Dieses Dokument ist lediglich eine Dokumentationsquelle, für deren Richtigkeit die Organe der Gemeinschaften keine Gewähr übernehmen

►**B** **RICHTLINIE 2005/55/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES**

vom 28. September 2005

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

(Text von Bedeutung für den EWR)

(ABl. L 275 vom 20.10.2005, S. 1)

Geändert durch:

		Amtsblatt		
		Nr.	Seite	Datum
►**M1**	Richtlinie 2005/78/EG der Kommission vom 14. November 2005	L 313	1	29.11.2005

▼B

RICHTLINIE 2005/55/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES

vom 28. September 2005

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

(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 95,

auf Vorschlag der Kommission,

nach Stellungnahme des Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschusses ([1]),

gemäß dem Verfahren des Artikels 251 des Vertrags ([2]),

in Erwägung nachstehender Gründe:

(1) Die Richtlinie 88/77/EWG des Rates vom 3. Dezember 1987 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Selbstzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen und die Emission gasförmiger Schadstoffe aus mit Erdgas oder Flüssiggas betriebenen Fremdzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen ([3]) ist eine der Einzelrichtlinien im Rahmen des Typgenehmigungsverfahrens gemäß der Richtlinie 70/156/EWG des Rates vom 6. Februar 1970 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Betriebserlaubnis für Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger ([4]). Die Richtlinie 88/77/EWG wurde mehrfach erheblich geändert, um schrittweise strengere Grenzwerte für Schadstoffemissionen einzuführen. Da weitere Änderungen notwendig sind, sollte die Richtlinie aus Gründen der Klarheit neu gefasst werden.

(2) Mit der Richtlinie 91/542/EWG des Rates ([5]) zur Änderung der Richtlinie 88/77/EWG, der Richtlinie 1999/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Dezember 1999 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Selbstzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen und die Emission gasförmiger Schadstoffe aus mit Erdgas oder Flüssiggas betriebenen Fremdzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen und zur Änderung der Richtlinie 88/77/EWG des Rates ([6]) und der Richtlinie 2001/27/EG der Kommission ([7]) zur Anpassung der Richtlinie 88/77/EWG des Rates an den technischen Fortschritt wurden Bestimmungen eingeführt, die zwar autonom, aber mit den Regelungen der Richtlinie 88/77/EWG eng verknüpft sind. Diese autonomen Bestimmungen sollten im Interesse der

([1]) ABl. C 108 vom 30.4.2004, S. 32.
([2]) Stellungnahme des Europäischen Parlaments vom 9. März 2004 (ABl. C 102 E vom 28.4.2004, S. 272) und Beschluss des Rates vom 19. September 2005.
([3]) ABl. L 36 vom 9.2.1988, S. 33. Zuletzt geändert durch die Beitrittsakte von 2003.
([4]) ABl. L 42 vom 23.2.1970, S. 1. Zuletzt geändert durch die Richtlinie 2005/49/EG der Kommission (ABl. L 194 vom 26.7.2005, S. 12).
([5]) ABl. L 295 vom 25.10.1991, S. 1.
([6]) ABl. L 44 vom 16.2.2000, S. 1.
([7]) ABl. L 107 vom 18.4.2001, S. 10.

▼B

Klarheit und der Rechtssicherheit vollständig in die Neufassung der genannten Richtlinie übernommen werden.

(3) Es ist erforderlich, dass alle Mitgliedstaaten dieselben Anforderungen erlassen, um insbesondere die Durchsetzung des EG-Typgenehmigungssystems, das Gegenstand der Richtlinie 70/156/EWG ist, für jeden Fahrzeugtyp sicherzustellen.

(4) Das Programm der Kommission über Luftqualität, straßenverkehrsbedingte Emissionen, Kraftstoffe und Technologien zur Emissionsminderung (nachstehend „erstes Auto-Öl-Programm“ genannt) zeigte, dass eine weitere Senkung der Schadstoffemissionen von schweren Nutzfahrzeugen erforderlich war, um die künftigen Normen für die Luftqualität einhalten zu können.

(5) Eine Herabsetzung der ab dem Jahr 2000 geltenden Grenzwerte um 30 % für Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe insgesamt, Stickoxide und partikelförmige Schadstoffe wurde im ersten Auto-Öl-Programm als unerlässlich erachtet, um mittelfristig zufrieden stellende Luftqualitätswerte zu erzielen. Eine Senkung der Abgastrübung um 30 % sollte ebenfalls zur Verringerung von partikelförmigen Schadstoffen beitragen. Eine weitere Herabsetzung der ab dem Jahr 2005 geltenden Grenzwerte um weitere 30 % für Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe insgesamt und Stickoxide sowie um 80 % für partikelförmige Schadstoffe sollten mittel- bis langfristig erheblich zur Verbesserung der Luftqualität beitragen. Der ab dem Jahr 2008 geltende zusätzliche Grenzwert für Stickoxide sollte zu einer weiteren Senkung des Emissionsgrenzwertes für diesen Schadstoff um 43 % führen.

(6) Es werden Typgenehmigungsprüfzyklen für gasförmige Schadstoffe und luftverunreinigende Partikel sowie Abgastrübung durchgeführt, die eine repräsentativere Bewertung der Emissionsleistung von Motoren unter Prüfbedingungen gestatten, die in stärkerem Maße den bei in Betrieb befindlichen Fahrzeugen auftretenden Bedingungen entsprechen. Seit dem Jahr 2000 wurden konventionelle Selbstzündungsmotoren und Selbstzündungsmotoren, die mit bestimmten emissionsmindernden Einrichtungen ausgerüstet sind, in einem stationären Prüfzyklus und in einem neuen lastabhängigen Fahrzyklus für die Abgastrübung geprüft. Selbstzündungsmotoren, die mit fortschrittlichen emissionsmindernden Einrichtungen ausgerüstet sind, werden darüber hinaus in einem neuen instationären Prüfzyklus getestet. Ab dem Jahr 2005 sollten alle Selbstzündungsmotoren in allen genannten Prüfzyklen getestet werden. Gasmotoren werden lediglich in dem neuen instationären Prüfzyklus getestet.

(7) In sämtlichen zufällig ausgewählten Lastzuständen innerhalb eines festgelegten Betriebsbereichs dürfen die Grenzwerte nicht um mehr als einen angemessenen Prozentsatz überschritten werden.

(8) Es ist notwendig, bei der Festlegung neuer Normen und Prüfverfahren die Auswirkungen der künftigen Verkehrsentwicklung in der Gemeinschaft auf die Luftqualität zu berücksichtigen. Die Arbeit der Kommission in diesem Bereich hat gezeigt, dass die Motorenindustrie in der Gemeinschaft die Technologie wesentlich optimieren konnte, so dass die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel deutlich zurückgegangen ist. Im Interesse des Umweltschutzes und der öffentlichen Gesundheit muss jedoch auf weitere Verbesserungen bei den Emissionsgrenzwerten und sonstigen technischen Anforderungen gedrängt werden. Dabei sollten vor allem die Ergebnisse der Forschungen über die Eigenschaften ultrafeiner Partikel bei künftigen Maßnahmen berücksichtigt werden.

(9) Die Qualität der Motorenkraftstoffe muss weiter verbessert werden, um eine wirksame und dauerhafte Leistung der in Betrieb befindlichen emissionsmindernden Einrichtungen zu ermöglichen.

▼B

(10) Für On-Board-Diagnose (OBD) sollten ab dem Jahr 2005 neue Bestimmungen eingeführt werden, die es erleichtern, dass eine Wirkungsverschlechterung oder ein Ausfall der emissionsmindernden Einrichtungen sofort erkannt wird. Auf diese Weise sollten Diagnose und Reparatur verbessert und dementsprechend das dauerhaft erreichbare Emissionsschutzniveau von in Betrieb befindlichen schweren Nutzfahrzeugen entscheidend erhöht werden. Da OBD für Dieselmotoren in schweren Nutzfahrzeugen weltweit noch in den Anfängen steckt, sollte sie in zwei Stufen in der Gemeinschaft eingeführt werden, damit die Systeme weiterentwickelt werden können und keine OBD-Systeme zum Einsatz kommen, die Falschmeldungen abgeben. Damit die Mitgliedstaaten prüfen können, ob Halter und Betreiber schwerer Nutzfahrzeuge ihrer Pflicht zur Behebung vom OBD-System gemeldeter Fehler nachgekommen sind, sollte im System die Wegstrecke oder die Zeitspanne gespeichert werden, seit der dem Fahrer ein Fehler gemeldet wurde.

(11) Selbstzündungsmotoren sind konzeptionsbedingt langlebig und können bei ordnungsgemäßer und effizienter Wartung beim gewerblichen Einsatz in schweren Nutzfahrzeugen erwiesenermaßen über große Laufleistungen hinweg ein hohes Emissionsschutzniveau halten. Künftige Emissionsgrenzwerte werden jedoch so niedrig sein, dass sie nur mit dem Motor nachgeschalteten Einrichtungen wie DeNO$_x$-Systemen, Diesel-Partikelfiltern, Kombinationen aus beiden oder vielleicht mit anderen noch zu bestimmenden Systemen eingehalten werden können. Daher müssen Dauerhaltbarkeitsanforderungen festgelegt werden, die die Grundlage bilden für Verfahren, mit denen die Übereinstimmung einer emissionsmindernden Einrichtung eines Motors während des Referenzzeitraums gewährleistet werden soll. Bei der Festlegung solcher Anforderungen sollten die beträchtliche Kilometerleistung schwerer Nutzfahrzeuge, die Notwendigkeit, geeignete und rechtzeitige Wartungsmaßnahmen vorzusehen, sowie die Möglichkeit, Typgenehmigungen für Fahrzeuge der Kategorie N_1 entweder gemäß dieser Richtlinie oder gemäß der Richtlinie 70/220/EWG des Rates vom 20. März 1970 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Emissionen von Kraftfahrzeugen ([1]) auszustellen, berücksichtigt werden.

(12) Es sollte den Mitgliedstaaten erlaubt sein, steuerliche Anreize zu schaffen, um das Inverkehrbringen von Fahrzeugen, die den auf Gemeinschaftsebene festgelegten Anforderungen entsprechen, zu beschleunigen, sofern diese Anreize im Einklang mit den Bestimmungen des Vertrags stehen und bestimmte Voraussetzungen erfüllen, damit keine Verzerrungen auf dem Binnenmarkt entstehen. Diese Richtlinie lässt das Recht der Mitgliedstaaten unberührt, Emissionen von Schadstoffen und anderen Stoffen in die Bemessungsgrundlage für die Berechnung von Kraftfahrzeugsteuern einzubeziehen.

(13) Da einige dieser steuerlichen Anreize staatliche Beihilfen gemäß Artikel 87 Absatz 1 des Vertrags sind, müssten sie der Kommission gemäß Artikel 88 Absatz 3 des Vertrags zur Überprüfung der Übereinstimmung mit den entsprechenden Kompatibilitätskriterien mitgeteilt werden. Die Mitteilung solcher Maßnahmen gemäß dieser Richtlinie sollte die Verpflichtung zur Unterrichtung gemäß Artikel 88 Absatz 3 des Vertrags unberührt lassen.

(14) Um das Verfahren zu vereinfachen und zu beschleunigen, sollte die Kommission damit beauftragt werden, Maßnahmen zur Umsetzung der grundlegenden Bestimmungen dieser Richtlinie und zur Anpassung der Anhänge dieser Richtlinie an den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt zu erlassen.

([1]) ABl. L 76 vom 6.4.1970, S. 1. Zuletzt geändert durch die Richtlinie 2003/76/EG der Kommission (ABl. L 206 vom 15.8.2003, S. 29).

▼B

(15) Die zur Durchführung dieser Richtlinie und deren Anpassung an den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt erforderlichen Maßnahmen sollten gemäß dem Beschluss 1999/468/EG des Rates vom 28. Juni 1999 über die Festlegung der Modalitäten für die Ausübung der der Kommission übertragenen Durchführungsbefugnisse ([1]) erlassen werden.

(16) Die Kommission sollte die Notwendigkeit von Grenzwerten für Schadstoffe prüfen, die bis jetzt noch nicht reguliert sind und die infolge der größeren Verbreitung neuer alternativer Kraftstoffe und neuer emissionsmindernder Einrichtungen auftreten.

(17) Die Kommission sollte möglichst schnell Vorschläge, die sie für zweckmäßig hält, für eine weitere Stufe von Grenzwerten für NO_x- und Partikelemissionen vorlegen.

(18) Da das Ziel dieser Richtlinie, nämlich die Verwirklichung des Binnenmarktes mittels der Einführung gemeinsamer technischer Anforderungen für die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel für alle Kraftfahrzeugtypen, auf Ebene der Mitgliedstaaten nicht ausreichend erreicht werden kann und daher wegen ihres Umfangs besser auf Gemeinschaftsebene zu erreichen ist, kann die Gemeinschaft im Einklang mit dem in Artikel 5 des Vertrags niedergelegten Subsidiaritätsprinzip tätig werden. Entsprechend dem in demselbem Artikel genannten Verhältnismäßigkeitsprinzip geht diese Richtlinie nicht über das für die Erreichung dieses Ziels erforderliche Maß hinaus.

(19) Die Verpflichtung zur Umsetzung dieser Richtlinie in nationales Recht sollte auf die Bestimmungen begrenzt werden, die wesentliche Änderungen gegenüber den früheren Richtlinien darstellen. Die Verpflichtung zur Umsetzung unveränderter Bestimmungen ergibt sich aus den früheren Richtlinien.

(20) Diese Richtlinie sollte die Verpflichtungen der Mitgliedstaaten unberührt lassen, die sich auf die Umsetzungsfristen und die Anwendung der in Anhang IX Teil B aufgeführten Richtlinien beziehen —

HABEN FOLGENDE RICHTLINIE ERLASSEN:

Artikel 1

Definitionen

Im Sinne dieser Richtlinie bedeutet der Ausdruck:

a) „Fahrzeug“ ein durch einen Selbstzündungs- oder Gasmotor angetriebenes Fahrzeug im Sinne von Artikel 2 der Richtlinie 70/156/EWG, mit Ausnahme von Fahrzeugen der Klasse M_1 mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse von bis zu 3,5 t;

b) „Selbstzündungs- oder Gasmotor“ die Antriebsquelle eines Fahrzeugs, für die als selbstständige technische Einheit im Sinne von Artikel 2 der Richtlinie 70/156/EWG eine Typgenehmigung erteilt werden kann;

c) „besonders umweltfreundliches Fahrzeug (‚EEV‘)“, ein Fahrzeug, das von einem Motor angetrieben wird, der den fakultativen Grenzwerten für die Emission gemäß Zeile C der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 von Anhang I entspricht.

Artikel 2

Verpflichtungen der Mitgliedstaaten

(1) Wenn die Anforderungen der Anhänge I bis VIII nicht erfüllt werden, insbesondere wenn die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und verunreinigender Partikel und die Trübung der Abgase des Motors die in Zeile A der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I genannten

([1]) ABl. L 184 vom 17.7.1999, S. 23.

▼B

Grenzwerte nicht einhalten, verweigern die Mitgliedstaaten für Selbstzündungs- oder Gasmotortypen und mit einem Selbstzündungs- oder Gasmotor angetriebene Fahrzeugtypen

a) die EG-Typgenehmigung nach Artikel 4 Absatz 1 der Richtlinie 70/156/EWG und

b) die nationale Typgenehmigung.

(2) Außer im Fall von Fahrzeugen und Motoren, die in Drittländer ausgeführt werden sollen, und von Motoren, die zum Ersatz von Motoren von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen bestimmt sind, müssen die Mitgliedstaaten, wenn die Anforderungen der Anhänge I bis VIII nicht erfüllt werden, insbesondere wenn die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel und die Trübung der Abgase des Motors die in Zeile A der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I genannten Grenzwerte nicht einhalten:

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

b) Zulassung, Vertrieb, Inbetriebnahme und Benutzung neuer, mit einem Selbstzündungs- oder Gasmotor angetriebener Fahrzeuge und Vertrieb und Benutzung neuer Selbstzündungs- oder Gasmotoren untersagen.

(3) Unbeschadet der Absätze 1 und 2 und mit Wirkung ab 1. Oktober 2003 müssen die Mitgliedstaaten für Gasmotortypen und mit einem Gasmotor angetriebene Fahrzeugtypen, die die Anforderungen der Anhänge I bis VIII nicht erfüllen, mit Ausnahme der Fahrzeuge und Motoren, die in Drittländer ausgeführt werden sollen, und von Motoren, die zum Ersatz von Motoren von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen bestimmt sind:

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

b) Zulassung, Vertrieb, Inbetriebnahme und Benutzung von Neufahrzeugen und Vertrieb und Benutzung neuer Motoren untersagen.

(4) Wenn die Anforderungen der Anhänge I bis VIII und der Artikel 3 und 4 erfüllt sind, insbesondere wenn die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel sowie die Trübung der Abgase des Motors den in Zeile B1 oder B2 der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I aufgeführten Grenzwerten oder den dort in Zeile C aufgeführten zulässigen Grenzwerten für die Emission genügen, darf kein Mitgliedstaat aus Gründen, die sich auf die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel sowie auf die Trübung der Abgase eines Motors beziehen,

a) die EG-Typgenehmigung nach Artikel 4 Absatz 1 der Richtlinie 70/156/EWG oder die nationale Typgenehmigung für mit einem Selbstzündungs- oder Gasmotor angetriebene Fahrzeugtypen verweigern;

b) Zulassung, Vertrieb, Inbetriebnahme und Benutzung neuer, mit einem Selbstzündungs- oder Gasmotor angetriebener Fahrzeuge untersagen;

c) die EG-Typgenehmigung für Selbstzündungs- oder Gasmotortypen verweigern;

d) Vertrieb und Benutzung neuer Selbstzündungs- oder Gasmotoren untersagen.

(5) Ab dem 1. Oktober 2005 verweigern die Mitgliedstaaten, wenn die Anforderungen der Anhänge I bis VIII und der Artikel 3 und 4 nicht erfüllt werden, insbesondere wenn die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und verunreinigender Partikel und die Trübung der Abgase des Motors die Grenzwerte in Zeile B1 der Tabellen in Abschnitt 6.2.1

▼B

des Anhangs I nicht einhalten, für Selbstzündungs- und Gasmotortypen und mit einem Selbstzündungs- oder Gasmotor angetriebene Fahrzeugtypen

a) die EG-Typgenehmigung nach Artikel 4 Absatz 1 der Richtlinie 70/156/EWG und

b) die nationale Typgenehmigung.

(6) Ab dem 1. Oktober 2006 müssen die Mitgliedstaaten — außer im Fall von Fahrzeugen und Motoren, die in Drittländer ausgeführt werden sollen, und von Motoren, die zum Ersatz von Motoren von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen bestimmt sind — wenn die Anforderungen der Anhänge I bis VIII und der Artikel 3 und 4 nicht erfüllt werden, insbesondere wenn die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und verunreinigender Partikel und die Trübung der Abgase des Motors die Grenzwerte in Zeile B1 der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I nicht einhalten:

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

b) Zulassung, Vertrieb, Inbetriebnahme und Benutzung neuer, mit einem Selbstzündungs- oder Gasmotor angetriebener Fahrzeuge und Vertrieb und Benutzung neuer Selbstzündungs- oder Gasmotoren untersagen.

(7) Ab dem 1. Oktober 2008 verweigern die Mitgliedstaaten, wenn die Anforderungen der Anhänge I bis VIII und der Artikel 3 und 4 nicht erfüllt werden, insbesondere wenn die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und verunreinigender Partikel und die Trübung der Abgase des Motors die Grenzwerte in Zeile B2 der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I nicht einhalten, für Selbstzündungs- und Gasmotortypen und mit einem Selbstzündungs- oder Gasmotor angetriebene Fahrzeugtypen

a) die EG-Typgenehmigung nach Artikel 4 Absatz 1 der Richtlinie 70/156/EWG und

b) die nationale Typgenehmigung.

(8) Ab dem 1. Oktober 2009 müssen die Mitgliedstaaten außer im Fall von Fahrzeugen und Motoren, die in Drittländer ausgeführt werden sollen, und von Motoren, die zum Ersatz von Motoren von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen bestimmt sind — wenn die Anforderungen der Anhänge I bis VIII und der Artikel 3 und 4 nicht erfüllt werden, insbesondere wenn die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und verunreinigender Partikel und die Trübung der Abgase des Motors die Grenzwerte in Zeile B2 der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I nicht einhalten:

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

b) Zulassung, Vertrieb, Inbetriebnahme und Benutzung neuer, mit einem Selbstzündungs- oder Gasmotor angetriebener Fahrzeuge und Vertrieb und Benutzung neuer Selbstzündungs- oder Gasmotoren untersagen.

(9) Im Einklang mit Absatz 4 wird bei Motoren, die die Anforderungen der Anhänge I bis VIII erfüllen und insbesondere die Grenzwerte gemäß Zeile C der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I einhalten, davon ausgegangen, dass sie den Anforderungen der Absätze 1, 2 und 3 genügen.

Im Einklang mit Absatz 4 wird bei Motoren, die die Anforderungen der Anhänge I bis VIII und der Artikel 3 und 4 erfüllen und insbesondere die Grenzwerte gemäß Zeile C der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I einhalten, davon ausgegangen, dass sie den Anforderungen der Absätze 1 bis 3 sowie 5 bis 8 genügen.

▼B

(10) Für Selbstzündungs- oder Gasmotoren, die im Rahmen der Typzulassung die Grenzwerte nach Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I einhalten müssen, gilt:

In sämtlichen zufällig ausgewählten Lastzuständen innerhalb eines bestimmten Kontrollbereichs und mit Ausnahme spezifizierter Motorbetriebsbedingungen, die einer solchen Vorschrift nicht unterliegen, dürfen die Emissionswerte, die während einer Zeitspanne von nur 30 Sekunden ermittelt werden, die Grenzwerte in den Zeilen B2 und C der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I nicht um mehr als 100 % überschreiten. Der Kontrollbereich, für den der nicht zu überschreitende Prozentsatz gilt, die davon ausgenommenen Motorbetriebsbedingungen und andere geeignete Bedingungen werden nach dem in Artikel 7 Absatz 1 genannten Verfahren festgelegt.

Artikel 3

Dauerhaltbarkeit emissionsmindernder Einrichtungen

(1) Ab dem 1. Oktober 2005 muss bei Typgenehmigungen für neue Fahrzeugtypen und Motoren und ab dem 1. Oktober 2006 bei Typgenehmigungen für alle Fahrzeugtypen und Motoren der Hersteller eines auf der Grundlage der Grenzwerte in Zeile B1, B2 oder C der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I typgenehmigten Selbstzündungsmotors oder Gasmotors nachweisen, dass der Motor diese Grenzwerte während folgender Einsatzdauer nicht überschreitet:

a) 100 000 km oder fünf Jahre, je nachdem, was zuerst eintritt, bei Motoren zum Einbau in Fahrzeuge der Klassen N_1 und M_2;

b) 200 000 km oder sechs Jahre, je nachdem, was zuerst eintritt, bei Motoren zum Einbau in Fahrzeuge der Klassen N_2, N_3 mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse von bis zu 16 Tonnen und M_3 Klasse I, Klasse II und Klasse A sowie Klasse B mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse von bis zu 7,5 Tonnen;

c) 500 000 km oder sieben Jahre, je nachdem, was zuerst eintritt, bei Motoren zum Einbau in Fahrzeuge der Klassen N_3 mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse von über 16 Tonnen und M_3, Klasse III und Klasse B mit einer technisch zulässigen Gesamtmasse von über 7,5 Tonnen.

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

(2) Die Maßnahmen zur Umsetzung von Absatz 1 werden spätestens bis zum 28. Dezember 2005 erlassen.

Artikel 4

On-Board-Diagnosesysteme

(1) Ab dem 1. Oktober 2005 müssen bei Typgenehmigungen für neue Fahrzeugtypen und ab dem 1. Oktober 2006 bei allen Typgenehmigungen die gemäß den Emissionsgrenzwerten in Zeile B1 oder Zeile C der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I typgenehmigten Selbstzündungsmotoren bzw. mit einem solchen Motor angetriebenen Fahrzeuge mit einem On-Board-Diagnose-(OBD)-System ausgestattet sein, das dem Fahrer eine Fehlermeldung anzeigt, wenn die in Zeile B1 oder Zeile C der Tabelle in Absatz 3 aufgeführten OBD-Schwellenwerte überschritten werden.

▼B

Im Fall von Einrichtungen zur Abgasnachbehandlung kann das OBD-System auch größere Funktionsstörungen von einem der Folgenden melden:

a) einem als selbstständige Einheit montierten Katalysator, der Teil eines $DeNO_x$-Systems oder eines Diesel-Partikelfilters sein kann oder nicht,

b) einem $DeNO_x$-System, soweit eingebaut,

c) einem Diesel-Partikelfilter, soweit eingebaut,

d) einer Kombination aus $DeNO_x$-System und Partikelfilter.

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

Das OBD-System umfasst ferner eine Schnittstelle zwischen dem elektronischen Motorsteuergerät (EECU) und allen anderen Motoren oder elektrischen oder elektronischen Fahrzeugsystemen, die Daten an das EECU übermitteln oder Daten von dort empfangen und die das ordnungsgemäße Funktionieren der emissionsmindernden Einrichtungen beeinträchtigen, wie etwa die Schnittstelle zwischen dem EECU und einem elektronischen Getriebesteuergerät.

(3) Die OBD-Schwellenwerte lauten:

Zeile	Selbstzündungsmotoren	
	Ausstoß von Stickstoffoxid (NO_x) g/kWh	Partikelausstoß (PT) g/kWh
B1 (2005)	7,0	0,1
B2 (2008)	7,0	0,1
C (EEV)	7,0	0,1

(4) Der uneingeschränkte und einheitliche Zugang zu OBD-Daten für Zwecke der Prüfung, Diagnose, Wartung und Reparatur im Einklang mit den entsprechenden Vorschriften der Richtlinie 70/220/EWG und Vorschriften für Ersatzteile zur Gewährleistung der Verträglichkeit mit OBD-Systemen muss gewährleistet sein.

(5) Die Maßnahmen zur Umsetzung der Absätze 1, 2 und 3 werden bis spätestens 28. Dezember 2005 erlassen.

Artikel 5

Emissionmindernde Vorrichtungen, in denen selbstverbrauchende Reagenzien verwendet werden

Bei der Festlegung der in Artikel 7 Absatz 1 vorgesehenen Maßnahmen, die zur Durchführung von Artikel 4 notwendig sind, legt die Kommission gegebenenfalls technische Maßnahmen zur Minimierung der Gefahr fest, dass emissionsmindernde Vorrichtungen, in denen selbstverbrauchende Reagenzien verwendet werden, im Betrieb unzulänglich gewartet werden. Zusätzlich werden gegebenenfalls Maßnahmen festgelegt, die sicherstellen, dass Ammoniakemissionen, die sich aus der Verwendung selbstverbrauchender Reagenzien ergeben, minimiert werden.

▼B

Artikel 6

Steueranreize

(1) Die Mitgliedstaaten können steuerliche Anreize nur für Fahrzeuge vorsehen, die dieser Richtlinie entsprechen. Diese Anreize müssen im Einklang mit den Bestimmungen des Vertrags und der Absätze 2 oder 3 des vorliegenden Artikels stehen.

(2) Die Anreize finden auf alle Neufahrzeuge Anwendung, die in einem Mitgliedstaat zum Verkauf angeboten werden und die in Zeile B1 oder B2 der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I genannten Grenzwerte vorzeitig einhalten.

Sie enden zum Zeitpunkt der verbindlichen Anwendung der Grenzwerte in Zeile B1, wie in Artikel 2 Absatz 6 festgelegt, bzw. zum Zeitpunkt der verbindlichen Anwendung der Grenzwerte in Zeile B2, wie in Artikel 2 Absatz 8 festgelegt.

(3) Die Anreize finden auf alle Neufahrzeuge Anwendung, die in einem Mitgliedstaat zum Verkauf angeboten werden und die in Zeile C der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I genannten fakultativen Grenzwerte für die Emission einhalten.

(4) Zusätzlich zu den in Absatz 1 genannten Bedingungen dürfen die steuerlichen Anreize für jeden Fahrzeugtyp die Mehrkosten der technischen Lösungen, die zum Zwecke der Einhaltung der in Zeile B1 oder B2 der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I genannten Grenzwerte oder der in Zeile C der Tabellen in Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I genannten fakultativen Grenzwerte gewählt werden, einschließlich der Kosten für den Einbau in das Fahrzeug, nicht überschreiten.

(5) Die Mitgliedstaaten unterrichten die Kommission so rechtzeitig über Vorhaben zur Einführung oder Änderung steuerlicher Anreize gemäß diesem Artikel, dass sie dazu Stellung nehmen kann.

Artikel 7

Durchführungsmaßnahmen und Änderungen

(1) Maßnahmen, die zur Umsetzung von Artikel 2 Absatz 10, Artikel 3 und Artikel 4 der vorliegenden Richtlinie notwendig sind, werden von der Kommission, unterstützt von dem mit Artikel 13 Absatz 1 der Richtlinie 70/156/EWG eingerichteten Ausschuss, nach dem in Artikel 13 Absatz 3 jener Richtlinie genannten Verfahren erlassen.

(2) Änderungen, die zur Anpassung dieser Richtlinie an den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt notwendig sind, werden von der Kommission, unterstützt von dem mit Artikel 13 Absatz 1 der Richtlinie 70/156/EWG eingerichteten Ausschuss, nach dem in Artikel 13 Absatz 3 jener Richtlinie genannten Verfahren erlassen.

Artikel 8

Überprüfung und Berichte

(1) Die Kommission prüft die Notwendigkeit zur Einführung neuer Emissionsgrenzwerte für schwere Nutzfahrzeuge und Motoren für schwere Nutzfahrzeuge im Hinblick auf bis jetzt nicht regulierte Schadstoffe. Die Überprüfung stützt sich auf die Verbreitung neuer alternativer Kraftstoffe sowie auf die Einführung neuer mit Reagenzien arbeitender emissionsmindernder Einrichtungen, mit denen die künftigen in dieser Richtlinie festgelegten Normen erfüllt werden sollen. Gegebenenfalls unterbreitet die Kommission dem Europäischen Parlament und dem Rat einen Vorschlag.

(2) Die Kommission sollte dem Europäischen Parlament und dem Rat Legislativvorschläge zur weiteren Begrenzung der NO_x- und Partikelemissionen für schwere Nutzfahrzeuge vorlegen.

▼B

Gegebenenfalls prüft sie, ob die Festlegung eines zusätzlichen Grenzwerts für Partikelgehalt und -größe nötig ist, den sie erforderlichenfalls mit einbezieht.

(3) Die Kommission berichtet dem Europäischen Parlament und dem Rat über den Stand der Verhandlungen über einen weltweit harmonisierten Prüfzyklus (WHDC).

(4) Die Kommission legt dem Europäischen Parlament und dem Rat einen Bericht über die Anforderungen für den Einsatz eines On-Board-Messsystems (OBM-System) vor. Auf der Grundlage dieses Berichts unterbreitet die Kommission gegebenenfalls einen Vorschlag für Maßnahmen, die die technischen Spezifikationen und entsprechenden Anhänge für die Typgenehmigung von OBM-Systemen umfassen, mit denen ein den OBD-Systemen zumindest gleichwertiges Kontrollniveau sichergestellt wird und die mit diesen Systemen kompatibel sind.

Artikel 9

Umsetzung

(1) Die Mitgliedstaaten erlassen und veröffentlichen spätestens vor dem 9. November 2006 die Rechts- und Verwaltungsvorschriften, die erforderlich sind, um dieser Richtlinie nachzukommen. Verzögert sich die Annahme der Durchführungsmaßnahmen nach Artikel 7 über den 28. Dezember 2005 hinaus, so kommen die Mitgliedstaaten dieser Verpflichtung bis zu der Umsetzungsfrist nach, die in der Richtlinie, die diese Durchführungsmaßnahmen enthält, festgelegt ist. Sie teilen der Kommission unverzüglich den Wortlaut dieser Vorschriften mit und übermitteln ihr eine Tabelle der Entsprechungen zwischen den von ihnen erlassenen Vorschriften und der vorliegenden Richtlinie.

Sie wenden diese Vorschriften ab dem 9. November 2006 an oder, falls sich die Annahme der Durchführungsmaßnahmen nach Artikel 7 über den 28. Dezember 2005 hinaus verzögert, ab der Umsetzungsfrist, die in der Richtlinie, die diese Durchführungsmaßnahmen enthält, festgelegt ist.

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

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

Artikel 10

Aufgehobene Rechtsvorschriften

Die in Anhang IX Teil A genannten Richtlinien werden mit Wirkung vom 9. November 2006 aufgehoben; hiervon unberührt bleibt die Pflicht der Mitgliedstaaten, die in Anhang IX Teil B aufgeführten Richtlinien zu den festgesetzten Daten in innerstaatliches Recht umzusetzen und anzuwenden.

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

Artikel 11

Inkrafttreten

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

▼B

Artikel 12

Adressaten

Diese Richtlinie ist an die Mitgliedstaaten gerichtet.

▼B

ANHANG I

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

▼M1

1. GELTUNGSBEREICH

Diese Richtlinie gilt für Einrichtungen zur Minderung der Emissionen gasförmiger Schadstoffe und uftverunreinigender Partikel, die Dauerhaltbarkeit emissionsmindernder Einrichtungen, die Konformität in Betrieb befindlicher Fahrzeuge/Motoren und für On-Board-Diagnosesysteme (OBD-Systeme) aller Kraftfahrzeuge, die mit einem mit Erdgas oder Flüssiggas betriebenen Fremdzündungsmotor ausgestattet sind, und für Selbstzündungs- und Fremdzündungsmotoren im Sinne von Artikel 1, ausgenommen Selbstzündungsmotoren in Fahrzeugen der Klassen N_1, N_2 und M_2 und Fremdzündungsmotoren für Erdgas- oder Flüssiggasbetrieb in Fahrzeugen der Klasse N_1, die nach der Richtlinie 70/220/EWG ([1]) eine Typgenehmigung erhalten haben.

2. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

2.1. Im Sinne dieser Richtlinie bezeichnet der Ausdruck

„Genehmigung eines Motors (einer Motorenfamilie)“ die Genehmigung eines Motortyps (einer Motorenfamilie) hinsichtlich des Niveaus der Emissionen gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel;

„zusätzliche Emissionsminderungsstrategie (AECS)“ eine Emissionsminderungsstrategie, die in Abhängigkeit von Umgebungs- oder Betriebsdaten wie Fahrgeschwindigkeit, Motordrehzahl, eingelegter Gang, Ansauglufttemperatur oder Druck im Ansaugtrakt für einen bestimmten Zweck oder bestimmte Zwecke aktiviert wird oder die Standard-Emissionsminderungsstrategie verändert;

„Standard-Emissionsminderungsstrategie (BECS)“ eine Emissionsminderungsstrategie, die über den gesamten Drehzahl- und Lastbereich des Motors aktiv ist, solange keine zusätzliche Emissionsminderungsstrategie aktiviert wird; Beispiele für eine Standard-Emissionsminderungsstrategie sind:

— Zündwinkelkennfeld,

— AGR-Kennfeld,

— Dosierungskennfeld für das Reagens des SCR-Katalysators,

„DeNO$_x$-Partikelfilter-Kombination“ ein Abgasnachbehandlungssystem, das zugleich die Stickoxide (NO_x) und die luftverunreinigenden Partikel aus dem Abgas entfernt;

„laufende Regenerierung“ Regenerierung eines Abgasnachbehandlungssystems, die kontinuierlich oder mindestens einmal je ETC-Prüfzyklus stattfindet; für einen solchen Regenerierungsprozess ist kein besonderes Prüfverfahren erforderlich;

„Kontrollbereich“ den Bereich zwischen den Motordrehzahlen A und C und den Teillastverhältnissen 25 und 100;

„angegebene Höchstleistung (P_{max})“ die vom Hersteller in seinem Antrag auf Typgenehmigung angegebene Höchstleistung in EG-kW (Nutzleistung);

„Abschaltstrategie“

— eine AECS, die unter den im Normalbetrieb des Fahrzeugs zu erwartenden Bedingungen die Wirkung der emissionsmindernden Einrichtungen gegenüber der BECS herabsetzt,

oder

— eine BECS, die unterscheidet zwischen Betrieb unter den Bedingungen des genormten Prüfzyklus für die Typgenehmigung

([1]) ABL. L 76 vom 6.4.1970, S. 1. Richtlinie zuletzt geändert durch die Richtlinie 2003/76/EG der Kommission (ABl. L 206 vom 15.8.2003, S. 29).

▼M1

und Betrieb unter anderen Bedingungen und die unter Bedingungen, die in den für die Typgenehmigung jeweils erforderlichen Prüfungen nicht vorgesehen sind, zu einer geringeren Emissionsminderungsleistung führt;

„DeNO$_x$-System“ ein Abgasnachbehandlungssystem, das dazu bestimmt ist, Emissionen von Stickstoffoxiden (NO$_x$) zu vermindern (es gibt derzeit aktive und passive NO$_x$-Katalysatoren, NO$_x$-Adsorber und Systeme zur selektiven katalytischen Reduktion (SCR));

„Ansprechverzögerung“ die Zeitspanne zwischen einer Veränderung der Konzentration eines Schadstoffes am jeweiligen Bezugspunkt und der Anzeige von 10 % des abgelesenen Endwertes (t_{10}). Bei gasförmigen Stoffen ist das im Wesentlichen die Zeit für die Strömung des gemessenen Stoffes von der Probenahmesonde zum Detektor. Für die Ermittlung der Ansprechverzögerung ist die Probenahmesonde der Bezugspunkt.

„Selbstzündungsmotor“ einen Motor, der nach dem Prinzip der Kompressionszündung arbeitet;

„ELR-Prüfung“ einen Prüfzyklus bestehend aus einer Folge von Belastungsschritten bei gleich bleibenden Drehzahlen, der nach Nummer 6.2 dieses Anhangs durchzuführen ist;

„ESC-Prüfung“ einen Prüfzyklus bestehend aus 13 stationären Prüfphasen, der nach Nummer 6.2 dieses Anhangs durchzuführen ist;

„ETC-Prüfung“ einen Prüfzyklus bestehend aus 1 800 instationären, im Sekundenabstand wechselnden Phasen, der nach Nummer 6.2 dieses Anhangs durchzuführen ist;

„Konstruktionsmerkmal“ eines Fahrzeugs oder Motors

— ein Steuersystem wie eine Rechnersoftware, ein elektronisches Steuersystem oder eine Rechnerlogik,

— eine Einrichtung zur Kalibrierung eines Steuersystems,

— das Ergebnis des Zusammenwirkens von Systemen

oder

— Hardwarekomponenten;

„emissionsrelevanter Fehler“ ein Fehler oder eine Abweichung von den üblichen Toleranzen in Konstruktion, Werkstoff oder Fertigung einer Einrichtung, der/die Parameter, Leistungsmerkmale oder Komponenten einer emissionsmindernden Einrichtung beeinflusst. Das Fehlen eines Bauteils kann als „emissionsrelevanter Fehler“ angesehen werden;

„Emissionsminderungsstrategie (ECS)“ eine Gesamtheit von Konstruktionsmerkmalen, die innerhalb des Gesamtkonzepts eines Motors oder Fahrzeugs festgelegt werden, um die Abgasemissionen zu begrenzen und die ein BECS und eine Reihe von AECS umfassen;

„emissionsmindernde Einrichtung“ das Abgasnachbehandlungssystem, das elektronische Motorsteuergerät und alle emissionsrelevanten Teile des Motorabgassystems, die an das Motorsteuergerät Daten übermitteln oder Daten von ihm erhalten, und gegebenenfalls die Kommunikationsschnittstellen (Hardware und Meldungen) zwischen dem elektronischen Motorsteuergerät und anderen Antriebs- oder Fahrzeugsteuergeräten;

„Motorenfamilie hinsichtlich des Abgasnachbehandlungssystems“ eine für die Prüfung über eine bestimmte Betriebsdauer zur Ermittlung der Verschlechterungsfaktoren nach Anhang II der Richtlinie 2005/78/EG der Kommission zur Durchführung der Richtlinie 2005/55/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Selbstzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen und die Emission gasförmiger Schadstoffe aus mit Flüssiggas oder Erdgas betriebenen Fremdzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen und zur Änderung ihrer Anhänge I, II, III, IV und VI [1] und für die Prüfung der Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge/Motoren nach Anhang III der Richtlinie 2005/78/EG vom Hersteller gebildete

[1] ABl. L 313 vom 29.11.2005, S. 1.

▼M1

Untermenge von Motoren einer Motorenfamilie, die mit ähnlichen Abgasnachbehandlungssystemen ausgestattet sind;

„Motorsystem“ den Motor, die emissionsmindernden Einrichtungen und die Kommunikationsschnittstellen (Hardware und Meldungen) zwischen dem elektronischen Motorsteuergerät und anderen Antriebs- oder Fahrzeugsteuergeräten;

„Motorenfamilie“ eine von einem Hersteller festgelegte Gruppe von Motoren mit konstruktionsbedingt ähnlichen Abgas-Emissionseigenschaften gemäß Anhang II Anlage 2 dieser Richtlinie; die einzelnen Motoren der Familie dürfen die geltenden Emissionsgrenzwerte nicht überschreiten;

„Motorbetriebsdrehzahlbereich“ den Motordrehzahlbereich nach Anhang III dieser Richtlinie, der während des normalen Motorbetriebs am häufigsten genutzt wird und zwischen der niedrigen und der hohen Drehzahl liegt;

„Motordrehzahlen A, B und C“ die Prüfdrehzahlen innerhalb des Motorbetriebsdrehzahlbereichs, der bei der ESC- und der ELR-Prüfung nach Anhang III Anlage 1 dieser Richtlinie genutzt wird;

„Motorabstimmung“ eine bestimmte Motor-Fahrzeug-Konfiguration, die die Emissionsminderungsstrategie (ECS), eine Motorleistungskurve (die typgenehmigte Volllastkurve) und gegebenenfalls einen Drehmomentbegrenzer umfasst;

„Motortyp“ eine Gesamtheit von Motoren, die sich in den in Anhang II dieser Richtlinie festgelegten Hauptmerkmalen nicht voneinander unterscheiden;

„Abgasnachbehandlungssystem“ einen Katalysator (Oxidations- oder Dreiwegekatalysator), ein DeNO$_x$-System, eine DeNO$_x$-Partikelfilter-Kombination oder eine andere auf der Abgasseite des Motors installierte emissionsmindernde Einrichtung; die Abgasrückführung gilt nicht als Abgasnachbehandlungssystem, sondern als Bestandteil des Motorsystems;

„Gasmotor“ einen Fremdzündungsmotor, der mit Erdgas (NG) oder Flüssiggas (LPG) betrieben wird;

„gasförmige Schadstoffe“ Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe (wobei ausgegangen wird von $CH_{1,85}$ bei Diesel, $CH_{2,525}$ bei Flüssiggas und $CH_{2,93}$ bei Erdgas (NMHC) und einem Molekül von $CH_3O_{0,5}$ bei mit Ethanol betriebenen Selbstzündungsmotoren), Methan (wobei ausgegangen wird von CH_4 bei Erdgas) und Stickstoffoxide, Letztere ausgedrückt als Stickstoffdioxid (NO_2)-Äquivalent;

„hohe Drehzahl (n_{hi})“ die höchste Motordrehzahl, bei der sich 70 % der angegebenen Höchstleistung einstellen;

„niedrige Drehzahl (n_{lo})“ die niedrigste Motordrehzahl, bei der sich 50 % der angegebenen Höchstleistung einstellen;

„größere Funktionsstörung“ ([1]) eine vorübergehende oder dauerhafte Funktionsstörung des Abgasnachbehandlungssystems, die voraussichtlich eine sofortige oder verzögerte Erhöhung der Emissionen von gasförmigen Schadstoffen oder Partikeln aus dem Motorsystem zur Folge hat und die vom OBD-System nicht ausreichend erkannt werden kann;

eine „Funktionsstörung“ ist

— eine Leistungsverschlechterung oder ein Ausfall, auch elektrischer Einrichtungen, des Emissionsminderungssystems, der dazu führt, dass die Emissionen die OBD-Schwellenwerte überschreiten, oder dazu, dass das Abgasnachbehandlungssystem seine volle Leistungsfähigkeit nicht erreicht, wenn die Emission eines regulierten Schadstoffes die OBD-Schwellenwerte überschreitet;

— eine Unregelmäßigkeit, die zur Folge hat, dass das OBD-System nicht in der Lage ist, seine in dieser Richtlinie festgelegten Überwachungsaufgaben zu erfüllen.

([1]) Artikel 4 Absatz 1 dieser Richtlinie sieht die Meldung größerer Funktionsstörungen vor statt die Erkennung der Verschlechterung oder des Verlustes der Katalysator-/Filterwirkung. Beispiele für größere Funktionsstörungen sind in Anhang IV der Richtlinie 2005/78/EG in Nummer 3.2.3.2 und 3.2.3.3 angeführt.

▼M1

Der Hersteller kann eine Leistungsverschlechterung oder einen Ausfall auch dann als Störung ansehen, wenn das keine Überschreitung der OBD-Schwellenwerte zur Folge hat.

„Störungsmelder (MI)“ eine Anzeigeeinrichtung, die dem Fahrer des Fahrzeugs deutlich erkennbar anzeigt, dass eine Funktionsstörung im Sinne dieser Richtlinie vorliegt;

„Motor mit mehreren Abstimmungen“ einen Motor mit mehreren möglichen Motor-Fahrzeug-Konfigurationen;

„NG-Gasgruppe“ Gasgruppe H oder Gasgruppe L nach den Definitionen der Europäischen Norm EN 437 vom November 1993;

„Nutzleistung“ die auf dem Prüfstand am Kurbelwellenende abgegebene Leistung in EG-kW oder ihr Äquivalent, gemessen nach dem in der Richtlinie 80/1269/EWG ([1]) der Kommission festgelegten Verfahren;

„OBD-System“ ein im Fahrzeug eingebautes (On-Board-) Diagnosesystem, das die emissionsmindernden Einrichtungen überwacht und das in der Lage ist, mithilfe von im Rechner gespeicherten Fehlercodes Störungen und ihre wahrscheinlichen Ursachen zu melden;

„Motorenfamilie hinsichtlich des OBD-Systems“ eine für die Typgenehmigung des OBD-Systems nach Anhang IV der Richtlinie 2005/78/EG vom Hersteller gebildete Gruppe von Motorsystemen, deren OBD-Systeme gemeinsame Konstruktionsmerkmale im Sinne von Nummer 8 dieses Anhangs haben;

„Trübungsmesser“ ein Gerät zur Messung der Trübung durch Rußpartikel nach dem Prinzip der Lichtschwächung;

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

„Partikelfilter“ ein Abgasnachbehandlungssystem zur mechanischen, aerodynami-schen, Diffusions- oder Trägheitsabscheidung luftverunreinigender Partikel (PT) aus dem Abgas;

„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;

„Teillastverhältnis“ den prozentualen Anteil des höchsten zur Verfügung stehenden Drehmoments bei einer bestimmten Motordrehzahl;

„periodische Regenerierung“ die innerhalb von weniger als 100 Stunden normalen Motorbetriebs wiederholt stattfindende Regenerierung einer emissionsmindernden Einrichtung; während der Regenerierung können Emissionsgrenzwerte überschritten werden;

„Dauerstörungsmodus“ eine AECS, die aktiviert wird, wenn das OBD-System eine Störung der emissionsmindernden Einrichtung festgestellt hat und diese vom Störungsmelder angezeigt wird, die aber keine Daten vom gestörten Bauteil oder System erfordert;

„Nebenabtrieb“ eine vom Motor angetriebene Einrichtung zum Antrieb von auf dem Fahrzeug montierten Hilfs- und Zusatzgeräten;

„Reagens“ einen Stoff, der im Fahrzeug in einem Behälter mitgeführt und auf Veranlassung der emissionsmindernden Einrichtung in das Abgasnachbehandlungssystem eingeleitet wird;

„Nachkalibrierung“ die Feinabstimmung eines erdgasbetriebenen Motors zur Erzielung der gleichen Betriebseigenschaften (Leistung, Kraftstoffverbrauch) in einer anderen Erdgasgruppe;

„Bezugsdrehzahl (n_{ref})“ 100 % des Drehzahlwerts, der für eine Entnormierung der relativen Drehzahlwerte der ETC-Prüfung nach Anhang III Anlage 2 dieser Richtlinie zu verwenden ist;

„Ansprechzeit“ die Zeitspanne zwischen einer plötzlichen Veränderung der am Bezugspunkt zu messenden Schadstoffkonzentration und der entsprechenden Reaktion des Messsystems, wobei die Veränderung

([1]) ABl. L 375 vom 31.12.1980, S. 46. Zuletzt geändert durch die Richtlinie 1999/99/EG (ABl. L 334 vom 28.12.1999, S. 32).

▼M1

der Messgröße mindestens 60 % vom Skalenendwert beträgt und innerhalb von weniger als 0,1 Sekunden stattfindet; Die Systemansprechzeit (t_{90}) setzt sich zusammen aus der Ansprechverzögerung und der Anstiegzeit (siehe auch ISO 16183);

„Anstiegzeit“ die Zeit für den Anstieg des angezeigten Messwertes von 10 % auf 90 % des Endwertes ($t_{10} - t_{90}$). Das ist die Ansprechzeit des Messinstruments nach Eingang des Messsignals. Für die Ermittlung der Anstiegzeit ist die Probenahmesonde der Bezugspunkt.

„Selbstanpassungsfähigkeit“ die Fähigkeit eines Motors, mithilfe einer dafür vorgesehenen Einrichtung das Kraftstoff-Luft-Verhältnis konstant zu halten;

„Rauchtrübung“ im Abgasstrom eines Selbstzündungsmotors schwebende Partikel, die Licht absorbieren, reflektieren oder brechen;

„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;

„Drehmomentbegrenzer“ eine Einrichtung, die das Höchstdrehmoment des Motors begrenzt;

„Wandlungszeit“ die Zeitspanne von der Veränderung einer Größe an der Probenahmesonde und der Anzeige von 50 % des Endwertes durch das Messsystem (t_{s0}). Die Wandlungszeit wird dem Signalabgleich verschiedener Messinstrumente zugrunde gelegt.

„Dauerhaltbarkeit“ bei Fahrzeugen und Motoren, deren Typgenehmigung die in Zeile B1, B2 oder C der Tabelle in Nummer 6.2.1 dieses Anhangs genannten Emissionsgrenzwerte zugrunde liegen, die in Artikel 3 (Dauerhaltbarkeit emissionsmindernder Einrichtungen) genannten Laufleistungen und Betriebszeiten, über die als Voraussetzung für die Typgenehmigung die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte gewährleistet sein muss;

„Wobbe-Index (unterer Index Wl oder oberer Index Wu)“ den Quotienten aus dem Heizwert eines Gases pro Volumeneinheit und der Quadratwurzel der relativen Dichte des Gases unter denselben Bezugsbedingungen;

$$W = H_{gas} \times \sqrt{\rho_{air}/\rho_{gas}}$$

„λ-Verschiebungsfaktor (S_λ)“ einen Ausdruck, der die erforderliche Flexibilität eines Motorsteuersystems gegenüber einer Änderung des Luftüberschussfaktors λ beschreibt, wenn der Motor mit einem Gas betrieben wird, das nicht aus reinem Methan besteht (zur Berechnung von S_λ siehe Anhang VII).

