

17.04.98

EU - U - VP - Wi

Unterrichtung

durch die Bundesregierung

Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 88/77/EWG des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Dieselmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen
KOM(97) 627 endg.; Ratsdok. 6699/98

Übermittelt vom Bundesministerium für Wirtschaft am 17. April 1998 gemäß § 2 des Gesetzes über die Zusammenarbeit von Bund und Ländern in Angelegenheiten der Europäischen Union (BGBl. I 1993 S. 313 ff.).

Die Vorlage ist von der Kommission der Europäischen Gemeinschaften am 23. März 1998 dem Herrn Präsidenten des Rates der Europäischen Union übermittelt worden.

Die Vorlage wird voraussichtlich von der Gruppe "Umweltfragen" beraten.

Da sich der Vorschlag auf Artikel 100a EGV stützt, findet das Mitentscheidungsverfahren Anwendung. Der Wirtschafts- und Sozialausschuß wird an den Beratungen beteiligt.

Hinweis: vgl. Drucksache 45/95 = AE-Nr. 950129 und
Drucksache 721/96 = AE-Nr. 963083.

Begründung

A. Ziel des Vorschlags

Der Vorschlag bezweckt eine Verschärfung der gemeinschaftlichen Emissionsanforderungen an neue Dieselmotoren für schwere Nutzfahrzeuge. Diese Motoren unterliegen den Bestimmungen der Richtlinie 88/77/EWG, zuletzt geändert durch die Richtlinie 96/1/EG. Mit dem Vorschlag werden ferner neue Emissionsanforderungen an neue mit Erdgas (NG) oder Flüssiggas (LPG) betriebene Motoren für schwere Nutzfahrzeuge eingeführt.

Der Vorschlag ist Bestandteil einer globalen Gemeinschaftsstrategie, die aus dem ersten Auto-Öl-Programm resultiert und zu der verschärfte Anforderungen an Personenkraftfahrzeuge und leichte Nutzfahrzeuge, gemeinsame Normen für Kraftstoffe und strengere Anforderungen an die technische Überwachung gehören.

Der Vorschlag trägt den Schlußfolgerungen des ersten Auto-Öl-Programms Rechnung, in denen eine Herabsetzung der Grenzwerte für Stickstoffoxid- (NOx) und Partikelemissionen schwerer Nutzfahrzeuge um 30 % gegenüber den 1996 geltenden Grenzwerten empfohlen wurde, was zu einer wesentlichen Verbesserung der Umweltsituation führen wird. Laut Schätzungen würden sich die den Herstellern schwerer Nutzfahrzeuge jährlich entstehenden Kosten auf 675 Mio. ECU belaufen, wodurch sich neue Nutzfahrzeuge um 530 bis 1620 ECU pro Fahrzeug verteuern würden.¹ Dieser Vorschlag ist Teil des Maßnahmenpakets, mit dem gemeinschaftliche Luftqualitätsziele nachweislich mit den geringsten Kosten für die Gemeinschaft als Ganzes erreicht werden.

Die Spezifikation des Dieselbezugskraftstoffs in Anhang IV des Vorschlags entspricht vollständig dem Gemeinsamen Standpunkt des Rates zu Emissionen von Personenkraftwagen vom Juni 1997. Der Vorschlag entspricht ferner dem Gemeinsamen Standpunkt des Rates zur Qualität von im Jahr 2000 im Markt verfügbaren Otto- und Dieselmotoren vom Juni 1997.

¹ Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament betreffend die künftige Strategie zur Bekämpfung der Luftverunreinigung durch den Straßenverkehr unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Auto-Öl-Programms, KOM(96) 248 endg. vom 18. Juni 1996.

B. Rechtsgrundlage

Die Maßnahmen werden auf der Grundlage von Artikel 100a EG-Vertrag vorgeschlagen. Sie sind Teil des EG-Typgenehmigungssystems für Motoren zum Antrieb schwerer Nutzfahrzeuge, und ihre Einhaltung ist zwingende Voraussetzung für neue Genehmigungen, die von den einzelstaatlichen Behörden erteilt werden. Die Maßnahmen entsprechen dem traditionellen gesetzgeberischen Ansatz in diesem Sektor, d.h. der vollständigen Harmonisierung aller einschlägigen technischen Vorschriften. Mit den Maßnahmen werden die Emissionsnormen festgelegt, wobei es den Herstellern freigestellt ist, wie sie ihre Erzeugnisse gestalten, solange diese die Normen einhalten. Dieser gesetzgeberische Ansatz wird von allen Marktbeteiligten vorbehaltlos unterstützt.

Der Text ist von Bedeutung für den EWR.

C. Hintergrund

Die Luftqualität in Europa konnte durch die schrittweise Verschärfung der Fahrzeugemissionsnormen erheblich verbessert werden. Seit der Anwendung der ersten Emissionsrichtlinie für Dieselmotoren aus dem Jahr 1988 wurden die Gesamtemissionen neuer Dieselmotoren für schwere Nutzfahrzeuge je nach Schadstoff (Kohlenmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffe (HC), Stickstoffoxide (NO_x) und Partikel) um rund 50 bis 65 % gesenkt.

Nach Artikel 5 der am 1. Oktober 1991 vom Rat erlassenen Richtlinie 91/542/EWG, in der neue Emissionsgrenzwerte für Dieselmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen in zwei Stufen festgelegt wurden, soll die Kommission dem Rat eine Änderung der Grenzwerte für luftverunreinigende Emissionen, gegebenenfalls zusammen mit einer Änderung des Prüfverfahrens, vorschlagen. In dem genannten Artikel heißt es ferner, daß die neuen Grenzwerte für neue Typgenehmigungen nicht vor dem 1. Oktober 1999 gelten.

1. Das Auto-Öl-Programm

Die Kommission hat die Ergebnisse des Auto-Öl-Programms in ihrer vor kurzem herausgegebenen Mitteilung an das Europäische Parlament und den Rat über eine künftige Strategie zur Bekämpfung der Luftverunreinigung durch den Straßenverkehr berücksichtigt und darauf hingewiesen, daß als Teil eines kostenwirksamen Pakets von Maßnahmen zur Verringerung der Straßenverkehrsemissionen auf ein Niveau, das mit der Erreichung der Luftqualitätsziele vereinbar ist, die Emissionsnormen für neue Motoren zum Antrieb schwerer Nutzfahrzeuge ab dem Jahr 2000 verschärft werden sollten, indem der zulässige Gesamtausstoß aller Schadstoffe gegenüber den in der Richtlinie 91/542/EWG festgelegten Normen um 30 % gesenkt wird. Das Ziel einer 30%igen Senkung der Emissionen sollte in Emissionsnormen umgesetzt werden, die etwaigen Änderungen beim Prüfzyklus im Rahmen des Typgenehmigungsverfahrens Rechnung tragen.

Die Kommission hat in ihrer Mitteilung über die Minderung der Straßenverkehrsemissionen auch darauf hingewiesen, daß die Typgenehmigungsverfahren der Gemeinschaft für Motoren zum Antrieb schwerer Nutzfahrzeuge um Bestimmungen zur Typgenehmigung von mit Erdgas oder Flüssiggas betriebenen Motoren erweitert werden sollten.

2. Prüfzyklen für die Typgenehmigung

a. Hintergrund

Der jetzige Motorprüfstandszyklus für die Typgenehmigung von Motoren für schwere Nutzfahrzeuge wird seit den frühen achtziger Jahren verwendet. Dieser Prüfzyklus umfaßt 13 verschiedene stationäre Motordrehzahl- und Lastbetriebszustände innerhalb des Betriebskennfelds des Motors, die für normale Fahrzustände als repräsentativ gelten. Dieser 13stufige Zyklus trägt jedoch weder dem Fahrbetrieb heutiger schwerer Nutzfahrzeuge noch der Emissionsminderung durch die zunehmend häufiger eingesetzten elektronischen Motorsteuersysteme angemessene Rechnung. In seiner jetzigen Form kann der 13stufige Prüfzyklus durch Techniken manipuliert werden, bei denen die Emissionen lediglich an bestimmten Betriebspunkten oder für die vorgeschriebenen Prüfbedingungen optimiert werden, wohingegen das Fahrzeug für den tatsächlichen Betrieb vorrangig für einen vorteilhaften Kraftstoffverbrauch und bessere Leistung, häufig auf Kosten der Emissionen, ausgelegt ist.

Daher hat eine Arbeitsgruppe unter der Schirmherrschaft der UN-ECE-Arbeitsgruppe zur Umweltverschmutzung und Energie (GRPE, eine Untergruppe der Arbeitsgruppe 29) Vorschläge für neue Prüfzyklen vorgelegt, die für die Typgenehmigung neuer schwerer Nutzfahrzeuge und Motoren ab dem Jahr 2000 gelten sollen. Anhand von je Sekunde erfaßten Motorbetriebsdaten, die die alltägliche Nutzung schwerer Nutzfahrzeuge mit Dieselmotor unter normalen Betriebsbedingungen repräsentieren, wurde eine Reihe instationärer Prüfstandszyklen entwickelt. Aus diesen (und anderen Betriebsdaten) wurden fünf neue Prüfstandszyklen verschiedener Auslegung (sowohl stationäre als auch instationäre Zyklen) abgeleitet.

Aufgrund von Tests an acht repräsentativen Motoren, mit denen die Ergebnisse der fünf neuen Zyklen und der beiden bestehenden vorgeschriebenen Prüfzyklen (13stufiger europäischer Zyklus und amerikanischer instationärer Prüfzyklus) mit spezifischen Bewertungskriterien verglichen wurden, konnte die Arbeitsgruppe empfehlen, für das Jahr 2000 zwei neue Prüfzyklen einzuführen.

b. Neue Prüfzyklen

Bei den zwei Zyklen, die für die Verwendung ab dem Jahr 2000 empfohlen wurden, handelt es sich um den ESC-Zyklus (der eine Abgasprüfung mit dynamischer Last, den ELR-Zyklus, umfaßt) und den vollständig instationären ETC-Zyklus.

1. Der ESC Zyklus

Der ESC-Zyklus ähnelt dem jetzigen 13stufigen Prüfzyklus, ist jedoch so ausgelegt, daß er dem Betrieb moderner Motoren in den entsprechenden Drehzahlbereichen besser entspricht. Er umfaßt 13 einzelne stationäre Drehzahl/Motorlast-Prüfpunkte mit dem Schwerpunkt in dem von schweren Nutzfahrzeugen am stärksten genutzten Drehzahlbereich. Der ESC-Zyklus deckt daher schwerpunktmäßig Drehzahlen im Bereich zwischen 50 und 70 % der Nennleistung ab. Dieser Bereich wird in vier gleich große Drehzahlbereiche unterteilt, womit die Drehzahlen für die Prüfung festgelegt werden (Drehzahlbereiche A, B und C, siehe Abbildung 1 in Anhang I dieser Richtlinie). Der Motor läuft anfangs im Leerlauf und wird dann in einer festgelegten Abfolge von Betriebszuständen bei jeder Prüfdrehzahl A, B und C mit einer Last von 25, 50, 75 und 100 % betrieben. Jeder Betriebszustand wird für die Dauer von 2 Minuten aufrechterhalten (Dauer der Leerlaufphase 4 Minuten), während der die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel gemessen wird.

Die Genehmigungsbehörde kann zusätzlich 3 NO_x-Messungen an beliebigen Punkten innerhalb des Regelbereichs, d.h. innerhalb des Bereichs zwischen den Drehzahlen A und C und zwischen einer Last von 25 % und 100 %, vornehmen. Diese Anforderung wird eingeführt, um einer Umgehung des Prüfzyklus entgegenzuwirken, so daß der Motor hinsichtlich der Emission über den gesamten Regelbereich optimiert sein muß. Der NO_x-Ausstoß an einem der drei beliebig gewählten Punkte wird mit dem NO_x-Ausstoß verglichen, der durch Interpolation des gemessenen NO_x-Ausstoßes der vier benachbarten Prüfbetriebszustände ermittelt wurde. Der NO_x-Ausstoß am beliebig gewählten Prüfpunkt darf den interpolierten NO_x-Wert um nicht mehr als 10 % übersteigen.

2. Der ELR-Zyklus

Beim ELR-Zyklus wird die instationäre Rauchemission geprüft, indem der Motor mit einer konstanten Drehzahl betrieben und zusätzlich eine Last aufgebracht wird. Die Prüfung wird bei denselben Drehzahlen wie der ESC-Zyklus (A, B und C) sowie bei einer zusätzlich, beliebigen Drehzahl (D), die von der Behörde innerhalb des Regelbereichs gewählt wird, durchgeführt. Der Motor wird zuerst mit einer Last von 10 % bei Drehzahl A betrieben. Die Drehzahlregelung wird dann schnell in die Vollaststellung gebracht und die Motorlast so geregelt, daß die Drehzahl in etwa konstant bleibt. Dieser Vorgang wird zweimal wiederholt und dann für die Drehzahlen B, C und D wiederholt (wobei bei Drehzahl D die anfängliche Last bei einem beliebigen Wert über 10 % liegen kann). Der abschließende Rußwert, der anhand der durchschnittlichen Rußwerte bei den Drehzahlen A, B und C berechnet wird, muß unter dem Rußgrenzwert liegen. Der Rußdurchschnittswert bei Drehzahl D darf den höchsten Rußwert, der in den Betriebszuständen C und B gemessen wurde, um nicht mehr als 20 %, oder aber, wenn diese Zahl größer ist, den Grenzwert um nicht mehr als 5 % übersteigen.

3. Der ETC-Zyklus

Beim ETC-Zyklus werden Motorlast und Drehzahl Sekunde für Sekunde ständig variiert. Der ETC-Zyklus umfaßt drei verschiedene Phasen zur Simulation von Fahrten in der Stadt, über Land und auf der Autobahn. Er ist 1 800 Sekunden lang und enthält Fahrphasen, bei denen der Motor ohne Kraftstoffzufuhr betrieben wird, wie wenn beispielsweise der Fahrer bei der Talfahrt am Berg den Fuß vom Gaspedal nimmt. Dabei treibt der Prüfstand den Motor an, um zu prüfen, ob die Emissionen von Kohlenwasserstoffen verhindert wird, die an undichten Einspritzventilen oder in das Kurbelgehäuse entweichen.

Der ETC-Zyklus wird als Abfolge von normierten Drehzahlpunkten und normierten Drehmomentpunkten für jede Sekunde angegeben. Zuerst wird das Kennfeld des zu prüfenden Motors ermittelt, um die Drehzahl-Drehmomentkurve zu erstellen. Die tatsächlichen Drehzahlen (min^{-1}) und Drehmomente (Nm) für die Prüfung des Motors im ETC-Zyklus können dann von den normierten Drehzahl- und Drehmomentpunkten anhand der Kennfelddaten abgeleitet werden. Die Zyklusprüfung des Motors wird durch eine Kontrolle der Zyklusarbeit und der Genauigkeit, mit der das Prüfstandsteuergerät die ETC-Zyklusdrehzahl- und -drehmomentpunkte reproduziert, validiert.

c. Anwendbarkeit der neuen Prüfzyklen auf Motortypen

Die GRPE-Arbeitsgruppe hat empfohlen, die verschiedenen Prüfzyklen (entweder ESC + ELR oder ETC, je nachdem, welche Abgasreinigungstechnik für die Motorkonfiguration verwendet wird) ab dem Jahr 2000 für die Typengenehmigung anzuwenden. Daher wurde folgende Empfehlung hinsichtlich des für einen bestimmten Motortyp anwendbaren Prüfzyklus abgegeben. Die Empfehlung nimmt die Einführung von Gasmotoren vorweg:

- Herkömmliche Dieselmotoren, einschließlich solcher mit elektronischer Kraftstoffeinspritzausrüstung, Abgasrückführung (AGR) und/oder Oxidationskatalysatoren, werden in den ESC- und ELR-Prüfzyklen geprüft;
- Dieselmotoren mit fortgeschrittenen Abgasreinigungssystemen, einschließlich Entstickungskatalysatoren und/oder Partikelabscheidern, werden sowohl in den ESC- und ELR-Prüfzyklen als auch zusätzlich im ESC-Prüfzyklus geprüft;
- Motoren mit Fremdzündung, z.B. Gasmotoren und Benzinmotoren, werden nur im ETC-Prüfzyklus geprüft.

D. Beteiligung Betroffener

1. Standpunkt der Industrie

Die Kraftfahrzeugindustrie ist seit den allerersten Diskussionen über die Entwicklung neuer Prüfzyklen für die Typgenehmigung beteiligt. Sie hat wesentliche Beiträge geleistet und unterstützt die Vorschläge der Kommission.

2. Standpunkt der Mitgliedstaaten

Sachverständige der Mitgliedstaaten wurden durch das Konsultationsgremium der Kommission, die Arbeitsgruppe Kraftfahrzeugemissionen (MVEG), über den Inhalt dieses Vorschlags informiert. Eine Mehrheit der Sachverständigen unterstützt ihn. Es ist daher davon auszugehen, daß eine Mehrheit der Mitgliedstaaten dem Vorschlag zustimmen wird.

E. Inhalt des Vorschlags

1. Abgasnormen für Motoren zum Antrieb schwerer Nutzfahrzeuge und für schwere Nutzfahrzeuge - Änderung der Richtlinie 88/77/EWG zur Anwendung im Jahr 2000

Gemäß den Ergebnissen des Auto-Öl-Programms schlägt die Kommission vor, die Abgasnormen für schwere Nutzfahrzeuge mit Dieselmotor und für Dieselmotoren zum Antrieb schwerer Nutzfahrzeuge durch neue Anforderungen zu verschärfen und zu verbessern. Diese Maßnahmen sollen für neue Fahrzeugtypen und neue Motortypen ab dem 1. Oktober 2000 und für alle Neufahrzeuge und neuen Motoren ab dem 1. Oktober 2001 gelten. Eine zweite Stufe soll für neue Fahrzeugtypen und neue Motortypen ab dem 1. Oktober 2005 gelten, es werden jedoch zur Zeit keine Grenzwerte vorgeschlagen. Die inhaltliche Gestaltung der zweiten Stufe ist noch im Lichte der Ergebnisse des zweiten Auto-Öl-Programms festzulegen (siehe unten, Abschnitt 5).

Aufgrund wachsender Besorgnis, daß die Auswirkungen von Partikeln auf die menschliche Gesundheit eher mit der Größe, Anzahl und Zusammensetzung der Partikel als mit deren Masse zusammenhängen, wird die Kommission auch dieser Frage innerhalb des zweiten Auto-Öl-Programms als mögliche Grundlage für Emissionsnormen für das Jahr 2005 nachgehen.

2. Dieselmotoren

2.1. Neue Prüfzyklen für die Typgenehmigung

Die Kommission stimmt der Empfehlung der GRPE-Arbeitsgruppe hinsichtlich der Anwendbarkeit neuer Prüfzyklen für Dieselmotoren ab dem Jahr 2000 zu. Die Kommission schlägt daher folgendes vor:

- Herkömmliche Dieselmotoren, einschließlich solcher mit elektronischer Kraftstoffeinspritzausrüstung, Abgasrückführung (AGR) und/oder Oxidationskatalysatoren, werden in den ESC- und ELR-Prüfzyklen geprüft;
- Dieselmotoren mit fortgeschrittenen Abgasreinigungssystemen, einschließlich Entstickungskatalysatoren und/oder Partikelabscheidern, werden sowohl in den ESC- und ELR-Prüfzyklen als auch zusätzlich im ESC-Prüfzyklus geprüft.

2.2. Grenzwerte für Dieselmotoren

Die vorgeschlagenen neuen Grenzwerte, die ab dem 1. Oktober 2000 für neue Typen gelten sollen, stellen gegenüber den 1996 geltenden Abgasnormen Minderungen um 30 % bei Kohlenmonoxid, Stickstoffoxiden und Partikeln und um 34 % bei Kohlenwasserstoffen dar.

Dabei ist zu beachten, daß die Abgasgrenzwerte für das Jahr 2000 der Korrelation zwischen dem jetzigen Typgenehmigungsprüfzyklus (13stufiger Zyklus) und den vorgeschlagenen neuen Prüfzyklen (ESC- und ETC-Zyklus) Rechnung tragen. Daher liegen die Grenzwerte für das Jahr 2000 für den Ausstoß von CO und Partikeln, der im ETC-Zyklus gemessen wird, rein numerisch über den in der letzten Stufe 1996 geltenden Abgasgrenzwerten.

Um eine einzige Reihe "kraftstoffunabhängiger" Abgasgrenzwerte im ETC-Verfahren angeben zu können, wird ein Grenzwert für Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe (NMHC) sowohl für Dieselmotoren als auch für Gasmotoren vorgeschlagen (siehe Abschnitt 3.2.1). Im Fall eines Dieselmotors, der im ETC-Prüfzyklus geprüft wird, könnte sich ein Hersteller jedoch zur Messung der Kohlenwasserstoffe statt der Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe entschließen. In diesem Fall ist der anwendbare Grenzwert für die Gesamtkohlenwasserstoffe derselbe wie für Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe.

Die vorgeschlagenen Grenzwerte, die ab dem 1. Oktober 2000 für Dieselmotoren bei der Messung im ESC- und ELR-Zyklus gelten sollen, sind in Tabelle 1 (s.u.) angegeben, die Grenzwerte für Dieselmotoren bei der Messung im ETC-Zyklus in Tabelle 2 (s.u.).

2.2.1. Kleine Dieselmotoren mit hoher Drehzahl

In der Richtlinie 91/542/EWG ist der Grenzwert für luftverunreinigende Partikel zur Anwendung ab Oktober 1996 mit 0,15 g/kWh festgelegt. Es war jedoch aus technischen Gründen gerechtfertigt, in der Richtlinie 96/1/EG eine spätere Einführung des Grenzwerts für kleine Dieselmotoren mit einem Hubraum je Zylinder von weniger als 0,7 dm³ und einer Höchstleistungsdrehzahl von über 3 000 min⁻¹ vorzusehen. Mit der Richtlinie 96/1/EG wurde daher für diese Motortypen ein Partikelgrenzwert von 0,25 g/kWh mit einer Gültigkeit bis zum 30. September 1997 eingeführt.

Bei Dieselmotoren, die nach dieser Definition als klein gelten, bestehen Einschränkungen hinsichtlich der Auslegung der Brennkammer, der Anwendung hoher Kraftstoffeinspritzdrücke und der damit im Zusammenhang stehenden Abmessungen und Toleranzen zur Minderung des Ölverbrauchs, die die Wirksamkeit der Partikelemissionsminderung weiterhin begrenzen.

Es ist daher nach wie vor gerechtfertigt, einen weniger strengen Partikelgrenzwert speziell für kleine Dieselmotoren, die unter diese Definition fallen, beizubehalten. Auch diese Motoren müssen in jedem Fall eine 40%ige Verringerung der Partikelemissionen ab dem 30. September 1997 erreichen (der Grenzwert beträgt 0,15 g/kWh im 13stufigen Zyklus, entsprechend 0,14 g/kWh im ESC-Zyklus und 0,22 g/kWh im ETC-Zyklus).

3. Gasmotoren

Die Kommission schlägt die Einführung von Anforderungen vor, mit denen ab dem 1. Oktober 2000 die Typgenehmigung von Dieselmotoren möglich wird, die mit Erdgas (NG) oder Flüssiggas (LPG) betrieben werden.

3.1. Anwendbarer Prüfzyklus für die Genehmigung von Gasmotoren

Die Kommission stimmt der Empfehlung der GRPE-Arbeitsgruppe hinsichtlich der Anwendbarkeit neuer Prüfzyklen für Gasmotoren ab dem Jahr 2000 zu. Die Kommission schlägt daher folgendes vor:

- Gasmotoren sind ausschließlich im ETC-Prüfzyklus zu prüfen.

3.2. Grenzwerte für Gasmotoren

In dieser ersten Phase sollen die Möglichkeiten zur Typgenehmigung von Gasmotoren geschaffen werden. Verglichen mit Dieselmotoren weisen Gasmotoren von vornherein geringe Stickstoffoxidemissionen und sehr geringe Partikelemissionen auf. Schwierigkeiten können sich jedoch bei der Einhaltung eines ehrgeizigen Grenzwerts für Kohlenwasserstoffemissionen insgesamt ergeben.

Da die Anforderungen der Richtlinie soweit möglich kraftstoffunabhängig sein sollten, gelten die ab dem 1. Oktober 2000 für Dieselmotoren anzuwendenden Grenzwerte unverändert auch für Gasmotoren, außer daß keine Prüfung der Partikelemissionen vorgeschrieben ist. Eine solche Prüfung ist zur Zeit nicht erforderlich, da diese Emissionen unerheblich sind und in jedem Fall weit unter dem vorgeschlagenen Grenzwert liegen. Die genauen Werte sind mit dem jetzigen Meßverfahren nur schwer bestimmbar.

3.2.1 Kohlenwasserstoffgrenzwerte (Methan und Kohlenwasserstoffe außer Methan)

Bei Gasmotoremissionen ist der Anteil der reaktionsfreudigen Kohlenwasserstoffe - Kohlenwasserstoffe außer Methan (sog. Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe, NMHC, die wesentlich an der Bildung von bodennahem Ozon beteiligt sind) - sehr gering. Andererseits ist der Anteil an Methan, das nicht als photochemischer Luftschadstoff angesehen wird, verhältnismäßig hoch, und könnte für sich genommen die jetzigen Gesamtgrenzwerte für Kohlenwasserstoffe überschreiten. Methan wirkt sich nur durch seinen Beitrag zum Treibhauseffekt aus. Außerdem können Gasmotoren so ausgelegt werden, daß der Ausstoß von Stickstoffoxiden, die ebenfalls wichtige Vorläufersubstanzen für bodennahes Ozon darstellen, sehr gering ist.

Der Kommission sind die verringerten Emissionen von ozonbildenden Kohlenwasserstoffen aus mit Erdgas betriebenen Motoren und die Bedeutung der Festlegung eines NMHC-Grenzwerts zur Förderung des Marktes für diese Motortypen bewußt. Das Treibhauspotential von Methanemissionen dieser Motoren wird jedoch ebenfalls erkannt. Es wird daher auch ein geeigneter Methangrenzwert für Erdgasmotoren vorgeschlagen, der durch die spätere Einführung von Vorschlägen für besonders umweltfreundliche Fahrzeuge ("Enhanced Environmental Vehicle", EEV, siehe Abschnitt F.1) noch weiter spezifiziert wird.

Wie bei Dieselmotoren (s.o., Abschnitt 2.2) könnte ein Gasmotorhersteller die Messung der Emission von Kohlenwasserstoffen statt von Nichtmethan-Kohlenwasserstoffen wählen. In diesem Fall ist der anwendbare Grenzwert für Kohlenwasserstoffe derselbe wie für Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe.

Die für Gasmotoren vorgeschlagenen Grenzwerte ab dem 1. Oktober 2000 sind in Tabelle 2 (s.u.) aufgeführt.

Tabelle 1 Grenzwerte für Dieselmotoren bei der Prüfung im ESC- und ELR-Zyklus

Zeitpunkt	Kohlenmonoxid (CO) g/kWh	Kohlenwasserstoffe (HC) g/kWh	Stickstoffoxide (NOx) g/kWh	Partikel (PT) g/kWh	Ruß m ⁻¹
A (2000)	2,1	0,66	5,0	0,10 0,13 ⁽¹⁾	0,8

- ⁽¹⁾ Für Motoren mit einem Hubraum pro Zylinder von weniger als 0,7 dm³ und einer Höchstleistungsdrehzahl von mehr als 3000 min⁻¹.

Tabelle 2 Grenzwerte für Diesel- und Gasmotoren, die zusätzlich im ETC-Zyklus geprüft werden

Zeitpunkt	Kohlenmonoxid (CO) g/kWh	Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe (NMHC) g/kWh	Methan (CH ₄) ⁽²⁾ g/kWh	Stickstoffoxide (NOx) g/kWh	Partikel (PT) ⁽³⁾ g/kWh
A (2000)	5,45	0,78	1,6	5,0	0,16 0,21 ⁽¹⁾

- ⁽¹⁾ Für Motoren mit einem Hubraum pro Zylinder von weniger als 0,7 dm³ und einer Höchstleistungsdrehzahl von mehr als 3000 min⁻¹.
- ⁽²⁾ Nur für Erdgasmotoren.
- ⁽³⁾ Nur für Dieselmotoren.

3.3. Typgenehmigung für Gasmotoren

Eine Typgenehmigung aufgrund von Vielstofffähigkeit kann für Erdgas- oder Flüssiggasmotoren erteilt werden, die

- sich jeder Kraftstoffzusammensetzung, die am Markt möglicherweise angeboten wird, selbst anpassen;
- im Fall von Erdgasmotoren entweder innerhalb der Gasgruppe H oder der Gasgruppe L selbstanpassend sind und von Hand zwischen beiden Gasgruppen umgeschaltet werden können.

Eine Typgenehmigung mit Gasgruppeneinschränkung kann für Erdgasmotoren erteilt werden, die

- nur mit einem bestimmten Kraftstoff betrieben werden, d.h. Gasen der Gruppe H oder Gasen der Gruppe L,

und für Erdgas- und Flüssiggasmotoren, die

- nur mit einer bestimmten Kraftstoffart betrieben werden, aber mit anderen Kraftstoffarten nach einer Feinabstimmung der Kraftstoffzufuhrkalibrierung betrieben werden können.

4. Weitere Aspekte

4.1. Bezugskraftstoffe

Die Qualität des auf dem europäischen Markt angebotenen Erdgases schwankt. Um daher sicherzustellen, daß Fahrzeuge mit Erdgasmotoren die Emissionsgrenzwerte einhalten, wenn sie mit Erdgas in der zu erwartenden Qualitätsspanne betrieben werden, müssen die Motoren die Emissionsgrenzwerte bei der Prüfung mit mindestens zwei von drei Bezugsgasen einhalten.

Es werden folgen Bezugsgase vorgeschlagen:

- G₂₀ ein Gas der Gruppe H (hoher Heizwert), 100 % Methan;
- G₂₃ ein Gas der Gruppe H/L (mittlerer Heizwert), 92,5 % Methan und 7,5 % Stickstoff;
- G₂₅ ein Gas der Gruppe L (niedriger Heizwert), 86 % Methan und 14 % Stickstoff.

Alle drei Referenzgase haben einen Schwefelgehalt von höchstens 80 mg/m³.

Auch bei Flüssiggas schwankt die Kraftstoffqualität im europäischen Markt. Flüssiggasmotoren müssen daher die Grenzwerte bei der Prüfung mit zwei Bezugskraftstoffen mit unterschiedlichem C₃/C₄-Gehalt einhalten.

Der Dieselbezugskraftstoff spiegelt die Fortentwicklung kommerzieller Kraftstoffe im Jahr 2000 wieder und hat dieselbe Spezifikation wie im Vorschlag für Personenkraftwagen. Der Dieselbezugskraftstoff wird jedoch an dem Bezugskraftstoff ausgerichtet, der sich aus den gegenwärtigen Überlegungen für eine Richtlinie zu Personenkraftwagen (Auto-Öl-Programm) ergibt.

4.2. Kennzeichnung

Fahrzeuge mit Erdgas- oder Flüssiggasmotoren mit einer Typgenehmigung mit Gasgruppeneinschränkung müssen ein am Motor und an der Kraftstoffzufuhröffnung befestigtes Kennschild mit der deutlichen Angabe der Art der für den Motor erteilten Genehmigung und der Erdgas- oder Flüssiggassorte, für die die Genehmigung gilt, aufweisen.

4.3. Motorfamilien-Konzept

Um den mit der Erlangung der Typgenehmigung verbundenen Aufwand der Hersteller gering zu halten, wird vorgeschlagen, mit dem Konzept einer Motorfamilie den grundlegenden Merkmalen Rechnung zu tragen, die Motoren einer Familie gemein sind. Dazu gehören u.a. Arbeitsweise, Motorkühlung, Zylinderanzahl, Zylinderhubraum (die Abweichung darf bei Motoren einer Familie höchstens 15 % betragen), Kraftstoffzumessung usw.

Als Stamm-Motor, der zur Erteilung der Typgenehmigung für eine Dieselmotorfamilie zu prüfen ist, ist der Motor mit der höchsten Kraftstoffförderung pro Takt bei der angegebenen Höchstdrehzahl zu wählen. Ein zweites Kriterium ist die Kraftstoffförderung pro Takt bei der Nenndrehzahl, wobei ebenfalls der Motor mit der höchsten Fördermenge zu wählen ist.

Als Stamm-Motor, der zur Erteilung der Typgenehmigung für eine Gasmotorfamilie zu prüfen ist, ist der Motor mit dem größten Hubraum zu wählen. Stimmen mehrere Motoren der Motorenfamilie in diesem Hauptkriterium überein, wird der Stamm-Motor anhand zusätzlicher Kriterien ausgewählt.

5. Stufe 2005

In kürzlich veröffentlichten Vorschlägen für Rechtsakte zu Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen, die auf dem Auto-Öl-Programm basierten, hat die Kommission verbindliche Normen zur Anwendung ab dem Jahr 2000 und eine zweite Reihe indikativer Emissionsnormen, die ab dem Jahr 2005 angewendet werden sollen, vorgelegt. Diese indikativen Normen unterliegen der Bestätigung oder Änderung durch einen künftigen Kommissionsvorschlag, dem weitere technische Bewertungen zugrunde zu legen sind.

Hinsichtlich Dieselmotoren für schwere Nutzfahrzeuge werden in diesen Vorschlägen jedoch zur Zeit keine Emissionsgrenzwerte (weder indikativer noch verbindlicher Art) für eine zweite Stufe festgelegt. Dies hat eine Reihe von Gründen, die im folgenden angeführt werden.

5.1. Korrelationsfaktoren für Prüfzyklen

Die Vorschläge für die Anwendung ab dem Jahr 2000 basieren auf den Korrelationsfaktoren zwischen dem jetzigen 13stufigen stationären Prüfzyklus und den zwei neuen ESC- und ETC-Prüfzyklen. Die Korrelationsfaktoren wurden auf der Grundlage von Prüfungen an acht repräsentativen Motoren (siehe Abschnitt 2.a) ermittelt. Motoren, für die bereits eine Genehmigung nach den in Aussicht genommenen Emissionsgrenzwerten für das Jahr 2000 erteilt wurde, standen für das Programm nicht zur Verfügung.

Ein solches Programm war zwar für die Ermittlung der Korrelationsfaktoren für Motoren geeignet, die nach den 1996 geltenden Emissionsgrenzwerten genehmigt wurden, doch sollte durch weitere Untersuchungen sichergestellt werden, daß die Korrelationsfaktoren auch für Motoren anwendbar sind, die nach den Grenzwerten für das Jahr 2000 genehmigt wurden. Es ist daher nicht ratsam, eine weitere Stufe von Emissionsgrenzwerten für das Jahr 2005 vorzuschlagen, bis weitere Daten zur Anwendbarkeit der Korrelationsfaktoren für die Prüfzyklen begutachtet wurden.

5.2. Gasmotoren

Bei dem in Abschnitt 2.a genannten Motorprüfprogramm wurden nicht die Auswirkungen der neuen Prüfzyklen auf die Ermittlung der Emissionen von Erdgas- und Flüssiggasmotoren bewertet. Ab dem Jahr 2000 und kurzfristig werden Erdgas- und Flüssiggasmotoren nur im ETC-Zyklus geprüft. Es wird jedoch anerkannt, daß nicht genug Prüfdaten für Gasmotoren im ETC- und ESC-Zyklus vorliegen, so daß mehr Daten gesammelt werden sollten, um den ETC- und ESC-Zyklus hinsichtlich der Überwachung der Emissionen dieser Motortypen beurteilen zu können.

Vorschläge für das Jahr 2005 werden daher zu diesem Zeitpunkt nicht vorgelegt, so daß weitere Daten zu Gasmotoremissionen berücksichtigt werden können.

5.3. Weltweite Harmonisierung der Prüfzyklen

Die Frage eines weltweit harmonisierten Prüfzyklus ist für die europäische Industrie von großer Bedeutung. Die WP29-Untergruppe GRPE hat ein Mandat für Arbeiten herausgegeben, mit denen die Erarbeitung geeigneter Vorschläge für einen künftigen Prüfzyklus vorangebracht werden soll, der in allen Märkten der Welt für die Typgenehmigung oder Zertifizierung von Motoren und Fahrzeugen verwendet werden kann und gleichzeitig Umweltaanforderungen vorgibt, die über die in dieser Richtlinie vorgeschlagenen Prüfzyklen hinausgehen.

An diesen Arbeiten haben sich die Mitgliedstaaten und Industrie der Gemeinschaft, Drittländer, die US-Regierung (zur Zeit in einer Beobachterrolle), die US-Industrie und die japanische Regierung und Industrie beteiligt. Im Erfolgsfall könnte dies zu einer Rationalisierung der Typgenehmigungsprüfung und der industriellen Entwicklung sowie zu einer Senkung der Homologisierungskosten für verschiedene Märkte der Welt führen und eine solide Basis für eine bessere Abgasreinigung bei schweren Nutzfahrzeugen bieten.

Eine derart wichtige Studie rechtfertigt die Verschiebung der für 2005 ins Auge gefaßten Emissionsgrenzwerte bis zu dem Zeitpunkt, zu dem geklärt ist, ob a) ein solcher Prüfzyklus rechtzeitig für die Einführung zum Jahr 2005 verfügbar sein wird und b) der Industrie eine ausreichende Vorlaufzeit bleibt, um die für 2005 vorgesehenen Grenzwerte zu erfüllen. Für den Fall, daß ein weltweit harmonisierter Prüfzyklus bis dahin nicht verfügbar ist, wird den Kommissionsvorschlägen für die Stufe 2005 ein instationärer Prüfzyklus zugrunde gelegt.

5.4. Zusammenfassung

Die Kommission wird bis spätestens 31. Dezember 1999 Vorschläge für die Stufe 2005 vorlegen, die den obengenannten Punkten Rechnung tragen. Außerdem werden die Vorschläge sich mit folgendem befassen:

- On-Board Diagnosesysteme für schwere Nutzfahrzeuge und deren Motoren;
- relevante Vorschriften zur Dauerhaltbarkeit.

6. Steueranreize

Da eine Stufe 2005 zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht vorgeschlagen wird, dürfen Steueranreize nur für Fahrzeuge gewährt werden, die die Emissionsgrenzwerte der Stufe 2000 bereits vor dem vorgeschriebenen Anwendungszeitpunkt der Stufe 2000 (1. Oktober 2000) erfüllen.

Ein Kommissionsvorschlag zur Definition von besonders umweltfreundlichen Fahrzeugen (Enhanced Environmental Vehicles, EEV, siehe Abschnitt F) wird die Basis zur Ausweitung steuerlicher Anreize auf eine Art von in Städten benutzten Fahrzeugen bieten, die weitreichende, aber kraftstoffunabhängige Emissionsziele statt allgemeine für die Stufe 2000 vorgeschlagene Emissionsgrenzwerte einhalten.

