etwa in der Achse des Auspuffrohrs angebracht und der Strömungsrichtung zugewandt ist. Der Abstand zur Wand des Auspuffrohrs muß mindestens 5 mm betragen. Die Sonde muß einen Durchmesser haben, der eine repräsentative Probenahme und einen ausreichenden Durchfluß durch den Trübungsmesser gewährleistet.

TT: Übertragungsrohr

Das Übertragungsrohr muß

- so kurz wie möglich sein, und am Eingang der Meßkammer muß eine Abgastemperatur von  $373 \pm 30 \text{ K}$  ( $100 \text{ °C} \pm 30 \text{ °C}$ ) gewährleistet sein;
- eine Wandtemperatur haben, die so weit über dem Taupunkt des Abgases liegt, daß eine Kondensation verhindert wird;
- über die gesamte Länge hinweg denselben Durchmesser haben wie die Probenahmesonde;
- bei Minstdurchfluß durch das Instrument eine Ansprechzeit von weniger als 0,05 s haben, wobei die Bestimmung gemäß Anhang III Anlage 4 Abschnitt 5.2.4 angegeben erfolgen muß;
- darf keinen nennenswerten Einfluß auf den Rauchspitzenwert haben.

#### FM: Durchflußmeßgerät

Instrument zur Überwachung eines korrekten Durchflusses in die Meßkammer. Der Mindest- und Höchstdurchfluß ist vom Hersteller des Instruments anzugeben, wobei gewährleistet sein muß, daß die Anforderungen an die Ansprechzeit des TT und die optische Weglänge erfüllt werden. Wird eine Probenahmepumpe P verwendet, kann das Durchflußmeßgerät in ihrer Nähe angebracht werden.

#### MC: Meßkammer

Die Meßkammer muß im Innern eine nichtreflektierende Oberfläche aufweisen oder von gleichwertiger optischer Beschaffenheit sein. Das auf den Detektor fallende Streulicht, das von inneren Reflektionen oder von Lichtstreuung herrührt, muß auf ein Mindestmaß beschränkt sein.

Der Druck der Abgase in der Meßkammer darf vom atmosphärischen Druck höchstens um 0,75 kPa abweichen. Ist dies aus Konstruktionsgründen nicht möglich, so ist der Ablesewert des Trübungsmessers auf atmosphärischen Druck umzurechnen.

Die Wandtemperatur der Meßkammer muß zwischen 343 K (70°C) und 373 K (100°C) bei einer Toleranz von  $\pm 5$  K betragen, in jedem Falle jedoch ausreichend über dem Taupunkt des Abgases liegen, um eine Kondensation zu vermeiden. Die Meßkammer muß mit geeigneten Geräten für die Temperaturmessung versehen sein.

#### OPL: Optische Weglänge

Länge des vom Rauchgas getrühten Lichtweges zwischen der Lichtquelle des Trübungsmessers und dem Empfänger, wobei Korrekturen aufgrund einer durch Dichtegradienten und Saumeffekt hervorgerufenen Ungleichmäßigkeit erforderlich sein können. Die optische Weglänge ist vom Hersteller des Instruments anzugeben, wobei eventuelle Maßnahmen zum Freihalten von Ruß (z.B. Spülluft) zu berücksichtigen sind. Ist die optische Weglänge nicht angegeben, muß sie gemäß ISO DIS 11614, 11.6.5, bestimmt werden.

#### LS: Lichtquelle

Die Lichtquelle muß aus einer Glühlampe mit einer Farbtemperatur von 2 800 bis 3 250 K oder einer grünen Luminiszenzdiode (LED) mit einer spektralen Höchstempfindlichkeit von 550 bis 570 nm bestehen. Die zur Freihaltung der Lichtquelle von Ruß verwendeten Maßnahmen dürfen die Länge der Lichtabsorptionsstrecke nur innerhalb der vom Hersteller angegebenen Grenzwerte verändern.

#### LD: Lichtdetektor

Der Detektor muß aus einer Photozelle oder einer Photodiode (erforderlichenfalls mit Filter) bestehen. Ist die Lichtquelle eine Glühlampe, so muß der Empfänger eine spektrale Höchstempfindlichkeit aufweisen, die der Hellempfindlichkeitskurve des menschlichen Auges angepaßt ist (Höchstempfindlichkeit im Bereich von 550-570 nm, weniger als 4 % dieser Höchstempfindlichkeit unter 430 nm und über 680 nm). Die zur Freihaltung des Lichtdetektors von Ruß verwendeten Maßnahmen

dürfen die Länge der Lichtabsorptionsstrecke nur innerhalb der vom Hersteller angegebenen Grenzwerte verändern.

CL: Kollimatorlinse

Das ausgesandte Licht ist zu einem Strahl mit einem Höchstdurchmesser von 30 mm zu kollimieren. Die einzelnen Strahlen des Lichtstrahls müssen mit einer Toleranz von  $3^\circ$  parallel zur optischen Achse verlaufen.

T1: Temperatursensor

Zur Überwachung der Abgastemperatur am Eingang der Meßkammer.

P: Probenahmepumpe (wahlfrei)

Es kann eine in Strömungsrichtung hinter der Meßkammer befindliche Probenahmepumpe verwendet werden, um die Gasprobe durch die Meßkammer zu leiten.

## ANHANG VI

### EG-TYPGENEHMIGUNGSBOGEN

Benachrichtigung über:

- die Erteilung der Typgenehmigung<sup>(1)</sup>
- die Erweiterung der Typgenehmigung<sup>(1)</sup>

für einen Fahrzeugtyp/eine selbständige technische Einheit (Motortyp/Motorenfamilie)/ein Bauteil<sup>(1)</sup> gemäß Richtlinie 88/77/EWG, zuletzt geändert durch Richtlinie 2001/27/EC.

Nr. der EG-Typgenehmigung: ..... Nr. der Erweiterung: .....

#### ABSCHNITT I

- 0 Allgemeines
- 0.1 Fabrikmarke des Fahrzeugs/der selbständigen technischen Einheit/des Bauteils<sup>(1)</sup> .....
- 0.2 Herstellerseitige Bezeichnung für den Fahrzeugtyp/die selbständige technische Einheit (Motortyp/Motorenfamilie)/das Bauteil<sup>(1)</sup>: .....
- 0.3 Herstellerseitige Typenkodierung, mit der das Fahrzeug/die selbständige technische Einheit (Motortyp /Motorenfamilie)/das Bauteil<sup>(1)</sup> gekennzeichnet ist: .....
- 0.4 Fahrzeugklasse: .....

---

|                                          |
|------------------------------------------|
| ↓ 2001/27/EG Art. 1 und Anhang<br>Nr. 11 |
|------------------------------------------|

- 0.5 Motorklasse: Diesel / NG-betrieben / LPG-betrieben / Ethanol-betrieben<sup>(1)</sup>  
.....

---

|                                |
|--------------------------------|
| ↓ 1999/96/EG Art. 1 und Anhang |
|--------------------------------|

- 0.6 Name und Anschrift des Herstellers: .....
- 0.7 (Gegebenenfalls) Name und Anschrift des Beauftragten des Herstellers: .....

#### ABSCHNITT II

- 1 (Gegebenenfalls) Kurzbeschreibung: siehe Anhang I. ....

---

<sup>(1)</sup> Nichtzutreffendes streichen

- 2 Für die Durchführung der Prüfungen zuständiger Technischer Dienst: .....
- 3 Datum des Prüfberichts: .....
- 4 Nummer des Prüfberichts: .....
- 5 (Falls sachdienlich) Grund bzw. Gründe für die Erweiterung der  
Typgenehmigung: .....
- 6 (Gegebenenfalls) Anmerkungen: siehe Anhang I: .....
- 7 Ort: .....
- 8 Datum: .....
- 9 Unterschrift: .....
- 10 Das Inhaltsverzeichnis der bei der zuständigen Behörde hinterlegten  
Typgenehmigungsunterlagen, die auf Antrag erhältlich sind, liegt bei.

## Anlage

### zum EG-Typgenehmigungsbogen Nr. ... betreffend die Typgenehmigung für ein Fahrzeug/eine selbständige technische Einheit/ein Bauteil<sup>(1)</sup>

#### 1 Kurzbeschreibung

1.1 Anzugebende Einzelheiten im Zusammenhang mit der Typgenehmigung eines Fahrzeugs mit eingebautem Motor: .....

1.1.1 Fabrikmarke (Firmenname): .....

1.1.2 Typ und Handelsbezeichnung (bitte alle Varianten auflühren): .....

1.1.3 Herstellerseitige Kodierung, mit der der Motor gekennzeichnet ist: .....

1.1.4 (Gegebenenfalls) Fahrzeugklasse: .....

↓ 2001/27/EG Art. 1 und Anhang  
Nr. 11

1.1.5 Motorklasse: Diesel / NG-betrieben / LPG-betrieben / Ethanol-betrieben <sup>(1)</sup> .....

↓ 1999/96/EG Art. 1 und Anhang

1.1.6 Name und Anschrift des Herstellers:

1.1.7 (Gegebenenfalls) Name und Anschrift des Beauftragten des Herstellers: .....

1.2 Wenn der in 1.1 genannte Motor eine Typgenehmigung als selbständige technische Einheit erhalten hat:

1.2.1 Nummer der Typgenehmigung für den Motor /die Motorenfamilie <sup>(1)</sup>: .....

1.3 Anzugebende Einzelheiten im Zusammenhang mit der Typgenehmigung für einen Motor /eine Motorenfamilie <sup>(1)</sup> als selbständige technische Einheit (beim Einbau des Motors in ein Fahrzeug einzuhalten Vorschriften):

1.3.1 Höchster und/oder niedrigster Ansaugunterdruck: ..... kPa

1.3.2 Maximal zulässiger Abgasgegendruck: ..... kPa

1.3.3 Volumen der Auspuffanlage: ..... cm<sup>3</sup>

1.3.4 Leistungsaufnahme der vom Motor angetriebenen Hilfseinrichtungen:

1.3.4.1 Leerlauf: ..... kW; Niedrige Drehzahl: ..... kW; Hohe Drehzahl: ..... kW

<sup>(1)</sup> Nichtzutreffendes streichen

Drehzahl A: ... kW; Drehzahl B: ..... kW; Drehzahl C: ..... kW;  
Bezugsdrehzahl: ..... kW

1.3.5 (Gegebenenfalls) Nutzungsbeschränkungen: .....

1.4 Emissionswerte des Motors/Stamm-Motors<sup>(1)</sup>:

1.4.1 ESC-Test (falls zutreffend):

CO: ..... g/kWh

THC: ..... g/kWh

NOx: ..... g/kWh

PT: ..... g/kWh

1.4.2 ELR-Test (falls zutreffend):

Rauchwert ..... m<sup>-1</sup>

1.4.3 ETC-Test (falls zutreffend):

CO: g/kWh

THC: g/kWh<sup>(1)</sup>

NMHC: g/kWh<sup>(1)</sup>

CH<sub>4</sub>: g/kWh<sup>(1)</sup>

NOx: g/kWh<sup>(1)</sup>

PT: g/kWh<sup>(1)</sup>

---

<sup>(1)</sup> Nichtzutreffendes streichen

## ANHANG VII

### BEISPIEL FÜR EIN BERECHNUNGSVERFAHREN

#### 1. ESC-PRÜFUNG

##### 1.1. GASFÖRMIGE EMISSIONEN

Die für die Berechnung der Ergebnisse der einzelnen Prüfphasen benötigten Meßdaten sind nachfolgend angegeben. Bei diesem Beispiel werden CO und NO<sub>x</sub> auf trockener und HC auf feuchter Basis gemessen. Die HC-Konzentration wird als Propanäquivalent (C3) ausgedrückt und muß zur Ermittlung des C1-Äquivalents mit 3 multipliziert werden. Diese Berechnungsmethode gilt für alle Prüfphasen.

| P    | T <sub>a</sub> | H <sub>a</sub> | G <sub>EXH</sub> | G <sub>AIRW</sub> | G <sub>FUEL</sub> | HC    | CO    | NO <sub>x</sub> |
|------|----------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|-----------------|
| (kW) | (K)            | (g/kg)         | (kg)             | (kg)              | (kg)              | (ppm) | (ppm) | (ppm)           |
| 82,9 | 294,8          | 7,81           | 563,38           | 545,29            | 18,09             | 6,3   | 41,2  | 495             |

*Berechnung des Feuchtekorrekturfaktors trocken/feucht  $K_{W,r}$  (Anhang III Anlage 1 Abschnitt 4.2):*

$$F_{FH} = \frac{1,969}{1 + \frac{18,09}{545,29}} = 1,9058 \quad \text{und} \quad K_{W2} = \frac{1,608 \times 7,81}{1000 + (1,608 \times 7,81)} = 0,0124$$

$$K_{W,r} = \left( 1 - 1,9058 \times \frac{18,09}{541,06} \right) - 0,0124 = 0,9239$$

*Berechnung der feuchten Konzentrationswerte:*

$$CO = 41,2 \times 0,9239 = 38,1 \text{ ppm}$$

$$NO_x = 495 \times 0,9239 = 457 \text{ ppm}$$

*Berechnung des NO<sub>x</sub>-Feuchtekorrekturfaktors  $K_{H,D}$  (Anhang III Anlage 1 Abschnitt 4.3):*

$$A = 0,309 \times 18,09/541,06 - 0,0266 = -0,0163$$

$$B = -0,209 \times 18,09/541,06 + 0,00954 = 0,0026$$

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 - 0,0163 \times (7,81 - 10,71) + 0,0026 \times (294,8 - 298)} = 0,9625$$

*Berechnung der Emissionsmassenströme (Anhang III Anlage 1 Abschnitt 4.4):*

$$NO_x = 0,001587 \times 457 \times 0,9625 \times 563,38 = 393,27 \text{ g/h}$$

$$\text{CO} = 0,000966 \times 38,1 \times 563,38 = 20,735 \text{ g/h}$$

$$\text{HC} = 0,000479 \times 6,3 \times 3 \times 563,38 = 5,100 \text{ g/h}$$

*Berechnung der spezifischen Emissionen (Anhang III Anlage 1 Abschnitt 4.5):*

Die folgende Beispielrechnung bezieht sich auf CO, doch gilt diese Berechnungsmethode auch für die anderen Bestandteile.