2.2. **Symbole, Abkürzungen und internationale Normen**

2.2.1. *Symbole für Prüfkennwerte*

Symbol	Einheit	Bezeichnung
A_p	m^2	Querschnittsfläche der isokinetischen Probenahmesonde
A_e	m^2	Querschnittsfläche des Auspuffrohrs
c	ppm/Vol.-%	Konzentration
C_d	—	Durchflusskoeffizient des SSV-CVS
C1	—	C1-äquivalenter Kohlenwasserstoff
d	m	Durchmesser
D_0	m^3/s	Achsabschnitt der PDP-Kalibrierfunktion
D	—	Verdünnungsfaktor
D	—	Bessel-Funktionskonstante
E	—	Bessel-Funktionskonstante
E_E	—	Ethan-Wirkungsgrad
E_M	—	Methan-Wirkungsgrad

▼M1

Symbol	Einheit	Bezeichnung
E_Z	g/kWh	Interpolierter NO_x-Emissionswert am Regelpunkt
f	1/s	Frequenz
f_a	—	Atmosphärischer Faktor im Labor
f_c	s^{-1}	Bessel-Filtergrenzfrequenz
F_s	—	Stöchiometrischer Faktor
H	MJ/m^3	Heizwert
H_a	g/kg	Absolute Feuchtigkeit der Ansaugluft
H_d	g/kg	Absolute Feuchtigkeit der Verdünnungsluft
i	—	Index für eine einzelne Prüfphase oder einen Momentanwert
K	—	Bessel-Konstante
k	m^{-1}	Lichtabsorptionskoeffizient
k_f		Kraftstoffspezifischer Faktor für die Umrechnung vom trockenen zum feuchten Bezugszustand
$k_{h,D}$	—	Feuchtigkeitskorrekturfaktor für NO_x bei Selbstzündungsmotoren
$k_{h,G}$	—	Feuchtigkeitskorrekturfaktor für NO_x bei Gasmotoren
K_V		CFV-Kalibrierfunktion
$k_{W,a}$	—	Korrekturfaktor für Umrechnung vom trockenen zum feuchten Bezugszustand der Ansaugluft
$k_{W,d}$	—	Korrekturfaktor für Umrechnung vom trockenen zum feuchten Bezugszustand der Verdünnungsluft
$k_{W,e}$	—	Korrekturfaktor für Umrechnung vom trockenen zum feuchten Bezugszustand des verdünnten Abgases
$k_{W,r}$	—	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_{ra}	g/mol	Molekularmasse der Ansaugluft
M_{re}	g/mol	Molekularmasse des Abgases
m_d	kg	Masse der durch die Partikel-Probenahmefilter geleiteten Probe der verdünnten Luft
m_{ed}	kg	Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den Zyklus
m_{edf}	kg	Masse des äquivalenten verdünnten Abgases über den Zyklus
m_{ew}	kg	Gesamtmasse des Abgases über den Zyklus
m_f	mg	Abgeschiedene Partikel-Probenahmemasse
$m_{f,d}$	mg	Abgeschiedene Partikel-Probenahmemasse der Verdünnungsluft
m_{gas}	g/h oder g	Massendurchsatz der gasförmigen Schadstoffe
m_{se}	kg	Masse der Abgasproben über den Zyklus
m_{sep}	kg	Masse der durch die Partikel-Probenahmefilter geleiteten Probe der verdünnten Abgase
m_{set}	kg	Masse der durch die Partikel-Probenahmefilter geleiteten Probe der doppelt verdünnten Abgase
m_{ssd}	kg	Masse der sekundären Verdünnungsluft
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

▼M1

Symbol	Einheit	Bezeichnung
p_a	kPa	Sättigungsdampfdruck der Motoransaugluft
p_b	kPa	Barometrischer Gesamtdruck
p_d	kPa	Sättigungsdampfdruck der Verdünnungsluft
p_p	kPa	Absoluter Druck
p_r	kPa	Wasserdampfdruck nach dem Kühlbad
p_s	kPa	Trockener atmosphärischer Druck
p_1	kPa	Ansaugunterdruck an der Pumpeneintrittsöffnung
P(a)	kW	Leistungsaufnahme der Hilfseinrichtungen, die für die Prüfung angebracht werden
P(b)	kW	Leistungsaufnahme der Hilfseinrichtungen, die für die Prüfung entfernt werden
P(n)	kW	Nichtkorrigierte Nutzleistung
P(m)	kW	Auf dem Prüfstand gemessene Leistung
q_{maw}	kg/h oder kg/s	Massendurchsatz der Ansaugluft, feucht
q_{mad}	kg/h oder kg/s	Massendurchsatz der Ansaugluft, trocken
q_{mdw}	kg/h oder kg/s	Massendurchsatz der Verdünnungsluft, feucht
q_{mdew}	kg/h oder kg/s	Massendurchsatz des verdünnten Abgases, feucht
$q_{mdew,i}$	kg/s	Momentaner CVS-Massendurchsatz, feucht
q_{medf}	kg/h oder kg/s	Äquivalenter Massendurchsatz des verdünnten Abgases, feucht
q_{mew}	kg/h oder kg/s	Massendurchsatz des Abgases, feucht
q_{mf}	kg/h oder kg/s	Kraftstoffmassendurchsatz
q_{mp}	kg/h oder kg/s	Massendurchsatz der Partikelprobenahme
q_{vs}	dm^3/min	Massendurchsatz des Probenstroms in das Analysiergerät
q_{vt}	cm^3/min	Massendurchsatz des Tracergases
Ω	—	Bessel-Konstante
Q_s	m^3/s	PDP/CFV-CVS-Volumendurchsatz
Q_{SSV}	m^3/s	SSV-CVS-Volumendurchsatz
r_a	—	Quotient der Querschnittsflächen der isokinetischen Sonde und des Auspuffrohrs
r_d	—	Verdünnungsverhältnis
r_D	—	Durchmesserverhältnis SSV-CVS
r_p	—	Druckverhältnis SSV-CVS
r_s	—	Probenverhältnis
R_f	—	FID-Ansprechfaktor
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 aufeinander folgenden Rauchmesswerten (= 1/Probenahmerate)
Δt_i	s	Zeitabstand bei momentaner CVS-Strömung
τ	%	Rauch-Transmissionsgrad
u	—	Verhältnis Dichte eines Schadstoffes/Abgasdichte

▼M1

Symbol	Einheit	Bezeichnung
V_0	m^3/U	PDP-Volumendurchsatz je Umdrehung
V_s	l	Systemvolumen des Analysiergerätes
W	—	Wobbe-Index
W_{act}	kWh	Tatsächliche ETC-Zyklusarbeit
W_{ref}	kWh	ETC-Bezugszyklusarbeit
W_F	—	Wichtungsfaktor
WF_E	—	Effektiver Wichtungsfaktor
X_0	m^3/U	Kalibrierfunktion des PDP-Volumendurchsatzes
Y_i	m^{-1}	gemittelter 1-s-Bessel-Rauchwert

▼B

►M1 2.2.2. ◄ *Symbole für die chemischen Bestandteile*

CH_4	Methan
C_2H_6	Ethan
C_2H_5OH	Ethanol
C_3H_8	Propan
CO	Kohlenmonoxid
DOP	Dioctylphthalat
CO_2	Kohlendioxid
HC	Kohlenwasserstoffe
NMHC	Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe
NO_x	Stickstoffoxid
NO	Stickoxid
NO_2	Stickstoffdioxid
PT	Partikel

►M1 2.2.3. ◄ *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	Gaschromatograf
HCLD	beheizter Chemilumineszenzanalysator
HFID	beheizter Flammenionisationsdetektor
LPG	Flüssiggas
NDIR	nichtdispersiver Infrarot-Resonanzabsorber
NG	Erdgas
NMC	Nicht-Methan-Cutter

▼M1

2.2.4. *Symbole für die Kraftstoffzusammensetzung*

w_{ALF}	Wasserstoffgehalt des Kraftstoffes in Massen-%
w_{BET}	Kohlenstoffgehalt des Kraftstoffes in Massen-%
w_{GAM}	Schwefelgehalt des Kraftstoffes in Massen-%
w_{DEL}	Stickstoffgehalt des Kraftstoffes in Massen-%
w_{EPS}	Sauerstoffgehalt des Kraftstoffes in Massen-%
α	Molverhältnis für Wasserstoff (H/C)
β	Molverhältnis für Kohlenstoff (C/C)
γ	Molverhältnis für Schwefel (S/C)
δ	Molverhältnis für Stickstoff (N/C)
ε	Molverhältnis für Sauerstoff (O/C)

für einen Kraftstoff $C_\beta H_\alpha O_\varepsilon N_\delta S_\gamma$

$\beta = 1$ für Kraftstoffe auf Kohlenstoffbasis, $\beta = 0$ für Wasserstoff

▼M1

2.2.5. *Normen, auf die in dieser Richtlinie verwiesen wird*

ISO 15031-1	ISO 15031-1: 2001 Straßenfahrzeuge — Kommunikation zwischen Fahrzeug und externer Ausrüstung für die abgasrelevante Diagnose — Teil 1: Allgemeines
ISO 15031-2	ISO/PRF TR 15031-2: 2004 Straßenfahrzeuge — Kommunikation zwischen Fahrzeug und externer Ausrüstung für die abgasrelevante Diagnose — Teil 2: Begriffe, Definitionen, Abkürzungen und Akronyme
ISO 15031-3	ISO 15031-3: 2004 Straßenfahrzeuge — Kommunikation zwischen Fahrzeug und externer Ausrüstung für die abgasrelevante Diagnose — Teil 3: Diagnosestecker, Spezifikation und zugehörige Schaltungen sowie deren Benutzung
SAE J1939-13	SAE J1939-13: Off-Board Diagnostic Connector
ISO 15031-4	ISO DIS 15031-4.3: 2004 Straßenfahrzeuge — Kommunikation zwischen Fahrzeug und externer Ausrüstung für die abgasrelevante Diagnose — Teil 4: Externe Prüfausrüstung
SAE J1939-73	SAE J1939-73: Application Layer — Diagnostics.
ISO 15031-5	ISO DIS 15031-5.4: 2004 Straßenfahrzeuge — Kommunikation zwischen Fahrzeug und externer Ausrüstung für die abgasrelevante Diagnose — Teil 5: Abgasrelevante Diagnosedienste
ISO 15031-6	ISO DIS 15031-6.4: 2004 Straßenfahrzeuge — Kommunikation zwischen Fahrzeug und externer Ausrüstung für die abgasrelevante Diagnose — Teil 6: Definition von Diagnose-Fehlercodes
SAE J2012	SAE J2012: Diagnostic Trouble Code Definitions, gleichwertig mit ISO/DIS 15031-6, 30. April 2002.
ISO 15031-7	ISO 15031-7: 2001 Straßenfahrzeuge — Kommunikation zwischen Fahrzeug und externer Ausrüstung für die abgasrelevante Diagnose — Teil 7: Sicherheit der Datenübertragung
SAE J2186	SAE J2186: E/E Data Link Security, Oktober 1996.
ISO 15765-4	ISO 15765-4: 2001 Straßenfahrzeuge — Diagnose auf dem Steuergerätenetz (CAN) – Teil 4: Anforderungen an abgasrelevante Systeme
SAE J1939	SAE J1939: Recommended Practice for a Serial Control and Communications Vehicle Network
ISO 16185	ISO 16185: 2000 Straßenfahrzeuge — Motorenfamilie für die Zertifizierung von schweren Nutzfahrzeugen — Abgasemissionen
ISO 2575	ISO 2575: 2000 Straßenfahrzeuge — Symbole für Betätigungseinrichtungen, Kontrollleuchten und Anzeigen
ISO 16183	ISO 16183: 2002 Motoren für Nutzfahrzeuge — Messung von gasförmigen Emissionen und Partikelemissionen im unverdünnten Abgas unter Verwendung eines Teilstrom-Verdünnungssystems bei transienten Prüfbedingungen

▼B

3. ANTRAG AUF ERTEILUNG DER EG-TYPGENEHMIGUNG

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

▼M1

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 Selbstzündungsmotoren und hinsichtlich des Emissionsniveaus von gasförmigen Schadstoffen bei Gasmotoren sowie hinsichtlich der

▼M1

Dauerhaltbarkeit der emissionsmindernden Einrichtungen und des On-Board-Diagnosesystems (OBD-Systems) ist vom Motorenhersteller oder einem rechtmäßig bestellten Vertreter einzureichen.

Wird der Antrag für einen Motor gestellt, der mit einem OBD-System ausgestattet ist, so müssen die Anforderungen von Nummer 3.4 erfüllt werden.

▼B

3.1.2. Dem Antrag sind die unten angegebenen Unterlagen in dreifacher Ausfertigung und Folgendes beizufügen:

3.1.2.1. eine Beschreibung des Motortyps bzw. der Motorenfamilie, die sämtliche, die Anforderungen der Artikel 3 und 4 der Richtlinie 70/156/EWG vom 6. Februar 1970 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Betriebserlaubnis für Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger ([1]) erfüllenden Angaben nach Anhang II dieser Richtlinie enthält;

3.1.3. ein Motor, der den in Anhang II aufgeführten Merkmalen des Motortyps oder des Stamm-Motors entspricht, ist dem technischen Dienst, der für die Durchführung der Prüfungen nach Abschnitt 6 zuständig ist, zur Verfügung zu stellen.

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

▼M1

3.2.1. Der Antrag auf Erteilung einer Typgenehmigung für einen Motortyp oder eine Motorenfamilie hinsichtlich des Emissionsniveaus von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln bei Selbstzündungsmotoren und hinsichtlich des Emissionsniveaus von gasförmigen Schadstoffen bei Gasmotoren sowie hinsichtlich der Dauerhaltbarkeit der emissionsmindernden Einrichtungen und des On-Board-Diagnosesystems (OBD-Systems) ist vom Motorenhersteller oder einem rechtmäßig bestellten Vertreter einzureichen.

Wird der Antrag für einen Motor gestellt, der mit einem OBD-System ausgestattet ist, so müssen die Anforderungen von Nummer 3.4 erfüllt werden.

▼B

3.2.2. Dem Antrag sind die unten angegebenen Unterlagen in dreifacher Ausfertigung und Folgendes beizufügen:

3.2.2.1. eine Beschreibung des Fahrzeugtyps, der mit dem Motor verbundenen Fahrzeugteile und des Motortyps bzw. der Motorenfamilie mit den in Anhang II geforderten Angaben und den gemäß Artikel 3 der Richtlinie 70/156/EWG erforderlichen Unterlagen.

▼M1

3.2.3. Dem Antrag ist eine Beschreibung des Störungsmelders (MI) beizufügen, der dem Fahrer des Fahrzeugs eine vom OBD-System erkannte Störung anzeigt.

Dem Antrag ist eine Beschreibung der Anzeigeeinrichtung und des Warnsignals beizufügen, mit denen der Fahrer des Fahrzeugs darauf hingewiesen wird, dass das erforderliche Reagens fehlt.

▼B

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

▼M1

3.3.1. Der Antrag auf Erteilung einer Typgenehmigung für einen Motortyp oder eine Motorenfamilie hinsichtlich des Emissionsniveaus von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln bei Selbstzündungsmotoren und hinsichtlich des Emissionsniveaus von gasförmigen Schadstoffen bei Gasmotoren sowie hinsichtlich der Dauerhaltbarkeit der emissionsmindernden Einrichtungen und des On-Board-Diagnosesystems (OBD-Systems) ist vom Motorenhersteller oder einem rechtmäßig bestellten Vertreter einzureichen.

([1]) ABl. L 42 vom 23.2.1970, S. 1. Zuletzt geändert durch die Richtlinie 2004/104/EG der Kommission (ABl. L 337 vom 13.11.2004, S. 13).

▼B

3.3.2. Dem Antrag sind die unten angegebenen Unterlagen in dreifacher Ausfertigung und Folgendes beizufügen:

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

▼M1

3.3.3. Dem Antrag ist eine Beschreibung des Störungsmelders (MI) beizufügen, der dem Fahrer des Fahrzeugs eine vom OBD-System erkannte Störung anzeigt.

Dem Antrag ist eine Beschreibung der Anzeigeeinrichtung und des Warnsignals beizufügen, mit denen der Fahrer des Fahrzeugs darauf hingewiesen wird, dass das erforderliche Reagens fehlt.

3.4. **On-Board-Diagnosesysteme**

3.4.1. Dem Antrag auf Erteilung einer Typgenehmigung für einen Motor, der mit einem OBD-System ausgestattet ist, sind die Angaben nach Anhang II Anlage 1 Nummer 9 (wesentliche Merkmale des Stamm-Motors) oder nach Anhang II Anlage 3 Nummer 6 (Hauptmerkmale des Motorentyps innerhalb der Motorenfamilie) und folgende Unterlagen beizufügen:

3.4.1.1. Ausführliche schriftliche Angaben über die Funktions- und Betriebsmerkmale des OBD-Systems mit einer Liste aller von ihm überwachten Teile (Sensoren, Aktuatoren und sonstige Komponenten) der emissionsmindernden Einrichtung des Motors;

3.4.1.2. Gegebenenfalls eine Erklärung des Herstellers über die Parameter, die der Erkennung größerer Funktionsstörungen zugrunde liegen;

3.4.1.2.1. Außerdem muss der Hersteller dem technischen Dienst eine Liste der möglichen Störungen der emissionsmindernden Einrichtungen vorlegen, die zu erhöhten Emissionen führen. Näheres zu diesen Unterlagen ist zwischen dem technischen Dienst und dem Fahrzeughersteller zu vereinbaren.

3.4.1.3. Eine Beschreibung der Kommunikationsschnittstellen (Hardware und Meldungen) zwischen dem elektronischen Motorsteuergerät (EECU) und anderen Antriebs- oder Fahrzeugsteuergeräten, sofern die zwischen diesen Systemen ausgetauschten Daten für das ordnungsgemäße Arbeiten der emissionsmindernden Einrichtungen von Bedeutung sind;

3.4.1.4. Gegebenenfalls Kopien anderer Typgenehmigungen und die für ihre Erweiterung erforderlichen Angaben;

3.4.1.5. Gegebenenfalls Angaben zur Motorenfamilie nach Nummer 8 dieses Anhangs.

3.4.1.6. Der Hersteller muss angeben, welche Vorkehrungen er zur Verhinderung von Manipulationen und Veränderungen am EECU und an den in Nummer 3.4.1.3 genannten Schnittstellenparametern getroffen hat.

▼B

4. EG-TYPGENEHMIGUNG

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

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

4.1.1. Im Fall von Dieselkraftstoff werden die Anforderungen dieser Richtlinie von dem Stamm-Motor mit dem im Anhang IV beschriebenen Kraftstoff eingehalten.

4.1.2. Bei Erdgas muss nachgewiesen werden, dass der Stamm-Motor zur Anpassung an jede am Markt möglicherweise angebotene Kraftstoffzusammensetzung in der Lage ist. Bei Erdgas gibt es in der Regel zwei Arten von Kraftstoff: Kraftstoff mit hohem Heizwert (Gasgruppe H) und Kraftstoff mit niedrigem Heizwert (Gasgruppe L). Innerhalb der beiden Gruppen ist die Spannbreite jedoch groß. Erhebliche Unterschiede treten in Bezug auf den mit dem Wobbe-Index ausgedruckten Energiegehalt und den λ-Verschiebungsfaktor (S_λ) auf.

▼B

Die Formeln für die Berechnung des Wobbe-Index und von S_λ sind unter Nummer 2.27 und 2.28 angegeben. Erdgas mit einem λ-Verschiebungsfaktor zwischen 0,89 und 1,08 ($0{,}89 \leq S_\lambda \leq 1{,}08$) wird der Gasgruppe H zugerechnet, während Erdgas mit einem λ-Verschiebungsfaktor zwischen 1,08 und 1,19 ($1{,}08 \leq S_\lambda \leq 1{,}19$) der Gasgruppe L zugerechnet wird. Die Zusammensetzung der Bezugskraftstoffe trägt der extremen Veränderlichkeit von S_λ Rechnung.

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

4.1.2.1. Auf Antrag des Herstellers kann der Motor mit einem dritten Kraftstoff (Kraftstoff 3) geprüft werden, wenn der λ-Verschiebungsfaktor (S_λ) zwischen 0,89 (d. h. im unteren Bereich von G_R) und 1,19 (d. h. im oberen Bereich von G_{25}) liegt, z. B. wenn Kraftstoff 3 ein handelsüblicher Kraftstoff ist. Die Ergebnisse dieser Prüfung können als Grundlage für die Bewertung der Übereinstimmung der Produktion herangezogen werden.

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

4.1.3.1. Auf Antrag des Herstellers kann der Motor statt mit G_{23} (Kraftstoff 3) mit einem dritten Kraftstoff geprüft werden, wenn der λ-Verschiebungsfaktor (S_λ) zwischen 0,89 (d. h. im unteren Bereich von G_R) und 1,19 (d. h. im oberen Bereich von G_{25}) liegt, z. B. wenn Kraftstoff 3 ein handelsüblicher Kraftstoff ist. Die Ergebnisse dieser Prüfung können als Grundlage für die Bewertung der Übereinstimmung der Produktion herangezogen werden.

4.1.4. Bei Erdgasmotoren ist das Verhältnis der Emissionsmessergebnisse „r“ für jeden Schadstoff wie folgt zu ermitteln:

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

oder

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

und

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

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

▼B

4.1.5.1. Das Verhältnis der Emissionsmessergebnisse „r“ für jeden Schadstoff ist wie folgt zu ermitteln:

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

4.2. **Erteilung einer EG-Typgenehmigung mit Gasgruppeneinschränkung**

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

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

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

4.2.1.1. Auf Antrag des Herstellers kann der Motor statt mit G_{23} (Kraftstoff 3) mit einem dritten Kraftstoff geprüft werden, wenn der λ-Verschiebungsfaktor (S_λ) zwischen 0,89 (d. h. dem unteren Bereich von G_R) und 1,19 (d. h. dem oberen Bereich von G_{25}) liegt, z. B. wenn Kraftstoff 3 ein handelsüblicher Kraftstoff ist. Die Ergebnisse dieser Prüfung können als Grundlage für die Bewertung der Übereinstimmung der Produktion herangezogen werden.

4.2.1.2. Das Verhältnis der Emissionsmessergebnisse „r“ für jeden Schadstoff ist wie folgt zu ermitteln:

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

oder

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

und

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

4.2.1.3. Bei Auslieferung an den Kunden muss der Motor mit einem Schild versehen sein (siehe Nummer 5.1.5), auf dem angegeben ist, für welche Gasgruppe der Motor zugelassen ist.

4.2.2. Genehmigung der Abgasemissionen eines Motors, der mit Erdgas oder LPG betrieben wird und für den Betrieb mit Kraftstoff einer bestimmten Zusammensetzung ausgelegt ist.

4.2.2.1. Der Stamm-Motor muss bei Betrieb mit Erdgas die Emissionsanforderungen für die Bezugskraftstoffe G_R und G_{25} bzw. bei Betrieb mit LPG die Emissionsanforderungen für die Bezugskraftstoffe A und B gemäß Anhang IV erfüllen. Zwischen den Prüfungen ist eine Feinabstimmung des Kraftstoffsystems zulässig. Diese Feinabstimmung besteht in einer Nachkalibrierung der Datenbasis des 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.

▼B

4.2.2.2. Auf Wunsch des Herstellers kann der Motor mit den Bezugskraftstoffen G_R und G_{23} oder G_{25} und G_{23} geprüft werden. In diesem Fall gilt die Typgenehmigung nur für die Gasgruppe H beziehungsweise L.

4.2.2.3. Bei Auslieferung an den Kunden muss der Motor mit einem Schild versehen sein (siehe Nummer 5.1.5), auf dem angegeben ist, für welche Kraftstoffzusammensetzung der Motor kalibriert wurde.

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

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

4.3.2. *Zweitprüfmotor*

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

4.4. **Typgenehmigungsbogen**

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

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) Kennziffer(n) des Landes, das die EG-Typgenehmigung erteilt hat, voranzustellen ist (sind) ►**M1** ——————— ◄.

5.1.4. Bei einem NG-Motor ist nach der EG-Typgenehmigungsnummer eines der folgenden Kennzeichen anzubringen:

— H für den Fall, dass der Motor für die Gasgruppe H genehmigt und kalibriert ist;

— L für den Fall, dass der Motor für die Gasgruppe L genehmigt und kalibriert ist;

— HL für den Fall, dass der Motor sowohl für die Gasgruppe H als auch für die Gasgruppe L genehmigt und kalibriert ist;

— H_t 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_t 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_t 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.

▼B

5.1.5. *Schilder*

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

5.1.5.1 Inhalt

Folgende Angaben müssen enthalten sein:

Im Fall von Abschnitt 4.2.1.3 muss auf dem Schild Folgendes angegeben sein:

„VERWENDUNG NUR MIT ERDGAS DER GASGRUPPE H“. Gegebenenfalls ist „H“ durch „L“ zu ersetzen.

Im Fall von Abschnitt 4.2.2.3 muss auf dem Schild Folgendes angegeben sein:

„VERWENDUNG NUR MIT ERDGAS DER SPEZIFIKATION …“ oder gegebenenfalls „VERWENDUNG NUR MIT FLÜSSIGGAS DER SPEZIFIKATION …“. Es sind sämtliche Angaben aus den entsprechenden Tabellen in Anhang VI sowie die einzelnen, durch den Motorenhersteller spezifizierten Bestandteile und Grenzwerte aufzuführen.

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

Anmerkung:

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

5.1.5.2. Eigenschaften

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

5.1.5.3. Anbringung

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

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

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

6. VORSCHRIFTEN UND PRÜFUNGEN

▼M1

6.1. **Allgemeines**

6.1.1. *Emissionsmindernde Einrichtungen*

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

6.1.2. Die Verwendung einer Abschaltstrategie ist untersagt.

▼M1

6.1.2.1. Die Verwendung eines Motors mit mehreren Abstimmungen ist untersagt, bis geeignete und belastbare Vorschriften für Motoren mit mehreren Abstimmungen in diese Richtlinie aufgenommen sind ([1]).

6.1.3. *Emissionsminderungsstrategie*

6.1.3.1. Die Merkmale der Konstruktion und der Emissionsminderungsstrategie (ECS), die die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Selbstzündungs- und Gasmotoren beeinflussen können, müssen so gestaltet sein, dass der Motor im Normalbetrieb die Anforderungen dieser Richtlinie erfüllt. Die ECS setzt sich zusammen aus der Standard-Emissionsminderungsstrategie (BECS) und einer oder mehreren zusätzlichen Emissionsminderungsstrategien (AECS).

6.1.4. *Anforderungen an die Standard-Emissionsminderungsstrategie*

6.1.4.1. Die Standard-Emissionsminderungsstrategie muss so gestaltet sein, dass der Motor im Normalbetrieb die Anforderungen dieser Richtlinie erfüllt. Der Normalbetrieb beschränkt sich nicht auf die in Nummer 6.1.5.4 genannten Betriebsbedingungen.

6.1.5. *Anforderungen an die zusätzliche Emissionsminderungsstrategie*

6.1.5.1. Eine zusätzliche Emissionsminderungsstrategie (AECS) kann in einem Fahrzeug oder Motor unter einer der folgenden Voraussetzungen verwendet werden:

— Sie arbeitet nicht unter den in Nummer 6.1.5.4 für die in Nummer 6.1.5.5 genannten Zwecke festgelegten Betriebsbedingungen;

— sie wird unter den in Nummer 6.1.5.4 beschriebenen Betriebsbedingungen nur in Ausnahmefällen für die in Nummer 6.1.5.6 genannten Zwecke und nur so lange wie nötig aktiviert.

6.1.5.2. Eine zusätzliche Emissionsminderungsstrategie (AECS), die unter den in Nummer 6.1.5.4 beschriebenen Betriebsbedingungen aktiv ist und die eine Änderung der Emissionsminderungsstrategie gegenüber der in den Emissionsprüfzyklen verwendeten Emissionsminderungsstrategie bewirkt, ist zulässig, wenn entsprechend den Bestimmungen von Nummer 6.1.7 einwandfrei nachgewiesen wird, dass sie die Wirkung der emissionsmindernden Einrichtung nicht dauerhaft beeinträchtigt. Andernfalls gilt sie als Abschaltstrategie.

6.1.5.3. Eine zusätzliche Emissionsminderungsstrategie (AECS), die nicht unter den in Nummer 6.1.5.4 beschriebenen Betriebsbedingungen aktiv ist, ist zulässig, wenn entsprechend den Bestimmungen von Nummer 6.1.7 einwandfrei nachgewiesen wird, dass sie das minimal Notwendige ist, um die in Nummer 6.1.5.6 genannten Zwecke zu erfüllen. Andernfalls gilt sie als Abschaltstrategie.

6.1.5.4. Die in Nummer 6.1.5.1 genannten Bedingungen sind für stationären und instationären Motorbetrieb folgende:

— Höhe nicht mehr als 1 000 m über NN (oder Luftdruck nicht unter 90 kPa),

— Umgebungstemperatur zwischen 275 K und 303 K (2 °C bis 30 °C) ([2]) ([3]),

— Motorkühlmitteltemperatur zwischen 343 K und 373 K (70 °C bis 100 °C).

6.1.5.5. Eine zusätzliche Emissionsminderungsstrategie (AECS) kann in einem Motor oder Fahrzeug verwendet werden, wenn ihre Funktion in die Typgenehmigungsprüfung einbezogen wird und wenn sie wie in Nummer 6.1.5.6 beschrieben aktiviert wird.

6.1.5.6. Die AECS wird aktiviert:

— nur durch fahrzeuginterne Signale und zum Schutz des Motorsystems (einschließlich der Einrichtungen zur Steuerung des Gasstroms) oder des Fahrzeugs vor Schaden

([1]) Gleichzeitig mit der Vorlage eines Vorschlags zu den Bestimmungen von Artikel 10 dieser Richtlinie wird die Kommission entscheiden, ob spezifische Bestimmungen für Motoren mit mehreren Abstimmungen in diese Richtlinie aufgenommen werden müssen.

([2]) Bis 1. Oktober 2008 gilt: „Umgebungstemperatur zwischen 279 K und 303 K (6 °C bis 30 °C)“.

([3]) Dieser Temperaturbereich wird im Rahmen der in dieser Richtlinie vorgesehenen Überprüfung ebenfalls überprüft, und zwar besonders hinsichtlich seiner Untergrenze.

▼M1

oder

— für Zwecke wie die Wahrung der Betriebssicherheit, den Betrieb im Dauerstörungsmodus und den Notbetrieb

oder

— für Zwecke wie die Vermeidung übermäßiger Emissionen, den Kaltstart und das Warmlaufen

oder

— um unter bestimmten Umgebungs- oder Betriebsbedingungen erhöhte Emissionen eines regulierten Schadstoffes zuzulassen, damit die Emissionen aller anderen regulierten Schadstoffe innerhalb der für den jeweiligen Motor geltenden Grenzen bleiben. Eine AECS soll natürliche Erscheinungen so kompensieren, dass die Emissionen aller Schadstoffe innerhalb annehmbarer Grenzen bleiben.

6.1.6. *Anforderungen an Drehmomentbegrenzer*

6.1.6.1. Ein Drehmomentbegrenzer ist zulässig, wenn er die Anforderungen von Nummer 6.1.6.2 oder 6.5.5 erfüllt. Andernfalls gilt er als Abschaltstrategie.

6.1.6.2. Ein Drehmomentbegrenzer kann an einem Motor oder Fahrzeug verwendet werden, wenn alle folgenden Voraussetzungen erfüllt sind:

— Er wird nur durch fahrzeuginterne Signale aktiviert, um den Antriebsstrang, den Nebenabtrieb (bei stehendem Fahrzeug) oder die Fahrzeugstruktur vor Überlastung zu schützen, die Sicherheit des Fahrzeugs zu wahren oder das ordnungsgemäße Arbeiten des $DeNO_x$-Systems zu gewährleisten.

— Er ist nur zeitweilig aktiv.

— Er verändert nicht die Emissionsminderungsstrategie (ECS).

— Zum Schutz des Nebenabtriebs oder des Antriebsstrangs wird das Drehmoment unabhängig von der Motordrehzahl auf einen festen Wert begrenzt, der das Volllastdrehmoment nicht überschreitet.

— Er bewirkt eine spürbare Absenkung der Motorleistung, um den Fahrer dazu anzuhalten, durch geeignete Maßnahmen die volle Wirkung der im Motorsystem getroffenen Vorkehrungen zur Begrenzung der NO_x-Emissionen wiederherzustellen.

6.1.7. *Besondere Anforderungen an elektronische Emissionsminderungssysteme*

6.1.7.1. Erforderliche Dokumentation

Der Hersteller muss eine Dokumentation vorlegen, die Aufschluss gibt über alle Konstruktionsmerkmale, Emissionsminderungsstrategien (ECS) und Drehmomentbegrenzer des Motorsystems sowie über die Verfahren zur Steuerung seiner Ausgangsgrößen, unabhängig davon, ob diese direkt oder indirekt gesteuert werden. Diese Dokumentation ist in zwei Teile zu gliedern:

a) die förmliche Dokumentation, die dem technischen Dienst bei der Vorführung zur Typgenehmigungsprüfung zu übergeben ist. Sie umfasst eine vollständige Beschreibung der ECS und gegebenenfalls des Drehmomentbegrenzers. Die Beschreibung kann knapp gehalten werden, sofern sie erkennen lässt, dass in ihr alle Ausgangsgrößen berücksichtigt sind, die sich aus jeder möglichen Konstellation der verschiedenen Eingangsgrößen ergeben können. Diese Unterlagen sind den in Nummer 3 dieses Anhangs genannten Unterlagen beizufügen;

b) zusätzliche Unterlagen, aus denen hervorgeht, welche Betriebsparameter von einer eventuell vorhandenen zusätzlichen Emissionsminderungsstrategie (AECS) verändert werden und innerhalb welcher Grenzen die AECS arbeitet. Die zusätzlichen Unterlagen umfassen Angaben zur Logik des Kraftstoffregelsystems, zu den Steuerstrategien und zu den Schaltpunkten bei allen Betriebszuständen. Sie umfassen ferner eine Beschreibung des in Nummer 6.5.5 dieses Anhangs beschriebenen Drehmomentbegrenzers.

Die zusätzlichen Unterlagen umfassen außerdem eine Begründung für die eventuelle Verwendung einer AECS sowie weitere Informationen und Prüfergebnisse, aus denen ersichtlich ist, wie die im Motor oder im Fahrzeug verwendete AECS die Schadstoffemissionen beeinflusst.

▼M1

Die Begründung für die Verwendung einer AECS kann auf Prüfdaten oder auf eine eingehende technische Analyse gestützt werden.

Diese zusätzlichen Unterlagen sind streng vertraulich und sind der Typgenehmigungsbehörde auf Verlangen zugänglich zu machen. Die Typgenehmigungsbehörde behandelt diese Unterlagen vertraulich.

6.1.8. *Besondere Bestimmungen für die Typgenehmigung von Motoren auf der Grundlage der Grenzwerte von Zeile A der Tabellen in Nummer 6.2.1 (Motoren, die üblicherweise nicht der ETC-Prüfung unterzogen werden)*

6.1.8.1. Um zu prüfen, ob eine Strategie oder Vorkehrung als Abschaltstrategie im Sinne von Nummer 2 anzusehen ist, kann die Typgenehmigungsbehörde eine zusätzliche NO_x-Messung nach dem im ETC-Prüfzyklus vorgesehenen Verfahren verlangen, die zusammen mit der Typgenehmigungsprüfung oder der Prüfung der Übereinstimmung der Produktion vorgenommen werden kann.

6.1.8.2. Bei der Prüfung, ob eine Strategie oder Vorkehrung als Abschaltstrategie im Sinne von Nummer 2 anzusehen ist, gilt für den jeweils geltenden NO_x-Grenzwert eine zusätzliche Toleranz von 10 %.

6.1.9. *Die Übergangsbestimmungen für die Erweiterung der Typgenehmigung finden sich in Anhang I Nummer 6.1.5 der Richtlinie 2001/27/EG.*

Bis 8. November 2006 bleibt die bestehende Nummer des Typgenehmigungsbogens gültig. Bei Erweiterung der Typgenehmigung ändert sich, wie im folgenden Beispiel dargestellt, lediglich die laufende Nummer, die angibt, um die wievielte Erweiterung der Basis-Typgenehmigung es sich handelt.

Beispiel: zweite Erweiterung der von Deutschland erteilten vierten Genehmigung entsprechend Anwendungstermin A:

e1*88/77*2001/27A*0004*02

6.1.10. *Eingriffsicherheit elektronischer Systeme*

6.1.10.1. Fahrzeuge, die mit einer emissionsmindernden Einrichtung ausgerüstet sind, müssen gegen vom Hersteller nicht zugelassene Eingriffe geschützt sein. Der Hersteller kann Eingriffe zulassen, die für die Diagnose, Prüfung, Wartung, Nachrüstung und Reparatur des Fahrzeugs notwendig sind. Alle umprogrammierbaren Rechnercodes und Betriebsparameter müssen gegen unbefugte Eingriffe mindestens so wirksam geschützt sein, wie in der Norm ISO 15031-7 (SAE J2186) beschrieben, vorausgesetzt dass für den Austausch sicherheitsrelevanter Daten die in Anhang IV Nummer 6 der Richtlinie 2005/78/EG genannten Protokolle und Diagnose-Steckverbinder verwendet werden. Alle zur Kalibrierung des Systems dienenden beweglichen Speicherchips müssen vergossen, in ein versiegeltes Gehäuse eingeschlossen oder durch elektronische Algorithmen geschützt und nur mithilfe von Spezialwerkzeugen und -verfahren zu verändern sein.

6.1.10.2. Eine Veränderung der rechnercodierten Betriebsparameter des Motors darf nur unter Einsatz von Spezialwerkzeugen und -verfahren möglich sein (Schutz z. B. durch verlötete oder vergossene Rechnerbauteile oder versiegelte oder verlötete Rechnergehäuse).

6.1.10.3. Die Hersteller müssen durch geeignete Vorkehrungen die Vollgasstellung vor unerlaubten Eingriffen während des Fahrzeugbetriebs schützen.

6.1.10.4. Für Fahrzeuge, bei denen ein solcher Schutz entbehrlich erscheint, können die Hersteller bei der Genehmigungsbehörde eine Freistellung von dieser Vorschrift beantragen. Bei der Entscheidung über einen solchen Freistellungsantrag berücksichtigt die Behörde neben anderen Kriterien die Verfügbarkeit von Mikroprozessoren, die Leistungsfähigkeit des Fahrzeugs und seine zu erwartenden Verkaufszahlen.

6.1.10.5. Hersteller, die programmierbare Rechnercodesysteme verwenden, (z. B. EEPROM — Electrical Erasable Programmable Read-Only Memory), müssen Vorkehrungen zur Verhinderung unbefugter Umprogrammierung treffen. Zur Abwehr unbefugter Eingriffe müssen die Hersteller fortschrittliche Schutzstrategien anwenden und Schreibschutzfunktionen vorsehen, die für den Schreibzugriff den elektronischen Zugang zu einem vom Hersteller außerhalb des Fahrzeugs vorzuhaltenden Rechner erfordern. Alternative Verfahren mit gleicher Schutzwirkung können von der Behörde genehmigt werden.

▼M1

6.2. **Vorschriften für die Emissionen von gasförmigen Schadstoffen, luftverunreinigenden Partikeln und Rauch.**

Für die Typgenehmigung auf der Grundlage der Grenzwerte in Zeile A der Tabellen in Nummer 6.2.1 sind die Emissionen in der ESC- und der ELR-Prüfung mit herkömmlichen Selbstzündungsmotoren, auch solchen mit elektronischer Kraftstoffeinspritzung, Abgasrückführung (AGR) und/oder Oxidationskatalysatoren, zu messen. Selbstzündungsmotoren, die mit modernen Systemen zur Abgasnachbehandlung wie $DeNO_x$-Katalysatoren und Partikelfiltern ausgestattet sind, sind zusätzlich einer ETC-Prüfung zu unterziehen.

Für die Typgenehmigung auf der Grundlage der Grenzwerte in Zeile B1, B2 oder C der Tabellen in Nummer 6.2.1 sind die Emissionen in der ESC-, ELR- und ETC-Prüfung zu messen.

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

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

Die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel (falls vorhanden) und Rauch (falls vorhanden) aus dem zur Prüfung vorgeführten Motor sind nach den in Anhang III Anlage 4 beschriebenen Verfahren zu messen. In Anhang V sind die empfohlenen Analysesysteme für die gasförmigen Schadstoffe, die empfohlenen Probenahmesysteme und das empfohlene Rauchmesssystem dargestellt.

Andere Systeme oder Analysatoren können vom technischen Dienst zugelassen werden, wenn mit ihnen bei dem jeweiligen Prüfzyklus nachweislich gleichwertige Ergebnisse erzielt werden. Die Gleichwertigkeit der Systeme ist auf der Grundlage einer sieben (oder mehr) Probenpaare umfassenden Korrelationsstudie zwischen dem zu prüfenden System und einem der Bezugssysteme dieser Richtlinie zu ermitteln. Für die Messung der Partikelemissionen wird nur ein Vollstrom-Verdünnungssystem oder ein Teilstrom-Verdünnungssystem nach ISO 16183 als gleichwertiges Bezugssystem anerkannt. „Ergebnisse“ sind die in einem bestimmten Zyklus ermittelten Emissionswerte. Die Korrelationsprüfungen sind im selben Labor, in derselben Prüfzelle und mit demselben Motor durchzuführen und finden vorzugsweise gleichzeitig statt. Die Gleichwertigkeit der Mittelwerte der Probenpaare ist wie in Anlage 4 zu diesem Anhang beschrieben statistisch im *F*-Test und im *t*-Test zu ermitteln. Ausreißer sind nach ISO 5725 zu ermitteln und bleiben unberücksichtigt. Soll ein neues System in die Richtlinie aufgenommen werden, muss dessen Gleichwertigkeit auf der Grundlage der Berechnung der Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit nach ISO 5725 festgestellt werden.

▼B

6.2.1. *Grenzwerte*

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

Tabelle 1

Grenzwerte für ESC- und ELR-Prüfung

Zeile	Kohlenmonoxid (CO) g/kWh	Kohlenwasserstoffe (HC) g/kWh	Stickstoffoxide (NO_x) g/kWh	Partikel (PT) g/kWh		Rauchtrübung m^{-1}
A (2000)	2,1	0,66	5,0	0,10	0,13 ([1])	0,8
B 1 (2005)	1,5	0,46	3,5	0,02		0,5
B 2 (2008)	1,5	0,46	2,0	0,02		0,5
C (EEV)	1,5	0,25	2,0	0,02		0,15

([1]) Für Motoren mit einem Hubraum von unter 0,75 dm^3 je Zylinder und einer Nennleistungsdrehzahl von über 3 000 min^{-1}.

▼B

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

Tabelle 2

Grenzwerte für ETC-Prüfung

Zeile	Kohlenmonoxid (CO) g/kWh	Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (NMHC) g/kWh	Methan (CH_4) (1) g/kWh	Stickstoffoxide (NO_x) g/kWh	Partikel (PT) (2) g/kWh	
A (2000)	5,45	0,78	1,6	5,0	0,16	0,21 (3)
B 1 (2005)	4,0	0,55	1,1	3,5	0,03	
B 2 (2008)	4,0	0,55	1,1	2,0	0,03	
C (EEV)	3,0	0,40	0,65	2,0	0,02	

(1) Nur für Erdgasmotoren.

(2) Gilt nicht für mit Gas betriebene Motoren in Stufe A und Stufen B 1 und B 2.

(3) Für Motoren mit einem Hubraum von unter 0,75 dm^3 je Zylinder und einer Nennleistungsdrehzahl von über 3 000 min^{-1}.

6.2.2. *Kohlenwasserstoffmessung bei Diesel- und Gasmotoren*

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

6.2.3. *Spezielle Anforderungen an Dieselmotoren*

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

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

▼M1

6.3. **Dauerhaltbarkeit und Verschlechterungsfaktoren**

6.3.1. Der Hersteller muss für die Zwecke dieser Richtlinie die Verschlechterungsfaktoren ermitteln, anhand deren nachgewiesen wird, dass die Emissionen gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus einer Motorenfamilie oder einer Familie von Abgasnachbehandlungssystemen während der in Artikel 3 dieser Richtlinie angegebenen jeweils geltenden Betriebsdauer innerhalb der in den Tabellen in Nummer 6.2.1 dieses Anhangs angegebenen jeweils geltenden Grenzen bleiben.

6.3.2. Die Verfahren, mit denen nachgewiesen wird, dass eine Motorenfamilie oder eine Familie von Abgasnachbehandlungssystemen während der jeweils geltenden Betriebsdauer die jeweils geltenden Emissionsgrenzwerte einhält, sind in Anhang II der Richtlinie 2005/78/EG beschrieben.

6.4. **On-Board-Diagnosesystem (OBD-System)**

6.4.1. Nach Artikel 4 Absätze 1 und 2 dieser Richtlinie müssen Selbstzündungsmotoren und mit ihnen ausgerüstete Fahrzeuge zur Überwachung der Emissionen mit einem On-Board-Diagnosesystem (OBD-System) ausgestattet sein, das die Anforderungen des Anhangs IV der Richtlinie 2005/78/EG erfüllt.

Nach Artikel 4 Absatz 2 dieser Richtlinie müssen Gasmotoren und mit ihnen ausgerüstete Fahrzeuge zur Überwachung der Emissionen mit

▼M1

einem On-Board-Diagnosesystem (OBD-System) ausgestattet sein, das die Anforderungen des Anhangs IV der Richtlinie 2005/78/EG erfüllt.

6.4.2. *In Kleinserien hergestellte Motoren*

In Kleinserien hergestellte Motortypen einer Motorenfamilie können abweichend von den obigen Bestimmungen unter folgenden Voraussetzungen nach dieser Richtlinie eine EG-Typgenehmigung hinsichtlich des OBD-Systems erhalten:

— bei einer Jahresproduktion von weniger als 500 Einheiten, wenn der Motor lediglich auf Schaltkreisstörungen und das Abgasnachbehandlungssystem auf größere Funktionsstörungen überwacht wird;

— bei einer Jahresproduktion von weniger als 50 Einheiten, wenn sämtliche emissionsmindernden Einrichtungen (am Motor und im Abgasnachbehandlungssystem) lediglich auf Schaltkreisstörungen überwacht werden.

Die Genehmigungsbehörde muss der Kommission über die Umstände jeder nach dieser Regelung erteilten Typgenehmigung unterrichten.

6.5. **Gewährleistung des ordnungsgemäßen Arbeitens von Einrichtungen zur Begrenzung der NO_x-Emissionen** [1]

6.5.1. *Allgemeines*

6.5.1.1. Die Bestimmungen dieses Abschnitts gelten für alle Motorsysteme unabhängig von der Technik, die eingesetzt wird, um die in Nummer 6.2.1 dieses Anhangs genannten Emissionsgrenzwerte einzuhalten.

6.5.1.2. Zeitpunkte der Anwendbarkeit

Die Bestimmungen von Nummer 6.5.3, 6.5.4 und 6.5.5 gelten ab 1. Oktober 2006 für neue Typgenehmigungen und ab 1. Oktober 2007 für alle Neufahrzeuge.

6.5.1.3. Jedes von diesem Abschnitt erfasste Motorsystem muss so konstruiert, gefertigt und eingebaut sein, dass es diese Anforderungen während der Motorlebensdauer erfüllt.

6.5.1.4 Für von diesem Abschnitt erfasste Motorsysteme muss der Hersteller die in Anhang II dieser Richtlinie genannten ausführlichen Angaben über die Funktions- und Betriebsmerkmale machen.

6.5.1.5. In seinem Antrag auf Typgenehmigung muss der Hersteller gegebenenfalls die Eigenschaften aller von den Abgasnachbehandlungssystemen benötigten Reagenzien spezifizieren (Art und Konzentration, Betriebstemperaturen, einschlägige internationale Normen usw.).

6.5.1.6. Die emissionsmindernden Einrichtungen eines unter diesen Abschnitt fallenden Motorsystems müssen unter allen auf dem Gebiet der Europäischen Union regelmäßig anzutreffenden Umgebungsbedingungen und insbesondere bei niedrigen Umgebungstemperaturen die Anforderungen von Nummer 6.1 erfüllen.

6.5.1.7. Für die Typgenehmigung muss der Hersteller dem technischen Dienst nachweisen, dass die Ammoniakemission von Motorsystemen, die ein Reagens erfordern, im jeweils vorgeschriebenen Emissionsprüfzyklus einen Mittelwert von 25 ppm nicht überschreitet.

6.5.1.8. Benötigt das Motorsystem ein Reagens, so muss jeder im Fahrzeug eingebaute Reagensbehälter mit einer Einrichtung ausgestattet sein, die das Entnehmen von Reagensproben ermöglicht. Die Probenahmeeinrichtung muss leicht und ohne Spezialwerkzeug zugänglich sein.

6.5.2. *Anweisungen für den Betreiber*

6.5.2.1. Der Hersteller muss allen Betreibern neuer schwerer Nutzfahrzeuge oder neuer Motoren für solche Fahrzeuge schriftliche Anweisungen zukommen lassen, in denen darauf hingewiesen wird, dass dem Fahrer am Störungsmelder (MI) eine Funktionsstörung angezeigt wird und der Motor mit verminderter Leistung arbeitet, wenn die emissionsmindernden Einrichtungen des Fahrzeugs nicht ordnungsgemäß arbeiten.

[1] Die Kommission überprüft die Bestimmungen von Nummer 6.5 bis 31. Dezember 2006.

▼M1

6.5.2.2. In den Anweisungen ist anzugeben, wie das Fahrzeug ordnungsgemäß zu betreiben und zu warten ist und gegebenenfalls, ob und welche Reagenzien zu verwenden sind.

6.5.2.3. Die Anweisungen müssen klar, für Laien verständlich und in der Sprache des Landes abgefasst sein, in dem ein neues schweres Nutzfahrzeug oder ein neuer Motor für schwere Nutzfahrzeuge in Verkehr gebracht oder zugelassen wird.

6.5.2.4. In den Anweisungen ist anzugeben, ob das Reagens vom Fahrzeugbetreiber zwischen den planmäßigen Wartungen nachgefüllt werden muss und mit welchem Reagensverbrauch beim jeweiligen Fahrzeugtyp zu rechnen ist.

6.5.2.5. In den Anweisungen ist darauf hinzuweisen, dass ein Reagens der vorgeschriebenen Spezifikation verwendet werden muss, damit das Fahrzeug den Angaben in der für den Fahrzeug- oder Motortyp ausgestellten Übereinstimmungsbescheinigung entspricht.