F. Weitere Maßnahmen

1. **Besonders umweltfreundliche Fahrzeuge (Enhanced Environmental Vehicles, EEV)**

Busse und andere schwere Nutzfahrzeuge tragen, insbesondere in Großstädten, erheblich zur Luftverschmutzung bei. Wo viele derartige Fahrzeuge von einer beschränkten Zahl von Unternehmen oder öffentlichen Betrieben in einem begrenzten Gebiet betrieben werden, besteht die Möglichkeiten, Technologien und Kraftstoffe auf eine Weise zu nutzen, wie dies in einem größeren Gebiet nicht möglich wäre. Die Kommission ist der Auffassung, daß es für die Umwelt von erheblichem Vorteil ist, wenn die Entwicklung und der Einsatz von besonders umweltfreundlichen Fahrzeugen mit sehr geringem Schadstoffausstoß (sog. Enhanced Environmental Vehicles, EEV), insbesondere für solche in begrenzten Gebieten betriebene Fahrzeugflotten, gefördert wird. Die Entwicklung solcher Fahrzeuge wird zur Zeit von einigen Herstellern verfolgt, insbesondere von Fahrzeugen, die mit Flüssiggas (LPG) und Druckerddgas (CNG) angetrieben werden, doch stellt das Fehlen einer auf breiter Akzeptanz basierenden Definition eines "besonders umweltfreundlichen Fahrzeugs" (EEV-Fahrzeug) eindeutig ein Hindernis für das Marktwachstum in der Gemeinschaft dar.

Die Kommission arbeitet gegenwärtig Emissionszielwerte aus, die sie als mit der EEV-Bezeichnung vereinbar ansieht. Hersteller, die dies wünschen, werden ihre Fahrzeuge auf freiwilliger Basis mit denselben Verwaltungsverfahren, die für "normale" schwere Nutzfahrzeuge und Motoren im vorliegenden Vorschlag festgelegt sind, als EEV-Fahrzeug zertifizieren lassen können. Das Verfahren und die Bezeichnung von EEV-Fahrzeugen werden zwar von dem verwendeten Kraftstoff unabhängig sein, doch sind bestimmte technische Einzelheiten wie die Normung der LPG- und CNG-Bezugskraftstoffe, die für die Prüfung von EEV-Fahrzeugen und -Motoren gelten, noch weiter auszuarbeiten. Die Kommission wird entsprechende Vorschläge bezüglich schwerer EEV-Nutzfahrzeuge im Laufe des Jahres 1998 vorlegen können. In diesen Vorschlägen wird auch ein Rahmen für den Einsatz von Steueranreizen für die Nutzung solcher Fahrzeuge festgelegt.

G. Subsidiarität

1. Angesichts der Verpflichtungen der Gemeinschaft mit den geplanten Maßnahmen verfolgte Ziele

Das Ziel der Maßnahmen ist die Anpassung der bestehenden Vorschriften an den technischen Fortschritt sowie an neue Erkenntnisse im Umweltbereich. Die geltenden Vorschriften haben seit 1988 wesentlich zur Harmonisierung des gemeinschaftlichen Fahrzeugmarkts beigetragen. Ihre Anpassung wird in der Richtlinie 91/542/EWG ausdrücklich gefordert und ist Gegenstand eines umfassenden Konsenses, der den Erlass der vorhergehenden Richtlinie ermöglicht hatte.

2. Vergleich der Zuständigkeit der Gemeinschaft und der Mitgliedstaaten

Die Gemeinschaft hat mit der Richtlinie 89/458/EWG des Rates beschlossen, alle emissionsbezogenen Anforderungen an die Typgenehmigung neuer Motoren und Fahrzeuge auf der Grundlage einer vollständigen Harmonisierung zu regeln. In dieser Angelegenheit ist daher ausschließlich die Gemeinschaft zuständig.

3. Handlungsmöglichkeiten der Gemeinschaft

Die einzig realistische Handlungsmöglichkeit ist eine Rechtsvorschrift auf der Grundlage einer Richtlinie oder Verordnung. Mit einer Einzelrichtlinie, die die Anwendung der durch die Richtlinie 70/156/EWG eingerichteten und zuletzt durch die Richtlinie 96/27/EG geänderten EG-Typgenehmigung ermöglicht, werden durch den Vorschlag alle einschlägigen Anforderungen als Rechtsvorschrift erlassen.

4. Möglichkeit der Vorgabe allgemeiner Ziele, die von den Mitgliedstaaten umzusetzen sind

Es ist eine einheitliche, detaillierte Richtlinie erforderlich, um eine Kohärenz mit den Anforderungen der Rahmenrichtlinie 70/156/EWG, zuletzt geändert durch die Richtlinie 96/27/EG, sicherzustellen.

H. Schlußfolgerungen

Dieser Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates gewährleistet den höchsten Grad an Umweltschutz und ist mit einem wirtschaftlich vernünftigen generellen Ansatz sowie mit dem technisch Erreichbaren vereinbar.

Der Vorschlag wird durch die Festlegung ehrgeiziger, aber realistischer Ziele zu einem verbesserten Schutz der Gesundheit der Bevölkerung innerhalb der Gemeinschaft beitragen und der Kraftfahrzeug- und Zulieferindustrie zugleich ausreichend Zeit für die Entwicklung der nötigen Technologien geben.

Die Kommission ist sich der Notwendigkeit bewußt, einen stabilen Rahmen für die Marktbeteiligten zu schaffen, und legt den Vorschlag mit diesem Ziel vor. Der Vorschlag wird der Gemeinschaft gleichzeitig eine führende Position bei den weltweiten Anstrengungen zur Verringerung der Emissionen schwerer Nutzfahrzeuge verschaffen.

Vorschlag für eine
RICHTLINIE DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES

zur Änderung der Richtlinie 88/77/EWG des Rates
zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen
gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel
aus Dieselmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen

(Text von Bedeutung für den EWR)

DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT UND DER RAT DER EUROPÄISCHEN
UNION -

gestützt auf den Vertrag zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft, insbesondere auf
Artikel 100a,

auf Vorschlag der Kommission²,

nach Stellungnahme des Wirtschafts- und Sozialausschusses³,

gemäß dem Verfahren des Artikels 189b EG-Vertrag⁴,

in Erwägung nachstehender Gründe:

Das erste Aktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaft für den Umweltschutz, das mit der Erklärung des Rates vom 22. November 1973 verabschiedet wurde⁵, 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 fünften Aktionsprogramm, dessen allgemeine Orientierung vom Rat mit der Entschließung vom 1. Februar 1993⁶ gebilligt wurde, sind weitere Anstrengungen im Hinblick auf eine erhebliche Verringerung der derzeitigen Schadstoffemissionen von Kraftfahrzeugen vorgesehen.

² ABl.

³ ABl.

⁴ Stellungnahme des Europäischen Parlaments vom, Gemeinsamer Standpunkt des Rates vom und Beschluß des Europäischen Parlaments vom

⁵ ABl. C 112 vom 20.12.1973, S. 1.

⁶ ABl. C 138 vom 17.5.1993, S. 1.

Nach allgemeiner Auffassung hat die Verkehrsentwicklung in der Gemeinschaft zu einer schwerwiegenden Umweltbelastung geführt. Einige offizielle Prognosen über die Zunahme der Verkehrsdichte werden von den tatsächlich ermittelten Zahlen noch übertroffen. Daher sollten für alle Kraftfahrzeuge strenge Emissionsnormen festgelegt werden.

In der Richtlinie 88/77/EWG des Rates⁷, zuletzt geändert durch die Richtlinie 96/1/EG des Europäischen Parlaments und des Rates⁸, sind die Emissionsgrenzwerte für Kohlenmonoxid, unverbrannte Kohlenwasserstoffe und Stickoxide aus Dieselmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen auf der Grundlage eines für die europäische Betriebsweise der betreffenden Fahrzeuge repräsentativen Prüfverfahrens festgelegt worden. Die Richtlinie 88/77/EWG wurde zuerst durch die Richtlinie 91/542/EWG⁹ in zwei Stufen geändert, wobei die erste Stufe (1992/1993) mit dem Inkrafttreten der neuen europäischen Emissionsnormen für Personenkraftwagen zusammenfiel. Die zweite Stufe (1995/1996) umfaßte längerfristige Leitlinien für die europäische Kraftfahrzeugindustrie, bei denen auf der Grundlage der zu erwartenden Leistungen der noch in Entwicklung befindlichen technischen Möglichkeiten Grenzwerte festgelegt werden, der Industrie jedoch eine Übergangszeit für die Verbesserung dieser Technologien gewährt wird. Die Richtlinie 88/77/EWG in der Fassung der Richtlinie 96/1/EG enthielt die Forderung, daß für kleine Dieselmotoren mit einem Hubraum pro Zylinder von weniger als 0,7 dm³ und einer Höchstleistungsdrehzahl von über 3 000 min⁻¹ der in der Richtlinie 91/542/EWG festgelegte Grenzwert für Partikelemissionen erst ab 1999 eingeführt werden sollte. Aus technischer Sicht ist es jedoch angemessen, die Partikelemissionen bei diesen kleinen Dieselmotoren hoher Drehzahl auch nach 1999 getrennt zu behandeln.

Nach Artikel 5 Absatz 3 der Richtlinie 91/542/EWG muß die Kommission dem Rat vor Ende 1996 einen Fortschrittsbericht über die Änderung der Grenzwerte für luftverunreinigende Emissionen vorlegen, der gegebenenfalls mit einem Vorschlag für eine Änderung des Prüfverfahrens verbunden ist. Die neuen Grenzwerte sollten für neue Typgenehmigungen nicht vor dem 1. Oktober 1999 Anwendung finden.

Im Hinblick auf die Erfüllung der Anforderungen von Artikel 4 der Richtlinie 94/12/EG des Europäischen Parlaments und des Rates¹⁰ hat die Kommission in der Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat ein europäisches Programm über Luftqualität, Emissionen im Straßenverkehr, Kraftstoffe und Motortechnologien (das Auto-Öl-Programm)¹¹ dargelegt. Aus einer Kostenwirksamkeitsanalyse im Rahmen des Auto-Öl-Programms geht hervor, daß eine weitere Verbesserung der Dieselmotortechnologie für schwere Nutzfahrzeuge erforderlich ist, um die Luftqualitätsziele des Jahres 2010, die in der Mitteilung der Kommission über das Auto-Öl-Programm beschrieben werden, zu erreichen.

⁷ ABl. L 36 vom 9.2.1988, S. 33.

⁸ ABl. L 40 vom 17.2.1996, S. 1.

⁹ ABl. L 295 vom 25.10.1991, S. 1.

¹⁰ ABl. L 100 vom 19.4.1994, S. 42.

¹¹ KOM(96) 248 endg. vom 18.6.1996.

Neben der Verbesserung der Vorschriften für neue Dieselmotoren in der Richtlinie 88/77/EWG als Teil einer globalen Gemeinschaftsstrategie, die auch eine Revision der Normen für leichte Nutzfahrzeuge und Personenkraftwagen ab dem Jahr 2000 umfaßt, wird eine Verbesserung der Kraftstoffe und eine genauere Bewertung der Emissionswerte des Altfahrzeugbestandes erforderlich sein.

Die Richtlinie 88/77/EWG ist eine der zu dem Typgenehmigungsverfahren gehörenden Einzelrichtlinien, das in der Richtlinie 70/156/EWG des Rates vom 6. Februar 1970 über die Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Betriebserlaubnis für Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger¹², zuletzt geändert durch die Richtlinie 97/27/EG des Europäischen Parlaments und des Rates¹³, festgelegt wird. Entsprechend dem in Artikel 3 b Absatz 3 EG-Vertrag niedergelegten Verhältnismäßigkeitsprinzip beschränken sich die in dieser Richtlinie vorgesehenen Maßnahmen auf das zur Erreichung des Ziels der Verminderung des Schadstoffausstoßes von Kraftfahrzeugen Erforderliche.

Eine Herabsetzung der ab dem Jahr 2000 geltenden Grenzwerte um 30 % bei NO_x und 30 % bei partikelförmigen Schadstoffen wird im Auto-Öl-Programm als unerlässlich erachtet, um mittelfristig zufriedenstellende Luftgütewerte zu erzielen. Ähnlich positiv wird sich eine Senkung des kombinierten Werts für Kohlenwasserstoffe um 30 % und der Kohlenmonoxide um 30 % auf die mittelfristige Verbesserung der Luftqualität auswirken. Eine Abgastrübung, die gegenüber dem an derzeit in Gebrauch befindlichen Motorentypen gemessenen Wert um 30 % verringert ist, wird in Ergänzung der Richtlinie 72/306/EWG¹⁴ des Rates, zuletzt geändert durch die Richtlinie 97/20/EG der Kommission¹⁵, ebenfalls einen Beitrag zur Partikelverringerung darstellen. Mit diesen Absenkungen wird dem Einfluß Rechnung getragen, der sich aus neuen, den praktischen Fahrbetrieb von in Gebrauch befindlichen Fahrzeugen besser nachvollziehenden Prüfzyklen auf die Emissionen ergibt.

Die On-Board-Diagnose (OBD), mittels derer sich eine Fehlfunktion der emissionsmindernden Komponenten und Anlagen in Fahrzeugen rasch erkennen läßt und durch die das ursprüngliche Emissionsniveau von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen durch eine verbesserte Untersuchung und Instandhaltung wesentlich besser aufrecht erhalten werden kann, befindet sich für schwere Nutzfahrzeuge noch im Entwicklungsstadium und sollte ab 2005 eingeführt werden.

¹² ABl. L 42 vom 23.2.1970, S.1.

¹³ ABl. L 233 vom 2.5.1997, S.1.

¹⁴ ABl. L 190 vom 20.8.1972, S.1.

¹⁵ ABl. L 125 vom 16.5.1997, S. 21.

Es sollten neue Typgenehmigungsprüfzyklen für gasförmige Schadstoffe und luftverunreinigende Partikel sowie Abgastrübung eingeführt werden, die eine repräsentativere Bewertung der Emissionsleistung von Dieselmotoren unter Prüfbedingungen, die in stärkerem Maße den bei in Gebrauch befindlichen Fahrzeugen auftretenden Bedingungen entsprechen, gestatten. Für herkömmliche Dieselmotoren und für mit Katalysatoren ausgestattete Dieselmotoren sollte ein neuer Prüfzyklus eingeführt werden. Für Dieselmotoren mit modernen Emissionsminderungsanlagen und Gasmotoren sollte ein neues kombiniertes Prüfverfahren (zwei Zyklen) eingeführt werden.

Den Mitgliedstaaten sollte gestattet werden, die Einführung von Fahrzeugen, die die durch diese Richtlinie eingeführten strengeren Anforderungen erfüllen, durch steuerliche Anreize zu fördern.

Es ist erforderlich, festzustellen, daß unter Berücksichtigung der Ergebnisse des von der Kommission initiierten Auto-Öl-Programms II ab 2005 noch erheblich niedrigere Emissionsgrenzwerte vorgesehen werden, um die weitere Entwicklung von Fahrzeugen mit den modernsten emissionsmindernden Einrichtungen zu fördern. Werden auf dem Wege zu einem weltweit einheitlichen Prüfverfahren keine wesentlichen Fortschritte erzielt, so sollten die Emissionsgrenzwerte bei Dieselmotoren ab 2005 für das kombinierte Prüfverfahren (zwei Zyklen) gelten.

Die Ergebnisse der laufenden Forschungen über Partikeleigenschaften sollten bei der zukünftigen Entwicklung gemeinschaftlicher Rechtsvorschriften über den Schadstoffausstoß von Motorfahrzeugen berücksichtigt werden;

Die Kommission sollte spätestens am 31. Dezember 1999 einen Bericht über die weitere Entwicklung bei emissionsmindernden Anlagen für schwere Nutzfahrzeuge und die Beziehung zur Kraftstoffqualität vorlegen. Auch hinsichtlich des Fortgangs der Entwicklung bei speziellen umweltfreundlichen Emissionsgrenzwerten für Motoren, bei denen solche Kraftstoffe wie Flüssiggas (LPG) und Erdgas (NG) zum Einsatz gelangen, sollte die Kommission Bericht erstatten.

Die für 2005 vorgesehenen Grenzwerte und das anwendbare Prüfverfahren sollten durch eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates auf der Grundlage eines durch die Kommission bis spätestens am 31. Dezember 1999 vorzulegenden Vorschlags bestätigt werden.

Die Richtlinie 88/77/EWG sollte entsprechend geändert werden -

HABEN DIE FOLGENDE RICHTLINIE ERLASSEN:

Artikel 1

Die Richtlinie 88/77/EWG wird wie folgt geändert:

1. Der Titel erhält folgende Fassung:

"Richtlinie 88/77/EWG des Rates

vom 3. Dezember 1987

über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Dieselmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen und die Emission gasförmiger Schadstoffe aus mit Erdgas oder Flüssiggas betriebenen Motoren zum Antrieb von Fahrzeugen"

2. Artikel 1 erhält folgende Fassung:

"Artikel 1

Im Sinne dieser Richtlinie ist:

- "Fahrzeug" ein durch einen Diesel- oder Gasmotor angetriebenes Fahrzeug im Sinne von Anhang II Abschnitt A der Richtlinie 70/156/EWG, mit Ausnahme von Fahrzeugen der Klasse M₁.
 - "Diesel- oder Gasmotor" die Bewegungsantriebsquelle eines Fahrzeugs, für den als getrennte technische Einheit im Sinne von Artikel 2 der Richtlinie 70/156/EWG eine Typgenehmigung erteilt werden kann."
3. Die Anhänge I - VIII werden durch den Anhang dieser Richtlinie ersetzt.

Artikel 2

1. Ab dem 1. Oktober 1999 dürfen die Mitgliedstaaten aus Gründen, die sich auf die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel sowie auf die Abgastrübung eines Motors beziehen:
 - weder die EG-Typgenehmigung, die Ausstellung des in Artikel 10 Absatz 1 letzter Gedankenstrich der Richtlinie 70/156/EWG, zuletzt geändert durch die Richtlinie 87/403/EWG¹⁶, vorgesehenen Dokuments oder die Typgenehmigung mit nationaler Geltung für einen von einem Dieselmotor angetriebenen Fahrzeugtyp verweigern, noch

¹⁶ ABl. L 220 vom 8.8.1987, S. 44.

- die Zulassung, den Verkauf, die Inbetriebnahme oder Benutzung solcher Neufahrzeuge untersagen, noch
- die EG-Typgenehmigung für einen Diesel- oder Gasmotortyp verweigern, noch
- den Verkauf oder die Benutzung neuer Diesel- oder Gasmotoren untersagen,

sofern den entsprechenden Anforderungen der Anhänge der Richtlinie 88/77/EWG, geändert durch diese Richtlinie, entsprochen wird.

2. Ab dem 1. Oktober 2000 dürfen die Mitgliedstaaten für Diesel- oder Gasmotortypen und durch einen Diesel- oder Gasmotor angetriebene Fahrzeugtypen

- die EG-Typgenehmigung nicht mehr erteilen und das in Artikel 10 Absatz 1 der Richtlinie 70/156/EWG vorgesehene Dokument nicht mehr ausstellen und
- müssen die Betriebserlaubnis mit nationaler Geltung verweigern,

sofern die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und verunreinigender Partikel und die Abgastrübung aus dem Motor die in den Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I der Richtlinie 88/77/EWG, geändert durch diese Richtlinie, genannten Grenzwerte überschreiten.

3. Ab dem 1. Oktober 2001 werden die Mitgliedstaaten

- Konformitätsbescheinigungen, 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, mit Erd- oder Flüssiggasmotor angetriebener Fahrzeuge und den Verkauf und die Benutzung neuer Diesel- oder Gasmotoren untersagen,

sofern die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel und die Trübung von Motorabgas die in den Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I der Richtlinie 88/77/EWG, geändert durch diese Richtlinie, genannten Grenzwerte überschreiten.

Artikel 3

Die Mitgliedstaaten können steuerliche Anreize nur für Kraftfahrzeuge vorsehen, die der Richtlinie 88/77/EWG, geändert durch diese Richtlinie, entsprechen. Diese Anreize müssen im Einklang mit dem EG-Vertrag stehen und darüber hinaus folgende Bedingungen erfüllen:

- Sie finden für alle neuen Fahrzeuge Anwendung, die in einem Mitgliedstaat zum Verkauf angeboten werden und die in Zeile A der Tabellen 1 und 2 in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I der Richtlinie 88/77/EWG, geändert durch diese Richtlinie, genannten jeweiligen verbindlichen Grenzwerte vorzeitig erfüllen.
- Sie enden zum Zeitpunkt der verbindlichen Anwendung der in Artikel 2 Absatz 3 für Neufahrzeuge festgelegten Emissionsgrenzwerte.
- Sie liegen für jeden Fahrzeugtyp unter den tatsächlichen Mehrkosten der zum Zwecke der Einhaltung der in Artikel 2 Absatz 3 festgelegten Werte eingeführten technischen Lösungen, einschließlich der Kosten für den Einbau in das Fahrzeug.

Die Kommission ist so rechtzeitig über Vorhaben zur Einführung oder Änderung steuerlicher Anreize gemäß Absatz 1 zu unterrichten, daß sie dazu Stellung nehmen kann.

Artikel 4

Die Kommission schlägt dem Europäischen Parlament und dem Rat spätestens 12 Monate nach dem Datum des Inkrafttretens dieser Richtlinie, spätestens jedoch bis zum 31. Dezember 1999, eine weitere Verschärfung der Emissionsnormen für in den Geltungsbereich dieser Richtlinie fallende Fahrzeuge und Motoren vor.

Der Vorschlag berücksichtigt

- das in Artikel 3 der Richtlinie []¹⁷ und in Artikel 9 der Richtlinie[]¹⁸ ausführlich beschriebene Überprüfungsprogramm;
- die Entwicklung der Emissionsminderungstechnik für Dieselmotoren und Gasmotoren unter Einbeziehung der wechselseitigen Abhängigkeit zwischen dieser Technik und der Kraftstoffqualität;
- die Entwicklung eines weltweiten einheitlichen Prüfzyklus für die Typgenehmigungsprüfung;
- On-Board-Diagnosesysteme (OBD-Systeme) für schwere Nutzfahrzeuge;
- einschlägige Vorschriften zur Dauerhaltbarkeit.

¹⁷ ABl.

¹⁸ ABl.

Der Vorschlag soll auf eine erhebliche Verminderung von Schadstoffemissionen der unter diese Richtlinie fallenden Fahrzeuge und Motoren abzielen. Für neue Typgenehmigungen gelten die gesenkten Grenzwerte nicht vor dem 1. Oktober 2005.

Artikel 5

1. Die Mitgliedstaaten erlassen die erforderlichen Rechts- und Verwaltungsvorschriften, um dieser Richtlinie vor dem 1. Januar 1999 nachzukommen. Sie setzen die Kommission unverzüglich davon in Kenntnis.

Bei dem Erlass dieser Vorschriften nehmen die Mitgliedstaaten in diesen Vorschriften selbst oder durch einen Hinweis bei der amtlichen Veröffentlichung auf diese Richtlinie Bezug. Die Mitgliedstaaten regeln die Einzelheiten dieser Bezugnahme.

2. Die Mitgliedstaaten teilen der Kommission den Wortlaut der wichtigsten innerstaatlichen Rechtsvorschriften mit, die sie auf dem unter diese Richtlinie fallenden Gebiet erlassen.

Artikel 6

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

Artikel 7

Diese Richtlinie ist an die Mitgliedstaaten gerichtet.

Geschehen zu Brüssel am

Im Namen des Europäischen Parlaments
Der Präsident

Im Namen des Rates
Der Präsident

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
ANHANG I Geltungsbereich und Begriffsbestimmungen	28
1 Geltungsbereich	28
2 Begriffsbestimmungen und Abkürzungen	28
3 Antrag auf Erteilung der EG-Typgenehmigung	33
4 EG-Typgenehmigung	34
5 Kennzeichnung der Motoren	36
6 Vorschriften und Prüfungen	38
7 Einbau des Motors in das Fahrzeug	39
8 Motorenfamilie	40
9 Übereinstimmung der Produktion	42
Anlage 1 Verfahren zur Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion, wenn die Standardabweichung zufriedenstellend ausfällt	45
Anlage 2 Verfahren zur Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion, wenn die Standardabweichung unzureichend ist oder keine Angabe vorliegt	47
Anlage 3 Verfahren zur Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion auf Antrag des Herstellers	49
ANHANG II Beschreibungsbogen	51
Anlage 1 Wesentliche Merkmale des (Stamm-)Motors und Angaben zur Durchführung der Prüfung	52
1 Beschreibung des Motors	52
2 Maßnahmen gegen Luftverunreinigung	53
3 Kraftstoffsystem	54
4 Ventileinstellung	57
5 Zündung (nur Motoren mit Fremdzündung)	57
6 Von Motor angetriebene Hilfseinrichtungen	57
7 Zusätzliche Angaben zu den Prüfbedingungen	58
8 Motorleistung	59
Anlage 2 Wesentliche Merkmale der Motorenfamilie	61
1 Gemeinsame Kenndaten	61
2 Aufstellung der Motorenfamilie	62
Anlage 3 Hauptmerkmale des Motorentyps dieser Familie	63
1 Beschreibung des Motors	63
2 Maßnahmen gegen Luftverunreinigung	64
3 Kraftstoffsystem	65
4 Ventileinstellung	68
5 Zündanlage (nur Motoren mit Fremdzündung)	68
Anlage 4 Merkmale der mit dem Motor verbundenen Fahrzeugteile	69
ANHANG III Prüfverfahren	70
1 Einleitung	70
2 Prüfbedingungen	71
Anlage 1 SC- und ELR-Prüfzyklen	73
1 Einstellung des Motors und des Leistungsprüfstands	73
2 Durchführung der ESC-Prüfung	74
3 Durchführung der ELR-Prüfung	76
4 Berechnung der gasförmigen Emissionen	78
5 Berechnung der Partikelemissionen	81
6 Berechnung der Rußwerte	84
Anlage 2 ETC-Prüfzyklus	87
1 Motorabbildungsverfahren	87
2 Einrichtung des Bezugsprüfzyklus	88
3 Durchführung der Emissionsprüfung	89
4 Berechnung der gasförmigen Emissionen	92
5 Berechnung der Partikelemissionen (nur für Dieselmotoren)	97
Anlage 3 ETC-Ablaufplan für den Motorleistungsprüfstand	99
Anlage 4 Meß- und Probenahmeverfahren	112
1 Einleitung	112

2	Motorprüfstand und Ausstattung der Prüfzelle.....	112
3	Bestimmung der gasförmigen Bestandteile	113
4	Partikelbestimmung	115
5	Rauchgasmessung.....	117
Anlage 5 Kalibrierverfahren		119
1	Kalibrierung der Analysegeräte	119
2	Kalibrierung des CVS-Systems	126
3	Kalibrierung des Partikelmesssystems	128
4	Kalibrierung der Geräte für die Rauchgasmessung	129
ANHANG IV Technische Daten des Bezugskraftstoffes für die Prüfungen zur Genehmigung und für die Nachprüfung der Übereinstimmung der Produktion		130
1	Dieselmotorkraftstoff	130
2	Erdgas (NG).....	131
3	Flüssiggas (LPG).....	132
ANHANG V Analyse- und Probenahmesysteme		133
1	Bestimmung der gasförmigen Emissionen	133
2	Abgasverdünnung und Bestimmung der Partikel	141
3	Rauchgasmessung.....	160
ANHANG VI EG-Typgenehmigungsbogen		165
ANHANG VII Beispiel für ein Berechnungsverfahren.....		167

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

	Seite
Abbildung 1 Spezifische Definitionen der Prüfzyklen	30
Abbildung 2 Schema einer Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion.....	44
Abbildung 3 Abfolge einer ELR-Prüfung.....	77
Abbildung 4 Interpolation des NO ₂ -Prüfpunkts.....	81
Abbildung 5 ETC-Ablaufplan für den Leistungsprüfstand.....	111
Abbildung 6 Schematische Darstellung des Gerätes zur Bestimmung des Wirkungsgrades des NO ₂ -Konverters	123
Abbildung 7 Flußdiagramm des mit Rohabgas arbeitenden Analysesystems für CO, CO ₂ , NO _x , HC - Nur ESC	133
Abbildung 8 Flußdiagramm des mit verdünntem Abgas arbeitenden Analysesystems für CO, CO ₂ , NO _x , HC - ETC, für ESC wahlfrei.....	134
Abbildung 9 Flußdiagramm für die Methananalyse (GC Methode)	138
Abbildung 10 Flußdiagramm für Methananalyse mit dem Nicht-Methan-Cutter (NMC).....	140
Abbildung 11 Teilstrom-Verdünnungssystem mit isokinetischer Sonde und Teilprobenahme (SB-Regelung)...	142
Abbildung 12 Teilstrom-Verdünnungssystem mit isokinetischer Sonde und Teilprobenahme (PB-Regelung)...	143
Abbildung 13 Teilstrom-Verdünnungssystem mit Messung von CO ₂ oder NO _x -Konzentration und Teilprobenahme	144
Abbildung 14 Teilstrom-Verdünnungssystem mit Messung von CO ₂ Konzentration, Kohlenstoffbilanz und Gesamtprobenahme	145
Abbildung 15 Teilstrom-Verdünnungssystem mit Einfach-Venturirohr, Konzentrationsmessung und Teilprobenahme	146
Abbildung 16 Teilstrom-Verdünnungssystem mit Doppel-Venturirohr oder Doppelblende, Konzentrationsmessung und Teilprobenahme	147

Abbildung 17	Teilstrom-Verdünnungssystem mit Mehrfachröhrenteilung, Konzentrationsmessung und Teilprobenahme	148
Abbildung 18	Teilstrom-Verdünnungssystem mit Durchflußregelung und Gesamtprobenahme.....	149
Abbildung 19	Teilstrom-Verdünnungssystem mit Durchflußregelung und Teilprobenahme	150
Abbildung 20	Vollstrom-Verdünnungssystem	155
Abbildung 21	Partikelprobenahmesystem	158
Abbildung 22	Doppelverdünnungssystem (nur Vollstromsystem)	158
Abbildung 23	Vollstrom-Trübungsmesser.....	161
Abbildung 24	Teilstrom-Trübungsmesser	163

VERZEICHNIS DER TABELLEN

	Seite
Tabelle 1	Grenzwerte für Dieselmotoren - ESC- und ELR-Prüfung 38
Tabelle 2	Grenzwerte für Diesel- und Gasmotoren - ETC-Prüfung 39
Tabelle 3	Grenzwerte für positive und negative Entscheidungen des Stichprobenplans in Anlage 1 46
Tabelle 4	Grenzwerte für positive und negative Entscheidungen des Stichprobenplans in Anlage 2 48
Tabelle 5	Grenzwerte für positive und negative Entscheidungen des Stichprobenplans in Anlage 3 50
Tabelle 6	Zulässige Abweichung der Regressionsgeraden 92
Tabelle 7	Zulässige Punkstreichungen aus der Regressionsanalyse 92
Tabelle 8	Genauigkeit der Meßinstrumente..... 112
Tabelle 9	Empfohlene Filterbeladung..... 116

ANHANG I

ANHANG I

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

1 GELTUNGSBEREICH

Diese Richtlinie gilt für die gasförmigen Schadstoffe und luftverunreinigenden Partikel aus allen Kraftfahrzeugen, die mit einem Motor mit Kompressionszündung ausgerüstet sind, und für die gasförmigen Schadstoffe aus allen Kraftfahrzeugen, die mit einem mit Erdgas oder Flüssiggas betriebenen Motor mit Fremdzündung ausgestattet sind, und für Motoren mit Kompressionszündung und Fremdzündung im Sinne von Artikel 1, mit Ausnahme der Fahrzeuge der Klassen N₁, N₂ und M₂, die nach der Richtlinie 70/220/EWG⁽¹⁾, zuletzt geändert durch die Richtlinie 96/44/EG⁽²⁾, eine Typgenehmigung erhalten haben.

2 BEGRIFFSBESTIMMUNGEN UND ABKÜRZUNGEN

Im Sinne dieser Richtlinie bedeuten:

- 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" ein Motor, der nach dem Prinzip der Kompressionszündung arbeitet;
"Gasmotor" ein Motor, der mit Erdgas (NG) oder 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 vermutlich ähnlichen Abgas-Emissionseigenschaften gemäß Anhang II, Anlage 2 dieser Richtlinie; die einzelnen Motoren der Familie dürfen die geltenden Emissionsgrenzwerte nicht überschreiten;
- 2.6 "Stamm-Motor" ein innerhalb einer Motorenfamilie ausgewählter Motor, dessen Emissionseigenschaften für die Motorenfamilie repräsentativ sind;
- 2.7 "gasförmige Schadstoffe" Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe (ausgedrückt als CH_{1,85} bei Diesel, CH_{2,525} bei Flüssiggas und CH_{2,93} bei Erdgas (NMHC)), Methan (ausgedrückt als CH₄ bei Erdgas) und Stickstoffoxide, letztere ausgedrückt als Stickstoffdioxid(NO₂)-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;
- 2.8 "Ruß" 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 einem entsprechenden Bauteil und ermittelt nach dem EG-Verfahren zur Messung der Motorleistung nach Richtlinie 80/1269/EWG⁽³⁾, zuletzt geändert durch die Richtlinie 89/491/EWG⁽⁴⁾;
- 2.10 "angegebene Höchstleistung (P_{max})" die vom Hersteller in seinem Antrag auf Erteilung einer Typgenehmigung angegebene Höchstleistung in EG-kW (Nutzleistung);

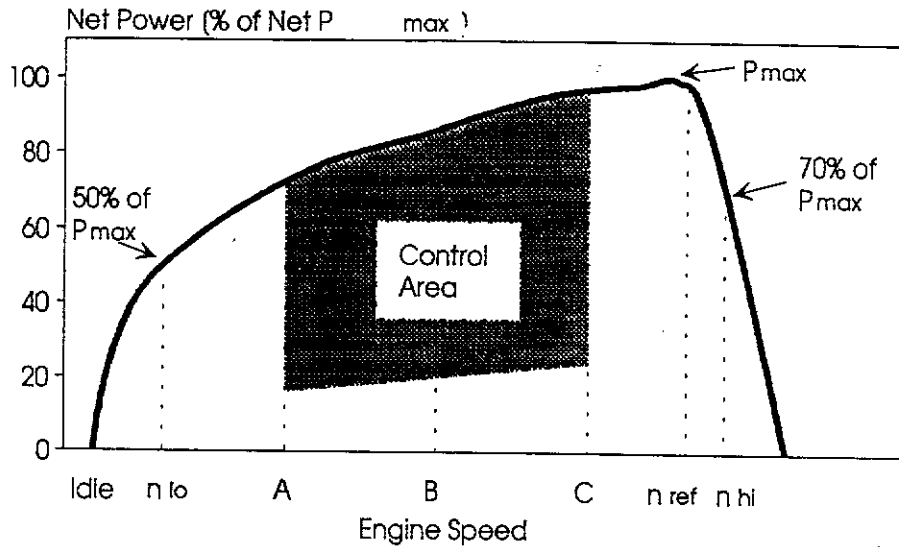
⁽¹⁾ ABl. Nr. L 76 vom 6.4.1970, S. 1.

⁽²⁾ ABl. Nr. L 210 vom 20.8.1996, S. 25.

⁽³⁾ ABl. Nr. L 375 vom 31.12.1980, S. 46.

⁽⁴⁾ ABl. Nr. L 238 vom 15.8.1989, S. 43.

- 2.11 "Teillastverhältnis" der prozentuale Anteil des höchsten zur Verfügung stehenden Drehmoments bei einer bestimmten Motordrehzahl;
- 2.12 "ESC-Prüfung" ein Prüfzyklus bestehend aus 13 stationären Prüfphasen, der gemäß Nummer 6.2 dieses Anhangs durchzuführen ist;
- 2.13 "ELR-Prüfung" ein Prüfzyklus bestehend aus einer Folge von Belastungsschritten bei gleichbleibender Fahrgeschwindigkeit, der gemäß Nummer 6.2 dieses Anhangs durchzuführen ist;
- 2.14 "ETC-Prüfung" ein Prüfzyklus bestehend aus 1800 instationären, je Sekunde wechselnden Phasen, der gemäß Nummer 6.2 dieses Anhangs durchzuführen ist;
- 2.15 "Motorbetriebsdrehzahlbereich" der Motordrehzahlbereich gemäß Anhang III dieser Richtlinie, der während des normalen Motorbetriebs am häufigsten genutzt wird und zwischen der oberen und unteren Drehzahl liegt;
- 2.16 "niedrige Drehzahl (n_{ni})" die niedrigste Motordrehzahl, bei der sich 50 % der angegebenen Höchstleistung einstellen;
- 2.17 "hohe Drehzahl (n_{ho})" 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" der 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 zur Messung der Trübung durch Rußpartikel mit Hilfe des Prinzips der Lichtschwächung bestimmtes Gerät;
- 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 "Wobbeindex (unterer Index W_i oder oberer Index W_u)" der Quotient aus dem Heizwert eines Gases pro Volumeneinheit und der Quadratwurzel der relativen Dichte des Gases unter denselben Bezugsbedingungen:
$$W = H_{Gas} \times \sqrt{\rho_{Luft} / \rho_{Gas}}$$
- 2.26 " λ -Verschiebungsfaktor (S_λ)" ein Ausdruck, der die erforderliche Flexibilität eines Motorsteuersystems bezüglich einer Änderung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses beschreibt, wenn der Motor mit einem Gas betrieben wird, das nicht aus reinem Methan besteht (zur Berechnung von S_λ siehe Anhang VII).