Die Emissionsmassenströme für die einzelnen Prüfphasen werden mit den entsprechenden Wichtungsfaktoren nach Anhang III Anlage 1 Abschnitt 2.7.1 multipliziert und zur Berechnung des mittleren Emissionsmassendurchsatzes für den Prüfzyklus addiert:

$$\begin{aligned} \text{CO} &= (6,7 \times 0,15) + (24,6 \times 0,08) + (20,5 \times 0,10) + (20,7 \times 0,10) + (20,6 \times 0,05) + \\ &\quad (15,0 \times 0,05) + (19,7 \times 0,05) + (74,5 \times 0,09) + (31,5 \times 0,10) + (81,9 \times \\ &\quad 0,08) + (34,8 \times 0,05) + (30,8 \times 0,05) + (27,3 \times 0,05) \\ &= 30,91 \text{ g/h} \end{aligned}$$

Die Motorleistung in den einzelnen Prüfphasen wird mit den entsprechenden Wichtungsfaktoren nach Anhang III Anlage 1 Abschnitt 2.7.1 multipliziert und zur Berechnung der mittleren Leistung für den Prüfzyklus addiert:

$$\begin{aligned} P(n) &= (0,1 \times 0,15) + (96,8 \times 0,08) + (55,2 \times 0,10) + (82,9 \times 0,10) + (46,8 \times 0,05) + \\ &\quad (70,1 \times 0,05) + (23,0 \times 0,05) + (114,3 \times 0,09) + (27,0 \times 0,10) + (122,0 \times \\ &\quad 0,08) + (28,6 \times 0,05) + (87,4 \times 0,05) + (57,9 \times 0,05) \\ &= 60,006 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\overline{\text{CO}} = \frac{30,91}{60,006} = 0,0515 \text{ g/kWh}$$

Berechnung der spezifischen NO<sub>x</sub>-Emission am zufällig gewählten Prüfpunkt (Anhang III Anlage I Abschnitt 4.6.1):

Es seien die folgenden Werte am zufällig ausgewählten Punkt gemessen worden:

|                                |                                                                 |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| $n_Z$                          | $= 1\,600 \text{ min}^{-1}$                                     |
| $M_Z$                          | $= 495 \text{ Nm}$                                              |
| $\text{NO}_{x \text{ mass.Z}}$ | $= 487,9 \text{ g/h}$ (nach den vorstehenden Formeln berechnet) |
| $P(n)_Z$                       | $= 83 \text{ kW}$                                               |
| $\text{NO}_{x,Z}$              | $= 487,9/83 = 5,878 \text{ g/kWh}$                              |

*Bestimmung des Emissionswertes im Prüfzyklus (Anhang III Anlage 1 Abschnitt 4.6.2):*

Die Werte der vier den Prüfpunkt einhüllenden Phasen beim ESC seien:

| n <sub>RT</sub> | n <sub>SU</sub> | E <sub>R</sub> | E <sub>S</sub> | E <sub>T</sub> | E <sub>U</sub> | M <sub>R</sub> | M <sub>S</sub> | M <sub>T</sub> | M <sub>U</sub> |
|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1368            | 1785            | 5,943          | 5,565          | 5,889          | 4,973          | 515            | 460            | 681            | 610            |

$$E_{TU} = 5,889 + (4,973 - 5,889) \times (1\,600 - 1\,368) / (1\,785 - 1\,368) = 5,377 \text{ g/kWh}$$

$$E_{RS} = 5,943 + (5,565 - 5,943) \times (1\,600 - 1\,368) / (1\,785 - 1\,368) = 5,732 \text{ g/kWh}$$

$$M_{TU} = 681 + (601 - 681) \times (1\,600 - 1\,368) / (1\,785 - 1\,368) = 641,3 \text{ Nm}$$

$$M_{RS} = 515 + (460 - 515) \times (1\,600 - 1\,368) / (1\,785 - 1\,368) = 484,3 \text{ Nm}$$

$$E_Z = 5,732 + (5,377 - 5,732) \times (495 - 484,3) / (641,3 - 484,3) = 5,708 \text{ g/kWh}$$

*Vergleich der NO<sub>x</sub>-Emissionswerte (Anhang III Anlage I Abschnitt 4.6.3):*

$$NO_{x\text{ diff}} = 100 \times (5,878 - 5,708) / 5,708 = 2,98 \%$$

## 1.2. Partikelemissionen

Die Partikelbestimmung erfolgt nach dem Grundsatz, daß Partikelproben über den gesamten Zyklus hinweg entnommen werden, der Proben- und der Massendurchsatz (M<sub>SAM</sub> und G<sub>EDF</sub>) jedoch während der einzelnen Prüfphasen bestimmt werden. Die Berechnung von G<sub>EDF</sub> ist von dem verwendeten System abhängig. Den folgenden Beispielen liegt ein System mit CO<sub>2</sub>-Messung und Kohlenstoffbilanz und ein System mit Durchflußmessung zugrunde. Bei Verwendung eines Vollstromverdünnungssystems erfolgt eine direkte Messung von G<sub>EDF</sub> durch die CVS-Einrichtung.

*Berechnung von G<sub>EDF</sub> (Anhang III Anlage I Abschnitt E 5.2.3 und 5.2.4):*

Für Phase 4 seien die folgenden Werte gemessen worden. Die Berechnungsmethode gilt auch für die übrigen Phasen.

| G <sub>EXH</sub> | G <sub>FUEL</sub> | G <sub>DILW</sub> | G <sub>TOTW</sub> | CO <sub>2D</sub> | CO <sub>2A</sub> |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| (kg/h)           | (kg/h)            | (kg/h)            | (kg/h)            | (%)              | (%)              |
| 334,02           | 10,76             | 5,4435            | 6,0               | 0,657            | 0,040            |

a) Kohlenstoffbilanz

$$G_{EDFW} = \frac{206,5 \times 10,76}{0,657 - 0,040} = 3\,601,2 \text{ kg/h}$$

b) Durchflußmessung

$$q = \frac{6,0}{6,0 - 5,4435} = 10,78$$

$$G_{EDFW} = 334,02 \times 10,78 = 360\,0,7 \text{ kg/h}$$

*Berechnung des Abgasmassendurchsatzes (Anhang III Anlage 1 Abschnitt 5.4):*

Die Durchsätze  $G_{EDFW}$  der einzelnen Phasen werden mit den jeweiligen Wichtungsfaktoren nach Anhang III Anlage 1 Abschnitt 2.7.1 multipliziert und dann zur Ermittlung des mittleren  $G_{EDF}$  für den Gesamtzyklus addiert. Der Gesamtprobenstrom  $M_{SAM}$  wird durch Addition der Probendurchsätze der einzelnen Phasen errechnet.

$$\overline{G}_{EDFW} = (3\,567 \times 0,15) + (3\,592 \times 0,08) + (3\,611 \times 0,10) + (3\,600 \times 0,10) + (3\,618 \times 0,05) + (3\,600 \times 0,05) + (3\,640 \times 0,05) + (3\,614 \times 0,09) + (3\,620 \times 0,10) + (3\,601 \times 0,08) + (3\,639 \times 0,05) + (3\,582 \times 0,05) + (3\,635 \times 0,05)$$

$$= 3\,604,6 \text{ kg/h}$$

$$M_{SAM} = 0,226 + 0,122 + 0,151 + 0,152 + 0,076 + 0,076 + 0,076 + 0,136 + 0,151 + 0,121 + 0,076 + 0,076 + 0,075$$

$$= 1,515 \text{ kg}$$

Die Partikelmasse auf den Filtern sei 2,5 mg, somit ist

$$PT_{\text{mass}} = \frac{2,5}{1,515} \times \frac{360,4}{1\,000} = 5,948 \text{ g/h}$$

*Hintergrundkorrektur (nicht obligatorisch)*

Es sei eine Hintergrundmessung durchgeführt worden, die folgende Werte ergab. Die Berechnung des Verdünnungsfaktors DF ist identisch mit der Berechnung in Abschnitt 3.1 dieses Anhangs und wird hier nicht dargestellt.

$$M_d = 0,1 \text{ mg}; M_{DIL} = 1,5 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Summe des DF} &= [(1-1/119,15) \times 0,15] + [(1-1/8,89) \times 0,08] + [(1-1/14,75) \times 0,10] + [(1-1/10,10) \times 0,10] + [(1-1/18,02) \times 0,05] + [(1-1/12,33) \times 0,05] + [(1-1/32,18) \times 0,05] + [(1-1/6,94) \times 0,09] + [(1-1/25,19) \times 0,10] + [(1-1/6,12) \times 0,08] + [(1-1/20,87) \times 0,05] + [(1-1/8,77) \times 0,05] + [(1-1/12,59) \times 0,05] \end{aligned}$$

$$= 0,923$$

$$PT_{\text{mass}} = \frac{2,5}{1,515} - \left( \frac{0,1}{1,5} \times 0,923 \right) \times \frac{3\,604,6}{1\,000} = 5,726 \text{ g/h}$$

*Berechnung der spezifischen Emission (Anhang III Anlage 1 Abschnitt 5.5):*

$$\begin{aligned} P(n) &= (0,1 \times 0,15) + (96,8 \times 0,08) + (55,2 \times 0,10) + (82,9 \times 0,10) + (46,8 \times 0,05) + (70,1 \times 0,05) + (23,0 \times 0,05) + (114,3 \times 0,09) + (27,0 \times 0,10) + (122,0 \times 0,08) + (28,6 \times 0,05) + (87,4 \times 0,05) + (57,9 \times 0,05) \end{aligned}$$

$$= 60,006 \text{ kW}$$

$$\overline{PT} = \frac{5,948}{60,006} = 0,099 \text{ g/kWh}$$

$(PT)^- = (5,726/60,006) = 0,095 \text{ g/kWh}$ , bei Hintergrundkorrektur

*Berechnung des spezifischen Wichtungsfaktors (Anhang III Anlage 1 Abschnitt 5.6)*

Bei Zugrundelegung der oben errechneten Werte für Phase 4 ist

$$WF_{E,i} = (0,152 \times 360 \text{ 4,6/1,515} \times 360 \text{ 0,7}) = 0,1004$$

Dieser Wert entspricht der Anforderung von  $0,10 \pm 0,003$ .

## 2. ELR-PRÜFUNG

Da die Bessel-Filterung ein in den europäischen Abgasvorschriften völlig neues Mittelungsverfahren darstellt, folgen an dieser Stelle eine Erläuterung des Bessel-Filters, ein Beispiel für den Entwurf eines Bessel-Algorithmus und ein Beispiel für die Berechnung des endgültigen Rauchwertes. Die Konstanten des Bessel-Algorithmus sind lediglich von der Beschaffenheit des Trübungsmessers und der Abtastfrequenz des Datenerfassungssystems abhängig. Es wird empfohlen, daß die endgültigen Bessel-Filter-Konstanten für verschiedene Abtastfrequenzen vom Hersteller des Trübungsmeßgerätes angegeben werden und der Benutzer diese Daten zur Erstellung des Bessel-Algorithmus und zur Berechnung der Rauchwerte verwendet.

### 2.1. Allgemeine Anmerkungen zum Bessel-Filter

Infolge von Störeinflüssen im Hochfrequenzbereich weist die Kurve des unverarbeiteten Trübungssignals in der Regel eine starke Streuung auf. Um solche Hochfrequenz-Störungen zu vermeiden, wird beim ELR-Test ein Bessel-Filter benötigt. Dabei handelt es sich um ein rekursives Tiefpaßfilter zweiter Ordnung, das einen schnellen Signalanstieg ohne Überschwängen gewährleistet.

Ein zugrunde gelegter Echtzeit-Abgasstrahl im Auspuffrohr erscheint in der Trübungskurve mit zeitlicher Verzögerung und wird von jedem Trübungsmeßgerät unterschiedlich gemessen. Diese Verzögerung und der Verlauf der gemessenen Trübungskurve sind von der Geometrie der Meßkammer des Trübungsmessers sowie von der Beschaffenheit der Abgasentnahmeleitung abhängig, aber auch von der Zeit, die die Elektronik des Trübungsmessers zur Verarbeitung des Signals benötigt. Die Werte, in denen sich diese beiden Effekte ausdrücken, werden als physikalische und elektrische Ansprechzeit bezeichnet; diese stellen für jeden Trübungsmesser-Typ ein individuelles Filter dar.

Ziel des Bessel-Filters ist es nun, einen einheitlichen Gesamtfilterkennwert für das gesamte Trübungsmesser-System zu erreichen, der sich aus folgenden Werten zusammensetzt:

- physikalische Ansprechzeit des Trübungsmessers ( $t_p$ ),
- elektrische Ansprechzeit des Trübungsmessers ( $t_e$ ),

- Filteransprechzeit des angewandten Bessel-Filters ( $t_F$ ).

Die Gesamtansprechzeit des Systems  $t_{Aver}$  wird wie folgt berechnet

$$t_{Aver} = \sqrt{t_F^2 + t_p^2 + t_e^2}$$

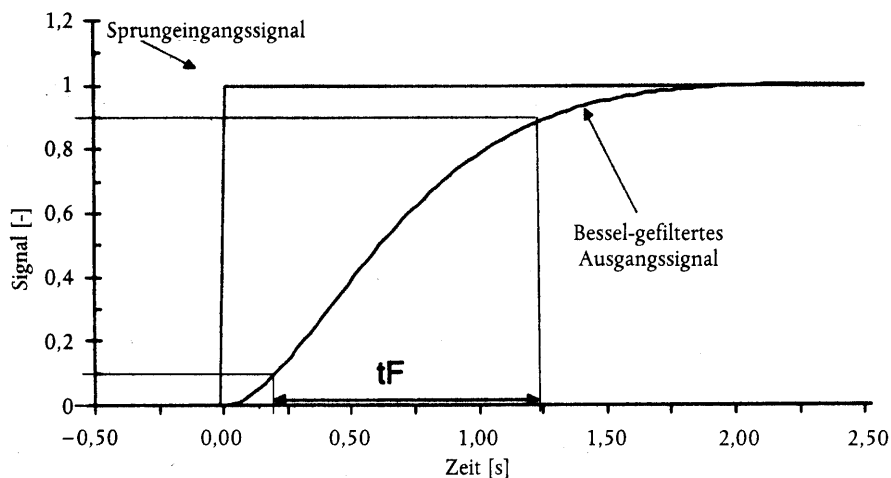
und muß für alle Trübungsmesser-Typen gleich sein, wenn sich ein und derselbe Rauchwert ergeben soll. Daher wird ein Bessel-Filter benötigt, der so beschaffen ist, daß anhand der Filteransprechzeit ( $t_F$ ) sowie der physikalischen ( $t_p$ ) und der elektrischen Ansprechzeit ( $t_e$ ) des jeweiligen Trübungsmessers die geforderte Gesamtansprechzeit ( $t_{Aver}$ ) ermittelt werden kann. Da die Werte  $t_p$  und  $t_e$  für jeden Trübungsmesser bereits vorgegeben sind und  $t_{Aver}$  in der vorliegenden Richtlinie laut Definition 1,0 s beträgt, läßt sich  $t_F$  wie folgt berechnen:

$$t_F = \sqrt{t_{Aver}^2 - t_p^2 - t_e^2}$$

Die Filteransprechzeit  $t_F$  ist definitionsgemäß die Anstiegszeit eines gefilterten Ausgangssignals zwischen den Werten 10 % und 90 % des Sprungeingangssignals. Daher muß die Grenzfrequenz des Bessel-Filters so iteriert werden, daß sich die Ansprechzeit des Bessel-Filters der geforderten Anstiegszeit anpaßt.