6.5.2.6. In den Anweisungen ist darauf hinzuweisen, dass es strafbar sein kann, ein Fahrzeug zu betreiben, das nicht das für die Minderung seiner Schadstoffemissionen vorgeschriebene Reagens verbraucht, und dass in diesem Fall alle Vergünstigungen verwirkt sind, die das Land, in dem das Fahrzeug zugelassen ist oder betrieben wird, für seine Anschaffung oder seinen Betrieb gewährt.

6.5.3. *Überwachung der Einrichtungen des Motorsystems zur Begrenzung der NO_x-Emissionen*

6.5.3.1. Nicht ordnungsgemäßes Arbeiten der im Motorsystem vorhandenen Einrichtungen zur Begrenzung der NO_x-Emissionen (etwa wegen Mangel an Reagens, falscher AGR-Rate oder Deaktivierung der AGR) muss durch im Abgasstrom liegende Sonden zur Überwachung der NO_x-Konzentration erkannt werden.

6.5.3.2. Motorsysteme müssen mit einer Einrichtung zur Messung der NO_x-Konzentration im Abgasstrom ausgestattet sein. Wird der in Anhang I Nummer 6.2.1 Tabelle I dieser Richtlinie genannte jeweils geltende NO_x-Grenzwert um mehr als 1,5 g/kWh überschritten, so muss das dem Fahrer am Störungsmelder angezeigt werden (siehe Anhang IV Nummer 3.6.5 der Richtlinie 2005/78/EG).

6.5.3.3. Außerdem muss nach Anhang IV Nummer 3.9.2 der Richtlinie 2005/78/EG der Grund für die Überschreitung des NO_x-Grenzwertes in Form eines nicht löschbaren Fehlercodes über mindestens 400 Tage oder 9 600 Motorbetriebsstunden gespeichert werden.

6.5.3.4. Überschreitet die NO_x-Konzentration die in der Tabelle des Artikels 4 Absatz 3 dieser Richtlinie genannten OBD-Schwellenwerte [1], so muss die Motorleistung nach Nummer 6.5.5 durch einen Drehmomentbegrenzer für den Fahrer deutlich spürbar herabgesetzt werden. Wenn der Drehmomentbegrenzer aktiv ist, muss der Fahrer weiterhin nach den Bestimmungen von Nummer 6.5.3.2 gewarnt werden.

6.5.3.5 Arbeitet das Motorsystem nur mit Abgasrückführung und keinen weiteren Abgasnachbehandlungssystemen zur Begrenzung der NO_x-Emissionen, kann der Hersteller die NO_x-Konzentration auch nach einer anderen als der in Nummer 6.5.3.1 genannten Methode überwachen. Er muss dann bei der Typgenehmigung nachweisen, dass die von ihm gewählte Methode der in Nummer 6.5.3.1 genannten an Ansprechgeschwindigkeit und Genauigkeit gleichwertig ist und ebenfalls die in Nummer 6.5.3.2, 6.5.3.3 und 6.5.3.4 genannten Vorgänge auslöst.

6.5.5. *Vorkehrungen gegen Eingriffe in das Abgasnachbehandlungssystem*

6.5.5.1. Unter diesen Abschnitt fallende Motorsysteme müssen mit einem Drehmomentbegrenzer ausgestattet sein, der den Fahrer darauf aufmerksam macht, dass das Motorsystem nicht ordnungsgemäß arbeitet oder dass das Fahrzeug nicht ordnungsgemäß betrieben wird, um ihn dazu anzuhalten, etwaige Fehler umgehend abzustellen.

6.5.5.2. Der Drehmomentbegrenzer muss beim ersten Halt des Fahrzeugs aktiviert werden, nachdem der in Nummer 6.5.3.4, 6.5.4.3, 6.5.4.6, 6.5.4.10, 6.5.4.11 oder 6.5.4.12 genannte Fall eingetreten ist.

[1] Die Kommission überprüft diese Werte bis 31. Dezember 2005.

▼M1

6.5.5.3. Wird der Drehmomentbegrenzer aktiviert, so darf das Motordrehmoment folgende konstanten Werte nicht überschreiten:

— 60 % des Volllastdrehmoments unabhängig von der Motordrehzahl bei Fahrzeugen der Klassen N3 >16 t, M3/III und M3/B > 7,5 t;

— 75 % des Volllastdrehmoments unabhängig von der Motordrehzahl bei Fahrzeugen der Klassen N1, N2, N3 ≤16 t, M2, M3/I, M3/II, M3/A und M3/B ≤ 7,5 t.

6.5.5.4. Das Konzept der Drehmomentbegrenzung ist in Nummer 6.5.5.5 bis 6.5.5.6 beschrieben.

6.5.5.5. Als Teil der in Nummer 6.1.7.1 genannten Dokumentation ist eine ausführliche Beschreibung der Funktions- und Betriebsmerkmale des Drehmomentbegrenzers vorzulegen.

6.5.5.6. Der Drehmomentbegrenzer muss deaktiviert werden, wenn der Motor leer läuft, sofern die Voraussetzungen für seine Aktivierung dann nicht mehr gegeben sind. Der Drehmomentbegrenzer darf nur deaktiviert werden, wenn die Ursache seiner Aktivierung beseitigt ist.

6.5.5.7. Prüfung des Drehmomentbegrenzers

6.5.5.7.1. Bei Einreichung seines Antrags auf Typgenehmigung nach Nummer 3 dieses Anhangs muss der Hersteller die Funktion des Drehmomentbegrenzers in einer Prüfung auf dem Motorenprüfstand oder am Fahrzeug nachweisen.

6.5.5.7.2. Bei Prüfung auf dem Motorenprüfstand sind mehrere aufeinander folgende ETC-Prüfzyklen zu durchlaufen, um nachzuweisen, dass der Drehmomentbegrenzer nach den Bestimmungen von Nummer 6.5, insbesondere von Nummer 6.5.5.2 und 6.5.5.3, aktiv wird.

6.5.5.7.3. Bei Prüfung am Fahrzeug ist das Fahrzeug auf der Straße oder auf einer Prüfstrecke zu fahren, um nachzuweisen, dass der Drehmomentbegrenzer nach den Bestimmungen von Nummer 6.5, insbesondere von Nummer 6.5.5.2 und 6.5.5.3, aktiv wird.

▼B

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

▼M1

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

Die Motorenfamilie ist vom Hersteller nach den Bestimmungen der Norm ISO 16185 festzulegen.

▼B

8.2. **Wahl des Stamm-Motors**

8.2.1. *Dieselmotoren*

Das Hauptkriterium bei der Auswahl des Stamm-Motors der Motorenfamilie muss die höchste Kraftstoffförderung pro Takt bei der angegebenen Drehzahl bei maximalem Drehmoment sein. Stimmen zwei oder mehr Motoren in diesem Hauptkriterium überein, so ist die Auswahl des Stamm-Motors anhand eines zweiten Kriteriums, nämlich der höchsten Kraftstoffförderung pro Takt bei Nenndrehzahl, vorzunehmen. Unter Umständen kann die Genehmigungsbehörde zu dem Schluss gelangen, dass es am günstigsten ist, den schlechtesten Emissionswert der Motorenfamilie durch Überprüfung eines zweiten

▼B

Motors zu bestimmen. Folglich kann die Genehmigungsbehörde zur Prüfung einen weiteren Motor heranziehen, dessen Merkmale darauf hindeuten, dass er die höchsten Emissionswerte aller Motoren dieser Motorenfamilie aufweist.

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

8.2.2. *Gasmotoren*

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

— höchste Kraftstoffförderung je Takt bei der Nennleistungsdrehzahl;

— größte Zündfrühverstellung;

— niedrigste AGR-Rate;

— keine Luftpumpe oder Pumpe mit dem niedrigsten tatsächlichen Luftdurchsatz.

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

▼M1

8.3. **Kenndaten für die Festlegung einer Motorenfamilie hinsichtlich des OBD-Systems**

Eine Motorenfamilie hinsichtlich des OBD-Systems lässt sich anhand einer Reihe grundlegender Konstruktionsmerkmale definieren, in denen die zu einer solchen Familie gehörenden Fahrzeuge übereinstimmen müssen.

Damit Motoren hinsichtlich des OBD-Systems ein und derselben Motorenfamilie zugeordnet werden können, müssen sie übereinstimmen

— in den Verfahren zur Überwachung der Grenzwerte,

— in den Verfahren zur Erkennung von Funktionsstörungen,

sofern der Hersteller nicht durch eine technische Analyse oder mit anderen geeigneten Mitteln die Gleichwertigkeit unterschiedlicher Verfahren nachweist.

Anmerkung: Motoren, die ansonsten unterschiedlichen Motorenfamilien angehören, können hinsichtlich ihres OBD-Systems dennoch derselben Motorenfamilie angehören, wenn die vorstehend genannten Kriterien erfüllt sind.

▼B

9. ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION

▼M1

9.1. Es sind Maßnahmen zur Gewährleistung der Übereinstimmung der Produktion nach Artikel 10 der Richtlinie 70/156/EWG zu treffen. Die Übereinstimmung der Produktion wird anhand der Daten geprüft, die in dem Typgenehmigungsbogen in Anhang VI dieser Richtlinie aufgeführt sind. Bei der Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion nach Anlage 1, 2 oder 3 sind die gemessenen Emissionen gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel um den für den jeweiligen Motor in Nummer 1.5 der Anlage zu Anhang VI angegebenen Verschlechterungsfaktor zu korrigieren.

Wird das Prüfverfahren des Herstellers von den zuständigen Behörden nicht akzeptiert, so ist nach der Richtlinie 70/156/EWG Anhang X Nummer 2.4.2 und 2.4.3 zu verfahren.

▼B

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

9.1.1.1. Übereinstimmung des Motors bei der Schadstoffprüfung:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

— auf alle zu prüfenden Motoren

▼B

oder

— auf den ersten zu prüfenden Motor, wobei auf diesen Motor der wie folgt bestimmte Evolutionskoeffizient angewandt wird:

— Die Schadstoffemissionen werden beim ersten geprüften Motor bei Null und „x“ Stunden gemessen.

— Der Evolutionskoeffizient der Emissionen zwischen Null und „x“ Stunden wird für jeden Schadstoff wie folgt berechnet:

Emissionen „x“ Stunden/Emissionen null Stunden

Er kann kleiner als 1 sein.

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

In diesem Falle sind folgende Werte zu messen:

— die Werte bei „x“ Stunden für den ersten Motor,

— die Werte bei null Stunden, multipliziert mit dem Evolutionskoeffizienten, für die folgenden Motoren.

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

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

— bei mit H gekennzeichneten Motoren ein handelsüblicher Kraftstoff der Gasgruppe H ($0{,}89 \leq S_\lambda \leq 1{,}00$);

— bei mit L gekennzeichneten Motoren ein handelsüblicher Kraftstoff der Gasgruppe L ($1{,}00 \leq S_\lambda \leq 1{,}19$);

— bei mit HL gekennzeichneten Motoren ein handelsüblicher Kraftstoff im Extrembereich des λ-Verschiebungsfaktors ($0{,}89 \leq S_\lambda \leq 1{,}19$).

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

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

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

▼B

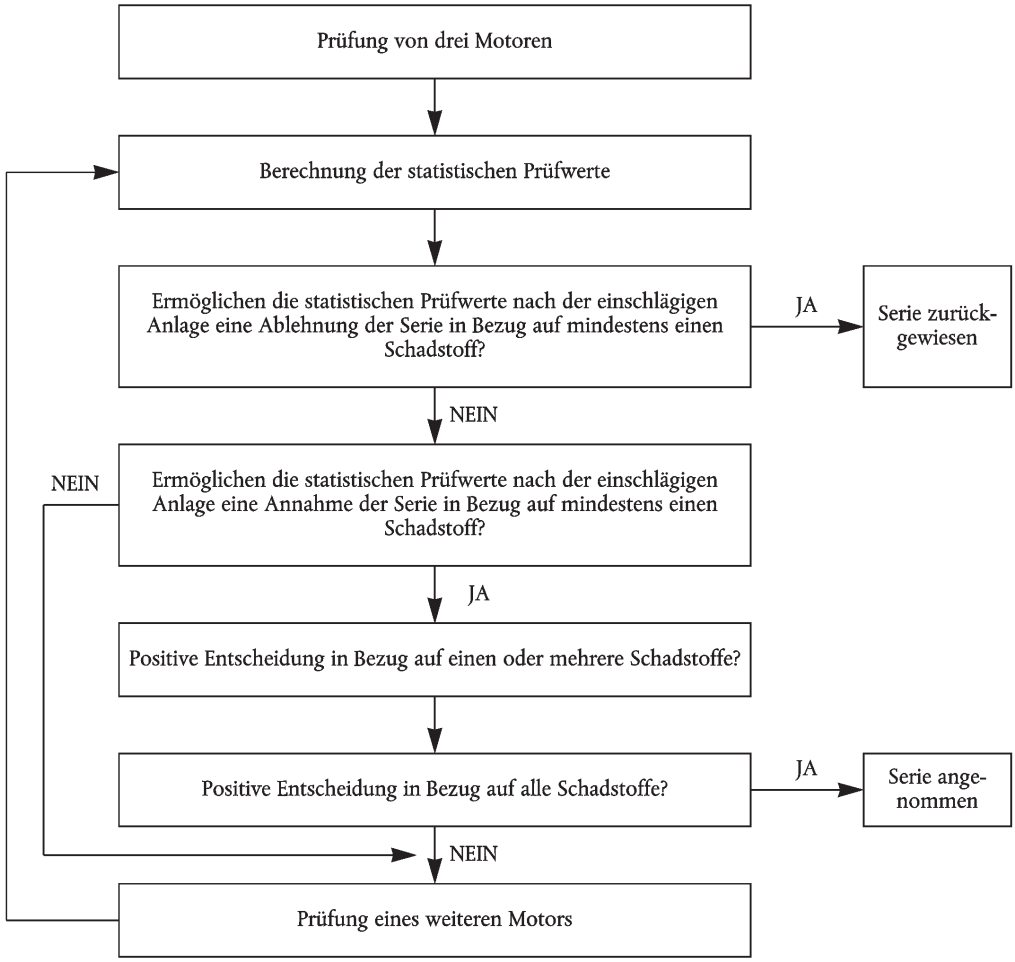


Abbildung 2

Schema für die Überprüfung der Übereinstimmung der Produktion

▼M1

9.1.2. *On-Board-Diagnosesystem (OBD-System)*

9.1.2.1. Bei der Prüfung der Übereinstimmung der Produktion des OBD-Systems ist wie folgt vorzugehen:

9.1.2.2. Stellt die Genehmigungsbehörde eine unzulässige Abweichung der Produktion fest, so wird der laufenden Serie ein Fahrzeug nach dem Zufallsprinzip entnommen und den in Anhang IV Anlage 1 der Richtlinie 2005/78/EG beschriebenen Prüfungen unterzogen. Die Prüfungen können an einem Motor durchgeführt werden, der höchstens 100 Stunden eingefahren wurde.

9.1.2.3. Die Produktion gilt als übereinstimmend, wenn das Fahrzeug die Anforderungen der in Anhang IV Anlage 1 der Richtlinie 2005/78/EG beschriebenen Prüfungen erfüllt.

9.1.2.4. Erfüllt das der Serie entnommene Fahrzeug nicht die Anforderungen von Nummer 9.1.2.2, wird der Serie eine weitere Zufallsstichprobe von vier Fahrzeugen entnommen und den in Anhang IV Anlage 1 der Richtlinie 2005/78/EG beschriebenen Prüfungen unterzogen. Die Prüfungen können an einem Motor durchgeführt werden, der höchstens 100 Stunden eingefahren wurde.

9.1.2.5. Die Produktion gilt als übereinstimmend, wenn mindestens drei der vier Motoren der zweiten Stichprobe die Anforderungen der in Anhang IV Anlage 1 der Richtlinie 2005/78/EG beschriebenen Prüfungen erfüllen.

▼**M1**

10. ÜBEREINSTIMMUNG VON IN BETRIEB BEFINDLICHEN FAHRZEUGEN/MOTOREN

10.1. Für die Zwecke dieser Richtlinie ist die Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge/Motoren während der Lebensdauer des eingebauten Motors in regelmäßigen Abständen zu überprüfen.

10.2. Für die Typgenehmigung hinsichtlich der Emissionen müssen Regelungen getroffen werden, nach denen die Funktionsfähigkeit der emissionsmindernden Einrichtungen eines in ein Fahrzeug eingebauten Motors während seiner Lebensdauer unter üblichen Betriebsbedingungen zu überprüfen ist.

10.3. Die Verfahren zur Überprüfung der Übereinstimmung in Betrieb befindlicher Fahrzeuge/Motoren sind in Anhang III der Richtlinie 2005/78/EG beschrieben.

▼B

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 %).

▼M1

3. Für jeden der 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 um den jeweiligen Verschlechterungsfaktor korrigierten Messung am i-ten Motor der Stichprobe

   s = geschätzte Standardabweichung der Produktion (unter Verwendung des natürlichen Logarithmus der Messwerte)

   n = Stichprobengröße

▼B

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

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

5. Dann gilt:

   — Liegt der statistische Prüfwert über dem der Stichprobengröße entsprechenden Wert für eine positive Entscheidung (siehe Tabelle 3), so wird in Bezug auf den Schadstoff eine positive Entscheidung getroffen.

   — Liegt der statistische Prüfwert unter dem der Stichprobengröße entsprechenden Wert für eine negative Entscheidung (siehe Tabelle 3), so wird in Bezug auf den Schadstoff eine negative Entscheidung getroffen.

   — Andernfalls wird ein weiterer Motor gemäß Anhang I Abschnitt 9.1.1.1 geprüft, und das Berechnungsverfahren wird auf die um eine Einheit erweiterte Stichprobe angewendet.

▼B

Tabelle 3

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

Mindeststichprobengröße: 3

Kumulierte Anzahl der geprüften Motoren (Stichprobengröße)	Grenzwert für positive Entscheidung A_n	Grenzwert für negative Entscheidung B_n
3	3,327	– 4,724
4	3,261	– 4,790
5	3,195	– 4,856
6	3,129	– 4,922
7	3,063	– 4,988
8	2,997	– 5,054
9	2,931	– 5,120
10	2,865	– 5,185
11	2,799	– 5,251
12	2,733	– 5,317
13	2,667	– 5,383
14	2,601	– 5,449
15	2,535	– 5,515
16	2,469	– 5,581
17	2,403	– 5,647
18	2,337	– 5,713
19	2,271	– 5,779
20	2,205	– 5,845
21	2,139	– 5,911
22	2,073	– 5,977
23	2,007	– 6,043
24	1,941	– 6,109
25	1,875	– 6,175
26	1,809	– 6,241
27	1,743	– 6,307
28	1,677	– 6,373
29	1,611	– 6,439
30	1,545	– 6,505
31	1,479	– 6,571
32	– 2,112	– 2,112

▼B

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 %).

▼M1

3. Die um die jeweiligen Verschlechterungsfaktoren korrigierten Messungen der in Anhang I Nummer 6.2.1 aufgeführten Schadstoffe gelten als logarithmisch normal verteilt und sollten zunächst durch natürliches Logarithmieren transformiert werden; m_0 sei die minimale und m die maximale Stichprobengröße ($m_0 = 3$ und $m = 32$); n sei die tatsächliche Stichprobengröße.

4. Wenn x_1, x_2, … x_i die natürlichen Logarithmen der um die jeweiligen Verschlechterungsfaktoren korrigierten Messungen der Serie sind und L der natürliche Logarithmus des Schadstoffgrenzwertes ist, dann gelten:

▼B

$$d_i = \chi_i - L$$

und

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

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

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 aufeinander folgenden statistischen Prüfwerte:

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

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

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

▼B

Tabelle 4

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

Mindeststichprobengröße: 3

Kumulierte Anzahl der geprüften Motoren (Stichprobengröße)	Grenzwert für positive Entscheidung A_n	Grenzwert für negative Entscheidung B_n
3	- 0,80381	16,64743
4	- 0,76339	7,68627
5	- 0,72982	4,67136
6	- 0,69962	3,25573
7	- 0,67129	2,45431
8	- 0,64406	1,94369
9	- 0,61750	1,59105
10	- 0,59135	1,33295
11	- 0,56542	1,13566
12	- 0,53960	0,97970
13	- 0,51379	0,85307
14	- 0,48791	0,74801
15	- 0,46191	0,65928
16	- 0,43573	0,58321
17	- 0,40933	0,51718
18	- 0,38266	0,45922
19	- 0,35570	0,40788
20	- 0,32840	0,36203
21	- 0,30072	0,32078
22	- 0,27263	0,28343
23	- 0,24410	0,24943
24	- 0,21509	0,21831
25	- 0,18557	0,18970
26	- 0,15550	0,16328
27	- 0,12483	0,13880
28	- 0,09354	0,11603
29	- 0,06159	0,09480
30	- 0,02892	0,07493
31	- 0,00449	0,05629
32	- 0,03876	0,03876

▼B

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 %).

▼M1

3. Für jeden der 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 um den jeweiligen Verschlechterungsfaktor korrigierten Messung am i-ten Motor der Stichprobe

   s = geschätzte Standardabweichung der Produktion (unter Verwendung des natürlichen Logarithmus der Messwerte)

   n = Stichprobengröße

▼B

4. Der statistische Prüfwert der Stichprobe ist zu ermitteln, indem die Anzahl der nicht vorschriftsmäßigen Motoren ermittelt wird, d. h. $x_i \geq L$.

5. Dann gilt:

   — Liegt der statistische Prüfwert unter dem der Stichprobengröße entsprechenden Wert für eine positive Entscheidung oder ist er gleich diesem (siehe Tabelle 5), so wird in Bezug auf den Schadstoff eine positive Entscheidung getroffen.

   — Liegt der statistische Prüfwert über dem der Stichprobengröße entsprechenden Wert für eine negative Entscheidung oder ist er gleich diesem (siehe Tabelle 5), so wird in Bezug auf den Schadstoff eine negative Entscheidung getroffen.

   — Andernfalls wird ein weiterer Motor gemäß Anhang I Abschnitt 9.1.1.1 geprüft, und das Berechnungsverfahren wird auf die um eine Einheit erweiterte Stichprobe angewendet.

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

▼B

Tabelle 5

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

Mindeststichprobengröße: 3

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

▼M1

Anlage 4

FESTSTELLUNG DER GLEICHWERTIGKEIT VON SYSTEMEN

Die Gleichwertigkeit von Systemen im Sinne von Nummer 6.2 dieses Anhangs ist durch eine sieben oder mehr Probenpaare umfassende Korrelationsstudie zwischen dem zu prüfenden System und einem der Bezugssysteme dieser Richtlinie unter Verwendung der geeigneten Prüfzyklen zu ermitteln. Die anzuwendenden Kriterien der Gleichwertigkeit sind die des F-Tests und des zweiseitigen Student t-Tests.

Mit dieser statistischen Methode wird die Hypothese überprüft, dass die Standardabweichung der Grundgesamtheit und der Mittelwert einer Emission, die am zu prüfenden System ermittelt werden, sich nicht von der Standardabweichung und dem Mittelwert unterscheiden, die am Bezugssystem ermittelt werden. Die Hypothese ist auf der Grundlage eines Signifikanzniveaus von 5 % für F und t zu überprüfen. Die kritischen Werte von F und t für 7 bis 10 Stichprobenpaare finden sich in der nachstehenden Tabelle. Sind die nach den nachstehenden Formeln errechneten Werte von F und t größer als die kritischen Werte, ist das zu prüfende System nicht gleichwertig.

Es ist wie folgt vorzugehen. Die Indizes R und C bezeichnen das Bezugssystem und das zu prüfende System.

a) Am zu prüfenden System und am Bezugssystem sind mindestens 7 Prüfungen vorzugsweise parallel durchzuführen. Die Zahl der Prüfungen wird jeweils mit n_R und n_C bezeichnet.

b) Die Mittelwerte x_R and x_C und die Standardabweichungen s_R und s_C sind zu errechnen.

c) Der Wert F ist wie folgt zu errechnen:

$$F = \frac{s^2_{\text{major}}}{s^2_{\text{minor}}}$$

(Die größere der beiden Standardabweichungen S_R und S_C ist in den Zähler zu setzen.)

d) Der Wert t ist wie folgt zu errechnen:

$$t = \frac{\left|x_C - x_R\right|}{\sqrt{\left(n_C - 1\right) \times s_C^2 + \left(n_R - 1\right) \times s_R^2}} \times \sqrt{\frac{n_C \times n_R \times \left(n_C + n_R - 2\right)}{n_C + n_R}}$$

e) Die errechneten Werte von F und t sind mit den in der nachstehenden Tabelle aufgeführten kritischen Werten von F und t für die jeweilige Stichprobengröße zu vergleichen. Wird mit größeren Stichproben gearbeitet, sind die statistischen Tabellen für ein Signifikanzniveau von 5 % (Konfidenzniveau 95 %) heranzuziehen.

f) Die Freiheitsgrade (df) sind wie folgt zu ermitteln:

für den F-Test: $df = n_R - 1 / n_C - 1$

für den t-Test: $df = n_C + n_R - 2$

Werte von F und t für ausgewählte Stichprobengrößen

Stichprobengröße	F-Test		t-Test	
	df	F_{crit}	df	t_{crit}
7	6/6	4,284	12	2,179
8	7/7	3,787	14	2,145
9	8/8	3,438	16	2,120
10	9/9	3,179	18	2,101

▼**M1**

g) Feststellung der Gleichwertigkeit:

— Ist $F < F_{crit}$ **und** $t < t_{crit}$, so ist das zu prüfende System dem Bezugssystem dieser Richtlinie gleichwertig;

— Ist $F \geq F_{crit}$ **und** $t \geq t_{crit}$, so ist das zu prüfende System dem Bezugssystem dieser Richtlinie nicht gleichwertig.

▼B

ANHANG II

BESCHREIBUNGSBOGEN Nr. ...

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

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

(Richtlinie 2005/55/EG)

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/Ethanol-betrieben [1] .....

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

►(1) 0.7. Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers: ..... ◄

►(2) 0.8.◄ Lage und Anbringungsart der vorgeschriebenen Schilder und Aufschriften: .....

►(3) 0.9.◄ Bei Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten Lage und Anbringungsart des EG-Typgenehmigungszeichens: .....

►(4) 0.10.◄ Anschrift(en) der Fertigungsstätte(n) .....

►(5) 0.11. Ist das Fahrzeug mit einem On-Board-Diagnosesystem (OBD-System) ausgestattet, eine schriftliche und/oder bildliche Darstellung des Störungsmelders (MI): .....◄

Anlagen

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

2. Wesentliche Merkmale der Motorenfamilie

3. Hauptmerkmale des Motorentyps innerhalb der Motorenfamilie

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

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

6. Sonstige Angaben (hier gegebenenfalls weitere Anlagen aufführen)

Datum, Ablagenummer

[1] Nichtzutreffendes streichen.

▼B

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.	Arbeitsweise: 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:	cm^3
1.6.	Volumetrisches Verdichtungsverhältnis ([3]):	
1.7.	Zeichnung(en) des Brennraums und des Kolbenbodens:	
1.8.	Mindestquerschnittsfläche der Einlass- und Auslasskanäle:	cm^2
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*: Selbstzündung/Fremdzündung ([2])	
1.14.	*Kraftstoff*: Diesel/LPG/NG-H/NG-L/NG-HL/Ethanol ([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]) Bei nichtherkömmlichen Motoren und Systemen hat der Hersteller nähere Angaben entsprechend den hier angeführten vorzulegen.
([2]) Nichtzutreffendes streichen.
([3]) Bitte Toleranz angeben.

▼B

1.16.3. Höchste Luftaustrittstemperatur am Ansaug-Zwischenkühler (falls zutreffend):

..... K

1.16.4. Höchste Abgastemperatur an der Anschlussstelle zwischen Auspuffsammelrohr(en) und Abgaskrümmer(n) bzw. Turbolader(n):

..... K

1.16.5. Kraftstofftemperatur: mindestens ..... K, höchstens ..... K

bei Dieselmotoren am Einlass der Einspritzpumpe, bei mit Gas betriebenen Motoren an der Druckregler-Endstufe

1.16.6. Kraftstoffdruck: mindestens: ..... kPa, höchstens ..... kPa

an der Druckregler-Endstufe, nur bei NG-betriebenen Gasmotoren

1.16.7. Schmiermitteltemperatur: mindestens ..... K, höchstens ..... K

1.17. *Auflader:* ja/nein ([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 Volllast gemäß den Beschreibungen und Betriebsbedingungen der Richtlinie 80/1269/EWG des Rates vom 16. Dezember 1980 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Motorleistung von Kraftfahrzeugen ([2]):

..... kPa

1.19. *Auspuffanlage*

Höchstzulässiger Abgasgegendruck bei Motornenndrehzahl und Volllast gemäß den Beschreibungen und Betriebsbedingungen der Richtlinie 80/1269/EWG:

..... kPa

Volumen der Auspuffanlage: ..... dm^3

►(0) 1.20. *Elektronisches Motorsteuergerät (EECU) (alle Motortypen)*

1.20.1. Marke: .....

1.20.2. Typ: .....

1.20.3. Kennnummer(n) der Softwarekalibrierung: .....◄

([1]) Nichtzutreffendes streichen.

([2]) ABl. L 375 vom 31.12.1980, S. 46. Zuletzt geändert durch die Richtlinie 1999/99/EG der Kommission (ABl. L 334 vom 28.12.1999, S. 32).

▼B

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. Type(n): .....

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

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

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

2.2.1.6. Gesamtbeschichtung mit Edelmetallen: .....

2.2.1.7. Konzentrationsverhältnis der Edelmetalle: .....

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

2.2.1.9. Zellendichte: .....

2.2.1.10. Art des Katalysatorgehäuses: .....

2.2.1.11. Lage des Katalysators (der Katalysatoren) (Ort und Bezugsentfernung innerhalb der Abgasleitung): .....

►(1) 2.2.1.12. Normaler Betriebstemperaturbereich (K): .....

2.2.1.13. Gegebenenfalls erforderliches Reagens:

2.2.1.13.1. Art und Konzentration des für die katalytische Reaktion erforderlichen Reagens: .....

2.2.1.13.2. Normaler Betriebstemperaturbereich des Reagens: .....

2.2.1.13.3. Gegebenenfalls geltende internationale Norm: .....

2.2.1.13.4. Ergänzung des Reagensvorrats erforderlich im laufenden Betrieb/bei der planmäßigen Wartung (1) ◄

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.): .....

(1) Nichtzutreffendes streichen.

▼B

2.2.4. Abgasrückführung: ja/nein (1)

►(1) 2.2.4.1. Kennwerte (Marke, Typ, 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) 2.2.5.5. Normaler Betriebstemperaturbereich (K) und Betriebsdruckbereich (kPa): .....

2.2.5.6. Bei periodischer Regenerierung:

— Zahl der ETC-Prüfzyklen zwischen zwei Regenerierungen (n1)

— Zahl der ETC-Prüfzyklen während des Regenerierungsvorgangs (n2) ◄

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 (1): .....

3.1.2. Einspritzaggregat

3.1.2.1. Pumpe

3.1.2.1.1. Marke(n): .....

3.1.2.1.2. Type(n): .....

3.1.2.1.3. Einspritzmenge: ..... mm^3 (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) 3.1.2.2.3. Hochdruckspeicher (common rail), Marke und Typ: ..... ◄

3.1.2.3. Einspritzdüse(n)

(1) Nichtzutreffendes streichen.
(2) Bitte Toleranz angeben.

▼B

3.1.2.3.1. Marke(n): .....

3.1.2.3.2. Type(n): .....

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. Type(n): .....

3.1.2.4.3. Abregeldrehzahl bei Volllast: ..... 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. Type(n): .....

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/LPG (1)

3.2.2. Druckregler bzw. Verdampfer/Druckregler (2)

3.2.2.1. Marke(n): .....

3.2.2.2. Type(n): .....

3.2.2.3. Anzahl der Druckminderungsstufen: .....

3.2.2.4. Druck in der Endstufe: mindestens ..... kPa, höchstens ..... kPa

3.2.2.5. Anzahl der Haupteinstellpunkte: .....

3.2.2.6. Anzahl der Leerlaufeinstellpunkte: .....

3.2.2.7. Nummer der Genehmigung gemäß Richtlinie 1999/96/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. Nummer der Genehmigung gemäß Richtlinie 1999/96/EG: .....

3.2.4. Mischer

3.2.4.1. Anzahl: .....

3.2.4.2. Marke(n): .....

3.2.4.3. Type(n): .....

3.2.4.4. Lage: .....

3.2.4.5. Einstellungen: .....

(1) Nichtzutreffendes streichen.
(2) Bitte Toleranz angeben.
(3) Bei in anderer Weise ausgelegten Systemen entsprechende Angaben vorlegen (siehe Abschnitt 3.2).
(*) Richtlinie 1999/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Dezember 1999 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Selbstzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen und die Emission gasförmiger Schadstoffe aus mit Erdgas oder Flüssiggas betriebenen Fremdzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen.

▼B

3.2.4.6. Nummer der Genehmigung gemäß Richtlinie 1999/96/EG: .....

3.2.5. Motorsaugrohreinspritzung

3.2.5.1. Einspritzverfahren: Zentraleinspritzung/Einzeleinspritzung ([1])

3.2.5.2. Einspritzverfahren: kontinuierlich/simultan/sequenziell ([1])

3.2.5.3. Einspritzsystem

3.2.5.3.1. Marke(n): .....

3.2.5.3.2. Type(n): .....

3.2.5.3.3. Einstellungen: .....

3.2.5.3.4. Nummer der Genehmigung gemäß Richtlinie 1999/96/EG: .....

3.2.5.4. Förderpumpe (falls erforderlich)

3.2.5.4.1. Marke(n): .....

3.2.5.4.2. Type(n): .....

3.2.5.4.3. Nummer der Genehmigung gemäß Richtlinie 1999/96/EG: .....

3.2.5.5. Einspritzdüse(n)

3.2.5.5.1. Marke(n): .....

3.2.5.5.2. Type(n): .....

3.2.5.5.3. Nummer der Genehmigung gemäß Richtlinie 1999/96/EG: .....

3.2.6. Direkteinspritzung

3.2.6.1. Einspritzpumpe/Druckregler ([1])

3.2.6.1.1. Marke(n): .....

3.2.6.1.2. Type(n): .....

3.2.6.1.3. Einspritzeinstellung: .....

3.2.6.1.4. Nummer der Genehmigung gemäß Richtlinie 1999/96/EG: .....

3.2.6.2. Einspritzdüse(n)

3.2.6.2.1. Marke(n): .....

3.2.6.2.2. Type(n): .....

3.2.6.2.3. Öffnungsdruck oder Kennlinie ([2]): .....

3.2.6.2.4. Nummer der Genehmigung gemäß Richtlinie 1999/96/EG: .....

3.2.7. Elektronisches Steuergerät (ECU)

3.2.7.1. Marke(n): .....

3.2.7.2. Type(n): .....

3.2.7.3. Einstellungen: .....

3.2.8. Erdgasspezifische Ausrüstung

3.2.8.1. Variante 1
(nur im Fall der Genehmigung von Motoren für verschiedene spezifische Kraftstoffzusammensetzungen)

([1]) Nichtzutreffendes streichen.
([2]) Bitte Toleranz angeben.

▼B

3.2.8.1.1. Kraftstoffzusammensetzung:

Methan (CH_4):	Basis: ..... Mol-%	min. ..... Mol-%	max. ..... Mol-%
Ethan (C_2H_6):	Basis: ..... Mol-%	min. ..... Mol-%	max. ..... Mol-%
Propan (C_3H_8):	Basis: ..... Mol-%	min. ..... Mol-%	max. ..... Mol-%
Butan (C_4H_{10}):	Basis: ..... Mol-%	min. ..... Mol-%	max. ..... Mol-%
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. Type(n): .....

3.2.8.1.3. Andere (falls anwendbar)

3.2.8.2. Variante 2
(nur im Fall von Genehmigungen für verschiedene spezifische Kraftstoffzusammensetzungen)

4. **Ventileinstellung**

4.1. Maximaler Ventilhub, Öffnungs- und Schließwinkel bezogen auf die Totpunkte oder gleichwertige 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. Type(n): .....

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. Type(n): .....

5.5.3. Abstandseinstellung: ..... mm

5.6. *Zündspule(n)*

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

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

[1] Nichtzutreffendes streichen.
[2] Bitte Toleranz angeben.

▼B

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, Anhang I, Nummer 5.1.1, für den Betrieb des Motors notwendig sind (Lüfter, Wasserpumpe usw.).

6.1. *Hilfseinrichtungen, die für die Prüfung angebracht werden*

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

6.2. *Hilfseinrichtungen, die für die Prüfung entfernt werden*

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

7. **Zusätzliche Angaben zu den Prüfbedingungen**

7.1. *Schmiermittel*

7.1.1. Marke: .....

7.1.2. Typ: .....

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

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

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

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

— für den Betrieb des Motors nicht notwendige Hilfseinrichtungen am Motor angebracht sind.

7.2.1. Aufzählung und Einzelheiten: .....

7.2.2. Bei den angegebenen Motordrehzahlen aufgenommene Leistung:

Einrichtung	Leistungsaufnahme (kW) bei verschiedenen Motordrehzahlen						
	Leerlauf	Niedrige Drehzahl	Hohe Drehzahl	Drehzahl A [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 Abschnitt 6.1							
P(b) Für den Betrieb des Motors nicht notwendige Hilfseinrichtungen (zu der gemessenen Motorleistung hinzuzurechnen) siehe Abschnitt 6.2							

[1] ESC-Prüfung.
[2] Nur ETC-Prüfung.

▼B

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), in kW

	Motordrehzahl				
	Leerlauf	Drehzahl A ([1])	Drehzahl B ([1])	Drehzahl C ([1])	Bezugs-drehzahl ([2])
P(m) Auf dem Prüfstand gemessene Leistung					
P(a) Leistungsaufnahme der Hilfseinrichtungen, die für die Prüfung angebracht werden (Abschnitt 6.1) — angebracht — nicht angebracht	0	0	0	0	0
P(b) Leistungsaufnahme der Hilfseinrichtungen, die für die Prüfung entfernt werden (Abschnitt 6.2) — angebracht — nicht angebracht	0	0	0	0	0
P(n) Motor-Nutzleistung = P(m) – P(a) + P(b)					

([1]) ESC-Prüfung.
([2]) Nur ETC-Prüfung.

([1]) Bitte Toleranz angeben; muss im Bereich von ± 3 % der vom Hersteller angegebenen Werte liegen.

▼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 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.

▶(1) 9. **On-Board-Diagnosesystem (OBD-System)**

9.1. Schriftliche und/oder bildliche Darstellung des Störungsmelders ([1]): .....

9.2. Liste aller vom OBD-System überwachten Bauteile und ihrer Funktionen: .....

9.3. Schriftliche Darstellung (Arbeitsprinzipien) des OBD-Systems für:

9.3.1. Selbstzündungs-/Gasmotoren ([1])

9.3.1.1. Überwachung des Katalysators ([1]): .....

9.3.1.2. Überwachung des $DeNO_x$-Systems ([1]): .....

9.3.1.3. Überwachung des Diesel-Partikelfilters ([1]): .....

9.3.1.4. Überwachung des elektronischen Kraftstoffsystems ([1]): .....

9.3.1.5. Sonstige vom OBD-System überwachte Bauteile ([1]): .....

9.4. Kriterien für die Aktivierung des Störungsmelders (feste Anzahl von Fahrzyklen oder statistische Methode): .....

9.5. Liste aller vom OBD-System verwendeten Ausgabecodes und -formate (jeweils mit Erläuterung): .....

10. **Drehmomentbegrenzer**

10.1. Voraussetzungen für die Aktivierung des Drehmomentbegrenzers

10.2. Verlauf der Volllastkurve bei aktivem Drehmomentbegrenzer ◀

▶(2) ([1]) Nichtzutreffendes streichen. ◀

▶(1) (2) M1

▼B

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. Art der Luftansaugung: .....

1.6. Typ/Beschaffenheit des Brennraums: .....

1.7. Ventile und Schlitzauslegung — Anordnung, Größe und Anzahl: .....

1.8. Kraftstoffanlage: .....

1.9. Zündsystem (Gasmotoren): .....

1.10. Sonstige Merkmale

— Ladeluftkühlung ([1]): .....

— Abgasrückführung ([1]): .....

— Wassereinspritzung/Emulsion ([1]): .....

— Lufteinblasung ([1]): .....

1.11. Abgasnachbehandlung ([1]): .....

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

2. **Aufstellung der Motorenfamilie**

2.1. Bezeichnung der Dieselmotorenfamilie: .....

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

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

([1]) „n. z.“ für „nicht zutreffend“ angeben.

►(1) M1

▼B

2.2. Bezeichnung der Gasmotorenfamilie: .....

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

					Stamm-Motor
Motorentyp					
Anzahl der Zylinder					
Nenndrehzahl (min^{-1})					
Kraftstoffördermenge je Hub (mg)					
Nennnutzleistung (kW)					
Drehzahl bei maximalem Drehmoment (min^{-1})					
Kraftstoffördermenge 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					

▼B

Anlage 3

HAUPTMERKMALE DES MOTORENTYPS INNERHALB DER MOTORENFAMILIE [1]

1. **Beschreibung des Motors**

1.1. Hersteller: .....

1.2. Baumusterbezeichnung des Herstellers: .....

1.3. Arbeitsweise: 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: ..... cm^3

1.6. Volumetrisches Verdichtungsverhältnis [3]: .....

1.7. Zeichnung(en) des Brennraums und des Kolbenbodens: .....

1.8. Mindestquerschnittsfläche der Einlass- und Auslasskanäle: ..... cm^2

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:* Selbstzündung/Fremdzündung [2]

1.14. *Kraftstoff:* Diesel/LPG/NG–H/NG–L/NG–HL/Ethanol [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: .....

---

[1] Für jeden Motor der Familie einzureichen.
[2] Nichtzutreffendes streichen.
[3] Bitte Toleranz angeben.

▼B

Höchste Temperatur am Bezugspunkt: ..... K

1.16.3. Höchste Luftaustrittstemperatur am Ansaug-Zwischenkühler (falls zutreffend): ..... K

1.16.4. Höchste Abgastemperatur an der Anschlussstelle zwischen Auspuffsammelrohr(en) und Abgaskrümmer(n) 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 Volllast gemäß den Beschreibungen und Betriebsbedingungen der Richtlinie 80/1269/EWG

..... kPa

1.19. *Auspuffanlage*

Höchstzulässiger Abgasgegendruck bei Motornenndrehzahl und Volllast gemäß den Beschreibungen und Betriebsbedingungen der Richtlinie 80/1269/EWG

..... kPa

Volumen der Auspuffanlage: .....cm^3

▶(1) 1.20. *Elektronisches Motorsteuergerät (EECU) (alle Motortypen)*

1.20.1. Marke:

1.20.2. Typ:

1.20.3. Kennnummer(n) der Softwarekalibrierung: .....◀

[1] Nichtzutreffendes streichen.

▶(1) M1

▼B

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 Edelmetall: .....
2.2.1.7.	Konzentrationsverhältnis der Edelmetalle: .....
2.2.1.8.	Trägerkörper (Aufbau und Werkstoff): .....
2.2.1.9.	Zellendichte: .....
2.2.1.10.	Art des Katalysatorgehäuses: .....
2.2.1.11.	Lage des Katalysators (der Katalysatoren) (Ort und Bezugsentfernung innerhalb der Abgasleitung): .....
►(1) 2.2.1.12.	Normaler Betriebstemperaturbereich (K): .....
2.2.1.13.	Gegebenenfalls erforderliches Reagens:
2.2.1.13.1.	Art und Konzentration des für die katalytische Reaktion erforderlichen Reagens: .....
2.2.1.13.2.	Normaler Betriebstemperaturbereich des Reagens: .....
2.2.1.13.3.	Gegebenenfalls geltende internationale Norm: .....
2.2.1.13.4.	Ergänzung des Reagensvorrats erforderlich im laufenden Betrieb/bei der planmäßigen Wartung [1]: ◄
2.2.2.	Sauerstoffsonde: ja/nein [1]
2.2.2.1.	Marke: .....
2.2.2.2.	Typ: .....
2.2.2.3.	Lage: .....
2.2.3.	Lufteinblasung: ja/nein [1]
2.2.3.1.	Art (Selbstansaugung, Luftpumpe usw.): .....

[1] Nichtzutreffendes streichen.

▼B

2.2.4. Abgasrückführung: ja/nein ([1])

►(1) 2.2.4.1. Kennwerte (Marke, Typ, 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) 2.2.5.5. Normaler Betriebstemperaturbereich (K) und Betriebsdruckbereich (kPa): .....

2.2.5.6. Bei periodischer Regenerierung:

— Zahl der ETC-Prüfzyklen zwischen zwei Regenerierungen (n1)

— Zahl der ETC-Prüfzyklen während des Regenerierungsvorgangs (n2) ◄

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 ([1]): .....

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: ..... mm ([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. Einspritzzeitpunktverstellung

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) 3.1.2.2.3. Hochdruckspeicher (common rail), Marke und Typ: ..... ◄

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]) oder Kennlinie ([1]) ([2]): .....

([1]) Nichtzutreffendes streichen.
([2]) Bitte Toleranz angeben.

▼B

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 Volllast: ..... 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* (1)

3.2.1. Kraftstoff: Erdgas/Flüssiggas (2)

3.2.2. Druckregler bzw. Verdampfer/Druckregler (3)

3.2.2.1. Marke(n): .....

3.2.2.2. Typ(en): .....

3.2.2.3. Anzahl der Druckminderungsstufen: .....

3.2.2.4. Druck in der Endstufe: min. ..... kPa, max. ..... kPa

3.2.2.5. Anzahl der Haupteinstellpunkte: .....

3.2.2.6. Anzahl der Leerlaufeinstellpunkte: .....

3.2.2.7. Nummer der Genehmigung gemäß Richtlinie 1999/96/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. Nummer der Genehmigung gemäß Richtlinie 1999/96/EG: .....

3.2.4. Mischer

3.2.4.1. Anzahl: .....

3.2.4.2. Marke(n): .....

3.2.4.3. Typ(en): .....

3.2.4.4. Lage: .....

3.2.4.5. Einstellungen: .....

3.2.4.6. Nummer der Genehmigung gemäß Richtlinie 1999/96/EG: .....

3.2.5. Motorsaugrohreinspritzung

3.2.5.1. Einspritzverfahren: Zentraleinspritzung/Einzeleinspritzung (2)

3.2.5.2. Einspritzverfahren: kontinuierlich/simultan/sequenziell (2)

3.2.5.3. Einspritzsystem

(1) Bei in anderer Weise ausgelegten Systemen entsprechende Angaben vorlegen (siehe Abschnitt 3.2).
(2) Nichtzutreffendes streichen.
(3) Bitte Toleranz angeben.

▼B

3.2.5.3.1. Marke(n): .....

3.2.5.3.2. Typ(en): .....

3.2.5.3.3. Einstellungen: .....

3.2.5.3.4. Nummer der Genehmigung gemäß Richtlinie 1999/96/EG: .....

3.2.5.4. Förderpumpe (falls zutreffend): .....

3.2.5.4.1. Marke(n): .....

3.2.5.4.2. Typ(en): .....

3.2.5.4.3. Nummer der Genehmigung gemäß Richtlinie 1999/96/EG: .....

3.2.5.5. Einspritzdüse(n): .....

3.2.5.5.1. Marke(n): .....

3.2.5.5.2. Typ(en): .....

3.2.5.5.3. Nummer der Genehmigung gemäß Richtlinie 1999/96/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. Nummer der Genehmigung gemäß Richtlinie 1999/96/EG: .....

3.2.6.2. Einspritzdüse(n)

3.2.6.2.1. Marke(n): .....

3.2.6.2.2. Typ(en): .....

3.2.6.2.3. Öffnungsdruck oder Kennlinie [2]: .....

3.2.6.2.4. Nummer der Genehmigung gemäß Richtlinie 1999/96/EG: .....

3.2.7. Elektronisches Steuergerät (ECU)

3.2.7.1. Marke(n): .....

3.2.7.2. Typ(en): .....

3.2.7.3. Einstellungen: .....

3.2.8. Erdgasspezifische Ausrüstung

3.2.8.1. Variante 1

(nur im Fall der Genehmigung von Motoren für verschiedene spezifische Kraftstoffzusammensetzungen)

3.2.8.1.1. Kraftstoffzusammensetzung:

Methan (CH_4):	Basis: ..... Mol-%	min. ..... Mol-%	max. ..... Mol-%
Ethan (C_2H_6):	Basis: ..... Mol-%	min. ..... Mol-%	max. ..... Mol-%
Propan (C_3H_8):	Basis: ..... Mol-%	min. ..... Mol-%	max. ..... Mol-%
Butan (C_4H_{10}):	Basis: ..... Mol-%	min. ..... Mol-%	max. ..... Mol-%
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-%

[1] Nichtzutreffendes streichen.
[2] Bitte Toleranz angeben.

▼B

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 Fremdzündungsmotoren)**

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/Zündverstellkennfeld ([1]) ([2]): .....

5.4. Zündzeitpunkt ([1]): ..... 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. Type(n): .....

►(1) 6. **On-Board-Diagnosesystem (OBD-System)**

6.1. Schriftliche und/oder bildliche Darstellung des Störungsmelders ([1]):

6.2. Liste aller vom OBD-System überwachten Bauteile und ihrer Funktionen: .....

6.3. Schriftliche Darstellung (Arbeitsprinzipien) des OBD-Systems für:

6.3.1. Selbstzündungs-/Gasmotoren ([1]): .....

6.3.1.1. Überwachung des Katalysators ([1]): .....

6.3.1.2. Überwachung des $DeNO_x$-Systems ([1]): .....

6.3.1.3. Überwachung des Diesel-Partikelfilters ([1]): .....

6.3.1.4. Überwachung des elektronischen Kraftstoffsystems ([1]): .....

6.3.1.5. Sonstige vom OBD-System überwachte Bauteile ([1]): .....

6.4. Kriterien für die Aktivierung des Störungsmelders (feste Anzahl von Fahrzyklen oder statistische Methode): .....

6.5. Liste aller vom OBD-System verwendeten Ausgabecodes und -formate (jeweils mit Erläuterung): .....

7. **Drehmomentbegrenzer**

7.1. Voraussetzungen für die Aktivierung des Drehmomentbegrenzers

7.2. Verlauf der Volllastkurve bei aktivem Drehmomentbegrenzer ◄

([1]) Nichtzutreffendes streichen.
([2]) Bitte Toleranz angeben.