Net Power = Nutzleistung (in % des Nutzleistungsmaximums P_{max})

Control Area = Regelbereich

Idle = Leerlauf

Engine Speed = Motordrehzahl

Abbildung 1 Spezifische Definitionen der Prüfzyklen

2.27 Symbole und Abkürzungen

2.27.1 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
CI	-	CI-äquivalenter Kohlenstoff
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 des Wasserstoff-Kohlenstoff-Verhältnisses der Trockenkonzentrationen
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 (10,71g/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 ⁻¹	Lichtabsorptionskoeffizient
$K_{\text{H,D}}$	-	Feuchtigkeitskorrekturfaktor für NO _x bei Dieselmotoren
$K_{\text{H,G}}$	-	Feuchtigkeitskorrekturfaktor für NO _x bei Gasmotoren
K_v	-	CFV-Kalibrierfunktion
$K_{\text{W,a}}$	-	Korrekturfaktor für Umrechnung vom trockenen zum feuchten Bezugszustand der Ansaugluft
$K_{\text{W,d}}$	-	Korrekturfaktor für Umrechnung vom trockenen zum feuchten Bezugszustand der Verdünnungsluft
$K_{\text{W,e}}$	-	Korrekturfaktor für Umrechnung vom trockenen zum feuchten Bezugszustand des verdünnten Abgases
$K_{\text{W,r}}$	-	Korrekturfaktor für Umrechnung vom trockenen zum feuchten Bezugszustand des Rohabgases
L	%	Prozentuales Drehmoment, bezogen auf das maximale Drehmoment bei Prüfdrehzahl
L_a	m	Effektive optische Weglänge
m	-	Steigung der PDP-Kalibrierfunktion
mass	g/h oder g	Unterer Index für den Schadstoffmassendurchsatz (Geschwindigkeit)
M_{DIL}	kg	Masse der durch die Partikel-Probenahmefilter geleiteten Probe des verdünnten Abgases
M_d	mg	Abgeschiedene Partikel-Probenahmemasse der Verdünnungsluft
M_f	mg	Abgeschiedene Partikel-Probenahmemasse
$M_{f,p}$	mg	Am Hauptfilter abgeschiedene Partikel-Probenahmemasse
$M_{f,b}$	mg	Am Nachfilter abgeschiedene Partikel-Probenahmemasse
M_{SEC}	kg	Masse der sekundären Verdünnungsluft
M_{TOTW}	kg	CVS-Masse über den gesamten Zyklus, feucht
$M_{\text{TOTW,i}}$	kg	Momentane CVS-Masse, feucht
N	%	Trübung
N_p	-	PDP-Umdrehungen über den gesamten Zyklus
$N_{p,i}$	-	PDP-Umdrehungen während eines Zeitabschnitts
n	min ⁻¹	Motordrehzahl
n_p	s ⁻¹	PDP-Drehzahl
n_{hi}	min ⁻¹	Hohe Motordrehzahl
n_{lo}	min ⁻¹	Niedrige Motordrehzahl
n_{ref}	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_i	kPa	Ansaugunterdruck an der Pumpeneintrittsöffnung

ANHANG I

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
Ω	-	Bessel-Konstante
Q_s	m ³ /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
ρ	kg/m ³	Dichte
S	kW	Einstellwert des Leistungsprüfstands
S _i	m ⁻¹	Momentaner Rauchwert
S _{λ}	-	λ -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
Δt	s	Zeitabstand zwischen aufeinanderfolgenden Rauchmeßwerten (= 1/Probenahmerate)
Δt_i	s	Zeitabstand bei momentaner CFV-Strömung
τ	%	Rauch-Transmissionsgrad
V ₀	m ³ /rev	PDP-Volumendurchsatz unter tatsächlichen Bedingungen
W	-	Wobbeindex
W _{act}	kWh	Tatsächliche ETC-Zyklusarbeit
W _{ref}	kWh	ETC-Bezugszyklusarbeit
WF	-	Wichtungsfaktor
WF _E	-	Effektiver Wichtungsfaktor
X ₀	m ³ /rev	Kalibrierfunktion des PDP-Volumendurchsatzes
Y _i	m ⁻¹	gemittelter 1-s-Bessel-Rauchwert

2.27.2 Symbole für die chemischen Bestandteile

CH ₄	Methan
C ₂ H ₆	Ethan
C ₃ H ₈	Propan
CO	Kohlenmonoxid
DOP	Di-octylphthalat
CO ₂	Kohlendioxid
HC	Kohlenwasserstoffe
NMHC	Kohlenwasserstoffe ohne Methan
NO _x	Stickstoffoxid
NO	Stickoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
PT	Partikel

2.27.3 **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 Ultraviolett-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 folgende Unterlagen in dreifacher Ausfertigung beizufügen:

3.1.2.1 Beschreibung des Motortyps bzw. der Motorenfamilie, die sämtliche, die Anforderungen von Artikel 9a der Richtlinie 70/156/EWG erfüllenden Angaben nach Anhang II dieser Richtlinie enthält.

3.1.3 Ein Motor, der den in Anhang II aufgeführten Leistungsmerkmalen des Motortyps oder des Stamm-Motors entspricht, ist dem technischen Dienst, der für die Durchführung der Prüfungen nach Punkt 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 Motorenhersteller oder einem rechtmäßig bestellten Vertreter einzureichen.

3.2.2 Dem Antrag sind folgende Unterlagen in dreifacher Ausfertigung beizufügen:

3.2.2.1 Beschreibung des Fahrzeugtyps, der mit dem Fahrzeug 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 von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln 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 einen rechtmäßig bestellten Vertreter einzureichen.

3.3.2 Dem Antrag sind folgende Unterlagen in dreifacher Ausfertigung beizufügen:

3.3.2.1 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.

4 EG-TYPGENEHMIGUNG

4.1 Erteilung einer EG-Typgenehmigung aufgrund von Vielstofffähigkeit

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

4.1.1 Bei Dieselmotoren entspricht der Stamm-Motor den Anforderungen dieser Richtlinie hinsichtlich des in Anhang IV beschriebenen Bezugskraftstoffs.

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 Wobbeindex ausgedrückten Energiegehalt und den λ -Verschiebungsfaktor (S_λ) auf. Die Formeln für die Berechnung des Wobbeindex und von S_λ sind unter Nummer 2.25 und 2.26 angegeben. Die Zusammensetzung der Bezugskraftstoffe trägt der Veränderlichkeit dieser Parameter Rechnung.

Der Stamm-Motor muß die Anforderungen dieser Richtlinie hinsichtlich der Bezugskraftstoffe G20 und G25 gemäß der Beschreibung in 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.

4.1.3 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 den beiden in Anhang IV für jede Gasgruppe spezifizierten Bezugskraftstoffen bei jeder Schalterstellung zu prüfen: Kraftstoff G20 (Kraftstoff 1) und G23 (Kraftstoff 2) für die Gasgruppe H, Kraftstoff G23 (Kraftstoff 1) und G25 (Kraftstoff 2) 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 mit einem dritten Kraftstoff (Kraftstoff 3) geprüft werden, wenn der λ -Verschiebungsfaktor (S_λ) zwischen denen der Kraftstoffe G20 und G25 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.

4.1.3.2 Das Verhältnis der Emissionsmeßergebnisse 'r' ist für jeden Schadstoff wie folgt zu ermitteln:

$$r = \frac{\text{Emissionsmeßergebnis für Bezug skraftstoff 2}}{\text{Emissionsmeßergebnis für Bezug skraftstoff 1}}$$

oder

$$r_a = \frac{\text{Emissionsmeßergebnis für Bezug skraftstoff 2}}{\text{Emissionsmeßergebnis für Bezug skraftstoff 3}}$$

und

$$r_b = \frac{\text{Emissionsmeßergebnis für Bezug skraftstoff 1}}{\text{Emissionsmeßergebnis für Bezug skraftstoff 3}}$$

- 4.1.4 Bei LPG muß nachgewiesen werden, daß der Stamm-Motor zur Anpassung an jede am Markt möglicherweise angebotene Kraftstoffzusammensetzung in der Lage ist. Bei LPG schwankt die C₃/C₄-Zusammensetzung. Die Bezugskraftstoffe tragen diesen Schwankungen Rechnung. Der Stamm-Motor muß die Emissionsanforderungen hinsichtlich der Bezugskraftstoffe A und B gemäß 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.

- 4.1.4.1 Das Verhältnis der Emissionsmeßergebnisse 'r' ist für jeden Schadstoff wie folgt zu ermitteln:

$$r = \frac{\text{Emissionsmeßergebnis für Bezug skraftstoff 2}}{\text{Emissionsmeßergebnis für Bezug skraftstoff 1}}$$

4.2 Erteilung einer EG-Typgenehmigung mit Gasgruppeneinschränkung

Beim gegenwärtigen Stand der Technik ist es noch nicht möglich, Erdgas-Magermotoren selbstanpassend auszulegen. Magermotoren zeichnen sich jedoch durch einen günstigen Wirkungsgrad und niedrige CO₂-Emissionen aus. Sofern die Versorgung mit einem Kraftstoff gleichbleibender Zusammensetzung sichergestellt ist, kann ein Magermotor daher für einen Nutzer vorteilhaft sein. Für einen solchen Motor könnte eine Typgenehmigung mit Gasgruppeneinschränkung erteilt werden. Im Interesse einer internationalen Angleichung wird es als wünschenswert erachtet, daß einem Muster eines solchen Motors eine internationale Genehmigung erteilt wird. Motorvarianten mit Gasgruppeneinschränkung müßten dann bis auf den Inhalt des Datenspeichers der elektronischen Steuereinheit (ECU) des Kraftstoffsystems und bis auf solche Teile des Kraftstoffsystems (wie Einspritzdüsen), die an den unterschiedlichen Kraftstoffdurchsatz angepaßt sein müssen, identisch sein.

Eine EG-Typgenehmigung mit Gasgruppeneinschränkung wird unter folgenden Voraussetzungen erteilt:

- 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 zwei entsprechenden Bezugskraftstoffen gemäß Anhang VI für die jeweilige Gasgruppe zu prüfen. Die Kraftstoffe sind G20 (Kraftstoff 1) und G23 (Kraftstoff 2) für die Gasgruppe H und G23 (Kraftstoff 1) und G25 (Kraftstoff 2) für die Gasgruppe L. Der Stamm-Motor muß die Emissionsanforderungen 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.

- 4.2.1.1 Auf Antrag des Herstellers kann der Motor mit einem dritten Kraftstoff (Kraftstoff 3) geprüft werden, wenn der λ-Verschiebungsfaktor (S_λ) zwischen denen der Kraftstoffe G20 und G23 bzw. G23 und G25 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' ist für jeden Schadstoff wie folgt zu ermitteln:

$$r = \frac{\text{Emissionsmeßergebnis für Bezug skraftstoff 2}}{\text{Emissionsmeßergebnis für Bezug skraftstoff 1}}$$

oder

$$r_a = \frac{\text{Emissionsmeßergebnis für Bezug skraftstoff 2}}{\text{Emissionsmeßergebnis für Bezug skraftstoff 3}}$$

und

$$r_b = \frac{\text{Emissionsmeßergebnis für Bezug skraftstoff 1}}{\text{Emissionsmeßergebnis für Bezug skraftstoff 3}}$$

- 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 G20 und G25 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 Kraftstoffsystems, 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. Bei beiden Kraftstoffen muß der Motor die gleiche Leistung aufweisen.
- 4.2.2.2 Auf Wunsch des Herstellers kann der Motor mit den Bezugskraftstoffen G20 und G23 bzw. G23 und G25 geprüft werden. In diesem Fall gilt die Typgenehmigung nur für die Gasgruppe H bzw. 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 Familie**
- 4.3.1 Mit Ausnahme des in Nummer 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 bzw. dieselbe Gasgruppe, für die die Genehmigung des Stamm-Motors gilt (im Fall von Genehmigungen nach Nummer 4.1 oder 4.2), auf alle Motoren einer Familie erweitert.
- 4.3.2 **Zweitprüfmotor**
- Stellt die Genehmigungsbehörde im Fall eines Antrags auf Erteilung einer Typgenehmigung für einen Motor oder ein Fahrzeug hinsichtlich seines 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 die Genehmigungsbehörde einen anderen und gegebenenfalls einen zusätzlichen Bezugsprüfmotor auswählen und prüfen.
- 4.4 **Typgenehmigungsbogen.**
- Für die Genehmigung gemäß den Nummern 3.1, 3.2 und 3.3 wird eine Bescheinigung entsprechend dem Muster in Anhang VIII ausgestellt.
- 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)⁽¹⁾.
- 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;

⁽¹⁾ 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

- 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_i 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_i 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_i 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 Nummer 4.2.1.2 muß auf dem Schild angegeben sein "VERWENDUNG NUR MIT ERDGAS DER GASGRUPPE H". Gegebenenfalls ist "H" durch "L" zu ersetzen.

Im Fall von Nummer 4.2.2.3 muß auf dem Schild 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.

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

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 Nummer 5.1.5 beschriebene Schild 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 Nummer 5.1.5 beschriebene Schild auch in der Nähe der Kraftstoffzufüllöffnung anzubringen.

6 VORSCHRIFTEN UND PRÜFUNGEN

6.1 Allgemeines

Die Teile, die einen Einfluß auf die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Dieselmotoren und die Emission gasförmiger Schadstoffe aus Gasmotoren haben können, müssen so konzipiert, gebaut und angebracht sein, daß der Motor unter normalen Betriebsbedingungen trotz der Schwingungen, denen er ausgesetzt ist, den Vorschriften dieser Richtlinie genügt.

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

Die Emissionen sind 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 NO_x-Katalysatoren und/oder Partikelfiltern ausgestattet sind, müssen zusätzlich einer ETC-Prüfung unterzogen werden. Bei Gasmotoren werden die gasförmigen Emissionen mittels der ETC-Prüfung gemessen, während die Emission von Partikeln nicht geprüft wird. 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 vorhanden) und Rauch (falls vorhanden) 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. Bei mit NG betriebenen Gasmotoren ist die Methanemission zwar zu vermerken, unterliegt jedoch keiner Einschränkung.

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) Prüfzyklen 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

Dieselmotoren

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

Tabelle 1 Grenzwerte für Dieselmotoren - ESC- und ELR-Prüfung

Datum	Kohlenmonoxid (CO) g/kWh	Kohlenwasserstoffe (HC) g/kWh	Stickstoffoxide (NO _x) g/kWh	Partikel (PT) g/kWh	Ruß m ⁻¹
A 2000	2,1	0,66	5,0	0,10 0,13 ⁽¹⁾	0,8

⁽¹⁾ Für Motoren mit einem Hubraum von unter 0,7 dm³ je Zylinder und einer Nenndrehzahl von über 3000 min⁻¹

ANHANG I

Diesel- und Gasmotoren

Bei Dieselmotoren, die zusätzlich der ETC-Prüfung unterzogen werden, und 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 Diesel- und Gasmotoren - ETC-Prüfung

Datum	Kohlenmonoxid (CO) g/kWh	Nicht-Methan- Kohlen- wasserstoffe (NMHC) g/kWh	Methan (CH ₄) ⁽²⁾ g/kWh	Stickstoffoxide (NO _x) g/kWh	Partikel (PT) ⁽³⁾ g/kWh
A 2000	5,45	0,78	1,6	5,0	0,16 0,21 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Für Motoren mit einem Hubraum von unter 0,7 dm³ je Zylinder und einer Nenndrehzahl von über 3000 min⁻¹

⁽²⁾ Nur für Erdgasmotoren

⁽³⁾ Nur für Dieselmotoren

6.2.2 Kohlenwasserstoffmessung bei Diesel- und Gasmotoren

6.2.2.1 Ein Hersteller kann nach Wahl die Masse der Kohlenwasserstoffe mit der ETC-Prüfung ermitteln, statt die Masse der Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe zu messen. In diesem Fall ist der Grenzwert für die spezifische Masse der Kohlenwasserstoffe gleich dem Grenzwert für die spezifische 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.

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 werden kann, 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 Zylinderzahl (nur für Gasmotoren und Motoren mit Nachbehandlungseinrichtung)

(Motoren mit weniger Zylindern als der Stamm-Motor können als zur selben Motorfamilie 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 Methode der Luftansaugung:

- Saugmotoren
- aufgeladene Motoren

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
- Dampfeinblasung (Zentraleinblasung, Einzeleinblasung)
- Flüssigkeitseinspritzung (Zentraleinspritzung, Einzeleinspritzung)

8.1.10 Zündsystem (Gasmotoren)**8.1.11 Sonstige Merkmale:**

- Abgasrückführung
- Wassereinspritzung / Emulsion
- Lufteinblasung
- 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 Familie muß die höchste Kraftstoffförderung pro Takt bei der angegebenen Drehzahl bei maximalem Drehmoment sein. Stimmen zwei oder mehrere 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 Familie 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 Familie aufweist.

Weisen die Motoren innerhalb einer Familie 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 Familie 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:

- die höchste Kraftstoffförderung je Takt bei der Nennleistungsdrehzahl;
- die größte Zündfrühverstellung;
- die 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 Familie 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 Familie aufweist.

9 ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION

- 9.1 Die Maßnahmen zur Gewährleistung der Übereinstimmung der Produktion müssen gemäß Artikel 10 der Richtlinie 70/156/EWG getroffen werden. 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 Nummern 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.

- 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 und der Prüfung gemäß Nummer 6.2 unterzogen. Die Grenzwerte sind in Nummer 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 mit dem Verfahren nach Anhang III Anlage 2 Nummer 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 Nummer 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 keine Einstellung vorzunehmen.

- 9.1.1.2.2 Beantragt der Hersteller ein Einfahrverfahren gemäß Nummer 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. Demnach sind, wie in Nummer 4 dieses Anhangs beschrieben, Prüfungen mit mindestens zwei Bezugskraftstoffen für jeden Gasmotor durchzuführen.

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;
- bei mit L gekennzeichneten Motoren ein handelsüblicher Kraftstoff der Gasgruppe L;
- bei mit HL gekennzeichneten Motoren ein handelsüblicher Kraftstoff der Gasgruppe H oder L.

Auf Antrag des Herstellers können jedoch die in Anhang IV beschriebenen Bezugskraftstoffe verwendet werden. Demnach sind, wie in Nummer 4 dieses Anhangs beschrieben, Prüfungen mit mindestens zwei Bezugskraftstoffen für jeden Gasmotor durchzuführen.

9.1.1.2.5 Bei einem Disput 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 Nummern 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', 'r_a' oder 'r_b' gemäß den Nummern 4.1.3.2, 4.1.4.1 und 4.2.1.2 umzurechnen. Sind 'r', 'r_a' oder 'r_b' kleiner eins, erfolgt keine Korrektur. 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) 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.

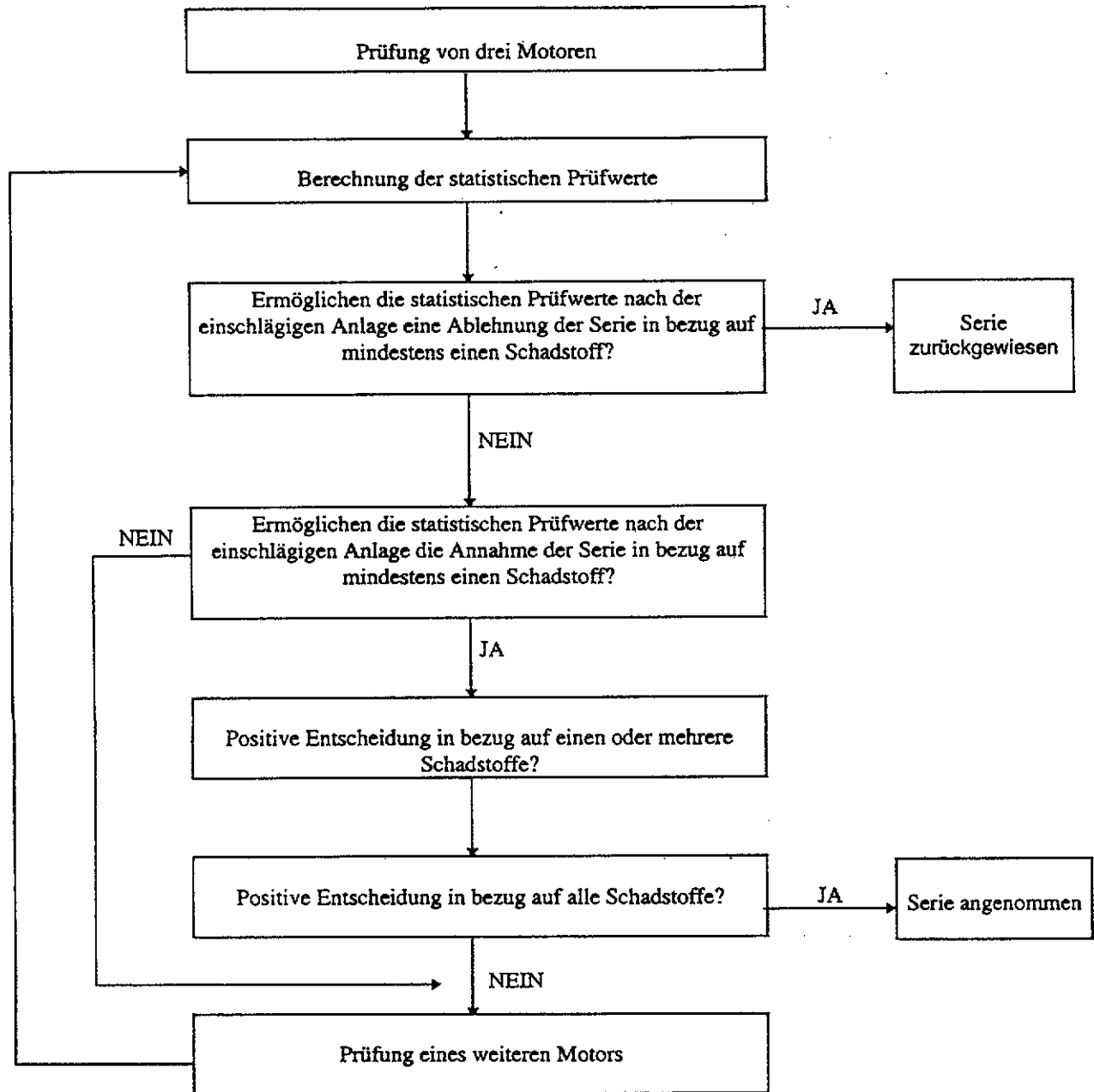


Abbildung 2 Schema einer Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion

ANHANG I - ANLAGE 1

**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 Nummer 6.2.1 aufgeführten Schadstoffe gilt folgendes Verfahren (siehe Abbildung 2):

Es seien:

- L = natürlicher Logarithmus des Schadstoff-Grenzwertes;
- x_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:

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

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 positive Entscheidung (siehe Tabelle 3), so wird in bezug auf den Schadstoff eine negative Entscheidung getroffen;
- Andernfalls wird ein weiterer Motor gemäß Anhang I Nummer 9.1.1.1 geprüft, und das Berechnungsverfahren wird auf die um eine Einheit erweiterte Stichprobe angewendet.

ANHANG I - ANLAGE I

Tabelle 3 Grenzwerte für positive und negative Entscheidungen des Stichprobenplans in 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

ANHANG I - 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 Nummer 6.2.1 aufgeführten Schadstoffe gelten als logarithmisch normal verteilt und sollten zunächst unter Zugrundelegung ihrer natürlichen Logarithmen transformiert werden; m_0 sei die minimale und m die maximale Stichprobengröße ($m_0 = 3$ und $m = 32$); n sei die Stichprobengröße.
4. Wenn der natürliche Logarithmus der Messungen an der Serie $x_1, x_2, \dots, x_i$ und L der natürliche Logarithmus des Schadstoff-Grenzwertes ist, dann gelten

$$d_i = x_i - L$$

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 $\bar{d}_n / V_n$, 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:

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

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

$$(n = 2, 3, \dots; \bar{d}_1 = d_1; V_1 = 0)$$

ANHANG I - ANLAGE 2

Tabelle 4 Grenzwerte für positive und negative Entscheidungen des Stichprobenplans in 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

ANHANG I - ANLAGE 3

ANHANG I - 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 alle in Anhang I Nummer 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 Summe der nicht vorschriftsmäßigen Motoren ermittelt wird, d.h. $x_i > L$:
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 Nummer 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 des
Stichprobenplans in 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

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 DIESELMOTOREN ZUM ANTRIEB VON FAHRZEUGEN
UND DIE EMISSION GASFÖRMIGER SCHADSTOFFE AUS MIT ERDGAS ODER FLÜSSIGGAS
BETRIEBENEN MOTOREN MIT FREMDZÜNDUNG ZUM ANTRIEB VON FAHRZEUGEN

(RICHTLINIE 88/77/EWG, zuletzt geändert durch die Richtlinie.../.../EWG)

Fahrzeugtyp / Stamm-Motor / Motortyp⁽¹⁾ :

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):

0.5 Motorklasse: Diesel / NG-betrieben / LPG-betrieben⁽¹⁾

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

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

1.2 Wesentliche Merkmale der Motorenfamilie

1.3 Wesentliche Merkmale der zu dieser Familie gehörenden Motortypen

2. Merkmale der mit dem Motor verbundenen Fahrzeugteile (falls zutreffend)

3. Fotografien und/oder Zeichnungen des Stamm-Motors / Motortyps und gegebenenfalls des Motorraums.

4. Sonstige Angaben (hier gegebenenfalls weitere Anlagen aufführen).

Datum, Ablagenummer

⁽¹⁾ Nichtzutreffendes streichen

ANHANG II - ANLAGE 1

ANHANG II - ANLAGE 1

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

- 1 **BESCHREIBUNG DES MOTORS**
- 1.1 Hersteller:.....
- 1.2 Baumusterbezeichnung des Herstellers:
- 1.3 Arbeitsverfahren: Viertakt / Zweitakt ⁽²⁾
- 1.4 Anzahl und Anordnung der Zylinder:
- 1.4.1 Bohrung: mm
- 1.4.2 Hub: mm
- 1.4.3 Zündfolge:
- 1.5 Hubvolumen: cm³
- 1.6 Volumetrisches Verdichtungsverhältnis ⁽³⁾ :
- 1.7 Zeichnung(en) des Brennraums und des Kolbenbodens:
- 1.8 Mindestquerschnittsfläche der Einlaß- und Auslaßkanäle: cm²
- 1.9 Leerlaufdrehzahl: min⁻¹
- 1.10 Höchste Nutzleistung: kW bei min⁻¹
- 1.11 Höchste zulässige Motordrehzahl: min⁻¹
- 1.12 Maximales Nettodrehmoment: Nm bei min⁻¹
- 1.13 *Verbrennungssystem*: Kompressionszündung / Fremdzündung ⁽²⁾
- 1.14 *Kraftstoff*: Diesel / LPG / NG - H / NG - L / NG - HL ⁽²⁾
- 1.15 *Kühlsystem*
- 1.15.1 Flüssigkeitskühlung
- 1.15.1.1 Art der Flüssigkeit:
- 1.15.1.2 Kühlmittelpumpe(n): ja / nein ⁽²⁾
- 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 ⁽²⁾
- 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 Motoraustritt: K
- 1.16.2 Luftkühlung: Bezugspunkt:
- Höchste Temperatur am Bezugspunkt: K
- 1.16.3 Höchste Luftaustrittstemperatur am Ansaug-Zwischenkühler (falls zutreffend): K

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

⁽²⁾ Nichtzutreffendes streichen.

⁽³⁾ Bitte Toleranz angeben

- 1.16.4 Höchste Abgastemperatur an der Anschlußstelle zwischen Auspuffsammelrohr(en) und Abgaskrümmern 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⁽¹⁾
- 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⁽¹⁾
- 1.18 Ansaugsystem
Höchstzulässiger Ansaugunterdruck bei Motornenndrehzahl und Vollast gemäß den Beschreibungen und Betriebsbedingungen der Richtlinie 80/1269/EWG⁽²⁾, zuletzt geändert durch die Richtlinie 89/491/EWG⁽³⁾
.....kPa
- 1.19 Auspuffanlage
Höchstzulässiger Abgasgegendruck bei Motornenndrehzahl und Vollast gemäß den Beschreibungen und Betriebsbedingungen der Richtlinie 80/1269/EWG⁽²⁾, zuletzt geändert durch die Richtlinie 89/491/EWG⁽³⁾.....kPa
Volumen der Auspuffanlage: dm³

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⁽¹⁾
- 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 Edelmetallen:
- 2.2.1.7 Verhältnis der Edelmetalle:
- 2.2.1.8 Trägerkörper (Aufbau und Werkstoff):.....
- 2.2.1.9 Zellendichte:
- 2.2.1.10 Art des Katalysatorgehäuses:
- 2.2.1.11 Lage des Katalysators (der Katalysatoren) (Ort und Bezugsentfernung innerhalb der Abgasleitung):

⁽¹⁾ Nichtzutreffendes streichen

⁽²⁾ ABl. Nr. L 375 vom 31.12.1980, S. 46.

⁽³⁾ ABl. Nr. L 238 vom 15.8.1989, S. 43.

ANHANG II - ANLAGE I

- 2.2.2 Sauerstoffsonde: ja / nein⁽¹⁾
- 2.2.2.1 Marke(n):
- 2.2.2.2 Typ:
- 2.2.2.3 Anordnung:
- 2.2.3 Lufteinblasung: ja / nein⁽¹⁾
- 2.2.3.1 Art (Selbstansaugung, Luftpumpe usw.):
- 2.2.4 Abgasrückführung: ja / nein⁽¹⁾
- 2.2.4.1 Kennwerte (Durchflußmenge usw.):
- 2.2.5 Partikelfilter: ja / nein⁽¹⁾:
- 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⁽¹⁾
- 2.2.6.1 Beschreibung und Arbeitsweise:

3 KRAFTSTOFFSYSTEM

3.1 Dieselmotoren

3.1.1 Kraftstoffpumpe

Druck⁽²⁾: kPa oder Kennlinie⁽²⁾:

3.1.2 Einspritzaggregat

3.1.2.1 Pumpe

3.1.2.1.1 Marke (n):

3.1.2.1.2 Typ(en):

3.1.2.1.3 Einspritzmenge: mm³⁽²⁾ je Hub bzw. Takt bei einer Motordrehzahl von min⁻¹ bei vollständiger Einspritzung oder Kennlinie⁽¹⁾⁽²⁾:

Angabe des angewandten Verfahrens: am Motor- / Pumpenprüfstand⁽¹⁾

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⁽²⁾:

3.1.2.1.4.2 Statischer Einspritzzeitpunkt⁽²⁾:

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):

⁽¹⁾ Nichtzutreffendes streichen

⁽²⁾ Bitte Toleranz angeben

ANHANG II - ANLAGE 1

- 3.1.2.3.2 Typ(en):
- 3.1.2.3.3 Öffnungsdruck: kPa⁽²⁾
oder Kennlinie^{(1) (2)}:
- 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⁻¹
- 3.1.2.4.4 Höchstdrehzahl ohne Last: min⁻¹
- 3.1.2.4.5 Leerlaufdrehzahl: min⁻¹
- 3.1.3 Kaltstartsystem
- 3.1.3.1 Marke(n):
- 3.1.3.2 Typ(en):
- 3.1.3.3 Beschreibung:
- 3.1.3.4 Zusätzliche Starthilfe:
- 3.1.3.4.1 Marke:
- 3.1.3.4.2 Typ:
- 3.2. *Mit Gas betriebene Motoren*⁽¹⁾
- 3.2.1. Kraftstoff: Erdgas / LPG⁽²⁾
- 3.2.2 Druckregler bzw. Verdampfer / Druckregler⁽²⁾
- 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 Nr. der Genehmigung gemäß **/**/EG:
- 3.2.3 Kraftstoffzufuhr: Mischer / Gaseinblasung / Flüssigkeitseinspritzung / Direkteinspritzung⁽²⁾
- 3.2.3.1 Gemischregelung:
- 3.2.3.2 Beschreibung des Systems und/oder Diagramm und Zeichnungen:
- 3.2.3.3 Nr. der Genehmigung gemäß **/**/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 Nr. der Genehmigung **/**/EG:

⁽¹⁾ Bei in anderer Weise ausgelegten Systemen entsprechende Angaben vorlegen (siehe Absatz 3.2).
⁽²⁾ Nichtzutreffendes streichen.

ANHANG II - ANLAGE I

3.2.5 Motorsaugrohreinspritzung

3.2.5.1 Einspritzverfahren: Zentraleinspritzung / Einzeleinspritzung ⁽¹⁾

3.2.5.2 Einspritzverfahren: kontinuierlich / simultan / sequentiell ⁽¹⁾

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 Nr. der Genehmigung gemäß **/***/EG:

3.2.5.4 Förderpumpe (falls erforderlich):

3.2.5.4.1 Marke(n):

3.2.5.4.2 Typ(en):

3.2.5.4.3 Nr. der Genehmigung gemäß **/***/EG:

3.2.5.5 Einspritzventil(e):

3.2.5.5.1 Marke(n):

3.2.5.5.2 Typ(en):

3.2.5.5.3 Nr. der Genehmigung gemäß **/***/EG:

3.2.6 Direkteinspritzung

3.2.6.1 Einspritzpumpe / Druckregler ⁽¹⁾

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 Nr. der Genehmigung gemäß **/***/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 ⁽²⁾ :

3.2.6.2.4 Nr. der Genehmigung gemäß **/***/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 ₄):	Basis:	Mol-%	min.	Mol-%	max.	Mol-%
Ethan (C ₂ H ₆):	Basis:	Mol-%	min.	Mol-%	max.	Mol-%
Propan (C ₃ H ₈):	Basis:	Mol-%	min.	Mol-%	max.	Mol-%
Butan (C ₄ H ₁₀):	Basis:	Mol-%	min.	Mol-%	max.	Mol-%

⁽¹⁾ Nichtzutreffendes streichen.

⁽²⁾ Bitte Toleranz angeben.

C5/C5+:	Basis:	Mol-%	min.	Mol-%	max.	Mol-%
Sauerstoff (O ₂):	Basis:	Mol-%	min.	Mol-%	max.	Mol-%
Inertgase (N ₂ , 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 Bezugsgrößen und/oder Einstellbereiche ⁽¹⁾:

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) ⁽¹⁾

5.2 Zündsteuergerät

5.2.1 Marke(n):

5.2.2 Typ(en):

5.3 Zündverstellkurve / -verstellkennfeld ⁽¹⁾⁽²⁾:

5.4 Zündzeitpunkt ⁽²⁾: Grad vor dem oberen Totpunkt min⁻¹ und einem Ansaugunterdruck 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 Typ(en):

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 ⁽³⁾, zuletzt geändert durch die Richtlinie 89/491/EWG ⁽⁴⁾, Anhang I, Nummer 5.1.1, für den Betrieb des Motors notwendig sind (Lüfter, Wasserpumpe usw.).

⁽¹⁾ Nichtzutreffendes streichen.

⁽²⁾ Bitte Toleranz angeben.

⁽³⁾ ABl. Nr. L 375 vom 31.12.1980, S. 46.

⁽⁴⁾ ABl. Nr. L 238 vom 15.8.1989, S. 43.

ANHANG II - ANLAGE 1

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.

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	Bei verschiedenen Motordrehzahlen aufgenommene Leistung (kW)						
	Leerlauf	Niedrige Drehzahl	Hohe Drehzahl	Drehzahl A ⁽¹⁾	Drehzahl B ⁽¹⁾	Drehzahl C ⁽¹⁾	Bezugs- drehzahl ⁽²⁾
P(a) Für den Betrieb des Motors notwendige Hilfseinrichtungen (von der gemessenen Motorleistung abzuziehen) siehe Nummer 6.1							
P(b) Für den Betrieb des Motors nicht notwendige Hilfseinrichtungen (zu der gemessenen Motorleistung hinzuzurechnen) siehe Nummer 6.2							

⁽¹⁾ ESC-Prüfung

⁽²⁾ Nur ETC-Prüfung

8 MOTORLEISTUNG

8.1 Motordrehzahlen⁽¹⁾

Niedrige Drehzahl (n_{lo}): min⁻¹

Hohe Drehzahl (n_{hi}): min⁻¹

für ESC- und ELR-Zyklen

Leerlauf: min⁻¹

Drehzahl A: min⁻¹

Drehzahl B: min⁻¹

Drehzahl C: min⁻¹

für ETC-Zyklus

Bezugsdrehzahl: min⁻¹

8.2 Motorleistung (gemessen entsprechend den Bestimmungen der Richtlinie 80/1269/EWG⁽²⁾, zuletzt geändert durch die Richtlinie 89/491/EWG⁽³⁾, in kW.

	Motordrehzahl				
	Leerlauf	Drehzahl A ⁽⁴⁾	Drehzahl B ⁽⁴⁾	Drehzahl C ⁽⁴⁾	Bezugsdrehzahl ⁽⁵⁾
P(m) Auf dem Prüfstand gemessene Leistung					
P(a) Leistungsaufnahme der Hilfseinrichtungen, die für die Prüfung angebracht werden (Nummer 6.1) - angebracht - nicht angebracht	0	0	0	0	0
P(b) Leistungsaufnahme der Hilfseinrichtungen, die für die Prüfung entfernt werden (Nummer 6.2) - angebracht - nicht angebracht	0	0	0	0	0
P(n) Motor-Nutzleistung = P(m) - P(a) + P(b)					

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

(1) Bitte Toleranz angeben: muß im Bereich von $\pm 3\%$ der vom Hersteller angegebenen Werte liegen
(2) ABl. Nr. L 375 vom 31.12.1980, S. 46
(3) ABl. Nr. L 238 vom 15.8.1989, S. 43
(4) ESC-Prüfung
(5) Nur ETC-Prüfung

ANHANG II - ANLAGE I

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.

ANHANG II - ANLAGE 2

ANHANG II - ANLAGE 2

WESENTLICHE MERKMALE DER MOTORENFAMILIE

1 GEMEINSAME KENNDATEN

- 1.1 Arbeitsweise:
- 1.2 Kühlmittel:
- 1.3 Anzahl der Zylinder⁽¹⁾:
- 1.4 Hubraum des einzelnen Zylinders:
- 1.5 Luftansaugmethode:
- 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⁽¹⁾:
 - Abgasrückführung⁽¹⁾:
 - Wassereinspritzung / Emulsion⁽¹⁾:
 - Lufteinblasung⁽¹⁾:
- 1.11 Abgas-Nachbehandlung⁽¹⁾:

Nachweis des gleichen (oder beim Stamm-Motor des niedrigsten) Verhältnisses: Systemkapazität / Kraftstoff-Fördermenge je Hub gemäß Schaubild(er) Nr.:

⁽¹⁾ "n.z." für "nicht zutreffend" angeben

ANHANG II - ANLAGE 2

2 AUFSTELLUNG DER MOTORENFAMILIE

2.1 Bezeichnung der Dieselmotorenfamilie:

2.1.1 Spezifikation von Motoren dieser Familie:

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

2.2 Bezeichnung der Gasmotorenfamilie:

2.2.1 Spezifikation von Motoren innerhalb dieser Familie:

					Stamm-Motor
Motorentyp					
Anzahl der Zylinder					
Nenndrehzahl (min^{-1})					
Kraftstofffördermenge je Hub (mg)					
Nennutzleistung (kW)					
Drehzahl bei maximalem Drehmoment (min^{-1})					
Kraftstofffördermenge je Hub (mm^3)					
Maximales Drehmoment (Nm)					
Niedrige Leerlaufdrehzahl (min^{-1})					
Zylinderhubraum (% des Stamm-Motors)					100
Zündzeitpunkt					
AGR-Durchsatz					
Luftpumpe ja / nein					
Luftpumpe, tatsächlicher Förderstrom					

ANHANG II - ANLAGE 3

HAUPTMERKMALE DES MOTORENTYPS
DIESER FAMILIE⁽¹⁾

1 BESCHREIBUNG DES MOTORS

- 1.1 Hersteller:
- 1.2 Baumusterbezeichnung des Herstellers:
- 1.3 Arbeitsverfahren: Viertakt / Zweitakt⁽²⁾
- 1.4 Anzahl und Anordnung der Zylinder:
- 1.4.1 Bohrung: mm
- 1.4.2 Hub: mm
- 1.4.3 Zündfolge:
- 1.5 Hubvolumen: cm³
- 1.6 Volumetrisches Verdichtungsverhältnis⁽³⁾:
- 1.7 Zeichnung(en) des Brennraums und des Kolbenbodens:
- 1.8 Mindestquerschnittsfläche der Einlaß- und Auslaßkanäle: cm²
- 1.9 Leerlaufdrehzahl: min⁻¹
- 1.10 Höchste Nutzleistung: kW bei min⁻¹
- 1.11 Höchste zulässige Motordrehzahl: min⁻¹
- 1.12 Maximales Nettodrehmoment: Nm bei min⁻¹
- 1.13 Verbrennungssystem: Kompressionszündung / Fremdzündung⁽²⁾
- 1.14 Kraftstoff: Diesel / LPG / NG - H / NG - L / NG - HL⁽²⁾
- 1.15 Kühlsystem
- 1.15.1 Flüssigkeitskühlung
- 1.15.1.1 Art der Flüssigkeit:
- 1.15.1.2 Kühlmittelpumpe(n): ja / nein⁽²⁾
- 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⁽²⁾
- 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 Motoraustritt: K
- 1.16.2 Luftkühlung: Bezugspunkt: K
Höchste Temperatur am Bezugspunkt: K
- 1.16.3 Höchste Luftaustrittstemperatur am Ansaug-Zwischenkühler (falls zutreffend): K

⁽¹⁾ Für jeden Motor der Familie einzureichen

⁽²⁾ Nichtzutreffendes streichen.