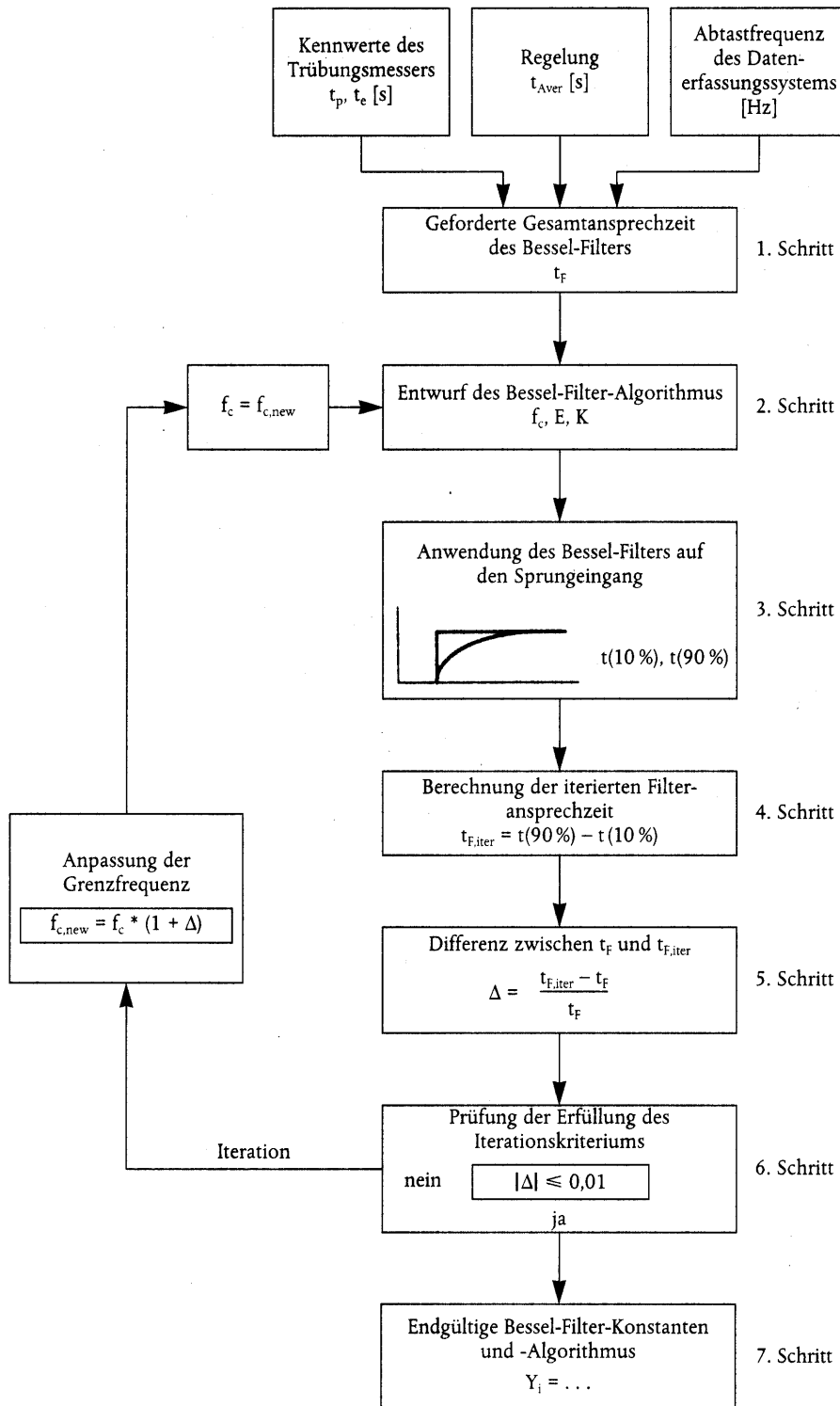
*Abbildung a*

#### Kurven eines Sprungeingangssignals und des gefilterten Ausgangssignals



In Abbildung a sind die Kurven eines Sprungeingangssignals und des Bessel-gefilterten Ausgangssignals sowie die Ansprechzeit des Bessel-Filters ( $t_F$ ) dargestellt.

Der Aufbau des endgültigen Bessel-Filteralgorithmus ist ein mehrstufiger Prozeß, der mehrere Iterationszyklen erfordert. Nachfolgend ist ein Diagramm des Iterationsverfahrens dargestellt.



## 2.2. Berechnung des Bessel-Algorithmus

Bei diesem Beispiel wird ein Bessel-Algorithmus in mehreren Schritten entsprechend dem obigen Iterationsverfahren entworfen, das auf Anhang III Anlage 1 Abschnitt 6.1 beruht.

Die Kennwerte des Trübungsmessers und des Datenerfassungssystems seien:

- physikalische Ansprechzeit  $t_p$ : 0,15 s

- elektrische Ansprechzeit  $t_e$ : 0,05 s
- Gesamtansprechzeit  $t_{Aver}$ : 1,00 s (gemäß Definition in dieser Richtlinie)
- Abtastfrequenz: 150 Hz

1. Schritt Geforderte Ansprechzeit des Bessel-Filters  $t_F$ :

$$t_F = \sqrt{1^2 - (0,15^2 + 0,05^2)} = 0,987421 \text{ s}$$

2. Schritt Ermittlung der Grenzfrequenz und Berechnung der Bessel-Konstanten  $E$ ,  $K$  für die erste Iteration:

$$f_c = \frac{3,1415}{10 \times 0,987421} = 0,318152 \text{ Hz}$$

$$\Delta t = 1/150 = 0,006667 \text{ s}$$

$$\Omega = \frac{1}{\tan[3,1415 \times 0,006667 \times 0,318152]} = 150,07664$$

$$E = \frac{1}{1 + 150,07664 \times \sqrt{3 \times 0,618034} + 0,618034 \times 150,07664^2} = 7,07948 \times 10^{-5}$$

$$K = 2 \times 7,07948 E - 5 \times (0,618034 \times 150,07664^2 - 1) - 1 = 0,970783$$

Daraus ergibt sich der Bessel-Algorithmus:

$$Y_i = Y_{i-1} + 7,07948 E - 5 \times (S_i + 2 \times S_{i-1} + S_{i-2} - 4 \times Y_{i-2}) + 0,970783 \times (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

wobei  $S_i$  für den Wert des Sprungeingangssignals (entweder „0“ oder „1“) und  $Y_i$  für die gefilterten Werte des Ausgangssignals steht.

3. Schritt Anwendung des Bessel-Filters auf das Sprungeingangssignal:

Die Ansprechzeit des Bessel-Filters  $t_F$  wird definiert als die Anstiegszeit des gefilterten Ausgangssignals zwischen den Werten 10 % und 90 % eines Sprungeingangssignals. Zur Bestimmung der Zeiten der Werte 10 % ( $t_{10}$ ) und 90 % ( $t_{90}$ ) des Ausgangssignals muß auf den Sprungeingang ein Bessel-Filter unter Verwendung der obigen Werte für  $f_c$ ,  $E$  und  $K$  angewandt werden.

Die Indexziffern, die Zeit und die Werte eines Sprungeingangssignals und die sich daraus ergebenden Werte des gefilterten Ausgangssignals für die erste und die zweite Iteration sind aus Tabelle B ersichtlich. Die an  $t_{10}$  und  $t_{90}$  angrenzenden Punkte sind durch Fettschrift hervorgehoben.

In Tabelle B, erste Iteration, tritt der 10 %-Wert zwischen den Indexziffern 30 und 31 und der 90 %-Wert zwischen den Indexziffern 191 und 192 auf. Zur Berechnung von  $t_{F,iter}$  werden die genauen Werte von  $t_{10}$  und  $t_{90}$  durch lineare Interpolation zwischen den angrenzenden Meßpunkten wie folgt bestimmt:

$$t_{10} = t_{lower} + \Delta t \times (0,1 - out_{lower}) / (out_{upper} - out_{lower})$$

$$t_{90} = t_{\text{lower}} + \Delta t \times (0,9 - \text{out}_{\text{lower}}) / (\text{out}_{\text{upper}} - \text{out}_{\text{lower}})$$

Dabei sind  $\text{out}_{\text{upper}}$  bzw.  $\text{out}_{\text{lower}}$  die an das Bessel-gefilterte Ausgangssignal angrenzenden Punkte, und  $t_{\text{lower}}$  ist die in Tabelle B angegebene Zeit für den angrenzenden Punkt.

$$t_{10} = 0,200000 + 0,006667 \times (0,1 - 0,099208) / (0,104794 - 0,099208) = 0,200945 \text{ s}$$

$$t_{90} = 0,273333 + 0,006667 \times (0,9 - 0,899147) / (0,901168 - 0,899147) = 1,276147 \text{ s}$$

*4. Schritt Filteransprechzeit des ersten Iterationszyklus:*

$$t_{F,\text{iter}} = 1,276147 - 0,200945 = 1,075202 \text{ s}$$

*5. Schritt Differenz zwischen geforderter und erzielter Filteransprechzeit beim ersten Iterationszyklus:*

$$\Delta = (1,075202 - 0,987421) / 0,987421 = 0,081641$$

*6. Schritt Überprüfung des Iterationskriteriums:*

Gefordert ist  $|\Delta| \leq 0,01$ . Da  $0,081641 > 0,01$ , ist das Iterationskriterium nicht erfüllt, und es muß ein weiterer Iterationszyklus eingeleitet werden. Für diesen Iterationszyklus wird anhand von  $f_c$  und  $\Delta$  eine neue Grenzfrequenz wie folgt berechnet:

$$f_{c,\text{new}} = 0,318152 \times (1 + 0,081641) = 0,344126 \text{ Hz}$$

Diese neue Grenzfrequenz wird im zweiten Iterationszyklus verwendet, der mit dem 2. Schritt beginnt. Die Iteration ist zu wiederholen, bis die Iterationskriterien erfüllt sind. Die Ergebnisse der ersten und zweiten Iteration sind in Tabelle A zusammengefaßt.

*Tabelle A*

**Werte der ersten und zweiten Iteration**

| Parameter           |      | 1. Iteration | 2. Iteration |
|---------------------|------|--------------|--------------|
| $f_c$               | (Hz) | 0,318152     | 0,344126     |
| E                   | (-)  | 7,07948 E-5  | 8,272777 E-5 |
| K                   | (-)  | 0,970783     | 0,968410     |
| $t_{10}$            | (s)  | 0,200945     | 0,185523     |
| $t_{90}$            | (s)  | 1,276147     | 1,179562     |
| $t_{F,\text{iter}}$ | (s)  | 1,075202     | 0,994039     |
| $\Delta$            | (-)  | 0,081641     | 0,006657     |

|             |      |          |          |
|-------------|------|----------|----------|
| $f_{c,new}$ | (Hz) | 0,344126 | 0,346417 |
|-------------|------|----------|----------|

*7. Schritt Endgültiger Bessel-Algorithmus:*

Sobald die Iterationskriterien erfüllt sind, werden gemäß Schritt 2 die endgültigen Bessel-Filter-Konstanten und der endgültige Bessel-Algorithmus berechnet. Bei diesem Beispiel wurde das Iterationskriterium nach der zweiten Iteration erfüllt ( $\Delta = 0,006657 \leq 0,01$ ). Der endgültige Algorithmus wird anschließend zur Bestimmung der gemittelten Rauchwerte verwendet (siehe Abschnitt 2.3).

$$Y_i = Y_{i-1} + 8,272777 \text{ E} - 5 \times (S_i + 2 \times S_{i-1} + S_{i-2} - 4 \times Y_{i-2}) + 0,968410 \times (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

*Tabelle B*

**Werte des Sprungeingangssignals und des Bessel-gefilterten Ausgangssignals beim ersten und zweiten Iterationszyklus**

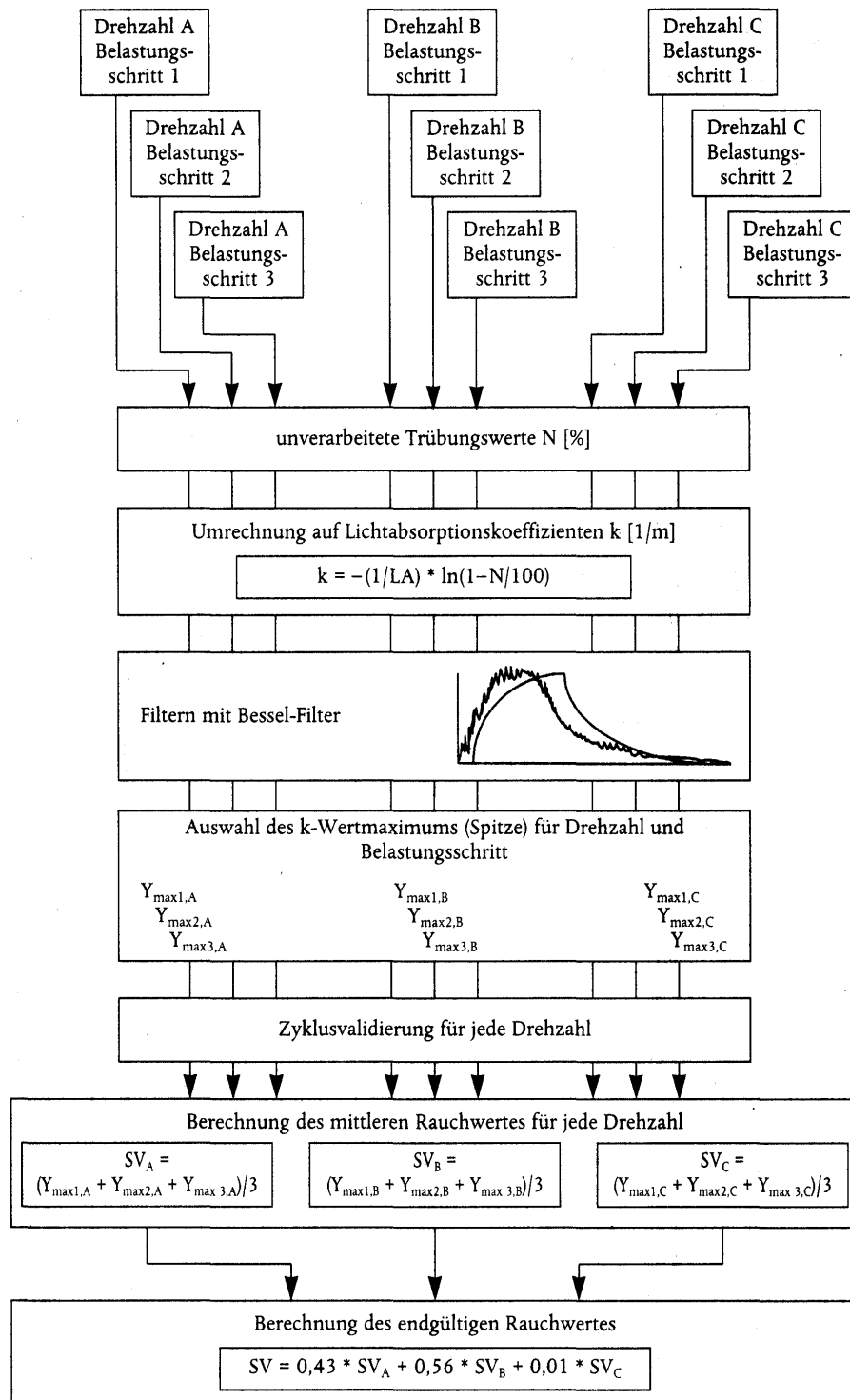
| Index i | Zeit       | Sprungeingangssignal<br>$S_i$ | Gefiltertes Ausgangssignal $Y_i$ |              |
|---------|------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------|
| [-]     | [s]        | [-]                           | [-]                              |              |
|         |            |                               | 1. Iteration                     | 2. Iteration |
| - 2     | - 0,013333 | 0                             | 0,000000                         | 0,000000     |
| - 1     | - 0,006667 | 0                             | 0,000000                         | 0,000000     |
| 0       | 0,000000   | 1                             | 0,000071                         | 0,000083     |
| 1       | 0,006667   | 1                             | 0,000352                         | 0,000411     |
| 2       | 0,013333   | 1                             | 0,000908                         | 0,001060     |
| 3       | 0,020000   | 1                             | 0,001731                         | 0,002019     |
| 4       | 0,026667   | 1                             | 0,002813                         | 0,003278     |
| 5       | 0,033333   | 1                             | 0,004145                         | 0,004828     |
| ~       | ~          | ~                             | ~                                | ~            |
| 24      | 0,160000   | 1                             | 0,067877                         | 0,077876     |
| 25      | 0,166667   | 1                             | 0,072816                         | 0,083476     |
| 26      | 0,173333   | 1                             | 0,077874                         | 0,089205     |
| 27      | 0,180000   | 1                             | 0,083047                         | 0,095056     |
| 28      | 0,186667   | 1                             | 0,088331                         | 0,101024     |
| 29      | 0,193333   | 1                             | 0,093719                         | 0,107102     |