▼B

Anlage 4

MERKMALE DER MIT DEM MOTOR VERBUNDENEN FAHRZEUGTEILE

1. Ansaugunterdruck bei Motornenndrehzahl und bei Volllast: ..... kPa

2. Abgasgegendruck bei Motornenndrehzahl und bei Volllast: ..... kPa

3. Volumen der Auspuffanlage: ..... cm^3

4. Leistungsaufnahme durch die Hilfseinrichtungen, die gemäß den Beschreibungen und Betriebsbedingungen der Richtlinie 80/1269/EWG 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 (1)	Drehzahl B (1)	Drehzahl C (1)	Bezugsdrehzahl (2)
P(a) Für den Betrieb des Motors notwendige Hilfseinrichtungen (von der gemessenen Motorleistung abzuziehen) siehe Anlage 1 Abschnitt 6.1							

(1) ESC-Prüfung.
(2) Nur ETC-Prüfung.

▼**M1**

Anlage 5

OBD-SPEZIFISCHE INFORMATIONEN

1. Nach Anhang IV Nummer 5 der Richtlinie 2005/78/EG hat der Fahrzeughersteller die folgenden zusätzlichen Informationen bereitzustellen, damit die Herstellung von OBD-kompatiblen Ersatzteilen und Diagnose- und Prüfgeräten ermöglicht wird, es sei denn, dass an diesen Informationen geistige Eigentumsrechte bestehen oder dass sie spezifisches Know-how des Herstellers oder des (der) Zulieferer(s) (Erstausrüster) darstellen.

   Die Angaben in diesem Abschnitt sind gegebenenfalls in Anlage 2 zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang VI dieser Richtlinie) zu wiederholen:

1.1. Angabe des Typs und der Zahl der für die ursprüngliche Typgenehmigung des Fahrzeugs durchlaufenen Vorkonditionierungszyklen.

1.2. Angabe des für die ursprüngliche Typgenehmigung des Fahrzeugs verwendeten OBD-Prüfzyklus für das von dem OBD-System überwachte Bauteil.

1.3. Umfassende Unterlagen, in denen alle Bauteile beschrieben sind, die im Rahmen der Strategie zur Erkennung von Funktionsstörungen und zur Aktivierung des Störungsmelders überwacht werden (feste Anzahl von Fahrzyklen oder statistische Methode), einschließlich eines Verzeichnisses einschlägiger sekundär ermittelter Parameter für jedes Bauteil, das durch das OBD-System überwacht wird. Eine Liste aller vom OBD-System verwendeten Ausgabecodes und -formate (jeweils mit Erläuterung) für einzelne emissionsrelevante Bauteile des Antriebsstrangs und für einzelne nicht emissionsrelevante Bauteile, wenn deren Überwachung die Aktivierung des Störungsmelders bestimmt.

1.3.1. Die nach diesem Abschnitt erforderlichen Angaben können u. a. in Form der nachstehenden Tabelle gemacht werden, die diesem Anhang beigefügt wird:

Bauteil	Fehlercode	Überwachungsstrategie	Kriterien für die Meldung von Funktionsstörungen	Kriterien für die Aktivierung des Störungsmelders	Sekundärparameter	Konditionierung	Prüfung zum Nachweis
SCR-Katalysator	Pxxxx	Signale der NO_x-Sonden 1 und 2	Unterschied zwischen Signalen von Sonde 1 und 2	3. Zyklus	Motordrehzahl, Motorlast, Katalysatortemperatur, Aktivität des Reagens	3 OBD-Prüfzyklen (verkürzte ESC-Zyklen)	OBD-Prüfzyklus (verkürzter ESC-Zyklus)

1.3.2. Ist Anhang IV Nummer 5.1.2.1 der Richtlinie 2005/78/EG nicht anwendbar, etwa bei Ersatzteilen, so können die nach dieser Anlage zu machenden Angaben auf die vollständige Liste der vom OBD-System gespeicherten Fehlercodes beschränkt werden. Diese Angaben entsprechen beispielsweise den Angaben in den ersten beiden Spalten der Tabelle in Nummer 1.3.1.

   Die vollständigen Angaben sollten der Typgenehmigungsbehörde als Teil der in Anhang I Nummer 6.1.7.1 „Erforderliche Dokumentation“ dieser Richtlinie genannten zusätzlichen Unterlagen übermittelt werden.

1.3.3. Die nach diesem Abschnitt erforderlichen Angaben sind in Anlage 2 zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang VI dieser Richtlinie) zu wiederholen.

   Ist Anhang IV Nummer 5.1.2.1 der Richtlinie 2005/78/EG nicht anwendbar, etwa bei Ersatzteilen, so können die in Anlage 2 zum EG-Typgenehmigungsbogen (Anhang VI dieser Richtlinie) zu machenden Angaben auf die in Nummer 1.3.2 genannten beschränkt werden.

▼B

ANHANG III

PRÜFVERFAHREN

1. EINLEITUNG

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

— die ESC-Prüfung, bestehend aus dreizehn stationären Prüfphasen;

— die ELR-Prüfung, bestehend aus einer Folge von instationären Belastungsschritten bei unterschiedlichen Drehzahlen, die Bestandteil einer Prüfprozedur sind und aufeinander folgend durchgeführt werden;

— die ETC-Prüfung, bestehend aus einer Abfolge von instationären, je Sekunde wechselnden Prüfphasen.

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

1.3. **Messgrundsatz**

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

▼M1

1.3.1. *ESC-Prüfung*

Während einer vorgeschriebenen Folge von Betriebszuständen des warm gefahrenen Motors sind die Mengen der oben genannten 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 Selbstzündungsmotoren üblicherweise betrieben werden. Während der einzelnen Phasen sind die Konzentrationswerte sämtlicher gasförmiger Schadstoffe, der Abgasdurchsatz und die Leistungsabgabe zu bestimmen und die gemessenen Werte zu gewichten. Zur Partikelmessung ist das Abgas mit konditionierter Umgebungsluft zu verdünnen, wobei ein Teilstrom- oder ein Vollstrom-Verdünnungssystem verwendet werden kann. Die Partikel sind an einem einzigen Filter geeigneter Art im Verhältnis zu den Wichtungsfaktoren für die einzelnen Prüfphasen abzuscheiden. Für jeden Schadstoff ist im Sinne von Anlage 1 zu diesem Anhang die je Kilowattstunde freigesetzte Menge in Gramm zu errechnen. Darüber hinaus ist an drei vom technischen Dienst 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 zum Nachweis der Wirksamkeit der Emissionsminderung innerhalb des typischen Motorbetriebsbereichs.

▼B

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 gleich bleibender Fahrgeschwindigkeit und mit drei verschiedenen Motordrehzahlen von einem Teillastverhältnis von 10 auf Volllast erhöht. Zusätzlich wird ein vierter, vom Technischen Dienst ([1]) gewählter Belastungsschritt durchgeführt und der Wert mit den Werten der vorhergehenden Belastungsschritte verglichen.

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

▼B

Mit Hilfe eines Mittelungsalgorithmus ist der Rauchspitzenwert gemäß Anlage 1 dieses Anhangs zu bestimmen.

▼M1

1.3.3. *ETC-Prüfung*

Während eines vorgeschriebenen instationären Fahrzyklus bei betriebswarmem Motor, der dem Straßenfahrbetrieb von Hochleistungsmotoren in Lastkraftwagen und Bussen gut angenähert ist, sind die vorstehend genannten Schadstoffe zu messen, und zwar entweder nach Verdünnung des gesamten Abgases mit konditionierter Umgebungsluft (für Partikel CVS-System mit doppelter Verdünnung) oder durch Bestimmung der gasförmigen Schadstoffe im Rohabgas und der Partikel mit einem Teilstrom-Verdünnungssystem. Anhand der vom Motorprüfstand übermittelten Signale für Motordrehmoment und -drehzahl ist die Motorleistung durch Integration der während des Zyklus erzeugten Arbeit über die Zyklusdauer zu integrieren. Bei einem CVS-System sind die NO_x- und die HC-Konzentration durch Integration des Analysatorsignals über den Zyklus zu bestimmen, die CO-, CO_2- und die NMHC-Konzentration können durch Integration des Analysatorsignals oder durch eine Beutelprobe bestimmt werden. Werden die gasförmigen Schadstoffe im Rohabgas gemessen, so ist ihre Konzentration durch Integration des Analysatorsignals über den Zyklus zu bestimmen. Bei Partikeln ist an geeigneten Filtern eine verhältnisgleiche Probe abzuscheiden. Zur Berechnung der Massenemissionswerte der Schadstoffe ist der Durchsatz des rohen oder verdünnten Abgases über den Zyklus zu bestimmen. Die Massenemissionswerte sind in Beziehung zur Motorarbeit zu setzen, um, wie in Anlage 2 zu diesem Anhang beschrieben, für die einzelnen Schadstoffe die je Kilowattstunde freigesetzte Menge in Gramm zu errechnen.

▼B

2. PRÜFBEDINGUNGEN

▼M1

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

2.1.1. Die absolute Temperatur T_a der Verbrennungsluft (in K) am Einlass des Motors und der trockene atmosphärische Druck p_s (in kPa) sind zu messen, und die Kennzahl f_a ist nach folgender Formel zu berechnen. Bei Mehrzylindermotoren mit mehreren separaten Einlasskrümmern, z. B. bei Motoren mit V-förmiger Zylinderanordnung, ist mit der mittleren Temperatur in den Einlasskrümmern zu rechnen.

a) Selbstzündungsmotoren:

Saugmotoren und Motoren mit mechanischem Lader:

$$fa = \left(\frac{99}{p_s}\right) \times \left(\frac{Ta}{298}\right)^{0,7}$$

Motoren mit Turbolader, mit oder ohne Ladeluftkühlung:

$$fa = \left(\frac{99}{p_s}\right)^{0,7} \times \left(\frac{Ta}{298}\right)^{1,5}$$

b) Fremdzündungsmotoren:

$$fa = \left(\frac{99}{p_s}\right)^{1,2} \times \left(\frac{Ta}{298}\right)^{0,6}$$

2.1.2. *Gültigkeit der Prüfung*

Eine Prüfung ist dann als gültig anzusehen, wenn die Kennzahl f_a innerhalb folgender Grenzen liegt:

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

▼B

2.2. **Motoren mit Ladeluftkühlung**

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

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

2.3. **Ansaugsystem des Motors**

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

2.4. **Motorauspuffanlage**

Es ist eine Auspuffanlage zu verwenden, deren Abgasgegendruck höchstens ± 1 000 Pa von der Obergrenze des Motors abweicht, wenn dieser bei der Drehzahl der angegebenen Höchstleistung und Volllast 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 Abschnitt 3.4 und Anhang V Abschnitt 2.2.1, EP und Abschnitt 2.3.1, EP genügen.

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

2.5. **Kühlsystem**

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

2.6. **Schmieröl**

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

2.7. **Kraftstoff**

Es ist der in Anhang IV beschriebene Bezugskraftstoff zu verwenden.

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

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

▼M1

2.8. Ist der Motor mit einem Abgasnachbehandlungssystem ausgestattet, so müssen die im Prüfzyklus gemessenen Emissionen repräsentativ für die in der Praxis auftretenden Emissionen sein. Ist der Motor mit einem Abgasnachbehandlungssystem ausgestattet, das ein sich verbrauchendes Reagens benötigt, so muss das für die Prüfungen verwendete Reagens den Bestimmungen von Anhang II Anlage 1 Nummer 2.2.1.13 entsprechen.

2.8.1. Arbeitet das Abgasnachbehandlungssystem mit laufender Regenerierung, sind die Emissionen zu messen, wenn sich sein Betriebsverhalten stabilisiert hat.

Der Regenerierungsvorgang muss während der ETC-Prüfung mindestens einmal ablaufen, und der Hersteller muss die Betriebsparameter angeben, die den Regenerierungsvorgang im Normalfall auslösen (Rußbeladung, Temperatur, Abgasgegendruck usw.).

Zur Überprüfung des Regenerierungsvorgangs sind mindestens 5 ETC-Prüfungen durchzuführen. Während der Prüfungen sind die Abgastemperatur und der Abgasdruck (Temperatur vor und nach dem Abgasnachbehandlungssystem, Abgasgegendruck usw.) aufzuzeichnen.

Das Abgasnachbehandlungssystem gilt als zufrieden stellend, wenn die vom Hersteller angegebenen Bedingungen während der Prüfung ausreichend lange herrschen.

Abschließendes Prüfergebnis ist der Mittelwert der Ergebnisse der einzelnen ETC-Prüfungen.

Arbeitet das Abgasnachbehandlungssystem in einem Sicherheitsmodus und schaltet es periodisch in einen Regenerierungsmodus, so ist es nach Nummer 2.8.2 dieses Anhangs zu prüfen. In diesem besonderen Fall können die in Anhang I Tabelle 2 genannten Emissionsgrenzwerte überschritten werden, und die Messwerte werden nicht gewichtet.

2.8.2. Bei einem Abgasnachbehandlungssystem mit periodischer Regenerierung sind die Emissionen nach Stabilisierung des Betriebsverhaltens in mindestens zwei ETC-Prüfungen zu messen, von denen eine während und eine außerhalb eines Regenerierungsvorgangs durchzuführen ist; die Messergebnisse sind zu gewichten.

Der Regenerierungsvorgang muss während der ETC-Prüfung mindestens einmal ablaufen. Der Motor kann mit einem Schalter ausgestattet sein, der die Regenerierung verhindert oder ermöglicht, sofern dies ohne Einfluss auf die ursprüngliche Motorkalibrierung bleibt.

Der Hersteller muss die Parameter, die den Regenerierungsvorgang im Normalfall auslösen (Rußbeladung, Temperatur, Abgasgegendruck usw.) und die Dauer des Vorgangs (n2) angeben. Der Hersteller muss ferner alle für die Ermittlung der Zeit zwischen zwei Regenerierungen (n1) benötigten Daten zur Verfügung stellen. Das genaue Verfahren für die Ermittlung dieser Zeit ist zwischen Motorhersteller und Technischem Dienst nach bestem technischem Ermessen abzustimmen.

Der Hersteller muss ein schadstoffbeladenes Abgasnachbehandlungssystem zur Verfügung stellen, damit während der ETC-Prüfung eine Regenerierung stattfindet. Während der Motorkonditionierung darf keine Regenerierung stattfinden.

Die mittleren Emissionswerte zwischen zwei Regenerierungen sind das arithmetische Mittel der Ergebnisse mehrerer in gleichen Zeitabständen durchgeführter ETC-Prüfungen. Es wird empfohlen, mindestens eine ETC-Prüfung möglichst kurz vor einer Regenerierungsprüfung und eine ETC-Prüfung möglichst kurz nach einer Regenerierungsprüfung durchzuführen. Alternativ kann der Hersteller Daten vorlegen, mit denen er nachweist, dass die Emissionen zwischen den Regenerierungen annähernd konstant (Veränderung max. ± 15 %) bleiben. In diesem Fall genügen die Emissionswerte nur einer ETC-Prüfung.

Während der Regenerierungsprüfung sind alle zur Erkennung eines Regenerierungs-vorgangs notwendigen Daten (CO- und NO_x-Emissionen, Abgastemperatur vor und nach der Abgasnachbehandlungsanlage, Abgasgegendruck usw.) aufzuzeichnen.

Während des Regenerierungsvorgangs können die in Anhang I Tabelle 2 genannten Emissionsgrenzwerte überschritten werden.

Die gemessenen Emissionswerte sind nach Nummer 5.5 und 6.3 in Anlage 2 zu diesem Anhang zu gewichten. Das Endergebnis darf die in Anhang I Tabelle 2 genannten Emissionsgrenzwerte nicht überschreiten.

▼B

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) gemäß Anhang II Anlage 1 Abschnitt 8.2 zu bestimmen. Die höchste Motordrehzahl, bei der dieser Leistungswert auf der Leistungskurve eintritt, wird mit n_{hi} bezeichnet.

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

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

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

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

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

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

a) Während des Genehmigungsverfahrens für die Motorleistung gemäß der Richtlinie 80/1269/EWG sind zur genauen Bestimmung von n_{hi} und n_{lo} zusätzliche Prüfpunkte zu bestimmen. Die Höchstleistung, n_{hi} und n_{lo} werden anhand der Leistungskurve bestimmt, und die Motordrehzahlen A, B und C werden entsprechend den oben angeführten Vorschriften errechnet.

b) Der Motor ist entlang der Volllastkurve von der Höchstdrehzahl ohne Belastung bis zur Leerlaufdrehzahl unter Verwendung von mindestens fünf Messpunkten pro 1000-min^{-1}-Intervall und Messpunkten im Bereich von ± 50 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 ± 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 Volllast zu ermitteln, damit die Drehmomentwerte für die genannten Prüfphasen im Nettozustand gemäß Anhang II Anlage 1 Abschnitt 8.2 ermittelt werden können. Nötigenfalls ist die Leistungsaufnahme der von dem Motor angetriebenen Hilfseinrichtungen zu berücksichtigen. Die Einstellung des Leistungsprüfstands für jede Prüfphase ist nach folgender Formel zu berechnen:

s = P(n) × (L/100) falls im Nettozustand geprüft

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

Hierbei sind:

s = Einstellwert des Leistungsprüfstands, kW

▼B

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

L = Teillast gemäß Abschnitt 2.7.1 (%)

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

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

2. DURCHFÜHRUNG DER ESC-PRÜFUNG

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

▼M1

2.1. **Vorbereitung der Probenahmefilter**

Mindestens eine Stunde vor der Prüfung ist jeder einzelne Filter in eine teilweise abgedeckte und gegen Eindringen von Staub geschützte Petrischale zu legen und zur Stabilisierung in eine Wägekammer zu legen. Nach der Stabilisierungsphase ist jeder Filter zu wägen und das Taragewicht aufzuzeichnen. Dann ist der Filter in einer verschlossenen Petrischale oder einem abgedichteten Filterhalter bis zur Verwendung aufzubewahren. Der Filter ist innerhalb von acht Stunden nach Entnahme aus der Wägekammer zu verwenden. Das Taragewicht ist aufzuzeichnen.

▼B

2.2. **Anbringung der Messgeräte**

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

2.3. **Inbetriebnahme des Verdünnungssystems und des Motors**

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

2.4. **Starten des Partikelprobenahmesystems**

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

2.5. **Einstellung des Verdünnungsverhältnisses**

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

Bei Systemen, in denen das Verdünnungsverhältnis mittels der CO_2- bzw. NO_x-Konzentrationsmessung geregelt wird, ist der CO_2- bzw. NO_x-Gehalt der Verdünnungsluft zu Beginn und Ende jeder Prüfung zu messen. Die vor der Prüfung gemessene CO_2- 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.

▼B

2.7. **Prüfzyklus**

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

Prüfphase	Motordrehzahl	Teillastverhältnis	Wichtungsfaktor	Dauer der Prüfphase
1	Leerlauf	—	0,15	4 Minuten
2	A	100	0,08	2 Minuten
3	B	50	0,10	2 Minuten
4	B	75	0,10	2 Minuten
5	A	50	0,05	2 Minuten
6	A	75	0,05	2 Minuten
7	A	25	0,05	2 Minuten
8	B	100	0,09	2 Minuten
9	B	25	0,10	2 Minuten
10	C	100	0,08	2 Minuten
11	C	25	0,05	2 Minuten
12	C	75	0,05	2 Minuten
13	C	50	0,05	2 Minuten

2.7.2. *Prüffolge*

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

Der Motor läuft in jeder Phase die vorgeschriebene Zeit, wobei Drehzahl und Belastung jeweils in den ersten 20 Sekunden verändert werden. Die vorgegebene Drehzahl muss im Bereich von ± 50 min^{-1} liegen, und das angegebene Drehmoment darf um höchstens ± 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.

▼M1

2.7.4. *Partikelprobenahme*

Es ist ein Filter für den gesamten Prüfvorgang zu verwenden. Die für den Prüfzyklus 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 so eingestellt werden, dass das in Nummer 5.6 genannte Kriterium für die effektiven Wichtungsfaktoren 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.

▼B

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 Abschnitt 2.7.2) erfüllt sein müssen.

▼B

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

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 Abschnitten 2.7.3, 2.7.5 und 4.1 dieser Anlage sowie gemäß Anhang III Anlage 4 Abschnitt 3.

Die Berechnung wird gemäß Abschnitt 4 ausgeführt.

2.7.7. *Erneute Überprüfung der Analysegeräte*

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

3. DURCHFÜHRUNG DER ELR-PRÜFUNG

3.1. **Anbringung der Messgeräte**

Der Trübungsmesser und gegebenenfalls die Probenahmesonden sind gemäß den allgemeinen 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 Blockierung 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.

Wenn der Motor stabilisiert ist, muss der Zyklus innerhalb von 20 s ± 2 s nach der Vorkonditionierungsphase begonnen werden. Auf Antrag des Herstellers kann vor dem Messzyklus zur zusätzlichen Konditionierung eine Blindprüfung durchgeführt werden.

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

▼B

3.3.2. *Prüffolge*

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

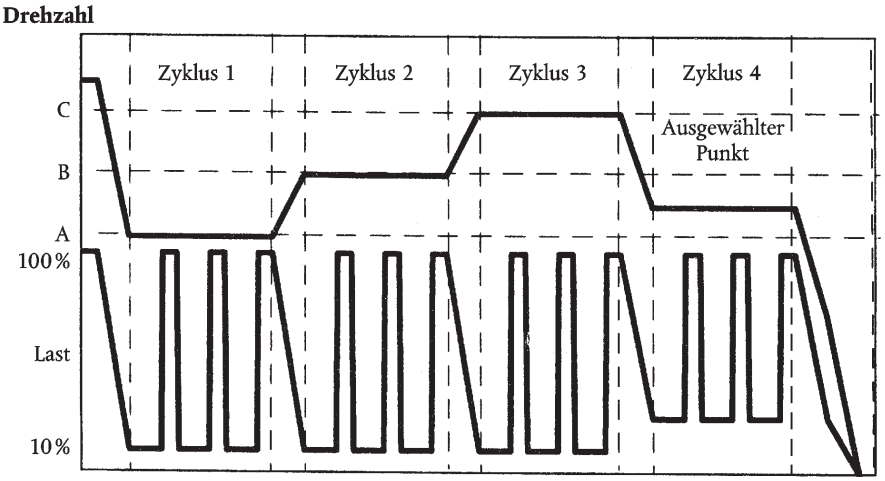


Abbildung 3

Abfolge einer ELR-Prüfung

a) Der Motor ist 20 s ± 2 s lang bei einer Motordrehzahl A und einem Teillastverhältnis von 10 % zu betreiben. Die vorgegebene Drehzahl soll auf ± 20 min^{-1} und das angegebene Drehmoment soll auf ± 2 % des maximalen Drehmoments bei der Prüfdrehzahl gehalten werden.

b) Am Ende des vorhergehenden Abschnitts ist die Drehzahlregelstange schnell in die vollständig geöffnete Stellung zu bringen und dort 10 s ± 1 s lang zu halten. Damit die Motordrehzahl während der ersten 3 s um höchstens ± 150 min^{-1} und während der verbleibenden Zeit des Abschnitts um höchstens ± 20 min^{-1} schwankt, ist die erforderliche Prüfstandlast anzulegen.

c) Die unter a und b beschriebene Folge ist zweimal zu wiederholen.

d) Bei Beendigung des dritten Belastungsschritts ist der Motor innerhalb von 20 s ± 2 s auf die Motordrehzahl B und ein Teillastverhältnis von 10 % einzustellen.

e) Die Folge a bis c ist mit dem bei der Motordrehzahl B laufenden Motor durchzuführen.

f) Bei Beendigung des dritten Belastungsschritts ist der Motor innerhalb von 20 s ± 2 s auf die Motordrehzahl C und ein Teillastverhältnis von 10 % einzustellen.

g) Die Folge a bis c ist mit dem bei der Motordrehzahl C laufenden Motor durchzuführen.

h) Bei Beendigung des dritten Belastungsschritts ist der Motor innerhalb von 20 s ± 2 s auf eine ausgewählte Motordrehzahl und ein beliebiges Teillastverhältnis über 10 % einzustellen.

i) Die Folge a bis c ist mit dem bei der ausgewählten Motordrehzahl laufenden Motor durchzuführen.

[1] Die Auswahl der Prüfpunkte erfolgt nach zugelassenen statistischen Zufälligkeitsverfahren.

▼B

3.4. **Zyklusvalidierung**

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

3.5. **Erneute Überprüfung des Trübungsmessers**

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

▼M1

4. BERECHNUNG DES ABGASDURCHSATZES

4.1. **Berechnung des Rohabgas-Massendurchsatzes**

Zur Berechnung der Emissionen im Rohabgas muss der Abgasdurchsatz bekannt sein. Der Abgasmassendurchsatz ist nach Nummer 4.1.1 oder 4.1.2 mit einer Genauigkeit von ± 2,5 % des Ablesewertes oder ± 1,5 % des Höchstwertes für den Motor zu ermitteln. Es gilt der jeweils größere Wert. Gleichwertige Verfahren (wie z. B. das in Anhang III Anlage 2 Nummer 4.2 beschriebene) können angewandt werden.

4.1.1. *Direktmessung*

Für die Direktmessung des Abgasdurchsatzes eignen sich u. a.:

— Differenzdruckmesser wie Durchflussdüsen,

— Ultraschall-Durchflussmesser,

— Wirbel- und Drall-Durchflussmesser.

Es sind Vorkehrungen gegen Messfehler zu treffen, die zu fehlerhaften Emissionswerten führen. Dazu gehört u. a. die sorgfältige Montage der Messeinrichtung im Abgassystem nach den Empfehlungen des Herstellers und den Regeln der guten Ingenieurpraxis. Insbesondere darf der Einbau der Messeinrichtung die Leistung und die Emissionen des Motors nicht beeinflussen.

4.1.2. *Luft- und Kraftstoffmessung*

Hierbei werden der Luft- und der Kraftstoffdurchsatz gemessen. Die dafür verwendeten Messgeräte müssen mit der in Nummer 4.1 angegebenen Genauigkeit arbeiten. Der Abgasdurchsatz wird nach folgender Formel berechnet:

$$q_{mew} = q_{maw} + q_{mf}$$

4.2. **Berechnung des Massendurchsatzes des verdünnten Abgases**

Zur Berechnung der Emissionen im mit einem Vollstrom-Verdünnungssystem verdünnten Abgas muss der Durchsatz des verdünnten Abgases bekannt sein. Der Durchsatz des verdünnten Abgases (q_{mdew}) ist in jeder Prüfphase mit einem PDP-CVS-, CFV-CVS- oder SSV-CVS-System und nach den in Anhang III Anlage 2 Nummer 4.1 genannten Formeln zu ermitteln. Die Messgenauigkeit muss mindestens ± 2 % betragen und ist entsprechend den Bestimmungen von Anhang III Anlage 5 Nummer 2.4 zu bestimmen.

▼M1

5. BERECHNUNG DER GASFÖRMIGEN EMISSIONEN

5.1. **Auswertung der Messergebnisse**

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. Eine andere Art der Aufzeichnung kann gewählt werden, wenn sie eine gleichwertige Datenerfassung gewährleistet.

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

Der Abgasdurchsatz q_{mew} oder der Durchsatz des verdünnten Abgases q_{mdew} sind nach Anhang III Anlage 4 Nummer 2.3 zu berechnen.

5.2. **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. Die Umrechnung ist für jede einzelne Prüfphase vorzunehmen.

$$c_{wet} = k_w \times c_{dry}$$

Für das Rohabgas gilt:

$$k_{W,r} = \left(1 - \frac{1{,}2442 \times H_a + 111{,}19 \times w_{ALF} \times \frac{q_{mf}}{q_{mad}}}{773{,}4 + 1{,}2442 \times H_a + \frac{q_{mf}}{q_{mad}} \times k_f \times 1000}\right) \times 1{,}008$$

oder

$$k_{W,r} = \left(1 - \frac{1{,}2442 \times H_a + 111{,}19 \times w_{ALF} \times \frac{q_{mf}}{q_{mad}}}{773{,}4 + 1{,}2442 \times H_a + \frac{q_{mf}}{q_{mad}} \times k_f \times 1000}\right) \Bigg/ \left(1 - \frac{p_r}{p_b}\right)$$

Darin ist:

p_r = Wasserdampfdruck nach dem Kühlbad, kPa

p_b = barometrischer Gesamtdruck, kPa

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

k_f = $0{,}055584 \times w_{ALF} - 0{,}0001083 \times w_{BET} - 0{,}0001562 \times w_{GAM} + 0{,}0079936 \times w_{DEL} + 0{,}0069978 \times w_{EPS}$

Für das verdünnte Abgas:

$$K_{We1} = \left(1 - \frac{\alpha \times \%\, c_{wCO_2}}{200}\right) - K_{W1}$$

oder

$$K_{We2} = \left(\frac{(1 - K_{W1})}{1 + \frac{\alpha \times \%\, c_{dCO_2}}{200}}\right)$$

▼**M1**

Für die Verdünnungsluft:

$$K_{Wd} = 1 - K_{W1}$$

$$K_{W1} = \frac{1{,}608 \times \left[H_d \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) + H_a \times \left(\frac{1}{D} \right) \right]}{1000 + \left\{ 1{,}608 \times \left[H_d \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) + H_a \times \left(\frac{1}{D} \right) \right] \right\}}$$

Für die Ansaugluft:

$$K_{Wa} = 1 - K_{W2}$$

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

Darin ist:

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

H_d = Feuchtigkeit der Verdünnungsluft, g Wasser je kg trockener Luft

Die Feuchtigkeitswerte können nach den üblichen Formeln aus der relativen Feuchte, dem Taupunkt, dem Dampfdruck oder der Trocken-/Feuchttemperatur errechnet werden.

5.3. **Korrektur der NO_x-Konzentration unter Berücksichtigung von Temperatur und Feuchtigkeit**

Da die NO_x-Emission vom Zustand 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. Die Faktoren gelten im Bereich zwischen 0 und 25 g/kg trockene Luft.

a) für Selbstzündungsmotoren:

$$k_{h,D} = \frac{1}{1 - 0{,}0182 \times (H_a - 10{,}71) + 0{,}0045 \times (T_a - 298)}$$

Darin ist:

T_a = Ansaugluftemperatur, K

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

wobei

H_a nach den üblichen Formeln aus der relativen Feuchte, dem Taupunkt, dem Dampfdruck oder der Trocken-/Feuchttemperatur errechnet werden kann.

b) für Fremdzündungsmotoren:

$$k_{h,G} = 0{,}6272 + 44{,}030 \times 10^{-3} \times H_a - 0{,}862 \times 10^{-3} \times H_a^2$$

wobei

H_a nach den üblichen Formeln aus der relativen Feuchte, dem Taupunkt, dem Dampfdruck oder der Trocken-/Feuchttemperatur errechnet werden kann.

▼M1

5.4. **Berechnung der Emissionsmassendurchsätze**

Die Emissionsmassendurchsätze (g/h) sind für jede Prüfphase wie nachstehend beschrieben zu berechnen. Für die Berechnung des NO_x-Durchsatzes ist der nach Nummer 5.3 ermittelte Korrekturfaktor $k_{h,D}$ oder $k_{h,G}$ zu verwenden.

Falls die Messung nicht schon für den feuchten Bezugszustand vorgenommen wurde, ist die gemessene Konzentration nach Nummer 5.2 für den feuchten Bezugszustand umzurechnen. Die Werte für u_{gas} sind in Tabelle 6 für ausgewählte Abgasbestandteile angegeben, wobei die Eigenschaften idealer Gase und die für diese Richtlinie maßgebenden Kraftstoffe zugrunde gelegt werden.

a) für das Rohabgas:

$$m_{gas} = u_{gas} \times c_{gas} \times q_{mew}$$

Darin ist:

u_{gas} = Verhältnis von Dichte des jeweiligen Abgasbestandteils und Dichte des Abgases

c_{gas} = Konzentration des jeweiligen Abgasbestandteils, gemessen im verdünnten Abgas, ppm

q_{mew} = Massendurchsatz des Abgases, kg/h

b) für das verdünnte Abgas:

$$m_{gas} = u_{gas} \times c_{gas,c} \times q_{mdew}$$

Darin ist:

u_{gas} = Verhältnis von Dichte des jeweiligen Abgasbestandteils und Dichte der Luft

$c_{gas,c}$ = hintergrundkorrigierte Konzentration des jeweiligen Abgasbestandteils, gemessen im verdünnten Abgas, ppm

q_{mdew} = Massendurchsatz des verdünnten Abgases, kg/h

Dabei gilt:

$$c_{gas,c} = c - c_d \times \left[1 - \frac{1}{D}\right]$$

Der Verdünnungsfaktor D ist nach Anhang III Anlage 2 Nummer 5.4.1 zu berechnen.

5.5. **Berechnung der spezifischen Emissionen**

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

$$GAS_x = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (m_{GASi} \times W_{Fi})}{\sum_{i=1}^{i=n} (P(n)_i \times W_{Fi})}$$

Darin ist:

m_{gas} die Masse des jeweiligen Gases

P_n die nach Anhang II Nummer 8.2 ermittelte Nutzleistung

Bei der vorstehenden Berechnung sind die Wichtungsfaktoren nach Nummer 2.7.1 zu verwenden.

▼M1

Tabelle 6

Werte von u_{gas} im Rohabgas und im verdünnten Abgas für verschiedene Abgasbestandteile

Kraftstoff		NO_x	CO	THC/ NMHC	CO_2	CH_4
Diesel	Rohabgas	0,001587	0,000966	0,000479	0,001518	0,000553
	verdünntes Abgas	0,001588	0,000967	0,000480	0,001519	0,000553
Ethanol	Rohabgas	0,001609	0,000980	0,000805	0,001539	0,000561
	verdünntes Abgas	0,001588	0,000967	0,000795	0,001519	0,000553
CNG	Rohabgas	0,001622	0,000987	0,000523	0,001552	0,000565
	verdünntes Abgas	0,001588	0,000967	0,000584	0,001519	0,000553
Propan	Rohabgas	0,001603	0,000976	0,000511	0,001533	0,000559
	verdünntes Abgas	0,001588	0,000967	0,000507	0,001519	0,000553
Butan	Rohabgas	0,001600	0,000974	0,000505	0,001530	0,000558
	verdünntes Abgas	0,001588	0,000967	0,000501	0,001519	0,000553

Anmerkungen:

— *u*-Werte für Rohabgas bei Eigenschaften idealer Gase, $\lambda = 2$, trockener Luft, 273 K, 101,3 kPa
— *u*-Werte für verdünntes Abgas bei Eigenschaften idealer Gase und Dichte von Luft
— *u*-Werte für CNG mit einer Toleranz von 0,2 % für folgende Massenverteilung: C = 66 – 76 %; H = 22 – 25 %; N = 0 – 12 %
— Dem *u*-Wert für CNG und HC liegt $CH_{2,93}$ zugrunde (für Gesamt-HC *u*-Wert für CH_4 verwenden)

5.6. **Berechnung der Kontrollbereichswerte**

An den drei nach Nummer 2.7.6 ausgewählten Prüfpunkten ist die NO_x-Emission zu messen, nach Nummer 5.6.1 zu berechnen und darüber hinaus nach Nummer 5.6.2 durch Interpolation aus den Phasen des Prüfzyklus zu bestimmen, die dem jeweiligen Prüfpunkt am nächsten liegen. Anschließend werden die gemessenen Werte nach Nummer 5.6.3 mit den interpolierten Werten verglichen.

5.6.1. *Berechnung der spezifischen Emissionen*

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

$$m_{NOx,Z} = 0{,}001587 \times c_{NOx,Z} \times k_{h,D} \times q_{mew}$$

$$NOx_Z = \frac{m_{NOx,Z}}{P(n)_Z}$$

5.6.2. *Bestimmung des Emissionswertes aus dem Prüfzyklus*

Die NO_x-Emission ist für jeden Prüfpunkt aus den vier am nächsten beieinander liegenden Phasen des Prüfzyklus zu interpolieren, die den ausgewählten Prüfpunkt Z einhüllen (siehe Abbildung 4). Für diese Phasen (R, S, T, U) gelten folgende Festlegungen:

Drehzahl (R) = Drehzahl (T) = n_{RT}

Drehzahl (S) = Drehzahl (U) = n_{SU}

Teillastverhältnis (R) = Teillastverhältnis (S)

Teillastverhältnis (T) = Teillastverhältnis (U)

▼**M1**

Die NO_x-Emission am ausgewählten Prüfpunkt Z ist wie folgt zu berechnen:

$$Ez = \frac{E_{RS} + (E_{TU} - E_{RS}) \times (M_Z - M_{RS})}{M_{TU} - M_{RS}}$$

und

$$E_{TU} = \frac{E_T + (E_{TU} - E_T) \times (n_Z - n_{RT})}{n_{SU} - n_{RT}}$$

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

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

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

Darin ist:

E_R, E_S, E_T, E_U = spezifische NO_x-Emissionen der nach Nummer 5.6.1 berechneten einhüllenden Phasen

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

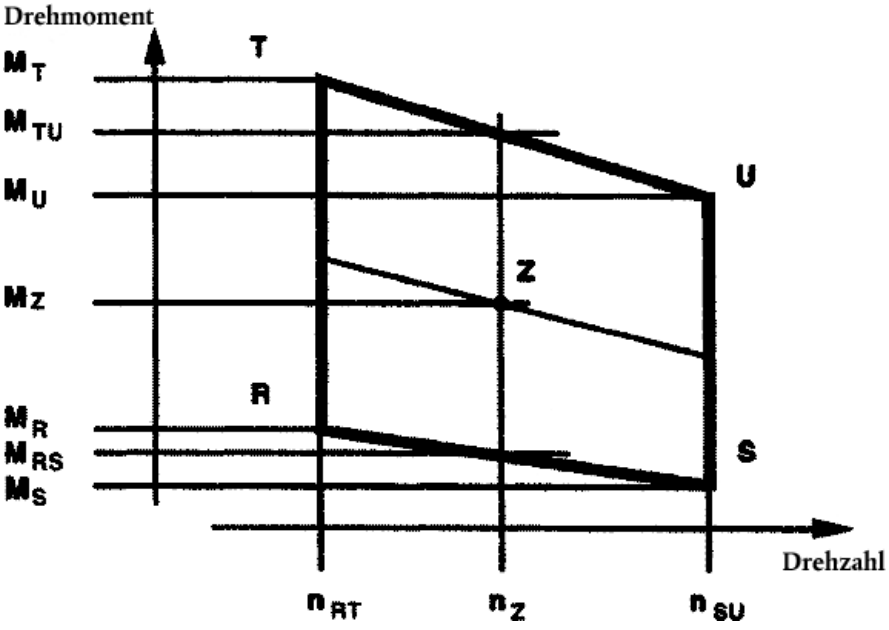


Abbildung 4

Interpolation des NO_x-Prüfpunkts

▼M1

5.6.3. *Vergleich der NO_x-Emissionswerte*

Die gemessene spezifische NO_x-Emission am Prüfpunkt Z ($NO_{x,Z}$) wird dem interpolierten Wert (E_Z) wie folgt gegenübergestellt:

$$NOx_{diff} = 100 \times \frac{NOx_Z - E_Z}{E_Z}$$

6. BERECHNUNG DER PARTIKELEMISSIONEN

6.1. **Auswertung der Messergebnisse**

Zur Partikelbewertung ist die Gesamtmasse (m_{sep}) der durch die Filter geleiteten Proben für jede Prüfphase aufzuzeichnen.

Die Filter sind wieder in die Wägekammer zu legen und mindestens eine Stunde, höchstens jedoch höchstens 80 Stunden zu konditionieren und dann zu wägen. Das Bruttogewicht der Filter ist aufzuzeichnen, und das Taragewicht (siehe Nummer 2.1 dieser Anlage) abzuziehen. Die Differenz ist die Partikelmasse m_f.

Wird eine Hintergrundkorrektur vorgenommen, sind die Masse (m_d) der durch die Filter geleiteten Verdünnungsluft und die Partikelmasse ($m_{f,d}$) aufzuzeichnen. Wurde mehr als eine Messung vorgenommen, so ist für jede einzelne Messung der Quotient $m_{f,d}/m_d$ zu berechnen und das Mittel aus den errechneten Werten zu bilden.

6.2. **Teilstrom-Verdünnungssystem**

Die in das Prüfprotokoll aufzunehmenden Ergebnisse der Prüfung der Partikelemissionen werden in den folgenden Schritten ermittelt. Da das Verdünnungsverhältnis auf verschiedene Arten gesteuert werden kann, gelten verschiedene Methoden zur Berechnung des äquivalenten Massendurchsatzes q_{medf}. Alle Berechnungen müssen auf den Mittelwerten der einzelnen Prüfphasen während der Probenahmedauer beruhen.

6.2.1. *Isokinetische Systeme*

$$q_{medf} = q_{mew} \times r_d$$

$$r_d = \frac{q_{mdw} + (q_{mew} \times r_a)}{q_{mew} \times r_a}$$

wobei r_a dem Verhältnis der Querschnittsflächen der isokinetischen Sonde und des Auspuffrohrs entspricht:

$$r_a = \frac{A_p}{A_T}$$

6.2.2. *Systeme mit Messung der CO_2 - oder NO_x-Konzentration*

$$q_{medf} = q_{mew} \times r_d$$

$$r_d = \frac{c_{wE} - c_{wA}}{c_{wD} - c_{wA}}$$

Darin ist:

c_{wE} = Konzentration des feuchten Tracergases im Rohabgas

c_{wD} = Konzentration des feuchten Tracergases im verdünnten Abgas

c_{wA} = Konzentration des feuchten Tracergases in der Verdünnungsluft

▼M1

Die im trockenen Bezugszustand gemessenen Konzentrationen sind nach Nummer 5.2 dieser Anlage in feuchten Bezugszustand umzurechnen.

6.2.3. *Systeme mit CO_2-Messung und Kohlenstoffbilanzmethode* ([1])

$$q_{medf} = \frac{206{,}5 \times q_{mf}}{c_{(CO_2)D} - c_{(CO_2)A}}$$

Darin ist:

$c_{(CO2)D}$ = CO_2-Konzentration im verdünnten Abgas

$c_{(CO2)A}$ = CO_2-Konzentration in der Verdünnungsluft

(Konzentrationswerte in Vol.-% im feuchten Bezugszustand)

Hierbei wird unter der Annahme, dass die dem Motor zugeführten Kohlenstoffatome als CO_2 emittiert werden, die Kohlenstoffbilanz ermittelt, und zwar in folgenden Schritten:

$$q_{medf} = q_{mew} \times r_d$$

und

$$r_d = \frac{206{,}5 \times q_{mf}}{q_{mew} \times \left[c_{(CO_2)D} - c_{(CO_2)A}\right]}$$

6.2.4. *Systeme mit Durchsatzmessung*

$$q_{medf} = q_{mew} \times r_d$$

$$r_d = \frac{q_{mdew}}{q_{mdew} - q_{mdw}}$$

6.3. **Vollstrom-Verdünnungssystem**

Alle Berechnungen müssen auf den Mittelwerten der einzelnen Prüfphasen während der Probenahmedauer beruhen. Der Durchsatz des verdünnten Abgases q_{mdew} ist nach Anhang III Anlage 2 Nummer 4.1 zu berechnen. Die Gesamtprobenmasse m_{sep} ist nach Anhang III Anlage 2 Nummer 6.2.1 zu berechnen.

6.4. **Berechnung des Partikelmassendurchsatzes**

Der Partikelmassendurchsatz ist wie folgt zu berechnen. Wird ein Vollstrom-Verdünnungssystem verwendet, so ist der nach Nummer 6.2 berechnete Wert q_{medf} durch den nach Nummer 6.3 berechneten Wert q_{mdew} zu ersetzen.

$$PT_{mass} = \frac{m_f}{m_{sep}} \times \frac{q_{medf}}{1000}$$

$$\overline{q_{medf}} = \sum_{i=1}^{i=n} q_{medfi} \times W_{fi}$$

([1]) Der in der nachstehenden Formel angegebene Wert gilt nur für den in Anhang IV genannten Bezugskraftstoff.

▼M1

$$m_{sep} = \sum_{i=1}^{i=n} m_{sepi}$$

$i = 1, \ldots n$

Der Partikelmassendurchsatz kann wie folgt hintergrundkorrigiert werden:

$$PT_{mass} = \left\{ \frac{m_f}{m_{sep}} - \left[\frac{m_{f,d}}{m_d} \times \sum_{i=1}^{i=n} \left(1 - \frac{1}{Di} \right) \times W_{f\,i} \right] \right\} \times \frac{\overline{q_{medf}}}{1000}$$

Dabei ist D nach Anhang III Anlage 2 Nummer 5.4.1 zu berechnen.

▼B

►M1 7. ◄ BERECHNUNG DER RAUCHTRÜBUNGSWERTE

►M1 7.1. ◄ **Bessel-Algorithmus**

Der Bessel-Algorithmus ist für die Berechnung des 1-s-Mittelwertes der momentanen, gemäß Abschnitt 6.3.1 umgerechneten Rauchmesswerte zu verwenden. Der Algorithmus emuliert ein Tiefpassfilter zweiter Ordnung, und für seine Anwendung bedarf es iterativer Berechnungen zur Ermittlung der Koeffizienten. Diese Koeffizienten sind eine Funktion der Ansprechzeit des Trübungsmesssystems und der Abtastfrequenz. Aus diesem Grund muss Abschnitt 6.1.1 wiederholt werden, sobald sich die Ansprechzeit und/oder die Abtastfrequenz des Systems ändert.

►M1 7.1.1. ◄ *Berechnung der Filteransprechzeit und der Bessel-Konstanten*

Die erforderliche Bessel-Ansprechzeit (t_F) ist eine Funktion der physikalischen und elektrischen Ansprechzeit des Trübungsmesssystems gemäß der Beschreibung in Anhang III Anlage 4 Abschnitt 5.2.4 und berechnet sich mittels der folgenden Gleichung:

$$t_F = \sqrt{1 - \left(t_p^2 + t_e^2 \right)}$$

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 durch Iteration an f_c bis $t_{90} - t_{10} \approx t_F$ durchzuführen. Die erste Iteration an f_c erfolgt nach folgender Formel:

$$f_c = \frac{\pi}{10 \times t_F}$$

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

$$E = \frac{1}{\left(1 + \Omega \times \sqrt{(3 \times D) + D} \times \Omega^2 \right)}$$

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

▼B

Hierin bedeuten:

$D = 0{,}618034$

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

$\Omega = \frac{1}{\left[\tan\left(\pi \times \Delta t \times f_c\right)\right]}$

►M1 7.1.2. ◄ *Berechnung des Bessel-Algorithmus*

Unter Verwendung der Werte E und K ist der 1-s-Bessel-Mittelwert der Reaktion auf eine Sprungeingangsgröße S_i folgendermaßen zu berechnen:

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

Hierin bedeuten:

$S_{i-2} = S_{i-1} = 0$

$S_i = 1$

$Y_{i-2} = Y_{i-1} = 0$

Die Zeiten t_{10} und t_{90} sind zu interpolieren. Die zeitliche Differenz zwischen t_{90} und t_{10} definiert die Ansprechzeit t_F für diesen Wert f_c. Liegt die Ansprechzeit nicht nahe genug an der geforderten Ansprechzeit, ist die Iteration wie folgt so lange fortzusetzen, bis die tatsächliche Ansprechzeit weniger als 1 % von der geforderten Antwort abweicht:

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

►M1 7.2. ◄ **Auswertung der Messwerte**

Die Rauchmesswerte sind mit einer Mindestfrequenz von 20 Hz abzutasten.

►M1 7.3. ◄ **Rauchmessung**

►M1 7.3.1. ◄ *Umrechnung der Messwerte*

Da die Hauptmessgröße aller Trübungsmesser die Durchlässigkeit ist, sind die Rauchwerte vom Transmissionsgrad τ wie folgt in den Lichtabsorptionskoeffizienten K umzurechnen:

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

und

$$N = 100 - \tau$$

Hierbei bedeuten:

k = Lichtabsorptionskoeffizient, m^{-1}

L_A = effektive optische Weglänge nach Angaben des Instrumentenherstellers, m

N = Trübung, %

τ = Transmissionsgrad, %

Die Konversion muss erfolgen, bevor die Messwerte weiter verarbeitet werden können.

►M1 7.3.2. ◄ *Berechnung des gemittelten Bessel-Rauchwertes*

Die erforderliche Filteransprechzeit t_F wird durch die eigentliche Grenzfrequenz f_c erzeugt. Sobald diese Frequenz mit Hilfe des Iterationsprozesses von Abschnitt 6.1.1 bestimmt worden ist, sind die eigentlichen Bessel-Algorithmuskonstanten E und K zu berechnen. Anschließend ist der Bessel-Algorithmus gemäß der Beschreibung in Abschnitt 6.1.2 auf die Momentrauchkurve (k-Wert) anzuwenden:

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

Der Bessel-Algorithmus ist seinem Wesen nach rekursiv. Somit sind für den Beginn des Algorithmus einige Anfangseingangswerte S_{i-1} und S_{i-2} und Anfangsausgangswerte Y_{i-1} und Y_{i-2} notwendig. Diese können mit 0 angenommen werden.

▼B

Für jede Laststufe der drei Drehzahlen A, B und C ist aus den einzelnen Y_i-Werten der jeweiligen Rauchkurve der 1-s-Höchstwert Y_{max} auszuwählen.

►M1 7.3.3. ◄ *Endergebnis*

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

Bei Prüfdrehzahl A: $SV_A = (Y_{max1,A} + Y_{max2,A} + Y_{max3,A}) / 3$

Bei Prüfdrehzahl B: $SV_B = (Y_{max1,B} + Y_{max2,B} + Y_{max3,B}) / 3$

Bei Prüfdrehzahl C: $SV_C = (Y_{max1,C} + Y_{max2,C} + Y_{max3,C}) / 3$

Hierin bedeuten:

Y_{max1}, Y_{max2}, Y_{max3} = höchster gemittelter 1-s-Bessel-Rauchwert bei jeder der drei Laststufen.

Der Endwert berechnet sich wie folgt:

$$SV = (0{,}43 \times SV_A) + (0{,}56 \times SV_B) + (0{,}01 \times SV_C)$$

▼B

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 = $n_{hi} \times 1{,}02$ oder, sofern niedriger, die Drehzahl, bei der das Volllastdrehmoment auf Null sinkt

1.2. **Erstellen der Motorleistungsabbildung**

Der Motor ist bei Höchstleistung warmzufahren, um die Motorkenndaten 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 Volllast/vollständig geöffneter Drosselklappe mit niedrigster Abbildungsdrehzahl zu betreiben.

c) Die Motordrehzahl ist mit einer mittleren Geschwindigkeit von 8 ± 1 min^{-1}/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 Abschnitt 1.2 aufgezeichneten Messwertpunkte sind mittels linearer Interpolation zwischen den Punkten miteinander zu verbinden. Die resultierende Drehmomentkurve ist die Abbildungskurve. Ihre Verwendung erfolgt gemäß der Beschreibung in Abschnitt 2 für die Umrechnung der normierten Drehmomentwerte des Motorzyklus in tatsächliche Drehmomentwerte für den Prüfzyklus.

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 Änderungen der Motordrehzahl für geregelte oder turboaufgeladene Motoren genutzt werden.