⁽³⁾ Bitte Toleranz angeben

ANHANG II - ANLAGE 3

- 1.16.4 Höchste Abgastemperatur an der Anschlußstelle zwischen Auspuffsammelrohr(en) und Abgaskrümmern bzw. Turbolader(n): K
- 1.16.5 Kraftstofftemperatur: mindestens K, höchstens K
bei Dieselmotoren an der Eintrittsöffnung der Einspritzpumpe, bei mit Erdgas betriebenen Gasmotoren 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⁽¹⁾
- 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⁽¹⁾
- 1.18 Ansaugsystem
Höchstzulässiger Ansaugunterdruck bei Motornenndrehzahl und Vollast gemäß den Beschreibungen und Betriebsbedingungen der Richtlinie 80/1269/EWG⁽²⁾, zuletzt geändert durch die Richtlinie 89/491/EWG⁽³⁾
.....kPa
- 1.19 Auspuffanlage
Höchstzulässiger Abgasgegendruck bei Motornenndrehzahl und Vollast gemäß den Beschreibungen und Betriebsbedingungen der Richtlinie 80/1269/EWG⁽²⁾, zuletzt geändert durch die Richtlinie 89/491/EWG⁽³⁾: kPa
Volumen der Auspuffanlage: cm³
- 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⁽¹⁾
- 2.2.1.1 Anzahl der Katalysatoren und Monolithen:
- 2.2.1.2 Abmessungen, Form und Volumen des Katalysators (der Katalysatoren):
- 2.2.1.3 Art der katalytischen Reaktion:
- 2.2.1.4 Gesamtbeschichtung mit Edelmetall:
- 2.2.1.5 Verhältnis der Edelmetalle:
- 2.2.1.6 Trägerkörper (Aufbau und Werkstoff):
- 2.2.1.7 Zellendichte:
- 2.2.1.8 Art des Katalysatorgehäuses:
- 2.2.1.9 Lage des Katalysators (der Katalysatoren) (Ort und Bezugsentfernung innerhalb der Abgasleitung):

⁽¹⁾ Nichtzutreffendes streichen

⁽²⁾ ABl. Nr. L 375 vom 31.12.1980, S. 46.

⁽³⁾ ABl. Nr. L 238 vom 15.8.1989, S. 43.

ANHANG II - ANLAGE 3

- 2.2.2 Sauerstoffsonde: ja / nein⁽¹⁾
- 2.2.2.1 Typ:
- 2.2.3 Lufteinblasung: ja / nein⁽¹⁾
- 2.2.3.1 Art (Selbstansaugung, Luftpumpe usw.):
- 2.2.4 Abgasrückführung: ja / nein⁽¹⁾
- 2.2.4.1 Kennwerte (Durchflußmenge usw.):
- 2.2.5 Partikelfilter: ja / nein⁽¹⁾:
- 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⁽¹⁾
- 2.2.6.1 Beschreibung und Wirkungsweise:

3 KRAFTSTOFFSYSTEM

- 3.1 Dieselmotoren
- 3.1.1 Kraftstoffpumpe
- Druck⁽²⁾: kPa oder Kennlinie⁽²⁾:
- 3.1.2 Einspritzaggregat
- 3.1.2.1 Pumpe
- 3.1.2.1.1 Marke(n):
- 3.1.2.1.2 Typ(en):
- 3.1.2.1.3 Einspritzmenge: mm³⁽²⁾ je Hub bzw. Takt bei einer Motordrehzahl von.....min⁻¹ bei
vollständiger Einspritzung oder Kennlinie⁽¹⁾⁽²⁾:
Angabe des angewandten Verfahrens: am Motor / auf dem Pumpenprüfstand⁽¹⁾
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⁽²⁾:
- 3.1.2.1.4.2 Statischer Zündzeitpunkt⁽²⁾:
- 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⁽²⁾

⁽¹⁾ Nichtzutreffendes streichen

⁽²⁾ Bitte Toleranz angeben

ANHANG II - ANLAGE 3

oder Kennlinie ⁽¹⁾⁽²⁾ :

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⁻¹

3.1.2.4.4 Höchste Drehzahl ohne Last: min⁻¹

3.1.2.4.5 Leerlaufdrehzahl: min⁻¹

3.1.3 Kaltstartsystem

3.1.3.1 Marke(n):

3.1.3.2 Typ(en):

3.1.3.3 Beschreibung:

3.1.3.4 Zusätzliche Starthilfe:

3.1.3.4.1 Marke:

3.1.3.4.2 Typ:

3.2. Mit Gas betriebene Motoren⁽³⁾

3.2.1. Kraftstoff: Erdgas / Flüssiggas⁽¹⁾

3.2.2 Druckregler bzw. Verdampfer / Druckregler⁽¹⁾

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 Nr. der Genehmigung gemäß **/EG:

3.2.3 Kraftstoffzufuhr: Mischer / Gaseinblasung / Flüssigkeitseinspritzung / Direkteinspritzung⁽¹⁾

3.2.3.1 Gemischregelung:

3.2.3.2 Beschreibung des Systems und/oder Diagramm und Zeichnungen:

3.2.3.3 Nr. der Genehmigung gemäß **/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 Nr. der Genehmigung gemäß **/EG:

3.2.5 Motorsaugrohreinspritzung

3.2.5.1 Einspritzverfahren: Zentraleinspritzung / Einzeleinspritzung⁽¹⁾

⁽¹⁾ Nichtzutreffendes streichen.

⁽²⁾ Bitte Toleranz angeben.

⁽³⁾ Bei in anderer Weise ausgelegten Systemen entsprechende Angaben vorlegen (siehe Absatz 3.2).

ANHANG II - ANLAGE 3

- 3.2.5.2 Einspritzverfahren : kontinuierlich / simultan / sequentiell ⁽¹⁾
- 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 Nr. der Genehmigung gemäß **/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 Nr. der Genehmigung gemäß **/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 Nr. der Genehmigung gemäß **/EG:
- 3.2.6 Direkteinspritzung
- 3.2.6.1 Einspritzpumpe / Druckregler ⁽¹⁾
- 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 Nr. der Genehmigung gemäß **/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 ⁽²⁾ :
- 3.2.6.2.4 Nr. der Genehmigung gemäß **/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 ₄): | Basis: | Mol-% | min. | Mol-% | max. | Mol-% |
| Ethan (C ₂ H ₆): | Basis: | Mol-% | min. | Mol-% | max. | Mol-% |
| Propan (C ₃ H ₈): | Basis: | Mol-% | min. | Mol-% | max. | Mol-% |
| Butan (C ₄ H ₁₀): | Basis: | Mol-% | min. | Mol-% | max. | Mol-% |
| C5/C5+: | Basis: | Mol-% | min. | Mol-% | max. | Mol-% |
| Sauerstoff (O ₂): | Basis: | Mol-% | min. | Mol-% | max. | Mol-% |

⁽¹⁾ Nichtzutreffendes streichen.

⁽²⁾ Bitte Toleranz angeben.

ANHANG II - ANLAGE 3

Inertgase (N₂, 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 ⁽¹⁾ :

5 **ZÜNDANLAGE (NUR MOTOREN MIT FREMDZÜNDUNG)**

5.1. *Art der Zündanlage:* gemeinsame Spule und Kerzen / einzelne Spule und Kerzen / Spule auf Kerze / andere
(näher angeben) ⁽¹⁾

5.2 Zündeinstellvorrichtung

5.2.1 Marke(n):

5.2.2 Typ(en):

5.3 Zündverstellkurve / -verstellkennfeld ⁽¹⁾⁽²⁾ :

5.4 Zündzeitpunkt ⁽²⁾ : Grad vor dem oberen
Totpunkt bei einer Drehzahl von min⁻¹ 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 Typ(en):

⁽¹⁾ Nichtzutreffendes streichen.

⁽²⁾ Bitte Toleranz angeben.

ANHANG II - 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:
.....cm³
- 3 Leistungsaufnahme durch die Hilfseinrichtungen, die gemäß den Beschreibungen und Betriebsbedingungen der Richtlinie 80/1269/EWG ⁽¹⁾ zuletzt geändert durch die Richtlinie 89/491/EWG ⁽²⁾, 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 ⁽³⁾	Drehzahl B ⁽³⁾	Drehzahl C ⁽³⁾	Bezugs- drehzahl ⁽⁴⁾
P(a) Für den Betrieb des Motors notwendige Hilfseinrichtungen (von der gemessenen Motorleistung abziehen) siehe Nummer 5.1							

⁽¹⁾ ABl. Nr. L 375 vom 31.12.1980, S. 46.

⁽²⁾ ABl. Nr. L 238 vom 15.8.1989, S. 43.

⁽³⁾ ESC-Prüfung

⁽⁴⁾ Nur ETC-Prüfung

ANHANG III

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 Belastungsschritten bei unterschiedlichen Drehzahlen, die Bestandteil einer Prüfprozedur sind und gleichzeitig durchgeführt werden;
- die ETC-Prüfung, bestehend aus einer Abfolge von instationären, je Sekunde wechselnden Phasen.

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 Ruß (nur bei Dieselmotoren im ELR-Prüfzyklus). Zusätzlich wird Kohlendioxid häufig als Tracer gas zur Bestimmung des Verdünnungsverhältnisses von Teilstrom- und Vollstromverdünnungssystemen genutzt. Nach der guten 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 abzuscheiden. 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⁽¹⁾ ausgewählten Prüfpunkten innerhalb des Kontrollbereichs das NO_x 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_x-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⁽¹⁾ 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⁾ Die Auswahl der Prüfpunkte erfolgt nach zugelassenen statistischen Zufälligkeitsverfahren

ANHANG III

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_x - und HC-Konzentration bestimmt. Die CO -, CO_2 - und NMHC-Konzentration läßt sich durch Integration des Analysatorsignals oder unter Verwendung einer Beutelprobe bestimmen. Bei Partikeln ist an geeigneten Filtern eine verhältnismäßige Probe abzuscheiden. 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_a (in kPa) sind zu messen, und die Kennzahl F ist nach folgender Formel zu berechnen:

(a) Bei Dieselmotoren:

Saugmotoren und mechanisch aufgeladene Motoren:

$$F = \left(\frac{99}{p_a} \right) * \left(\frac{T_a}{298} \right)^{0,7}$$

Turbo-aufgeladene Motoren mit oder ohne Ladeluftkühlung:

$$F = \left(\frac{99}{p_a} \right)^{0,7} * \left(\frac{T_a}{298} \right)^{1,5}$$

(b) bei Gasmotoren:

$$F = \left(\frac{99}{p_a} \right)^{1,2} * \left(\frac{T_a}{298} \right)^{0,6}$$

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 ± 5 K von der höchsten, in Anhang II, Anlage 1, Nummer 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 ± 5 K von der höchsten, in Anhang II,

ANHANG III

Anlage 1, Nummer 1.16.3 beschriebenen Ladelufttemperatur abweichen. Die Einstellung des Ladeluftkühlers zwecks Einhaltung der vorstehend genannten Bedingung ist für den gesamten Prüfzyklus anzuwenden.

2.3 Ansaugsystem des Motors

Es ist ein Motor-Ansaugsystem zu verwenden, dessen Lufteinlaßwiderstand höchstens ± 300 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 ± 650 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 ± 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, Nummer 3.4 und Anhang V, Nummer 2.2.1, EP und Nummer 2.3.1, EP genügen.

Ist der Motor mit einer Abgasnachbehandlungseinrichtung ausgestattet, muß der Durchmesser des Auspuffrohrs genauso groß sein wie in der Praxis wenigstens vier Rohrdurchmesser oberhalb des Einlasses am Beginn des die Nachbehandlungseinrichtung enthaltenden Ausdehnungsabschnitts. 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, Nummer 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, Nummer 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 ± 5 K (38 °C ± 5 °C) betragen.

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.

ANHANG III - ANLAGE 1

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 $P(n)$ laut Anhang II, Anlage 1, Nummer 8.2 zu bestimmen. Die höchste Motordrehzahl, die bei diesem Leistungswert auf der Leistungskurve eintritt, wird mit n_{hi} bezeichnet.

Die niedrige Drehzahl n_{lo} ist durch Berechnen von 50 % der angegebenen höchsten Nutzleistung $P(n)$ laut Anhang II, Anlage 1, Nummer 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:

$$\begin{aligned} \text{Drehzahl A} &= n_{lo} + 25 \% (n_{hi} - n_{lo}) \\ \text{Drehzahl B} &= n_{lo} + 50 \% (n_{hi} - n_{lo}) \\ \text{Drehzahl C} &= n_{lo} + 75 \% (n_{hi} - n_{lo}) \end{aligned}$$

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⁻¹-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, Nummer 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:

$$s = P(n) * \frac{L}{100} \quad \text{falls im Nettozustand geprüft}$$

$$s = P(n) * \frac{L}{100} + (P(a) - P(b)) \quad \text{falls nicht im Nettozustand geprüft}$$

Hierbei sind:

$$\begin{aligned} s &= \text{Einstellwert des Leistungsprüfstands, kW} \\ P(n) &= \text{Nutzleistung des Motors gemäß Anhang II, Anlage, Nummer 8.2 (kW)} \\ L &= \text{Teillast gemäß Nummer 2.7.1 (\%)} \end{aligned}$$

ANHANG III - ANLAGE 1

- P(a) = Leistungsaufnahme der Hilfseinrichtungen, die gemäß Anhang II, Anlage 1, Nummer 6.1 angebracht werden
P(b) = Leistungsaufnahme der Hilfseinrichtungen, die gemäß Anhang II, Anlage 1, Nummer 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 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 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 zu einem beliebigen Zeitpunkt 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 CO₂- bzw. NO_x-Konzentrationsmessung geregelt wird, ist der Gehalt der Verdünnungsluft zu Beginn und Ende jeder Prüfung zu messen. Die vor der Prüfung gemessene CO₂- bzw. NO_x-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 Nummer 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 Nummer 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 -gegendruck, 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 Nummer 2.7.2) erfüllt sein müssen.

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

ANHANG III - ANLAGE I

2.7.6 Prüfung auf NO_x innerhalb des Kontrollbereichs

Die Prüfung auf NO_x 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⁽¹⁾. Die Zeitdauer für jede Messung beträgt 2 Minuten.

Es wird das gleiche Meßverfahren angewendet wie bei der NO_x-Messung im Dreizehn-Phasen-Zyklus, und die Durchführung erfolgt gemäß den Nummern 2.7.3, 2.7.5 und 4.1 dieser Anlage sowie gemäß Anhang III, Anlage 4, Nummer 3.

Die Berechnung wird gemäß Nummer 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 Anbringungsvorschriften 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 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 % ± 1,0 % einzustellen. Bei Behinderung des Lichtweges bis zum Empfänger ist die Anzeige auf 100,0 % ± 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.

⁽¹⁾ Die Auswahl der Prüfpunkte erfolgt nach zugelassenen statistischen Zufälligkeitsverfahren

ANHANG III - ANLAGE I

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, Nummer 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 %⁽¹⁾ liegt. Während des Betriebs des Prüfmotors auf dem Prüfstand ist die nachstehend beschriebene Abfolge einzuhalten (siehe Abbildung 3).

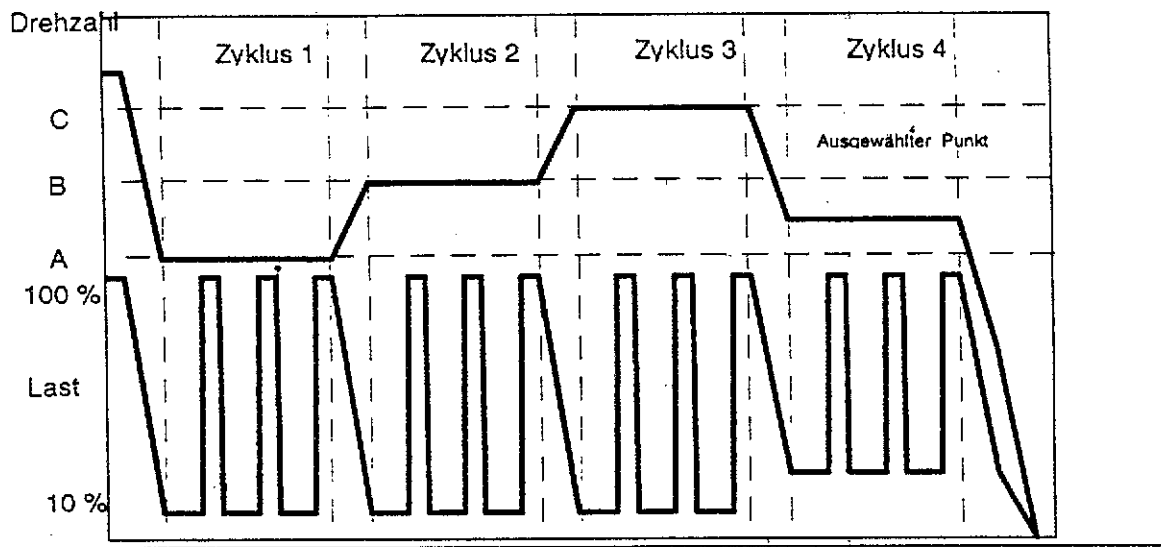


Abbildung 3 Abfolge einer ELR-Prüfung

- Der Motor ist $20 \text{ s} \pm 2 \text{ s}$ lang bei einer Motordrehzahl A und einem Teillastverhältnis von 10 % zu betreiben. Bei der Prüfdrehzahl müssen die vorgegebene Drehzahl auf $\pm 20 \text{ min}^{-1}$ und das angegebene Drehmoment auf $\pm 2 \%$ des maximalen Drehmoments 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.

ANHANG III - ANLAGE I

(i) 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 (entsprechend der Berechnung von SV_A , SV_B und SV_C gemäß Nummer 6.3.3 aus den drei aufeinanderfolgenden Belastungsschritten bei jeder Prüfdrehzahl) muß unter 15 % des Mittelwertes oder, sofern dieser niedriger ist, 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, Nummer 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.

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

Für das Rohabgas:

$$K_{w,r} = \left(1 - F_{FH} * \frac{G_{FUEL}}{G_{AIRD}} \right) - K_{w2}$$

und

$$F_{FH} = \frac{1,969}{\left(1 + \frac{G_{FUEL}}{G_{AIRW}} \right)}$$

Für das verdünnte Abgas:

$$K_{w,e,1} = \left(1 - \frac{HTCRAT * CO_2 \% \text{ (feucht)}}{200} \right) - K_{w1}$$

oder

$$K_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - K_{w1})}{1 + \frac{HTCRAT * CO_2 \% \text{ (trocken)}}{200}} \right)$$

ANHANG III - ANLAGE I

*Für die Verdünnungsluft**Für die Ansaugluft
(wenn anders als die Verdünnungsluft)*

$$K_{w,d} = 1 - K_{w1}$$

$$K_{w,a} = 1 - K_{w2}$$

$$K_{w1} = \frac{1,608 \cdot H_d}{1000 + (1,608 \cdot H_d)}$$

$$K_{w2} = \frac{1,608 \cdot H_a}{1000 + (1,608 \cdot H_a)}$$

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

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

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.

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

Hierbei bedeuten:

$A = 0,309 \cdot G_{FUEL}/G_{AIRD} - 0,0266$

$B = -0,209 \cdot G_{FUEL}/G_{AIRD} + 0,00954$

T_a = Lufttemperatur, K

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

wobei gilt:

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

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 $1,293 \text{ kg/m}^3$ bei 273 K (0°C) und $101,3 \text{ kPa}$ sind die Massendurchsätze der Emissionen für jede Prüfphase wie folgt zu berechnen:

$$(1) NO_{x, \text{mass}} = 0,001587 \cdot NO_{x, \text{conc}} \cdot K_{H,D} \cdot G_{EXHW}$$

$$(2) CO_{\text{mass}} = 0,000966 \cdot CO_{\text{conc}} \cdot G_{EXHW}$$

$$(3) HC_{\text{mass}} = 0,000479 \cdot HC_{\text{conc}} \cdot G_{EXHW}$$

ANHANG III - ANLAGE I

wobei $NO_{x\ conc}$, CO_{conc} und $HC_{conc}^{(1)}$ 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:

$$(1) NO_{x\ mass} = 0,001587 * NO_{x\ conc} * K_{H,D} * G_{TOTW}$$

$$(2) CO_{mass} = 0,000966 * CO_{conc} * G_{TOTW}$$

$$(3) HC_{mass} = 0,000479 * HC_{conc} * G_{TOTW}$$

wobei $NO_{x\ conc}$, CO_{conc} und $HC_{conc}^{(1)}$ die mittleren hintergrundkorrigierten Konzentrationen (ppm) jeder Phase im verdünnten Abgas gemäß Anhang III, Anlage 2, Nummer 4.3.1.1 bedeuten.

4.5 Berechnung der spezifischen Emissionen

Die Emissionen (g/kWh) sind für die einzelnen Bestandteile folgendermaßen zu berechnen:

$$NO_x = \frac{\sum NO_{x\ mass} * WF_i}{\sum P(n)_i * WF_i}$$

$$CO = \frac{\sum CO_{mass} * WF_i}{\sum P(n)_i * WF_i}$$

$$HC = \frac{\sum HC_{mass} * WF_i}{\sum P(n)_i * WF_i}$$

Bei der vorstehenden Berechnung werden die Wichtungsfaktoren (WF) gemäß Nummer 2.7.1 verwendet.

4.6 Berechnung der Kontrollbereichswerte

In bezug auf die drei gemäß Nummer 2.7.6 ausgewählten Prüfpunkte ist die NO_x -Emission zu messen, gemäß Nummer 4.6.1 zu berechnen und darüber hinaus durch Interpolation aus den Phasen des Prüfzyklus, die dem jeweiligen Prüfpunkt gemäß Nummer 4.6.2 am nächsten liegen, zu bestimmen. Anschließend werden die gemessenen Werte mit den interpolierten Werten gemäß Nummer 4.6.3 verglichen.

4.6.1 Berechnung der Spezifischen Emissionen

Die NO_x -Emission ist für jeden Prüfpunkt (Z) folgendermaßen zu berechnen:

$$NO_{x\ mass,Z} = 0,001587 * NO_{x\ conc,Z} * K_{H,D} * G_{EXHW}$$

$$NO_{x,Z} = NO_{x\ mass,Z} / P(n)_Z$$

4.6.2 Bestimmung des Emissionswertes aus dem Prüfzyklus

Die 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)

⁽¹⁾ Bezogen auf das C1-Äquivalent

⁽¹⁾ Bezogen auf das C1-Äquivalent

Teillastverhältnis (T) = Teillastverhältnis (U).

Die NO_x -Emission des ausgewählten Prüfpunkts Z ist wie folgt zu berechnen:

$$E_Z = E_{RS} + (E_{TU} - E_{RS}) \cdot (M_Z - M_{RS}) / (M_{TU} - M_{RS})$$

und:

$$E_{TU} = E_T + (E_U - E_T) \cdot (n_Z - n_{RT}) / (n_{SU} - n_{RT})$$

$$E_{RS} = E_R + (E_S - E_R) \cdot (n_Z - n_{RT}) / (n_{SU} - n_{RT})$$

$$M_{TU} = M_T + (M_U - M_T) \cdot (n_Z - n_{RT}) / (n_{SU} - n_{RT})$$

$$M_{RS} = M_R + (M_S - M_R) \cdot (n_Z - n_{RT}) / (n_{SU} - n_{RT})$$

Hierbei bedeuten:

E_R, E_S, E_T, E_U = spezifische NO_x -Emission der gemäß Nummer 4.6.1 berechneten einhüllenden Phasen

M_R, M_S, M_T, M_U = Motordrehmoment der einhüllenden Phasen

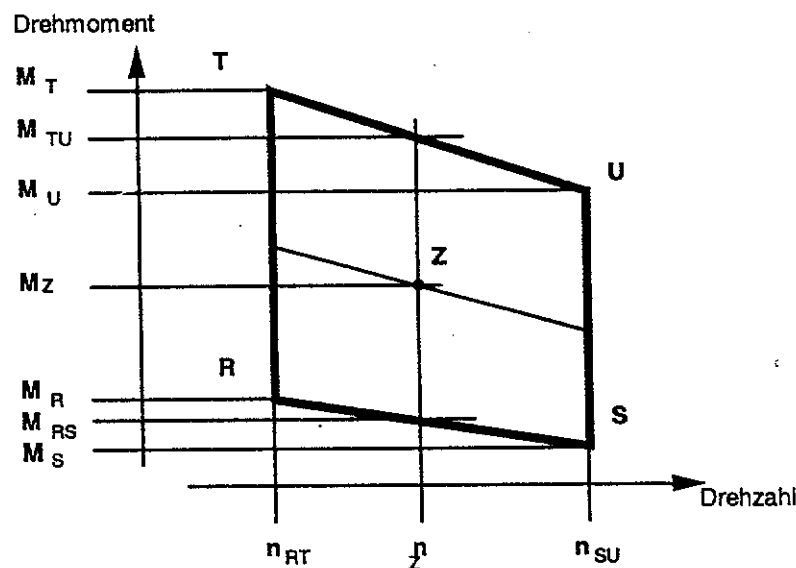


Abbildung 4 Interpolation des NO_x -Prüfpunkts

4.6.3 Vergleich der NO_x -Emissionswerte

Die gemessenen spezifischen NO_x -Emissionswerte des Prüfpunkts Z ($\text{NO}_{x,z}$) werden dem interpolierten Wert (E_Z) wie folgt gegenübergestellt:

$$\text{NO}_{x,\text{diff}} = 100 \cdot (\text{NO}_{x,z} - E_Z) / E_Z$$

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 Nummer 2.1 dieser Anlage) abzuziehen. Die Partikelmasse M_f ist die Summe der an den Haupt- und Nachfiltern abgeschiedenen Partikelmassen.

ANHANG III - ANLAGE I

Bei Anwendung einer Hintergrundkorrektur sind die Masse (M_{DL}) 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_{DL} 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_{EDFW} . Alle Berechnungen müssen auf den Mittelwerten der einzelnen Prüfphasen während der Probenahmedauer beruhen.

5.2.1 Isokinetische Systeme

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} * q_i$$

$$q_i = \frac{G_{DLW,i} + (G_{EXHW,i} * r)}{(G_{EXHW,i} * r)}$$

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 CO_2 - oder NO_x -Konzentration

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} * q_i$$

$$q_i = \frac{\text{conc}_{E,i} - \text{conc}_{A,i}}{\text{conc}_{D,i} - \text{conc}_{A,i}}$$

Hierbei bedeuten:

conc_E = Konzentration des feuchten Tracergases im unverdünnten Abgas
 conc_D = Konzentration des feuchten Tracergases im verdünnten Abgas
 conc_A = Konzentration des feuchten Tracergases in der Verdünnungsluft

Die auf trockener Basis gemessenen Konzentrationen sind gemäß Nummer 4.2 dieser Anlage in Feuchtwerte umzuwandeln.

5.2.3 Systeme mit CO_2 -Messung und Kohlenstoffbilanzmethode⁽¹⁾

$$G_{EDFW,i} = \frac{206,5 * G_{FUEL,i}}{CO_{2D,i} - CO_{2A,i}}$$

Hierbei bedeuten:

CO_{2D} = CO_2 -Konzentration des verdünnten Abgases
 CO_{2A} = CO_2 -Konzentration der Verdünnungsluft

(Konzentrationen in Vol.-%, feucht)

Diese Gleichung beruht auf der Annahme der Kohlenstoffbilanz (die dem Motor zugeführten Kohlenstoffatome werden als CO_2 freigesetzt) und wird in nachstehenden Schritten ermittelt:

⁽¹⁾ Der Wert ist nur gültig für den in Anhang IV beschriebenen Bezugskraftstoff

ANHANG III - ANLAGE 1

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} * q_i$$

und

$$q_i = \frac{206,5 * G_{FUEL,i}}{G_{EXHW,i} * (CO_{2D,i} - CO_{2A,i})}$$

5.2.4 Systeme mit Durchsatzmessung

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} * q_i$$

$$q_i = \frac{G_{TOTW,i}}{(G_{TOTW,i} - G_{DILW,i})}$$

5.3 Vollstromverdünnungssystem

Die in das Prüfprotokoll aufzunehmenden Ergebnisse der Prüfung der Partikelemissionen werden in folgenden Schritten ermittelt. Alle Berechnungen 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:

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{M_{SAM}} * \frac{\overline{G_{EDFW}}}{1000}$$

Hierbei gilt:

$$\overline{G_{EDFW}} = \sum_{i=1}^{i=n} G_{EDFW,i} * WF_i$$

$$M_{SAM} = \sum_{i=1}^{i=n} M_{SAM,i}$$

$i = 1, \dots, n$

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:

$$PT_{mass} = \left[\frac{M_f}{M_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} * \left(\sum_{i=1}^{i=n} \left(1 - \frac{1}{DF_i} \right) * WF_i \right) \right) \right] * \frac{\overline{G_{EDFW}}}{1000}$$

Wird mehr als eine Messung durchgeführt, so ist (M_d/M_{DIL}) durch $(\overline{M_d} / \overline{M_{DIL}})$ zu ersetzen.

$DF_i = 13,4 / (\text{concCO}_2 + (\text{concCO} + \text{concHC}) * 10^{-4})$ für die einzelnen Phasen
oder,

$DF_i = 13,4 / \text{concCO}_2$ für die einzelnen Phasen

ANHANG III - ANLAGE I

5.5 Berechnung der spezifischen Emissionen

Die Partikelemissionen sind folgendermaßen zu berechnen:

$$\overline{PT} = \frac{PT_{\text{mass}}}{\sum P(n)_i * WF_i}$$

5.6 Effektiver Wichtungsfaktor

Der effektive Wichtungsfaktor WF_{Ei} ist für jede Prüfphase folgendermaßen zu berechnen:

$$WF_{Ei} = \frac{M_{SAM,i} * \overline{G_{EDFW}}}{M_{SAM} * G_{EDFW,i}}$$

Der Wert der effektiven Wichtungsfaktoren darf von den Werten der in Nummer 2.7.1 aufgeführten Wichtungsfaktoren um höchstens $\pm 0,003$ ($\pm 0,005$ für die Leerlaufphase) abweichen.

6 BERECHNUNG DER RUSSWERTE

6.1 Bessel-Algorithmus

Der Bessel-Algorithmus ist für die Berechnung des 1-s-Mittelwertes der momentanen, gemäß Nummer 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 Nummer 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, Nummer 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 $< 0,01s$ (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 an f_c bis $t_{90} - t_{10} \approx t_F$ durchzuführen. Die erste Iteration an f_c erfolgt nach folgender Formel:

$$f_c = \pi / (10 * t_F)$$

Die Bessel-Konstanten E und K werden mittels folgender Gleichungen berechnet:

$$E = \frac{1}{1 + \Omega * \sqrt{3 * D} + D * \Omega^2}$$

$$K = 2 * E * (D * \Omega^2 - 1) - 1$$

ANHANG III - ANLAGE 1

Hierin bedeuten:

$$D = 0,618034$$

$$\Delta t = 1 / \text{Abtastfrequenz}$$

$$\Omega = 1 / [\tan(\pi * \Delta t * f_c)]$$

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:

$$Y_i = Y_{i-1} + E * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + K * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

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:

$$|(t_{90} - t_{10}) - t_F| \leq 0,01 * t_F$$

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 τ wie folgt in den Lichtabsorptionskoeffizienten K umzurechnen:

$$k = -\frac{1}{L_A} * \ln\left(1 - \frac{N}{100}\right)$$

und

$$N = 100 - \tau$$

Hierbei bedeuten:

$$k = \text{Lichtabsorptionskoeffizient, m}^{-1}$$

$$L_A = \text{effektive optische Weglänge nach Angaben des Instrumentenherstellers, m}$$

$$N = \text{Trübung, \%}$$

$$\tau = \text{Transmissionsgrad, \%}$$

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 Nummer 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 Nummer 6.1.2 auf die Momentrußkurve (k-Wert) anzuwenden:

$$Y_i = Y_{i-1} + E * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + K * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

ANHANG III - ANLAGE I

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 jeden Belastungsschritt der drei Drehzahlen A, B und C ist aus den einzelnen Y_i -Werten der jeweiligen Rußkurve der 1-s-Höchstwert $Y_{\max}$ auszuwählen.

6.3.3 **Endergebnis**

Die mittleren Rauchwerte (SV) aus jedem Zyklus (Prüfdrehzahl) sind folgendermaßen zu berechnen:

Bei Prüfdrehzahl A:

$$SV_A = (Y_{\max 1,A} + Y_{\max 2,A} + Y_{\max 3,A}) / 3$$

Bei Prüfdrehzahl B:

$$SV_B = (Y_{\max 1,B} + Y_{\max 2,B} + Y_{\max 3,B}) / 3$$

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 jedem der drei Belastungsschritte

Der Endwert berechnet sich wie folgt:

$$SV = (0,43 * SV_A) + (0,56 * SV_B) + (0,01 * SV_C)$$

ANHANG III - ANLAGE 2

ANHANG III - ANLAGE 2

ETC-PRÜFZYKLUS

1 MOTORABBILDUNGSVERFAHREN

1.1 Bestimmung des Abbildungsdrehzahlbereichs

Zur Einrichtung des ETC in der Prüfzelle muß der Motor vor dem Prüfzyklus abgebildet werden, um die Drehzahl-Drehmoment-Kurve zu bestimmen. Die niedrigste und die höchste Abbildungsdrehzahl ist wie folgt definiert:

Niedrigste Abbildungsdrehzahl = Leerlaufdrehzahl

Höchste Abbildungsdrehzahl = $n_{hi} * 1,02$ oder, sofern niedriger, die Drehzahl, bei der das Vollastdrehmoment auf Null sinkt

1.2 Erstellen der Motorleistungsabbildung

Der Motor ist bei Höchstleistung warmzufahren, um die Motorkennziffern entsprechend den Herstellerempfehlungen und der guten Ingenieurpraxis zu stabilisieren. Wenn der Motor stabilisiert ist, wird die Motorleistungsabbildung wie folgt erstellt:

- a) Der Motor wird entlastet und bei Leerlaufdrehzahl betrieben.
- b) Der Motor ist bei Vollasteinstellung der Einspritzpumpe mit niedrigster Abbildungsdrehzahl zu betreiben.
- c) 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.

1.3 Erzeugung der Abbildungskurve

Alle gemäß Nummer 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 Nummer 2 für die Umrechnung der normierten Drehmomentwerte des Motorzyklus in tatsächliche Drehmomentwerte für den Prüfzyklus.

1.4 Andere Abbildungsverfahren

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 Abweichungen 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

ANHANG III - ANLAGE 2

- an dem Motor mechanische Veränderungen oder Nachkalibrierungen vorgenommen wurden, die sich möglicherweise auf die Motorleistung auswirken.

2 EINRICHTUNG 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:

$$\text{Tatsächliche Drehzahl} = \% \frac{\text{Drehzahl (Bezugsdrehzahl - Leerlaufdrehzahl)}}{100} + \text{Leerlaufdrehzahl}$$

Die Bezugsdrehzahl (n_{ref}) entspricht den im Ablaufplan für den Motorprüfstand (siehe Anlage 3) spezifizierten 100-%-Drehzahlwerten. Sie ist folgendermaßen definiert (siehe Abbildung 1, Anhang I):

$$n_{ref} = n_{lo} + 95 \% * (n_{hi} - n_{lo})$$

worin n_{hi} und n_{lo} entweder nach Anhang I, Nummer 2 spezifiziert sind oder nach Anhang III, Anlage 1, Nummer 1.1 ermittelt werden.

2.2 Tatsächliches Drehmoment

Das Drehmoment wird bei der jeweiligen Drehzahl auf das höchste Drehmoment normiert. Anhand der gemäß Nummer 1.3 bestimmten Abbildungskurve sind die Drehmomentwerte des Bezugszyklus wie folgt zu entnormieren:

$$\text{Tatsächliches Drehmoment} = \frac{\text{Drehmomentanteil in \%} * \text{höchstes Drehmoment}}{100} \text{ für die jeweilige}$$

tatsächliche Drehzahl gemäß Nummer 2.1.

Zur Einrichtung des Bezugszyklus müssen die negativen Drehmomentwerte der Motorantriebspunkte ("m") entnormierte Werte aufnehmen, 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 zu betreiben, und lineare Interpolation zwischen diesen beiden Punkten.

2.3 Beispiel eines Entnormierungsverfahrens

Es folgt ein Beispiel, bei dem der folgende Prüfpunkt entnormiert werden soll:

$$\begin{array}{ll} \text{Drehzahl} & = 43 \% \\ \text{Drehmoment} & = 82 \% \end{array}$$

Es gelten folgende Werte:

$$\begin{array}{ll} \text{Bezugsdrehzahl} & = 2200 \text{ min}^{-1} \\ \text{Leerlaufdrehzahl} & = 600 \text{ min}^{-1} \end{array}$$

Daraus folgt

$$\text{tatsächliche Drehzahl} = \frac{43 \cdot (2200 - 600)}{100} + 600 = 1288 \text{ min}^{-1}$$

$$\text{tatsächliches Drehmoment} = \frac{82 \cdot 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

wobei das in der Abbildungskurve beobachtete höchste Drehmoment bei 1288 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 10 % 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 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 Nummer 2 dieses Anhangs dargestellten Prüfzyklus durchgeführt werden. Die Motordrehzahl- und Drehmomentführungssollwerte sind bei mindestens 5 Hz (empfohlen 10 Hz) auszugeben. Rückführmotordrehzahl 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 Rückführwerte von Drehzahl und Drehmoment des Motorprüfstands.

HC und NO_x 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, CO₂, NMHC und CH₄. 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-Filterbelastung 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 Systemantwortzeiten 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 Kalibriergases neu zu überprüfen. Für die Gültigkeit der Prüfung muß die Differenz zwischen den Ergebnissen vor und nach der Prüfung weniger als 2 % des Kalibriergaswertes 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 Rückführwerten und den Bezugszykluswerten kann die gesamte Motordrehzahl- und -drehmomentrückführsignalfolge zeitlich nach vorn oder hinten (bezogen auf die Bezugsdrehzahl und -drehmomentfolge) verschoben werden. Bei einer Verschiebung der Rückführsignale müssen auch Drehzahl und Drehmoment um den gleichen Umfang und in die gleiche Richtung verschoben werden.

3.9.2 *Berechnung der Zyklusarbeit*

Die tatsächliche Zyklusarbeit W_{act} (kWh) ist unter Verwendung jeweils eines Paares von aufgezeichneten Motordrehzahl- und -drehmomentrückführwerten zu berechnen. Dies erfolgt im Anschluß an jede aufgetretene Verschiebung von Rückführdaten, sofern diese Option gewählt wurde. Die tatsächliche Zyklusarbeit W_{act} wird für den Vergleich mit der Bezugszyklusarbeit W_{ref} sowie zum Berechnen der bremsspezifischen Emissionen (siehe Nummern 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 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_{act} muß zwischen -15 % und + 5 % von W_{ref} liegen.

3.9.3 *Validierungsstatistik für den Prüfzyklus*

Für Drehzahl, Drehmoment und Leistung sind lineare Regressionen von Rückführwerten auf die Bezugswerte auszuführen. Dies erfolgt im Anschluß an jede aufgetretene Rückführdatenverschiebung, sofern diese Option gewählt wurde. Es ist die Fehlerquadratmethode anzuwenden, wobei sich am besten eine Gleichung der folgenden Form eignet:

ANHANG III - ANLAGE 2

$$y = mx + b$$

Hierbei bedeuten:

- y = (tatsächlicher) Rückführwert von Drehzahl (min^{-1}), Drehmoment (Nm) oder Leistung (kW)
- m = Steigung der Regressionsgeraden
- x = Bezugswert von Drehzahl (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 Rückführwerte 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.