|     |          |   |          |          |
|-----|----------|---|----------|----------|
| 30  | 0,200000 | 1 | 0,099208 | 0,113286 |
| 31  | 0,206667 | 1 | 0,104794 | 0,119570 |
| 32  | 0,213333 | 1 | 0,110471 | 0,125949 |
| 33  | 0,220000 | 1 | 0,116236 | 0,132418 |
| 34  | 0,226667 | 1 | 0,122085 | 0,138972 |
| 35  | 0,233333 | 1 | 0,128013 | 0,145605 |
| 36  | 0,240000 | 1 | 0,134016 | 0,152314 |
| 37  | 0,246667 | 1 | 0,140091 | 0,159094 |
| ~   | ~        | ~ | ~        | ~        |
| 175 | 1,166667 | 1 | 0,862416 | 0,895701 |
| 176 | 1,173333 | 1 | 0,864968 | 0,897941 |
| 177 | 1,180000 | 1 | 0,867484 | 0,900145 |
| 178 | 1,186667 | 1 | 0,869964 | 0,902312 |
| 179 | 1,193333 | 1 | 0,872410 | 0,904445 |
| 180 | 1,200000 | 1 | 0,874821 | 0,906542 |
| 181 | 1,206667 | 1 | 0,877197 | 0,908605 |
| 182 | 1,213333 | 1 | 0,879540 | 0,910633 |
| 183 | 1,220000 | 1 | 0,881849 | 0,912628 |
| 184 | 1,226667 | 1 | 0,884125 | 0,914589 |
| 185 | 1,233333 | 1 | 0,886367 | 0,916517 |
| 186 | 1,240000 | 1 | 0,888577 | 0,918412 |
| 187 | 1,246667 | 1 | 0,890755 | 0,920276 |
| 188 | 1,253333 | 1 | 0,892900 | 0,922107 |
| 189 | 1,260000 | 1 | 0,895014 | 0,923907 |
| 190 | 1,266667 | 1 | 0,897096 | 0,925676 |
| 191 | 1,273333 | 1 | 0,899147 | 0,927414 |
| 192 | 1,280000 | 1 | 0,901168 | 0,929121 |

|     |          |   |          |          |
|-----|----------|---|----------|----------|
| 193 | 1,286667 | 1 | 0,903158 | 0,930799 |
| 194 | 1,293333 | 1 | 0,905117 | 0,932448 |
| 195 | 1,300000 | 1 | 0,907047 | 0,934067 |
| ~   | ~        | ~ | ~        | ~        |

### 2.3. Berechnung der Rauchwerte

Im nachstehenden Schaubild wird das allgemeine Verfahren zur Bestimmung des endgültigen Rauchwertes dargestellt.

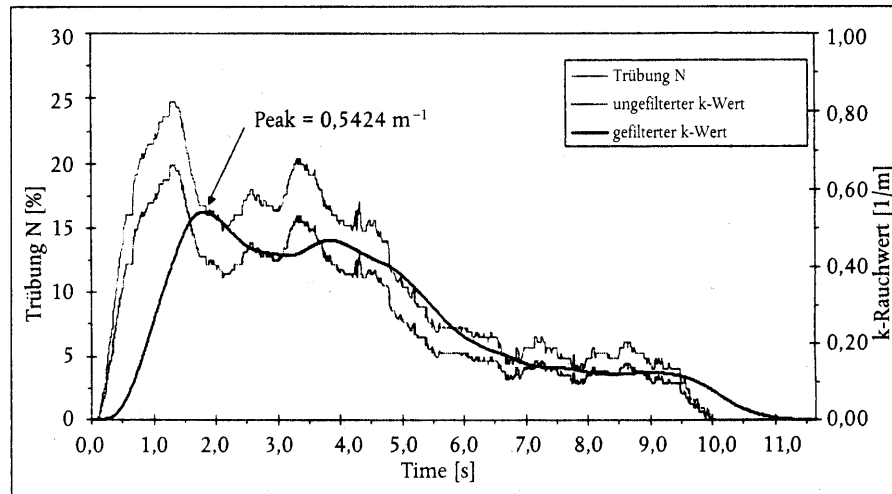


In Abbildung b sind die Kurven des gemessenen unverarbeiteten Trübungssignals sowie des ungefilterten und gefilterten Lichtabsorptionskoeffizienten (k-Wert) der ersten Belastungsstufe in der ELR-Prüfung dargestellt, und der Höchstwert  $Y_{\max 1,A}$  (Spitze) der Kurve des gefilterten k ist angezeigt. Tabelle C enthält die dazugehö-

rigen Zahlenwerte für den Index  $i$ , die Zeit (Abtastfrequenz 150 Hz), die unverarbeitete Trübung, den ungefilterten  $k$ -Wert und den gefilterten  $k$ -Wert. Die Filterung erfolgte unter Verwendung der Konstanten des in Abschnitt 2.2 dieses Anhangs entworfenen Bessel-Algorithmus. Aufgrund des umfangreichen Datenmaterials wurde die Rauchkurve in der Tabelle nur gegen Anfang und um den Spitzenwert herum erfasst.

Abbildung b

### Kurven der gemessenen Trübung $N$ , des ungefilterten $k$ -Rauchwerts und des gefilterten $k$ -Rauchwerts



Der Spitzenwert ( $i = 272$ ) wird unter Zugrundelegung der folgenden Daten aus Tabelle C berechnet. Alle anderen einzelnen Rauchwerte werden auf dieselbe Weise berechnet. Zu Beginn des Algorithmus werden  $S_{-1}$ ,  $S_{-2}$ ,  $Y_{-1}$  und  $Y_{-2}$  auf Null gesetzt.

|                        |          |
|------------------------|----------|
| $L_A$ (m)              | 0,430    |
| Index $i$              | 272      |
| $N$ (%)                | 16,783   |
| $S_{271}$ ( $m^{-1}$ ) | 0,427392 |
| $S_{270}$ ( $m^{-1}$ ) | 0,427532 |
| $Y_{271}$ ( $m^{-1}$ ) | 0,542383 |
| $Y_{270}$ ( $m^{-1}$ ) | 0,542337 |

Berechnung des  $k$ -Wertes (Anhang III Anlage 1 Abschnitt 6.3.1):

$$k = -(1/0,430) \times \ln(1 - (16,783/100)) = 0,427252 \text{ m}^{-1}$$

Dieser Wert entspricht  $S_{272}$  in der folgenden Gleichung.

*Berechnung des Bessel-gemittelten Rauchwertes (Anhang III Anlage 1 Abschnitt 6.3.2):*

In den folgenden Gleichungen werden die Bessel-Konstanten aus Nummer 2.2 verwendet. Der oben berechnete tatsächliche ungefilterte k-Wert entspricht  $S_{272}$  ( $S_i$ ).  $S_{271}$  ( $S_{i-1}$ ) und  $S_{270}$  ( $S_{i-2}$ ) sind die beiden vorhergehenden ungefilterten k-Werte,  $Y_{271}$  ( $Y_{i-1}$ ) und  $Y_{270}$  ( $Y_{i-2}$ ) die beiden vorhergehenden gefilterten k-Werte.

$$Y_{272} = 0,542383 + 8,272777 E - 5 \times (0,427252 + 2 \times 0,427392 + 0,427532 - 4 \times 0,542337) + 0,968410 \times (0,542383 - 0,542337)$$

$$= 0,542389 \text{ m}^{-1}$$

Dieser Wert entspricht  $Y_{\max 1, A}$  in der folgenden Gleichung.

*Berechnung des endgültigen Rauchwertes (Anhang III Anlage 1 Abschnitt 6.3.3):*

Der höchste gefilterte k-Wert jeder Kurve wird für die weiteren Berechnungen verwendet. Es seien:

| Drehzahl | $Y_{\max} (\text{m}^{-1})$ |          |          |
|----------|----------------------------|----------|----------|
|          | Zyklus 1                   | Zyklus 2 | Zyklus 3 |
| A        | 0,5424                     | 0,5435   | 0,5587   |
| B        | 0,5596                     | 0,5400   | 0,5389   |
| C        | 0,4912                     | 0,5207   | 0,5177   |

$$RW_A = (0,5424 + 0,5435 + 0,5587) / 3 = 0,5482 \text{ m}^{-1}$$

$$RW_B = (0,5596 + 0,5400 + 0,5389) / 3 = 0,5462 \text{ m}^{-1}$$

$$RW_C = (0,4912 + 0,5207 + 0,5177) / 3 = 0,5099 \text{ m}^{-1}$$

$$RW = (0,43 \times 0,5482) + (0,56 \times 0,5462) + (0,01 \times 0,5099) = 0,5467 \text{ m}^{-1}$$

*Zyklusvalidierung (Anhang III Anlage 1 Nummer 3.4)*

Vor der Berechnung des RW muß der Zyklus validiert werden; dazu werden die relativen Standardabweichungen des Rauchwertes der drei Zyklen für jede Drehzahl berechnet.

| Drehzahl | Mittlerer RW<br>( $\text{m}^{-1}$ ) | Absolute Standardabweichung<br>( $\text{m}^{-1}$ ) | Relative<br>Standardabweichung<br>(%) |
|----------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|
| A        | 0,5482                              | 0,0091                                             | 1,7                                   |
| B        | 0,5462                              | 0,0116                                             | 2,1                                   |
| C        | 0,5099                              | 0,0162                                             | 3,2                                   |

Bei diesem Beispiel wird das Validierungskriterium von 15 % für jede Drehzahl erfüllt.

*Tabelle C*

**Trübungswert N, gefilterter und ungefilterter k-Wert zu Beginn des Belastungsschrittes**

| Index i<br>[–] | Zeit<br>[s] | Trübung N<br>[%] | Ungefilterter k-Wert<br>[ $\text{m}^{-1}$ ] | Gefilterter k-Wert<br>[ $\text{m}^{-1}$ ] |
|----------------|-------------|------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|
| – 2            | 0,000000    | 0,000000         | 0,000000                                    | 0,000000                                  |
| – 1            | 0,000000    | 0,000000         | 0,000000                                    | 0,000000                                  |
| 0              | 0,000000    | 0,000000         | 0,000000                                    | 0,000000                                  |
| 1              | 0,006667    | 0,020000         | 0,000465                                    | 0,000000                                  |
| 2              | 0,013333    | 0,020000         | 0,000465                                    | 0,000000                                  |
| 3              | 0,020000    | 0,020000         | 0,000465                                    | 0,000000                                  |
| 4              | 0,026667    | 0,020000         | 0,000465                                    | 0,000001                                  |
| 5              | 0,033333    | 0,020000         | 0,000465                                    | 0,000002                                  |
| 6              | 0,040000    | 0,020000         | 0,000465                                    | 0,000002                                  |
| 7              | 0,046667    | 0,020000         | 0,000465                                    | 0,000003                                  |
| 8              | 0,053333    | 0,020000         | 0,000465                                    | 0,000004                                  |
| 9              | 0,060000    | 0,020000         | 0,000465                                    | 0,000005                                  |
| 10             | 0,066667    | 0,020000         | 0,000465                                    | 0,000006                                  |
| 11             | 0,073333    | 0,020000         | 0,000465                                    | 0,000008                                  |
| 12             | 0,080000    | 0,020000         | 0,000465                                    | 0,000009                                  |
| 13             | 0,086667    | 0,020000         | 0,000465                                    | 0,000011                                  |
| 14             | 0,093333    | 0,020000         | 0,000465                                    | 0,000012                                  |

|    |          |          |          |          |
|----|----------|----------|----------|----------|
| 15 | 0,100000 | 0,192000 | 0,004469 | 0,000014 |
| 16 | 0,106667 | 0,212000 | 0,004935 | 0,000018 |
| 17 | 0,113333 | 0,212000 | 0,004935 | 0,000022 |
| 18 | 0,120000 | 0,212000 | 0,004935 | 0,000028 |
| 19 | 0,126667 | 0,343000 | 0,007990 | 0,000036 |
| 20 | 0,133333 | 0,566000 | 0,013200 | 0,000047 |
| 21 | 0,140000 | 0,889000 | 0,020767 | 0,000061 |
| 22 | 0,146667 | 0,929000 | 0,021706 | 0,000082 |
| 23 | 0,153333 | 0,929000 | 0,021706 | 0,000109 |
| 24 | 0,160000 | 1,263000 | 0,029559 | 0,000143 |
| 25 | 0,166667 | 1,455000 | 0,034086 | 0,000185 |
| 26 | 0,173333 | 1,697000 | 0,039804 | 0,000237 |
| 27 | 0,180000 | 2,030000 | 0,047695 | 0,000301 |
| 28 | 0,186667 | 2,081000 | 0,048906 | 0,000378 |
| 29 | 0,193333 | 2,081000 | 0,048906 | 0,000469 |
| 30 | 0,200000 | 2,424000 | 0,057067 | 0,000573 |
| 31 | 0,206667 | 2,475000 | 0,058282 | 0,000693 |
| 32 | 0,213333 | 2,475000 | 0,058282 | 0,000827 |
| 33 | 0,220000 | 2,808000 | 0,066237 | 0,000977 |
| 34 | 0,226667 | 3,010000 | 0,071075 | 0,001144 |
| 35 | 0,233333 | 3,253000 | 0,076909 | 0,001328 |
| 36 | 0,240000 | 3,606000 | 0,085410 | 0,001533 |
| 37 | 0,246667 | 3,960000 | 0,093966 | 0,001758 |
| 38 | 0,253333 | 4,455000 | 0,105983 | 0,002007 |
| 39 | 0,260000 | 4,818000 | 0,114836 | 0,002283 |
| 40 | 0,266667 | 5,020000 | 0,119776 | 0,002587 |
| ~  | ~        | ~        | ~        | ~        |