1.5. **Wiederholungsprüfungen**

Ein Motor muss nicht vor jedem einzelnen Prüfzyklus abgebildet werden. Eine erneute Abbildung ist vor einem Prüfzyklus durchzuführen, wenn:

— ein nach technischem Ermessen unangemessen langer Zeitraum seit der letzten Abbildung verstrichen ist,

oder

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

▼B

2. ERSTELLUNG DES BEZUGSPRÜFZYKLUS

In Anlage 3 dieses Anhangs ist der instationäre Prüfzyklus beschrieben. Zwecks Erhalt des Bezugszyklus sind die normierten Werte für Drehmoment und Drehzahl wie nachstehend beschrieben in tatsächliche Werte umzuwandeln.

2.1. **Tatsächliche Drehzahl**

Die Drehzahl ist mittels folgender Gleichung zu entnormieren:

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

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

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

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

2.2. **Tatsächliches Drehmoment**

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

Tatsächliches Drehmoment = (Drehmoment in % × höchstes Drehmoment/100)

für die jeweilige tatsächliche Drehzahl gemäß Abschnitt 2.1.

Zur Einrichtung des Bezugszyklus müssen die negativen Drehmomentwerte der Motorantriebspunkte („m“, Schubbetrieb) entnormierte Werte annehmen, die nach einem der folgenden Verfahren bestimmt werden:

— negative 40 % des beim zugeordneten Drehzahlpunkt verfügbaren positiven Drehmoments;

— Abbildung des negativen Drehmoments, das erforderlich ist, um die Abbildungsdrehzahl des Motors vom niedrigsten zum höchsten Wert zu steigern;

— Bestimmung des negativen Drehmoments, das erforderlich ist, um den Motor bei der Leerlauf- und der Bezugsdrehzahl anzutreiben, und lineare Interpolation zwischen diesen beiden Punkten.

2.3. **Beispiel eines Entnormierungsverfahrens**

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

Drehzahl = 43 %

Drehmoment = 82 %

Es gelten folgende Werte:

Bezugsdrehzahl = 2 200 min^{-1}

Leerlaufdrehzahl = 600 min^{-1}

Daraus folgt

Tatsächliche Drehzahl = (43 × (2 200 – 600)/100) + 600 = 1 288 min^{-1}

Tatsächliches Drehmoment = (82 × 700/100) = 574 Nm

wobei das in der Abbildungskurve beobachtete höchste Drehmoment bei 1 288 min^{-1} 700 Nm beträgt.

▼M1

3. DURCHFÜHRUNG DER EMISSIONSPRÜFUNG

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

▼M1

Mit Erdgas (CNG) und mit Flüssiggas (LPG) betriebene Motoren sind mit dem ETC-Prüfzyklus einzufahren. Der Motor ist über mindestens zwei ETC-Prüfzyklen zu betreiben, 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 (falls erforderlich)**

Mindestens eine Stunde vor der Prüfung ist jeder einzelne Filter in eine teilweise abgedeckte und gegen Eindringen von Staub geschützte Petrischale zu legen und zur Stabilisierung in eine Wägekammer zu legen. Nach der Stabilisierungsphase ist jeder Filter zu wägen und das Taragewicht aufzuzeichnen. Dann ist der Filter in einer verschlossenen Petrischale oder einem abgedichteten Filterhalter bis zur Verwendung aufzubewahren. Der Filter ist innerhalb von acht Stunden nach Entnahme aus der Wägekammer zu verwenden. Das Taragewicht ist aufzuzeichnen.

3.2. **Anbringung der Messgeräte**

Die Geräte und Probenahmesonden sind wie vorgeschrieben anzubringen. Wird ein Vollstrom-Verdünnungssystem verwendet, ist das Abgasrohr daran 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 bei Selbstzündungsmotoren)**

Das Partikelprobenahmesystem ist zu starten und im Bypassmodus zu betreiben. Der Partikelhintergrund der Verdünnungsluft kann bestimmt werden, indem Verdünnungsluft durch die Partikelfilter geleitet wird. Wird gefilterte Verdünnungsluft verwendet, kann eine Messung vor oder nach der Prüfung vorgenommen werden. Wird ungefilterte Verdünnungsluft verwendet, so können Messungen am Beginn und am Ende des Zyklus vorgenommen und die Mittelwerte berechnet werden.

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.

Arbeitet das Abgasnachbehandlungssystem mit periodischer Regenerierung, so darf während der Warmlaufphase keine Regenerierung stattfinden.

3.5. **Einstellung des Verdünnungssystems**

Die Abgasströme des (Voll- oder Teilstrom-) Verdünnungssystems sind 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. Falls Probenahmebeutel verwendet werden, sind sie luftleer zu machen.

3.7. **Anlassen des Motors**

Der stabilisierte Motor ist wie vom Hersteller in der Betriebsanleitung empfohlen mit Hilfe des serienmäßigen Anlassers oder des Prüfstands zu starten. Wahlweise kann die Prüfung direkt im Anschluss an die Vorkonditionierung 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 ist nach dem in Nummer 2 dieser Anlage beschriebenen Bezugsprüfzyklus durchzuführen. Die Führungssollwerte für Motordrehzahl und -drehmoment sind mit mindestens 5 Hz

▼M1

(empfohlen 10 Hz) auszugeben. Die Messwerte für Motordrehzahl und -drehmoment sind während des Prüfzyklus mindestens einmal pro Sekunde aufzuzeichnen, die Signale können elektronisch gefiltert werden.

3.8.2. *Messung der gasförmigen Emissionen*

3.8.2.1. Vollstrom-Verdünnungssystem

Beim 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 am Motorprüfstand gemessenen Drehzahl- und Drehmomentwerte.

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 größer als 20 s sein und ist gegebenenfalls auf die CVS-Durchsatzschwankungen und Probenahmezeit-/Prüfzyklusabweichungen abzustimmen. Durch Integration oder durch Analysieren der über den Zyklus im Probenahmebeutel gesammelten Konzentrationen werden CO, CO_2, NMHC und CH_4 bestimmt. 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.

3.8.2.2. Messung im Rohabgas

Beim Anlassen des Motors oder mit Beginn der Prüffolge unmittelbar aus der Vorkonditionierung heraus sind gleichzeitig folgende Messungen zu starten:

— Analysieren der Schadstoffkonzentrationen im Rohabgas,

— Messung das Abgas- oder des Kraftstoff- und Ansaugluftdurchsatzes,

— Aufzeichnen der am Motorenprüfstand gemessenen Drehzahl- und Dreh-momentwerte.

Zur Bewertung der Emissionen gasförmiger Schadstoffe sind die Schadstoff-konzentrationen (HC, CO und NO_x) und der Abgasmassendurchsatz mit mindestens 2 Hz aufzuzeichnen und in einem Rechner zu speichern. Die Systemansprechzeit darf nicht größer als 10 s sein. Für alle übrigen Daten genügt eine Aufzeichnungsfrequenz von 1 Hz. Bei analogen Analysegeräten ist das Ansprechverhalten aufzuzeichnen, und die Kalibrierungsdaten können online oder offline für die Bewertung herangezogen werden.

Zur Berechnung der emittierten Massen gasförmiger Schadstoffe sind die Kurven der aufgezeichneten Konzentrationen und die Kurve des Abgasmassendurchsatzes um die in Anhang I Nummer 2 definierte Wandlungszeit zeitlich zu korrigieren. Die Ansprechzeiten der Analysegeräte für gasförmige Emissionen und für den Abgasmassenstrom sind deshalb nach Nummer 4.2.1 und nach Anhang III Anlage 5 Nummer 1.5 zu ermitteln und aufzuzeichnen.

3.8.3. *Partikelprobenahme (falls erforderlich)*

3.8.3.1. Vollstrom-Verdünnungssystem

Beginnt der Zyklus mit dem Anlassen des Motors oder unmittelbar aus der Vorkonditionierung heraus, so ist das Partikelprobenahmesystem von Bypass auf Partikelsammlung umzuschalten.

Findet keine Durchflussmengenkompensation statt, so ist (sind) die Probenahme-pumpe(n) so einzustellen, dass der Durchsatz durch die Partikelprobenahmesonde bzw. das Übertragungsrohr um nicht mehr als ± 5 % des eingestellten Durchsatzwertes schwankt. Findet eine Durchflussmengenkompensation (d. h. eine Proportionalregelung des Probenstroms) statt, ist nachzuweisen, dass das Verhältnis von Haupttunnelstrom zu Partikelprobenstrom um höchstens ± 5 % seines Sollwertes schwankt (ausgenommen die ersten 10 Sekunden der Probenahme).

▼M1

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 Durch-flussmessgeräts (der Gasmess- oder Durchflussmessgeräte) sind aufzuzeichnen. Die Prüfung ist ungültig, wenn es wegen hoher Partikelfilterbeladung nicht möglich ist, den eingestellten Durchsatz über den gesamten Zyklus hinweg mit einer Toleranz von ± 5 % aufrechtzuerhalten. Die Prüfung ist dann mit einem geringeren Durchsatz und/oder einem Filter mit größerem Durchmesser zu wiederholen.

3.8.3.2. Teilstrom-Verdünnungssystem

Beginnt der Zyklus mit dem Anlassen des Motors oder unmittelbar aus der Vorkonditionierung heraus, so ist das Partikelprobenahmesystem von Bypass auf Partikelsammlung umzuschalten.

Zur Steuerung des Teilstrom-Verdünnungssytems ist ein schnelles Ansprechen des Systems erforderlich. Die Wandlungszeit des Systems ist nach dem in Anhang III Anlage 5 Nummer 3.3 beschriebenen Verfahren zu ermitteln. Beträgt die Summe der Wandlungszeiten des Messsystems für den Abgasdurchsatz (siehe Nummer 4.2.1) und des Teilstrom-Verdünnungssystems weniger als 0,3 s, kann mit Online-Steuerung gearbeitet werden. Beträgt die Wandlungszeit mehr als 0,3 s, muss mit einer vorausschauenden Steuerung auf der Basis eines aufgezeichneten Prüflaufes gearbeitet werden. In diesem Fall muss die Anstiegzeit ≤ 1 s und die Ansprechzeit des Gesamtsystems ≤ 10 s sein.

Die Ansprechzeit des Gesamtsystems ist so auszulegen, dass eine dem Abgasmassendurchsatz proportionale repräsentative Partikelprobe $q_{mp,i}$ genommen wird. Zur Ermittlung der Proportionalität ist eine vergleichende Regressionsanalyse von $q_{mp,i}$ und $q_{mew,i}$ mit einer Datenerfassungsrate von mindestens 1 Hz vorzunehmen. Folgende Kriterien sind zu erfüllen:

— Der Korrelationskoeffizient R^2 zwischen der linearen Regression von $q_{mp,i}$ und der von $q_{mew,i}$ muss mindestens 0,95 betragen,

— der Standardfehler des Schätzwertes von $q_{mp,i}$ gegenüber $q_{mew,i}$ darf nicht größer als 5 % des Maximalwertes von q_{mp} sein,

— Der q_{mp}-Wert auf der Regressionsgeraden darf den Maximalwert von q_{mp} um höchstens 2 % überschreiten.

Wahlweise kann ein Vorversuch durchgeführt werden, und das aus ihm gewonnene Signal für den Abgasmassendurchsatz kann zur Steuerung des Probenstroms durch die Partikelprobenahmesonde verwendet werden (vorausschauende Steuerung). So muss vorgegangen werden, wenn die Wandlungszeit des Partikelprobenahmesystems $t_{50,P}$ oder die des Signals für den Abgasmassendurchsatz $t_{50,F}$ oder beide > 0.3 s beträgt. Eine korrekte Steuerung des Teilstrom-Verdünnungssystems wird erreicht, wenn der im Vorversuch ermittelte Verlauf von q_{mew} über der Zeit ($q_{mew,t-t}$), auf dessen Basis q_{mp} gesteuert wird, um die Zeit $t_{50,P} + t_{50,F}$ verschoben wird.

Zur Ermittlung der Korrelation zwischen $q_{mp,i}$ und $q_{mew,i}$ sind die Daten aus der eigentlichen Prüfung zu verwenden, wobei $q_{mew,i}$ gegenüber $q_{mp,i}$ um $t_{50,F}$ zeitlich zu korrigieren ist (keine Korrektur um $t_{50,P}$). Das heißt, dass die Zeitverschiebung zwischen q_{mew} und q_{mp} gleich der Differenz der nach Anhang III Anlage 5 Nummer 3.3 ermittelten Wandlungszeiten ist.

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 an einem der erforderlichen Messgeräte während des Prüfzyklus eine Fehlfunktion auf, ist die Prüfung ungültig.

3.8.5. *Arbeitsgänge im Anschluss an die Prüfung*

Nach Abschluss der Prüfung wird die Messung des Durchsatzes des rohen oder verdünnten Abgases beendet, und der Gasstrom in die Sammelbeutel und die Partikelprobenahmepumpe wird gesperrt. Bei einem integrierenden Analysesystem ist die Probenahme fortzusetzen, bis die Systemansprechzeiten abgelaufen sind.

▼M1

Die Konzentrationen in den gegebenenfalls verwendeten Sammelbeuteln sind so rasch wie möglich und spätestens 20 Minuten nach Beendigung des Prüfzyklus zu analysieren.

Nach der Emissionsprüfung sind die Analysatoren mithilfe 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.

3.9. **Überprüfung des Prüfungsdurchlaufs**

3.9.1. *Datenverschiebung*

Um die verzerrende Wirkung der Zeitverzögerung zwischen den Messwerten und den Bezugszykluswerten zu vermindern, kann die gesamte Sequenz der Motordrehzahl- und -drehmomentmesssignale zeitlich nach vorn oder hinten (bezogen auf die Bezugsequenz der Drehzahl- und Drehmomentwerte) verschoben werden. Bei einer Verschiebung der Messsignale müssen Drehzahl und Drehmoment um den gleichen Betrag und in die gleiche Richtung verschoben werden.

3.9.2. *Berechnung der Zyklusarbeit*

Die tatsächliche Zyklusarbeit W_{act} (kWh) ist unter Verwendung jedes einzelnen Paares von aufgezeichneten Motordrehzahl- und -drehmomentmesswerten zu berechnen. Das geschieht im Anschluss an jede Verschiebung von Messdaten, sofern diese Option gewählt wurde. Die tatsächliche Zyklusarbeit W_{act} wird für den Vergleich mit der Bezugszyklusarbeit W_{ref} und zum Berechnen der bremsspezifischen Emissionen (siehe Nummer 4.4 und 5.2) verwendet. Ebenso ist beim Integrieren der Bezugsmotorleistung und der tatsächlichen Motorleistung vorzugehen. Werte zwischen benachbarten Bezugswerten oder Messwerten sind durch lineare Interpolation zu bestimmen.

Bei der Integration der Bezugszyklusarbeit und der tatsächlichen Zyklusarbeit sind alle negativen Drehmomentwerte auf Null zu setzen und einzubeziehen. Findet die Integration mit einer Frequenz unter 5 Hz statt und wechselt das Vorzeichen des Drehmomentwertes in einem Intervall 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 dem integrierten Wert zuzuschlagen.

W_{act} darf von W_{ref} um nicht mehr als + 5 % und – 15 % abweichen.

3.9.3. *Statistische Validierung des Prüfzyklus*

Für Drehzahl, Drehmoment und Leistung sind lineare Regressionen von Messwerten auf die Bezugswerte auszuführen. Das geschieht im Anschluss an jede Verschiebung von Messdaten, sofern diese Option gewählt wurde. Es ist die Fehlerquadratmethode anzuwenden, wobei eine Gleichung der folgenden Form für die beste Anpassung verwendet wird:

$$y = mx + b$$

Darin ist:

y = gemessener Wert der Drehzahl (min^{-1}), des Drehmoments (Nm) oder der Leistung (kW)

m = Steigung der Regressionsgeraden

x = Bezugswert der Drehzahl (min^{-1}), des Drehmoments (Nm) oder der Leistung (kW)

b = y-Achsabschnitt der Regressionsgeraden

Die Standardfehler (SE) des geschätzten Verlaufs y über x und der Bestimmungskoeffizient (r^2) sind für jede einzelne Regressionsgerade zu berechnen.

▼M1

Es empfiehlt sich, diese Analyse mit 1 Hz vorzunehmen. Sämtliche negativen Bezugsdrehmomentwerte und die zugeordneten Messwerte sind aus der Berechnung zur statistischen Validierung der Drehmoment- und Leistungswerte für den Zyklus zu entfernen. Die Prüfung ist gültig, wenn die Kriterien von Tabelle 7 erfüllt sind.

Tabelle 7

Zulässige Abweichung der Regressionsgeraden

	Drehzahl	Drehmoment	Leistung
Standardfehler (SE) des geschätzten Verlaufs von Y über X	Max 100 min^{-1}	max. 13 % (15 %) (*) des höchsten Motordrehmoments entsprechend Leistungsabbildung	max. 8 % (15 %) (*) der höchsten Motorleistung entsprechend Leistungsabbildung
Steigung der Regressionsgeraden	0,95 bis 1,03	0,83—1,03	0,89—1,03 (0,83—1,03) (*)
Bestimmungskoeffizient r^2	min. 0,9700 (min.0,9500) (*)	min. 0,8800 (min.0,7500) (*)	min. 0,9100 (min.0,7500) (*)
Y-Achsabschnitt der Regressionsgeraden b	± 50 min^{-1}	± 20 Nm oder ± 2 % (± 20 Nm oder ± 3 %) (*) des höchsten Drehmoments; es gilt der jeweils größere Wert	± 4 kW oder ± 2 % (± 4 kW oder ± 3 %) (*) der höchsten Leistung; es gilt der jeweils größere Wert

(*) Die Werte in Klammern können bis 1. Oktober 2005 für die Typgenehmigungsprüfung von Gasmotoren verwendet werden. (Die Kommission wird über den technischen Fortschritt in der Gasmotorentechnik berichten und aufgrund ihrer Erkenntnisse die in dieser Tabelle für Gasmotoren angegebenen zulässigen Abweichungen der Regressionsgeraden bestätigen oder ändern.)

Punktstreichungen aus den Regressionsanalysen sind wie in Tabelle 8 angegeben zulässig.

Tabelle 8

Zulässige Punktstreichungen aus der Regressionsanalyse

Bedingung	Zu streichende Punkte
Volllast und Drehmomentmesswert < 95 % des Bezugswertes	Drehmoment und/oder Leistung
Volllast und Drehzahlmesswert < 95 % des Bezugswertes	Drehzahl und/oder Leistung
keine Last, kein Leerlaufpunkt und Drehmomentmesswert > Bezugswert	Drehmoment und/oder Leistung
keine Last, Drehzahlmesswert ≤ Leerlaufdrehzahl + 50 min^{-1} und Drehmomentmesswert = vom Hersteller angegebenes/gemessenes Leerlaufdrehmoment ± 2 % des Höchstdrehmoments	Drehzahl und/oder Leistung
keine Last, Drehzahlmesswert > Leerlaufdrehzahl + 50 min^{-1} und Drehmomentmesswert > 105 % Bezugswert	Drehmoment und/oder Leistung
Keine Last und Drehzahlmesswert > 105 % Bezugswert	Drehzahl und/oder Leistung

4. BERECHNUNG DES ABGASSTROMS

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, K_V für CFV, C_d für SSV) wie in Anhang III Anlage 5 Nummer 2 angegeben. Wird die Temperatur des verdünnten Abgases über den Zyklus mittels eines Wärmetauschers konstant gehalten (± 6 K bei PDP-CVS, ± 11 K bei CFV-CVS oder ± 11 K bei SSV-CVS, siehe Anhang V Nummer 2.3), sind folgende Formeln anzuwenden.

▼**M1**

Für das PDP-CVS-System:

$$m_{ed} = 1{,}293 \times V_0 \times N_P \times (p_b - p_1) \times 273 / (101{,}3 \times T)$$

Darin ist:

V_0 = je Pumpenumdrehung gefördertes Gasvolumen unter Prüfbedingungen, m^3/rev

N_P = Gesamtzahl der Pumpenumdrehungen je Prüfung

p_b = atmosphärischer Druck in der Prüfzelle, kPa

p_1 = Absenkung des Drucks am Pumpeneinlass unter atmosphärischem Druck, kPa

T = mittlere Temperatur des verdünnten Abgases am Pumpeneinlass über den Zyklus, K

Für das CFV-CVS-System:

$$m_{ed} = 1{,}293 \times t \times K_v \times p_p / T^{0{,}5}$$

Darin ist:

t = Zyklusdauer, s

K_V = Kalibrierkoeffizient des Venturirohres mit kritischer Strömung für Normzustand

p_p = absoluter Druck am Eintritt des Venturirohrs, kPa

T = absolute Temperatur am Eintritt des Venturirohrs, K

Für das SSV-CVS System:

$$m_{ed} = 1{,}293 \times Q_{SSV}$$

Darin ist:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d p_p \sqrt{\left[\frac{1}{T}\left(r_p^{1{,}4286} - r_p^{1{,}7143}\right) \times \left(\frac{1}{1 - r_D^4 r_p^{1{,}4286}}\right)\right]}$$

Darin ist:

A_0 = Zusammenfassung von Konstanten und Einheitsumrechnungen

$$\left(\frac{m^3}{\min}\right)\left(\frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa}\right)\left(\frac{1}{mm^2}\right)$$

= 0,006111 in SI-Einheiten von

d = Durchmesser der Einschnürung am Venturirohr mit subsonischer Strömung (SSV)

C_d = Durchflusskoeffizient des SSV

p_p = absoluter Druck am Eintritt des Venturirohrs, kPa

T = Temperatur am Eintritt des Venturirohrs, K

r_p = Verhältnis zwischen den absoluten statischen Drücken an der Einschnürung und am Eintritt des SSV =

$$1 - \frac{\Delta P}{P_A}$$

r_D = Verhältnis zwischen den Innendurchmessern an der Einschnürung und am Eintritt des SSV =

$$\frac{d}{D}$$

▼M1

Wird ein System mit Durchflussmengenkompensation (d. h. ohne Wärmetauscher) verwendet, so sind die momentanen Massenemissionen 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:

$$m_{ed,i} = 1{,}293 \times V_0 \times N_{P,i} \times (p_b - p_1) \times 273 / (101{,}3 \times T)$$

Darin ist:

$N_{P,i}$ = Gesamtzahl der Pumpenumdrehungen je Zeitintervall

Für das CFV-CVS-System:

$$m_{ed,i} = 1{,}293 \times \Delta t_i \times K_V \times p_p / T^{0,5}$$

Darin ist:

Δt_i = Zeitintervall, s

Für das SSV-CVS-System:

$$m_{ed} = 1{,}293 \times Q_{SSV} \times \Delta t_i$$

Darin ist:

Δt_i = Zeitintervall, s

Die Echtzeitberechnung ist entweder mit einem realistischen Wert für C_d oder mit einem realistischen Wert für Q_{ssv}.zu starten. Wird die Berechnung mit Q_{ssv} gestartet, ist der Anfangswert von Q_{ssv} zur Bewertung von Re heranzuziehen.

Bei allen Emissionsprüfungen muss die Reynoldssche Zahl an der Einschnürung des SSV im Bereich der Werte liegen, die zur Ermittlung der Kalibrierkurve nach Anhang III Anlage 5 Nummer 2.4 verwendet wurden.

4.2. **Berechnung des Rohabgas-Massendurchsatzes**

Für die Berechnung der Emissionen im Rohabgas und die Steuerung eines Teilstrom-Verdünnungssystems muss der Abgasmassendurchsatz bekannt sein. Zur Ermittlung des Abgasmassendurchsatzes kann eine der in Nummer 4.2.2 bis 4.2.5 beschriebenen Messmethoden angewandt werden.

4.2.1. *Ansprechzeit*

Zur Berechnung der Emissionen muss die Ansprechzeit der nachstehend beschriebenen Messmethoden kleiner oder gleich der in Anhang III Anlage 5 Nummer 1.5 für den Analysator geforderten Ansprechzeit sein.

Zur Steuerung eines Teilstrom-Verdünnungssystems ist ein schnelleres Ansprechen erforderlich. Für onlinegesteuerte Teilstrom-Verdünnungssysteme ist eine Ansprechzeit ≤ 0,3 s erforderlich. Für Teilstrom-Verdünnungssysteme mit vorausschauender Steuerung auf der Basis eines aufgezeichneten Prüflaufes ist eine Ansprechzeit des Messsystems ≤ 5 s mit einer Anstiegzeit ≤ 1 s erforderlich. Die Systemansprechzeit ist vom Hersteller des Messinstruments anzugeben. Die Summe der größten zulässigen Ansprechzeiten für die Messung des Abgasdurchsatzes und die Steuerung des Teilstrom-Verdünnungssystems ist in Nummer 3.8.3.2 angegeben.

4.2.2. *Direktmessung*

Für die Direktmessung des Abgasdurchsatzes eignen sich u. a.:

— Differenzdruckmesser wie Durchflussdüsen,

— Ultraschall-Durchflussmesser,

— Wirbel- und Drall-Durchflussmesser.

Es sind Vorkehrungen gegen Messfehler zu treffen, die zu fehlerhaften Emissionswerten führen. Dazu gehört u. a. die sorgfältige Montage der Messeinrichtung im Abgassystem nach den Empfehlungen des Herstellers und den Regeln der guten Ingenieurpraxis. Insbesondere darf der Einbau der Messeinrichtung die Leistung und die Emissionen des Motors nicht beeinflussen.

Der Abgasdurchsatz ist mit einer Genauigkeit von ± 2,5 % des Ablesewertes oder ± 1,5 % des Höchstwertes für den Motor zu ermitteln. Es gilt der jeweils größere Wert.

▼M1

4.2.3. *Luft- und Kraftstoffmessung*

Hierbei werden der Luft- und der Kraftstoffdurchsatz gemessen. Die dafür verwendeten Messgeräte müssen mit der in Nummer 4.2.2 angegebenen Genauigkeit arbeiten. Der Abgasdurchsatz wird nach folgender Formel berechnet:

$$q_{mew} = q_{maw} + q_{mf}$$

4.2.4. *Messung mit Tracergas*

Hierbei wird die Konzentration eines Tracergases im Abgas gemessen. Eine bekannte Menge eines Inertgases (z. B. reines Helium) wird als Tracer in den Abgasstrom eingeleitet. Das Inertgas wird mit dem Abgas gemischt und dabei verdünnt, darf aber in der Abgasleitung nicht reagieren. Dann wird die Konzentration des Inertgases in der Abgasprobe gemessen.

Damit sich das Tracergas gleichmäßig im Abgas verteilt, muss die Abgasprobenahmesonde in Strömungsrichtung mindestens 1 m oder das 30-Fache des Abgasrohrdurchmessers (es gilt der größere Wert) vom Punkt der Inertgaseinleitung entfernt sein. Die Probenahmesonde kann näher am Einleitungspunkt liegen, wenn die gleichmäßige Verteilung des Tracergases durch Vergleich der Tracergaskonzentration am Probenahmepunkt mit der Tracergaskozentration am Einleitungspunkt überwacht wird.

Der Tracergasstrom ist so einzustellen, dass bei Leerlaufdrehzahl des Motors die Tracergaskonzentration nach der Vermischung kleiner ist als der Skalenendwert des Tracergasanalysators.

Der Abgasdurchsatz wird nach folgender Formel berechnet:

$$q_{mew,i} = \frac{q_{vt} \times \rho_e}{60 \times (c_{mix,i} - c_a)}$$

Darin ist:

$q_{mew,i}$ = momentaner Abgasmassendurchsatz, kg/s

q_{vt} = Tracergasdurchsatz, cm^3/min

$c_{mix.i}$ = momentane Konzentration des Tracergases nach der Vermischung, ppm

ρ_e = Dichte des Abgases, kg/m^3 (siehe Tabelle 3)

c_a = Hintergrundkonzentration des Tracergases in der Ansaugluft, ppm

Die Hintergrundkonzentration kann vernachlässigt werden, wenn sie bei maximalem Abgasdurchsatz weniger als 1 % der Konzentration des Tracergases nach der Vermischung ($c_{mix.i}$) beträgt.

Das Gesamtsystem muss die Genauigkeitsanforderungen für die Messung des Abgasdurchsatzes erfüllen und ist nach Anhang III Anlage 5 Nummer 1.7 zu kalibrieren.

4.2.5. *Messung des Luftdurchsatzes und des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses*

Hierbei wird der Abgasdurchsatz aus dem Luftdurchsatz und dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis errechnet. Der momentane Abgasdurchsatz wird nach folgender Formel berechnet:

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} \times \left(1 + \frac{1}{A/F_{st} \times \lambda_i}\right)$$

Dabei gilt:

$$A/F_{st} = \frac{138{,}0 \times \left(\beta + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma\right)}{12{,}011 \times \beta + 1{,}00794 \times \alpha + 15{,}9994 \times \varepsilon + 14{,}0067 \times \delta + 32{,}065 \times \gamma}$$

▼M1

$$\lambda_i = \frac{\beta \times \left(100 - \frac{c_{CO} \times 10^{-4}}{2} - c_{HC} \times 10^{-4}\right) + \left(\frac{\alpha}{4} \times \frac{1 - \frac{2 \times c_{CO} \times 10^{-4}}{3{,}5 \times c_{CO2}}}{1 + \frac{c_{CO} \times 10^{-4}}{3{,}5 \times c_{CO2}}} - \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\delta}{2}\right) \times \left(c_{CO2} + c_{CO} \times 10^{-4}\right)}{4{,}764 \times \left(\beta + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma\right) \times \left(c_{CO2} + c_{CO} \times 10^{-4} + c_{HC} \times 10^{-4}\right)}$$

Darin ist:

A/F_{st} = stöchiometrisches Luft-Kraftstoff-Verhältnis, kg/kg

λ = Luftüberschussfaktor

c_{CO2} = CO_2-Konzentration im trockenen Bezugszustand, %

c_{CO} = CO-Konzentration im trockenen Bezugszustand, ppm

c_{HC} = HC-Konzentration, ppm

Hinweis: β kann für kohlenstoffhaltige Kraftstoffe 1 und für Wasserstoff 0 sein.

Der Luftdurchflussmesser muss die Genauigkeitsanforderungen von Anhang III Anlage 4 Nummer 2.2 erfüllen, der CO_2-Analysator muss Anhang III Anlage 4 Nummer 3.3.2 entsprechen, und das Gesamtsystem muss die Genauigkeitsanforderungen für die Messung des Abgasdurchsatzes erfüllen.

Wahlweise können zur Messung des Luftüberschussfaktors auch Einrichtungen für die Messung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses wie Zirkonsonden verwendet werden, wenn sie die Anforderungen von Anhang III Anlage 4 Nummer 3.3.6 erfüllen.

5. BERECHNUNG DER GASFÖRMIGEN EMISSIONEN

5.1. **Datenbewertung**

Zur Bewertung der gasförmigen Emissionen im verdünnten Abgas sind die Konzentrationen der Emissionen (HC, CO und NO_x) sowie der Massendurchsatz des verdünnten Abgases gemäß Nummer 3.8.2.1 aufzuzeichnen und auf einem DV-System abzuspeichern. Bei analogen Analysegeräten ist das Ansprechverhalten aufzuzeichnen, und die Kalibrierungsdaten können online oder offline für die Bewertung herangezogen werden.

Zur Bewertung der gasförmigen Emissionen im unverdünnten Abgas sind die Konzentrationen der Emissionen (HC, CO und NO_x) sowie der Massendurchsatz des Abgases gemäß Nummer 3.8.2.2 aufzuzeichnen und auf einem DV-System abzuspeichern. Bei analogen Analysegeräten ist das Ansprechverhalten aufzuzeichnen, und die Kalibrierungsdaten können online oder offline für die Bewertung herangezogen werden.

5.2. **Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugszustand**

Wird die Konzentration für den trockenen Bezugszustand gemessen, so ist sie mit folgender Formel in den feuchten Bezugszustand umzurechnen. Bei fortlaufender Messung ist die Umrechnung sofort für jedes momentane Messergebnis durchzuführen, bevor weitere Berechnungen vorgenommen werden.

$$c_{wet} = k_W \times c_{dry}$$

Hierfür sind die Umrechnungsgleichungen von Nummer 5.2 in Anlage 1 zu diesem Anhang anzuwenden.

5.3. **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 Abschnitt 5.3 von Anhang 1 zu diesem Anhang angegebenen Faktoren zu korrigieren. Die Faktoren gelten im Bereich zwischen 0 und 25 g/kg trockener Luft.

▼M1

5.4. **Berechnung der Emissionsmassendurchsätze**

Die Masse der Emissionen über den Zyklus (g/Prüfung) ist je nach verwendeter Messmethode wie folgt zu berechnen. Falls die Messung nicht schon für den feuchten Bezugszustand vorgenommen wurde, ist die gemessene Konzentration gemäß Abschnitt 5.2 von Anlage 1 zu diesem Anhang in einen Wert für den feuchten Bezugszustand umzurechnen. Zu verwenden sind die jeweiligen Werte für u_{gas}, die in Tabelle 6 Anlage 1 zu diesem Anhang für ausgewählte Bestandteile auf der Grundlage idealer Gaseigenschaften und der für diese Richtlinie relevanten Kraftstoffe angegeben sind.

a) *für das Rohabgas:*

$$m_{gas} = u_{gas} \times \sum_{i=1}^{i=n} c_{gas,i} \times q_{mew,i} \times \frac{1}{f}$$

Hierbei sind:

u_{gas} = Verhältnis von Dichte des jeweiligen Abgasbestandteils und Dichte des Abgases laut Tabelle 6

$c_{gas,i}$ = momentane Konzentration des jeweiligen Abgasbestandteils, gemessen im verdünnten Abgas, ppm

$q_{mew,i}$ = momentaner Massendurchsatz des Abgases, kg/s

f = Datenabtastfrequenz, Hz

n = Zahl der Messungen

b) *für das verdünnte Abgas ohne Durchflussmengen-Kompensation:*

$$m_{gas} = u_{gas} \times c_{gas} \times m_{ed}$$

Hierbei sind:

u_{gas} = Verhältnis von Dichte des jeweiligen Abgasbestandteils und Dichte der Luft laut Tabelle 6

c_{gas} = durchschnittliche hintergrundkorrigierte Konzentration des jeweiligen Bestandteils, ppm

m_{ed} = Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den Zyklus, kg

c) *für das verdünnte Abgas mit Durchflussmengen-Kompensation:*

$$m_{gas} = \left[u_{gas} \times \sum_{i=1}^{i=n} \left(c_{e,i} \times q_{mdew,i} \times \frac{1}{f} \right) \right] - \left[\left(m_{ed} \times c_d \times (1 - 1/D) \times u_{gas} \right) \right]$$

Hierbei bedeuten:

$c_{e,i}$ = Konzentration des jeweiligen Bestandteils, gemessen im verdünnten Abgas, ppm

c_d = Konzentration des jeweiligen Bestandteils, gemessen in der Verdünnungsluft, ppm

$q_{mdew,i}$ = momentaner Massendurchsatz des verdünnten Abgases, kg/s

m_{ed} = Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den gesamten Zyklus, kg

u_{gas} = Verhältnis von Dichte des jeweiligen Abgasbestandteils und Dichte der Luft laut Tabelle 6

D = Verdünnungsfaktor (siehe Abschnitt 5.4.1)

▼**M1**

Falls anwendbar, ist die Konzentration von NMHC und CH_4 mit einer der unter Nummer 3.3.4 in Anlage 4 zu diesem Anhang aufgeführten Methoden wie folgt zu berechnen:

a) *GC-Methode (nur Vollstrom-Verdünnungssystem):*

$$c_{NMHC} = c_{HC} - c_{CH4}$$

b) *NMC-Methode:*

$$c_{NMHC} = \frac{c_{HC(w/oCutter)} \times \left(1 - E_M\right) - c_{HC(w/Cutter)}}{E_E - E_M}$$

$$c_{CH_4} = \frac{c_{HC(w/Cutter)} - c_{HC(w/oCutter)} \times \left(1 - E_E\right)}{E_E - E_M}$$

Hierbei bedeuten:

$c_{HC(w/Cutter)}$ = HC-Konzentration, wobei das Probengas durch den NMC geleitet wird

$c_{HC(w/oCutter)}$ = HC-Konzentration, wobei das Probengas am NMC vorbei geleitet wird

5.4.1. *Bestimmung der hintergrundkorrigierten Konzentrationen (nur Vollstrom-Verdünnungssystem)*

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 mithilfe der Beutel-Methode oder durch laufende Messungen mit Integration bestimmt werden. Die nachstehende Formel ist zu verwenden.

$$c = c_e - c_d \times \left(1 - \frac{1}{D}\right)$$

Hierbei bedeuten:

c_e = Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen im verdünnten Abgas, ppm

c_d = Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen in der Verdünnungsluft, ppm

D = Verdünnungsfaktor

Der Verdünnungsfaktor errechnet sich wie folgt:

a) für Selbstzündungsmotoren und mit LPG betriebene Gasmotoren

$$D = \frac{F_s}{c_{CO_2} + \left(c_{HC} + c_{CO}\right) \times 10^{-4}}$$

b) für mit NG betriebene Gasmotoren

$$D = \frac{F_s}{c_{CO_2} + \left(c_{NMHC} + c_{CO}\right) \times 10^{-4}}$$

Hierbei bedeuten:

c_{CO2} = CO_2-Konzentration im verdünnten Abgas, Vol.- %

c_{HC} = HC-Konzentration im verdünnten Abgas, ppm C1

▼M1

c_{NMHC} = NMHC-Konzentration im verdünnten Abgas, ppm C1

c_{CO} = CO-Konzentration im verdünnten Abgas, ppm

F_S = stöchiometrischer Faktor

Auf trockener Basis gemessene Konzentrationen sind gemäß Nummer 5.2 von Anlage 1 zu diesem Anhang in einen feuchten Bezugszustand umzurechnen.

Der stöchiometrische Faktor berechnet sich wie folgt:

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{2} + 3{,}76 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2}\right)}$$

Hierbei gilt:

α, ε sind die Molverhältnisse für einen Kraftstoff des Typs C H_α O_ε.

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

F_S(Diesel) = 13,4

F_S(LPG) = 11,6

F_S(NG) = 9,5

5.5. **Berechnung der spezifischen Emissionen**

Die Emissionen (g/kWh) sind folgendermaßen zu berechnen:

a) alle Bestandteile, außer NO_x:

$$M_{gas} = \frac{m_{gas}}{W_{act}}$$

b) NO_x:

$$M_{gas} = m_{gas} \times \frac{k_h}{W_{act}}$$

Hierbei bedeuten:

W_{act} = tatsächliche Zyklusarbeit gemäß Nummer 3.9.2

5.5.1. Im Fall eines Abgasnachbehandlungssystems mit periodischer Regenerierung sind die Emissionen wie folgt zu wichten:

$$\overline{M_{Gas}} = (n1 \times \overline{M_{Gas,n1}} + n2 \times \overline{M_{Gas,n2}}) / (n1 + n2)$$

Hierbei bedeuten:

n1 = Zahl der ETC-Prüfungen zwischen zwei Regenerierungsphasen

n2 = Zahl der ETC-Prüfungen während einer Regenerierungsphase (mindestens eine ETC-Prüfung)

$M_{gas,n2}$ = Emissionen während einer Regenerierungsphase

$M_{gas,n1}$ = Emissionen nach einer Regenerierungsphase

▼M1

6. BERECHNUNG DER PARTIKELEMISSION (FALLS ANWENDBAR)

6.1. **Datenbewertung**

Der Partikelfilter muss spätestens eine Stunde nach Abschluss der Prüfung in die Wägekammer zurückgebracht werden. Er ist in einer teilweise bedeckten und gegen Verstauben geschützten Petrischale mindestens eine Stunde, aber nicht mehr als 80 Stunden zu konditionieren und danach zu wiegen. Das Bruttogewicht der Filter ist aufzuzeichnen, und das Taragewicht abzuziehen. Die Differenz ist die Partikelmasse m_f. Zur Bewertung der Partikelkonzentration ist die gesamte Probemasse (m_{sep}), die während des Prüfungszyklus durch die Filter geströmt ist, aufzuzeichnen.

Bei Anwendung einer Hintergrundkorrektur sind die Masse (m_d) der durch den Filter geleiteten Verdünnungsluft und die Partikelmasse ($m_{f,d}$) (Md) aufzuzeichnen.

6.2. **Berechnung des Massendurchsatzes**

6.2.1. *Vollstrom-Verdünnungssystem*

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

$$m_{PT} = \frac{m_f}{m_{sep}} \times \frac{m_{ed}}{1000}$$

Hierbei bedeuten:

m_f = über den Zyklus abgeschiedene Partikelprobenahmemasse, mg

m_{sep} = Masse des verdünnten Abgases, das den Partikelsammelfilter durchströmt, kg

m_{ed} = Masse des verdünnten Abgases über den Zyklus, kg

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.

$$m_{sep} = m_{set} - m_{ssd}$$

Hierbei bedeuten:

m_{set} = Masse des durch Partikelfilter geleiteten doppelt verdünnten Abgases, kg

m_{ssd} = Masse der Sekundärverdünnungsluft, kg

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

$$m_{PT} = \left[\frac{m_f}{m_{sep}} - \left(\frac{m_{f,d}}{m_d} \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) \right) \right] \times \frac{m_{ed}}{1000}$$

Hierbei bedeuten:

m_{PT}, m_{sep}, m_{ed} = siehe oben

m_d = Masse der Primärverdünnungsluft, Probenahme mittels Probenentnehmer für Hintergrundpartikel, kg

$m_{f,d}$ = abgeschiedene Hintergrundpartikelmasse der Primärverdünnungsluft, mg

D = Verdünnungsfaktor gemäß Nummer 5.4.1

▼M1

6.2.2. *Teilstrom-Verdünnungssystem*

Die Partikelmasse (g/Prüfung) ist mit einer der folgenden Methoden zu berechnen:

a)

$$m_{PT} = \frac{m_f}{m_{sep}} \times \frac{m_{edf}}{1000}$$

Hierbei bedeuten:

m_f = über den Zyklus abgeschiedene Partikelprobenahmemasse, mg

m_{sep} = Masse des verdünnten Abgases, das die Partikelsammelfilter durch-strömt, kg

m_{edf} = Masse des äquivalenten verdünnten Abgases über den gesamten Zyklus, kg

Die äquivalente Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den Zyklus ist wie folgt zu ermitteln:

$$m_{edf} = \sum_{i=1}^{i=n} q_{medf,i} \times \frac{1}{f}$$

$$q_{medf,i} = q_{mew,i} \times r_{d,i}$$

$$r_{d,i} = \frac{q_{mdew,,i}}{\left(q_{mdew,,i} - q_{mdw,,i}\right)}$$

Hierbei bedeuten:

$q_{medf,i}$ = momentaner äquivalenter Massendurchsatz des verdünnten Abgases, kg/s

$q_{mew,i}$ = momentaner Massendurchsatz des Abgases, kg/s

$r_{d,i}$ = momentanes Verdünnungsverhältnis

$q_{mdew,i}$ = momentaner Massendurchsatz des verdünnten Abgases durch den Verdünnungstunnel, kg/s

$q_{mdw,i}$ = momentaner Massendurchsatz der Verdünnungsluft, kg/s

f = Datenabtastfrequenz, Hz

n = Zahl der Messungen

b)

$$m_{PT} = \frac{m_f}{r_s \times 1000}$$

Hierbei bedeuten:

m_f = über den Zyklus abgeschiedene Partikelprobenahmemasse, mg

r_s = durchschnittliches Probeverhältnis über den Prüfungszyklus

Hierbei bedeuten:

$$r_s = \frac{m_{se}}{m_{ew}} \times \frac{m_{sep}}{m_{sed}}$$

▼**M1**

Hierbei bedeuten:

m_{se} = Probenmasse der Abgasproben über den Zyklus, kg

m_{ew} = Gesamtmasse des Abgasdurchsatzes über den Zyklus, kg

m_{sep} = Masse des verdünnten Abgases, das die Partikelsammelfilter durchströmt, kg

m_{sed} = Masse des verdünnten Abgases, das den Verdünnungstunnel durchströmt, kg

Hinweis: Im Fall eines Systems mit Vollstromprobenahme sind m_{sep} und M_{sed} identisch.