Tabelle 6 Zulässige Abweichung der Regressionsgeraden

	Drehzahl	Drehmoment	Leistung
Standardabweichung vom Schätzwert (SE) von Y über X	max. 100 min^{-1}	max. 13 % des höchsten Motordrehmoments entsprechend Leistungsabbildung	max. 8 % der höchsten Motorleistung entsprechend Leistungsabbildung
Steigung der Regressionsgeraden, m	0,95 bis 1,03	0,83 bis 1,03	0,89 bis 1,03
Bestimmungskoeffizient, r^2	min. 0,9700	min. 0,8800	min. 0,9100
Y-Achsabschnitt der Regressionsgeraden, b	$\pm 50 \text{ min}^{-1}$	$\pm 20 \text{ Nm}$ oder, falls größer, $\pm 2 \%$ des höchsten Drehmoments	$\pm 4 \text{ kW}$ oder, falls größer, $\pm 2 \%$ der höchsten Leistung

Punkstreichungen aus den Regressionsanalysen sind wie in Tabelle 7 angegeben zulässig.

Tabelle 7 Zulässige Punkstreichungen aus der Regressionsanalyse

Bedingung	Zu streichende Punkte
Vollast- und Drehmomentrückführung < Drehmomentbezug	Drehmoment und/oder Leistung
Keine Last, kein Leerlaufpunkt und Drehmomentrückführung > Drehmomentbezug	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, Nummer 2). Wird die Temperatur des verdünnten Abgases über den Zyklus mittels eines Wärmeaustauschers konstant gehalten ($\pm 6 \text{ K}$ bei PDP-CVS, $\pm 11 \text{ K}$ bei CFV-CVS, siehe Anhang V, Nummer 2.3), sind die folgenden Formeln anzuwenden.

Für das PDP-CVS-System:

$$M_{\text{TOTW}} = 1,293 * V_0 * N_F * (p_B - p_i) * 273 / (101,3 * T)$$

Hierin bedeuten:

ANHANG III - ANLAGE 2

M_{TOTW}	=	Masse des verdünnten Abgases auf feuchter Basis über den gesamten Zyklus, kg
V_0	=	Volumen je Pumpenumdrehung unter Prüfbedingungen, m ³ /rev
N_P	=	Pumpen-Gesamtumdrehungszahl je Prüfung
p_B	=	atmosphärischer Druck in der Prüfzelle, 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:

$$M_{TOTW} = 1,293 \cdot t \cdot K_v \cdot p_A / T^{0.5}$$

Hierin bedeuten:

M_{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:

$$M_{TOTW,i} = 1,293 \cdot V_0 \cdot N_{P,i} \cdot (p_B - p_1) \cdot 273 / (101,3 \cdot T)$$

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:

$$M_{TOTW,i} = 1,293 \cdot \Delta t_i \cdot K_v \cdot p_A / T^{0.5}$$

Hierin bedeuten:

$M_{TOTW,i}$	=	momentane Masse des verdünnten Abgases auf feuchter Basis, kg
Δt_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:

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 - 0,0182 \cdot (H_a - 10,71)}$$

ANHANG III - ANLAGE 2

(b) Für Gasmotoren:

$$K_{H,G} = \frac{1}{1 - 0,0329 * (H_a - 10,71)}$$

Hierin bedeuten:

H_a = Feuchtigkeit der Ansaugluft, Wasser je kg Trockenluft

wobei gilt:

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

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) $NO_{x, mass}$	=	$0,001587 * NO_{x, conc} * K_{H,D} * M_{TOTW}$	(Dieselmotoren)
(2) $NO_{x, mass}$	=	$0,001587 * NO_{x, conc} * K_{H,G} * M_{TOTW}$	(Gasmotoren)
(3) CO_{mass}	=	$0,000966 * CO_{conc} * M_{TOTW}$	
(4) HC_{mass}	=	$0,000479 * HC_{conc} * M_{TOTW}$	(Dieselmotoren)
(5) HC_{mass}	=	$0,000502 * HC_{conc} * M_{TOTW}$	(LPG-Motoren)
(6) $NMHC_{mass}$	=	$0,000516 * NMHC_{conc} * M_{TOTW}$	(NG-Motoren)
(7) CH_4_{mass}	=	$0,000552 * CH_4_{conc} * M_{TOTW}$	(NG-Motoren)

Hierin bedeuten:

$NO_{x, conc}, CO_{conc}, HC_{conc}^{(1)}, NMHC_{conc}$	=	mittlere hintergrundkorrigierte Konzentrationen über den gesamten Zyklus aus Integration (für NO_x und HC obligatorisch) oder Beutelmessung, ppm
M_{TOTW}	=	Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den gesamten Zyklus gemäß Nummer 4.1, kg
$K_{H,D}$	=	Feuchtigkeitskorrekturfaktor für Dieselmotoren gemäß Nummer 4.2
$K_{H,G}$	=	Feuchtigkeitskorrekturfaktor für Gasmotoren gemäß Nummer 4.2

Auf trockener Basis gemessene Konzentrationen sind gemäß Anhang III, Anlage 1, Nummer 4.2 in einen feuchten Bezugzustand umzurechnen.

Die Bestimmung von $NMHC_{conc}$ ist abhängig von der verwendeten Methode (siehe Anhang III, Anlage 4, Nummer 3.3.4). In beiden Fällen ist die CH_4 -Konzentration zu bestimmen und von der HC-Konzentration wie folgt abzuziehen:

⁽¹⁾ Bezogen auf das CI-Äquivalent

(a) GC-Methode

$$\text{NMHC}_{\text{conc}} = \text{HC}_{\text{conc}} - \text{CH}_4_{\text{conc}}$$

(b) NMC-Methode

$$\text{NMHC}_{\text{conc}} = \frac{\text{HC(ohne Cutter)} * (1 - \text{CE}_M) - \text{HC(mit Cutter)}}{\text{CE}_E - \text{CE}_M}$$

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 _M	=	Methan-Wirkungsgrad gemäß Anhang III, Anlage 5, Nummer 1.8.4.1.
CE _E	=	Ethan-Wirkungsgrad gemäß Anhang III, Anlage 5, Nummer 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.

$$\text{conc} = \text{conc}_e - \text{conc}_d * (1 - (1/\text{DF}))$$

Hierin bedeuten:

conc	=	Konzentration des jeweiligen Schadstoffs im verdünnten Abgas, korrigiert um die Menge des in der Verdünnungsluft enthaltenen jeweiligen Schadstoffs, ppm
conc _e	=	Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen im verdünnten Abgas, ppm
conc _d	=	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

$$\text{DF} = \frac{F_s}{\text{CO}_{2\text{conc}} + (\text{HC}_{\text{conc}} + \text{CO}_{\text{conc}}) * 10^{-4}}$$

(b) für mit NG betriebene Gasmotoren

$$\text{DF} = \frac{F_s}{\text{CO}_{2\text{conc}} + (\text{NMHC}_{\text{conc}} + \text{CO}_{\text{conc}}) * 10^{-4}}$$

Hierbei bedeuten:

CO _{2,conc}	=	CO ₂ -Konzentration im verdünnten Abgas, Vol.-%
HC _{conc}	=	HC-Konzentration im verdünnten Abgas, ppm C1
NMHC _{conc}	=	NMHC-Konzentration im verdünnten Abgas, ppm C1
CO _{conc}	=	CO-Konzentration im verdünnten Abgas, ppm
F _s	=	stöchiometrische Faktoren

Auf trockener Basis gemessene Konzentrationen sind gemäß Anhang III, Anlage 1, Nummer 4.2 in einen feuchten Bezugzustand umzurechnen..

Der stöchiometrische Faktor berechnet sich wie folgt:

$$F_s = \frac{100 \cdot x}{x + \frac{y}{2} + 3,76 \cdot \left(x + \frac{y}{4}\right)}$$

Hierin bedeuten:

$$x, y = \text{Kraftstoffzusammensetzung } C_xH_y$$

Ist die Kraftstoffzusammensetzung unbekannt, können alternativ folgende stöchiometrische Faktoren verwendet werden:

$$\begin{aligned} F_s (\text{Diesel}) &= 13,4 \\ F_s (\text{LPG}) &= 11,6 \\ F_s (\text{NG}) &= 9,5 \end{aligned}$$

4.3.2 Systeme mit Durchflußmengenkompensation

Bei Systemen ohne Wärmeaustauscher ist die Masse der Schadstoffe (g/Prüfung) durch Berechnen der momentanen Massemissionen 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:

$$\begin{aligned} (1) \text{NO}_{x_{\text{mass}}} &= \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} \times \text{NO}_{x_{\text{conce}},i} \times 0.001587 \times K_{H,D}) - (M_{\text{TOTW}} \times \text{NO}_{x_{\text{concd}}} \times (1-1/DF) \times 0.001587 \times K_{H,D}) \\ &\quad \text{(Dieselmotoren)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (2) \text{NO}_{x_{\text{mass}}} &= \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} \times \text{NO}_{x_{\text{conce}},i} \times 0.001587 \times K_{H,G}) - (M_{\text{TOTW}} \times \text{NO}_{x_{\text{concd}}} \times (1-1/DF) \times 0.001587 \times K_{H,G}) \\ &\quad \text{(Gasmotoren)} \end{aligned}$$

$$(3) \text{CO}_{\text{mass}} = \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} \times \text{CO}_{\text{conce},i} \times 0.000966) - (M_{\text{TOTW}} \times \text{CO}_{\text{concd}} \times (1-1/DF) \times 0.000966)$$

$$\begin{aligned} (4) \text{HC}_{\text{mass}} &= \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} \times \text{HC}_{\text{conce},i} \times 0.000479) - (M_{\text{TOTW}} \times \text{HC}_{\text{concd}} \times (1-1/DF) \times 0.000479) \\ &\quad \text{(Dieselmotoren)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (5) \text{HC}_{\text{mass}} &= \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} \times \text{HC}_{\text{conce},i} \times 0.000502) - (M_{\text{TOTW}} \times \text{HC}_{\text{concd}} \times (1-1/DF) \times 0.000502) \\ &\quad \text{(LPG-Motoren)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (6) \text{NMHC}_{\text{mass}} &= \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} \times \text{NMHC}_{\text{conce},i} \times 0.000516) - (M_{\text{TOTW}} \times \text{NMHC}_{\text{concd}} \times (1-1/DF) \times 0.000516) \\ &\quad \text{(NG-Motoren)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (7) \text{CH}_{4_{\text{mass}}} &= \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} \times \text{CH}_{4_{\text{conce},i}} \times 0.000552) - (M_{\text{TOTW}} \times \text{CH}_{4_{\text{concd}}} \times (1-1/DF) \times 0.000552) \\ &\quad \text{(NG-Motoren)} \end{aligned}$$

Hierin bedeuten:

ANHANG III - ANLAGE 2

conc _e	=	Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen im verdünnten Abgas, ppm
conc _d	=	Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen in der Verdünnungsluft, ppm
M _{TOTW,i}	=	momentane Masse des verdünnten Abgases (siehe Nummer 4.1), kg
M _{TOTW}	=	Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den gesamten Zyklus (siehe Nummer 4.1), kg
K _{H,D}	=	Feuchtigkeitskorrekturfaktor für Dieselmotoren gemäß Nummer 4.2
K _{H,G}	=	Feuchtigkeitskorrekturfaktor für Gasmotoren gemäß Nummer 4.2
DF	=	Verdünnungsfaktor gemäß 4.3.1.1

4.4 Berechnung der spezifischen Emissionen

Die Emissionen (g/kWh) sind für die einzelnen Bestandteile folgendermaßen zu berechnen:

$\overline{NO_x} = NO_{x\ mass} / W_{act}$	(Diesel- und Gasmotoren)
$\overline{CO} = CO_{\ mass} / W_{act}$	(Diesel- und Gasmotoren)
$\overline{HC} = HC_{\ mass} / W_{act}$	(Diesel- und mit LPG betriebene Motoren)
$\overline{NMHC} = NMHC_{\ mass} / W_{act}$	(mit NG betriebene Motoren)
$\overline{CH_4} = CH_{4\ mass} / W_{act}$	(mit NG betriebene Motoren)

Hierbei bedeutet:

W_{act} = tatsächliche Zyklusarbeit gemäß Nummer 3.9.2, kWh

5 BERECHNUNG DER PARTIKELEMISSIONEN (NUR FÜR DIESELMOTOREN)

5.1 Berechnung des Massendurchflusses

Die Partikelmasse (g/Prüfung) berechnet sich wie folgt:

$$PT_{\ mass} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \cdot \frac{M_{TOTW}}{1000}$$

Hierbei bedeuten:

M_f	=	über den Zyklus abgeschiedene Partikelprobenahmemasse, mg
M_{TOTW}	=	Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den gesamten Zyklus gemäß Nummer 4.1, kg
M_{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.

$$M_{SAM} = M_{TOT} - M_{SEC}$$

Hierin bedeuten:

M_{TOT}	=	Masse des durch Partikelfilter geleiteten doppelt verdünnten Abgases, kg
M_{SEC}	=	Masse der Sekundärverdünnungsluft, kg

Erfolgt die Bestimmung des Partikelhintergrunds der Verdünnungsluft nach Nummer 3.4, kann die Partikelmasse hintergrundkorrigiert werden. In diesem Falle ist die Partikelmasse (g/Prüfung) folgendermaßen zu berechnen:

$$PT_{\text{mass}} = \left[\frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} - \left(\frac{M_d}{M_{\text{DIL}}} * \left(1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \right) \right] * \frac{M_{\text{TOTW}}}{1000}$$

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:

$$\overline{PT} = PT_{\text{mass}} / W_{\text{act}}$$

Hierin bedeutet:

W_{act} = tatsächliche Zyklusarbeit gemäß Nummer 3.9.2, kWh

ANHANG III - ANLAGE 3

ANHANG III - ANLAGE 3

ETC-Ablaufplan für den Motorleistungsprüfstand

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.	Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.	Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1	0	0	52	0	0	103	0	0
2	0	0	53	0	0	104	0	0
3	0	0	54	0	0	105	0	0
4	0	0	55	0	0	106	0	0
5	0	0	56	0	0	107	0	0
6	0	0	57	0	0	108	11,6	14,8
7	0	0	58	0	0	109	0	0
8	0	0	59	0	0	110	27,2	74,8
9	0	0	60	0	0	111	17	76,9
10	0	0	61	0	0	112	36	78
11	0	0	62	25,5	11,1	113	59,7	86
12	0	0	63	28,5	20,9	114	80,8	17,9
13	0	0	64	32	73,9	115	49,7	0
14	0	0	65	4	82,3	116	65,6	86
15	0	0	66	34,5	80,4	117	78,6	72,2
16	0,1	1,5	67	64,1	86	118	64,9	"m"
17	23,1	21,5	68	58	0	119	44,3	"m"
18	12,6	28,5	69	50,3	83,4	120	51,4	83,4
19	21,8	71	70	66,4	99,1	121	58,1	97
20	19,7	76,8	71	81,4	99,6	122	69,3	99,3
21	54,6	80,9	72	88,7	73,4	123	72	20,8
22	71,3	4,9	73	52,5	0	124	72,1	"m"
23	55,9	18,1	74	46,4	58,5	125	65,3	"m"
24	72	85,4	75	48,6	90,9	126	64	"m"
25	86,7	61,8	76	55,2	99,4	127	59,7	"m"
26	51,7	0	77	62,3	99	128	52,8	"m"
27	53,4	48,9	78	68,4	91,5	129	45,9	"m"
28	34,2	87,6	79	74,5	73,7	130	38,7	"m"
29	45,5	92,7	80	38	0	131	32,4	"m"
30	54,6	99,5	81	41,8	89,6	132	27	"m"
31	64,5	96,8	82	47,1	99,2	133	21,7	"m"
32	71,7	85,4	83	52,5	99,8	134	19,1	0,4
33	79,4	54,8	84	56,9	80,8	135	34,7	14
34	89,7	99,4	85	58,3	11,8	136	16,4	48,6
35	57,4	0	86	56,2	"m"	137	0	11,2
36	59,7	30,6	87	52	"m"	138	1,2	2,1
37	90,1	"m"	88	43,3	"m"	139	30,1	19,3
38	82,9	"m"	89	36,1	"m"	140	30	73,9
39	51,3	"m"	90	27,6	"m"	141	54,4	74,4
40	28,5	"m"	91	21,1	"m"	142	77,2	55,6
41	29,3	"m"	92	8	0	143	58,1	0
42	26,7	"m"	93	0	0	144	45	82,1
43	20,4	"m"	94	0	0	145	68,7	98,1
44	14,1	0	95	0	0	146	85,7	67,2
45	6,5	0	96	0	0	147	60,2	0
46	0	0	97	0	0	148	59,4	98
47	0	0	98	0	0	149	72,7	99,6
48	0	0	99	0	0	150	79,9	45
49	0	0	100	0	0	151	44,3	0
50	0	0	101	0	0	152	41,5	84,4
51	0	0	102	0	0	153	56,2	98,2

ANHANG III - ANLAGE 3

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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"

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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

ANHANG III - ANLAGE 3

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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

ANHANG III - ANLAGE 3

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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"

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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

ANHANG III - ANLAGE 3

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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

Zeit	Norm.	Norm.
s	Drehz.	Drehm.
s	%	%
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

Zeit	Norm.	Norm.
s	Drehz.	Drehm.
s	%	%
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"

Zeit	Norm.	Norm.
s	Drehz.	Drehm.
s	%	%
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"

ANHANG III - ANLAGE 3

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.	Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.	Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1072	41	"m"	1123	55	"m"	1174	56,9	"m"
1073	39,9	"m"	1124	53,7	"m"	1175	56,4	4
1074	39,9	38,2	1125	52,1	"m"	1176	57	23,4
1075	40,1	48,1	1126	51,1	"m"	1177	56,4	41,7
1076	39,9	48	1127	49,7	25,8	1178	57	49,2
1077	39,4	59,3	1128	49,1	46,1	1179	57,7	56,6
1078	43,8	19,8	1129	48,7	46,9	1180	58,6	56,6
1079	52,9	0	1130	48,2	46,7	1181	58,9	64
1080	52,8	88,9	1131	48	70	1182	59,4	68,2
1081	53,4	99,5	1132	48	70	1183	58,8	71,4
1082	54,7	99,3	1133	47,2	67,6	1184	60,1	71,3
1083	56,3	99,1	1134	47,3	67,6	1185	60,6	79,1
1084	57,5	99	1135	46,6	74,7	1186	60,7	83,3
1085	59	98,9	1136	47,4	13	1187	60,7	77,1
1086	59,8	98,9	1137	46,3	"m"	1188	60	73,5
1087	60,1	98,9	1138	45,4	"m"	1189	60,2	55,5
1088	61,8	48,3	1139	45,5	24,8	1190	59,7	54,4
1089	61,8	55,6	1140	44,8	73,8	1191	59,8	73,3
1090	61,7	59,8	1141	46,6	99	1192	59,8	77,9
1091	62	55,6	1142	46,3	98,9	1193	59,8	73,9
1092	62,3	29,6	1143	48,5	99,4	1194	60	76,5
1093	62	19,3	1144	49,9	99,7	1195	59,5	82,3
1094	61,3	7,9	1145	49,1	99,5	1196	59,9	82,8
1095	61,1	19,2	1146	49,1	99,5	1197	59,8	65,8
1096	61,2	43	1147	51	100	1198	59	48,6
1097	61,1	59,7	1148	51,5	99,9	1199	58,9	62,2
1098	61,1	98,8	1149	50,9	100	1200	59,1	70,4
1099	61,3	98,8	1150	51,6	99,9	1201	58,9	62,1
1100	61,3	26,6	1151	52,1	99,7	1202	58,4	67,4
1101	60,4	"m"	1152	50,9	100	1203	58,7	58,9
1102	58,8	"m"	1153	52,2	99,7	1204	58,3	57,7
1103	57,7	"m"	1154	51,5	98,3	1205	57,5	57,8
1104	56	"m"	1155	51,5	47,2	1206	57,2	57,6
1105	54,7	"m"	1156	50,8	78,4	1207	57,1	42,6
1106	53,3	"m"	1157	50,3	83	1208	57	70,1
1107	52,6	23,2	1158	50,3	31,7	1209	56,4	59,6
1108	53,4	84,2	1159	49,3	31,3	1210	56,7	39
1109	53,9	99,4	1160	48,8	21,5	1211	55,9	68,1
1110	54,9	99,3	1161	47,8	59,4	1212	56,3	79,1
1111	55,8	99,2	1162	48,1	77,1	1213	56,7	89,7
1112	57,1	99	1163	48,4	87,6	1214	56	89,4
1113	56,5	99,1	1164	49,6	87,5	1215	56	93,1
1114	58,9	98,9	1165	51	81,4	1216	56,4	93,1
1115	58,7	98,9	1166	51,6	66,7	1217	56,7	94,4
1116	59,8	98,9	1167	53,3	63,2	1218	56,9	94,8
1117	61	98,8	1168	55,2	62	1219	57	94,1
1118	60,7	19,2	1169	55,7	43,9	1220	57,7	94,3
1119	59,4	"m"	1170	56,4	30,7	1221	57,5	93,7
1120	57,9	"m"	1171	56,8	23,4	1222	58,4	93,2
1121	57,6	"m"	1172	57	"m"	1223	58,7	93,2
1122	56,3	"m"	1173	57,6	"m"	1224	58,2	93,7

Zeit	Norm.	Norm.
s	Drehz.	Drehm.
s	%	%
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

Zeit	Norm.	Norm.
s	Drehz.	Drehm.
s	%	%
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

Zeit	Norm.	Norm.
s	Drehz.	Drehm.
s	%	%
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

ANHANG III - ANLAGE 3

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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"

Zeit	Norm.	Norm.
s	Drehz.	Drehm.
s	%	%
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

Zeit	Norm.	Norm.
s	Drehz.	Drehm.
s	%	%
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

Zeit	Norm.	Norm.
s	Drehz.	Drehm.
s	%	%
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

ANHANG III - ANLAGE 3

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehm.
s	%	%
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.

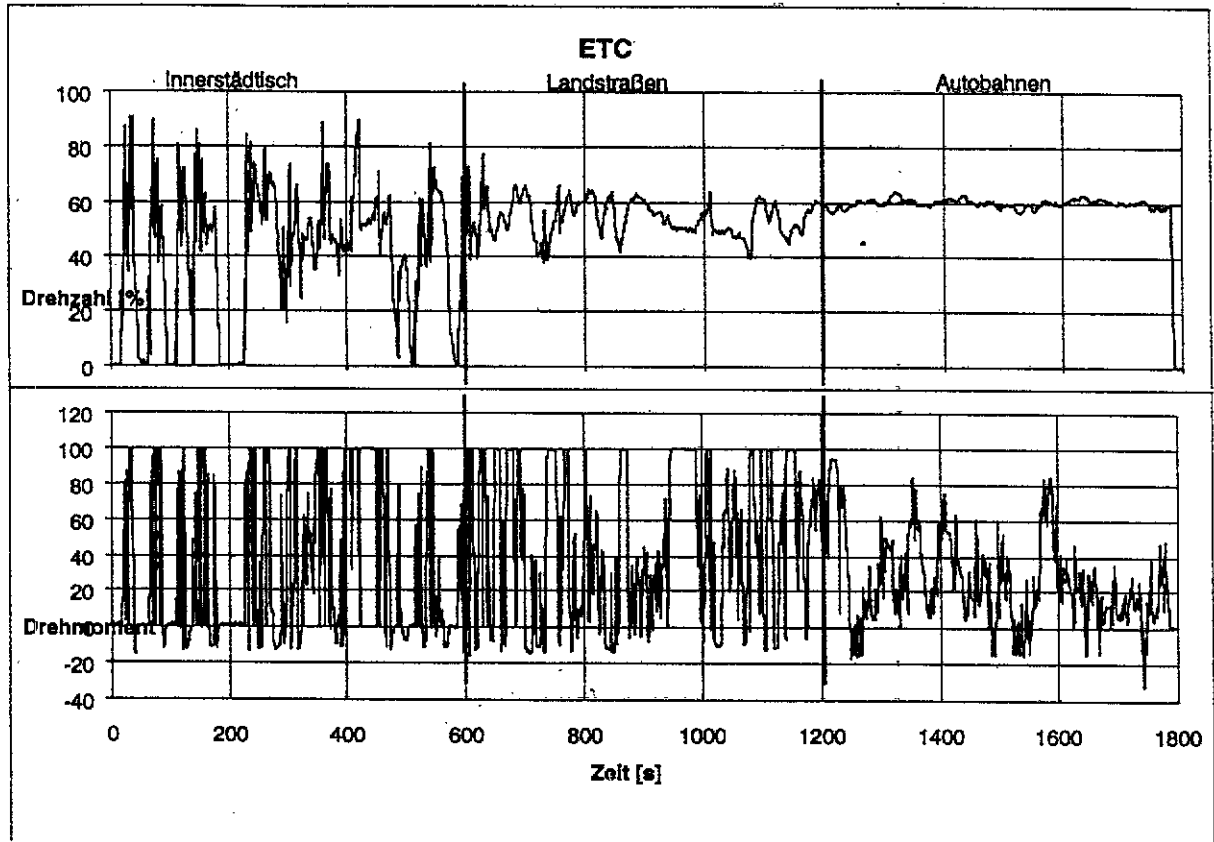


Abbildung 5 ETC-Ablaufplan für den Leistungsprüfstand

ANHANG III - ANLAGE 4

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 (Nummer 1) und der empfohlenen Partikelverdünnungs- und -probenahmesysteme (Nummer 2) sowie der empfohlenen Trübungsmesser für die Rauchgasmessung (Nummer 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 Nummer 6.2 in Anhang I 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 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 $\pm 6 \%$ 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 $\leq 600 \text{ K}$ (327°C)	$\pm 2 \text{ K}$ absolut
Temperaturen $> 600 \text{ K}$ (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

ANHANG III - ANLAGE 4

2.3 Abgasdurchsatz

Zur Berechnung der Emissionen im Rohabgas muß der Abgasdurchsatz bekannt sein (siehe Nummer 4.4, Anlage 1). Der Abgasdurchsatz ist nach einer der folgenden beiden Methoden zu ermitteln:

- (a) direkte Messung des Abgasdurchsatzes durch eine Durchflußdüse oder ein gleichwertiges Meßsystem;
- (b) Messung des Luftdurchsatzes und des Kraftstoffdurchsatzes mittels geeigneter Meßsysteme und Berechnung des Abgasdurchsatzes nach folgender Gleichung:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} + G_{FUEL} \quad (\text{für feuchte Abgasmasse})$$

Die Anzeigegenauigkeit bei der Bestimmung des Abgasdurchsatzes muß mindestens $\pm 2,5 \%$ betragen.

2.4 Durchsatz des verdünnten Abgases

Zur Berechnung der Emissionen im verdünnten Abgas mit Hilfe eines Vollstromverdünnungssystems (beim ETC Vorschrift) muß der Durchsatz des verdünnten Abgases bekannt sein (siehe Nummer 4.3, Anlage 2). 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, Nummer 2.3.1) zu messen. Die Anzeigegenauigkeit muß mindestens $\pm 2 \%$ betragen und ist entsprechend den Bestimmungen von Anhang III, Anlage 5, Nummer 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 (Nummer 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, Nummer 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, Nummer 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 ± 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.

ANHANG III - ANLAGE 4

3.1.4 ***Nullpunktdrift***

Die Nullpunktdrift während eines Zeitraums von einer Stunde muß weniger als 2 % des Skalenendwerts beim niedrigsten verwendeten Bereich betragen. Der Nullpunkt 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 Kalibrierungsschlag und Nullpunkt definiert. Der Meßbereichskalibrierungsschlag 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 Nummern 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-(CO₂)-Analyse***

Der Kohlendioxidanalysator muß ein nichtdispersiver Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) sein.

3.3.3 ***Kohlenwasserstoff-(HC)-Analyse***

Bei Dieselmotoren und LPG-betriebenen Gasmotoren 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 Gasmotoren kann der Kohlenwasserstoffanalysator in Abhängigkeit von der verwendeten Methode ein nichtbeheizter Flammenionisationsdetektor (FID) sein (siehe Anhang V, Nummer 1.3).

3.3.4 ***Nichtmethan-Kohlenwasserstoff-(NMHC)-Analyse (nur für NG-betriebene Gasmotoren)***

Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe sind nach einer der beiden folgenden Methoden zu bestimmen:

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 Nummer 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 Nummer 3.3.3, indem das Methan von den Kohlenstoffen subtrahiert wird.

ANHANG III - ANLAGE 4

3.3.5 *Stickoxid- (NO_x)-Analyse*

Der Stickoxidanalysator muß ein Chemilumineszenzdetektor (CLD) oder beheizter Chemilumineszenzdetektor (HCLD) mit einem NO₂/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, Nummer 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 Abgastemperatur 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 Pflicht, beim ESC wahlfrei)*

Das Auspuffrohr zwischen dem Motor und dem Vollstromverdünnungssystem muß den Bestimmungen von Anhang V, Nummer 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_x ist diese Methode Vorschrift.

4 **PARTIKELBESTIMMUNG**

Die Bestimmung der Partikel erfordert ein Verdünnungssystem. Die Verdünnung kann mit einem Teilstrom- (nur ESC) oder Vollstromverdünnungssystem (beim ETC Vorschrift) 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 $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ ($25 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$) 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

ANHANG III - ANLAGE 4

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, Nummer 2.2). Die Partikel-Probenahmesonde muß in der Nähe der Probenahmesonde für die gasförmigen Emissionen sowie entsprechend Nummer 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 Nummer 4.1.3). Beim ESC 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 $0,3 \mu\text{m}$ DOP (Dioctylphthalat) bei einer Anströmgeschwindigkeit des Gases zwischen 35 und 80 cm/s mindestens 95 % betragen.

4.1.2 Filtergröße

Die Partikelfilter müssen einen Mindestdurchmesser von 47 mm haben (37 mm wirksamer Durchmesser). Filter mit größerem Durchmesser sind zulässig (Nummer 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 wirksamen 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 $0,5 \text{ mg/l}$ 075 mm^2 wirksamer Filterbereich. Die Werte für die gebräuchlichsten Filtergrößen sind in Tabelle 9 enthalten.

Tabelle 2 Empfohlene Filterbeladung

Filterdurchmesser (mm)	Empfohlener Durchmesser des wirksamen Filterbereichs (mm)	Empfohlene minimale Filterbeladung (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 $295 \text{ K} \pm 3 \text{ K}$ ($22 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$) zu halten. Die Luftfeuchtigkeit ist auf einem Taupunkt von $282,5 \text{ K} \pm 3 \text{ K}$ ($9,5 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$) 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 Nummer 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 (Nummer 4.1.5) ändert, sind alle Probenahmefilter zu entfernen, und die Abgasemissionsprüfung ist zu wiederholen.

Wenn die in Nummer 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.

4.2.4 Vermeidung elektrostatischer Reaktionen

Zur Vermeidung elektrostatischer Reaktionen sind die Filter vor dem Wiegen zu neutralisieren, so beispielsweise durch einen Poloniumneutralisator oder ein Gerät mit ähnlicher Wirkung.

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 keine Verbindung eingeht; es muß zur Vermeidung elektrostatischer Reaktionen geerdet sein.

5 RAUCHGASMESSUNG

Im folgenden Abschnitt werden die Spezifikationen für die vorgeschriebenen und die fakultativ einsetzbaren Prüfgeräte beschrieben, die für den ELR-Test zu verwenden sind. Zur Rauchgasmessung 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.

ANHANG III - ANLAGE 4

5.1 Allgemeine Vorschriften

Beim ELR 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, Nummer 3 entspricht;
- eine Datenverarbeitungseinheit, die die in Anhang III, Anlage 1, Nummer 6 beschriebenen Funktionen ausführen kann;
- einen Drucker und/oder ein elektronisches Speichermedium zur Aufzeichnung und Ausgabe der benötigten Rauchwerte nach Anhang III, Anlage 1, Nummer 6.3.

5.2 Spezifische Vorschriften

5.2.1 Linearität

Die Linearität muß ± 2 % Trübung betragen.

5.2.2 Nullpunktdrift

Die Nullpunktdrift während eines Zeitraums von einer Stunde darf ± 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⁻¹ Lichtabsorptionskoeffizient und die Anzeigegenauigkeit 0,01 m⁻¹ 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.

ANHANG III - ANLAGE 5

ANHANG III - ANLAGE 5

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, Nummer 3 sowie Anhang V, Nummer 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 Verschmutzung.
Folgende Gase müssen verfügbar sein:

Gereinigter Stickstoff
(Verschmutzung ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, ≤ 0.1 ppm NO)

Gereinigter Sauerstoff
(Reinheitsgrad > 99.5 Vol.-% O₂)

Wasserstoff-Helium-Gemisch
(40 ± 2 % Wasserstoff, Rest Helium)
(Verschmutzung ≤ 1 ppm C1, ≤ 400 ppm CO₂)

Gereinigte synthetische Luft
(Verschmutzung ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, ≤ 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:

C₃H₈ und gereinigte synthetische Luft (siehe Nummer 1.2.1);
CO und gereinigter Stickstoff;
NO_x und gereinigter Stickstoff (die in diesem Kalibriergas enthaltene NO₂-Menge darf 5 % des NO-Gehalts nicht übersteigen);
CO₂ und gereinigter Stickstoff
CH₄ und gereinigte synthetische Luft.
C₂H₆ und gereinigte synthetische Luft

Anmerkung: Andere Gaskombinationen sind zulässig, sofern die Gase nicht miteinander reagieren.

Die tatsächliche Konzentration eines Kalibriergases muß innerhalb von ± 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 N₂ oder gereinigter synthetischer Luft gewonnen werden. Die Mischvorrichtung muß so ausgelegt sein, daß die Konzentrationen der Kalibriergasgemische mit einer Genauigkeit von ± 2 % bestimmt werden können.

ANHANG III - ANLAGE 5

1.3 Anwendung der Analyse- und Probenahmegeräte

Für die Anwendung der Analysegeräte sind die Anweisungen der Gerätehersteller für die Inbetriebnahme und den Betrieb zu beachten. Die in den Nummern 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 Schrittzänderung 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 Probeentnahme sein.

1.5.2 Aufheizzeit

Die Aufheizzeit richtet sich nach den Empfehlungen des Herstellers. Sind dazu keine Angaben vorhanden, so wird für das Beheizen 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 (Nummer 1.8.1).

1.5.4 Kalibrierung

Jeder bei normalem Betrieb verwendete Meßbereich ist zu kalibrieren.

Die CO-, CO₂-, NO_x-, CH- und O₂-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.

ANHANG III - ANLAGE 5

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.

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 Nummer 1.5.5 zu ermitteln.

1.7 Prüfung der Wirksamkeit des NO_x-Konverters

Der Wirkungsgrad des Konverters, der zur Umwandlung von NO₂ in NO verwendet wird, ist wie in den Nummern 1.7.1 bis 1.7.8 (Abbildung 6) angegeben zu bestimmen.

1.7.1 Prüfanordnung

Der Wirkungsgrad des Konverters kann mit Hilfe eines Ozongenerators entsprechend der in Abbildung 6 (siehe auch Anhang III, Anlage 4, Nummer 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 NO₂-Konzentration des Gasgemischs muß weniger als 5 % der NO-Konzentration betragen) zu kalibrieren. Der NO_x-Analysator muß auf den NO-Betriebszustand eingestellt sein, so daß das Kalibriergas nicht durch den Konverter strömt. Die angezeigte Konzentration ist aufzuzeichnen.

1.7.3 **Berechnung**

Der Wirkungsgrad des NO_x-Konverters wird wie folgt berechnet:

$$\text{Wirkungsgrad (\%)} = \left(1 + \frac{a - b}{c - d} \right) * 100$$

Hierbei bedeuten:

- a: NO_x-Konzentration nach Nummer 1.7.6
- b: NO_x-Konzentration nach Nummer 1.7.7
- c: NO-Konzentration nach Nummer 1.7.4
- d: NO-Konzentration nach Nummer 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 Nummer 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 Nummer 1.7.2 zurückgeht. Die angezeigte Konzentration d ist aufzuzeichnen. (Der Analysator befindet sich im NO-Betriebszustand.)

1.7.6 **NO_x-Betriebszustand**

Der NO-Analysator wird dann auf den NO_x-Betriebszustand umgeschaltet, wodurch das Gasgemisch (bestehend aus NO, NO₂, O₂ und N₂) nun durch den Konverter strömt. Die angezeigte Konzentration a ist aufzuzeichnen. (Der Analysator befindet sich im NO_x-Betriebszustand.)

1.7.7 **Ausschalten des Ozongenerators**

Danach wird der Ozongenerator ausgeschaltet. Das Gasgemisch nach Nummer 1.7.6 strömt durch den Konverter in den Meßteil. Die angezeigte Konzentration b ist aufzuzeichnen. (Der Analysator befindet sich im NO_x-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 NO_x-Wert darf dann von dem nach Nummer 1.7.2 gemessenen Wert um höchstens ± 5 % abweichen. (Der Analysator befindet sich im NO-Betriebszustand.)

1.7.9 **Prüfabstände**

Der Wirkungsgrad des Konverters ist vor jeder Kalibrierung des 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 Nummer 1.7.5 bewirken, so ist der größte Bereich zu verwenden, mit dem der Rückgang bewirkt werden kann.