**Trübungswert N, ungefilterter und gefilterter k-Wert um  $Y_{\max 1, A}$  (= Spitzenwert, durch Fettschrift hervorgehoben)**

| Index i | Zeit     | Trübung N | Ungefilterter k-Wert | Gefilterter k-Wert |
|---------|----------|-----------|----------------------|--------------------|
| [-]     | [s]      | [%]       | [m <sup>-1</sup> ]   | [m <sup>-1</sup> ] |
| ~       | ~        | ~         | ~                    | ~                  |
| 259     | 1,726667 | 17,182000 | 0,438429             | 0,538856           |
| 260     | 1,733333 | 16,949000 | 0,431896             | 0,539423           |
| 261     | 1,740000 | 16,788000 | 0,427392             | 0,539936           |
| 262     | 1,746667 | 16,798000 | 0,427671             | 0,540396           |
| 263     | 1,753333 | 16,788000 | 0,427392             | 0,540805           |
| 264     | 1,760000 | 16,798000 | 0,427671             | 0,541163           |
| 265     | 1,766667 | 16,798000 | 0,427671             | 0,541473           |
| 266     | 1,773333 | 16,788000 | 0,427392             | 0,541735           |
| 267     | 1,780000 | 16,788000 | 0,427392             | 0,541951           |
| 268     | 1,786667 | 16,798000 | 0,427671             | 0,542123           |
| 269     | 1,793333 | 16,798000 | 0,427671             | 0,542251           |
| 270     | 1,800000 | 16,793000 | 0,427532             | 0,542337           |
| 271     | 1,806667 | 16,788000 | 0,427392             | 0,542383           |
| 272     | 1,813333 | 16,783000 | 0,427252             | <b>0,542389</b>    |
| 273     | 1,820000 | 16,780000 | 0,427168             | 0,542357           |
| 274     | 1,826667 | 16,798000 | 0,427671             | 0,542288           |
| 275     | 1,833333 | 16,778000 | 0,427112             | 0,542183           |
| 276     | 1,840000 | 16,808000 | 0,427951             | 0,542043           |
| 277     | 1,846667 | 16,768000 | 0,426833             | 0,541870           |
| 278     | 1,853333 | 16,010000 | 0,405750             | 0,541662           |
| 279     | 1,860000 | 16,010000 | 0,405750             | 0,541418           |
| 280     | 1,866667 | 16,000000 | 0,405473             | 0,541136           |

|     |          |           |          |          |
|-----|----------|-----------|----------|----------|
| 281 | 1,873333 | 16,010000 | 0,405750 | 0,540819 |
| 282 | 1,880000 | 16,000000 | 0,405473 | 0,540466 |
| 283 | 1,886667 | 16,010000 | 0,405750 | 0,540080 |
| 284 | 1,893333 | 16,394000 | 0,416406 | 0,539663 |
| 285 | 1,900000 | 16,394000 | 0,416406 | 0,539216 |
| 286 | 1,906667 | 16,404000 | 0,416685 | 0,538744 |
| 287 | 1,913333 | 16,394000 | 0,416406 | 0,538245 |
| 288 | 1,920000 | 16,394000 | 0,416406 | 0,537722 |
| 289 | 1,926667 | 16,384000 | 0,416128 | 0,537175 |
| 290 | 1,933333 | 16,010000 | 0,405750 | 0,536604 |
| 291 | 1,940000 | 16,010000 | 0,405750 | 0,536009 |
| 292 | 1,946667 | 16,000000 | 0,405473 | 0,535389 |
| 293 | 1,953333 | 16,010000 | 0,405750 | 0,534745 |
| 294 | 1,960000 | 16,212000 | 0,411349 | 0,534079 |
| 295 | 1,966667 | 16,394000 | 0,416406 | 0,533394 |
| 296 | 1,973333 | 16,394000 | 0,416406 | 0,532691 |
| 297 | 1,980000 | 16,192000 | 0,410794 | 0,531971 |
| 298 | 1,986667 | 16,000000 | 0,405473 | 0,531233 |
| 299 | 1,993333 | 16,000000 | 0,405473 | 0,530477 |
| 300 | 2,000000 | 16,000000 | 0,405473 | 0,529704 |
| ~   | ~        | ~         | ~        | ~        |

### 3. ETC-PRÜFUNG

#### 3.1. Gasförmige Emissionen (Dieselmotor)

Mit einem PDP-CVS-System seien folgende Prüfergebnisse erzielt worden:

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| $V_0$ (m <sup>3</sup> /rev) | 0,1776 |
| $N_p$ (rev)                 | 23073  |
| $p_B$ (kPa)                 | 98,0   |
| $p_1$ (kPa)                 | 2,3    |
| $T$ (K)                     | 322,5  |
| $H_a$ (g/kg)                | 12,8   |
| $NO_x$ conce (ppm)          | 53,7   |
| $NO_x$ concd (ppm)          | 0,4    |
| $CO_{conce}$ (ppm)          | 38,9   |
| $CO_{concd}$ (ppm)          | 1,0    |
| $HC_{conce}$ (ppm)          | 9,00   |
| $HC_{concd}$ (ppm)          | 3,02   |
| $CO_{2,conce}$ ( %)         | 0,723  |
| $W_{act}$ (kWh)             | 62,72  |

*Berechnung des Durchsatzes des verdünnten Abgases (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.1):*

$$M_{TOTW} = 1,293 \times 0,1776 \times 23\,073 \times (98,0 - 2,3) \times 273 / (101,3 \times 322,5) \\ = 423\,7,2 \text{ kg}$$

*Berechnung des  $NO_x$ -Korrekturfaktors (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.2):*

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 - 0,0182 \times (12,8 - 10,71)} = 1,039$$

*Berechnung der hintergrundkorrigierten Konzentrationen (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.3.1.1):*

Es sei ein Dieselmotorkraftstoff mit der Zusammensetzung  $C_{12}H_{1,8}$  zugrunde gelegt:

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{1,8}{2} + \left[ 3,76 \times \left( 1 + \frac{1,8}{4} \right) \right]} = 13,6$$

$$DF = \frac{13,6}{0,723 + (9,00 + 38,9) \times 10^{-4}} = 18,69$$

$$NO_{x \text{ conc}} = 53,7 - 0,4 \times (1 - (1/18,69)) = 53,3 \text{ ppm}$$

$$CO_{\text{conc}} = 38,9 - 1,0 \times (1 - (1/18,69)) = 37,9 \text{ ppm}$$

$$HC_{\text{conc}} = 9,00 - 3,02 \times (1 - (1/18,69)) = 6,14 \text{ ppm}$$

*Berechnung des Emissionsmassendurchsatzes (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.3.1):*

$$NO_{x \text{ mass}} = 0,001587 \times 53,3 \times 1,039 \times 423 \text{ 7,2} = 372,391 \text{ g}$$

$$CO_{\text{mass}} = 0,000966 \times 37,9 \times 423 \text{ 7,2} = 155,129 \text{ g}$$

$$HC_{\text{mass}} = 0,000479 \times 6,14 \times 423 \text{ 7,2} = 12,462 \text{ g}$$

*Berechnung der spezifischen Emissionen (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.4):*

$$\overline{NO_x} = 372,391/62,72 = 5,94 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{CO} = 155,129/62,72 = 2,47 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{HC} = 12,462/62,72 = 0,199 \text{ g/kWh}$$

### 3.2. Partikelemissionen (Dieselmotor)

Mit einem PDP-CVS-System mit Doppelverdünnung seien folgende Prüfergebnisse erzielt worden:

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| $M_{TOTW} \text{ (kg)}$ | 4237,2 |
| $M_{f,p} \text{ (mg)}$  | 3,030  |
| $M_{f,b} \text{ (mg)}$  | 0,044  |
| $M_{TOT} \text{ (kg)}$  | 2,159  |
| $M_{SEC} \text{ (kg)}$  | 0,909  |
| $M_d \text{ (mg)}$      | 0,341  |
| $M_{DIL} \text{ (kg)}$  | 1,245  |
| DF                      | 18,69  |
| $W_{act} \text{ (kWh)}$ | 62,72  |

*Berechnung der Massemission (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 5.1):*

$$M_f = 3,030 + 0,044 = 3,074 \text{ mg}$$

$$M_{SAM} = 2,159 - 0,909 = 1,250 \text{ kg}$$

$$PT_{\text{mass}} = \frac{3,074}{1,250} \times \frac{4\,237,2}{1\,000} = 10,42 \text{ g}$$

*Berechnung der hintergrundkorrigierten Massemission (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 5.1):*

$$PT_{\text{mass}} = \left[ \frac{3,074}{1,250} - \left( \frac{0,341}{1,245} \times \left( 1 + \frac{1}{18,69} \right) \right) \right] \times \frac{4\,237,2}{1\,000} = 9,32 \text{ g}$$

*Berechnung der spezifischen Emission (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 5.2):*

$$\overline{PT} = 10,42/62,72 = 0,166 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{PT} = 9,32/62,72 = 0,149 \text{ g/kWh, bei Hintergrundkorrektur}$$

### 3.3. Gasförmige Emissionen (CNG-Motor)

Mit einem PDP-CVS-System mit Doppelverdünnung seien folgende Prüfergebnisse erzielt worden:

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| $M_{\text{TOTW}}$ (kg)            | 4237,2 |
| $H_a$ (g/kg)                      | 12,8   |
| $\text{NO}_x \text{ conce}$ (ppm) | 17,2   |
| $\text{NO}_x \text{ concd}$ (ppm) | 0,4    |
| $\text{CO}_{\text{conce}}$ (ppm)  | 44,3   |
| $\text{CO}_{\text{concd}}$ (ppm)  | 1,0    |
| $\text{HC}_{\text{conce}}$ (ppm)  | 27,0   |
| $\text{HC}_{\text{concd}}$ (ppm)  | 3,02   |
| $\text{CH}_4 \text{ conce}$ (ppm) | 18,0   |
| $\text{CH}_4 \text{ concd}$ (ppm) | 1,7    |
| $\text{CO}_{2,\text{conce}}$ (%)  | 0,723  |
| $W_{\text{act}}$ (kWh)            | 62,72  |

Berechnung des  $\text{NO}_x$ -Korrekturfaktors (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.2);

$$K_{\text{H,G}} = \frac{1}{1 - 0,0329 \times (12,8 - 10,71)} = 1,074$$

Berechnung der NMHC-Konzentration (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.3.1);

a) GC-Verfahren

$$\text{NMHC}_{\text{conce}} = 27,0 - 18,0 = 9,0 \text{ ppm}$$

b) NMC-Verfahren

Der Methan-Wirkungsgrad sei 0,04 und der Ethan-Wirkungsgrad 0,98 ( siehe Anhang III Anlage 5 Abschnitt 1.8.4)

$$\text{NMHC}_{\text{conc e}} = \frac{27,0 \times (1 - 0,04) - 18,0}{0,98 - 0,04} = 8,4 \text{ ppm}$$

Berechnung der hintergrundkorrigierten Konzentrationen (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.3.1.1):

Der Bezugskraftstoff sei G20 (100 % Methan) mit der Zusammensetzung  $\text{C}_1\text{H}_4$ :

$$F_s = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{4}{2} + \left( 3,76 \times \left( 1 + \frac{4}{4} \right) \right)} = 9,5$$

$$\text{DF} = \frac{9,5}{0,723 + (27,0 + 44,3) \times 10^{-4}} = 13,01$$

Bei den NMHC ist die Hintergrundkonzentration die Differenz zwischen  $\text{HC}_{\text{concd}}$  und  $\text{CH}_4_{\text{concd}}$ :

$$\text{NO}_{x \text{ conc}} = 17,2 - 0,4 \times (1 - (1/13,01)) = 16,8 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_{\text{conc}} = 44,3 - 1,0 \times (1 - (1/13,01)) = 43,4 \text{ ppm}$$

$$\text{NMHC}_{\text{conc}} = 8,4 - 1,32 \times (1 - (1/13,01)) = 7,2 \text{ ppm}$$

$$\text{CH}_4_{\text{conc}} = 18,0 - 1,7 \times (1 - (1/13,01)) = 16,4 \text{ ppm}$$

Berechnung des Emissionsmassendurchsatzes (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.3.1):

$$\text{NO}_{x \text{ mass}} = 0,001587 \times 16,8 \times 1,074 \times 423 \text{ 7,2} = 121,330 \text{ g}$$

$$\text{CO}_{\text{mass}} = 0,000966 \times 43,4 \times 423 \text{ 7,2} = 177,642 \text{ g}$$

$$\text{NMHC}_{\text{mass}} = 0,000502 \times 7,2 \times 423 \text{ 7,2} = 15,315 \text{ g}$$

$$\text{CH}_4_{\text{mass}} = 0,000554 \times 16,4 \times 423 \text{ 7,2} = 38,498 \text{ g}$$

$$\overline{\text{NO}_x} = 121,330/62,72 = 1,93 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{\text{CO}} = 177,642/62,72 = 2,83 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{\text{NMHC}} = 15,315/62,72 = 0,244 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{\text{CH}_4} = 38,498/62,72 = 0,614 \text{ g/kWh}$$

#### 4. $\lambda$ -VERSCHIEBUNGSFAKTOR ( $S_\lambda$ )

##### 4.1. Berechnung des $\lambda$ Verschiebungsfaktors ( $S_\lambda$ )<sup>9</sup>

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert}\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{\text{O}_2^*}{100}}$$

mit:

$S_\lambda$ :  $\lambda$ -Verschiebungsfaktor

inert %: Vol.- % der Inertgase im Kraftstoff (d. h.  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$ , He usw.)

$\text{O}_2^*$ : Vol.- % des ursprünglichen Sauerstoffs im Kraftstoff

n und m beziehen sich auf durchschnittliche  $\text{C}_n\text{H}_m$ -Werte, die den Kohlenwasserstoffgehalt des Kraftstoffs repräsentieren, d. h.