6.3. **Berechnung der spezifischen Emission**

Die Partikelemission (g/kWh) ist folgendermaßen zu berechnen:

$$M_{PT} = \frac{m_{PT}}{W_{act}}$$

Hierbei bedeutet:

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

6.3.1. Im Fall eines Nachbehandlungssystems mit periodischer Regenerierung sind die Emissionen wie folgt zu wichten:

$$\overline{PT} = (n1 \times \overline{PT_{n1}} + n2 \times \overline{PT_{n2}}) / (n1 + n2)$$

Hierbei bedeuten:

n1 = Zahl der ETC-Prüfungen zwischen zwei Regenerierungsphasen

n2 = Zahl der ETC-Prüfungen während einer Regenerierungsphase (mindestens eine ETC-Prüfung)

$\overline{PT_{n2}}$ = Emissionen während einer Regenerierungsphase

$\overline{PT_{n1}}$ = Emissionen außerhalb einer Regenerierungsphase

▼B

Anlage 3

ETC-ABLAUFPLAN FÜR DEN MOTORLEISTUNGSPRÜFSTAND

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0
11	0	0
12	0	0
13	0	0
14	0	0
15	0	0
16	0,1	1,5
17	23,1	21,5
18	12,6	28,5
19	21,8	71
20	19,7	76,8
21	54,6	80,9
22	71,3	4,9
23	55,9	18,1
24	72	85,4
25	86,7	61,8
26	51,7	0
27	53,4	48,9
28	34,2	87,6
29	45,5	92,7
30	54,6	99,5
31	64,5	96,8
32	71,7	85,4
33	79,4	54,8
34	89,7	99,4
35	57,4	0
36	59,7	30,6
37	90,1	„m“
38	82,9	„m“
39	51,3	„m“
40	28,5	„m“
41	29,3	„m“
42	26,7	„m“
43	20,4	„m“
44	14,1	0
45	6,5	0
46	0	0
47	0	0
48	0	0
49	0	0
50	0	0
51	0	0
52	0	0
53	0	0
54	0	0
55	0	0
56	0	0
57	0	0

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
58	0	0
59	0	0
60	0	0
61	0	0
62	25,5	11,1
63	28,5	20,9
64	32	73,9
65	4	82,3
66	34,5	80,4
67	64,1	86
68	58	0
69	50,3	83,4
70	66,4	99,1
71	81,4	99,6
72	88,7	73,4
73	52,5	0
74	46,4	58,5
75	48,6	90,9
76	55,2	99,4
77	62,3	99
78	68,4	91,5
79	74,5	73,7
80	38	0
81	41,8	89,6
82	47,1	99,2
83	52,5	99,8
84	56,9	80,8
85	58,3	11,8
86	56,2	„m“
87	52	„m“
88	43,3	„m“
89	36,1	„m“
90	27,6	„m“
91	21,1	„m“
92	8	0
93	0	0
94	0	0
95	0	0
96	0	0
97	0	0
98	0	0
99	0	0
100	0	0
101	0	0
102	0	0
103	0	0
104	0	0
105	0	0
106	0	0
107	0	0
108	11,6	14,8
109	0	0
110	27,2	74,8
111	17	76,9
112	36	78
113	59,7	86
114	80,8	17,9
115	49,7	0
116	65,6	86
117	78,6	72,2
118	64,9	„m“

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
119	44,3	„m“
120	51,4	83,4
121	58,1	97
122	69,3	99,3
123	72	20,8
124	72,1	„m“
125	65,3	„m“
126	64	„m“
127	59,7	„m“
128	52,8	„m“
129	45,9	„m“
130	38,7	„m“
131	32,4	„m“
132	27	„m“
133	21,7	„m“
134	19,1	0,4
135	34,7	14
136	16,4	48,6
137	0	11,2
138	1,2	2,1
139	30,1	19,3
140	30	73,9
141	54,4	74,4
142	77,2	55,6
143	58,1	0
144	45	82,1
145	68,7	98,1
146	85,7	67,2
147	60,2	0
148	59,4	98
149	72,7	99,6
150	79,9	45
151	44,3	0
152	41,5	84,4
153	56,2	98,2
154	65,7	99,1
155	74,4	84,7
156	54,4	0
157	47,9	89,7
158	54,5	99,5
159	62,7	96,8
160	62,3	0
161	46,2	54,2
162	44,3	83,2
163	48,2	13,3
164	51	„m“
165	50	„m“
166	49,2	„m“
167	49,3	„m“
168	49,9	„m“
169	51,6	„m“
170	49,7	„m“
171	48,5	„m“
172	50,3	72,5
173	51,1	84,5
174	54,6	64,8
175	56,6	76,5
176	58	„m“
177	53,6	„m“
178	40,8	„m“
179	32,9	„m“

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
180	26,3	„m“
181	20,9	„m“
182	10	0
183	0	0
184	0	0
185	0	0
186	0	0
187	0	0
188	0	0
189	0	0
190	0	0
191	0	0
192	0	0
193	0	0
194	0	0
195	0	0
196	0	0
197	0	0
198	0	0
199	0	0
200	0	0
201	0	0
202	0	0
203	0	0
204	0	0
205	0	0
206	0	0
207	0	0
208	0	0
209	0	0
210	0	0
211	0	0
212	0	0
213	0	0
214	0	0
215	0	0
216	0	0
217	0	0
218	0	0
219	0	0
220	0	0
221	0	0
222	0	0
223	0	0
224	0	0
225	21,2	62,7
226	30,8	75,1
227	5,9	82,7
228	34,6	80,3
229	59,9	87
230	84,3	86,2
231	68,7	„m“
232	43,6	„m“
233	41,5	85,4
234	49,9	94,3
235	60,8	99
236	70,2	99,4
237	81,1	92,4
238	49,2	0
239	56	86,2
240	56,2	99,3

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
241	61,7	99
242	69,2	99,3
243	74,1	99,8
244	72,4	8,4
245	71,3	0
246	71,2	9,1
247	67,1	„m“
248	65,5	„m“
249	64,4	„m“
250	62,9	25,6
251	62,2	35,6
252	62,9	24,4
253	58,8	„m“
254	56,9	„m“
255	54,5	„m“
256	51,7	17
257	56,2	78,7
258	59,5	94,7
259	65,5	99,1
260	71,2	99,5
261	76,6	99,9
262	79	0
263	52,9	97,5
264	53,1	99,7
265	59	99,1
266	62,2	99
267	65	99,1
268	69	83,1
269	69,9	28,4
270	70,6	12,5
271	68,9	8,4
272	69,8	9,1
273	69,6	7
274	65,7	„m“
275	67,1	„m“
276	66,7	„m“
277	65,6	„m“
278	64,5	„m“
279	62,9	„m“
280	59,3	„m“
281	54,1	„m“
282	51,3	„m“
283	47,9	„m“
284	43,6	„m“
285	39,4	„m“
286	34,7	„m“
287	29,8	„m“
288	20,9	73,4
289	36,9	„m“
290	35,5	„m“
291	20,9	„m“
292	49,7	11,9
293	42,5	„m“
294	32	„m“
295	23,6	„m“
296	19,1	0
297	15,7	73,5
298	25,1	76,8
299	34,5	81,4
300	44,1	87,4
301	52,8	98,6

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
302	63,6	99
303	73,6	99,7
304	62,2	„m“
305	29,2	„m“
306	46,4	22
307	47,3	13,8
308	47,2	12,5
309	47,9	11,5
310	47,8	35,5
311	49,2	83,3
312	52,7	96,4
313	57,4	99,2
314	61,8	99
315	66,4	60,9
316	65,8	„m“
317	59	„m“
318	50,7	„m“
319	41,8	„m“
320	34,7	„m“
321	28,7	„m“
322	25,2	„m“
323	43	24,8
324	38,7	0
325	48,1	31,9
326	40,3	61
327	42,4	52,1
328	46,4	47,7
329	46,9	30,7
330	46,1	23,1
331	45,7	23,2
332	45,5	31,9
333	46,4	73,6
334	51,3	60,7
335	51,3	51,1
336	53,2	46,8
337	53,9	50
338	53,4	52,1
339	53,8	45,7
340	50,6	22,1
341	47,8	26
342	41,6	17,8
343	38,7	29,8
344	35,9	71,6
345	34,6	47,3
346	34,8	80,3
347	35,9	87,2
348	38,8	90,8
349	41,5	94,7
350	47,1	99,2
351	53,1	99,7
352	46,4	0
353	42,5	0,7
354	43,6	58,6
355	47,1	87,5
356	54,1	99,5
357	62,9	99
358	72,6	99,6
359	82,4	99,5
360	88	99,4
361	46,4	0
362	53,4	95,2

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
363	58,4	99,2
364	61,5	99
365	64,8	99
366	68,1	99,2
367	73,4	99,7
368	73,3	29,8
369	73,5	14,6
370	68,3	0
371	45,4	49,9
372	47,2	75,7
373	44,5	9
374	47,8	10,3
375	46,8	15,9
376	46,9	12,7
377	46,8	8,9
378	46,1	6,2
379	46,1	„m“
380	45,5	„m“
381	44,7	„m“
382	43,8	„m“
383	41	„m“
384	41,1	6,4
385	38	6,3
386	35,9	0,3
387	33,5	0
388	53,1	48,9
389	48,3	„m“
390	49,9	„m“
391	48	„m“
392	45,3	„m“
393	41,6	3,1
394	44,3	79
395	44,3	89,5
396	43,4	98,8
397	44,3	98,9
398	43	98,8
399	42,2	98,8
400	42,7	98,8
401	45	99
402	43,6	98,9
403	42,2	98,8
404	44,8	99
405	43,4	98,8
406	45	99
407	42,2	54,3
408	61,2	31,9
409	56,3	72,3
410	59,7	99,1
411	62,3	99
412	67,9	99,2
413	69,5	99,3
414	73,1	99,7
415	77,7	99,8
416	79,7	99,7
417	82,5	99,5
418	85,3	99,4
419	86,6	99,4
420	89,4	99,4
421	62,2	0
422	52,7	96,4
423	50,2	99,8

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
424	49,3	99,6
425	52,2	99,8
426	51,3	100
427	51,3	100
428	51,1	100
429	51,1	100
430	51,8	99,9
431	51,3	100
432	51,1	100
433	51,3	100
434	52,3	99,8
435	52,9	99,7
436	53,8	99,6
437	51,7	99,9
438	53,5	99,6
439	52	99,8
440	51,7	99,9
441	53,2	99,7
442	54,2	99,5
443	55,2	99,4
444	53,8	99,6
445	53,1	99,7
446	55	99,4
447	57	99,2
448	61,5	99
449	59,4	5,7
450	59	0
451	57,3	59,8
452	64,1	99
453	70,9	90,5
454	58	0
455	41,5	59,8
456	44,1	92,6
457	46,8	99,2
458	47,2	99,3
459	51	100
460	53,2	99,7
461	53,1	99,7
462	55,9	53,1
463	53,9	13,9
464	52,5	„m“
465	51,7	„m“
466	51,5	52,2
467	52,8	80
468	54,9	95
469	57,3	99,2
470	60,7	99,1
471	62,4	„m“
472	60,1	„m“
473	53,2	„m“
474	44	„m“
475	35,2	„m“
476	30,5	„m“
477	26,5	„m“
478	22,5	„m“
479	20,4	„m“
480	19,1	„m“
481	19,1	„m“
482	13,4	„m“
483	6,7	„m“
484	3,2	„m“

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
485	14,3	63,8
486	34,1	0
487	23,9	75,7
488	31,7	79,2
489	32,1	19,4
490	35,9	5,8
491	36,6	0,8
492	38,7	„m“
493	38,4	„m“
494	39,4	„m“
495	39,7	„m“
496	40,5	„m“
497	40,8	„m“
498	39,7	„m“
499	39,2	„m“
500	38,7	„m“
501	32,7	„m“
502	30,1	„m“
503	21,9	„m“
504	12,8	0
505	0	0
506	0	0
507	0	0
508	0	0
509	0	0
510	0	0
511	0	0
512	0	0
513	0	0
514	30,5	25,6
515	19,7	56,9
516	16,3	45,1
517	27,2	4,6
518	21,7	1,3
519	29,7	28,6
520	36,6	73,7
521	61,3	59,5
522	40,8	0
523	36,6	27,8
524	39,4	80,4
525	51,3	88,9
526	58,5	11,1
527	60,7	„m“
528	54,5	„m“
529	51,3	„m“
530	45,5	„m“
531	40,8	„m“
532	38,9	„m“
533	36,6	„m“
534	36,1	72,7
535	44,8	78,9
536	51,6	91,1
537	59,1	99,1
538	66	99,1
539	75,1	99,9
540	81	8
541	39,1	0
542	53,8	89,7
543	59,7	99,1
544	64,8	99
545	70,6	96,1

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
546	72,6	19,6
547	72	6,3
548	68,9	0,1
549	67,7	„m“
550	66,8	„m“
551	64,3	16,9
552	64,9	7
553	63,6	12,5
554	63	7,7
555	64,4	38,2
556	63	11,8
557	63,6	0
558	63,3	5
559	60,1	9,1
560	61	8,4
561	59,7	0,9
562	58,7	„m“
563	56	„m“
564	53,9	„m“
565	52,1	„m“
566	49,9	„m“
567	46,4	„m“
568	43,6	„m“
569	40,8	„m“
570	37,5	„m“
571	27,8	„m“
572	17,1	0,6
573	12,2	0,9
574	11,5	1,1
575	8,7	0,5
576	8	0,9
577	5,3	0,2
578	4	0
579	3,9	0
580	0	0
581	0	0
582	0	0
583	0	0
584	0	0
585	0	0
586	0	0
587	8,7	22,8
588	16,2	49,4
589	23,6	56
590	21,1	56,1
591	23,6	56
592	46,2	68,8
593	68,4	61,2
594	58,7	„m“
595	31,6	„m“
596	19,9	8,8
597	32,9	70,2
598	43	79
599	57,4	98,9
600	72,1	73,8
601	53	0
602	48,1	86
603	56,2	99
604	65,4	98,9
605	72,9	99,7
606	67,5	„m“

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
607	39	„m“
608	41,9	38,1
609	44,1	80,4
610	46,8	99,4
611	48,7	99,9
612	50,5	99,7
613	52,5	90,3
614	51	1,8
615	50	„m“
616	49,1	„m“
617	47	„m“
618	43,1	„m“
619	39,2	„m“
620	40,6	0,5
621	41,8	53,4
622	44,4	65,1
623	48,1	67,8
624	53,8	99,2
625	58,6	98,9
626	63,6	98,8
627	68,5	99,2
628	72,2	89,4
629	77,1	0
630	57,8	79,1
631	60,3	98,8
632	61,9	98,8
633	63,8	98,8
634	64,7	98,9
635	65,4	46,5
636	65,7	44,5
637	65,6	3,5
638	49,1	0
639	50,4	73,1
640	50,5	„m“
641	51	„m“
642	49,4	„m“
643	49,2	„m“
644	48,6	„m“
645	47,5	„m“
646	46,5	„m“
647	46	11,3
648	45,6	42,8
649	47,1	83
650	46,2	99,3
651	47,9	99,7
652	49,5	99,9
653	50,6	99,7
654	51	99,6
655	53	99,3
656	54,9	99,1
657	55,7	99
658	56	99
659	56,1	9,3
660	55,6	„m“
661	55,4	„m“
662	54,9	51,3
663	54,9	59,8
664	54	39,3
665	53,8	„m“
666	52	„m“
667	50,4	„m“

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
668	50,6	0
669	49,3	41,7
670	50	73,2
671	50,4	99,7
672	51,9	99,5
673	53,6	99,3
674	54,6	99,1
675	56	99
676	55,8	99
677	58,4	98,9
678	59,9	98,8
679	60,9	98,8
680	63	98,8
681	64,3	98,9
682	64,8	64
683	65,9	46,5
684	66,2	28,7
685	65,2	1,8
686	65	6,8
687	63,6	53,6
688	62,4	82,5
689	61,8	98,8
690	59,8	98,8
691	59,2	98,8
692	59,7	98,8
693	61,2	98,8
694	62,2	49,4
695	62,8	37,2
696	63,5	46,3
697	64,7	72,3
698	64,7	72,3
699	65,4	77,4
700	66,1	69,3
701	64,3	„m“
702	64,3	„m“
703	63	„m“
704	62,2	„m“
705	61,6	„m“
706	62,4	„m“
707	62,2	„m“
708	61	„m“
709	58,7	„m“
710	55,5	„m“
711	51,7	„m“
712	49,2	„m“
713	48,8	40,4
714	47,9	„m“
715	46,2	„m“
716	45,6	9,8
717	45,6	34,5
718	45,5	37,1
719	43,8	„m“
720	41,9	„m“
721	41,3	„m“
722	41,4	„m“
723	41,2	„m“
724	41,8	„m“
725	41,8	„m“
726	43,2	17,4
727	45	29
728	44,2	„m“

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
729	43,9	„m“
730	38	10,7
731	56,8	„m“
732	57,1	„m“
733	52	„m“
734	44,4	„m“
735	40,2	„m“
736	39,2	16,5
737	38,9	73,2
738	39,9	89,8
739	42,3	98,6
740	43,7	98,8
741	45,5	99,1
742	45,6	99,2
743	48,1	99,7
744	49	100
745	49,8	99,9
746	49,8	99,9
747	51,9	99,5
748	52,3	99,4
749	53,3	99,3
750	52,9	99,3
751	54,3	99,2
752	55,5	99,1
753	56,7	99
754	61,7	98,8
755	64,3	47,4
756	64,7	1,8
757	66,2	„m“
758	49,1	„m“
759	52,1	46
760	52,6	61
761	52,9	0
762	52,3	20,4
763	54,2	56,7
764	55,4	59,8
765	56,1	49,2
766	56,8	33,7
767	57,2	96
768	58,6	98,9
769	59,5	98,8
770	61,2	98,8
771	62,1	98,8
772	62,7	98,8
773	62,8	98,8
774	64	98,9
775	63,2	46,3
776	62,4	„m“
777	60,3	„m“
778	58,7	„m“
779	57,2	„m“
780	56,1	„m“
781	56	9,3
782	55,2	26,3
783	54,8	42,8
784	55,7	47,1
785	56,6	52,4
786	58	50,3
787	58,6	20,6
788	58,7	„m“
789	59,3	„m“

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
790	58,6	„m“
791	60,5	9,7
792	59,2	9,6
793	59,9	9,6
794	59,6	9,6
795	59,9	6,2
796	59,9	9,6
797	60,5	13,1
798	60,3	20,7
799	59,9	31
800	60,5	42
801	61,5	52,5
802	60,9	51,4
803	61,2	57,7
804	62,8	98,8
805	63,4	96,1
806	64,6	45,4
807	64,1	5
808	63	3,2
809	62,7	14,9
810	63,5	35,8
811	64,1	73,3
812	64,3	37,4
813	64,1	21
814	63,7	21
815	62,9	18
816	62,4	32,7
817	61,7	46,2
818	59,8	45,1
819	57,4	43,9
820	54,8	42,8
821	54,3	65,2
822	52,9	62,1
823	52,4	30,6
824	50,4	„m“
825	48,6	„m“
826	47,9	„m“
827	46,8	„m“
828	46,9	9,4
829	49,5	41,7
830	50,5	37,8
831	52,3	20,4
832	54,1	30,7
833	56,3	41,8
834	58,7	26,5
835	57,3	„m“
836	59	„m“
837	59,8	„m“
838	60,3	„m“
839	61,2	„m“
840	61,8	„m“
841	62,5	„m“
842	62,4	„m“
843	61,5	„m“
844	63,7	„m“
845	61,9	„m“
846	61,6	29,7

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
847	60,3	„m“
848	59,2	„m“
849	57,3	„m“
850	52,3	„m“
851	49,3	„m“
852	47,3	„m“
853	46,3	38,8
854	46,8	35,1
855	46,6	„m“
856	44,3	„m“
857	43,1	„m“
858	42,4	2,1
859	41,8	2,4
860	43,8	68,8
861	44,6	89,2
862	46	99,2
863	46,9	99,4
864	47,9	99,7
865	50,2	99,8
866	51,2	99,6
867	52,3	99,4
868	53	99,3
869	54,2	99,2
870	55,5	99,1
871	56,7	99
872	57,3	98,9
873	58	98,9
874	60,5	31,1
875	60,2	„m“
876	60,3	„m“
877	60,5	6,3
878	61,4	19,3
879	60,3	1,2
880	60,5	2,9
881	61,2	34,1
882	61,6	13,2
883	61,5	16,4
884	61,2	16,4
885	61,3	„m“
886	63,1	„m“
887	63,2	4,8
888	62,3	22,3
889	62	38,5
890	61,6	29,6
891	61,6	26,6
892	61,8	28,1
893	62	29,6
894	62	16,3
895	61,1	„m“
896	61,2	„m“
897	60,7	19,2
898	60,7	32,5
899	60,9	17,8
900	60,1	19,2
901	59,3	38,2
902	59,9	45
903	59,4	32,4
904	59,2	23,5
905	59,5	40,8
906	58,3	„m“
907	58,2	„m“

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
908	57,6	„m“
909	57,1	„m“
910	57	0,6
911	57	26,3
912	56,5	29,2
913	56,3	20,5
914	56,1	„m“
915	55,2	„m“
916	54,7	17,5
917	55,2	29,2
918	55,2	29,2
919	55,9	16
920	55,9	26,3
921	56,1	36,5
922	55,8	19
923	55,9	9,2
924	55,8	21,9
925	56,4	42,8
926	56,4	38
927	56,4	11
928	56,4	35,1
929	54	7,3
930	53,4	5,4
931	52,3	27,6
932	52,1	32
933	52,3	33,4
934	52,2	34,9
935	52,8	60,1
936	53,7	69,7
937	54	70,7
938	55,1	71,7
939	55,2	46
940	54,7	12,6
941	52,5	0
942	51,8	24,7
943	51,4	43,9
944	50,9	71,1
945	51,2	76,8
946	50,3	87,5
947	50,2	99,8
948	50,9	100
949	49,9	99,7
950	50,9	100
951	49,8	99,7
952	50,4	99,8
953	50,4	99,8
954	49,7	99,7
955	51	100
956	50,3	99,8
957	50,2	99,8
958	49,9	99,7
959	50,9	100
960	50	99,7
961	50,2	99,8
962	50,2	99,8
963	49,9	99,7
964	50,4	99,8

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
965	50,2	99,8
966	50,3	99,8
967	49,9	99,7
968	51,1	100
969	50,6	99,9
970	49,9	99,7
971	49,6	99,6
972	49,4	99,6
973	49	99,5
974	49,8	99,7
975	50,9	100
976	50,4	99,8
977	49,8	99,7
978	49,1	99,5
979	50,4	99,8
980	49,8	99,7
981	49,3	99,5
982	49,1	99,5
983	49,9	99,7
984	49,1	99,5
985	50,4	99,8
986	50,9	100
987	51,4	99,9
988	51,5	99,9
989	52,2	99,7
990	52,8	74,1
991	53,3	46
992	53,6	36,4
993	53,4	33,5
994	53,9	58,9
995	55,2	73,8
996	55,8	52,4
997	55,7	9,2
998	55,8	2,2
999	56,4	33,6
1000	55,4	„m“
1001	55,2	„m“
1002	55,8	26,3
1003	55,8	23,3
1004	56,4	50,2
1005	57,6	68,3
1006	58,8	90,2
1007	59,9	98,9
1008	62,3	98,8
1009	63,1	74,4
1010	63,7	49,4
1011	63,3	9,8
1012	48	0
1013	47,9	73,5
1014	49,9	99,7
1015	49,9	48,8
1016	49,6	2,3
1017	49,9	„m“
1018	49,3	„m“
1019	49,7	47,5
1020	49,1	„m“
1021	49,4	„m“
1022	48,3	„m“
1023	49,4	„m“
1024	48,5	„m“
1025	48,7	„m“

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
1026	48,7	„m“
1027	49,1	„m“
1028	49	„m“
1029	49,8	„m“
1030	48,7	„m“
1031	48,5	„m“
1032	49,3	31,3
1033	49,7	45,3
1034	48,3	44,5
1035	49,8	61
1036	49,4	64,3
1037	49,8	64,4
1038	50,5	65,6
1039	50,3	64,5
1040	51,2	82,9
1041	50,5	86
1042	50,6	89
1043	50,4	81,4
1044	49,9	49,9
1045	49,1	20,1
1046	47,9	24
1047	48,1	36,2
1048	47,5	34,5
1049	46,9	30,3
1050	47,7	53,5
1051	46,9	61,6
1052	46,5	73,6
1053	48	84,6
1054	47,2	87,7
1055	48,7	80
1056	48,7	50,4
1057	47,8	38,6
1058	48,8	63,1
1059	47,4	5
1060	47,3	47,4
1061	47,3	49,8
1062	46,9	23,9
1063	46,7	44,6
1064	46,8	65,2
1065	46,9	60,4
1066	46,7	61,5
1067	45,5	„m“
1068	45,5	„m“
1069	44,2	„m“
1070	43	„m“
1071	42,5	„m“
1072	41	„m“
1073	39,9	„m“
1074	39,9	38,2
1075	40,1	48,1
1076	39,9	48
1077	39,4	59,3
1078	43,8	19,8
1079	52,9	0
1080	52,8	88,9
1081	53,4	99,5
1082	54,7	99,3

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
1083	56,3	99,1
1084	57,5	99
1085	59	98,9
1086	59,8	98,9
1087	60,1	98,9
1088	61,8	48,3
1089	61,8	55,6
1090	61,7	59,8
1091	62	55,6
1092	62,3	29,6
1093	62	19,3
1094	61,3	7,9
1095	61,1	19,2
1096	61,2	43
1097	61,1	59,7
1098	61,1	98,8
1099	61,3	98,8
1100	61,3	26,6
1101	60,4	„m“
1102	58,8	„m“
1103	57,7	„m“
1104	56	„m“
1105	54,7	„m“
1106	53,3	„m“
1107	52,6	23,2
1108	53,4	84,2
1109	53,9	99,4
1110	54,9	99,3
1111	55,8	99,2
1112	57,1	99
1113	56,5	99,1
1114	58,9	98,9
1115	58,7	98,9
1116	59,8	98,9
1117	61	98,8
1118	60,7	19,2
1119	59,4	„m“
1120	57,9	„m“
1121	57,6	„m“
1122	56,3	„m“
1123	55	„m“
1124	53,7	„m“
1125	52,1	„m“
1126	51,1	„m“
1127	49,7	25,8
1128	49,1	46,1
1129	48,7	46,9
1130	48,2	46,7
1131	48	70
1132	48	70
1133	47,2	67,6
1134	47,3	67,6
1135	46,6	74,7
1136	47,4	13
1137	46,3	„m“
1138	45,4	„m“
1139	45,5	24,8
1140	44,8	73,8
1141	46,6	99
1142	46,3	98,9
1143	48,5	99,4

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
1144	49,9	99,7
1145	49,1	99,5
1146	49,1	99,5
1147	51	100
1148	51,5	99,9
1149	50,9	100
1150	51,6	99,9
1151	52,1	99,7
1152	50,9	100
1153	52,2	99,7
1154	51,5	98,3
1155	51,5	47,2
1156	50,8	78,4
1157	50,3	83
1158	50,3	31,7
1159	49,3	31,3
1160	48,8	21,5
1161	47,8	59,4
1162	48,1	77,1
1163	48,4	87,6
1164	49,6	87,5
1165	51	81,4
1166	51,6	66,7
1167	53,3	63,2
1168	55,2	62
1169	55,7	43,9
1170	56,4	30,7
1171	56,8	23,4
1172	57	„m“
1173	57,6	„m“
1174	56,9	„m“
1175	56,4	4
1176	57	23,4
1177	56,4	41,7
1178	57	49,2
1179	57,7	56,6
1180	58,6	56,6
1181	58,9	64
1182	59,4	68,2
1183	58,8	71,4
1184	60,1	71,3
1185	60,6	79,1
1186	60,7	83,3
1187	60,7	77,1
1188	60	73,5
1189	60,2	55,5
1190	59,7	54,4
1191	59,8	73,3
1192	59,8	77,9
1193	59,8	73,9
1194	60	76,5
1195	59,5	82,3
1196	59,9	82,8
1197	59,8	65,8
1198	59	48,6
1199	58,9	62,2
1200	59,1	70,4

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
1201	58,9	62,1
1202	58,4	67,4
1203	58,7	58,9
1204	58,3	57,7
1205	57,5	57,8
1206	57,2	57,6
1207	57,1	42,6
1208	57	70,1
1209	56,4	59,6
1210	56,7	39
1211	55,9	68,1
1212	56,3	79,1
1213	56,7	89,7
1214	56	89,4
1215	56	93,1
1216	56,4	93,1
1217	56,7	94,4
1218	56,9	94,8
1219	57	94,1
1220	57,7	94,3
1221	57,5	93,7
1222	58,4	93,2
1223	58,7	93,2
1224	58,2	93,7
1225	58,5	93,1
1226	58,8	86,2
1227	59	72,9
1228	58,2	59,9
1229	57,6	8,5
1230	57,1	47,6
1231	57,2	74,4
1232	57	79,1
1233	56,7	67,2
1234	56,8	69,1
1235	56,9	71,3
1236	57	77,3
1237	57,4	78,2
1238	57,3	70,6
1239	57,7	64
1240	57,5	55,6
1241	58,6	49,6
1242	58,2	41,1
1243	58,8	40,6
1244	58,3	21,1
1245	58,7	24,9
1246	59,1	24,8
1247	58,6	„m“
1248	58,8	„m“
1249	58,8	„m“
1250	58,7	„m“
1251	59,1	„m“
1252	59,1	„m“
1253	59,4	„m“
1254	60,6	2,6
1255	59,6	„m“
1256	60,1	„m“
1257	60,6	„m“
1258	59,6	4,1
1259	60,7	7,1
1260	60,5	„m“
1261	59,7	„m“

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
1262	59,6	„m“
1263	59,8	„m“
1264	59,6	4,9
1265	60,1	5,9
1266	59,9	6,1
1267	59,7	„m“
1268	59,6	„m“
1269	59,7	22
1270	59,8	10,3
1271	59,9	10
1272	60,6	6,2
1273	60,5	7,3
1274	60,2	14,8
1275	60,6	8,2
1276	60,6	5,5
1277	61	14,3
1278	61	12
1279	61,3	34,2
1280	61,2	17,1
1281	61,5	15,7
1282	61	9,5
1283	61,1	9,2
1284	60,5	4,3
1285	60,2	7,8
1286	60,2	5,9
1287	60,2	5,3
1288	59,9	4,6
1289	59,4	21,5
1290	59,6	15,8
1291	59,3	10,1
1292	58,9	9,4
1293	58,8	9
1294	58,9	35,4
1295	58,9	30,7
1296	58,9	25,9
1297	58,7	22,9
1298	58,7	24,4
1299	59,3	61
1300	60,1	56
1301	60,5	50,6
1302	59,5	16,2
1303	59,7	50
1304	59,7	31,4
1305	60,1	43,1
1306	60,8	38,4
1307	60,9	40,2
1308	61,3	49,7
1309	61,8	45,9
1310	62	45,9
1311	62,2	45,8
1312	62,6	46,8
1313	62,7	44,3
1314	62,9	44,4
1315	63,1	43,7
1316	63,5	46,1
1317	63,6	40,7
1318	64,3	49,5
1319	63,7	27
1320	63,8	15
1321	63,6	18,7
1322	63,4	8,4

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
1323	63,2	8,7
1324	63,3	21,6
1325	62,9	19,7
1326	63	22,1
1327	63,1	20,3
1328	61,8	19,1
1329	61,6	17,1
1330	61	0
1331	61,2	22
1332	60,8	40,3
1333	61,1	34,3
1334	60,7	16,1
1335	60,6	16,6
1336	60,5	18,5
1337	60,6	29,8
1338	60,9	19,5
1339	60,9	22,3
1340	61,4	35,8
1341	61,3	42,9
1342	61,5	31
1343	61,3	19,2
1344	61	9,3
1345	60,8	44,2
1346	60,9	55,3
1347	61,2	56
1348	60,9	60,1
1349	60,7	59,1
1350	60,9	56,8
1351	60,7	58,1
1352	59,6	78,4
1353	59,6	84,6
1354	59,4	66,6
1355	59,3	75,5
1356	58,9	49,6
1357	59,1	75,8
1358	59	77,6
1359	59	67,8
1360	59	56,7
1361	58,8	54,2
1362	58,9	59,6
1363	58,9	60,8
1364	59,3	56,1
1365	58,9	48,5
1366	59,3	42,9
1367	59,4	41,4
1368	59,6	38,9
1369	59,4	32,9
1370	59,3	30,6
1371	59,4	30
1372	59,4	25,3
1373	58,8	18,6
1374	59,1	18
1375	58,5	10,6
1376	58,8	10,5
1377	58,5	8,2
1378	58,7	13,7
1379	59,1	7,8
1380	59,1	6
1381	59,1	6
1382	59,4	13,1
1383	59,7	22,3

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
1384	60,7	10,5
1385	59,8	9,8
1386	60,2	8,8
1387	59,9	8,7
1388	61	9,1
1389	60,6	28,2
1390	60,6	22
1391	59,6	23,2
1392	59,6	19
1393	60,6	38,4
1394	59,8	41,6
1395	60	47,3
1396	60,5	55,4
1397	60,9	58,7
1398	61,3	37,9
1399	61,2	38,3
1400	61,4	58,7
1401	61,3	51,3
1402	61,4	71,1
1403	61,1	51
1404	61,5	56,6
1405	61	60,6
1406	61,1	75,4
1407	61,4	69,4
1408	61,6	69,9
1409	61,7	59,6
1410	61,8	54,8
1411	61,6	53,6
1412	61,3	53,5
1413	61,3	52,9
1414	61,2	54,1
1415	61,3	53,2
1416	61,2	52,2
1417	61,2	52,3
1418	61	48
1419	60,9	41,5
1420	61	32,2
1421	60,7	22
1422	60,7	23,3
1423	60,8	38,8
1424	61	40,7
1425	61	30,6
1426	61,3	62,6
1427	61,7	55,9
1428	62,3	43,4
1429	62,3	37,4
1430	62,3	35,7
1431	62,8	34,4
1432	62,8	31,5
1433	62,9	31,7
1434	62,9	29,9
1435	62,8	29,4
1436	62,7	28,7
1437	61,5	14,7
1438	61,9	17,2
1439	61,5	6,1
1440	61	9,9
1441	60,9	4,8
1442	60,6	11,1
1443	60,3	6,9
1444	60,8	7

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
1445	60,2	9,2
1446	60,5	21,7
1447	60,2	22,4
1448	60,7	31,6
1449	60,9	28,9
1450	59,6	21,7
1451	60,2	18
1452	59,5	16,7
1453	59,8	15,7
1454	59,6	15,7
1455	59,3	15,7
1456	59	7,5
1457	58,8	7,1
1458	58,7	16,5
1459	59,2	50,7
1460	59,7	60,2
1461	60,4	44
1462	60,2	35,3
1463	60,4	17,1
1464	59,9	13,5
1465	59,9	12,8
1466	59,6	14,8
1467	59,4	15,9
1468	59,4	22
1469	60,4	38,4
1470	59,5	38,8
1471	59,3	31,9
1472	60,9	40,8
1473	60,7	39
1474	60,9	30,1
1475	61	29,3
1476	60,6	28,4
1477	60,9	36,3
1478	60,8	30,5
1479	60,7	26,7
1480	60,1	4,7
1481	59,9	0
1482	60,4	36,2
1483	60,7	32,5
1484	59,9	3,1
1485	59,7	„m“
1486	59,5	„m“
1487	59,2	„m“
1488	58,8	0,6
1489	58,7	„m“
1490	58,7	„m“
1491	57,9	„m“
1492	58,2	„m“
1493	57,6	„m“
1494	58,3	9,5
1495	57,2	6
1496	57,4	27,3
1497	58,3	59,9
1498	58,3	7,3
1499	58,8	21,7
1500	58,8	38,9
1501	59,4	26,2
1502	59,1	25,5
1503	59,1	26
1504	59	39,1
1505	59,5	52,3

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
1506	59,4	31
1507	59,4	27
1508	59,4	29,8
1509	59,4	23,1
1510	58,9	16
1511	59	31,5
1512	58,8	25,9
1513	58,9	40,2
1514	58,8	28,4
1515	58,9	38,9
1516	59,1	35,3
1517	58,8	30,3
1518	59	19
1519	58,7	3
1520	57,9	0
1521	58	2,4
1522	57,1	„m“
1523	56,7	„m“
1524	56,7	5,3
1525	56,6	2,1
1526	56,8	„m“
1527	56,3	„m“
1528	56,3	„m“
1529	56	„m“
1530	56,7	„m“
1531	56,6	3,8
1532	56,9	„m“
1533	56,9	„m“
1534	57,4	„m“
1535	57,4	„m“
1536	58,3	13,9
1537	58,5	„m“
1538	59,1	„m“
1539	59,4	„m“
1540	59,6	„m“
1541	59,5	„m“
1542	59,6	0,5
1543	59,3	9,2
1544	59,4	11,2
1545	59,1	26,8
1546	59	11,7
1547	58,8	6,4
1548	58,7	5
1549	57,5	„m“
1550	57,4	„m“
1551	57,1	1,1
1552	57,1	0
1553	57	4,5
1554	57,1	3,7
1555	57,3	3,3
1556	57,3	16,8
1557	58,2	29,3
1558	58,7	12,5
1559	58,3	12,2
1560	58,6	12,7
1561	59	13,6
1562	59,8	21,9
1563	59,3	20,9
1564	59,7	19,2
1565	60,1	15,9
1566	60,7	16,7

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
1567	60,7	18,1
1568	60,7	40,6
1569	60,7	59,7
1570	61,1	66,8
1571	61,1	58,8
1572	60,8	64,7
1573	60,1	63,6
1574	60,7	83,2
1575	60,4	82,2
1576	60	80,5
1577	59,9	78,7
1578	60,8	67,9
1579	60,4	57,7
1580	60,2	60,6
1581	59,6	72,7
1582	59,9	73,6
1583	59,8	74,1
1584	59,6	84,6
1585	59,4	76,1
1586	60,1	76,9
1587	59,5	84,6
1588	59,8	77,5
1589	60,6	67,9
1590	59,3	47,3
1591	59,3	43,1
1592	59,4	38,3
1593	58,7	38,2
1594	58,8	39,2
1595	59,1	67,9
1596	59,7	60,5
1597	59,5	32,9
1598	59,6	20
1599	59,6	34,4
1600	59,4	23,9
1601	59,6	15,7
1602	59,9	41
1603	60,5	26,3
1604	59,6	14
1605	59,7	21,2
1606	60,9	19,6
1607	60,1	34,3
1608	59,9	27
1609	60,8	25,6
1610	60,6	26,3
1611	60,9	26,1
1612	61,1	38
1613	61,2	31,6
1614	61,4	30,6
1615	61,7	29,6
1616	61,5	28,8
1617	61,7	27,8
1618	62,2	20,3
1619	61,4	19,6
1620	61,8	19,7
1621	61,8	18,7
1622	61,6	17,7
1623	61,7	8,7

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
1624	61,7	1,4
1625	61,7	5,9
1626	61,2	8,1
1627	61,9	45,8
1628	61,4	31,5
1629	61,7	22,3
1630	62,4	21,7
1631	62,8	21,9
1632	62,2	22,2
1633	62,5	31
1634	62,3	31,3
1635	62,6	31,7
1636	62,3	22,8
1637	62,7	12,6
1638	62,2	15,2
1639	61,9	32,6
1640	62,5	23,1
1641	61,7	19,4
1642	61,7	10,8
1643	61,6	10,2
1644	61,4	„m“
1645	60,8	„m“
1646	60,7	„m“
1647	61	12,4
1648	60,4	5,3
1649	61	13,1
1650	60,7	29,6
1651	60,5	28,9
1652	60,8	27,1
1653	61,2	27,3
1654	60,9	20,6
1655	61,1	13,9
1656	60,7	13,4
1657	61,3	26,1
1658	60,9	23,7
1659	61,4	32,1
1660	61,7	33,5
1661	61,8	34,1
1662	61,7	17
1663	61,7	2,5
1664	61,5	5,9
1665	61,3	14,9
1666	61,5	17,2
1667	61,1	„m“
1668	61,4	„m“
1669	61,4	8,8
1670	61,3	8,8
1671	61	18
1672	61,5	13
1673	61	3,7
1674	60,9	3,1
1675	60,9	4,7
1676	60,6	4,1
1677	60,6	6,7
1678	60,6	12,8
1679	60,7	11,9
1680	60,6	12,4
1681	60,1	12,4
1682	60,5	12
1683	60,4	11,8
1684	59,9	12,4

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
1685	59,6	12,4
1686	59,6	9,1
1687	59,9	0
1688	59,9	20,4
1689	59,8	4,4
1690	59,4	3,1
1691	59,5	26,3
1692	59,6	20,1
1693	59,4	35
1694	60,9	22,1
1695	60,5	12,2
1696	60,1	11
1697	60,1	8,2
1698	60,5	6,7
1699	60	5,1
1700	60	5,1
1701	60	9
1702	60,1	5,7
1703	59,9	8,5
1704	59,4	6
1705	59,5	5,5
1706	59,5	14,2
1707	59,5	6,2
1708	59,4	10,3
1709	59,6	13,8
1710	59,5	13,9
1711	60,1	18,9
1712	59,4	13,1
1713	59,8	5,4
1714	59,9	2,9
1715	60,1	7,1
1716	59,6	12
1717	59,6	4,9
1718	59,4	22,7
1719	59,6	22
1720	60,1	17,4
1721	60,2	16,6
1722	59,4	28,6
1723	60,3	22,4
1724	59,9	20
1725	60,2	18,6
1726	60,3	11,9
1727	60,4	11,6
1728	60,6	10,6
1729	60,8	16
1730	60,9	17
1731	60,9	16,1
1732	60,7	11,4
1733	60,9	11,3
1734	61,1	11,2
1735	61,1	25,6
1736	61	14,6
1737	61	10,4
1738	60,6	„m“
1739	60,9	„m“
1740	60,8	4,8
1741	59,9	„m“
1742	59,8	„m“
1743	59,1	„m“
1744	58,8	„m“
1745	58,8	„m“

▼B

Zeit s	Normale Drehzahl %	Normales Drehmoment %
1746	58,2	„m“
1747	58,5	14,3
1748	57,5	4,4
1749	57,9	0
1750	57,8	20,9
1751	58,3	9,2
1752	57,8	8,2
1753	57,5	15,3
1754	58,4	38
1755	58,1	15,4
1756	58,8	11,8
1757	58,3	8,1
1758	58,3	5,5
1759	59	4,1
1760	58,2	4,9
1761	57,9	10,1
1762	58,5	7,5
1763	57,4	7
1764	58,2	6,7
1765	58,2	6,6
1766	57,3	17,3
1767	58	11,4
1768	57,5	47,4
1769	57,4	28,8
1770	58,8	24,3
1771	57,7	25,5
1772	58,4	35,5
1773	58,4	29,3
1774	59	33,8
1775	59	18,7
1776	58,8	9,8
1777	58,8	23,9
1778	59,1	48,2
1779	59,4	37,2
1780	59,6	29,1
1781	50	25
1782	40	20
1783	30	15
1784	20	10
1785	10	5
1786	0	0
1787	0	0
1788	0	0
1789	0	0
1790	0	0
1791	0	0
1792	0	0
1793	0	0
1794	0	0
1795	0	0
1796	0	0
1797	0	0
1798	0	0
1799	0	0
1800	0	0

„m“ = Motorantrieb.

▼B

Abbildung 5 zeigt eine grafische Darstellung des ETC-Ablaufplans für den Leistungsprüfstand.

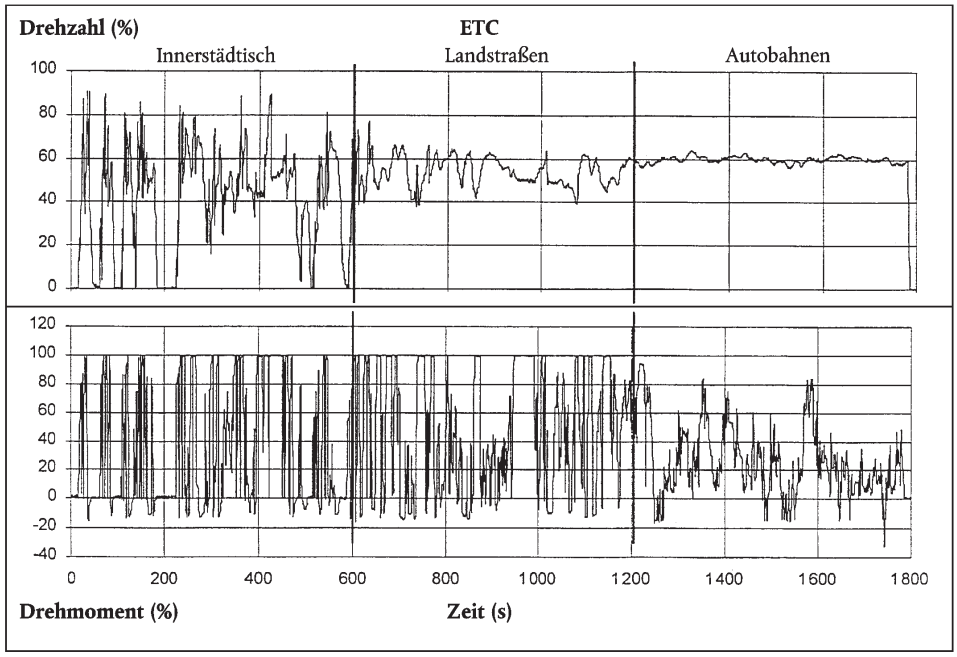


Abbildung 5

ETC-Ablaufplan für den Leistungsprüfstand

▼B

Anlage 4

MESS- UND PROBENAHMEVERFAHREN

▼M1

1. EINFÜHRUNG

Die gasförmigen Schadstoffe, Partikelbestandteile sowie der Rauch, die von dem zur Prüfung vorgeführten Motor emittiert werden, sind mit den in Anhang V beschriebenen Methoden zu messen. Die Beschreibung dieser Methoden in Anhang V umfasst auch eine Darstellung der empfohlenen Analysesysteme für die gasförmigen Emissionen (Abschnitt 1) und der empfohlenen Partikelverdünnungs- und -probenahmesysteme (Abschnitt 2) sowie der empfohlenen Trübungsmesser für die Rauchgasmessung (Abschnitt 3).

Beim ESC sind die gasförmigen Bestandteile im unverdünnten Abgas zu bestimmen. Wahlweise können sie im verdünnten Abgas bestimmt werden, wenn ein Vollstrom-Verdünnungssystem für die Partikelbestimmung verwendet wird. Die Partikel sind entweder mit einem Teilstrom- oder mit einem Vollstrom-Verdünnungssystem zu bestimmen.

Für die ETC-Prüfung können folgende Systeme eingesetzt werden:

— ein CVS-Vollstrom-Verdünnungssystem zur Ermittlung der gasförmigen und der Partikelemissionen (Doppelverdünnungssysteme sind zulässig)

oder

— eine Kombination von Rohabgasmessung für die gasförmigen Emissionen und einem Teilstrom-Verdünnungssystem für die Partikelemissionen

oder

— jede Kombination der beiden Prinzipien (z. B. Rohgasmessung und Vollstrom-Partikelmessung).

▼B

2. MOTORPRÜFSTAND UND AUSSTATTUNG DER PRÜFZELLE

Für die Emissionsprüfungen an Motoren auf Motorprüfständen ist folgende technische Ausstattung zu verwenden.

2.1. **Motorprüfstand**

Es ist ein Motorprüfstand zu verwenden, der entsprechende Eigenschaften aufweist, um die in den Anlagen 1 und 2 zu diesem Anhang beschriebenen Prüfzyklen durchzuführen. Die Anzeigegenauigkeit des Systems zur Messung der Drehzahl muss ± 2 % betragen. Das System zur Messung des Drehmoments muss bei > 20 % des Skalenendwerts eine Anzeigegenauigkeit von ± 3 %, bei ≤ 20 % des Skalenendwerts eine Genauigkeit von ± 0,6 % des Skalenendwerts aufweisen.

▼M1

2.2. **Andere Instrumente**

Die Messinstrumente für Kraftstoffverbrauch, Luftverbrauch, Kühl- und Schmiermitteltemperatur, Abgasgegendruck und Unterdruck im Einlasskrümmer, Abgas-temperatur, Ansauglufttemperatur, atmosphärischen Druck, Luftfeuchtigkeit und Kraftstofftemperatur sind nach Erfordernis zu verwenden. Diese Instrumente müssen den Anforderungen in Tabelle 9 entsprechen:

Tabelle 9

Genauigkeit der Messinstrumente

Messinstrument	Genauigkeit
Kraftstoffverbrauch	± 2 % des Höchstwertes des Motors
Luftverbrauch	± 2 % des Anzeigewerts oder, falls größer, ± 1 % des Höchstwertes des Motors

▼M1

Messinstrument	Genauigkeit
Abgasdurchsatz	± 2,5 % des Anzeigewerts oder, falls größer, ± 1,5 % des Höchstwertes des Motors
Temperaturen ≤ 600 K (327 °C)	± 2 K absolut
Temperaturen ≥ 600 K (327 °C)	± 1 % Anzeigegenauigkeit
Atmosphärischer Druck	± 0,1 kPa absolut
Abgasdruck	± 0,2 kPa absolut
Ansaugunterdruck	± 0,05 kPa absolut
Sonstige Druckwerte	± 0,1 kPa absolut
Relative Luftfeuchtigkeit	± 3 % absolut
Absolute Luftfeuchtigkeit	± 5 % Anzeigegenauigkeit
Verdünnungsluftdurchsatz	± 2 % Anzeigegenauigkeit
Durchsatz des verdünnten Abgases	± 2 % Anzeigegenauigkeit

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 (Nummer 1.6.4 von Anlage 5 dieses Anhangs).

Die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) der Geräte muss so ausgelegt sein, dass zusätzliche Fehler weitestgehend ausgeschlossen sind.

3.1.1. *Genauigkeit*

Das Analysegerät darf vom Nennwert des Kalibrierpunktes um höchstens ± 2 % des Anzeigewertes über den gesamten Messbereich außer null sowie vom vollen Skalenendwert bei null um ± 0,3 %, je nachdem, welcher Wert größer ist, abweichen. Die Genauigkeit ist anhand der unter Nummer 1.6. von Anlage 5 dieses Anhangs aufgeführten Kalibriervorschriften zu bestimmen.

Hinweis: Im Sinne dieser Richtlinie ist Genauigkeit definiert als die Abweichung des Anzeigewertes des Analysegeräts von den mit einem Kalibriergas erzielten Kalibrierungsnennwerten (= tatsächlicher Wert).

3.1.2. *Präzision*

Die Präzision, definiert als das 2,5-Fache der Standardabweichung zehn wiederholter Ansprechreaktionen auf ein bestimmtes Kalibriergas, darf für die verwendeten Messbereiche über 155 ppm (oder ppm C) höchstens ± 1 % der Skalenendkonzentration und für die verwendeten Messbereiche unter 155 ppm (oder ppm C) höchstens ± 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.

▼M1

3.1.4. *Nullpunktdrift*

Der Nullpunktwert wird als mittleres Ansprechen (einschließlich Rauschen) auf ein Nullgas in einem Zeitabschnitt von 30 Sekunden definiert. Die Drift des Nullgasansprechens muss im niedrigsten verwendeten Bereich während eines Zeitraums von einer Stunde weniger als 2 % des Skalenendwerts betragen.

3.1.5. *Messbereichsdrift*

Das Kalibriergasansprechen wird als mittleres Ansprechen (einschließlich Rauschen) auf ein Kalibriergas in einem Zeitabschnitt von 30 Sekunden definiert. Die Drift des Kalibriergasansprechens muss im niedrigsten verwendeten Bereich während eines Zeitraums von einer Stunde weniger als 2 % des Skalenendwerts betragen.

3.1.6. *Anstiegzeit*

Die Anstiegzeit des in der Messanlage angebauten Analysegeräts darf höchstens 3,5 s betragen.

Hinweis: Die Eignung des gesamten Systems für instationäre Prüfungen lässt sich nicht eindeutig definieren, wenn lediglich die Ansprechzeit des Analysegerätes bewertet wird. Volumina, insbesondere Totvolumina im ganzen System, beeinflussen nicht nur die Beförderungszeit von der Sonde zum Analysator, sondern auch die Anstiegzeit. Auch die Beförderungszeiten innerhalb eines Analysators wären als Ansprechzeit des Analysators zu definieren, etwa die Konverter oder Wasserabscheider im Inneren von NO_x-Analysatoren. Die Ermittlung der Gesamtansprechzeit des Systems wird unter Nummer 1.5 in Anlage 5 zu diesem Anhang beschrieben.

3.2. **Gastrocknung**

Das wahlweise zu verwendende Gastrocknungsgerät muss die Konzentration der gemessenen Gase so gering wie möglich beeinflussen. Die Anwendung chemischer Trockner zur Entfernung von Wasser aus der Probe ist nicht zulässig.

3.3. **Analysegeräte**

Die bei der Messung anzuwendenden Grundsätze werden in den Abschnitten 3.3.1 bis 3.3.4 beschrieben. Eine ausführliche Darstellung der Meßsysteme ist in Anhang V enthalten. Die zu messenden Gase sind mit den nachfolgend aufgeführten Geräten zu analysieren. Bei nichtlinearen Analysatoren ist die Verwendung von Linearisierungsschaltkreisen zulässig.

3.3.1. *Kohlenmonoxid-(CO-)Analyse*

Der Kohlenmonoxidanalysator muss ein nicht dispersiver Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) sein.

3.3.2. *Kohlendioxid-(CO_2-)Analyse*

Der Kohlendioxidanalysator muss ein nicht dispersiver Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) sein.

3.3.3. *Kohlenwasserstoff-(HC-)Analyse*

Bei Dieselmotoren muss der Kohlenwasserstoffanalysator ein beheizter Flammenionisationsdetektor (HFID) mit Detektor, Ventilen, Rohrleitungen usw. sein, der so zu beheizen ist, dass die Gastemperatur auf 463 K ± 10 K (190 ± 10 °C) gehalten wird. Bei NG-betriebenen und LPG-betriebenen Gasmotoren kann der Kohlenwasserstoffanalysator in Abhängigkeit von der verwendeten Methode ein nicht beheizter Flammenionisationsdetektor (FID) sein (siehe Anhang V Nummer 1.3).

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

Nichtmethan-Kohlenwasserstoff sollte durch eine der folgenden Methoden bestimmt werden:

3.3.4.1. Gaschromatographische Methode (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.

▼M1

3.3.4.2. Nichtmethan-Cutter-Methode (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.

3.3.5. *Stickoxid-Analyse (NO_x-Analyse)*

Der Stickoxidanalysator muss ein Chemilumineszenzdetektor (CLD) oder beheizter Chemilumineszenzdetektor (HCLD) mit einem NO_2/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 Nummer 1.9.2.2 von Anlage 5 zu diesem Anhang) ist erfüllt.

3.3.6. *Luft-Kraftstoff-Messung*

Als Luft-Kraftstoff-Messgerät zur Bestimmung des Abgasdurchflusses nach Nummer 4.2.5 in Anlage 2 zu diesem Anhang ist eine Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Sonde oder eine Lambda-Sonde des Typs Zirconia, jeweils mit breitem Messbereich, zu verwenden. Die Sonde ist unmittelbar am Auspuffrohr anzubringen, wo die Abgastemperatur noch so hoch ist, dass Wasserkondensation vermieden wird.

Die Präzision der Sonde mit eingebauter Elektronik muss sich in folgendem Bereich bewegen:

± 3 % Anzeigegenauigkeit $\lambda < 2$

± 5 % Anzeigegenauigkeit $2 \leq \lambda < 5$

± 10 % Anzeigegenauigkeit $5 \leq \lambda$

Um die oben angegebene Präzision zu erreichen, ist die Sonde nach Hersteller-angaben zu kalibrieren.

3.4. **Probenahme von gasförmigen Emissionen**

3.4.1. *Unverdünntes Abgas*

Die Probenahmesonden für gasförmige Emissionen sind so anzubringen, 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 entfernt sind und sich so nahe am Motor befinden, dass eine Abgastemperatur von 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 Motoren mit mehreren Zylindern und getrennten Auspuffkrümmern, etwa bei V-Motoren, sollten die Krümmer nach Möglichkeit in Strömungsrichtung vor der Sonde zusammengeführt werden. Wenn dies nicht praktikabel ist, ist es zulässig, die Probe der Gruppe mit den höchsten CO_2-Emissionen zu entnehmen. 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*

Das Auspuffrohr zwischen dem Motor und dem Vollstrom-Verdünnungssystem 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.

Die Probenentnahme kann grundsätzlich auf zwei Arten erfolgen:

— Die Schadstoffproben werden über den gesamten Zyklus hinweg in einen Probenahmebeutel geleitet und nach Abschluss der Prüfung gemessen,

— die Schadstoffproben werden fortlaufend entnommen und über den Zyklus integriert; für HC und NO_x ist dieses Verfahren verbindlich.

▼M1

4. PARTIKELBESTIMMUNG

Die Bestimmung der Partikel erfordert ein Verdünnungssystem. Die Verdünnung kann mit einem Teilstrom-Verdünnungssystem oder mit einem Vollstromsystem mit doppelter Verdünnung erfolgen. Die Durchflussleistung des Verdünnungssystems muss so groß sein, dass die Wasserkondensation im Verdünnungs- und im Probenahmesystem vollständig verhindert wird. Die Temperatur des verdünnten Abgases muss unmittelbar vor dem Filterhalter weniger als 350 K (52 °C) ([1]) betragen. Die Steuerung der Feuchtigkeit der Verdünnungsluft vor Eintritt in das Verdünnungssystem ist zulässig, und insbesondere bei hoher Luftfeuchtigkeit ist es sinnvoll, die Verdünnungsluft zu entfeuchten. Die Temperatur der Verdünnungsluft muss nahe am Einlass zum Verdünnungstunnel mehr als 288 K (15 °C) betragen.