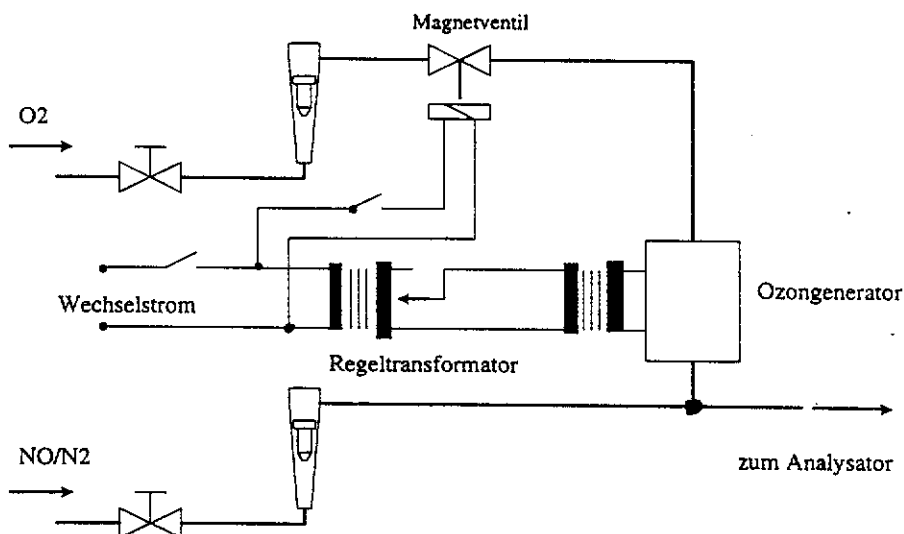


Abbildung 6 Schematische Darstellung des Gerätes zur Bestimmung des Wirkungsgrades des NO₂-Konverters

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 ± 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 Nummer 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 ± 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 $0,90 \leq R_f \leq 1,1$

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 Nummer 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, Nummer 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:

$$CE_M = 1 - \frac{\text{conc}_w}{\text{conc}_w / 0}$$

Hierbei bedeuten:

conc_w : HC-Konzentration bei Durchfluß von CH_4 durch den NMC
 $\text{conc}_{w/0}$: HC-Konzentration bei Umleitung von 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:

$$CE_E = 1 - \frac{\text{conc}_w}{\text{conc}_{w/0}}$$

Hierbei bedeuten:

conc_w : HC-Konzentration Durchfluß von C_2H_6 durch den NMC
 $\text{conc}_{w/0}$: HC-Konzentration bei Umleitung von C_2H_6 um den NMC

1.9 *Querempfindlichkeiten bei CO -, CO_2 - und 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

ANHANG III - ANLAGE 5

gemessenen Gases verbreitert, und bei CLD-Geräten, indem das beeinträchtigende Gas die Strahlung unterdrückt. Die Prüfungen der Querempfindlichkeit nach den Nummern 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 CO₂ können die Leistung des CO-Analysators beeinträchtigen. Daher läßt man ein bei der Prüfung verwendetes CO₂-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_x-Analysator*

Zwei Gase, die bei CLD- (und HCLD-) Analysatoren besonderer Berücksichtigung bedürfen, sind CO₂ 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 CO₂-Querempfindlichkeit

Ein CO₂-Kalibriergas mit einer Konzentration von 80 bis 100 % des Skalenendwerts des maximalen Meßbereichs ist durch den NDIR-Analysator zu leiten und der CO₂-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 CO₂-Wert und der NO-Wert als B bzw. C aufzuzeichnen sind. Das CO₂ 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:

$$\% \text{Querempfindlichkeit} = \left[1 - \left(\frac{(C * A)}{(D * A) - (D * B)} \right) \right] * 100$$

Hierbei bedeuten

- A: die mit dem NDIR gemessene Konzentration des unverdünnten CO₂ in %
- B: die mit dem NDIR gemessene Konzentration des verdünnten CO₂ 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 CO₂- 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 (in %) des Gemischs ist wie folgt zu berechnen:

$$H = 100 * (G/E)$$

Die erwartete Konzentration (De) des verdünnten NO-Kalibriergases (in Wasserdampf) (De) ist wie folgt zu berechnen:

$$De = D * (1 - H/100)$$

Bei Dieselabgasen ist die maximale bei der Prüfung erwartete Wasserdampfkonzentration im Abgas (Hm, in %) anhand der Konzentration des unverdünnten CO₂-Kalibriergases (A, wie in Nummer 1.9.2.1 gemessen) - ausgehend von einem Atomverhältnis H/C des Kraftstoffs von 1,8 zu 1 - wie folgt zu schätzen:

$$Hm = 0,9 * A$$

Die Wasserdampf-Querempfindlichkeit, die nicht größer als 3 % sein darf, ist wie folgt zu berechnen:

$$\% \text{ Querempfindlichkeit} = 100 * ((De - C) / De) * (Hm / H)$$

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 NO₂-Konzentration aufweist, da die Absorption von NO₂ 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 Nummer 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 Flügelraddurchflußmesser.

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 m³/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_a) an jeder Drosselstelle (mindestens 6 Drosselstellen) wird nach den Angaben des Herstellers aus den Meßwerten des Durchflußmessers in m³/min ermittelt. Die Luftdurchflußmenge wird dann

auf den Pumpendurchsatz (V_0) in m^3 je Umdrehung bei absoluter Temperatur und absolutem Druck am Pumpeneinlaß umgerechnet:

$$V_0 = \frac{Q_s}{n} \cdot \frac{T}{273} \cdot \frac{101,3}{p_A}$$

Hierbei bedeuten:

- Q_s : Luftdurchflußmenge bei Normzustand (101,3 kPa, 273 K), m^3/s
 T : Temperatur am Pumpeneinlaß, K
 p_A : absoluter Druck am Pumpeneinlaß ($p_B - p_I$), kPa
 n : Pumpendrehzahl, 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:

$$X_0 = \frac{1}{n} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_P}{p_P}}$$

Hierbei bedeuten:

- Δp_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:

$$V_0 = D_0 - m \cdot (X_0)$$

D_0 und m sind die Konstanten für die Stufung und die Achsabschnitte (Ordinaten).

Hat das CVS-System mehrere Betriebsgeschwindigkeiten, so muß für jede 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 (Nummer 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:

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

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^3/min ermittelt. Der Kalibrierkoeffizient ist anhand der Kalibrierdaten für jede Drosselstelle wie folgt zu berechnen:

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

Hierbei bedeuten:

- Q_s : Luftdurchflußmenge bei Normzustand (101,3 kPa, 273 K), m^3/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, Nummer 4.3. berechnet, allerdings ist anstelle von 0,000479 für HC bei Propan ein Faktor von 0,000472 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 $\pm 0,01 \text{ g}$ 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 PARTIKELMESSSYSTEMS

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, Nummer 4 und Anhang V, Nummer 2 anzuwendende Kalibrierverfahren ist in diesem Abschnitt beschrieben.

ANHANG III - ANLAGE 5

3.2 **Messung des Durchsatzes**

Die Kalibrierung der Gasdurchsatzmesser oder Durchflußmengenmeßgeräte muß auf nationale und/oder internationale Normen zurückzuführen sein. Die Anzeigegenauigkeit 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, Nummer 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, Nummer 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 RAUCHGASMESSUNG**

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, Nummer 5 sowie Anhang V, Nummer 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 Spülluftsysteem 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 Linearitätsreaktion**

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, Nummer 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 Nummer 4.2.2 zu kalibrieren.

ANHANG IV

TECHNISCHE DATEN DES BEZUGSKRAFTSTOFFS FÜR DIE PRÜFUNGEN ZUR GENEHMIGUNG UND
FÜR DIE NACHPRÜFUNG DER ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION

1 DIESELKRAFTSTOFF ⁽⁶⁾

	Einheit	Grenzwerte ⁽¹⁾		Prüfmethode ⁽²⁾
		Mindestwert	Höchstwert	
Cetanzahl ⁽³⁾		52	54	ISO 5165
Dichte bei 15 °C	kg/m ³	833	837	ISO 3675
Siedeverlauf ⁽⁴⁾ :				
- 50 %-Absatz	°C	245		ISO 3405
- 95 %-Absatz	°C	345	350	ISO 3405
- Siedeende	°C	---	370	ISO 3405
Flammpunkt	°C	55	---	ASTM D 93
CFPP	°C	---	-5	EN 116
Viskosität bei 40 °C	mm ² /s	2,5	3,5	ASTM D 445
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	Massen-%	3,0	6,0	pr IP 391
Schwefelgehalt	Massen-%	---	0,03	ISO 8754
Kupferstreifenkorrosion		---	1	ASTM D 130
Conradsonzahl (bei 10 % Rückstand)	Massen-%	---	0,2	ASTM D 189
Aschegehalt	Massen-%	---	0,01	ASTM D 482
Wassergehalt	Massen-%	---	0,05	ASTM D 95/D 1744
Neutralisationszahl (starke Säure)	KOH/g	---	0,20	
Oxidationsbeständigkeit ⁽⁵⁾	mg/100 ml	---	2,5	ASTM D 2274

- (1) Die in der Vorschrift angegebenen Werte sind „tatsächliche Werte“. Bei der Festlegung ihrer Grenzwerte wurden die Bestimmungen von ISO 4259 „Mineralölerzeugnisse - Bestimmung und Anwendung der Prüffehler für Prüfverfahren“ angewendet, bei der Festlegung eines Mindestwertes wurde eine Mindestdifferenz von 2R über Null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Höchst- und Mindestwertes beträgt die Mindestdifferenz 4R (R = Reproduzierbarkeit). Unbeschadet dieser statistischen Zwecken dienenden Messung sollte sich der Hersteller des Kraftstoffs trotzdem bemühen, dort, wo ein Höchstwert von 2R vereinbart ist, einen Nullwert zu erreichen, und dort, wo Ober- und Untergrenzen angegeben sind, einen Mittelwert zu erreichen. Falls Zweifel bestehen, ob ein Kraftstoff die vorgeschriebenen Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen von ISO 4259.
- (2) Gleichwertige ISO-Verfahren werden übernommen, sobald sie für alle oben angegebenen Eigenschaften veröffentlicht sind.
- (3) Der Cetanzahlbereich entspricht nicht der vorgeschriebenen Mindestanforderung von 4R. Bei Streitigkeiten zwischen Kraftstofflieferanten und Verbrauchern dürfen zur Herbeiführung einer Lösung die Bestimmungen von ISO 4259 angewendet werden, sofern hinreichend vielen Wiederholungsmessungen zur Erzielung der erforderlichen Präzision der Vorzug vor Einzelbestimmungen gegeben wird.
- (4) Die genannten Zahlen geben die insgesamt verdampften Mengen an (prozentualer zurückgewonnener Anteil plus prozentualer Verlustanteil).
- (5) Auch bei überprüfter Oxidationsbeständigkeit ist die Lagerbeständigkeit vermutlich begrenzt. Hinsichtlich der Lagerbedingungen und der Lagerfähigkeit sind Informationen vom Lieferanten anzufordern.
- (6) 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 = $(46,423 - 8,792d^2 + 3,170d) (1 - (x + y + s)) + 9,420s - 2,499x$

ANHANG IV

Hierbei bedeuten:

- d = Dichte bei 15 °C
 x = Wassergehalt in Gewichts-% (%/100)
 y = Aschegehalt in Gewichts-% (%/100)
 s = Schwefelgehalt in Gewichts-% (%/100).

2 ERDGAS (NG)

Handelsübliche europäische Kraftstoffe sind in zwei Gasgruppen erhältlich:

- Gasgruppe H, deren jeweilige Extremwerte die Bezugskraftstoffe G₂₀ und G₂₃ verkörpern;
- Gasgruppe L, deren jeweilige Extremwerte die Bezugskraftstoffe G₂₃ und G₂₅ verkörpern

Die Eigenschaften der Bezugskraftstoffe G₂₀, G₂₃ und G₂₅ sind im folgenden zusammengefaßt:

Bezugskraftstoff G₂₀

Merkmal	Einheit	Basis	Grenzwert		Prüfverfahren
			Min.	Max.	
<i>Zusammensetzung:</i>					
Methan		100	99	100	
Rest	Mol-%	-	-	1	ISO 6974
[Inertgase und C ₂ /C ₂ +]					
N ₂					
Schwefelgehalt	mg/m ³ (*)	-	-	50	ISO 6326-5

Bezugskraftstoff G₂₃

Merkmal	Einheit	Basis	Grenzwert		Prüfverfahren
			Min.	Max.	
<i>Zusammensetzung:</i>					
Methan		92.5	91.5	93.5	
Rest	Mol-%	-	-	1	ISO 6974
[Inertgase und C ₂ /C ₂ +]					
N ₂		7.5	6.5	8.5	
Schwefelgehalt	mg/m ³ (*)	-	-	50	ISO 6326-5

ANHANG IV

Bezugskraftstoff G₂₅

Merkmal	Einheit	Basis	Grenzwert		Prüfverfahren
			Min.	Max.	
<i>Zusammensetzung:</i>					
Methan	Mol-%	86	84	88	ISO 6974
Rest		-	-	1	
[Inertgase und C ₂ /C ₃ +]					
N ₂		14	12	16	
Schwefelgehalt	mg/m ³ (*)	-	-	50	ISO 6326-5

(*) Im Normzustand (293,2 K (20 °C) und 101,3 kPa) zu bestimmen

3

FLÜSSIGGAS (LPG)

	Einheit	Grenzwerte Kraftstoff A		Grenzwerte Kraftstoff B		Prüfverfahren
		Mindestwert	Höchstwert	Mindestwert	Höchstwert	
Motor-Oktanzahl		93,5		93,5		EN 589 Anhang B
Zusammensetzung						
C3-Gehalt	Vol.-%	48	52	83	87	ISO 7941
C4-Gehalt	Vol.-%	48	52	13	17	
Olefine	Vol.-%	0	12	9	15	
Abdampfdruckstand	mg/kg		50		50	NFM 41-015
Gesamtschwefelgehalt	ppm		50		50	EN 24260
	Masse ⁽¹⁾					
Schwefelwasserstoff	—		negativ		negativ	ISO 8819
Kupferstreifenkorrosion	Einstufung		Klasse 1		Klasse 1	ISO 6251 ⁽²⁾
Wasser bei 0°C			wasserfrei		wasserfrei	visuell

(1) Der Wert ist im Normzustand - 293,2 K (20 °C) und 101,3 kPa - zu bestimmen.

(2) Mit diesem Verfahren kann das Vorhandensein von Korrosionsstoffen möglicherweise nicht genau bestimmt werden, wenn die Probe Korrosionshemmstoffe oder andere Chemikalien enthält, die die korrodierende Wirkung der Probe auf den Kupferstreifen verringern. Es ist daher untersagt, solche Stoffe eigens zuzusetzen, um das Prüfverfahren zu beeinflussen.

ANHANG V

ANALYSE- UND PROBENAHMESYSTEME

1 BESTIMMUNG DER GASFÖRMIGEN EMISSIONEN

1.1 Einleitung

Ausführliche Beschreibungen der empfohlenen Probenahme- und Analysesysteme sind in Nummer 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.

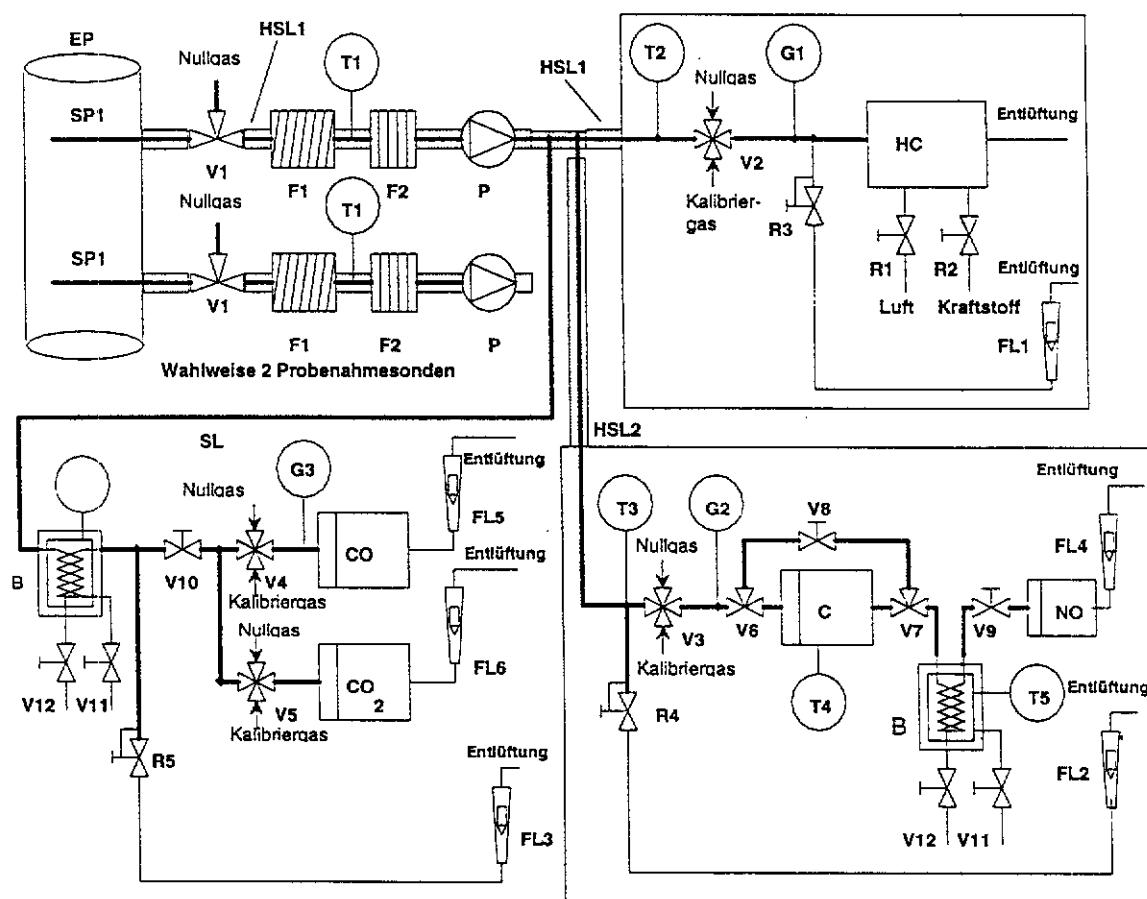


Abbildung 7

Flußdiagramm des mit Rohabgas arbeitenden Analysesystems für
CO, CO₂, NO_x, 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.

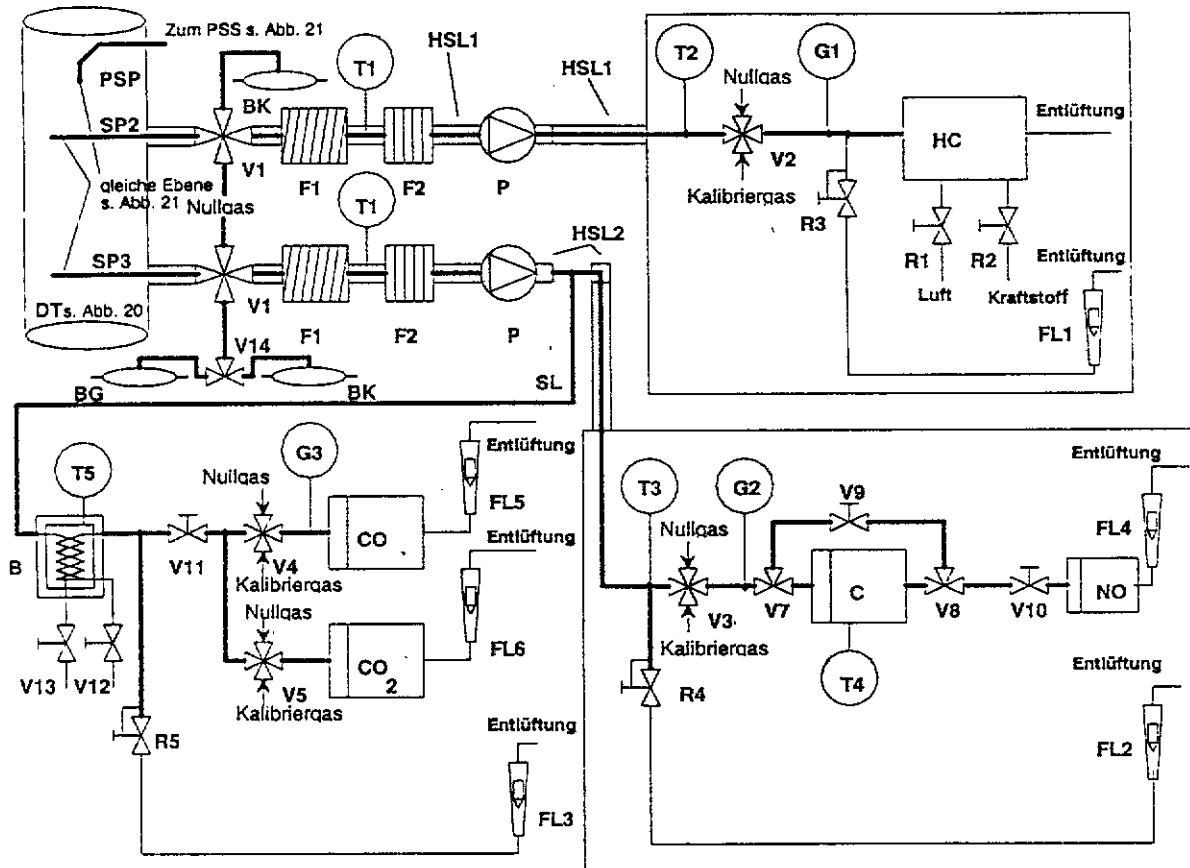


Abbildung 8 Flußdiagramm des mit verdünntem Abgas arbeitenden Analysesystems für CO, CO₂, NO_x, HC - ETC, für ESC wahlfrei

1.2.1 Beschreibung - 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;

ANHANG V

- im Verdünnungstunnel DT (siehe Nummer 2.3, Abbildung 20) an einer Stelle angebracht sein, wo 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-, CO₂-, und NO_x-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 K (55 °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 K (190 °C) beträgt;
- auf einer Wandtemperatur von über 453 K (180 °C) gehalten werden, wenn die Abgastemperatur an der Probenahmesonde mehr als 463 K (190 °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_x-Probenahmeleitung

Die Probenahmeleitung muß

- bei Verwendung eines Kühlers B bis hin zum Konverter und C 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 CO₂

Die Leitung muß aus PTFE oder rostfreiem Stahl bestehen. Sie kann beheizt oder unbeheizt sein.

ANHANG V

BK: Hintergrundbeutel (wahlfrei, nur Abbildung 8)

Zur Messung der Hintergrundkonzentrationen.

BG: Probenahmebeutel (wahlfrei, nur Abbildung 8, CO und CO₂)

Zur Entnahme 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, CO₂

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 NO₂ 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, Nummern 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 NO₂-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: Umschaltventil

Geeignete Ventile zum wahlweisen Einleiten der Probe, von Kalibriergas oder Nullgas in den Analysator.

V6, V7: Magnetventil

Zur Umgehung des NO₂-NO-Konverters.

V8: Nadelventil

Zum Ausgleichen des Durchflusses durch den NO₂-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. Diese Technik ist ein diskontinuierliches Analyseverfahren und kann daher nur zusammen mit der in Anhang III, Anlage 4, Nummer 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 (CH₄/Luft/CO und NMHC/CO₂/H₂O). Ein Molekularsieb trennt das CH₄ von der Luft und vom CO, ehe es zwecks Konzentrationsmessung zum FID weitergeleitet wird. Ein

ANHANG V

vollständiger Zyklus von der Einbringung einer Abgasprobe bis zur Einbringung der nächsten kann in 30 s durchgeführt werden. Zur NMHC-Bestimmung wird die CH_4 -Konzentration vom Gesamtwert für die HC-Konzentration abgezogen (siehe Anhang III, Anlage 2, Nummer 4.3.1). Abbildung 9 zeigt einen typischen GC, der zur routinemäßigen Bestimmung von CH_4 geeignet ist. Andere GC-Verfahren dürfen ebenfalls verwendet werden, wenn dies nach bestem technischen Ermessen begründet erscheint.

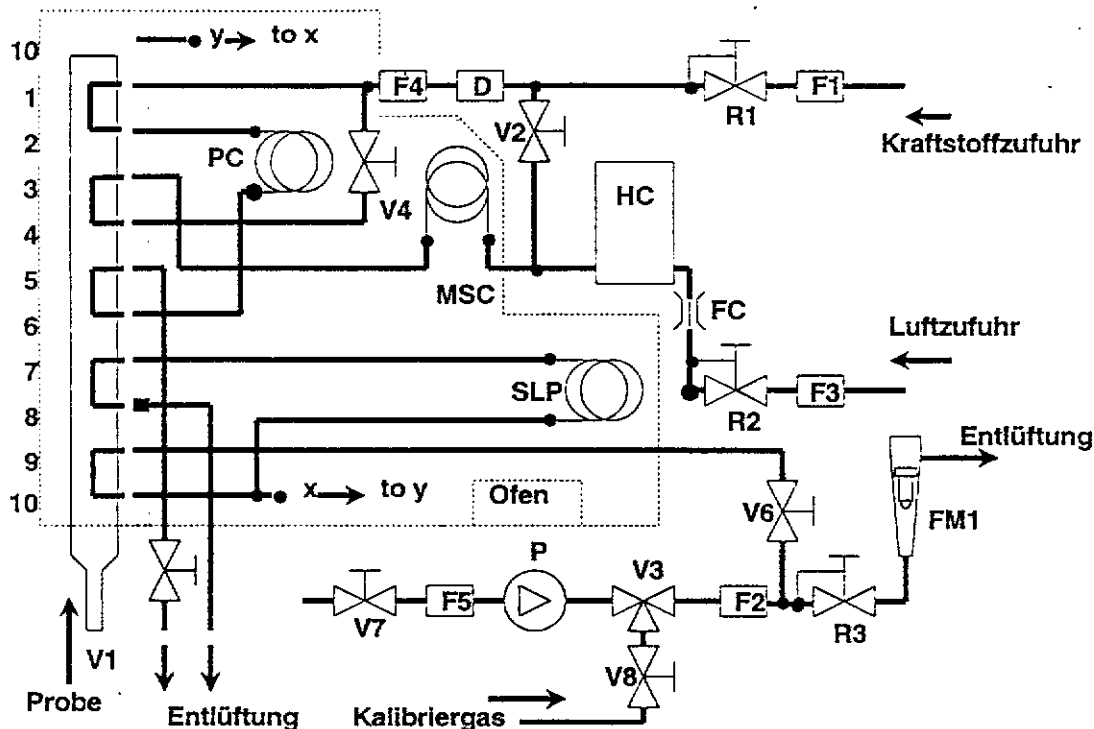


Abbildung 9 Flußdiagramm für die Methananalyse (GC-Methode)

Beschreibung - Abbildung 9

PC: Porapak-Säule

Die zu verwendende Säule Porapak N, 180/300 μm (50/80 Maschenweite), 610 mm Länge x 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 μm (45/60 Maschenweite), 1 220 mm Länge x 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 cm³ 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 aus 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.

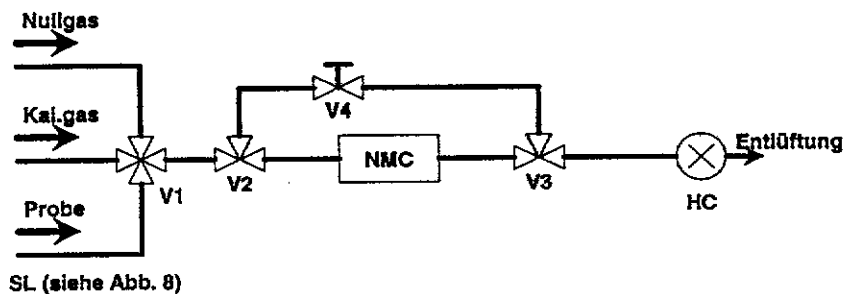
FL 1

Zur Messung des Probennebenstroms.

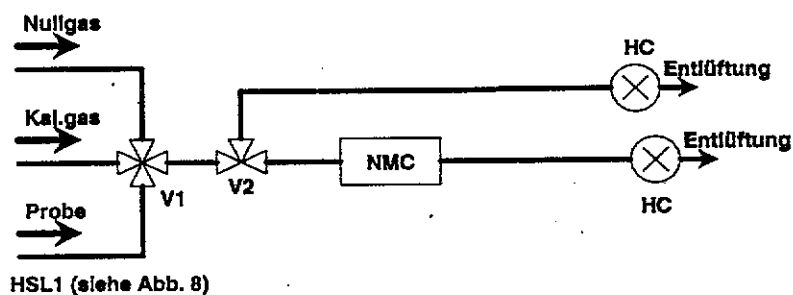
1.3.2 Nicht-Methan-Cutter-Verfahren (NMC, Abbildung 10)

Der Cutter oxidiert alle Kohlenwasserstoffe, ausgenommen CH_4 , zu CO_2 und H_2O , so daß beim Durchströmen der Probe durch das NMC-Gerät nur noch CH_4 vom FID gemessen wird. Bei Anwendung der Beutelprogenahme muß die SL mit einer Anordnung versehen sein (siehe Nummer 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 CH_4) am FID-Gerät beobachtet und protokolliert werden. Bei Anwendung der Integrationsmethode ist in der HSL1 parallel zum regulären FID (siehe Nummer 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 CH_4) beobachtet und protokolliert werden.

Bei H_2O -Werten, die repräsentativ für das Abgas sind, muß der Einfluß des Cutters auf CH_4 und C_2H_6 bei einer Temperatur von mindestens 600 K (327 °C) vor der Messung bestimmt werden. Der Taupunkt und der O_2 -Gehalt der entnommenen Abgasprobe müssen bekannt sein. Das relative Ansprechen des FID-Gerätes auf CH_4 ist zu protokollieren (siehe Anhang II, Anlage 5, Nummer 1.8.2).



Beutelprogenahme



Integrationsmethode

Abbildung 10 Flußdiagramm für die Methananalyse mit dem Nicht-Methan-Cutter (NMC)

Beschreibung - 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_4 -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 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 Nummern 2.2, 2.3 und 2.4 und die Abbildungen 11 bis 22 vermitteln 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 (Nummer 2.4, Abbildung 21). Die erste Methode wird als *Gesamtprobe* bezeichnet, die zweite als *Teilprobe* bezeichnet.

Die Errechnung des Verdünnungsverhältnisses hängt vom Typ des angewandten 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 CO₂ oder NO_x 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 an

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.

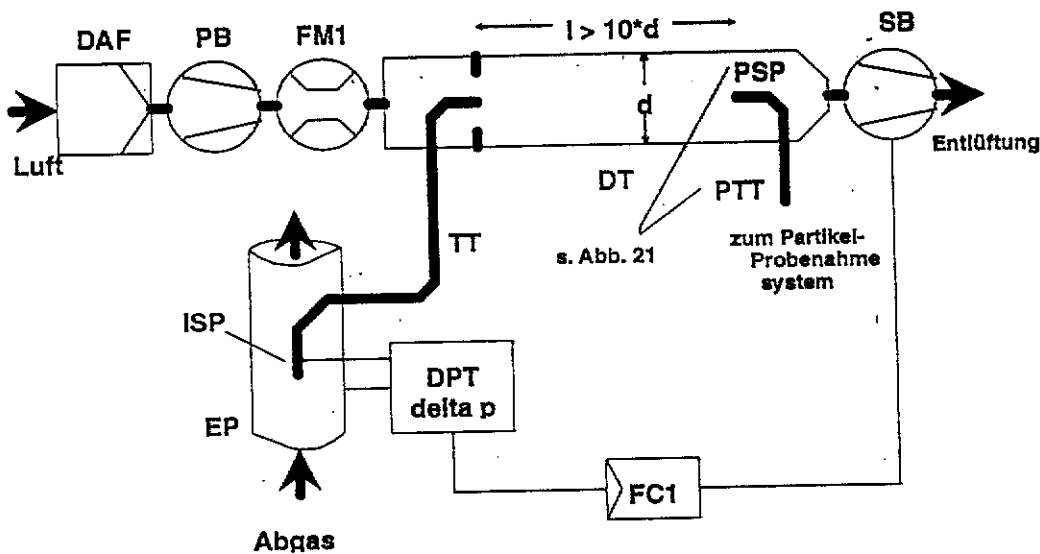


Abbildung 11 Teilstrom-Verdünnungssystem mit isokinetischer Sonde und Teilprobenahme (SB-Regelung)

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.

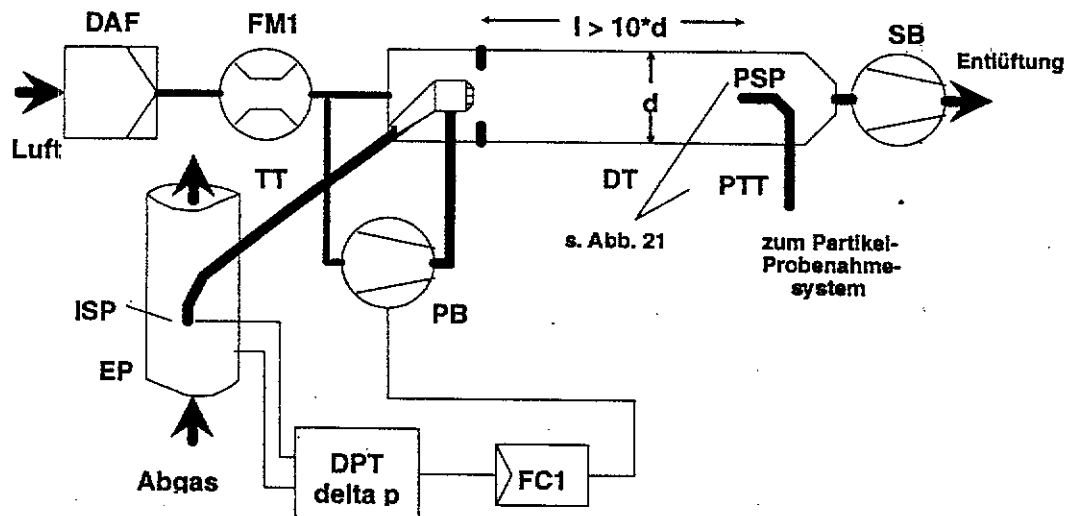


Abbildung 12 Teilstrom-Verdünnungssystem mit isokinetischer Sonde und Teilprobenahme (PB-Regelung)

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.

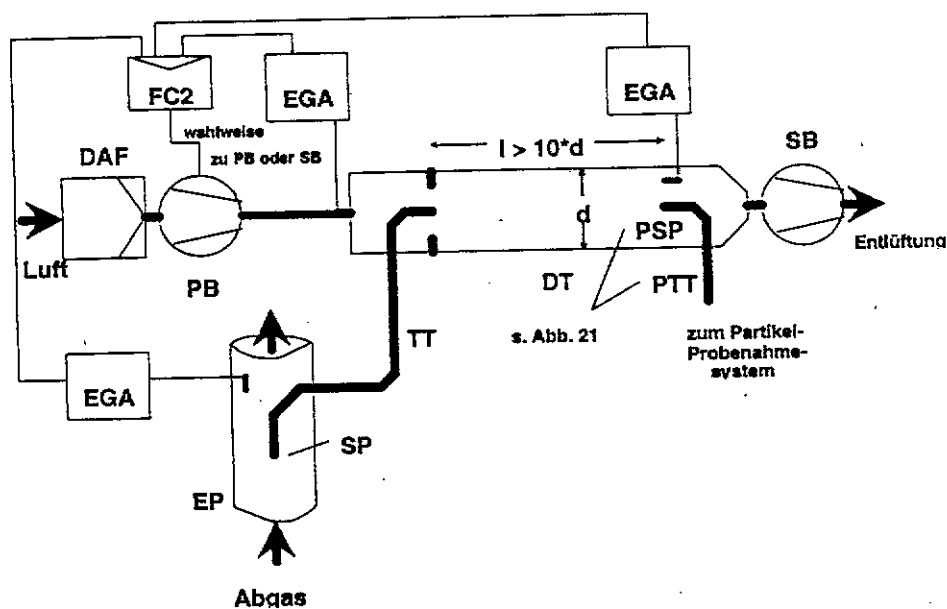


Abbildung 13 Teilstrom-Verdünnungssystem mit Messung von CO_2 - oder NO_x -Konzentration und Teilprobenahme

Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT zum Verdünnungstunnel DT geleitet. Die Konzentrationen eines Tracergases (CO_2 oder NO_x) 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.

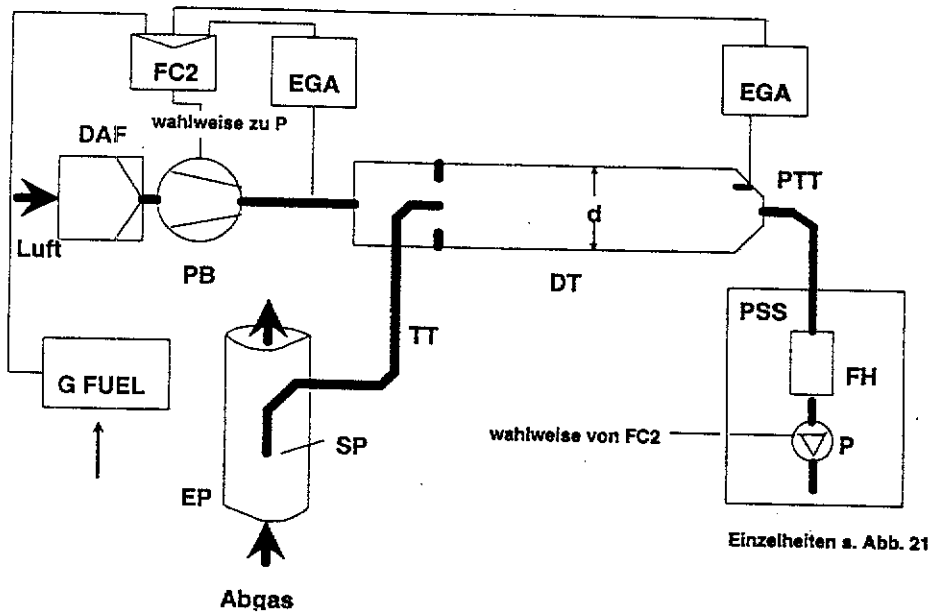


Abbildung 14 Teilstrom-Verdünnungssystem mit Messung von CO_2 -Konzentration, Kohlenstoffbilanz und Gesamtprobenahme

Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT zum Verdünnungstunnel DT geleitet. Die CO_2 -Konzentrationen werden mit dem (den) Abgasanalysator(en) EGA im verdünnten Abgas und in der Verdünnungsluft gemessen. Die Signale über den CO_2 - und Kraftstoffdurchfluß G_{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_2 -Konzentrationen und des G_{FUEL} berechnet.

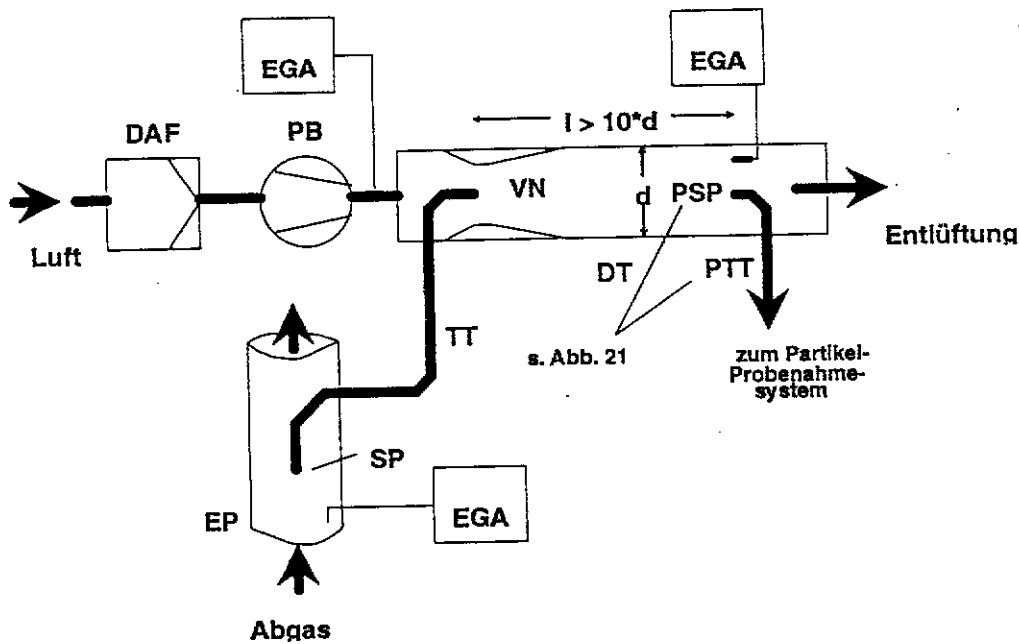


Abbildung 15 Teilstrom-Verdünnungssystem mit Einfach-Venturirohr, Konzentrationsmessung und Teilprobenahme

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 (CO_2 oder 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.