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{\text{C}_2\%}{100}\right] + 3 \times \left[\frac{\text{C}_3\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{\text{C}_4\%}{100}\right] + 5 \times \left[\frac{\text{C}_5\%}{100}\right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent}\%}{100}}$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_4\%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_6\%}{100}\right] + \dots + 8 \times \left[\frac{\text{C}_3\text{H}_8\%}{100}\right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent}\%}{100}}$$

mit:

$\text{CH}_4$ : Vol.- % Methan im Kraftstoff

$\text{C}_2$ : Vol.- % aller  $\text{C}_2$ -Kohlenwasserstoffe (z. B.:  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$  usw.) im Kraftstoff

<sup>9</sup> Stoichiometric Air/Fuel ratios of automotive fuels - SAE J1829, Juni 1987. John B. Heywood, Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill, 1988, Kapitel 3.4 "Combustion stoichiometry" (S. 68-72).

- C<sub>3</sub>: Vol.- % aller C<sub>3</sub>-Kohlenwasserstoffe (z. B.: C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> usw.) im Kraftstoff
- C<sub>4</sub>: Vol.- % aller C<sub>3</sub>-Kohlenwasserstoffe (z. B.: C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> usw.) im Kraftstoff
- C<sub>5</sub>: Vol.- % aller C<sub>4</sub>-Kohlenwasserstoffe (z. B.: C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, C<sub>4</sub>H<sub>8</sub> usw.) im Kraftstoff
- diluent: Vol.- % der Verdünnungsgase im Kraftstoff (d. h. O<sub>2</sub>\*, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, He usw.)

#### 4.2. Beispiele für die Berechnung des λ-Verschiebungsfaktors S<sub>λ</sub>

Beispiel 1: G<sub>25</sub>: CH<sub>4</sub> = 86 %, N<sub>2</sub> = 14 % (Vol.-%)

$$n = \frac{1 \times \left[ \frac{\text{CH}_4 \%}{100} \right] + 2 \times \left[ \frac{\text{C}_2 \%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,86}{1 - \frac{14}{100}} = \frac{0,86}{0,86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[ \frac{\text{CH}_4 \%}{100} \right] + 4 \times \left[ \frac{\text{C}_2\text{H}_4 \%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0,86}{0,86} = 4$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert}\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{\text{O}_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{14}{100}\right) \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)} = 1,16$$

↓ 2001/27/EG Art. 1 und Anhang

Beispiel 2: GR: CH<sub>4</sub> = 87 %, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> = 13 % (Vol.-%)

↓ 1999/96/EG Art. 1 Nr. 3 und Anhang

$$n = \frac{1 \times \left[ \frac{\text{CH}_4 \%}{100} \right] + 2 \times \left[ \frac{\text{C}_2 \%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,87 + 2 \times 0,13}{1 - \frac{0}{100}} = \frac{1,13}{1} = 1,13$$

$$m = \frac{4 \times \left[ \frac{\text{CH}_4 \%}{100} \right] + 4 \times \left[ \frac{\text{C}_2\text{H}_4 \%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0,87 + 6 \times 0,13}{1} = 4,26$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert}\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{\text{O}_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{0}{100}\right) \times \left(1,13 + \frac{4,26}{4}\right)} = 0,911$$

Beispiel 3: USA:  $CH_4 = 89 \%$ ,  $C_2H_6 = 4,5 \%$ ,  $C_3H_8 = 2,3 \%$ ,  $C_6H_{14} = 0,2 \%$ ,  $O_2 = 0,6 \%$ ,  $N_2 = 4 \%$

$$n = \frac{1 \times \left[ \frac{CH_4 \%}{100} \right] + 2 \times \left[ \frac{C_2 \%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,89 + 2 \times 0,045 + 3 \times 0,023 + 4 \times 0,002}{1 - \frac{0,64 + 4}{100}} = 1,11$$

$$m = \frac{4 \times \left[ \frac{CH_4 \%}{100} \right] + 4 \times \left[ \frac{C_2H_4 \%}{100} \right] + 6 \times \left[ \frac{C_2H_6}{100} \right] + \dots + 8 \times \left[ \frac{C_3H_8}{100} \right]}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0,89 + 4 \times 0,045 + 8 \times 0,023 + 14 \times 0,002}{1 - \frac{0,6 + 4}{100}} = 4,24$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left( 1 - \frac{\text{inert \%}}{100} \right) \left( n + \frac{m}{4} \right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left( 1 - \frac{4}{100} \right) \times \left( 1,11 + \frac{4,24}{4} \right) - \frac{0,6}{100}} = 0,96$$

## ANHANG VIII

### BESONDERE TECHNISCHE VORSCHRIFTEN FÜR MIT ETHANOL BETRIEBENE DIESELMOTOREN

Bei mit Ethanol betriebenen Dieselmotoren gelten für die in Anhang III dieser Richtlinie festgelegten Prüfverfahren die folgenden Änderungen der entsprechenden Textteile, Gleichungen und Faktoren.

#### ANHANG III ANLAGE 1:

##### 4.2. Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugszustand

$$F_{FH} = \frac{1,877}{\left(1 + 2,577 \times \frac{G_{FUEL}}{G_{AIR\ W}}\right)}$$

##### 4.3. Korrektur der NO<sub>x</sub>-Konzentration unter Berücksichtigung von Temperatur und Feuchtigkeit

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 + A \times (H_a - 10,71) + B \times (T_a - 298)}$$

Hierbei gilt:

$$A = 0,181 \, G_{FUEL}/G_{AIRD} - 0,0266.$$

$$B = -0,123 \, G_{FUEL}/G_{AIRD} + 0,00954.$$

$$T_a = \text{Lufttemperatur, K.}$$

$$H_a = \text{Feuchtigkeit der Ansaugluft, g Wasser je kg trockener Luft.}$$

##### 4.4. Berechnung der Emissionsmassendurchsätze

Ausgehend von einer Abgasdichte von 1,272 kg/m<sup>3</sup> bei 273 K (0 °C) und 101,3 kPa sind die Massendurchsätze der Emissionen (g/h) für jede Prüfphase wie folgt zu berechnen:

$$(1) \quad NO_{x\ mass} = 0,001613 \times NO_{x\ conc} \times K_{H,D} \times G_{EXH\ W}$$

$$(2) \quad CO_{x\ mass} = 0,000982 \times CO_{conc} \times G_{EXH\ W}$$

$$(3) \quad HC_{mass} = 0,000809 \times HC_{conc} \times K_{H,D} \times G_{EXH\ W}$$

wobei

$\text{NO}_{x \text{ conc}}$ ,  $\text{CO}_{\text{conc}}$ ,  $\text{HC}_{\text{conc}}$ <sup>10</sup> die mittleren Konzentrationen (ppm) im Rohabgas gemäß Nummer 4.1 bedeuten.

Da die gasförmigen Emissionen wahlweise mit einem Vollstromverdünnungssystem berechnet werden können, sind die folgenden Formeln anzuwenden:

$$(1) \quad \text{NO}_{x \text{ mass}} = 0,001587 \times \text{NO}_{x \text{ conc}} \times K_{\text{H,D}} \times G_{\text{TOT W}}$$

$$(2) \quad \text{CO}_{x \text{ mass}} = 0,000982 \times \text{CO}_{\text{conc}} \times G_{\text{EXH W}}$$

$$(3) \quad \text{HC}_{\text{mass}} = 0,000809 \times \text{HC}_{\text{conc}} \times K_{\text{H,D}} \times G_{\text{EXH W}}$$

wobei

$\text{NO}_{x \text{ conc}}$ ,  $\text{CO}_{\text{conc}}$ ,  $\text{HC}_{\text{conc}}$ <sup>11</sup> die mittleren hintergrundkorrigierten Konzentrationen (ppm) jeder Phase im verdünnten Abgas gemäß Anhang III Anlage 2 Nummer 4.3.1.1, bedeuten.

## ANHANG III ANLAGE 2:

Die Nummern 3.1, 3.4, 3.8.3 und 5 der Anlage 2 gelten nicht nur für Dieselmotoren, sondern auch für mit Ethanol betriebene Dieselmotoren.

- 4.2. Die Prüfbedingungen sollten so beschaffen sein, dass die Temperatur und die Feuchtigkeit der am Motor gemessenen Ansaugluft den Standardbedingungen während des Probelaufs entsprechen. Der Standard sollte  $6 \pm 0,5$  g Wasser je kg Trockenluft bei einer Temperatur von  $298 \pm 3$  K betragen. Innerhalb dieser Grenzwerte dürfen keine weiteren  $\text{NO}_x$ -Korrekturen vorgenommen werden. Werden diese Bedingungen nicht eingehalten, ist die Prüfung ungültig.

### 4.3. Berechnung des Emissionsmassendurchsatzes

#### 4.3.1. Systeme mit konstantem Massendurchsatz

Bei Systemen mit Wärmetauscher ist die Schadstoffmasse (g/Prüfung) anhand der folgenden Gleichungen zu berechnen:

$$(1) \quad \text{NO}_{x \text{ mass}} = 0,001587 \times \text{NO}_{x \text{ conc}} \times K_{\text{H,D}} \times M_{\text{TOT W}} \quad (\text{mit Ethanol betriebene Dieselmotoren})$$

$$(2) \quad \text{CO}_{x \text{ mass}} = 0,000966 \times \text{CO}_{\text{conc}} \times M_{\text{TOT W}} \quad (\text{mit Ethanol betriebene Dieselmotoren})$$

$$(3) \quad \text{HC}_{\text{mass}} = 0,000794 \times \text{HC}_{\text{conc}} \times M_{\text{TOT W}} \quad (\text{mit Ethanol betriebene Dieselmotoren})$$

Hierbei bedeutet:

<sup>10</sup> Bezogen auf das C1-Äquivalent.

<sup>11</sup> Bezogen auf das C1-Äquivalent.

$\text{NO}_{x\text{conc}}$ ,  $\text{CO}_{\text{conc}}$ ,  $\text{HC}_{\text{conc}}$  (<sup>1</sup>),  $\text{NMHC}_{\text{conc}}$  = mittlere hintergrundkorrigierte Konzentrationen über den gesamten Zyklus aus Integration (für  $\text{NO}_x$  und HC) oder Beutelmessung, ppm;

$M_{\text{TOTW}}$  = Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den gesamten Zyklus gemäß Nummer 4.1, kg.

#### 4.3.1.1. Bestimmung der hintergrundkorrigierten Konzentrationen

Um die Nettokonzentration der Schadstoffe zu bestimmen, sind die mittleren Hintergrundkonzentrationen der gasförmigen Schadstoffe in der Verdünnungsluft von den gemessenen Konzentrationen abzuziehen. Die mittleren Werte der Hintergrundkonzentrationen können mit Hilfe der Beutel-Methode oder durch laufende Messungen mit Integration bestimmt werden. Die nachstehende Formel ist zu verwenden.

$$\text{conc} = \text{conc}_e - \text{conc}_d \times \left(1 - \frac{1}{\text{DF}}\right)$$

Hierbei bedeutet:

- $\text{conc}$  = Konzentration des jeweiligen Schadstoffs im verdünnten Abgas, korrigiert um die Menge des in der Verdünnungsluft enthaltenen jeweiligen Schadstoffs, ppm;
- $\text{conc}_e$  = Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen im verdünnten Abgas, ppm;
- $\text{conc}_d$  = Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen in der Verdünnungsluft, ppm;
- $\text{DF}$  = Verdünnungsfaktor.

Der Verdünnungsfaktor errechnet sich wie folgt:

$$\text{DF} = \frac{F_S}{\text{CO}_{2\text{conc}_e} + (\text{HC}_{\text{conc}_e} + \text{CO}_{\text{conc}_e}) \times 10^{-4}}$$

Hierbei bedeutet:

- $\text{CO}_{2\text{conc}_e}$   $\text{CO}_2$ -Konzentration im verdünnten Abgas, Vol.-%;
- $\text{HC}_{\text{conc}_e}$  HC-Konzentration im verdünnten Abgas, ppm C1;
- $\text{CO}_{\text{conc}_e}$  CO-Konzentration im verdünnten Abgas, ppm;
- $F_S$  stöchiometrischer Faktor.

Auf trockener Basis gemessene Konzentrationen sind gemäß Anhang III Anlage 1 Nummer 4.2 in einen feuchten Bezugszustand umzurechnen.

Der stöchiometrische Faktor errechnet sich für die allgemeine Kraftstoffzusammensetzung  $\text{CH}_\alpha\text{O}_\beta\text{N}_\gamma$ , wie folgt:

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{2} + 3.76 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\beta}{2}\right) + \frac{\gamma}{2}}$$

Ist die Kraftstoffzusammensetzung unbekannt, können alternativ folgende stöchiometrische Faktoren verwendet werden:

$$F_S (\text{Ethanol}) = 12,3.$$

#### 4.3.2. Systeme mit Durchflussmengenkompensation

Bei Systemen ohne Wärmeaustauscher ist die Masse der Schadstoffe (g/Prüfung) durch Berechnen der momentanen Masseemissionen und Integrieren der momentanen Werte über den gesamten Zyklus zu bestimmen. Darüber hinaus ist die Hintergrundkorrektur direkt auf den momentanen Konzentrationswert anzuwenden. Hierzu dienen die folgenden Formeln:

$$(1) \text{ NO}_{\text{mass}} =$$

$$\sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} \times \text{NO}_{\text{conce},i} \times 0,001587) - (M_{\text{TOTW}} \times \text{NO}_{\text{concd}} \times (1-1/\text{DF}) \times 0,001587)$$

$$(2) \text{ CO}_{\text{mass}} =$$

$$\sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} \times \text{CO}_{\text{conce},i} \times 0,000966) - (M_{\text{TOTW}} \times \text{CO}_{\text{concd}} \times (1-1/\text{DF}) \times 0,000966)$$

$$(3) \text{ HC}_{\text{mass}} =$$

$$\sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} \times \text{HC}_{\text{conce},i} \times 0,000749) - (M_{\text{TOTW}} \times \text{HC}_{\text{concd}} \times (1-1/\text{DF}) \times 0,000749)$$

Hierbei bedeutet:

conce = Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen im verdünnten Abgas, ppm;

concd = Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen in der Verdünnungsluft, ppm;

$M_{\text{TOTW},i}$  = momentane Masse des verdünnten Abgases (siehe Nummer 4.1), kg;

$M_{\text{TOTW}}$  = Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den gesamten Zyklus (siehe Nummer 4.1), kg;

DF = Verdünnungsfaktor gemäß Nummer 4.3.1.1.

#### 4.4. Berechnung der spezifischen Emissionen

Die Emissionen (g/kWh) sind für die einzelnen Bestandteile folgendermaßen zu berechnen:

$$\overline{\text{NO}}_x = \text{NO}_{x\text{ mass}} / W_{\text{act}}$$

$$\overline{\text{CO}} = \text{CO}_{\text{mass}} / W_{\text{act}}$$

$$\overline{\text{HC}} = \text{HC}_{\text{mass}} / W_{\text{act}}$$

Hierbei bedeutet:

$W_{\text{act}}$  = tatsächliche Zyklusarbeit gemäß Nummer 3.9.2, kWh.