Das Teilstrom-Verdünnungssystem muss so ausgelegt sein, dass es aus dem Abgasstrom des Motors eine proportionale Rohabgasprobe entnimmt und folglich Ausschläge des Abgasdurchsatzes mitvollzieht und diese Probe mit Verdünnungsluft vermischt, sodass am Prüffilter eine Temperatur unter 325 K (52 °C) erreicht wird. Dazu ist es wesentlich, dass das Verdünnungsverhältnis oder das Probeverhältnis r_{dil} oder r_s so bestimmt wird, dass die Genauigkeitsgrenzen nach Anlage 5 Nummer 3.2.1 zu diesem Anhang eingehalten werden. Es können verschiedene Entnahmemethoden verwendet werden, wobei die Art der Entnahme wesentlichen Einfluss auf die zu verwendenden Probenahmegeräte und -verfahren hat (Anhang V Nummer 2.2).

Im Allgemeinen ist die Sonde für die Partikelprobenahme in der Nähe der Sonde für die Entnahme der gasförmigen Emissionen anzubringen, jedoch so weit von dieser entfernt, dass gegenseitige Beeinflussungen nicht auftreten. Die Einbauvorschriften nach Nummer 3.4.1 gelten folglich auch für die Partikelbeprobung. Die Probenahmeleitung muss den Anforderungen von Anhang V Nummer 2 genügen.

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 Motoren mit mehreren Zylindern und getrennten Auspuffkrümmern, etwa bei V-Motoren, sollten die Krümmer nach Möglichkeit in Strömungsrichtung vor der Sonde zusammengeführt werden. Wenn dies nicht praktikabel ist, ist es zulässig, die Probe der Gruppe mit den höchsten Partikelemissionen zu entnehmen. 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.

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 Filter verwendet wird (siehe Nummer 4.1.3). Bei der ESC-Prüfung ist während der Probenahmephase der Prüfung genau auf die Probenahmezeiten und die Durchsätze zu achten.

4.1. **Partikel-Probenahmefilter**

Zur Beprobung des verdünnten Abgases ist ein Filter zu verwenden, der während der Prüffolge die Anforderungen nach 4.1.1 und 4.1.2 erfüllt.

4.1.1. *Spezifikation der Filter*

Es werden fluorkohlenstoffbeschichtete Glasfaserfilter benötigt. Bei allen Filtertypen muss der Abscheidegrad von 0,3 µm-DOP (Dioctylphthalat) bei einer Anström-geschwindigkeit des Gases zwischen 35 und 100 cm/s mindestens 99 % betragen.

4.1.2. *Filtergröße*

Empfohlen werden Partikelfilter mit einem Durchmesser von 47 mm oder 70 mm. Filter mit größerem Durchmesser sind zulässig (Nummer 4.1.4), Filter mit kleinerem Durchmesser sind nicht zulässig.

([1]) Die Kommission überprüft die erforderliche Temperatur vor dem Filterhalter, 350 K (52 °C), und schlägt gegebenenfalls eine andere Temperatur vor, die ab 1. Oktober 2008 für die Genehmigung neuer Typen gilt.

▼M1

4.1.3. *Filteranströmgeschwindigkeit*

Es muss eine Gasanströmgeschwindigkeit durch das Filter von 35 bis 100 cm/s erreicht werden. Die Steigerung des Druckabfalls zwischen Beginn und Ende der Prüfung darf 25 kPa nicht überschreiten.

4.1.4. *Filterbeladung*

Tabelle 10 enthält die erforderlichen Filter-Mindestbeladungen für die gebräuchlichsten Filtergrößen. Bei größeren Filtern beträgt die Mindestfilterbeladung 0,065 mg/1 000 mm^2 Filterfläche.

Tabelle 10

Mindestfilterbeladung

Filterdurchmesser (mm)	Mindestbeladung (mg)
47	0,11
70	0,25
90	0,41
110	0,62

Ist es nach vorangegangenen Prüfungen unwahrscheinlich, dass die geforderte Mindestfilterbeladung nach Optimierung der Durchflussmengen und des Verdünnungsverhältnisses über einen Prüfzyklus erreicht wird, so kann eine geringere Filterbeladung zulässig sein, wenn die beteiligten Stellen zustimmen und nachgewiesen werden kann, dass die Genauigkeitsanforderungen nach Nummer 4.2, d. h. mit einer 0,1 µg-Waage, eingehalten werden.

4.1.5. *Filterhalter*

Für die Emissionsprüfung werden die Filter in eine Filterhaltevorrichtung eingesetzt, die den Anforderungen nach Anhang V Nummer 2.2 entspricht. Die Filterhaltevorrichtung muss so ausgelegt sein, dass der Strom gleichmäßig über die wirksame Filterfläche verteilt wird. Entweder oberhalb oder unterhalb des Filterhalters sind Schnellschaltventile anzubringen. Unmittelbar oberhalb vom Filterhalter kann ein Trägheitsvorklassierer mit einem 50 %-Trennschnitt zwischen 2,5 µm und 10 µm eingebaut werden. Der Einsatz eines solchen Vorklassierers wird dringend empfohlen, wenn die Öffnung der verwendeten Probenahmeleitung gegen die Stromrichtung der Abgase gerichtet ist.

4.2. **Spezifikation der Wägekammer und der Analysenwaage**

4.2.1. *Bedingungen für die Wägekammer*

Die Temperatur der Kammer (oder des Raumes), in der (dem) die Partikelfilter konditioniert und gewogen werden, ist während der gesamten Dauer des Konditionierungs- und Wägevorgangs auf 295 K ± 3 K (22 °C ± 3 °C) zu halten. Die Luftfeuchtigkeit ist auf einem Taupunkt von 282,5 K ± 3 K (9,5 °C ± 3 °C) und auf einer relativen Feuchtigkeit von 45 ± 8 % zu halten.

4.2.2. *Vergleichsfilterwägung*

Die Umgebungsluft der Wägekammer (oder des Wägeraums) muss frei von jeglichen Schmutzstoffen (beispielsweise Staub) sein, die sich während der Stabilisierung der Partikelfilter auf diesen absetzen könnten. Störungen der in Abschnitt 4.2.1 dargelegten Spezifikationen für den Wägeraum sind zulässig, wenn ihre Dauer 30 Minuten nicht überschreitet. Der Wägeraum soll den vorgeschriebenen Spezifikationen entsprechen, ehe das Personal ihn betritt. Wenigstens zwei unbenutzte Vergleichsfilter sind vorzugsweise gleichzeitig mit den Probenahmefiltern 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.

Falls das Durchschnittsgewicht der Bezugsfilter sich zwischen den Wägungen von Probenahmefiltern um mehr als 10 µg verändert, sind alle Probenahmefilter wegzu-werfen, und die Emissionsprüfung ist zu wiederholen.

Wenn die in Abschnitt 4.2.1 angegebenen Stabilitätskriterien für den Wägeraum nicht erfüllt sind, aber bei der Wägung des Vergleichsfilters die obigen Kriterien eingehalten wurden, kann der Motorenhersteller

▼M1

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 Analysenwaage zur Ermittlung des Filtergewichts muss nach den Angaben des Waagenherstellers eine Genauigkeit (Standardabweichung) von mindestens 2 µg und eine Auflösung von mindestens 1 µg (1 Stelle = 1 µg) aufweisen.

4.2.4. *Ausschaltung der Auswirkungen statischer Elektrizität*

Um die Auswirkungen der statischen Elektrizität auszuschalten, müssen die Filter vor der Wägung neutralisiert werden, z. B. mit einem Polonium-Neutralisator, einem Faraday-Käfig oder einem Gerät mit ähnlicher Wirkung.

4.2.5. *Vorschriften für die Durchflussmessung*

4.2.5.1. Allgemeine Vorschriften

Die absolute Genauigkeit des Durchflussmessers oder der Durchfluss-messvorrich-tung muss den Anforderungen von Nummer 2.2 genügen.

4.2.5.2. Besondere Vorschriften für Teilstrom-Verdünnungssysteme

Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen ist die Genauigkeit des Probenahmestroms q_{mp} besonders wichtig, wenn er nicht unmittelbar, sondern durch Differenzdruckmessung ermittelt wird:

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw}$$

In diesem Fall ist eine Genauigkeit von ± 2 % für q_{mdew} und q_{mdw} nicht ausreichend, um eine ausreichende Genauigkeit von q_{mp} zu gewährleisten. Wird der Gasdurchsatz durch Differenzdruckmessung bestimmt, so darf der Fehler der Differenz höchstens so groß sein, dass die Genauigkeit von q_{mp} innerhalb einer Toleranz von ± 5 % liegt, sofern das Verdünnungsverhältnis weniger als 15 beträgt. Die Berechnung kann durch Bilden des quadratischen Mittelwerts der Fehler des jeweiligen Geräts erfolgen.

Hinreichende Genauigkeiten von q_{mp} können mit einer der folgenden Methoden erzielt werden:

Die absoluten Genauigkeiten von q_{mdew} und q_{mdw} betragen ± 0,2 %, wodurch für q_{mp} bei einem Verdünnungsverhältnis von 15 eine Genauigkeit von ≤ 5 % gewährleistet wird. Allerdings treten bei höheren Verdünnungsverhältnissen größere Fehler auf.

Die Kalibrierung von q_{mdw} gegenüber q_{mdew} wird so ausgeführt, dass für q_{mp} dieselben Genauigkeiten wie unter a erzielt werden. Die Einzelheiten dieser Kalibrierung sind in Anhang III Anlage 5 Nummer 3.2.1 beschrieben.

Die Genauigkeit von q_{mp} wird mittelbar aus der mit einem Spürgas, z. B. CO_2, ermittelten Genauigkeit des Verdünnungsverhältnisses abgeleitet. Auch hier werden für q_{mp} die gleichen Genauigkeiten wie für Methode a gefordert.

Die absolute Genauigkeit von q_{mdew} und q_{mdw} liegt innerhalb von ± 2 % des Skalenendwerts, der Höchstfehler der Differenz zwischen q_{mdew} und q_{mdw} innerhalb von 0,2 % und der Linearitätsfehler innerhalb von ± 0,2 % des höchsten während der Prüfung beobachteten Wertes von q_{mdew}.

▼B

5. RAUCHMESSUNG

Im folgenden Abschnitt werden die Spezifikationen für die vorgeschriebenen und die fakultativ einsetzbaren Prüfgeräte beschrieben, die für die ELR-Prüfung zu verwenden sind. Zur Rauchmessung ist ein Trübungsmesser zu verwenden, der über einen Anzeigemodus für die Trübung und den Lichtabsorptionskoeffizienten verfügt. Die Trübungsanzeige ist nur zur Kalibrierung und zur Überprüfung des Trübungsmessers zu verwenden. Die Messung der Rauchwerte im Prüfzyklus erfolgt im Anzeigemodus des Lichtabsorptionskoeffizienten.

5.1. **Allgemeine Vorschriften**

Bei der ELR-Prüfung ist die Anwendung eines Systems zur Rauchgasmessung und Datenverarbeitung vorgeschrieben, das aus drei funktionellen Einheiten besteht. Diese Einheiten können zu einem

▼B

einzigen Bauteil vereint oder miteinander zu einem System verbunden werden. Es handelt sich um folgende drei Einheiten:

— einen Trübungsmesser, der den Spezifikationen von Anhang V Abschnitt 3 entspricht;

— eine Datenverarbeitungseinheit, die die in Anhang III, Anlage 1 Abschnitt 6 beschriebenen Funktionen ausführen kann;

— einen Drucker und/oder ein elektronisches Speichermedium zur Aufzeichnung und Ausgabe der benötigten Rauchwerte nach Anhang III Anlage 1 Abschnitt 6.3.

5.2. **Spezifische Vorschriften**

5.2.1. *Linearität*

Die Linearität muss ± 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.

▼B

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 Abschnitt 3 sowie Anhang V Abschnitt 1 anzuwendende Kalibrierverfahren ist in diesem Abschnitt beschrieben.

1.2. **Kalibriergase**

Die Haltbarkeitsdauer aller Kalibriergase ist zu beachten.

Das vom Hersteller angegebene Verfallsdatum der Kalibriergase ist aufzuzeichnen.

1.2.1. *Reine Gase*

Die erforderliche Reinheit der Gase ergibt sich aus den unten stehenden Grenzwerten der Verunreinigung. Folgende Gase müssen verfügbar sein:

Gereinigter Stickstoff

(Verunreinigung ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO_2, ≤ 0,1 ppm NO)

Gereinigter Sauerstoff

(Reinheitsgrad > 99,5 Vol.-% O_2)

Wasserstoff-Helium-Gemisch

(40 ± 2 % Wasserstoff, Rest Helium)

(Verunreinigung ≤ 1 ppm C1, ≤ 400 ppm CO_2)

Gereinigte synthetische Luft

(Verunreinigung ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO_2, ≤ 0,1 ppm NO)

(Sauerstoffgehalt 18—21 Vol.-%)

Gereinigtes Propan oder CO bei der CVS-Überprüfung.

1.2.2. *Kalibrier- und Messgase*

Gasgemische mit folgender chemischer Zusammensetzung müssen verfügbar sein:

C_3H_8 und gereinigte synthetische Luft (siehe Nummer 1.2.1);

CO und gereinigter Stickstoff;

NO_x und gereinigter Stickstoff (die in diesem Kalibriergas enthaltene NO_2-Menge darf 5 % des NO-Gehalts nicht übersteigen);

CO_2 und gereinigter Stickstoff;

CH_4 und gereinigte synthetische Luft,

C_2H_6 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 N_2 oder durch Zusatz von gereinigter synthetischer Luft gewonnen werden. Die Mischvorrichtung muss so ausgelegt sein, dass die Konzentrationen der Kalibriergasgemische mit einer Genauigkeit von ± 2 % bestimmt werden können.

▼M1

1.2.3. *Einsatz von Präzisionsmischgeräten*

Die zur Kalibrierung verwendeten Gase können auch mithilfe von Präzisionsmischvorrichtungen (Gasteiler) durch Zusatz von gereinigtem N_2 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. Dabei müssen die zur Mischung verwendeten Primärgase auf ± 1 % genau bekannt sein und sich auf nationale oder internationale Gasnormen zurückführen lassen. Die Überprüfung ist bei jeder mithilfe einer Mischvorrichtung vorgenommenen Kalibrierung bei 15 bis 50 % des vollen Skalenendwertes durchzuführen.

Wahlweise kann die Mischvorrichtung mit einem Instrument überprüft werden, das dem Wesen nach linear ist, z. B. unter Verwendung von NO-Gas mit einem CLD. Der Kalibrierwert des Instruments ist mit direkt an das Instrument angeschlossenem Kalbriergas einzustellen. Die Mischvorrichtung ist bei den verwendeten Einstellun-gen zu überprüfen, und der Nennwert ist mit der gemessenen Konzentration des Instruments zu vergleichen. Die Differenz muss in jedem Punkt innerhalb von ± 1 % des Nennwertes liegen.

▼B

1.3. **Einsatz der Analyse- und Probenahmegeräte**

Bei Einsatz der Analysegeräte sind die Anweisungen der Gerätehersteller für die Inbetriebnahme und den Betrieb zu beachten. Die in den Abschnitten 1.4 bis 1.9 angegebenen Mindestanforderungen sind einzuhalten.

▼M1

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.

Als Alternative kann das System auf einen Druck von mindestens 20 kPa Vakuum (80 kPa absolut) entleert werden. Nach einer anfänglichen Stabilisierungsphase darf die Druckzunahme p (kPa/min) im System folgenden Wert nicht übersteigen:

$$\Delta p = p / V_s \times 0{,}005 \times q_{vs}$$

Hierbei sind:

V_s = Volumen des Systems, l

q_{vs} = Systemdurchsatz, l/min

Eine weitere Methode ist die schrittweise Änderung 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. **Überprüfung der Ansprechzeit des Analysesystems**

Die Systemeinstellungen für die Bewertung der Ansprechzeit müssen genau dieselben sein wie bei der Probelaufmessung (d. h. Druck, Durchsätze, Filtereinstellungen an den Analysegeräten und alle anderen Faktoren, die die Ansprechzeit beeinflussen). Die Bestimmung der Ansprechzeit erfolgt durch Wechseln des Gases unmittelbar am Eintritt der Probenahmesonden. Der Wechsel des Gases muss in weniger als 0,1 Sekunde erfolgen. Die für die Prüfung verwendeten Gase sollen eine Veränderung der Konzentration von mindestens 60 % des Skalenendwertes herbeiführen.

Die Konzentrationskurve ist für jeden einzelnen Gasbestandteil aufzuzeichnen. Die Ansprechzeit ist definiert als der Zeitabstand zwischen dem Gaswechsel und der entsprechenden Veränderung der aufgezeichneten Konzentration. Die Systemansprechzeit (t_{90}) besteht aus der Ansprechverzögerung bis zum Messdetektor und der Anstiegzeit des

▼M1

Detektors. Die Ansprechverzögerung ist definiert als die Zeit, die vom Wechsel (t_0) bis zur Anzeige von 10 % des Endwertes (t_{10}) verstreicht. Die Anstiegzeit ist definiert als die Zeit für den Anstieg des angezeigten Messwertes von 10 % auf 90 % des Endwertes ($t_{90} - t_{10}$).

Für den Zeitabgleich der Signale des Analysators und des Abgasstroms im Fall der Messung des Rohabgases ist die Wandlungszeit definiert als der Zeitabstand vom Wechsel (t_0) bis zum Anstieg des angezeigten Messwerts auf 50 % des Endwertes (t_{50}).

Die Systemansprechzeit soll für alle begrenzten Bestandteile (CO, NO_x, HC oder NMHC und alle verwendeten Messbereiche bei einer Anstiegzeit von ≤ 3,5 Sekunden höchstens ≤ 10 Sekunden betragen.

1.6. **Kalibrierung**

1.6.1. *Messsystem*

Das Messsystem ist zu kalibrieren, und die Kalibrierkurven sind mithilfe von Kalibriergasen zu überprüfen. Der Gasdurchsatz muss der gleiche wie bei der Probenahme sein.

1.6.2. *Aufheizzeit*

Die Aufheizzeit richtet sich nach den Empfehlungen des Herstellers. Sind dazu keine Angaben vorhanden, so wird für das Aufheizen der Analysegeräte eine Mindestzeit von zwei Stunden empfohlen.

1.6.3. *NDIR- und HFID-Analysatoren*

Der NDIR-Analysator muss erforderlichenfalls abgeglichen und die Flamme des HFID-Analysators optimiert werden (Abschnitt 1.8.1).

1.6.4. *Erstellung der Kalibrierkurve*

— Jeder bei normalem Betrieb verwendete Messbereich ist zu kalibrieren.

— Die CO-, CO_2-, NO_x- und HC-Analysatoren sind unter Verwendung von gereinigter synthetischer Luft (oder Stickstoff) auf null einzustellen.

— Die entsprechenden Kalibriergase sind in die Analysatoren einzuleiten und die Werte aufzuzeichnen, und die Kalibrierkurve ist zu ermitteln.

— Die Kalibrierkurve ist durch wenigstens sechs Kalibrierpunkte (ohne den Nullpunkt) festzulegen, die in ungefähr gleichen Abständen über den Betriebsbereich verteilt sind. Der Nennwert der höchsten Konzentration muss mindestens 90 % des Skalenendwerts betragen.

— Die Kalibrierkurve wird nach der Methode der Fehlerquadrate berechnet. Es kann eine lineare oder nichtlineare Gleichung mit bester Übereinstimmung verwendet werden.

— Die Kalibrierpunkte dürfen von der Linie der besten Übereinstimmung der Fehlerquadrate höchstens ± 2 % des Ablesewertes oder ± 0,3 % des vollen Skalenendwertes abweichen, je nachdem, welcher Wert höher ist.

— Die Nulleinstellung ist nochmals zu überprüfen und das Kalibrierverfahren erforderlichenfalls zu wiederholen.

1.6.5. *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.

1.6.6. *Kalibrierung des Spürgas-Analysators für die Messung des Abgasdurchsatzes*

Die Kalibrierkurve ist durch wenigstens sechs Kalibrierpunkte (ohne den Nullpunkt) festzulegen, die in ungefähr gleichen Abständen über den Betriebsbereich verteilt sind. Der Nennwert der höchsten Konzentration muss mindestens 90 % des Skalenendwerts betragen. Die Kalibrierkurve wird nach der Fehlerquadratmethode berechnet.

Die Kalibrierpunkte dürfen von der Linie der besten Übereinstimmung der Fehlerquadrate höchstens ± 2 % des Ablesewertes oder ± 0,3 % des vollen Skalenendwertes abweichen, je nachdem, welcher Wert höher ist.

Vor dem Prüflauf ist der Analysator auf null einzustellen und zu kalibrieren; dazu ist ein Nullgas und ein Kalibriergas zu verwenden,

▼M1

dessen Nennwert mehr als 80 % des vollen Skalenendwertes des Analysators beträgt.

▼B

►M1 1.6.7. ◄ *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 ± 4 % des Skalenendwerts vom angegebenen Bezugswert ab, so können die Einstellparameter geändert werden. Sollte dies nicht der Fall sein, so ist eine neue Kalibrierkurve nach den Vorschriften von Abschnitt 1.5.5 zu ermitteln.

1.7. **Prüfung der Wirksamkeit des NO_x-Konverters**

Der Wirkungsgrad des Konverters, der zur Umwandlung von NO_2 in NO verwendet wird, ist gemäß den Abschnitten 1.7.1 bis 1.7.8 zu bestimmen (Abbildung 6).

1.7.1. *Prüfanordnung*

Der Wirkungsgrad des Konverters kann mit Hilfe eines Ozongenerators entsprechend der in Abbildung 6 (siehe auch Anhang III Anlage 4 Abschnitt 3.3.5) dargestellten Prüfanordnung nach dem folgenden Verfahren bestimmt werden.

1.7.2. *Kalibrierung*

Der CLD und der HCLD sind in dem am meisten verwendeten Messbereich nach den Angaben des Herstellers unter Verwendung von Null- und Kalibriergas (dessen NO-Gehalt ungefähr 80 % des Messbereichs entsprechen muss; die NO_2-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:

$$\text{Wirk.grad } (\%) = \left(\frac{1 + a - b}{c - d}\right) \times 100$$

Hierbei bedeuten:

a = NO_x-Konzentration nach Abschnitt 1.7.6

b = NO_x-Konzentration nach Abschnitt 1.7.7

c = NO-Konzentration nach Abschnitt 1.7.4

d = NO-Konzentration nach Abschnitt 1.7.5

1.7.4. *Zusatz von Sauerstoff*

Über ein T-Verbindungsstück wird dem durchströmenden Gas kontinuierlich Sauerstoff oder Nullluft zugesetzt, bis die angezeigte Konzentration ungefähr 20 % niedriger als die angezeigte Kalibrierkonzentration nach Abschnitt 1.7.2 ist. (*Der Analysator befindet sich im NO-Betriebszustand.*) Die angezeigte Konzentration c ist aufzuzeichnen. Der Ozongenerator bleibt während des gesamten Vorgangs ausgeschaltet.

1.7.5. *Einschalten des Ozongenerators*

Anschließend wird der Ozongenerator eingeschaltet, um so viel Ozon zu erzeugen, dass die NO-Konzentration auf 20 % (Mindestwert 10 %) der Kalibrierkonzentration nach Abschnitt 1.7.2 zurückgeht. Die angezeigte Konzentration d ist aufzuzeichnen. (*Der Analysator befindet sich im NO-Betriebszustand.*)

1.7.6. *NO_x-Betriebszustand*

Der NO-Analysator wird dann auf den NO_x-Betriebszustand umgeschaltet, wodurch das Gasgemisch (bestehend aus NO, NO_2, O_2 und N_2) nun durch den Konverter strömt. Die angezeigte Konzentration

▼B

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 Abschnitt 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 Abschnitt 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 Abschnitt 1.7.5 bewirken, so ist der größte Bereich zu verwenden, mit dem der Rückgang bewirkt werden kann.

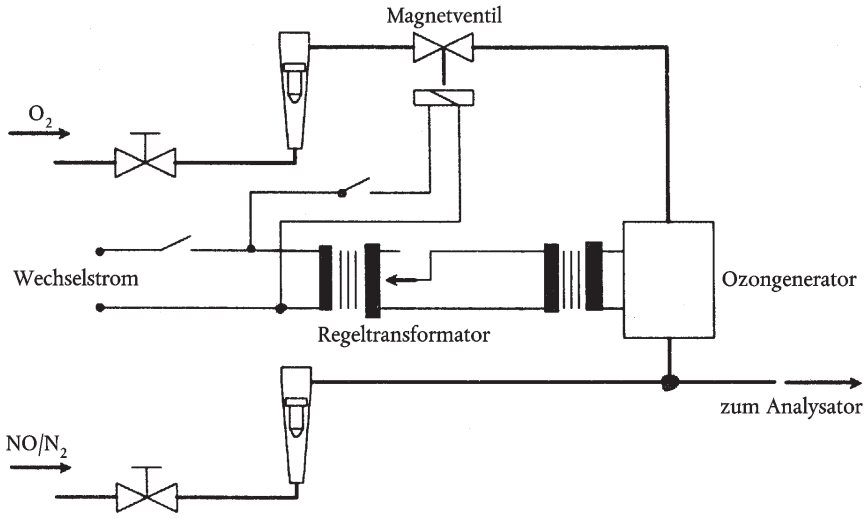


Abbildung 6

Schematische Darstellung des Gerätes zur Bestimmung des Wirkungsgrades des NO_x-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

▼B

zwischen dem Kalibriergas-Ansprechen und dem Nullgas-Ansprechen zu ermitteln. Der Kraftstoffdurchsatz ist inkremental ober- und unterhalb der Herstellerangabe einzustellen. Das Ansprechverhalten des Kalibrier- und des Nullgases bei diesen Kraftstoffdurchsätzen ist aufzuzeichnen. Die Differenz zwischen dem Kalibrier- und dem Nullgas-Ansprechen ist in Kurvenform aufzutragen und der Kraftstoffdurchsatz auf die fette Seite der Kurve einzustellen.

1.8.2. *Responsfaktoren für Kohlenwasserstoffe*

Der Analysator ist unter Verwendung von Propan in Luft und gereinigter synthetischer Luft entsprechend Abschnitt 1.5 zu kalibrieren.

Die Responsfaktoren sind bei Inbetriebnahme eines Analysegerätes und später nach wesentlichen Wartungsterminen zu bestimmen. Der Responsfaktor (R_f) für einen bestimmten Kohlenwasserstoff ist das Verhältnis des am FID angezeigten C1-Wertes zur Konzentration in der Gasflasche, ausgedrückt in ppm C1.

Die Konzentration des Prüfgases muss so hoch sein, dass ungefähr 80 % des Skalenendwerts angezeigt werden. Die Konzentration muss mit einer Genauigkeit von ± 2 %, bezogen auf einen gravimetrischen Normwert, ausgedrückt als Volumen, bekannt sein. Außerdem muss die Gasflasche zuvor 24 Stunden lang bei 298 K ± 5 K (25 °C ± 5 °C) konditioniert werden.

Die zu verwendenden Prüfgase und die empfohlenen Responsfaktoren sind bei

Methan und gereinigter synthetischer Luft $1{,}00 \leq R_f \leq 1{,}15$

Propylen und gereinigter synthetischer Luft $0{,}90 \leq R_f \leq 1{,}10$

Toluol und gereinigter synthetischer Luft $0{,}90 \leq R_f \leq 1{,}10$

Diese Werte sind bezogen auf den Responsfaktor (R_f) von 1,00 für Propan und gereinigte synthetische Luft.

1.8.3. *Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit*

Die Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit ist bei Inbetriebnahme eines Analysegeräts und nach wesentlichen Wartungsterminen vorzunehmen.

Der Responsfaktor ist in Abschnitt 1.8.2 definiert und dementsprechend zu ermitteln. Das zu verwendende Prüfgas und der empfohlene Responsfaktor sind bei

Propan und Stickstoff $0{,}95 \leq Rf \leq 1{,}05$

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 ± 1 Mol % abweichen. Ist die Differenz größer, muss die Sauerstoffquerempfindlichkeit überprüft und der Analysator gegebenenfalls justiert werden.

1.8.4. *Wirkungsgrad des Nicht-Methan-Cutters (NMC, nur für NG-betriebene Gasmotoren)*

Der NMC entfernt die Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe aus der Gasprobe, indem er alle Kohlenwasserstoffe außer Methan oxidiert. Im Idealfall beträgt die Umwandlung bei Methan 0 % und bei den anderen Kohlenwasserstoffen, repräsentiert durch Ethan, 100 %. Um eine genaue Messung der NMHC zu ermöglichen, sind die beiden Wirkungsgrade zu bestimmen und zur Berechnung des Massendurchsatzes der NMHC-Emissionen heranzuziehen (siehe Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.3).

1.8.4.1. Wirkungsgrad gegenüber Methan

Methan-Kalibriergas ist mit und ohne Umgehung des NMC durch den FID zu leiten, und die beiden Konzentrationen sind aufzuzeichnen. Der Wirkungsgrad ist wie folgt zu ermitteln:

$$CE_M = 1 - (conc_w/conc_{w/o})$$

Hierbei bedeuten:

$conc_w$ = HC-Konzentration bei Durchfluss von CH_4 durch den NMC

$conc_{w/o}$ = HC-Konzentration bei Umleitung von CH_4 um den NMC

▼B

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:

$$CE_E = 1 - \frac{conc_w}{conc_{w/o}}$$

Hierbei bedeuten:

$conc_w$ = HC-Konzentration bei Durchfluss von C_2H_6 durch den NMC

$conc_{w/o}$ = 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 gemessenen Gases verbreitert, und bei CLD-Geräten, indem das beeinträchtigende Gas die Strahlung unterdrückt. Die Prüfungen der Querempfindlichkeit nach den Abschnitten 1.9.1 und 1.9.2 sind vor der Inbetriebnahme des Analysators und nach wesentlichen Wartungsterminen durchzuführen.

1.9.1. *Kontrolle der Querempfindlichkeit des CO-Analysators*

Wasser und CO_2 können die Leistung des CO-Analysators beeinträchtigen. Daher lässt man ein bei der Prüfung verwendetes CO_2-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 CO_2 und Wasserdampf. Die Querempfindlichkeit dieser Gase ist ihren Konzentrationen proportional und erfordert daher Prüftechniken zur Bestimmung der Querempfindlichkeit bei den während der Prüfung erwarteten Höchstkonzentrationen.

1.9.2.1. Kontrolle der CO_2 -Querempfindlichkeit

Ein CO_2-Kalibriergas mit einer Konzentration von 80 bis 100 % des Skalenendwerts des maximalen Messbereichs ist durch den NDIR-Analysator zu leiten und der CO_2-Wert als A aufzuzeichnen. Danach ist das Gas zu etwa 50 % mit NO-Kalibriergas zu verdünnen und durch den NDIR und den (H)CLD zu leiten, wobei der CO_2-Wert und der NO-Wert als B bzw. C aufzuzeichnen sind. Das CO_2 ist abzusperren und nur das NO-Kalibriergas durch den (H)CLD zu leiten, und der NO-Wert ist als D aufzuzeichnen.

Die Querempfindlichkeit, die nicht größer als 3 % des Skalenendwerts sein darf, wird wie folgt berechnet:

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

Hierbei bedeuten:

A = die mit dem NDIR gemessene Konzentration des unverdünnten CO_2 in %

B = die mit dem NDIR gemessene Konzentration des verdünnten CO_2 in %

C = die mit dem (H)CLD gemessene Konzentration des verdünnten NO in ppm

▼B

D = die mit dem (H)CLD gemessene Konzentration des unverdünnten NO in ppm

Es können andere Methoden zur Verdünnung und Quantifizierung von CO_2- und NO-Kalibriergas wie beispielsweise dynamisches Mischen verwendet werden.

1.9.2.2. Kontrolle der Wasserdampf-Querempfindlichkeit

Diese Überprüfung gilt nur für Konzentrationsmessungen des feuchten Gases. Bei der Berechnung der Wasserdampf-Querempfindlichkeit ist die Verdünnung des NO-Kalibriergases mit Wasserdampf und die Skalierung der Wasserdampfkonzentration des Gemischs im Vergleich zu der während der Prüfung erwarteten Konzentration zu berücksichtigen.

Ein NO-Kalibriergas mit einer Konzentration von 80 bis 100 % des Skalenendwerts des normalen Betriebsbereichs ist durch den (H)CLD zu leiten und der NO-Wert als D aufzuzeichnen. Das NO-Gas muss bei Raumtemperatur durch Wasser perlen und durch den (H)CLD geleitet werden, und der NO-Wert ist als C aufzuzeichnen. Der absolute Betriebsdruck des Analysators und die Wassertemperatur sind zu bestimmen und als E bzw. F aufzuzeichnen. Der Sättigungsdampfdruck des Gemischs, der der Temperatur des Wassers in der Waschflasche F entspricht, ist zu bestimmen und als G aufzuzeichnen. Die Wasserdampfkonzentration (H, in %) des Gemischs ist wie folgt zu berechnen:

$$H = 100 \times (G/E)$$

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

$$De = D \times (1 - H/100)$$

Bei Dieselabgasen ist die maximale bei der Prüfung erwartete Wasserdampfkonzentration im Abgas (Hm, in %) anhand der Konzentration des unverdünnten CO_2-Kalibriergases (A, wie in Abschnitt 1.9.2.1 gemessen) – ausgehend von einem Atomverhältnis H/C des Kraftstoffs von 1,8 zu 1 – wie folgt zu schätzen:

$$H_m = 0{,}9 \times A$$

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

$$\% \text{ Querempfindlichkeit} = 100 \times ((D_e - C)/D_e) \times (H_m/H)$$

Hierbei bedeuten:

D_e = erwartete Konzentration des verdünnten NO in ppm

C = Konzentration des verdünnten NO in ppm

H_m = maximale Wasserdampfkonzentration in %

H = tatsächliche Wasserdampfkonzentration in %

Anmerkung: Es ist darauf zu achten, dass das NO-Kalibriergas bei dieser Überprüfung eine minimale NO_2-Konzentration aufweist, da die Absorption von NO_2 in Wasser bei den Querempfindlichkeitsberechnungen nicht berücksichtigt wurde.

1.10. **Abstände zwischen den Kalibrierungen**

Die Analysatoren sind mindestens alle drei Monate sowie nach jeder Reparatur des Systems oder Veränderung, die die Kalibrierung beeinflussen könnte, entsprechend Abschnitt 1.5 zu kalibrieren.

2. KALIBRIERUNG DES CVS-SYSTEMS

2.1. **Allgemeines**

Das CVS-System wird mit einem Präzisionsdurchflussmesser, der auf nationale oder internationale Normen zurückzuführen ist, und einem Durchflussregler kalibriert. Der Durchfluss im System wird bei verschiedenen Druckwerten gemessen, ebenso werden die Regelkenngrößen des Systems ermittelt und ins Verhältnis zu den Durchflüssen gesetzt.

Es können mehrere Typen von Durchflussmessern verwendet werden, z. B. kalibriertes Venturi-Rohr, kalibrierter Laminardurchflussmesser, kalibrierter Flügelraddurchflussmesser.

▼B

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 m^3/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 gleich bleibende Temperatur zu gewährleisten.

2.2.1. *Analyse der Ergebnisse*

Die Luftdurchflussmenge (Q_s) an jeder Drosselstelle (mindestens 6 Drosselstellen) wird nach den Angaben des Herstellers aus den Messwerten des Durchflussmessers in m^3/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:

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

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_1), 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:

$$X_0 = \frac{1}{n} \times \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_A}}$$

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:

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

D_0 und m sind die Konstanten für den Achsabschnitt und die Steigung.

Hat das CVS-System mehrere Betriebsgeschwindigkeiten, so muss für jede Pump-Geschwindigkeit eine Kalibrierung vorgenommen werden. Die für diese Geschwindigkeiten erzielten Kalibrierkurven müssen in etwa parallel sein, und die Ordinatenwerte (D_0) müssen größer werden, wenn der Durchsatzbereich der Pumpe kleiner wird.

Die mit Hilfe der Gleichung berechneten Werte dürfen nicht mehr als ± 0,5 % vom gemessenen Wert V_0 abweichen. Der Wert m ist je nach Pumpe verschieden. Im Laufe der Zeit bewirkt der Partikelzustrom eine Abnahme der Verlustrate der Pumpe, die sich in niedrigeren Werten für m niederschlägt. Daher muss die Kalibrierung bei Inbetriebnahme der Pumpe nach größeren Wartungsarbeiten sowie dann erfolgen, wenn bei der Überprüfung des Gesamtsystems (Abschnitt 2.4) eine Veränderung der Verlustrate festgestellt wird.

▼B

2.3. **Kalibrierung des Venturi-Rohrs mit kritischer Strömung (CFV)**

Bei der Kalibrierung des CVF bezieht man sich auf die Durchflussgleichung für ein Venturi-Rohr mit kritischer Strömung. Wie unten dargestellt, ist die Gasdurchflussmenge eine Funktion des Eintrittsdrucks und der Eintrittstemperatur:

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

Hierbei bedeuten:

K_v = Kalibrierkoeffizient

p_A = absoluter Druck am Eintritt des Venturi-Rohrs, kPa

T = Temperatur am Eintritt des Venturi-Rohrs, K

2.3.1. *Analyse der Ergebnisse*

Die Luftdurchflussmenge (Q_s) an jeder 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:

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

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 ± 0,3 % des Mittelwerts von K_V nicht überschreiten.

▼M1

2.4. **Kalibrierung des subsonischen Venturirohrs (SSV)**

Bei der Kalibrierung des SSV bezieht man sich auf die Durchflussgleichung für ein Venturirohr mit subsonischer Strömung. Der Gasdurchfluss ist abhängig vom Druck und von der Temperatur am Eintritt sowie vom Druckabfall zwischen SSV-Eintritt und -Einschnürung.

2.4.1. *Analyse der Ergebnisse*

Die Luftdurchflussmenge (Q_{SSV}) an jeder Drosselstelle (mindestens 16 Drosselstellen) wird nach den Angaben des Herstellers aus den Messwerten des Durchflussmessers in m^3/min ermittelt. Der Durchflusskoeffizient ist anhand der Kalibrierdaten für jede Drosselstelle wie folgt zu berechnen:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d p_p \sqrt{\left[\frac{1}{T}\left(r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143}\right) \times \left(\frac{1}{1 - r_D^4 r_p^{1,4286}}\right)\right]}$$

Hierbei sind:

Q_{SSV} = Luftdurchflussmenge bei Normzustand (101,3 kPa, 273 K), m^3/s

T = Temperatur am Eintritt des Venturirohrs, K

▼M1

d = Durchmesser der Einschnürung am Venturirohr mit subsonischer Strömung (SSV), m

r_p = Verhältnis zwischen den absoluten statischen Drücken an der Einschnürung und am Eintritt des SSV =

$$1 - \frac{\Delta P}{P_A}$$

r_D = Verhältnis zwischen den Innendurchmessern an der Einschnürung und am Eintritt des SSV =

$$\frac{d}{D}$$

Zur Bestimmung der Spanne des Unterschallflusses ist C_d als Funktion der Reynolds-Zahl an der SSV-Einschnürung abzutragen. Re an der SSV-Einschnürung wird nach folgender Formel berechnet:

$$\mathrm{Re} = A_1 \frac{Q_{SSV}}{d\mu}$$

Hierbei sind:

A_1 = Zusammenstellung von Konstanten und Einheitsumrechnungen:

$$= 25{,}55152 \left(\frac{1}{m^3}\right)\left(\frac{\min}{s}\right)\left(\frac{mm}{m}\right)$$

Q_{SSV} = Luftdurchflussmenge bei Normzustand (101,3 kPa, 273 K), m^3/s

d = Durchmesser der Einschnürung am Venturirohr mit subsonischer Strömung (SSV), m

μ = absolute oder dynamische Viskosität des Gases, berechnet mit folgender Formel:

$$\mu = \frac{bT^{3/2}}{S+T} = \frac{bT^{1/2}}{1+\frac{S}{T}} \quad \text{kg/m-s}$$

b = empirische Konstante $1{,}458 \times 10^6 \frac{kg}{msK^{\frac{1}{2}}}$

S = empirische Konstante = 110,4 K

Da Q_{SSV} selbst in die Re-Formel eingeht, müssen die Berechnungen mit einer Schätzung für Q_{SSV} oder C_d des Kalibrierungs-Venturirohrs beginnen und so lange wiederholt werden, bis Q_{SSV} konvergiert. Die Konvergenzmethode muss eine Genauigkeit von mindestens 0,1 % des Messwertes an der jeweiligen Messstelle erreichen.

Für mindestens 16 Punkte im Bereich der subsonischen Strömung müssen die aus der resultierenden Kalibrierungskurvengleichung für C_d berechneten Werte innerhalb von ± 0,5 % des für jede Kalibrierungsstelle gemessenen C_d liegen.

▼B

►M1 2.5. ◄ **Überprüfung des Gesamtsystems**

Die Gesamtgenauigkeit des CVS-Entnahmesystems und des Analysesystems wird ermittelt, indem eine bekannte Menge luftverunreinigenden Gases in das System eingeführt wird, wenn dieses normal in Betrieb ist. Der Schadstoff wird analysiert und die Masse nach Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.3. berechnet, allerdings ist anstelle von 0,000479 für HC bei Propan ein Faktor von 0,000472 zu verwenden. Es ist eines der folgenden zwei Verfahren zu verwenden.

▼B

►M1 2.5.1. ◄ *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 ± 3 % der bekannten Masse des eingespritzten Gases betragen.

►M1 2.5.2. ◄ *Messung mit einem gravimetrischen Verfahren*

Es ist eine kleine mit Kohlenmonoxid oder Propan gefüllte Flasche zu verwenden, deren Masse auf ± 0,01 g zu ermitteln ist. Danach wird das CVS-System 5 bis 10 Minuten lang wie für eine normale Prüfung zur Bestimmung der Abgasemissionen betrieben, wobei Kohlenmonoxid oder Propan in das System eingeführt wird. Die abgegebene Menge reinen Gases wird durch Messung der Massendifferenz ermittelt. Eine Gasprobe wird mit einem normalerweise verwendeten Gerät analysiert (Beutel oder Integrationsmethode) und die Masse des Gases berechnet. Die auf diese Weise ermittelte Masse muss ± 3 % der bekannten Masse des eingespritzten Gases betragen.

▼M1

3. KALIBRIERUNG DES PARTIKELMESSSYSTEMS

3.1. **Einführung**

Die Kalibrierung der Partikelmessung beschränkt sich auf die Durchflussmessgeräte, die zur Ermittlung des Probenstroms und des Verdünnungsverhältnisses verwendet werden. Jedes Durchflussmessgerät ist so oft wie nötig zu kalibrieren, damit es den in dieser Richtlinie festgelegten Anforderungen an die Genauigkeit entspricht. Die zu verwendende Kalibrierungsmethode wird in Nummer 3.2 beschrieben.

3.2. **Durchflussmessung**

3.2.1. *Periodische Kalibrierung*

— Um die absolute Genauigkeit der Durchflussmessungen nach Nummer 2.2 in Anlage 4 zu diesem Anhang zu erreichen, muss das Durchflussmessgerät oder die Durchflussmesseinrichtung mit einem präzisen Durchflussmesser kalibriert werden, der internationalen und/oder einzelstaatlichen Normen entspricht.

— Wird der Probe-Gasstrom durch Differenzdurchflussmessung ermittelt, so sind der Durchflussmesser oder die Durchflussmesseinrichtung mit einem der folgenden Verfahren so zu kalibrieren, dass der in den Tunnel strömende Probenstrom q_{mp} die Genauigkeitsanforderungen nach Nummer 4.2.5.2 von Anlage 4 zu diesem Anhang erfüllt.

a) Der Durchflussmesser für q_{mdw} ist in Reihe an den Durchflussmesser für q_{mdew} anzuschließen, und die Differenz zwischen den beiden Durchflussmessern ist für mindestens fünf Sollwerte zu kalibrieren, wobei die Durchflusswerte gleichmäßig auf den Abstand zwischen den tiefsten bei der Prüfung verwendeten Wert für q_{mdw} und den bei der Prüfung verwendeten Wert für q_{mdew} verteilt sind. Der Verdünnungstunnel kann umgangen werden.

b) An den Durchflussmesser für q_{mdew} ist ein kalibriertes Massendurchsatzmessgerät anzuschließen, und die Genauigkeit für den bei der Prüfung verwendeten Wert ist zu überprüfen. Anschließend ist das kalibrierte Massendurchsatzmessgerät in Reihe an den Durchflussmesser für q_{mdw} anzuschließen und die Genauigkeit für mindestens 5 Einstellungen zu überprüfen, die einem Verdünnungsverhältnis zwischen 3 und 50, bezogen auf das bei der Prüfung verwendete q_{mdew}, entsprechen.

c) Das Übertragungsrohr TT wird vom Auspuff getrennt und an kalibriertes Messgerät mit einem zur Messung von q_{mp} geeigneten Messbereich an das Übertragungsrohr angeschlossen. Danach ist q_{mdew} auf den bei der Prüfung verwendeten Wert, und q_{mdw} nacheinander auf mindestens 5 Werte einzustellen, die den Verdünnungsverhältnissen q zwischen 3 und 50 entsprechen.

▼M1

Stattdessen kann auch eine besondere Kalibrierstromleitung eingerichtet werden, die den Tunnel umgeht, aber der Gesamtstrom und der Verdünnungsluftstrom durch die entsprechenden Messgeräte müssen genauso sein wie bei der tatsächlichen Prüfung.

d) In das Abgasübertragungsrohr TT ist ein Spürgas einzuführen. Dieses Spürgas kann ein Bestandteil des Abgases sein, zum Beispiel CO_2 oder NO_x. Nach der Verdünnung im Tunnel ist der Spürgasbestandteil zu messen. Dies muss für fünf Verdünnungsverhältnisse zwischen 3 und 50 erfolgen. Die Genauigkeit des Probenstroms ist aus dem Verdünnungsverhältnis r_d zu ermitteln:

$$q_{mp} = \frac{q_{mdew}}{r_d}$$

— Die Genauigkeiten der Gasanalysegeräte sind zu berücksichtigen, um die Genauigkeit von q_{mp} sicherzustellen.

3.2.2. *Prüfung des Kohlenstoffdurchsatzes*

— Es wird empfohlen, den Kohlenstoffdurchsatz anhand von tatsächlichem Abgas zu überprüfen, um Mess- und Steuerprobleme aufzuspüren und den ordnungs-gemäßen Betrieb des Teilstromsystems zu verifizieren. Die Kohlenstoffdurchsatzprüfung sollte zumindest dann vorgenommen werden, wenn ein neuer Motor eingebaut oder am Prüfstand eine andere wesentliche Änderung vorgenommen wird.

— Der Motor wird bei Volllastdrehmoment und -drehzahl oder in einer anderen stabilen Betriebsart gefahren, die mindestens 5 % CO_2 produziert. Das Teilstrom-Probenahmensystem wird mit einem Verdünnungsfaktor von etwa 15 zu 1 betrieben.

— Bei Kohlenstoffdurchsatzprüfungen ist das in Anlage 6 zu diesem Anhang angegebene Verfahren anzuwenden. Die Kohlenstoffdurchsätze werden gemäß Nummer 2.1 bis 2.3 in Anlage 6 zu diesem Anhang berechnet. Alle Kohlenstoffdurchsätze sollten sich nicht mehr als 6 % voneinander unterscheiden.

3.2.3. *Vorprüfung*

— Innerhalb von zwei Stunden vor der Prüfung ist eine Vorprüfung auf folgende Weise durchzuführen:

— Die Genauigkeit der Durchflussmesser ist mit derselben Methode zu prüfen wie für die Kalibrierung (siehe Nummer 3.2.1), und zwar an wenigstens zwei Stellen, einschließlich der Durchflussventile von q_{mdw}, die den Verdünnungsverhältnissen zwischen 5 und 15 für den bei der Prüfung veränderten Wert q_{mdew} entsprechen.

— Lässt sich anhand der Aufzeichnungen des Kalibrierungsverfahrens nach Nummer 3.2.1 nachweisen, dass die Kalibrierung des Durchflussmessers über längere Zeiträume stabil ist, kann die Vorprüfung unterbleiben.

3.3. **Bestimmung der Umwandlungszeit (nur für Teilstrom-Verdünnungssysteme bei der ETC-Prüfung)**

— Die Systemeinstellungen für die Bewertung der Umwandlungszeit müssen genau dieselben sein wie während der Messung des Prüflaufs. Die Umwandlungszeit ist mit folgender Methode zu ermitteln:

— Ein unabhängiger Bezugsdurchflussmesser mit einer für den Probenstrom geeigneten Messspanne wird in Reihe mit der Sonde angebracht und mit ihr eng gekoppelt. Der Durchflussmesser muss eine Umwandlungszeit von weniger als 100 ms für die Durchflussstufengröße aufweisen, die bei der Messung der Ansprechzeit verwendet wird, wobei der Flusswiderstand so niedrig sein muss, dass die dynamische Leistung des Teilstrom-Verdünnungssystems nicht beeinträchtigt wird, und mit den Regeln des Fachs in Einklang stehen.

— Der in das Teilstrom-Verdünnungssystem einströmende Abgasstrom (bzw. Luftstrom, wenn der Abgasstrom berechnet wird) wird schrittweise verändert, und zwar von einem geringen Durchfluss bis auf mindestens 90 % des Skalenendwertes. Als Auslöser für die

▼M1

schrittweise Veränderung ist derselbe zu verwenden wie für den Start der vorausschauenden Steuerung bei der eigentlichen Prüfung. Der Stimulus für den Abgasstromschritt und die Durchflussmesseransprechzeit ist mit einer Probenhäufigkeit von mindestens 10 Hz aufzuzeichnen.

— Aus diesen Daten wird die Umwandlungszeit für das Teilstrom-Verdünnungssystem bestimmt, das heißt die Zeit vom Ingangsetzen des Schrittstimulus bis der Durchflussmesser den 50 %-Punkt erreicht hat. Auf ähnliche Weise werden die Zeiten für die Umwandlung des Signals q_{mp} des Teilstrom-Verdünnungssystems und des Signals $q_{mew,i}$ des Abgasdurchsatzmessers bestimmt. Diese Signale werden bei den Regressionskontrollen nach jeder Prüfung verwendet (siehe Nummer 3.8.3.2 in Anlage 2 zu diesem Anhang).

— Die Berechnung ist für mindestens 5 Anstiegs- und Abfall-Stimuli zu wiederholen, und der Durchschnitt der Ergebnisse ist zu berechnen. Die interne Umwandlungszeit (< 100 msec) des Bezugsdurchflussmessers ist von diesem Wert abzuziehen. Dies ist der „Vorausschau"-Wert des Teilstrom-Verdünnungssystems, der gemäß Nummer 3.8.3.2 in Anlage 2 zu diesem Anhang anzuwenden ist.

3.4. **Kontrolle 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.