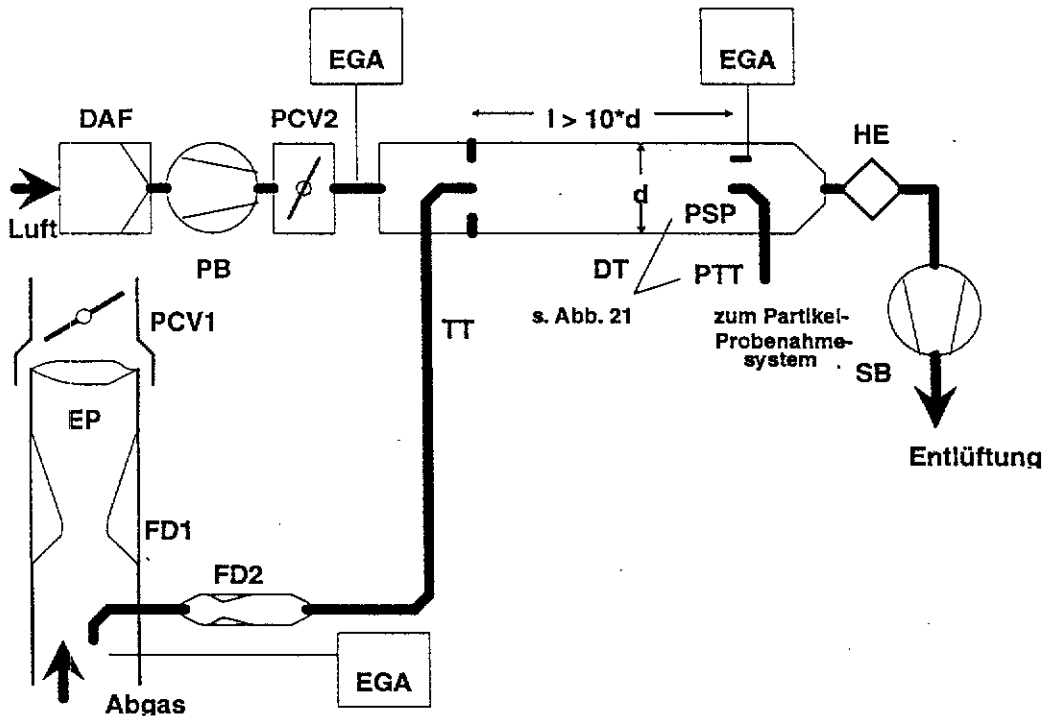


Abbildung 16 **Teilstrom-Verdünnungssystem mit Doppel-Venturirohr oder Doppelblende, Konzentrationsmessung und Teilprobenahme**

Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmeseonde 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 (CO_2 oder 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.

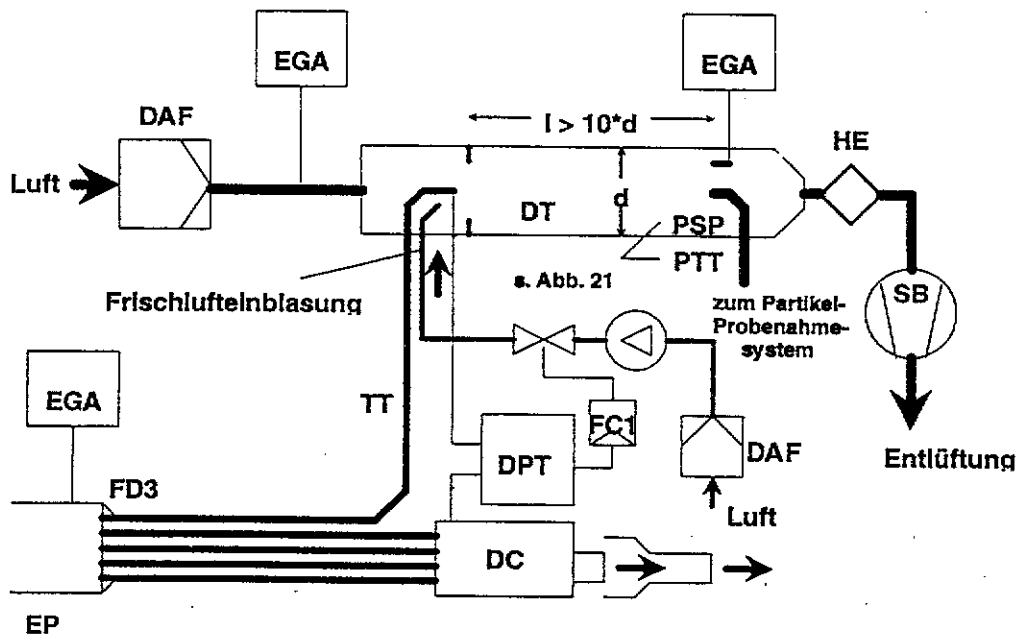


Abbildung 17 Teilstrom-Verdünnungssystem mit Mehrfachröhrenteilung, Konzentrationsmessung und Teilprobenahme

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 eingespritzt wird. Die Konzentrationen des Tracergases (CO_2 oder 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_{EXHW} , G_{AIRW} 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.

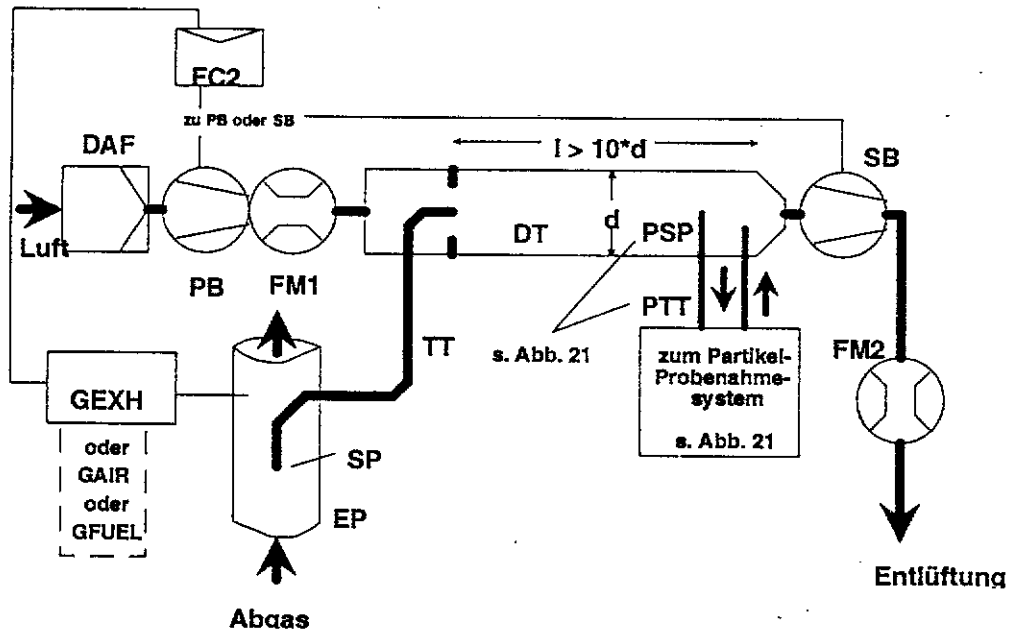


Abbildung 19 Teilstrom-Verdünnungssystem mit Durchflußregelung und Teilprobenahme

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_{EGHW} , 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 - 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 mindestens sechs Rohrdurchmesser und stromabwärts drei Rohrdurchmesser frei von scharfen Krümmungen, Biegungen und plötzlichen Durchmesseränderungen sein. Die Gasgeschwindigkeit muß im Entnahmbereich höher als 10 m/s sein; dies gilt nicht für den Leerlauf. Druckschwankungen der Abgase dürfen im Durchschnitt ± 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 ein gerades Rohr empfohlen, das stromaufwärts vom Eintritt der Sonde den sechsfachen Rohrdurchmesser und stromabwärts von diesem Punkt den dreifachen Rohrdurchmesser haben muß.

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 Nummer 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, Biegungshalbmesser 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

ANHANG V

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 CO₂- oder NO_x-Analysatoren verwendet werden (bei der Kohlenstoffbilanzmethode nur CO₂-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 W/m × 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 ± 500 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:

- (a) durch Regelung der Drehzahl oder des Durchflusses des Ansauggebläses (SB) und Konstanthalten der Drehzahl des Druckgebläses (PB) bei jeder Prüfphase (Abbildung 11), oder
- (b) 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 geregelter Druck darf der verbleibende Fehler im Regelkreis ± 3 Pa nicht übersteigen. Die Druckschwankungen im Verdünnungstunnel dürfen im Durchschnitt ± 250 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.

ANHANG V

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 CO₂- oder NO_x-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

ANHANG V

- 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 CO₂-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)

Der Wärmeaustauscher muß eine solche Leistung aufweisen, daß die Temperatur am Einlaß zum Ansauggebläse SB von der bei der Prüfung beobachteten durchschnittlichen Betriebstemperatur um höchstens ± 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 (Nummer 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 Nummer 2.4, Abbildung 22, als Unterart eines Partikel-Probenahmesystems beschrieben, da es die meisten typischen Bestandteile eines Partikel-Probenahmesystems aufweist.

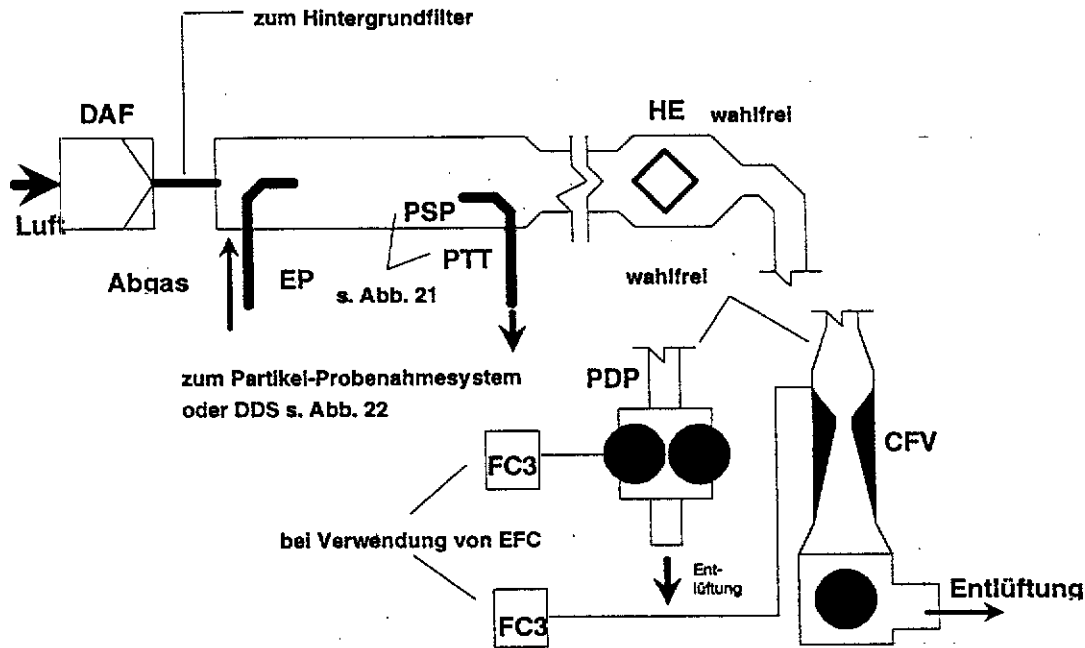


Abbildung 20 Vollstrom-Verdünnungssystem

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 verhältnisgleiche 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 - 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 W/(m × 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 Verdünnungsluftfeinlaßsystem nicht künstlich gesenkt werden. Der mit laufendem PDP-System gemessene statische Abgasgegendruck muß bei einer Toleranz von $\pm 1,5$ 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 ± 6 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.

ANHANG V

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 $\pm 1,5$ 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 ± 11 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 Nummer 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, wo 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 (Nummer 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 (Nummer 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.

ANHANG V

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 Gesamtprobenahme*, bei denen die gesamte Probe des verdünnten Abgases durch die Filter geleitet wird, bilden das Verdünnungssystem (Nummer 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 (Nummer 2.2, Abbildungen 11, 12, 13, 15, 16, 17 und 19; Nummer 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.

ANHANG V

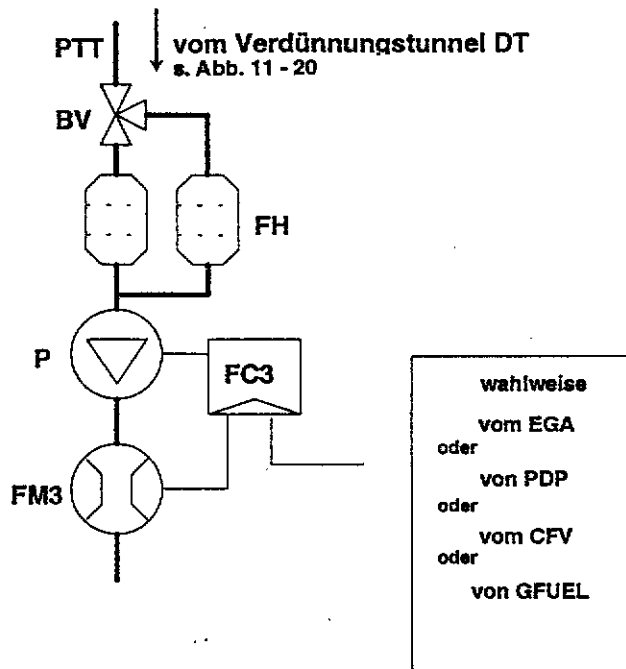


Abbildung 21 Partikel-Probenahmesystem

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.

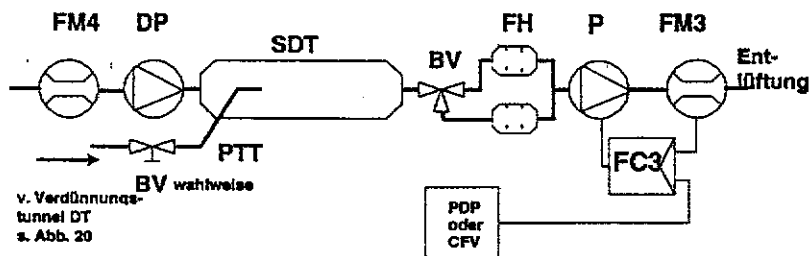


Abbildung 22 Doppelverdünnungssystem (nur Vollstromsystem)

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 Durchflußmengenkompensation EFC (siehe Abbildung 20) dient der Durchfluß des gesamten verdünnten Abgases als Steuersignal für FC3.

2.4.1 **Beschreibung - 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 Nummern 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

- 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, Nummer 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.

ANHANG V

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 (± 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 $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ ($25^\circ \text{C} \pm 5^\circ \text{C}$) 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 (± 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 $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ ($25^\circ \text{C} \pm 5^\circ \text{C}$) 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 Nummer 3.2 und 3.3 sowie Abbildung 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 Rauchgasmessung 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

ANHANG V

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 angewendet werden (Abbildung 23). Beim zwischengeschalteten 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.

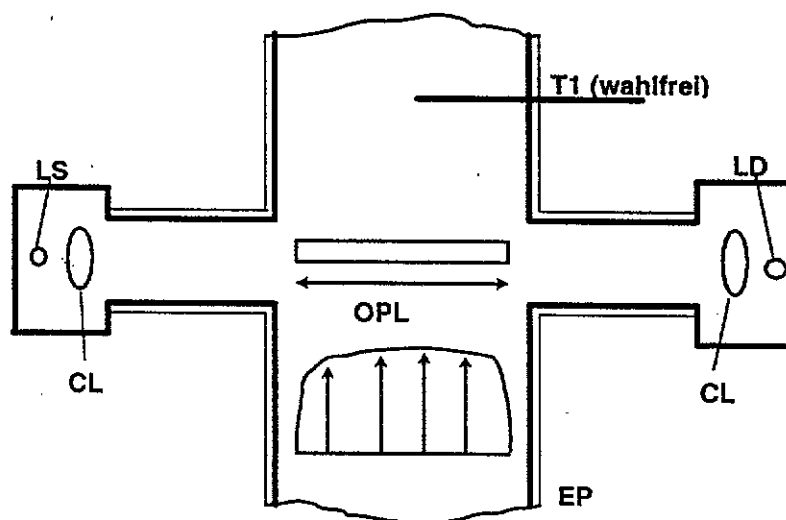


Abbildung 23 Vollstrom-Trübungsmesser

3.2.1 Beschreibung - 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 ± 5 mm vom Ende des Auspuffrohrs anzubringen.

OPL: optische Weglänge

Länge des vom Rauchgas getriebenen 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 2800 bis 3250 K oder einer grünen Luminiszenzdiode (LED) mit einer spektralen Höchstempfindlichkeit von 500 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 Minstdurchfluß des Trübungsmessers.

ANHANG V

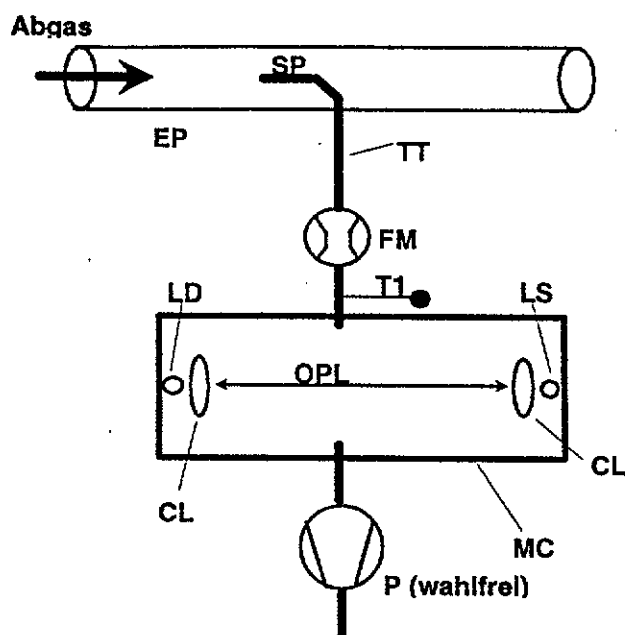


Abbildung 24 Teilstrom-Trübungsmesser

3.3.1 Beschreibung - 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 Mindestdurchfluß durch das Instrument eine Ansprechzeit von weniger als 0,05 s haben, wobei die Bestimmung wie in Anhang III, Anlage 4, Nummer 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

ANHANG V

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 ± 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 getriebenen 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 2800 bis 3250 K oder einer grünen Luminiszenzdiode (LED) mit einer spektralen Höchstempfindlichkeit von 500 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° 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 ⁽¹⁾
- die Erweiterung der Typgenehmigung ⁽¹⁾ für einen Fahrzeugtyp/eine selbständige technische Einheit (Motortyp/Motorenfamilie)/ein Bauteil ⁽¹⁾ gemäß Richtlinie 88/77/EG, zuletzt geändert durch Richtlinie ...

Nr. der EG-Typgenehmigung:

Nr. der Erweiterung:

ABSCHNITT I

- 0 Allgemeines
- 0.1 Fabrikmarke des Fahrzeugs/der selbständigen technischen Einheit/des Bauteils ⁽¹⁾:
- 0.2 Herstellerseitige Bezeichnung für den Fahrzeugtyp/die selbständige technische Einheit (Motortyp/Motorenfamilie)/das Bauteil ⁽¹⁾:
- 0.3 Herstellerseitige Typenkodierung, mit der das Fahrzeug/die selbständige technische Einheit (Motortyp /Motorenfamilie)/das Bauteil ⁽¹⁾ gekennzeichnet ist:
- 0.4 Fahrzeugklasse:
- 0.5 Motorklasse: Diesel / NG-betrieben / LPG-betrieben ⁽¹⁾
- 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:
- 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.

⁽¹⁾ Nichtzutreffendes streichen

ANHANG VI

ANHANG VI - ANLAGE

zum EG-Typgenehmigungsbogen Nr. ... betreffend die Typgenehmigung für ein Fahrzeug/eine selbständige technische Einheit/ein Bauteil ⁽¹⁾ im Sinne von Richtlinie 97/xx/EG

- 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:
- 1.1.5 Motorklasse: Diesel / NG-betrieben / LPG-betrieben ⁽¹⁾
- 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 ⁽¹⁾:
- 1.3 Anzugebende Einzelheiten im Zusammenhang mit der Typgenehmigung für einen Motor /eine Motorenfamilie ⁽¹⁾ als selbständige technische Einheit (beim Einbau des Motors in ein Fahrzeug einzuhaltende Vorschriften):
- 1.3.1 Höchster und/oder niedrigster Ansaugunterdruck: kPa
- 1.3.2 Maximal zulässiger Abgasgegendruck: kPa
- 1.3.3 Volumen der Auspuffanlage: cm³
- 1.3.4 Leistungsaufnahme der vom Motor angetriebenen Hilfseinrichtungen:
- 1.3.4.1 Leerlauf: kW; Niedrige Drehzahl: kW; Hohe Drehzahl: kW
Drehzahl A: kW; Drehzahl B: kW; Drehzahl C: kW; Bezugsdrehzahl: kW
- 1.3.5 (Gegebenenfalls) Nutzungsbeschränkungen:
- 1.4 Emissionswerte des Motors/Stamm-Motors ⁽¹⁾:
- 1.4.1 ESC-Test (falls zutreffend):
CO: g/kWh
HC: g/kWh
NOx: g/kWh
PT: g/kWh
- 1.4.2 ELR-Test (falls zutreffend):
Rauchwert m⁻¹
- 1.4.3 ETC-Test (falls zutreffend):
CO: g/kWh
HC: g/kWh ⁽¹⁾
NMHC: g/kWh ⁽¹⁾
CH₄: g/kWh ⁽¹⁾
NOx: g/kWh
PT: g/kWh ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Nichtzutreffendes streichen

ANHANG VII

ANHANG VII

BEISPIEL FÜR EIN BERECHNUNGSVERFAHREN

1 ESC-TEST

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_x 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 (kW)	T _a (K)	H _a (g/kg)	G _{EXH} (kg)	G _{AIRW} (kg)	G _{FUEL} (kg)	HC (ppm)	CO (ppm)	NO _x (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, Nummer 4.2):

$$F_{FH} = \frac{1,969}{1 + \frac{18,09}{545,29}} = 1,9058 \quad \text{und} \quad K_{w2} = \frac{1,608 * 7,81}{1000 + (1,608 * 7,81)} = 0,0124$$

$$K_{w,r} = \left(1 - 1,9058 * \frac{18,09}{541,06} \right) - 0,0124 = 0,9239$$

Berechnung der feuchten Konzentrationswerte:

$$\begin{aligned} \text{CO} &= 41,2 * 0,9239 = 38,1 \text{ ppm} \\ \text{NO}_x &= 495 * 0,9239 = 457 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Berechnung des NO_x-Feuchtekorrekturfaktors $K_{H,D}$ (Anhang III, Anlage 1, Nummer 4.3):

$$\begin{aligned} A &= 0,309 * 18,09/541,06 - 0,0266 = -0,0163 \\ B &= -0,209 * 18,09/541,06 + 0,00954 = 0,0026 \end{aligned}$$

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 - 0,0163 * (7,81 - 10,71) + 0,0026 * (294,8 - 298)} = 0,9625$$

Berechnung der Emissionsmassenströme (Anhang III, Anlage 1, Nummer 4.4):

$$\begin{aligned} \text{NO}_x &= 0,001587 * 457 * 0,9625 * 563,38 = 393,27 \text{ g/h} \\ \text{CO} &= 0,000966 * 38,1 * 563,38 = 20,735 \text{ g/h} \\ \text{HC} &= 0,000479 * 6,3 * 3 * 563,38 = 5,100 \text{ g/h} \end{aligned}$$

ANHANG VII

Berechnung der spezifischen Emissionen (Anhang III, Anlage 1, Nummer 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, Nummer 2.7.1 multipliziert und zur Berechnung des mittleren Emissionsmassendurchsatzes für den Prüfzyklus addiert:

$$\begin{aligned} \text{CO} &= (6,7 * 0,15) + (24,6 * 0,08) + (20,5 * 0,10) + (20,7 * 0,10) + (20,6 * 0,05) + (15,0 * 0,05) + (19,7 * 0,05) \\ &\quad + (74,5 * 0,09) + (31,5 * 0,10) + (81,9 * 0,08) + (34,8 * 0,05) + (30,8 * 0,05) + (27,3 * 0,05) \\ &= 30,91 \text{ g/h} \end{aligned}$$

Die Motorleistung in den einzelnen Prüfphasen wird mit den entsprechenden Wichtungsfaktoren nach Anhang III, Anlage 1, Nummer 2.7.1 multipliziert und zur Berechnung der mittleren Leistung für den Prüfzyklus addiert:

$$\begin{aligned} P(n) &= (0,1 * 0,15) + (96,8 * 0,08) + (55,2 * 0,10) + (82,9 * 0,10) + (46,8 * 0,05) + (70,1 * 0,05) + (23,0 * 0,05) \\ &\quad + (114,3 * 0,09) + (27,0 * 0,10) + (122,0 * 0,08) + (28,6 * 0,05) + (87,4 * 0,05) + (57,9 * 0,05) \\ &= 60,006 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\text{CO} = \frac{30,91}{60,006} = 0,515 \text{ g/kWh}$$

Berechnung der spezifischen NO_x-Emission am zufällig gewählten Prüfpunkt (Anhang III, Anlage 1, Nummer 4.6.1):

Es seien die folgenden Werte am zufällig ausgewählten Punkt gemessen worden:

$$\begin{aligned} n_z &= 1600 \text{ min}^{-1} \\ M_z &= 495 \text{ Nm} \\ \text{NO}_{x, \text{max}, z} &= 487,9 \text{ g/h (nach den vorhergegangenen Formeln berechnet)} \\ P(n)_z &= 83 \text{ kW} \\ \text{NO}_{x, z} &= 487,9/83 = 5,878 \text{ g/kWh} \end{aligned}$$

Bestimmung des Emissionswertes im Prüfzyklus (Anhang III, Anlage 1, Nummer 4.6.2):

Die Werte der vier den Prüfpunkt einhüllenden Phasen beim ESC seien:

n_{RT}	n_{SU}	E_R	E_S	E_T	E_U	M_R	M_S	M_T	M_U
1368	1785	5,943	5,565	5,889	4,973	515	460	681	610

$$\begin{aligned} E_{TU} &= 5,889 + (4,973 - 5,889) * (1600 - 1368) / (1785 - 1368) = 5,377 \text{ g/kWh} \\ E_{RS} &= 5,943 + (5,565 - 5,943) * (1600 - 1368) / (1785 - 1368) = 5,732 \text{ g/kWh} \\ M_{TU} &= 681 + (601 - 681) * (1600 - 1368) / (1785 - 1368) = 641,3 \text{ Nm} \\ M_{RS} &= 515 + (460 - 515) * (1600 - 1368) / (1785 - 1368) = 484,3 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$E_z = 5,732 + (5,377 - 5,732) * (495 - 484,3) / (641,3 - 484,3) = 5,708 \text{ g/kWh}$$

Vergleich der NO_x-Emissionswerte (Anhang III, Anlage 1, Nummer 4.6.3):

$$\text{NO}_{x, \text{diff}} = 100 * (5,878 - 5,708) / 5,708 = 2,98 \%$$

1.2 Partikelemissionen

Die Partikelbestimmung erfolgt nach dem Grundsatz, daß Partikelproben über den gesamten Zyklus hinweg entnommen werden, der Proben- und der Massendurchsatz (M_{SAM} und G_{EDF}) jedoch während der einzelnen Prüfphasen bestimmt werden. Die Berechnung von G_{EDF} ist von dem verwendeten System abhängig. Den folgenden Beispielen liegt ein System mit CO_2 -Messung und Kohlenstoffbilanz und ein System mit Durchflußmessung zugrunde. Bei Verwendung eines Vollstromverdünnungssystems erfolgt eine direkte Messung von G_{EDF} durch die CVS-Einrichtung.

Berechnung von G_{EDF} (Anhang III, Anlage 1, Nummer 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_{EXH} (kg/h)	G_{FUEL} (kg/h)	G_{DILW} (kg/h)	G_{TOTW} (kg/h)	CO_{2D} (%)	CO_{2A} (%)
334,02	10,76	5,4435	6,0	0,657	0,040

(a) Kohlenstoffbilanz

$$G_{EDFW} = \frac{206,5 * 10,76}{0,657 - 0,040} = 3601,2 \text{ kg/h}$$

(b) Durchflußmessung

$$q = \frac{6,0}{(6,0 - 5,4435)} = 10,78$$

$$G_{EDFW} = 334,02 * 10,78 = 3600,7 \text{ kg/h}$$

Berechnung des Abgasmassendurchsatzes (Anhang III, Anlage 1, Nummer 5.4):

Die Durchsätze G_{EDFW} der einzelnen Phasen werden mit den jeweiligen Wichtungsfaktoren nach Anhang III, Anlage 1, Nummer 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.

$$\begin{aligned} \overline{G_{EDFW}} &= (3567 * 0,15) + (3592 * 0,08) + (3611 * 0,10) + (3600 * 0,10) + (3618 * 0,05) \\ &\quad + (3600 * 0,05) + (3640 * 0,05) + (3614 * 0,09) + (3620 * 0,10) + (3601 * 0,08) \\ &\quad + (3639 * 0,05) + (3582 * 0,05) + (3635 * 0,05) \\ &= 3604,6 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{SAM} &= 0,226 + 0,122 + 0,151 + 0,152 + 0,076 + 0,076 + 0,076 + 0,136 + 0,151 + 0,121 \\ &\quad + 0,076 + 0,076 + 0,075 \\ &= 1,515 \text{ kg} \end{aligned}$$

Die Partikelmasse auf den Filtern sei 2,5 mg, somit ist

$$PT_{mass} = \frac{2,5}{1,515} * \frac{3604,6}{1000} = 5,948 \text{ g/h}$$

ANHANG VII

Hintergrundkorrektur (nicht obligatorisch)

Es sei eine Hintergrundmessung durchgeführt worden, die folgende Werte ergab. Die Berechnung des Verdünnungsfaktors DF ist identisch mit der Berechnung in Nummer 3.1 dieses Anhangs und wird hier nicht dargestellt.

$$M_d = 0,1 \text{ mg}; \quad M_{DL} = 1,5 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Summe des DF} &= [(1-1/119,15) * 0,15] + [(1-1/8,89) * 0,08] + [(1-1/14,75) * 0,10] + [(1-1/10,10) * 0,10] + \\ &\quad [(1-1/18,02) * 0,05] + [(1-1/12,33) * 0,05] + [(1-1/32,18) * 0,05] + [(1-1/6,94) * 0,09] + \\ &\quad [(1-1/25,19) * 0,10] + [(1-1/6,12) * 0,08] + [(1-1/20,87) * 0,05] + [(1-1/8,77) * 0,05] + \\ &\quad [(1-1/12,59) * 0,05] \\ &= 0,923 \end{aligned}$$

$$PT_{\text{mass}} = \frac{2,5}{1,515} - \left(\frac{0,1}{1,5} * 0,923 \right) * \frac{3604,6}{1000} = 5,726 \text{ g/h}$$

Berechnung der spezifischen Emission (Anhang III, Anlage 1, Nummer 5.5):

$$\begin{aligned} P(n) &= (0,1 * 0,15) + (96,8 * 0,08) + (55,2 * 0,10) + (82,9 * 0,10) + (46,8 * 0,05) + (70,1 * 0,05) + (23,0 * \\ &\quad 0,05) + (114,3 * 0,09) + (27,0 * 0,10) + (122,0 * 0,08) + (28,6 * 0,05) + (87,4 * 0,05) + (57,9 * 0,05) \\ &= 60,006 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\overline{PT} = \frac{5,948}{60,006} = 0,099 \text{ g/kWh, bei Hintergrundkorrektur} \quad \overline{PT} = \frac{5,726}{60,006} = 0,095 \text{ g/kWh}$$

Berechnung des spezifischen Wichtungsfaktors (Anhang III, Anlage 1, Nummer 5.6):

Bei Zugrundelegung der oben errechneten Werte für Phase 4 ist

$$WF_{Ei} = \frac{0,152 * 3604,6}{1,515 * 3600,7} = 0,1004$$

Dieser Wert entspricht der Anforderung von $0,10 \pm 0,003$.

2

ELR-TEST

Da die Bessel-Filterung ein in der europäischen Abgas-Gesetzgebung 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 Überschwingen 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 Gesamtfiterkennwert 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.

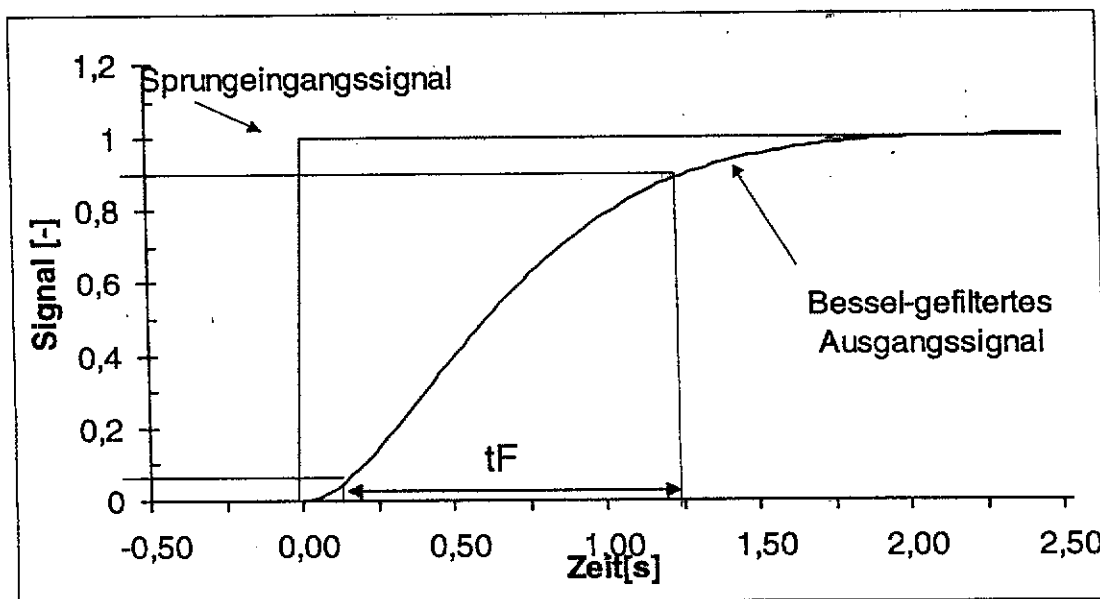
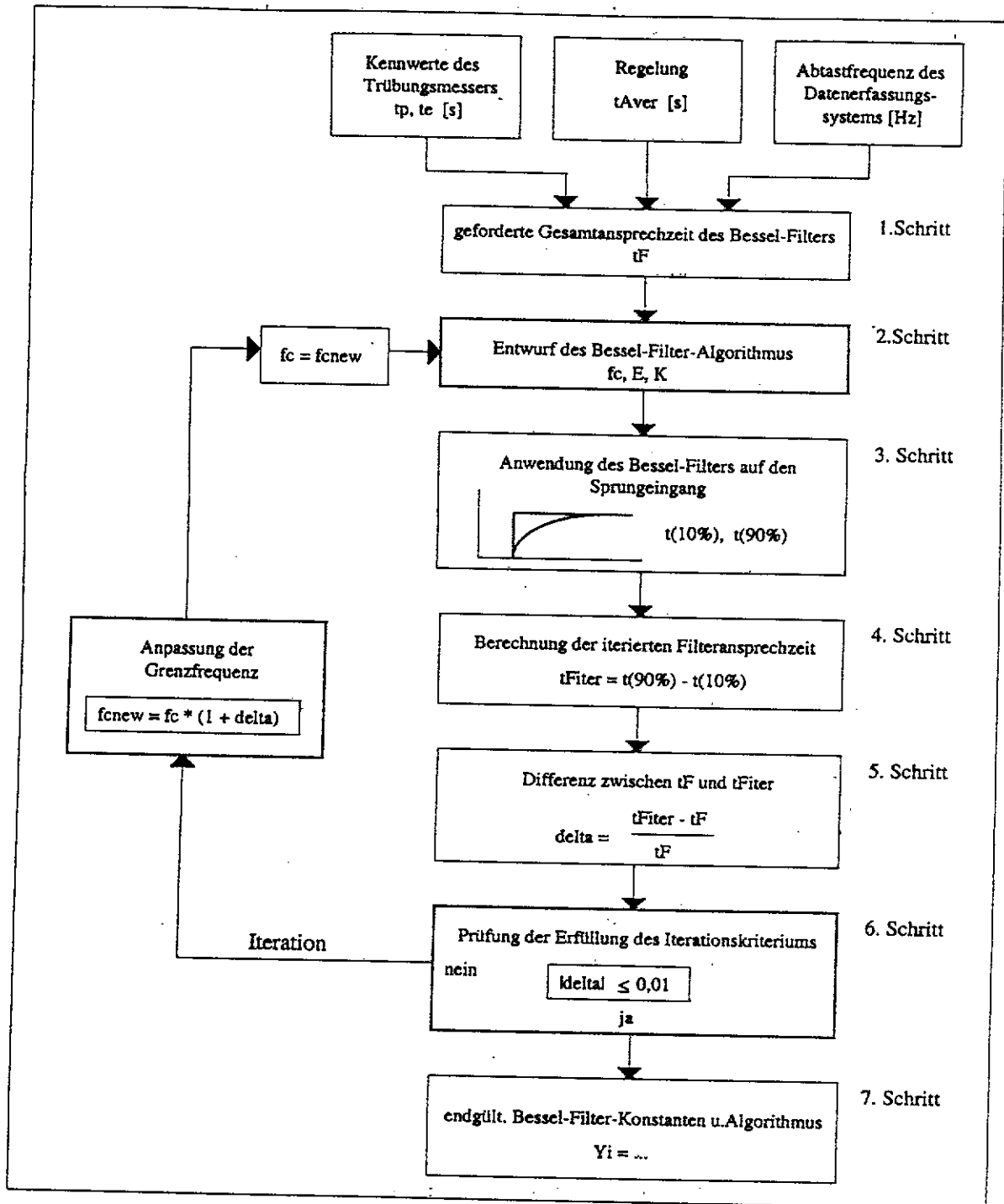


Abbildung a Kurven eines Sprungeingangssignals und des gefilterten Ausgangssignals

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.

ANHANG VII



ANHANG VII

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, Nummer 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:*

$$\begin{aligned} f_c &= 3,1415 / (10 * 0,987421) &= 0,318152 \text{ Hz} \\ \Delta t &= 1 / 150 &= 0,006667 \text{ s} \\ \Omega &= 1 / [\tan(3,1415 * 0,006667 * 0,318152)] &= 150,076644 \end{aligned}$$

$$E = \frac{1}{1 + 150,076644 * \sqrt{3 * 0,618034 + 0,618034 * 150,076644^2}} = 7,07948 \text{ E-5}$$

$$K = 2 * 7,07948 \text{ E-5} * (0,618034 * 150,076644^2 - 1) - 1 = 0,970783$$

Daraus ergibt sich der Bessel-Algorithmus:

$$Y_i = Y_{i-1} + 7,07948 \text{ E-5} * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + 0,970783 * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

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:

$$\begin{aligned} t_{10} &= t_{lower} + \Delta t * (0,1 - out_{lower}) / (out_{upper} - out_{lower}) \\ t_{90} &= t_{lower} + \Delta t * (0,9 - out_{lower}) / (out_{upper} - out_{lower}) \end{aligned}$$

Dabei sind out_{upper} bzw. out_{lower} die an das Bessel-gefilterte Ausgangssignal angrenzenden Punkte, und t_{lower} ist die in Tabelle B angegebene Zeit für den angrenzenden Punkt.

$$\begin{aligned} t_{10} &= 0,200000 + 0,006667 * (0,1 - 0,099208) / (0,104794 - 0,099208) = 0,200945 \text{ s} \\ t_{90} &= 1,273333 + 0,006667 * (0,9 - 0,899147) / (0,901168 - 0,899147) = 1,276147 \text{ s} \end{aligned}$$

ANHANG VII

4. Schritt Filteransprechzeit des ersten Iterationszyklus:

$$t_{F,iter} = 1,276147 - 0,200945 = 1,075202 \text{ s}$$

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 Δ eine neue Grenzfrequenz wie folgt berechnet:

$$f_{c,new} = 0,318152 * (1 + 0,081641) = 0,344126 \text{ Hz}$$

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.