## ANHANG IX

### FRISTEN FÜR DIE UMSETZUNG DER AUFGEHOBENEN RICHTLINIEN IN NATIONALES RECHT

gemäß Artikel 9

#### Teil A

##### Aufgehobene Richtlinien

| Richtlinien           | Amtsblatt                       |
|-----------------------|---------------------------------|
| Richtlinie 88/77/EWG  | L 42 vom 23.2.1970, S. 1.       |
| Richtlinie 91/542/EWG | L 81 vom 28.3.1978, S. 1.       |
| Richtlinie 96/1/EG    | L 168 vom 26.6.1978, S. 39 -1.  |
| Richtlinie 1999/96/EG | L 375 vom 31.12.1980, S. 34 -1. |
| Richtlinie 2001/27/EG | L 192 vom 11.7.1987, S. 51.     |

#### Teil B

##### Fristen für die Umsetzung in nationales Recht

| Richtlinie            | Fristen für die Umsetzung | Beginn der Anwendung |
|-----------------------|---------------------------|----------------------|
| Richtlinie 88/77/EWG  | 1. Juli 1988              |                      |
| Richtlinie 91/542/EWG | 1. Januar 1992            |                      |
| Richtlinie 96/1/EG    | 1. Juli 1996              |                      |
| Richtlinie 1999/96/EG | 1. Juli 2000              |                      |
| Richtlinie 2001/27/EG | 1. Oktober 2001           | 1. Oktober 2001      |

# ANHANG X

## ENTSPRECHUNGSTABELLE

(gemäß Artikel 9 Absatz 2)

| <b>Richtlinie<br/>88/77/EWG</b> | <b>Richtlinie<br/>91/542/EWG</b> | <b>Richtlinie<br/>1999/96/EG</b> | <b>Richtlinie<br/>2001/27/EG</b> | <b>Vorliegende<br/>Richtlinie</b> |
|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Artikel 1                       | -                                |                                  | -                                | Artikel 1                         |
| Artikel 2(1)                    | Artikel 2(1)                     | Artikel 2(1)                     | Artikel 2(1)                     | Artikel 2(4)                      |
| Artikel 2(2)                    | Artikel 2(2)                     | Artikel 2(2)                     | Artikel 2(2)                     | Artikel 2(1)                      |
| -                               | Artikel 2(3)                     | -                                | -                                | -                                 |
| Artikel 2(3)                    | -                                | -                                | -                                | -                                 |
| Artikel 2(4)                    | Artikel 2(4)                     | Artikel 2(3)                     | Artikel 2(3)                     | Artikel 2(2)                      |
| -                               | -                                | -                                | Artikel 2(4)                     | Artikel 2(3)                      |
| -                               | -                                | -                                | Artikel 2(5)                     | -                                 |
| -                               | -                                | Artikel 2(4)                     | -                                | Artikel 2(5)                      |
| -                               | -                                | Artikel 2(5)                     | -                                | Artikel 2(6)                      |
| -                               | -                                | Artikel 2(6)                     | -                                | Artikel 2(7)                      |
| -                               | -                                | Artikel 2(7)                     | -                                | Artikel 2(8)                      |
| -                               | -                                | Artikel 2(8)                     | -                                | Artikel 2(9)                      |
| Artikel 3                       | -                                | -                                | -                                | -                                 |
| -                               | -                                | Artikel 5 und 6                  | -                                | Artikel 3                         |
| -                               | -                                | Artikel 4                        | -                                | Artikel 4                         |
| -                               | Artikel 3(1)                     | Artikel 3(1)                     | -                                | Artikel 5(1)                      |
| -                               | Artikel 3(1)(a)                  | Artikel 3(1)(a)                  | -                                | Artikel 5(2)                      |
| -                               | Artikel 3(1)(b)                  | Artikel 3(1)(b)                  | -                                | Artikel 5(3)                      |
| -                               | Artikel 3(2)                     | Artikel 3(2)                     | -                                | Artikel 5(4)                      |
| -                               | Artikel 3(3)                     | Artikel 3(3)                     | -                                | Artikel 5(5)                      |
| Artikel 4                       | -                                | -                                | -                                | Artikel 6                         |

|                   |                 |            |             |                   |
|-------------------|-----------------|------------|-------------|-------------------|
| Artikel 6         | Artikel 5 und 6 | Artikel 7  | -           | Artikel 7         |
| Artikel 5         | Artikel 4       | Artikel 8  | Artikel 3   | Artikel 8         |
| -                 | -               | -          | -           | Artikel 9         |
| -                 | -               | Artikel 9  | Artikel 4   | Artikel 10        |
| Artikel 7         | Artikel 7       | Artikel 10 | Artikel 5   | Artikel 11        |
| Anhänge I bis VII | -               | -          | -           | Anhänge I bis VII |
| -                 | -               | -          | Anhang VIII | Anhang VIII       |
| -                 | -               | -          | -           | Anhang IX         |
| -                 | -               | -          | -           | Anhang X          |

**FOLGENABSCHÄTZUNGSBOGEN**  
**AUSWIRKUNGEN DES VORGESCHLAGENEN RECHTSAKTS AUF DIE**  
**UNTERNEHMEN UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER KLEINEN**  
**UND MITTLEREN UNTERNEHMEN (KMU)**

**BEZEICHNUNG DES VORGESCHLAGENEN RECHTSAKTS:**

Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Selbstzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen und die Emission gasförmiger Schadstoffe aus mit Flüssiggas oder Erdgas betriebenen Fremdzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen.

Dokumentenummer:

[...]

**1. DER VORGESCHLAGENE RECHTSAKT**

**1.1. Warum ist ein Rechtsakt der Gemeinschaft unter Berücksichtigung des Subsidiaritätsprinzips in diesem Bereich notwendig und welche Ziele werden in erster Linie verfolgt?**

Mit dem vorgeschlagenen Rechtsakt sollen die bestehenden Rechtsvorschriften an den technischen Fortschritt angepasst und neue Vorschriften für die Begrenzung der Schadstoffemissionen schwerer Nutzfahrzeuge eingeführt werden. Die bestehenden Rechtsvorschriften haben seit 1988 die Harmonisierung des Gemeinschaftsmarktes für Kraftfahrzeuge stark vorangetrieben. Ihre Anpassung ist in der Richtlinie 1999/96/EG ausdrücklich vorgesehen, worüber auch Einigkeit zwischen dem Europäischen Parlament und dem Rat besteht.

Mit der Richtlinie 89/458/EWG wurden alle Emissionsschutzanforderungen für die Typgenehmigung neuer Typen von Motoren und Fahrzeugen vollständig harmonisiert. Die Angelegenheit fällt deshalb in die ausschließliche Zuständigkeit der Gemeinschaft.

Am geeignetsten erscheint ein Rechtsakt in Form einer Richtlinie oder Verordnung. Der vorgeschlagene Rechtsakt ist eine Einzelrichtlinie zur Durchführung der Typgenehmigungs-Richtlinie 70/156/EWG, die durch einen Vorschlag der Kommission aufgehoben und ersetzt wird. Mit ihm werden die in diesem Bereich notwendigen Vorschriften erlassen.

Dieser Vorschlag ist jedoch anders aufgebaut als die bisherigen Richtlinien für die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen. Er spiegelt das Bestreben wider, den Entscheidungsprozess effizienter zu gestalten und die Rechtsvorschriften zu vereinfachen, so dass das Europäische Parlament und der Rat sich auf die politischen Ziele und Inhalte konzentrieren können, während die Kommission die technischen Vorschriften erlässt, die diese Ziele und Inhalte ausfüllen.

Der Vorschlag folgt deshalb einem Konzept, bei dem zwei Rechtsakte auf verschiedenen Ebenen erlassen werden:

- eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates, die auf der Grundlage von Artikel 251 EG-Vertrag nach dem Mitentscheidungsverfahren erlassen wird und in der die grundlegenden Bestimmungen festgelegt sind,
- eine Richtlinie, die die Kommission, unterstützt von einem Regelungsausschuss, erlässt und in der die technischen Spezifikationen festgelegt sind, die die grundlegenden Bestimmungen ausfüllen.

Gemäß Artikel 13 der Typgenehmigungs-Rahmenrichtlinie 70/156/EWG beschränken sich die der Kommission übertragenen Durchführungsbefugnisse im Bereich der Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen derzeit auf die Anpassung der einschlägigen Rechtsvorschriften an den technischen Fortschritt. Zur Einführung des "Zwei-Ebenen-Konzepts" muss dieser Artikel geändert werden, damit die Befugnisse der Kommission auf den Erlass von Durchführungsmaßnahmen erweitert werden. Deshalb wird parallel zu diesem Vorschlag auch ein Vorschlag für eine völlige Neufassung der Rahmenrichtlinie vorgelegt, der u. a. erweiterte Befugnisse des Regelungsausschusses vorsieht.

Zu beachten ist, dass der Vorschlag für die politische Richtlinie von der Kommission angenommen und dem Europäischen Parlament und dem Rat übermittelt werden kann, ehe der Vorschlag für die technische Richtlinie fertig ausgearbeitet ist. Letzterer wird von Gremien der Kommission wie der Arbeitsgruppe Kraftfahrzeugemissionen (MVEG), oder von einer Sonderarbeitsgruppe von MVEG ausgearbeitet, bevor er dem Regelungsausschuss zur Annahme und der Kommission zur Verabschiedung vorgelegt wird.

## **2. AUSWIRKUNG AUF DIE UNTERNEHMEN**

### **2.1. Wer wird durch den vorgeschlagenen Rechtsakt betroffen sein?**

Von dem Rechtsakt ist die gesamte Kraftfahrzeugbranche betroffen. Dies gilt speziell für die Hersteller von schweren Nutzfahrzeugen und von Motoren für solche Fahrzeuge, die Hersteller und Anbieter von Systemen zur Abgasnachbehandlung und von elektronischen Systemen für Kraftfahrzeuge, die Hersteller von Ersatzteilen, die Betreiber schwerer Nutzfahrzeuge, Wartungs- und Reparaturbetriebe für schwere Nutzfahrzeuge, die Hersteller und Lieferanten von Ersatzteilen für solche Fahrzeuge, Typgenehmigungsbehörden und Prüfstellen.

Hersteller von schweren Nutzfahrzeugen und von Motoren für solche Fahrzeuge, Hersteller von Systemen zur Abgasnachbehandlung und von elektronischen Systemen für Kraftfahrzeuge sowie Hersteller von Ersatzteilen sind in der Regel weltweit tätig. Bei den Wartungs- und Reparaturbetrieben handelt es sich normalerweise um kleine und mittlere Betriebe, die häufig eng mit den Kraftfahrzeugherstellern zusammenarbeiten. Die Bandbreite bei den Betreibern schwerer Nutzfahrzeuge reicht von Betreibern großer Fahrzeugflotten bis hin zu kleinen Unternehmen.

Schwere Nutzfahrzeuge werden im Wesentlichen in Deutschland, Schweden, Italien, den Niederlanden, Frankreich und dem Vereinigten Königreich hergestellt. Es gibt

keine bestimmte Region in der Gemeinschaft, in der die anderen von diesem Vorschlag betroffenen Unternehmen konzentriert sind.

## **2.2. Was werden die Unternehmen zu tun haben, um dem Rechtsakt nachzukommen?**

Hersteller von schweren Nutzfahrzeugen, von Motoren für solche Fahrzeuge und von Systemen zur Abgasnachbehandlung investieren bereits in die Entwicklung der Technik zur Erfüllung der neuen Abgasnormen, die ab 1. Oktober 2005 bzw. in einer weiteren Stufe ab 1. Oktober 2008 gelten.

Der vorgeschlagene Rechtsakt erfordert von den Herstellern von schweren Nutzfahrzeugen, von Motoren für solche Fahrzeuge und von elektronischen Systemen für Kraftfahrzeuge Investitionen in die Entwicklung neuer OBD-Technik. Die Hersteller von schweren Nutzfahrzeugen, von Motoren für solche Fahrzeuge und von Systemen zur Abgasnachbehandlung müssen ihre Produkte auf verbesserte Dauerhaltbarkeit hin weiterentwickeln. Das Wartungspersonal der Betreiber schwerer Nutzfahrzeuge und das Personal freier Kfz-Werkstätten muss fortgebildet werden, damit es mit der anspruchsvolleren Fahrzeugtechnik zurecht kommt. Das Gleiche gilt für die unabhängigen Wartungs- und Reparaturbetriebe. Die Ersatzteilhersteller müssen die Verträglichkeit ihrer Produkte mit der komplexer werdenden Fahrzeugtechnik gewährleisten.

## **2.3. Welche ökonomischen Auswirkungen wird der Vorschlag möglicherweise haben?**

- Der vorgeschlagene Rechtsakt erfordert von den Herstellern von schweren Nutzfahrzeugen und von Motoren für solche Fahrzeuge sowie von allen betroffenen Zulieferern zusätzliche Investitionen, damit sie Produkte entwickeln, herstellen und in Verkehr bringen können, die den Bestimmungen dieses Rechtsaktes entsprechen. Er wird sicherlich die internationale Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Hersteller schwerer Nutzfahrzeuge langfristig stärken. Es gibt keine negativen Auswirkungen auf das Entstehen neuer Unternehmen, und es ist unwahrscheinlich, dass es neue Teilnehmer auf den Markt drängen. Der Vorschlag wird die in dieser Branche tätigen Unternehmen nicht gefährden.
- Damit die Betreiber schwerer Nutzfahrzeuge und die unabhängigen Reparaturbetriebe für solche Fahrzeuge der neuen ab 2005 in schweren Nutzfahrzeugen installierten Technik gewachsen sind, werden sie zusätzlich in Prüfgeräte und die Ausbildung und Einstellung qualifizierten Personals investieren müssen.
- Der Vorschlag kann sich möglicherweise positiv auf die Beschäftigung in den betroffenen Bereichen auswirken.
- Der vorgeschlagene Rechtsakt hat nur geringe Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit, da die in ihm enthaltenen Vorschriften vom 1. Oktober 2005 an verbindlich werden für alle Hersteller von schweren Nutzfahrzeugen und neuen Motoren für solche Fahrzeuge, die in der Gemeinschaft in Verkehr gebracht werden. Gleiches gilt auch für die Branche der

Kraftfahrzeugreparatur, da die in dem Rechtsakt enthaltenen Vorschriften für alle Betreiber und Reparaturbetriebe gelten.

**2.4. Wie hoch werden die zusätzlichen Kosten im Zusammenhang mit der Einhaltung der Vorschriften und die Betriebskosten für schwere Nutzfahrzeuge sein?**

Die technischen Vorschriften, die für die Ausfüllung der grundlegenden Bestimmungen dieses Vorschlags erforderlich sind, werden mit der Unterstützung eines Regelungsausschusses angenommen. Diese Vorschriften liegen daher noch nicht in allen Einzelheiten vor, weshalb hier nur vorläufige Kostenschätzungen abgegeben werden können.