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
$t_{F,iter}$ (s)	1,075202	0,994039
Δ (-)	0,081641	0,006657
$f_{c,new}$ (Hz)	0,344126	0,346417

Tabelle A Werte der ersten und zweiten Iteration

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 Nummer 2.3).

$$Y_i = Y_{i-1} + 8,272777 \text{ E-5} * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + 0,968410 * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

ANHANG VII

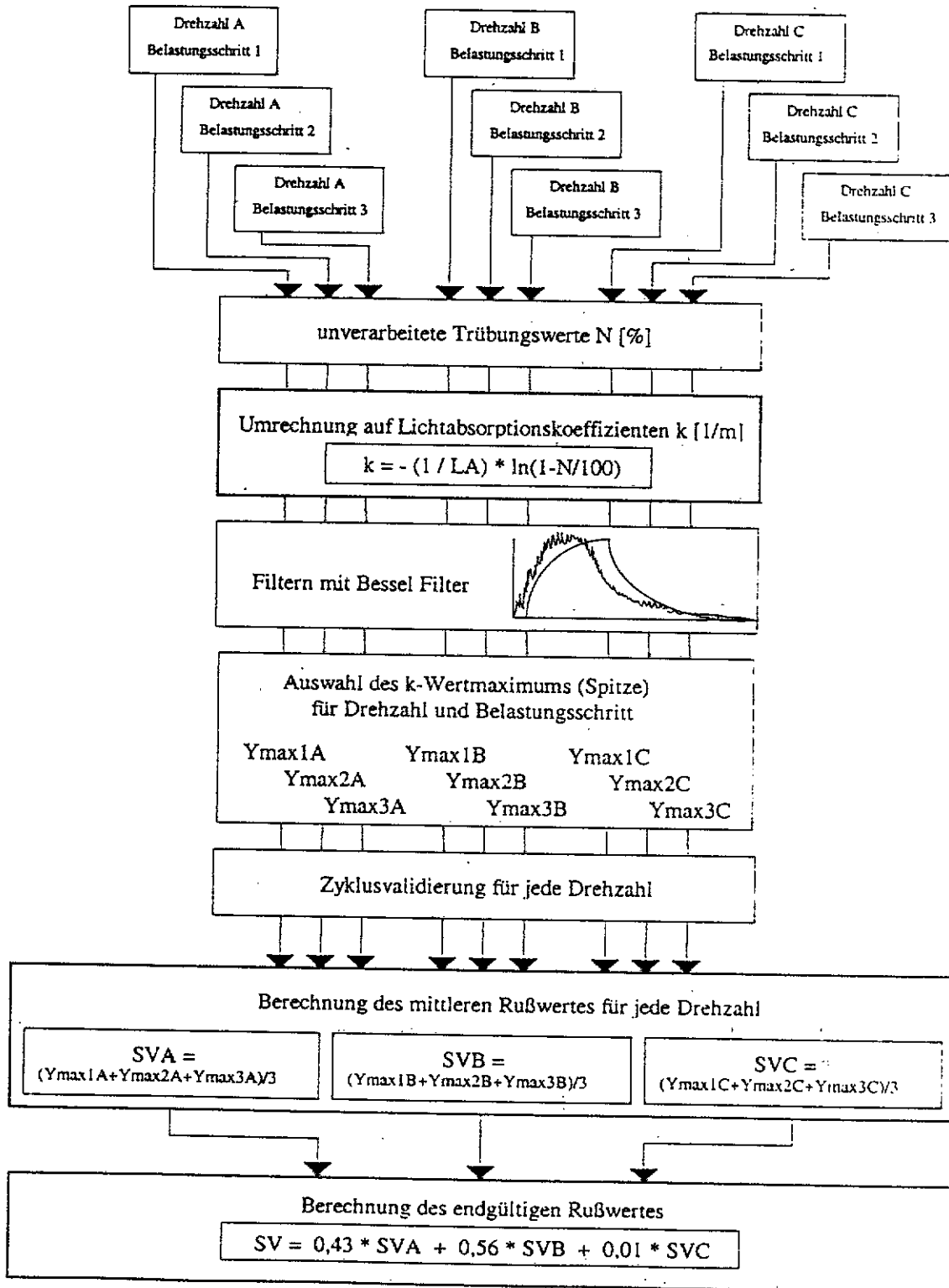
Index i [-]	Zeit [s]	Sprung- eingangssignal S_i [-]	Gefiltertes Ausgangssignal Y_i [-]	
			1. Iteration	2. Iteration
-2	-0,013333	0	0,000000	0,000000
-1	-0,006667	0	0,000000	0,000000
0	0,000000	1	0,000071	0,000083
1	0,006667	1	0,000352	0,000411
2	0,013333	1	0,000908	0,001060
3	0,020000	1	0,001731	0,002019
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
~	~	~	~	~

Tabelle B Werte des Sprungeingangssignals und des Bessel-gefilterten Ausgangssignals beim ersten und zweiten Iterationszyklus

ANHANG VII

2.3 Berechnung der Rauchwerte

Im nachstehenden Schaubild wird das allgemeine Verfahren zur Bestimmung des endgültigen Rauchwertes dargestellt.



ANHANG VII

In Abbildung b sind die Kurven des gemessenen unverarbeiteten Trübungssignals sowie des ungefilterten und gefilterten Lichtabsorptionskoeffizienten (k-Wert) der ersten Belastungsstufe im ELR-Test dargestellt, und der Höchstwert $Y_{\max i, A}$ (Spitze) der Kurve des gefilterten k ist angezeigt. Tabelle C enthält die dazugehörigen Zahlenwerte für den Index i, die Zeit (Abtastfrequenz 150 Hz), die unverarbeitete Trübung, den ungefilterten k- und den gefilterten k-Wert. Die Filterung erfolgte unter Verwendung der Konstanten des in Nummer 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.

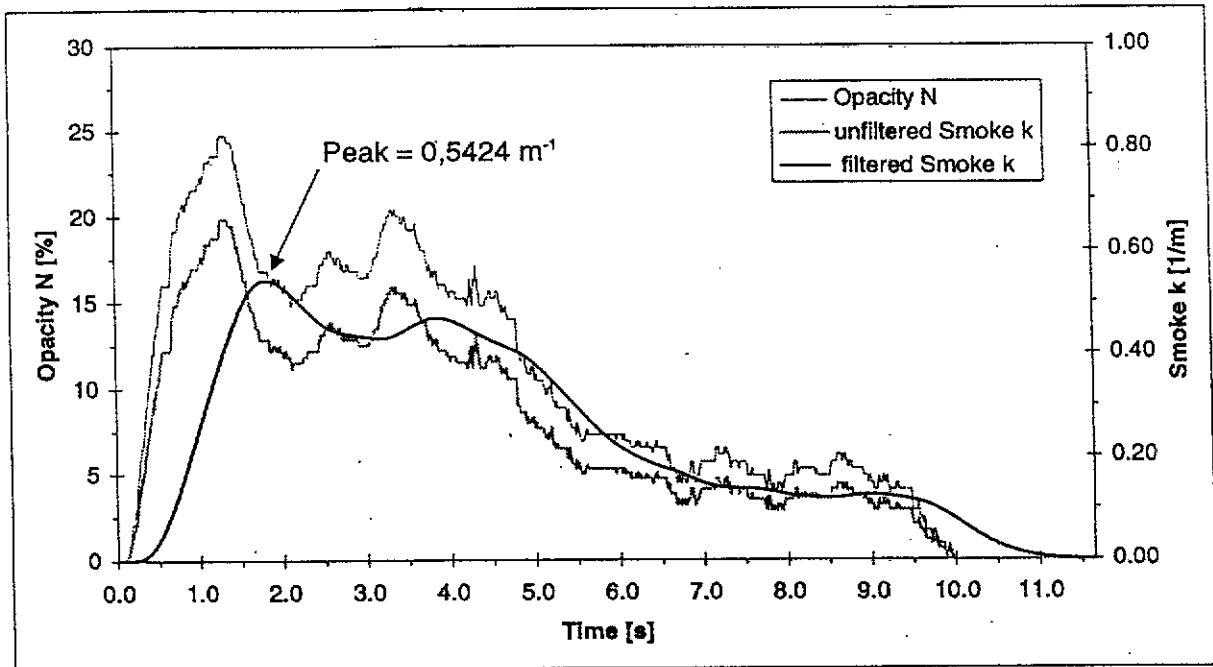


Abbildung b Kurven der gemessenen Trübung N, des ungefilterten k- und des gefilterten k-Rauchwertes

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 gestellt.

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, Nummer 6.3.1):

$$k = -\frac{1}{0,430} * \ln\left(1 - \frac{16,783}{100}\right) = 0,427252 \text{ m}^{-1}$$

Dieser Wert entspricht S_{272} in der folgenden Gleichung.

ANHANG VII

Berechnung des Bessel-gemittelten Rauchwertes (Anhang III, Anlage 1, Nummer 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.

$$\begin{aligned} Y_{272} &= 0,542383 + 8,272777 \text{ E-5} * (0,427252 + 2 * 0,427392 + 0,427532 - 4 * \\ &\quad 0,542337) + 0,968410 * (0,542383 - 0,542337) \\ &= 0,542389 \text{ m}^{-1} \end{aligned}$$

Dieser Wert entspricht $Y_{\max 1, A}$ in der folgenden Gleichung.

Berechnung des endgültigen Rauchwertes (Anhang III, Anlage 1, Nummer 6.3.3):

Der höchste gefilterte k-Wert jeder Kurve wird für die weiteren Berechnungen verwendet. Es seien:

Drehzahl	$Y_{\max} \text{ (m}^{-1}\text{)}$		
	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

$$\begin{aligned} RW_A &= (0,5424 + 0,5435 + 0,5587) / 3 &= 0,5482 \text{ m}^{-1} \\ RW_B &= (0,5596 + 0,5400 + 0,5389) / 3 &= 0,5462 \text{ m}^{-1} \\ RW_C &= (0,4912 + 0,5207 + 0,5177) / 3 &= 0,5099 \text{ m}^{-1} \end{aligned}$$

$$RW = (0,43 * 0,5482) + (0,56 * 0,5462) + (0,01 * 0,5099) = 0,5467 \text{ m}^{-1}$$

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 (m^{-1})	absolute Standardabweichung (m^{-1})	relative Standardabweichung (%)
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.

ANHANG VII

Index i [-]	Zeit [s]	Trübung N [%]	ungefilterter k-Wert [m ⁻¹]	gefilterter k-Wert [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
~	~	~	~	~

Tabelle C Trübungswert N, gefilterter und ungefilterter k-Wert zu Beginn des Belastungsschrittes

ANHANG VII

Index i [-]	Zeit [s]	Trübung N [%]	ungefilterter k-Wert [m ⁻¹]	gefilterter k-Wert [m ⁻¹]
~	~	~	~	~
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	0,542389
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
~	~	~	~	~

Tabelle C (Fortsetzung) Trübungswerte N, ungefilterter und gefilterter k-Wert um $Y_{\max, A}$ ($\equiv$ Spitzenwert, durch Fettschrift hervorgehoben)

ANHANG VII

3 ETC-TEST

3.1 Gasförmige Emissionen (Dieselmotor)

Mit einem PDP-CVS-System seien folgende Prüfergebnisse erzielt worden:

V_0 (m ³ /rev)	0,1776
N_p (rev)	23073
p_B (kPa)	98,0
p_l (kPa)	2,3
T (K)	322,5
H_a (g/kg)	12,8
$NO_{x\ conc}$ (ppm)	53,7
$NO_{x\ concd}$ (ppm)	0,4
$CO_{\ conc}$ (ppm)	38,9
$CO_{\ concd}$ (ppm)	1,0
$HC_{\ conc}$ (ppm)	9,00
$HC_{\ concd}$ (ppm)	3,02
$CO_{2\ conc}$ (%)	0,723
W_{act} (kWh)	62,72

Berechnung des Durchsatzes des verdünnten Abgases (Anhang III, Anlage 2, Nummer 4.1):

$$M_{TOTW} = 1,293 * 0,1776 * 23073 * (98,0 - 2,3) * 273 / (101,3 * 322,5) \\ = 4237,2 \text{ kg}$$

Berechnung des NO_x -Korrekturfaktors (Anhang III, Anlage 2, Nummer 4.2):

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 - 0,0182 * (12,8 - 10,71)} = 1,039$$

Berechnung der hintergrundkorrigierten Konzentrationen (Anhang III, Anlage 2, Nummer 4.3.1.1):

Es sei ein Dieselmotorkraftstoff mit der Zusammensetzung $C_{12}H_{18}$ zugrunde gelegt

$$F_s = 100 * \frac{1}{1 + (1,8/2) + (3,76 * (1 + (1,8/4)))} = 13,6$$

$$DF = \frac{13,6}{0,723 + (9,00 + 38,9) * 10^{-4}} = 18,69$$

$$\begin{aligned} NO_{x\ conc} &= 53,7 - 0,4 * (1 - (1/18,69)) &= 53,3 \text{ ppm} \\ CO_{\ conc} &= 38,9 - 1,0 * (1 - (1/18,69)) &= 37,9 \text{ ppm} \\ HC_{\ conc} &= 9,00 - 3,02 * (1 - (1/18,69)) &= 6,14 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Berechnung des Emissionsmassendurchsatzes (Anhang III, Anlage 2, Nummer 4.3.1):

$$\begin{aligned} NO_{x\ mass} &= 0,001587 * 53,3 * 1,039 * 4237,2 &= 372,391 \text{ g} \\ CO_{\ mass} &= 0,000966 * 37,9 * 4237,2 &= 155,129 \text{ g} \\ HC_{\ mass} &= 0,000479 * 6,14 * 4237,2 &= 12,462 \text{ g} \end{aligned}$$

Berechnung der spezifischen Emissionen (Anhang III, Anlage 2, Nummer 4.4):

$$\begin{aligned} \overline{NO_x} &= 372,391 / 62,72 &= 5,94 \text{ g/kWh} \\ \overline{CO} &= 155,129 / 62,72 &= 2,47 \text{ g/kWh} \\ \overline{HC} &= 12,462 / 62,72 &= 0,199 \text{ g/kWh} \end{aligned}$$

ANHANG VII

3.2 Partikelemissionen (Dieselmotor)

Mit einem PDP-CVS-System mit Doppelverdünnung seien folgende Prüfergebnisse erzielt worden:

M_{TOTW} (kg)	4237,2
$M_{f,b}$ (mg)	3,030
$M_{f,h}$ (mg)	0,044
M_{TOT} (kg)	2,159
M_{SEC} (kg)	0,909
M_d (mg)	0,341
M_{DIL} (kg)	1,245
DF	18,69
W_{act} (kWh)	62,72

Berechnung der Massemission (Anhang III, Anlage 2, Nummer 5.1):

$$M_f = 3,030 + 0,044 = 3,074 \text{ mg}$$

$$M_{SAM} = 2,159 - 0,909 = 1,250 \text{ kg}$$

$$PT_{mass} = \frac{3,074}{1,250} \cdot \frac{4237,2}{1000} = 10,42 \text{ g}$$

Berechnung der hintergrundkorrigierten Massemission (Anhang III, Anlage 2, Nummer 5.1):

$$PT_{mass} = \left[\frac{3,074}{1,250} - \left(\frac{0,341}{1,245} \cdot \left(1 - \frac{1}{18,69} \right) \right) \right] \cdot \frac{4237,2}{1000} = 9,32 \text{ g}$$

Berechnung der spezifischen Emission (Anhang III, Anlage 2, Nummer 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_{TOTW} (kg)	4237,2
H_2 (g/kg)	12,8
$NO_{x,conc}$ (ppm)	17,2
$NO_{x,conc}$ (ppm)	0,4
CO_{conc} (ppm)	44,3
CO_{conc} (ppm)	1,0
HC_{conc} (ppm)	27,0
HC_{conc} (ppm)	3,02
$CH_{4,conc}$ (ppm)	18,0
$CH_{4,conc}$ (ppm)	1,7
$CO_{2,conc}$ (%)	0,723
W_{act} (kWh)	62,72

Berechnung des NO_x -Korrekturfaktors (Anhang III, Anlage 2, Nummer 4.2):

ANHANG VII

$$K_{H,G} = \frac{1}{1 - 0,0329 \cdot (12,8 - 10,71)} = 1,074$$

Berechnung der NMHC-Konzentration (Anhang III, Anlage 2, Nummer 4.3.1):

(a) GC-Verfahren

$$NMHC_{\text{conce}} = 27,0 - 18,0 = 9,0 \text{ ppm}$$

(b) NMC-Verfahren

Der Methan-Wirkungsgrad sei 0,04 und der Ethan-Wirkungsgrad 0,98 (siehe Anhang III, Anlage 5, Nummer 1.8.4)

$$NMHC_{\text{conce}} = \frac{27,0 \cdot (1 - 0,04) - 18,0}{0,98 - 0,04} = 8,4 \text{ ppm}$$

Berechnung der hintergrundkorrigierten Konzentrationen (Anhang III, Anlage 2, Nummer 4.3.1.1):

Der Bezugskraftstoff sei G20 (100 % Methan) mit der Zusammensetzung C_1H_4

$$F_s = 100 \cdot \frac{1}{1 + (4/2) + (3,76 \cdot (1 + (4/4)))} = 9,5$$

$$DF = \frac{9,5}{0,723 + (27,0 + 44,3) \cdot 10^{-4}} = 13,01$$

Bei den NMHC ist die Hintergrundkonzentration die Differenz zwischen HC_{concd} und CH_4_{concd}

$$\begin{aligned} NO_{x \text{ conc}} &= 17,2 - 0,4 \cdot (1 - (1/13,01)) = 16,8 \text{ ppm} \\ CO_{\text{conc}} &= 44,3 - 1,0 \cdot (1 - (1/13,01)) = 43,4 \text{ ppm} \\ NMHC_{\text{conc}} &= 8,4 - 1,32 \cdot (1 - (1/13,01)) = 7,2 \text{ ppm} \\ CH_4_{\text{conc}} &= 18,0 - 1,7 \cdot (1 - (1/13,01)) = 16,4 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Berechnung des Emissionsmassendurchsatzes (Anhang III, Anlage 2, Nummer 4.3.1):

$$\begin{aligned} NO_{x \text{ mass}} &= 0,001587 \cdot 16,8 \cdot 1,074 \cdot 4237,2 = 121,330 \text{ g} \\ CO_{\text{mass}} &= 0,000966 \cdot 43,4 \cdot 4237,2 = 177,642 \text{ g} \\ NMHC_{\text{mass}} &= 0,000502 \cdot 7,2 \cdot 4237,2 = 15,315 \text{ g} \\ CH_4_{\text{mass}} &= 0,000554 \cdot 16,4 \cdot 4237,2 = 38,498 \text{ g} \end{aligned}$$

Berechnung der spezifischen Emissionen (Anhang III, Anlage 2, Nummer 4.4):

$$\begin{aligned} \overline{NO_x} &= 121,330 / 62,72 = 1,93 \text{ g/kWh} \\ \overline{CO} &= 177,642 / 62,72 = 2,83 \text{ g/kWh} \\ \overline{NMHC} &= 15,315 / 62,72 = 0,244 \text{ g/kWh} \\ \overline{CH_4} &= 38,498 / 62,72 = 0,614 \text{ g/kWh} \end{aligned}$$

4 λ -VERSCHIEBUNGSFAKTOR (S_λ)

4.1 Berechnung des λ -Verschiebungsfaktors (S_λ)⁽¹⁾

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert}\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{\text{O}_2^*}{100}}$$

mit:

S_λ λ -Verschiebungsfaktor;

inert% Vol.-% der Inertgase im Kraftstoff (d.h. N_2 , CO_2 , He, usw.);

O_2^* Vol.-% des ursprünglichen Sauerstoffs im Kraftstoff;

n und m beziehen sich auf durchschnittliche C_nH_m -Werte, die den Kohlenwasserstoffgehalt des Kraftstoffs repräsentieren, d.h.

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{\text{C}_2\%}{100}\right] + 3 \times \left[\frac{\text{C}_3\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{\text{C}_4\%}{100}\right] + 5 \times \left[\frac{\text{C}_5\%}{100}\right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent}\%}{100}}$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_4\%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_6\%}{100}\right] + \dots + 8 \times \left[\frac{\text{C}_3\text{H}_8\%}{100}\right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent}\%}{100}}$$

mit:

CH_4 Vol.-% Methan im Kraftstoff;

C_2 Vol.-% aller C_2 -Kohlenwasserstoffe (z.B. C_2H_6 , C_2H_4 , usw.) im Kraftstoff;

C_3 Vol.-% aller C_3 -Kohlenwasserstoffe (e.g.: C_3H_8 , C_3H_6 , usw.) im Kraftstoff;

C_4 Vol.-% aller C_4 -Kohlenwasserstoffe (e.g.: C_4H_{10} , C_4H_8 , usw.) im Kraftstoff;

C_5 Vol.-% aller C_5 -Kohlenwasserstoffe (e.g.: C_5H_{12} , C_5H_{10} , usw.) im Kraftstoff;

diluent Vol.-% der Verdünnungsgase im Kraftstoff (d.h. O_2^* , N_2 , CO_2 , He, usw.).

4.2 Beispiele für die Berechnung des λ -Verschiebungsfaktors S_λ :

Beispiel 1: G_{25} : $\text{CH}_4 = 86\%$, $\text{N}_2 = 14\%$ (Vol.-%)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{\text{C}_2\%}{100}\right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent}\%}{100}} = \frac{1 \times 0.86}{1 - \frac{14}{100}} = \frac{0.86}{0.86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_4\%}{100}\right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent}\%}{100}} = \frac{4 \times 0.86}{0.86} = 4$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert}\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{\text{O}_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{14}{100}\right) \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)} = 1.16$$

⁽¹⁾ - Stoichiometric Air/Fuel ratios of automotive fuels - SAE J1829, Juni 1987.

- John B. Heywood, Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill, 1988, Kap. 3.4 "Combustion stoichiometry" (S. 68 - 72)

ANHANG VII

Beispiel 2: G_{xy} : $CH_4 = 87\%$, $C_2H_6 = 13\%$ (Vol.-%)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent}\%}{100}} = \frac{1 \times 0.87 + 2 \times 0.13}{1 - \frac{0}{100}} = \frac{1.13}{1} = 1.13$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100} \right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent}\%}{100}} = \frac{4 \times 0.87 + 6 \times 0.13}{1} = 4.26$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert}\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{0}{100}\right) \times \left(1.13 + \frac{4.26}{4}\right)} = 0.911$$

Beispiel 3: USA: $CH_4 = 89\%$, $C_2H_6 = 4,5\%$, $C_3H_8 = 2,3\%$, $C_4H_{10} = 0,2\%$, $O_2 = 0,6\%$, $N_2 = 4\%$

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent}\%}{100}} = \frac{1 \times 0.89 + 2 \times 0.045 + 3 \times 0.023 + 4 \times 0.002}{1 - \frac{(0.64 + 4)}{100}} = 1.11$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100} \right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100} \right] + \dots + 8 \times \left[\frac{C_3H_8\%}{100} \right]}{1 - \frac{\text{diluent}\%}{100}} =$$

$$= \frac{4 \times 0.89 + 4 \times 0.045 + 8 \times 0.023 + 14 \times 0.002}{1 - \frac{0.6 + 4}{100}} = 4.24$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert}\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{4}{100}\right) \times \left(1.11 + \frac{4.24}{4}\right) - \frac{0.6}{100}} = 0.96$$

AUSWIRKUNGEN DER VORGESCHLAGENEN RICHTLINIE AUF DIE UNTERNEHMEN UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER KLEINEN UND MITTLEREN UNTERNEHMEN

Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 88/77/EWG vom 3. Dezember 1987 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Dieselmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen

Dokumenten-Nr.

1. Notwendigkeit eines Rechtsakts der Gemeinschaft unter Berücksichtigung des Subsidiaritätsprinzips in diesem Bereich und wichtigste Ziele

Die Gemeinschaftskompetenz im Bereich der Luftverunreinigung durch Dieselmotoren für schwere Nutzfahrzeuge wurde mit Verabschiedung der Richtlinie 88/77/EWG festgelegt. Der jetzige Vorschlag sieht eine technische Änderung der Basisrichtlinie vor, um strengere Emissionsgrenzwerte für schwere Dieselmotoren festzulegen.

Hauptziel der Richtlinie ist die Verringerung der Fahrzeugemissionen, um künftige Luftqualitätsziele in der gesamten Europäischen Union zu erreichen. Die Richtlinie ist Teil eines Maßnahmenpakets und resultiert unmittelbar aus dem ersten Auto-Öl-Programm, in dessen Rahmen kostenwirksame Kombinationen von Maßnahmen ermittelt wurden, die erforderlich sind, um die strengen Luftqualitätsziele für die wichtigsten Schadstoffe auf städtischer und regionaler Ebene wie Stickstoffoxide, Partikel und Ozon bis zum Jahr 2010 zu erreichen.

2. Betroffene

- Branchen

Hersteller schwerer Motoren, Hersteller schwerer Nutzfahrzeuge, Hersteller von (Reise- und Stadt-)Bussen, Hersteller von Komponenten und Systemen für die Abgasnachbehandlung, Lieferer von Flüssiggas (LPG) und Erdgas (NG) als Kraftstoffe, Betreiber von schweren Nutzfahrzeugen und Bussen.

- Unternehmensgröße

Bei den Herstellern von Fahrzeugen oder Motoren und den Lieferern von LPG- und NG-Kraftstoffen handelt es sich in allen Fällen um Großunternehmen. Es gibt kleine, mittlere und große Hersteller von Bussen, ebenso wie kleine, mittlere und große Betreiber von Bussen.

- besondere Gebiete der Gemeinschaft, in denen diese Unternehmen ihren Standort haben

Die Unternehmen haben ihren Standort in allen Gebieten der Europäischen Gemeinschaft.

3. Verpflichtungen der Unternehmen aufgrund der Richtlinie

Hersteller schwerer Motoren müssen geeignete Entwicklungsarbeiten vornehmen, um Motoren umzukonstruieren oder neue Motorkonstruktionen zu entwickeln, die den strengeren Emissionsgrenzwerten entsprechen. Der Vorschlag erfordert nicht die Entwicklung neuer Abgasreinigungstechnologien, da die nötige Technologie bereits verfügbar ist. Betreiber von schweren Nutzfahrzeugen und Bussen werden für neue, umweltfreundlichere Fahrzeuge höhere Kaufpreise zahlen müssen; die zusätzlichen Kosten neuer Motoren, die diesem Vorschlag entsprechen, sind im Vergleich zu den Gesamtkosten eines neuen Nutzfahrzeugs oder Busses verhältnismäßig gering (rund 1 bis 4 %). Die zusätzlichen Kosten dürften mit steigendem Produktionsvolumen abnehmen.

Lieferer von gasförmigen Kraftstoffen werden ihre Aktivitäten ausdehnen müssen, um eine steigende Nachfrage nach diesen Kraftstoffen, die umweltfreundlicher als herkömmlicher Dieselmotorkraftstoff sind, zu bedienen.

4. Voraussichtliche wirtschaftliche Folgen der Richtlinie

- Beschäftigungslage

Der Vorschlag dürfte keine Auswirkungen auf die Beschäftigung im produzierenden Gewerbe oder bei Nutzfahrzeugbetreibern haben. Eine steigende Nachfrage nach gasförmigen Kraftstoffen wird Arbeitsplätze bei den Lieferanten schaffen.

- Investitionen und Errichtung neuer Unternehmen

Die Motorenhersteller haben bereits Investitionen in die Entwicklung und Fertigung umweltfreundlicherer Motoren getätigt. Weitere Investitionen dürften nicht erforderlich sein. Die Schaffung neuer Unternehmen aufgrund dieser Maßnahme ist - ausgenommen im Bereich der Lieferung gasförmiger Kraftstoffe - unwahrscheinlich.

- Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen

Europäische Hersteller von schweren Motoren unterliegen hinsichtlich der technischen Fähigkeit relativ gleichen Bedingungen. Bereits bestehende Wettbewerbsvorteile dürften durch den Vorschlag nicht beeinflusst werden. Die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie auf dem Weltmarkt wird durch die Produktion umweltfreundlicherer Motoren gestärkt, da solche Produkte den Markterfolg in Drittländern fördern werden.

5. Bestimmungen der vorgeschlagenen Richtlinie, die der besonderen Lage kleiner und mittlerer Unternehmen Rechnung tragen (geringere oder unterschiedliche Anforderungen)

Keine. Alle an der Herstellung schwerer Motoren beteiligten Unternehmen sind Großunternehmen. Es besteht keine Notwendigkeit, besondere Freistellungen für kleine und mittlere Unternehmen vorzusehen. Kleinserienhersteller von schweren Motoren können Ausnahmen nach Artikel 8 Absatz 2 der Rahmenrichtlinie beantragen.

Kleine und mittlere Betreiber von schweren Nutzfahrzeugen und Bussen werden durch die höheren Kosten von Neufahrzeugen unwesentlich betroffen. Besondere Maßnahmen zugunsten kleiner und mittlerer Unternehmen scheinen nicht nötig zu sein.

6. Konsultation

Zum Vorschlag konsultierte Organisationen und Tenor ihrer Stellungnahmen:

ACEA (Europäischer Verband der Automobilhersteller)

ACEA war als Partner am ersten Auto-Öl-Programm beteiligt und stimmt dem Vorschlag zu, der nach Auffassung des Verbands angesichts der technischen Fähigkeit der Hersteller und künftiger Anforderungen an die Luftqualität sinnvoll ist.

AEGPL (Europäischer Flüssiggas-Verband) und ENGVA (Europäischer Verband für Erdgas-Fahrzeuge)

Diese Organisationen vertreten die Lieferanten von Flüssiggas (LPG) und Erdgas (NG) und sind im ganzen mit dem Vorschlag zufrieden, der zum ersten Mal einen einheitlichen europäischen Rahmen für die Typgenehmigung von Motoren schafft, die mit Erdgas oder Flüssiggas betrieben werden. Dies wird zu einer starken Ausweitung der Geschäftstätigkeit der in diesen Verbänden vertretenen Unternehmen führen.

MVEG (Motor Vehicle Emissions Group - technische Arbeitsgruppe der Kommission zu Kraftfahrzeugemissionen)

Andere Organisationen wie CLEPA und Euromot, die in der MVEG vertreten sind, wurden ebenfalls konsultiert und sind mit dem Vorschlag einverstanden.

19.06.98

Beschluß

des Bundesrates

Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 88/77/EWG des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Dieselmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen

KOM(97) 627 endg.; Ratsdok. 6699/98

Der Bundesrat hat in seiner 727. Sitzung am 19. Juni 1998 gemäß §§ 3 und 5 EUZBLG die folgende Stellungnahme beschlossen:

1. Der Bundesrat begrüßt die weitere Verminderung der Straßenverkehrsemissionen, um das Ziel der Luftqualitätsrichtlinien in der Europäischen Union zu erreichen. Der Bundesrat begrüßt, daß die Kommission einen Vorschlag zur Fortschreibung der Emissionsanforderungen nunmehr auch für schwere Nutzfahrzeuge vorlegt und damit insbesondere den mit dem Zuwachs des Straßengüterverkehrs verbundenen Belastungsentwicklungen entgegenwirken will.

Die Länder haben im Rahmen der Umsetzung der 23. BImSchV festgestellt, daß die Belastungsentwicklung in den Ballungsgebieten und Innenstädten bei den insbesondere vom Nutzfahrzeugverkehr verursachten Dieselrußbelastungen das vorrangigste gegenwärtige und auch zukünftige Problem ist. Darüber hinaus sollte auch der hohen Kanzerogenität, die insbesondere der Feinstaubfraktion des Dieselrußes zugeordnet wird, verstärkt Rechnung getragen werden (siehe auch Entwurf der 1. Tochterrichtlinie der EU). Zur wirkungsvollen Minderung der Partikelemissionen müssen die technisch möglichen Minderungspotentiale an der Quelle, d.h. am Fahrzeug, ausgeschöpft werden.

Der Bundesrat fordert die Bundesregierung daher auf, der weiteren Senkung der Partikelemissionsgrenzwerte bei den anstehenden Verhandlungen zentrale Bedeutung beizumessen. Der Bundesrat verweist hierzu auf seinen Beschluß vom 29. November 1996, BR-Drucksache 721/96 (Beschluß), mit dem

...

Abgasgrenzwerte gefordert werden, die Abgasminderungstechniken, wie Rußfilter, berücksichtigen.

Der von der Europäischen Kommission vorgelegte Richtlinienvorschlag zur Fortschreibung der Emissionsanforderungen für schwere Nutzfahrzeuge ist ein weiterer wichtiger Schritt zur Umsetzung der Ergebnisse des ersten Europäischen Auto-Öl-Programms. Es wird begrüßt, daß verschärfte Anforderungen an die Prüfmethode bereits mit der Festlegung der EURO III-Stufe eingeführt werden. Auf diese Weise können die in der Vergangenheit bereits erfolgten oder künftig absehbaren fahrzeugtechnischen Entwicklungen besser berücksichtigt und Manipulationsmöglichkeiten vermindert werden.

2. Der Bundesrat kann Ausnahmeregelungen für den Schadstoffausstoß für kleine Dieselmotoren mit hoher Drehzahl nicht nachvollziehen. Bei den von den Ausnahmeregelungen betroffenen Dieselmotoren handelt es sich überwiegend um Antriebe von Lieferfahrzeugen, die im erheblichen Umfang, bis zu 80%, im innerstädtischen Bereich eingesetzt werden. Die Ausnahmeregelungen werden somit insbesondere bei einem Schadstoff mit kanzerogenem Potential und hohem Minderungsbedarf (auch 23. BImSchV) wirksam.

Der Bundesrat bittet daher die Bundesregierung, sich bei den weiteren Beratungen des Richtlinienvorschlags dafür einzusetzen, daß die im Anhang I unter Nummer 6.2.1 (Grenzwerte) in den Tabellen I und 2 vorgesehenen Ausnahmen für Partikelgrenzwerte bei Motoren mit einem Hubraum von unter 0,7 dm³ je Zylinder und einer Nenndrehzahl von über 3 000 min⁻¹ (0,13 g/kWh und 0,21 g/kWh) ersatzlos gestrichen werden, zumal im Hinblick auf die lange Vorlaufzeit, die der Industrie zur technischen Weiterentwicklung zur Verfügung stand, und die zwischenzeitlich zur Verfügung stehenden Abgasreinigungstechniken bei in Verkehr zu bringenden Fahrzeugen keine gravierenden Probleme entstehen. Falls dies nicht möglich sein sollte, sollte zumindest eine Befristung der Ausnahmeregelungen bis zum 1. Oktober 2000 vorgesehen werden.

Der Bundesrat erinnert die Bundesregierung hierzu auch an seine Beschlüsse vom 10. März 1995, BR-Drucksache 57/95 (Beschluß) und vom 4. Juli 1997, BR-Drucksache 388/97 (Beschluß), mit denen diese Ausnahmeregelungen als nicht akzeptabel abgelehnt werden, und bekräftigt diese Beschlüsse.

3. Der Bundesrat sieht mit den von der Kommission vorgelegten Grenzwerten für das Jahr 2000 keine Rechtfertigung für steuerliche Vorteile. Der vorgelegte Richtlinienvorschlag berücksichtigt lediglich den bereits heute verfügbaren Stand der Technik und gibt keine Anstöße zu Weiterentwicklungen für künftige fortschrittlichere Emissionsminderungsmaßnahmen.

Der Bundesrat sieht es unter diesem Gesichtspunkt und unter dem Aspekt der Planungssicherheit als wichtig an, im Richtlinienvorschlag bereits jetzt zumindest indikative Abgasgrenzwerte für EURO IV ab dem Jahr 2005 festzulegen, und bittet die Bundesregierung, sich bei den weiteren Beratungen

über den Richtlinienvorschlag dafür zu verwenden. Die Entwicklung für serienreife Techniken zur Abgasminderung der schweren Nutzfahrzeuge erfordern bekanntermaßen mehrjährige Vorlaufzeiten. Die mehrjährigen Vorlaufzeiten für die Entwicklung serienreifer Techniken fortgeschrittener Abgasminderungssysteme erfordern rechtzeitig Zielvorgaben. Eine möglicherweise erfolgende Anpassung der Prüfzyklen kann im Bedarfsfall zu einem späteren Zeitpunkt noch korrigiert werden. Dadurch bedingte geringfügige Änderungen der Grenzwerte sind dabei als weniger gravierend zu betrachten, als das Fehlen von Euro-IV-Grenzwerten überhaupt.

Die Bundesregierung wird deshalb gebeten, in ihren Verhandlungen bei der Europäischen Union für die Zielwerte des Jahres 2005 die Vorschläge des Umweltbundesamtes zu "Lkw 2000" als Minimalposition einzubringen.

Der Bundesrat bittet die Bundesregierung, alle Anstrengungen zu unternehmen, daß diese Regelungen zeitgleich mit dem vorliegenden Richtlinienentwurf verabschiedet werden und erst für die anspruchsvolleren Standards der Grenzwerte für das Jahr 2005 steuerliche Vorteile festgelegt werden. Zur Förderung von EURO-IV-Fahrzeugen wird die Bundesregierung gebeten, sich dafür einzusetzen, daß auch steuerliche Anreize für Fahrzeuge gewährt werden können, die die Emissionsgrenzwerte der EURO-IV-Stufe bereits vor dem vorgesehenen Anwendungszeitpunkt erfüllen.

4. Der Bundesrat begrüßt, daß nunmehr Anforderungen für Gasmotoren festgelegt werden und damit die Grundlagen zur Prüfung einer besonders fortschrittlichen und umweltschonenden Technik geschaffen werden.

Der Bundesrat sieht in der vorgelegten 1. Stufe die Voraussetzung für die Einführung von konventionellen Gasmotoren. Das durch die Bundesregierung 1996 eingeleitete Förderprogramm zum Einsatz von Erdgas als Kraftstoff hat gezeigt, daß das bereits heute am Markt eingeführte technische Potential mit diesen Grenzwerten bei weitem nicht ausgeschöpft ist. In der Regel werden Gasmotoren mit geregelten 3-Wege-Katalysator eingesetzt, was auch den hohen Standard der technischen Innovation der deutschen Automobilindustrie dokumentiert.

Der Bundesrat fordert die Bundesregierung daher auf, eine Weiterentwicklung der Anforderungen an Gasmotoren mit dem Richtlinienvorschlag für die nächste Stufe für das Jahr 2005 aufzunehmen und auch diesen Standard für eine verstärkte steuerliche Förderung vorzusehen, um so dieser - gegenüber herkömmlichen Dieselantrieben schadstoffärmeren - Technik zum Durchbruch zu verhelfen.