***Geschätzte Kosten für zusätzliche technische Maßnahmen, um die ab 2005 und 2006 geltenden Emissionsgrenzwerte einhalten zu können:***

- Die Abgasnormen für 2005 und 2008 waren bisher in der Richtlinie 1999/96/EG festgelegt. Eine Schätzung der Kosten für die Einhaltung der künftigen Abgasnormen kann jedoch durchaus von Interesse sein.
- Die Hersteller gehen davon aus, dass die Kosten für die Einhaltung der ab 2005 geltenden Abgasnormen bei kleinen LKW-Motoren zwischen € 1 000 und 2 000 schwankt; bei mittleren LKW-Motoren zwischen € 3 000 und 7 000; bei großen Motoren zwischen € 3 500 und 7 000 und bei Motoren für Kraftomnibusse zwischen € 3 000 und 7 000, verglichen mit den Kosten, die bei den entsprechenden Motoren für die Erfüllung der seit 2000 geltenden Abgasnormen anfallen. Diese Kosten werden je nach Größe des Motors noch einmal um € 1 000 bis 2 500 steigen, wenn ab 2008 neue Abgasnormen erfüllt werden müssen. Nach Angaben der Zulieferindustrie dürften bei hohen Produktionszahlen die niedrigeren Werte realistisch sein.
- Generell erwarten die Hersteller bei Motoren, die die ab 2005 geltenden Normen erfüllen einen Anstieg des Kraftstoffverbrauchs um 3 % (gegenüber den Motoren, die die 2000-Normen erfüllen). Dagegen erwarten sie bei Motoren, die die ab 2008 geltenden Normen erfüllen, eine Verringerung des Kraftstoffverbrauchs um 3-5% (gegenüber den Motoren, die die 2000-Normen erfüllen). Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass zur Erfüllung der ab 2005 geltenden Normen Dieselpartikelfilter verwendet werden. Infolge des erhöhten Abgasgedrucks erhöht sich der Kraftstoffverbrauch. Der Einsatz von SCR-Katalysatoren zur katalytischen Reduktion, mit dem die ab 2008 geltenden Normen erfüllt werden sollen, ermöglicht die Verbesserung des Verhältnisses NO<sub>x</sub>/Kraftstoffverbrauch, da mit Einsatz einer wirksamen DeNO<sub>x</sub>-Abgasnachbehandlungseinrichtung der Kraftstoffverbrauch gesenkt werden kann.
- Die Verbreitung der SCR-Technologie erfordert eine europaweite Vertriebsinfrastruktur für Harnstoff, für die wiederum größere Investitionen nötig sind. Die Motorenhersteller arbeiten eng mit den Harnstofflieferanten, der Erdölindustrie und anderen zusammen, um bis 2005 ein geeignetes Vertriebsnetz aufzubauen. Der Harnstoffpreis wird zunächst voraussichtlich € 0,6 pro Liter betragen und dann mit steigender Nachfrage auf ca. € 0,25 pro Liter fallen. Da die verbrauchte Harnstoffmenge der mit der SCR-Technik

eingesparten Kraftstoffmenge entspricht, dürften sich die Gesamtkosten für die Betreiber verringern, sofern Harnstoff billiger ist als Dieselmotorkraftstoff.

### ***Dauerhaltbarkeitsanforderungen***

Die Hersteller testen ihre Motoren und die einzelnen Bestandteile des Systems auf ihre Zuverlässigkeit. Ein normaler 10-Liter-Motor sollte auf seine Zuverlässigkeit (oder Dauerhaltbarkeit) über eine Laufleistung von ca. 1 Million Kilometer getestet werden. Bei einem Produktionsvolumen von ca. 45 000 Motoren jährlich belaufen sich die Kosten auf ungefähr € 410 pro Motor. Ungeachtet jeglicher neuer Rechtsvorschriften über die Dauerhaltbarkeit sind dies Mehrkosten.

Die meisten Hersteller schwerer Nutzfahrzeuge oder entsprechender Motoren müssen bereits heute Dauerhaltbarkeitsnachweise erbringen, um die US-amerikanischen Vorschriften zu erfüllen. In Abschnitt 4.2.1 der Begründung wurde schon erläutert, dass die Dauerhaltbarkeitsanforderungen, die in diesem politischen Vorschlag enthalten sind und die in dem technischen Vorschlag unterbreitet werden, den derzeit in den USA geltenden Regelungen entsprechen. Die zusätzlichen Kosten dürften demnach entstehen durch zusätzliche Dauerhaltbarkeitsprüfungen oder Nachweise, die für die EG-Typgenehmigung einer Motorenfamilie erforderlich sind. Die Kosten für die Typgenehmigung einer Motorenfamilie lassen sich wie folgt berechnen: Bestätigung von 7 vollständigen Abgasprüfungen (ESC, ETC und eventuell ELR) durch den technischen Dienst auf dem Gelände des Herstellers in regelmäßigen Abständen während des Prüfbetriebs, den der Hersteller für einen zum Einsatz in einem schweren Nutzfahrzeug bestimmten Motor festlegt. Ausgehend von einem Stundensatz von € 135 für die Bestätigung einer Motorenprüfung einschließlich Formalitäten, könnten die Kosten der Dauerhaltbarkeitsprüfung für eine Typgenehmigung ca. € 10 500 pro Motorenfamilie betragen. Die Stückkosten für einen Motor sind jedoch verglichen mit den Kosten für die Einhaltung der ab 2005 bzw. 2008 geltenden Abgasnormen gering.

Nach Auffassung der Kommission sollte die Richtlinie bestimmte Wartungsvorschriften enthalten, die sich an der erwarteten Haltbarkeit größerer Bauelemente des Abgassystems orientieren und die Reparatur-, Austausch- und Reinigungsintervalle betreffen. Die Betriebskosten werden sich dadurch jedoch nicht erhöhen, da die Hersteller diese Maßnahmen sowieso in ihrem normalen Serviceplan für unterschiedliche schwere Nutzfahrzeuge und unterschiedliche Einsatzbereiche angeben müssen.

### ***Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge/Motoren***

Der Vorschlag (vgl. Abschnitt 4.2.2 der Begründung) verpflichtet den Hersteller, ein Audit seiner Produktion von schweren Nutzfahrzeugen oder Motoren durchzuführen, um die Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge/Motoren hinsichtlich ihrer Schadstoffemissionen zu bewerten. Ein solches Audit (oder eine ähnliche Maßnahme) sollte für den Hersteller selbstverständlich sein, daher werden dafür keine Zusatzkosten unterstellt. Auch für die Entwicklung zusätzlicher Hardware für Fahrzeuge werden keine zusätzlichen Kosten angenommen.

Gleichwohl werden die zusätzlichen Kosten für Folgeprüfungen durch Ausrüstung der Fahrzeuge mit On-Board-Systemen oder durch Prüfstandsläufe der Fahrzeuge oder Motoren wahrscheinlich vom Hersteller getragen werden müssen.

Die Kosten für die Prüfung eines schweren Nutzfahrzeugs im Fahrbetrieb mittels der in Abschnitt 4.2.2 der Begründung genannten On-Board-Systeme werden sich schätzungsweise auf € 3 000 pro Test belaufen. Die Kosten für die Prüfung eines schweren Nutzfahrzeugs im stationären Betrieb auf einem Rollenprüfstand werden auf € 8 000 geschätzt, während die Kosten für eine Prüfung im instationären Betrieb auf einem Rollenprüfstand auf € 15 000 veranschlagt werden. Der Ausbau des Motors und die ESC-, ETC- und eventuell ELR-Prüfzyklen werden schätzungsweise € 25 000 kosten.

Die technischen Vorschriften für die Durchführung der Konformitätsprüfung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge/Motoren müssen zwar in weiteren Gesprächen noch festgelegt werden, man wird sich jedoch voraussichtlich für die On-Board-Systeme entscheiden. Dies vorausgesetzt, dürfte die Konformitätsprüfung von drei in Betrieb befindlichen Fahrzeugen/Motoren einer Typfamilie nicht mehr als € 10 000 jährlich kosten.

Den Betreibern schwerer Nutzfahrzeuge werden keine zusätzlichen Kosten entstehen, da die Hersteller diese Vorschriften erfüllen müssen, um die Typgenehmigung zu erhalten.

### ***On-Board-Diagnosesysteme (OBD-Systeme)***

Viele schwere Nutzfahrzeuge sind bereits mit herstellerspezifischen Diagnosesystemen ausgerüstet. Daher dürften sich die technischen Änderungen und die Entwicklungsarbeiten zur Realisierung eines OBD-Systems wie es in Abschnitt 4.2.3 der Begründung beschrieben wurde, in Grenzen halten, zumindest in der ersten Stufe 2005 und bezogen auf das einzelne Fahrzeug bzw. den einzelnen Motor. Der Großteil der Kosten dürfte mit der Entwicklung und Erprobung von OBD-Systemen für unterschiedliche Fehlerquellen verbunden sein, deren Kosten schwer zu berechnen sind, und damit, dass einige Hersteller leistungsfähigere elektronische Steuermodule einsetzen werden. Die Betriebskosten bleiben von der Ausrüstung mit OBD-Systemen unberührt und dürften aufgrund besserer Diagnose- und Reparaturbedingungen eher sinken, auch wenn die Kosten schwer zu quantifizieren sind. Die Kosten für den gegebenenfalls notwendigen Einsatz leistungsfähigerer elektronischer Steuermodule werden schätzungsweise € 10 pro Fahrzeug/Motor betragen.

Die Kosten für die zweite Stufe der OBD-Systeme, die ab 2008 gelten soll, sind heute schwer absehbar.

In der zweiten Stufe liegt das Hauptaugenmerk auf der umfassenden Überwachung von Abgasnachbehandlungssystemen, die umfangreiche Systementwicklungsarbeiten erfordern. Folgende Bauelemente dürften für ein derartiges OBD-System erforderlich sein:

- *NOx-Sensoren* - werden bereits hergestellt, jedoch nur für einen begrenzten NOx-Messbereich. Für den Einsatz in schweren Nutzfahrzeugen muss der Messbereich erweitert werden. Die Zusatzkosten dürften erheblich sein.
- *Ammoniak-Sensoren* - im Vorserienstadium. Möglicherweise werden Ammoniaksensoren nicht benötigt, wenn die Ammoniak-Querempfindlichkeit

des NOx-Sensors genutzt werden kann und damit der Sensor doppelt einsetzbar ist. Die Zusatzkosten dürften erheblich sein.

- *Harnstoff-Sensor* - im Laborstadium. Kosten unbekannt.
- *Differentialdruck-Sensoren* für Dieselpartikelfilter - werden bereits hergestellt. Relativ niedrige Zusatzkosten.
- *Partikel-Sensor* -im Laborstadium. Kosten unbekannt.
- *CO- oder HC-Sensor* - im Laborstadium. Kosten unbekannt; werden aber möglicherweise nicht für OBD-Systeme in schweren Nutzfahrzeugen benötigt. Die Entscheidung hängt auch von den Gesprächen über eine globale Lösung für OBD-Systeme in schweren Nutzfahrzeugen ab.
- *Breitband-Lambda-Sensor* für die Abgasrückführung oder die NOx-Absorptionskontrolle - bereits zu relativ niedrigen Kosten verfügbar.
- *Temperatur-Sensor* für die Abgasrückführung, für Abgas- oder Dieselpartikelfilter - im Vorserienstadium für den Einsatz in schweren Nutzfahrzeugen. Die Zusatzkosten dürften relativ niedrig sein.
- *Einspritzdrucksensor*, Nadelhubsensor. Sensor für den Abgasmassenmesser - in Serienproduktion. Relativ niedrige Kosten.

Die Kosten für die Typgenehmigung beruhen auf der derzeitigen Prüfungspraxis für OBD-Systeme in leichten Nutzfahrzeugen, bei der der technische Dienst in der Regel 5 Tage für die Bestätigung der OBD-Prüfungen und die Einholung der OBD-Informationen des Herstellers benötigt. Ausgehend von einem Stundensatz von € 135 für die Bestätigung einer OBD-Prüfung einschließlich Formalitäten, könnten die Kosten der OBD-Prüfung für die Typgenehmigung ca. € 6 500 pro OBD-Motorenfamilie betragen.

Bezogen auf einen Motor sind diese Gesamtkosten jedoch verglichen mit den Kosten für die Einhaltung der ab 2005 bzw. 2008 geltenden Abgasnormen gering.

## **2.5. Enthält der vorgeschlagene Rechtsakt Bestimmungen, die der besonderen Lage kleiner und mittlerer Unternehmen Rechnung tragen (etwa reduzierte oder andersartige Anforderungen usw.)?**

Der vorgeschlagene Rechtsakt enthält Bestimmungen, die für Hersteller relativ kleiner Stückzahlen von Fahrzeugen und Motoren ein vereinfachtes Typgenehmigungsverfahren vorsehen. Hersteller, deren Jahresproduktion eines Motortyps, der zur einer OBD-Motorenfamilie gehört, weltweit unter 500 Stück jährlich liegt, können ihr Erzeugnis nach Vorschriften typgenehmigen lassen, die etwas weniger streng sind als diejenigen für die Hersteller großer Stückzahlen. Die Umweltauswirkungen dieser unter die Ausnahmeregelung fallenden Fahrzeuge und Motoren sind aufgrund ihrer niedrigen Zahl gering.

### **3. ANHÖRUNG**

#### **3.1. Führen Sie die Organisationen auf, die zu dem vorgeschlagenen Rechtsakt konsultiert wurden, und stellen Sie deren wichtigste Auffassungen dar.**

Zu diesem Vorschlag wurden folgende Wirtschaftsverbände angehört: ACEA (Verband der europäischen Automobilhersteller), JAMA (Verband der japanischen Automobilhersteller), CLEPA (Verbindungsausschuss der europäischen Kraftfahrzeugteile- und -zubehörindustrie), AECC (Verband für Katalysatortechnik), AFCAR (Verband freier Werkstätten in der EU), CLEDIPA (Verbindungsausschuss des unabhängigen Kraftfahrzeugteile- und -zubehörhandels in der EU) und AEGPL (Europäischer Flüssiggas-Verband), ENGVA (Europäischer Verband für Erdgasfahrzeuge).

Diese Verbände begrüßen das in dem Vorschlag verwirklichte Zwei-Ebenen-Konzept und hoffen, dass der Rechtsetzungsprozess dadurch gestrafft wird und die Industrie mehr Zeit bekommt, sich an die neuen Rechtsvorschriften anzupassen. Die Kommission hat bei der Ausarbeitung ihres Vorschlags die Hinweise und Erfahrungen mehrerer dieser Organisationen berücksichtigt, insbesondere die Erfahrungen der auf dem US-Markt tätigen Nutzfahrzeug- und Motorenhersteller. Der Vorschlag der Kommission findet die breite Unterstützung der Verbände.

Technische Sachverständige aus Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Italien, den Niederlanden und dem Vereinigten Königreich wurden ebenfalls gehört. Diese Mitgliedstaaten haben das in dem vorgeschlagenen Rechtsakt vorgelegte Zwei-Ebenen-Konzept generell befürwortet.