3.5. **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.

▼B

4. KALIBRIERUNG DER GERÄTE FÜR DIE RAUCHMESSUNG

4.1. **Einleitung**

Der Trübungsmesser ist so oft wie nötig zu kalibrieren, damit er den in dieser Richtlinie festgelegten Anforderungen an die Genauigkeit entspricht. Das bei den Geräten nach Anhang III Anlage 4 Abschnitt 5 sowie Anhang V Abschnitt 3 anzuwendende Kalibrierverfahren ist in diesem Abschnitt beschrieben.

4.2. **Kalibrierverfahren**

4.2.1. *Aufheizzeit*

Der Trübungsmesser ist nach den Angaben des Herstellers aufzuheizen und zu stabilisieren. Ist der Trübungsmesser mit einem Spülluftsystem versehen, das die Messkammerfenster von Ruß freihält, so sollte auch dieses System entsprechend den Empfehlungen des Herstellers in Betrieb genommen und justiert werden.

4.2.2. *Ermittlung der Linearität*

Die Linearität des Trübungsmessers ist bei eingestellter Trübungsanzeige entsprechend den Empfehlungen des Herstellers zu überprüfen. Drei Neutralfilter mit bekanntem Durchlässigkeitsgrad, die die Anforderungen von Anhang III, Anlage 4 Abschnitt 5.2.5 erfüllen, sind in den Trübungsmesser einzusetzen, und der Wert ist aufzuzeichnen. Die nominelle Trübung der Neutralfilter muss ca. 10 %, 20 % und 40 % betragen.

Die Linearität darf höchstens um ± 2 % Trübung vom Nennwert des Neutralfilters abweichen. Jegliche über den genannten Wert hinausgehende Nichtlinearität muss vor Beginn der Prüfung korrigiert werden.

4.3. **Abstände zwischen den Kalibrierungen**

Der Trübungsmesser ist mindestens alle 3 Monate sowie nach Reparaturen oder Veränderungen des Systems, die die Kalibrierung beeinflussen könnten, entsprechend Abschnitt 4.2.2 zu kalibrieren.

▼M1

Anlage 6

KONTROLLE DES KOHLENSTOFFDURCHSATZES

1. EINFÜHRUNG

Bis auf einen winzigen Teil stammt der gesamte Kohlenstoff im Abgas aus dem Kraftstoff und bis auf einen minimalen Anteil ist er im Abgas als CO_2 feststellbar. Dies bildet die Grundlage für eine Überprüfung des Systems anhand von CO_2-Messungen.

Der Kohlenstoffstrom in die Abgasmesssysteme hinein ist vom Kraftstoffdurchsatz abhängig. An mehreren Probenahmestellen in den Beprobungssystemen für Emissionen und Partikel wird der Kohlenstoffstrom anhand der CO_2-Konzentrationen und der Gasdurchsätze an diesen Stellen bestimmt.

Demzufolge stellt der Motor eine bekannte Quelle eines Kohlenstoffstroms dar, und die Beobachtung dieses Kohlenstoffstroms im Auspuffrohr und am Austritt des Teilstrom-Partikel-Probenahmesystems ermöglicht die Überprüfung auf Leckdichtigkeit und Genauigkeit der Durchflussmessung. Diese Prüfung hat den Vorteil, dass die Komponenten hinsichtlich Temperatur und Durchsatz unter tatsächlichen Motorprüfbedingungen arbeiten.

In der folgenden Abbildung sind die Probenahmestellen eingetragen, an denen die Kohlenstoffdurchsätze zu prüfen sind. Die spezifischen Gleichungen für die Kohlenstoffdurchsätze an jeder der Probenahmenstellen werden im Folgenden angegeben.

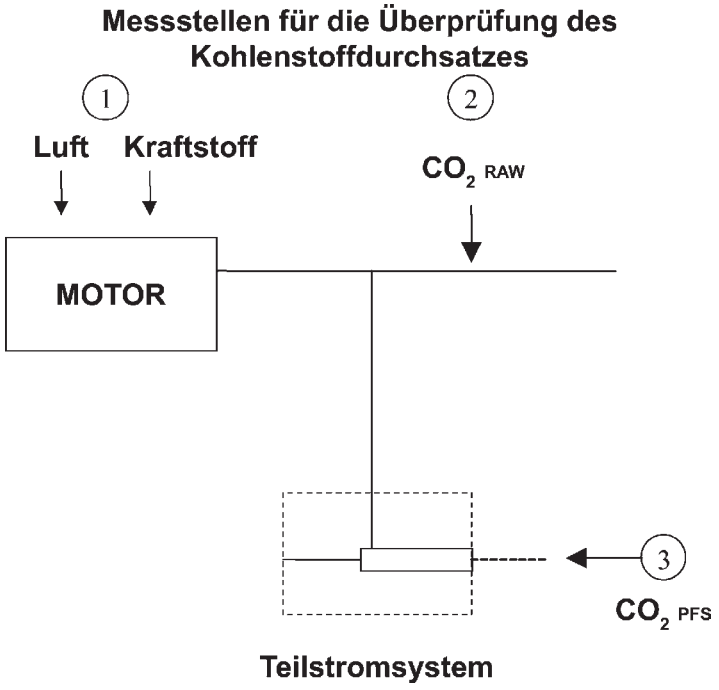


Abbildung 7

2. BERECHNUNGEN

2.1. **Kohlenstoffdurchsatz am Motoreintritt (Stelle 1)**

Der Kohlenstoffdurchsatz am Motoreintritt wird für einen Kraftstoff des Typs $CH_\alpha O_\varepsilon$ wie folgt bestimmt:

$$q_{mCf} = \frac{12{,}011}{12{,}011 + \alpha + 15{,}9994 \times \varepsilon} \times q_{mf}$$

▼M1

Hierbei ist:

q_{mf} = Massendurchsatz des Kraftstoffs, kg/s

2.2. **Kohlenstoffdurchsatz im Rohabgas (Stelle 2)**

Der Kohlenstoffmassendurchsatz im Auspuffrohr des Motors wird aus Konzentration des rohen CO_2 und dem Massendurchsatz des Abgases bestimmt.

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{CO2,r} - c_{CO2,a}}{100} \right) \times q_{mew} \times \frac{12{,}011}{M_{re}}$$

Hierbei sind:

$c_{CO2,r}$ = Konzentration des feuchten CO_2 im Rohabgas, %

$c_{CO2,a}$ = Konzentration des feuchten CO_2 in der Umgebungsluft, % (ungefähr 0,04 %)

q_{mew} = Massendurchsatz des Abgases, feucht, kg/s

M_{re} = Molekularmasse des Abgases

Wird das CO_2 auf trockener Basis gemessen, so sind die Werte gemäß Nummer 5.2 der Anlage 1 zu diesem Anhang in Feuchtwerte umzuwandeln.

2.3. **Kohlenstoffdurchsatz im Verdünnungssystem (Stelle 3)**

Der Kohlenstoffdurchsatz wird aus der Konzentration des verdünnten CO_2, dem Abgasmassendurchsatz und dem Probendurchsatz berechnet:

$$q_{mCp} = \left(\frac{c_{CO2,d} - c_{CO2,a}}{100} \right) \times q_{mdew} \times \frac{12{,}011}{M_{re}} \times \frac{q_{mew}}{q_{mp}}$$

Hierbei sind:

$c_{CO2,d}$ = Konzentration des feuchten CO_2 im verdünnten Abgas am Austritt des Verdünnungstunnels, %

$c_{CO2,a}$ = Konzentration des feuchten CO_2 in der Umgebungsluft, % (ungefähr 0,04 %)

q_{mdew} = Massendurchsatz des verdünnten Abgases, feucht, kg/s

q_{mew} = Massendurchsatz des Abgases, feucht, kg/s (nur Teilstromsystem)

q_{mp} = Abgasprobenahmestrom am Eintritt des Teilstrom-Verdünnungssystems, kg/s (nur Teilstromsystem)

M_{re} = Molekularmasse des Abgases

Wird das CO_2 auf trockener Basis gemessen, so sind die Werte gemäß Nummer 5.2 in Anlage 1 zu diesem Anhang in Feuchtwerte umzuwandeln.

2.4. Die molekulare Masse (M_{re}) des Abgases ist wie folgt zu berechnen:

$$M_{re} = \frac{1 + \frac{q_{mf}}{q_{maw}}}{\frac{q_{mf}}{q_{maw}} \times \frac{\frac{\alpha}{4} + \frac{\varepsilon}{2} + \frac{\delta}{2}}{12{,}011 + 1{,}00794 \times \alpha + 15{,}9994 \times \varepsilon + 14{,}0067 \times \delta + 32{,}065 \times \gamma} + \frac{\frac{H_a \times 10^{-3}}{2 \times 1{,}00794 + 15{,}9994} + \frac{1}{M_{ra}}}{1 + H_a \times 10^{-3}}}$$

Hierbei gilt:

q_{mf} = Massendurchsatz des Kraftstoffs, kg/s

q_{maw} = Massendurchsatz der Ansaugluft, feucht, kg/s

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

M_{ra} = Molekularmasse der trockenen Ansaugluft (= 28,9 g/mol)

α, δ, ε, γ = Molverhältnis für einen Kraftstoff des Typs $CH_\alpha O_\delta N_\varepsilon S_\gamma$

▼**M1**

Stattdessen können folgende Molekularmassen verwendet werden:

M_{re} (Diesel) = 28,9 g/mol

M_{re} (LPG) = 28,6 g/mol

M_{re} (NG) = 28,3 g/mol

▼B

ANHANG IV

TECHNISCHE DATEN DES BEZUGSKRAFTSTOFFS FÜR DIE GENEHMIGUNGSPRÜFUNGEN UND FÜR DIE NACHPRÜFUNG DER ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION

▼M1

1.1. **Diesel-Bezugskraftstoff für die Prüfung von Motoren anhand der Emissionsgrenzwerte in Zeile A der Tabellen in Nummer 6.2.1 von Anhang I** ([1])

▼B

Parameter	Einheit	Grenzwerte ([2])		Prüfverfahren	Veröffentlicht
		Mindestwert	Höchstwert		
Cetanzahl ([3])		52,0	54,0	EN-ISO 5165	1998 ([4])
Dichte bei 15 °C	kg/m³	833	837	EN-ISO 3675	1995
Siedeverlauf:					
— 50 %	°C	245	—	EN-ISO 3405	1998
— 95 %	°C	345	350	EN-ISO 3405	1998
— Siedeende	°C	—	370	EN-ISO 3405	1998
Flammpunkt	°C	55	—	EN 27719	1993
CFPP	°C	—	- 5	EN 116	1981
Viskosität bei 40 °C	mm²/s	2,5	3,5	EN-ISO 3104	1996
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Massen-%	3,0	6,0	IP 391 (*)	1995
Schwefelgehalt ([5])	mg/kg	—	300	pr. EN-ISO/DIS 14596	1998 ([4])
Kupferlamellenkorrosion		—	1	EN-ISO 2160	1995
Conradsonzahl (bei 10 % Rückstand)	Massen-%	—	0,2	EN-ISO 10370	
Aschegehalt	Massen-%	—	0,01	EN-ISO 6245	1995
Wassergehalt	Massen-%	—	0,05	EN-ISO 12937	1995
Säurezahl (starke Säure)	mg KOH/g	—	0,02	ASTM D 974-95	1998 ([4])
Oxidationsbeständigkeit ([6])	mg/ml	—	0,025	EN-ISO 12205	1996
(*) Neues verbessertes Verfahren für polyzyklische Aromaten in Entwicklung	Massen-%	—	—	EN 12916	[2000] ([4])

([1]) Soll der thermische Wirkungsgrad eines Motors oder eines Fahrzeuges berechnet werden, so kann der Heizwert des Kraftstoffs nach folgender Formel berechnet werden:

Spezifische Energie (Heizwert) (netto) in MJ/kg = $(46{,}423 - 8{,}792d^2 + 3{,}170d)(1 - (x + y + s)) + 9{,}420s - 2{,}499x$

Hierbei bedeuten:

d = Dichte bei 15 °C

x = Wassergehalt in Gewichtsanteilen (%/100)

y = Aschegehalt in Gewichtsanteilen (%/100)

s = Schwefelgehalt in Gewichtsanteilen (%/100).

([2]) Die in der Spezifikation angegebenen Werte sind „tatsächliche Werte“. Bei der Festlegung ihrer Grenzwerte wurden die Bestimmungen aus dem ISO-Dokument 4259 „Petroleum products — Determination and application of precision data in relation to methods of test“ angewendet, und bei der Festlegung eines Mindestwerts wurde eine Mindestdifferenz von 2 R über Null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Höchst- und Mindestwerts beträgt die Mindestdifferenz 4 R (R = Reproduzierbarkeit). Ungeachtet dieser Maßnahme, die aus statistischen Gründen notwendig ist, sollte der Hersteller der Kraftstoffe jedoch einen Nullwert anstreben, wenn der festgesetzte Höchstwert 2 R ist, und einen Mittelwert bei Angaben von Höchst- und Mindestwerten. Falls Zweifel bestehen, ob ein Kraftstoff die vorgeschriebenen Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen des Dokuments ISO 4259.

([3]) Die angegebene Spanne für die Cetanzahl entspricht nicht der Anforderung einer Mindestspanne von 4 R. Bei Streitigkeiten zwischen dem Kraftstofflieferanten und dem Verwender können jedoch die Bestimmungen des Dokuments ISO 4259 zur Regelung solcher Streitigkeiten herangezogen werden, sofern anstelle von Einzelmessungen Wiederholungsmessungen in für die notwendige Genauigkeit ausreichender Anzahl vorgenommen werden.

▼B

(4) Der Monat der Veröffentlichung wird zu gegebener Zeit hinzugefügt.

(5) Es wird der tatsächliche Schwefelgehalt des Kraftstoffs, der für die Prüfung verwendet wird, festgehalten. Zusätzlich wird der Höchstwert für den Schwefelgehalt des Bezugskraftstoffs, der für die Zulassung eines Fahrzeugs oder Motors in Bezug auf die in Zeile B der Tabelle in Anhang I Abschnitt 6.2.1 aufgeführten Grenzwerte verwendet wird, auf 50 ppm festgesetzt. Die Kommission wird so bald wie möglich eine Änderung zu diesem Anhang vorlegen, in der der Marktdurchschnittswert für den Schwefelgehalt von Kraftstoffen hinsichtlich des in Anhang IV der Richtlinie 98/70/EG bestimmten Kraftstoffs berücksichtigt wird.

(6) Auch bei überprüfter Oxidationsbeständigkeit ist die Lagerbeständigkeit wahrscheinlich begrenzt. Es wird empfohlen, sich auf Herstellerempfehlungen hinsichtlich Lagerbedingungen und -beständigkeit zu stützen.

▼M1

1.2. **Diesel-Bezugskraftstoff für die Prüfung von Motoren anhand der Emissionsgrenzwerte in Zeile B1, B2 oder C der Tabellen in Nummer 6.2.1 von Anhang I**

Parameter	Einheit	Grenzwerte ([1])		Prüfmethode
		Mindestwert	Höchstwert	
Cetanzahl ([2])		52,0	54,0	EN-ISO 5165
Dichte bei 15 °C	kg/m^3	833	837	EN-ISO 3675
Siedeverlauf:				
50 %-Punkt	°C	245	—	EN-ISO 3405
95 %-Punkt	°C	345	350	EN-ISO 3405
- Siedeende	°C	—	370	EN-ISO 3405
Flammpunkt	°C	55	—	EN 22719
CFPP	°C	—	– 5	EN 116
Viskosität bei 40 °C	mm^2/s	2,3	3,3	EN-ISO 3104
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	% m/m	2,0	6,0	IP 391
Schwefelgehalt ([3])	mg/kg	—	10	ASTM D 5453
Kupferkorrosion		—	Klasse 1	EN-ISO 2160
Conradson-Zahl (10 % Rückstand)	% m/m	—	0,2	EN-ISO 10370
Aschegehalt	% m/m	—	0,01	EN-ISO 6245
Wassergehalt	% m/m	—	0,02	EN-ISO 12937
Säurezahl (starke Säure)	mg KOH/g	—	0,02	ASTM D 974
Oxidationsbeständigkeit ([4])	mg/ml	—	0,025	EN-ISO 12205
Schmierfähigkeit (Durchmesser der Verschleißfläche nach HFRR bei 60 °C)	µm	—	400	CEC F-06-A-96
Fettsäuremethylester	unzulässig			

([1]) Die in der Spezifikation angegebenen Werte sind „tatsächliche Werte“. Bei der Festlegung ihrer Grenzwerte wurden die Bestimmungen des ISO-Dokuments 4259 „Petroleum products — Determination and application of precision data in relation to methods of test“ angewendet, und bei der Festlegung eines Mindestwerts wurde eine Mindestdifferenz von 2R über null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Höchst- und Mindestwertes beträgt die Mindestdifferenz 4R (R = Reproduzierbarkeit).

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

([2]) Die angegebene Spanne für die Cetanzahl entspricht nicht der Anforderung einer Mindestspanne von 4R. Bei Streitigkeiten zwischen dem Kraftstofflieferanten und dem Verwender können jedoch die Bestimmungen des Dokuments ISO 4259 zur Regelung solcher Streitigkeiten herangezogen werden, sofern anstelle von Einzelmessungen Wiederholungsmessungen in für die notwendige Genauigkeit ausreichender Zahl vorgenommen werden.

([3]) Der tatsächliche Schwefelgehalt des für die Prüfung Typ I verwendeten Kraftstoffes muss mitgeteilt werden.

([4]) Auch bei überprüfter Oxidationsbeständigkeit ist die Lagerbeständigkeit wahrscheinlich begrenzt. Es wird empfohlen, sich auf Herstellerempfehlungen hinsichtlich Lagerbedingungen und -beständigkeit zu stützen.

▼B

►M1 1.3. ◄ **Ethanol für Dieselmotoren** (1)

Eigenschaft	Einheit	Grenzwerte (2)		Prüfmethode (3)
		Minimum	Maximum	
Alkohol, Masse	Massen-%	92,4	—	ASTM D 5501
Sonstiger Alkoholanteil in der Gesamtalkoholmasse außer Ethanol	Massen-%	—	2	ADTM D 5501
Dichte bei 15 °C	kg/m^3	795	815	ASTM D 4052
Aschegehalt	Massen-%		0,001	ISO 6245
Flammpunkt	°C	10		ISO 2719
Säure, berechnet als Essigsäure	Massen-%	—	0,0025	ISO 1388-2
Säurezahl (starke Säure)	KOH mg/l	—	1	
Farbe	Nach Farbskala	—	10	ASTM D 1209
Trockenrückstand bei 100 °C	mg/kg		15	ISO 759
Wassergehalt	Massen-%		6,5	ISO 760
Aldehyde, berechnet als Essigsäure	Massen-%		0,0025	ISO 1388-4
Schwefelgehalt	mg/kg	—	10	ASTM D 5453
Ester, berechnet als Ethylacetat	Massen-%	—	0,1	ASSTM D 1617

(1) Dem Ethanolkraftstoff können entsprechend den Herstellerangaben Zündverbesserer beigemischt werden. Die höchstzulässige Menge ist 10 Massen-%.

(2) Die in der Spezifikation angegebenen Werte sind „tatsächliche Werte“. Bei der Festlegung ihrer Grenzwerte wurden die Bestimmungen von ISO 4259, „*Mineralölerzeugnisse — Bestimmung und Anwendung der Werte für die Präzision von Prüfverfahren*“ angewendet, bei der Festlegung eines Mindestwertes wurde eine Mindestdifferenz von 2R über Null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Höchst- und Mindestwertes beträgt die Mindestdifferenz 4R (R = Reproduzierbarkeit). Unabhängig von dieser aus statistischen Gründen getroffenen Festlegung sollte der Hersteller des Kraftstoffs dennoch anstreben, dort, wo ein Höchstwert von 2R festgelegt ist, den Wert Null zu erreichen, und dort, wo Ober- und Untergrenzen festgelegt sind, den Mittelwert zu erreichen. Falls Zweifel bestehen, ob ein Kraftstoff die Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen von ISO 4259.

(3) Gleichwertige ISO-Verfahren werden übernommen, sobald sie für alle oben angegebenen Eigenschaften veröffentlicht sind.

▼B

2. ERDGAS (NG)

Handelsübliche europäische Kraftstoffe sind in zwei Gasgruppen erhältlich:

— Gasgruppe H, deren Extremwert die Bezugskraftstoffe G_R und G_{23} verkörpern

— Gasgruppe L, deren Extremwerte die Bezugskraftstoffe G_{23} und G_{25} verkörpern.

Die Eigenschaften der Bezugskraftstoffe G_R, G_{23} und G_{25} sind nachstehend zusammengefasst:

Bezugskraftstoff G_R

Eigenschaften	Maßeinheit	Basis	Grenzwerte		Prüfverfahren
			Minimum	Maximum	
Zusammensetzung:					
Methan		87	84	89	
Ethan		13	11	15	
Rest (1)	Mol-%	—	—	1	ISO 6974
Schwefelgehalt	mg/m^3 (2)	—	—	10	ISO 6326-5

(1) Inertgase $+C_{2+}$.

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

Bezugskraftstoff G_{23}

Eigenschaften	Maßeinheit	Basis	Grenzwerte		Prüfverfahren
			Minimum	Maximum	
Zusammensetzung:					
Methan		92,5	91,5	93,5	
Rest (1)	Mol-%	—	—	1	ISO 6974
N_2		7,5	6,5	8,5	
Schwefelgehalt	mg/m^3 (2)	—	—	10	ISO 6326-5

(1) Inertgase (different from N_2) $+C_{2+}$ $+C_{2+}$.

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

Bezugskraftstoff G_{25}

Eigenschaften	Maßeinheit	Basis	Grenzwerte		Prüfverfahren
			Minimum	Maximum	
Zusammensetzung:					
Methan		86	84	88	
Rest (1)	Mol-%	—	—	1	ISO 6974
N_2		14	12	16	
Schwefelgehalt	mg/m^3 (2)	—	—	10	ISO 6326-5

(1) Inertgase (different from N_2) $+C_{2+}$ $+C_{2+}$.

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

▼M1

3. TECHNISCHE DATEN DER FLÜSSIGGAS-BEZUGSKRAFTSTOFFE

A. **Technische Daten der Flüssiggas-Bezugskraftstoffe zur Prüfung der unter Nummer 6.2.1 von Anhang I in Reihe A genannten Emissionsgrenzwerte**

Parameter	Symbol	Kraftstoff A	Kraftstoff B	Prüfmethode
Zusammensetzung:				ISO 7941
C_3-Gehalt	Vol.-%	50 ± 2	85 ± 2	
C_4-Gehalt	Vol.-%	Rest	Rest	
$< C_3$, $> C_4$	Vol.-%	max. 2	max. 2	
Olefine	Vol.-%	max. 12	max. 14	
Abdampfrückstand	mg/kg	max. 50	max. 50	ISO 13757
Wasser bei 0 °C		wasserfrei	wasserfrei	Sichtprüfung
Gesamtschwefelgehalt	mg/kg	max. 50	max. 50	EN 24260
Hydrogensulfid		keine	keine	ISO 8819
Kupferstreifenkorrosion	Einstufung	Klasse 1	Klasse 1	ISO 6251 (1)
Geruch		charakteristisch	charakteristisch	
Motoroktanzahl		min. 92,5	min. 92,5	EN 589 Anhang B

(1) Mit diesem Verfahren lassen sich korrosive Stoffe möglicherweise nicht zuverlässig nachweisen, wenn die Probe Korrosionshemmer oder andere Stoffe enthält, die die korrodierende Wirkung der Probe auf den Kupferstreifen verringern. Es ist daher untersagt, solche Stoffe eigens zuzusetzen, um das Prüfverfahren zu beeinflussen.

B. **Technische Daten der Flüssiggas-Bezugskraftstoffe zur Prüfung der unter Nummer 6.2.1 von Anhang I in Reihe B1, B2 oder C genannten Emissionsgrenzwerte**

Parameter	Einheit	Kraftstoff A	Kraftstoff B	Prüfmethode
Zusammensetzung:				ISO 7941
C_3-Gehalt	Vol.-%	50 ± 2	85 ± 2	
C_4-Gehalt	Vol.-%	Rest	Rest	
$< C_3$, $> C_4$	Vol.-%	max. 2	max. 2	
Olefine	Vol.-%	max. 12	max. 14	
Abdampfrückstand	mg/kg	max. 50	max. 50	ISO 13757
Wasser bei 0 °C		wasserfrei	wasserfrei	Sichtprüfung
Gesamtschwefelgehalt	mg/kg	max. 10	max. 10	EN 24260
Hydrogensulfid		keine	keine	ISO 8819
Kupferstreifenkorrosion	Einstufung	Klasse 1	Klasse 1	ISO 6251 (1)
Geruch		charakteristisch	charakteristisch	

▼M1

Parameter	Einheit	Kraftstoff A	Kraftstoff B	Prüfmethode
Motoroktanzahl		min. 92,5	min. 92,5	EN 589 Anhang B

([1]) Mit diesem Verfahren lassen sich korrosive Stoffe möglicherweise nicht zuverlässig nachweisen, wenn die Probe Korrosionshemmer oder andere Stoffe enthält, die die korrodierende Wirkung der Probe auf den Kupferstreifen verringern. Es ist daher untersagt, solche Stoffe eigens zuzusetzen, um das Prüfverfahren zu beeinflussen.

▼B

ANHANG V

ANALYSE- UND PROBENAHMESYSTEME

1. BESTIMMUNG DER GASFÖRMIGEN EMISSIONEN

1.1. **Einleitung**

Ausführliche Beschreibungen der empfohlenen Probenahme- und Analysesysteme sind in Abschnitt 1.2 sowie in den Abbildungen 7 und 8 enthalten. Da mit verschiedenen Anordnungen gleichwertige Ergebnisse erzielt werden können, ist eine genaue Übereinstimmung mit den Abbildungen 7 und 8 nicht erforderlich. Es können zusätzliche Bauteile wie Instrumente, Ventile, Elektromagnete, Pumpen und Schalter verwendet werden, um weitere Informationen zu erlangen und die Funktionen der Teilsysteme zu koordinieren. Bei einigen Systemen kann auf manche Bauteile, die für die Aufrechterhaltung der Genauigkeit nicht erforderlich sind, verzichtet werden, wenn ihr Wegfall nach bestem technischen Ermessen begründet erscheint.

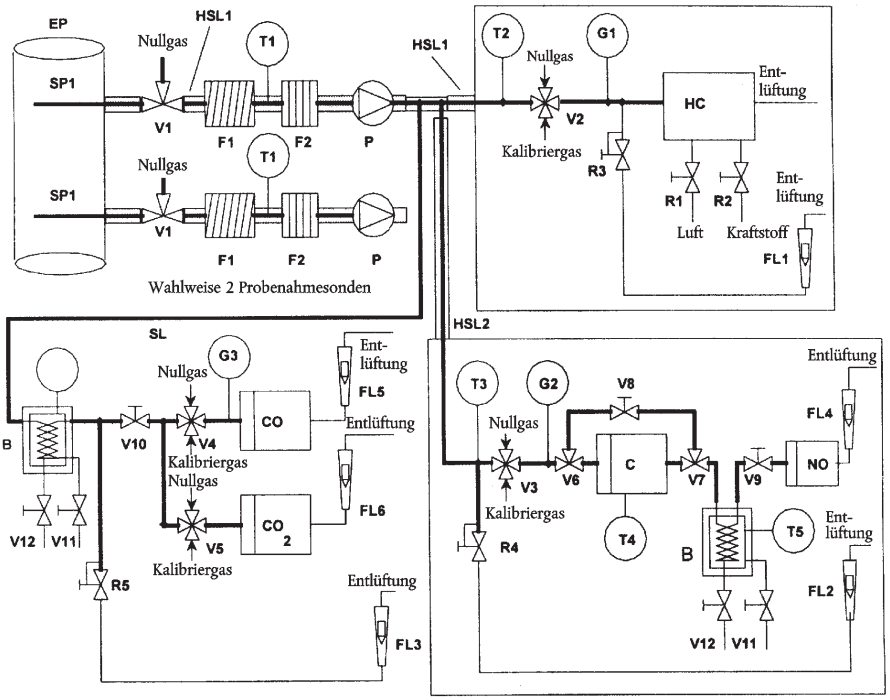


Abbildung 7

Flussdiagramm des mit Rohabgas arbeitenden Analysesystems für CO, CO_2, 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

▼B

aufgespalten werden. Es ist sorgfältig darauf zu achten, dass sich an keiner Stelle des Analysesystems Kondensate von Abgasbestandteilen (einschließlich Wasser und Schwefelsäure) bilden.

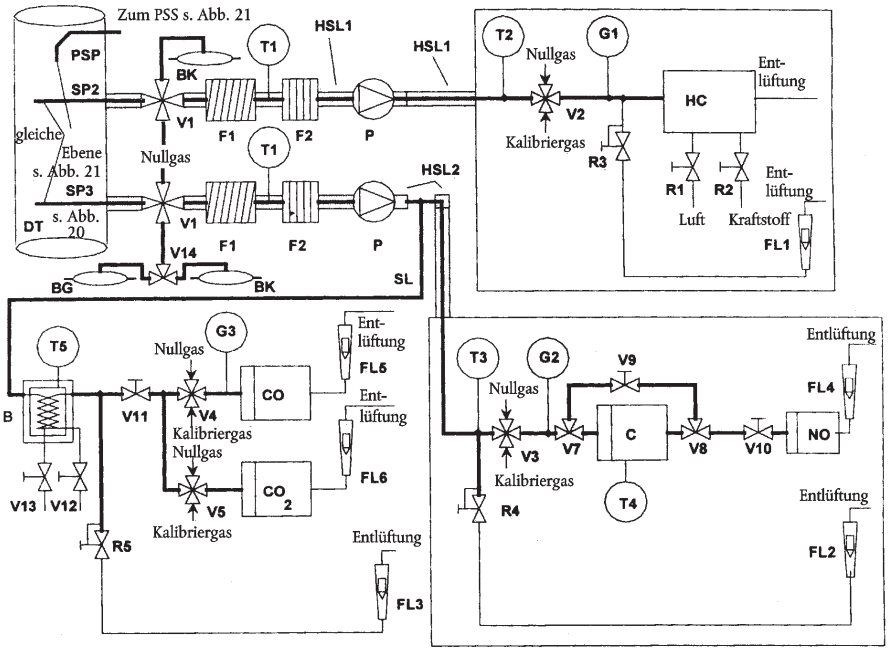


Abbildung 8

Flussdiagramm des mit verdünntem Abgas arbeitenden Analysesystems für CO, CO_2, NO_x, HC (ETC, für ESC wahlfrei)

1.2.1. *Beschreibung zu den Abbildungen 7 und 8*

EP: Auspuffrohr

SP1: Sonde zur Entnahme von Proben aus dem unverdünnten Abgas (nur Abbildung 7)

Empfohlen wird eine Sonde aus rostfreiem Stahl mit geschlossenem Ende und mehreren Löchern. Der Innendurchmesser darf nicht größer sein als der Innendurchmesser der Probenahmeleitung. Die Wanddicke der Sonde darf nicht größer als 1 mm sein. Erforderlich sind mindestens drei Löcher auf drei verschiedenen radialen Ebenen und von einer solchen Größe, dass sie ungefähr den gleichen Durchfluss entnehmen. Die Sonde muss sich über mindestens 80 % des Auspuffrohr-Querschnitts erstrecken. Es können ein oder zwei Probenahmesonden verwendet werden.

SP2: Sonde zur Entnahme von HC-Proben aus dem verdünnten Abgas (nur Abbildung 8)

Die Sonde muss

— die ersten 254 mm bis 762 mm der beheizten Probenahmeleitung HSL1 bilden;

— einen Innendurchmesser von mindestens 5 mm haben;

— im Verdünnungstunnel DT (siehe Abschnitt 2.3, Abbildung 20) an einer Stelle angebracht sein, an der Verdünnungsluft und Abgase gut vermischt sind (d.h. etwa 10 Tunneldurchmesser stromabwärts von dem Punkt gelegen, an dem die Abgase in den Verdünnungstunnel eintreten);

— in ausreichender Entfernung (radial) von anderen Sonden und von der Tunnelwand angebracht werden, um eine Beeinflussung durch Wellen oder Wirbel zu vermeiden;

— so beheizt werden, dass die Temperatur des Gasstroms am Sondenauslass auf 463 K ± 10 K (190 °C ± 10 °C) erhöht wird.

▼B

SP3: Sonde zur Entnahme von CO-, CO_2-, 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 K ± 10 K (190 °C ± 10 °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 K ± 10 K (190 °C ± 10 °C) aufweisen.

HSL2: Beheizte NO_x-Probenahmeleitung

Die Probenahmeleitung muss

— bei Verwendung eines Kühlers B bis hin zum Konverter C und bei Nichtverwendung eines Kühlers B bis hin zum Analysator auf einer Wandtemperatur von 328 bis 473 K (55 bis 200 °C) gehalten werden.

— aus rostfreiem Stahl oder PTFE bestehen.

SL: Probenahmeleitung für CO und CO_2

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

BK: Hintergrundbeutel (wahlfrei, nur Abbildung 8)

Zur Messung der Hintergrundkonzentrationen.

BG: Probenahmebeutel (wahlfrei, nur Abbildung 8, CO und CO_2)

Zur Messung der Probenkonzentrationen.

F1: Beheiztes Vorfilter (wahlfrei)

Es ist auf der gleichen Temperatur zu halten wie HSL1.

F2: Beheiztes Filter

Dieses Filter muss alle Feststoffteilchen aus der Gasprobe entfernen, bevor diese in den Analysator gelangt. Es muss die gleiche Temperatur aufweisen wie HSL1. Das Filter ist bei Bedarf zu wechseln.

P: Beheizte Probenahmepumpe

Die Pumpe ist auf die Temperatur von HSL1 aufzuheizen.

▼B

HC

Beheizter Flammenionisationsdetektor (HFID) zur Bestimmung der Kohlenwasserstoffe. Die Temperatur ist auf 453 bis 473 K (180 bis 200 °C) zu halten.

CO, CO_2

NDIR-Analysatoren zur Bestimmung von Kohlenmonoxid und Kohlendioxid (wahlfrei zur Bestimmung des Verdünnungsverhältnisses für PT-Messung).

NO

(H)CLD-Analysator zur Bestimmung der Stickoxide. Wird ein HCLD verwendet, so ist er auf einer Temperatur von 328 bis 473 K (55 bis 200 °C) zu halten.

C: Konverter

Für die katalytische Reduktion von NO_2 zu NO vor der Analyse im CLD oder HCLD ist ein Konverter zu verwenden.

B: Kühler (wahlfrei)

Zum Kühlen und Kondensieren von Wasser aus der Abgasprobe. Der Kühler ist durch Eis oder ein Kühlsystem auf einer Temperatur von 273 bis 277 K (0 bis 4 °C) zu halten. Der Kühler ist wahlfrei, wenn der Analysator keine Beeinträchtigung durch Wasserdampf — bestimmt nach Anhang III Anlage 5 Abschnitte 1.9.1 und 1.9.2 — aufweist. Wird das Wasser durch Kondensation entfernt, so ist die Temperatur bzw. der Taupunkt der Gasprobe entweder innerhalb des Wasserabscheiders oder stromabwärts zu überwachen. Die Temperatur bzw. der Taupunkt der Gasprobe dürfen 280 K (7 °C) nicht überschreiten. Die Verwendung chemischer Trockner zur Entfernung von Wasser aus der Probe ist nicht zulässig.

T1, T2, T3: Temperatursensor

Zur Überwachung der Temperatur des Gasstromes.

T4: Temperatursensor

Zur Überwachung der Temperatur des NO_2-NO-Konverters.

T5: Temperatursensor

Zur Überwachung der Temperatur des Kühlers.

G1, G2, G3: Druckmesser

Zur Messung des Drucks in den Probenahmeleitungen.

R1, R2: Druckregler

Zur Regelung des Luft- bzw. Kraftstoffdrucks für den HFID.

R3, R4, R5: Druckregler

Zur Regelung des Drucks in den Probenahmeleitungen und des Durchflusses zu den Analysatoren.

FL1, FL2, FL3: Durchflussmesser

Zur Überwachung des Bypass-Durchflusses der Probe.

FL4 bis FL6: Durchflussmesser (wahlfrei)

Zur Überwachung des Durchflusses durch die Analysatoren.

V1 bis V5: Mehrwegeventil

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

V6, V7: Magnetventil

Zur Umgehung des NO_2-NO-Konverters.

▼B

V8: Nadelventil

Zum Ausgleichen des Durchflusses durch den NO_2-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. *Gaschromatografisches Verfahren (GC, Abbildung 9)*

Beim GC-Verfahren wird ein kleines ausgemessenes Probenvolumen in eine Trennsäule gebracht, durch die es mit einem inerten Trägergas transportiert wird. In der Trennsäule werden die verschiedenen Abgaskomponenten entsprechend ihren Siedepunkten getrennt, so dass sie aus der Trennsäule zu verschiedenen Zeiten ausströmen. Diese Gase werden dann einem Detektor zugeführt, dessen Ausgangssignal ein Maß für deren Konzentration ist. Da es sich bei dieser Technik um ein diskontinuierliches Analyseverfahren handelt, kann sie nur zusammen mit der in Anhang III Anlage 4 Abschnitt 3.4.2 beschriebenen Beutel-Probenahme angewendet werden.

Für die NMHC-Analyse ist ein automatisierter GC mit einem FID zu verwenden. Das Abgas wird in einem Beutel gesammelt, dem ein Teil des Gases entnommen und dem GC zugeführt wird. Die Probe wird in einer Porapak-Säule in zwei Teile getrennt (CH_4/Luft/CO und NMHC/CO_2/H_2O). Ein Molekularsieb trennt das CH_4 von der Luft und vom CO, ehe es zwecks Konzentrationsmessung zum FID weitergeleitet wird. Ein vollständiger Zyklus von der Einbringung einer Abgasprobe bis zur Einbringung der nächsten kann in 30 s durchgeführt werden. Zur NMHC-Bestimmung wird die CH_4-Konzentration vom Gesamtwert für die HC-Konzentration abgezogen (siehe Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.3.1).

Abbildung 9 zeigt einen typischen GC, der zur routinemäßigen Bestimmung von CH_4 geeignet ist. Andere GC-Verfahren dürfen ebenfalls verwendet werden, wenn dies nach bestem technischen Ermessen begründet erscheint.

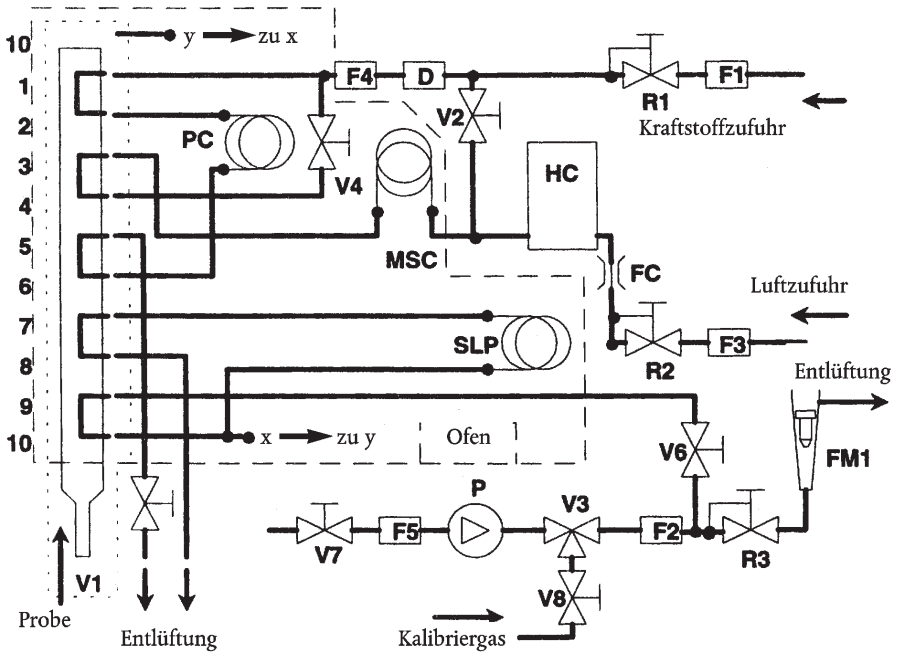


Abbildung 9

Flussdiagramm für die Methananalyse (GC-Methode)

▼B

Beschreibung zu Abbildung 9

PC: Porapak-Säule

Die zu verwendende Säule Porapak N, 180/300 μm (50/80 Maschenweite), 610 mm Länge × 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 mesh), 1 220 mm Länge × 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 nicht rostendem Stahl mit genügender Länge, um ein Volumen von etwa 1 cm^3 aufzunehmen.

P: Pumpe

Zur Einbringung der Probe in den Gaschromatografen.

D: Trockner

Um Wasser und etwaige andere Verunreinigungen zu entfernen, die möglicherweise im Trägergas enthalten sind, muss ein Trockner benutzt werden, der ein Molekularsieb enthält.

HC

Flammenionisationsdetektor (FID) zur Messung der Methankonzentration.

V1: Probengabeventil

Zum Eingeben der Probe, die dem Probenahmebeutel über die SL von Abbildung 8 entnommen wurde. Es muss ein geringes Totvolumen besitzen, gasdicht und bis 423 K (150 °C) aufheizbar sein.

V3: Mehrwegeventil

Zur Auswahl des Gases (Kalibriergas, Probe) oder zum Absperren.

V2, V4, V5, V6, V7, V8: Nadelventil

Zur Einstellung der Gasströme für das System.

R1, R2, R3: Druckregler

Zur Regelung der Ströme von Kraftstoff (= Trägergas), Probe bzw. Luft.

FC: Durchflusskapillare

Zur Regelung des Luftstromes zum FID.

G1, G2, G3: Druckanzeiger

Zur Regelung der Ströme von Kraftstoff (= Trägergas), Probe bzw. Luft.

F1, F2, F3, F4, F5: Filter

Filter aus gesintertem Metall, die das Eindringen von Schmutzpartikeln in die Pumpe oder das Gerät verhindern.

FM1

Zur Messung des Probennebenstroms.

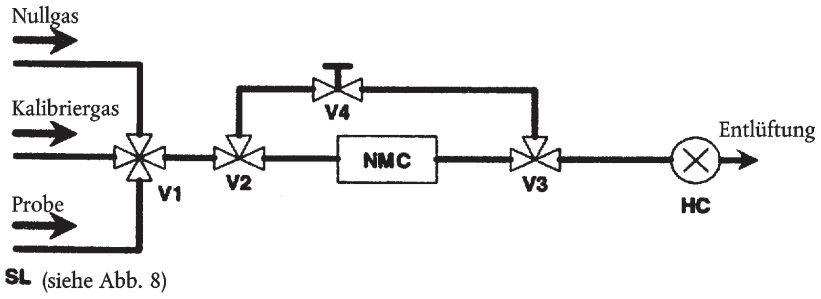
1.3.2. *Nicht-Methan-Cutter-Verfahren (NMC, Abbildung 10)*

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 Beutelprobenahme muss die SL mit einer Anordnung versehen sein (siehe Abschnitt 1.2, Abbildung 8), mit dem der Gasstrom entweder durch den Cutter geleitet werden kann oder an ihm vorbei, wie im oberen Teil von Abbildung 10 dargestellt. Bei der 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 Abschnitt 1.2, Abbildung 8) ein mit einem zweiten

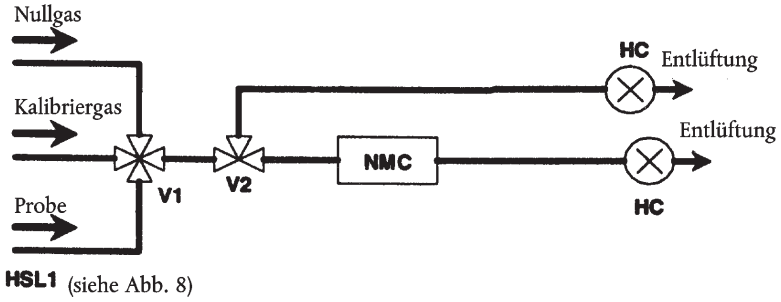
▼B

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 Abschnitt 1.8.2).



Beutelprobenahme



Integrationsmethode

Abbildung 10

Flussdiagramm für die Methananalyse mit dem Nicht-Methan-Cutter (NMC)

Beschreibung zu Abbildung 10

NMC: Nicht-Methan-Cutter (NMC)

Zur Oxidation aller Kohlenwasserstoffe mit Ausnahme von Methan.

HC

Beheizter Flammenionisationsdetektor (HFID) zur Messung der HC- und CH_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 (Bypass) beim NMC.

V4: Nadelventil

Zum Ausgleichen der Gasströme durch den NMC und den Bypass.

▼B

R1: Druckregler

Zur Regelung des Drucks in der Entnahmeleitung und des Gasstromes zum HFID. R1 ist identisch mit R3 in Abbildung 8.

FL1: Durchflussmesser

Zur Messung der Nebenstrommenge der Probe. FL1 ist identisch mit FL1 in Abbildung 8.

2. ABGASVERDÜNNUNG UND BESTIMMUNG DER PARTIKEL

2.1. **Einleitung**

Die Abschnitte 2.2, 2.3 und 2.4 und die Abbildungen 11 bis 22 enthalten ausführliche Beschreibungen der empfohlenen Verdünnungs- und Probenahmesysteme. Da mit verschiedenen Anordnungen gleichwertige Ergebnisse erzielt werden können, ist eine genaue Übereinstimmung mit diesen Abbildungen nicht erforderlich. Es können zusätzliche Bauteile wie Instrumente, Ventile, Elektromagnete, Pumpen und Schalter verwendet werden, um weitere Informationen zu erlangen und die Funktionen der Teilsysteme zu koordinieren. Bei einigen Systemen kann auf manche Bauteile, die für die Aufrechterhaltung der Genauigkeit nicht erforderlich sind, verzichtet werden, wenn ihr Wegfall nach bestem technischen Ermessen begründet erscheint.

2.2. **Teilstrom-Verdünnungssystem**

In den Abbildungen 11 bis 19 wird ein Verdünnungssystem beschrieben, das auf der Verdünnung eines Teils der Auspuffabgase beruht. Die Teilung des Abgasstroms und der nachfolgende Verdünnungsprozess können mit verschiedenen Typen von Verdünnungssystemen vorgenommen werden. Zur anschließenden Abscheidung der Partikel kann entweder das gesamte verdünnte Abgas oder nur ein Teil des verdünnten Abgases durch das Partikel-Probenahmesystem geleitet werden (Abschnitt 2.4, Abbildung 21). Die erste Methode wird als *Gesamtprobenahme*, die zweite als *Teilprobenahme* bezeichnet.

Die Errechnung des Verdünnungsverhältnisses hängt vom Typ des verwendeten Systems ab. Empfohlen werden folgende Typen:

Isokinetische Systeme (Abbildungen 11 und 12)

Bei diesen Systemen entspricht der in das Übertragungsrohr eingeleitete Strom von der Gasgeschwindigkeit und/oder vom Druck her dem Hauptabgasstrom, so dass ein ungehinderter und gleichmäßiger Abgasstrom an der Probenahmesonde erforderlich ist. Dies wird in der Regel durch Verwendung eines Resonators und eines geraden Rohrs stromaufwärts von der Probenahmestelle erreicht. Das Teilungsverhältnis wird anschließend anhand leicht messbarer Werte, wie z. B. Rohrdurchmesser, berechnet. Es ist zu beachten, dass die Isokinetik lediglich zur Angleichung der Durchflussbedingungen und nicht zur Angleichung der Größenverteilung verwendet wird. Letzteres ist in der Regel nicht erforderlich, da die Partikel so klein sind, dass sie den Stromlinien des Abgases folgen.

Systeme mit Durchflussregelung und Konzentrationsmessung (Abbildungen 13 bis 17)

Bei diesen Systemen wird die Probe dem Hauptabgasstrom durch Einstellung des Verdünnungsluftdurchflusses und des Gesamtdurchflusses des verdünnten Abgases entnommen. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand der Konzentrationen von Tracergasen wie CO_2 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 anhand der Differenz der beiden Durchsätze bestimmt. Die Durchfluss-

▼B

messer müssen aufeinander bezogen präzise kalibriert sein, da die relative Größe der beiden Durchsätze bei größeren Verdünnungsverhältnissen (ab 15) zu bedeutenden Fehlern führen kann. Die Durchflussregelung erfolgt sehr direkt, indem der Durchsatz des verdünnten Abgases konstant gehalten und der Verdünnungsluftdurchsatz bei Bedarf geändert wird.

Bei der Verwendung von Teilstrom-Verdünnungssystemen ist besondere Aufmerksamkeit auf die Vermeidung von Partikelverlusten im Übertragungsrohr, auf die Gewährleistung der Entnahme einer repräsentativen Probe aus dem Motorabgas und auf die Bestimmung des Teilungsverhältnisses zu richten. Bei den beschriebenen Systemen werden diese kritischen Punkte berücksichtigt.

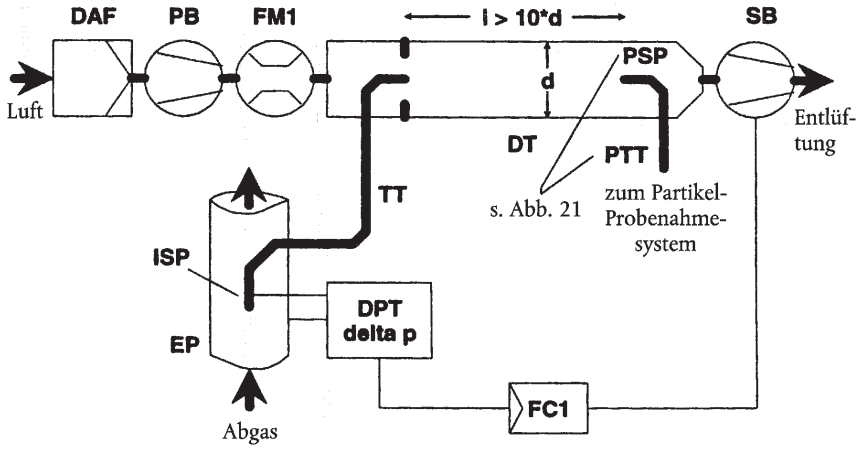


Abbildung 11

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

Unverdünntes Abgas wird mit Hilfe der isokinetischen Probenahmesonde ISP aus dem Auspuffrohr EP durch das Übertragungsrohr TT zum Verdünnungstunnel DT geleitet. Der Differenzdruck des Abgases zwischen Auspuffrohr und Sondeneinlass wird mit dem Differenzdruckaufnehmer DPT gemessen. Dieses Signal wird an den Durchflussregler FC1 übermittelt, der das Ansauggebläse SB so regelt, dass am Eintritt der Sonde ein Differenzdruck von Null aufrechterhalten wird. Unter diesen Bedingungen stimmen die Abgasgeschwindigkeiten in EP und ISP überein, und der Durchfluss durch ISP und TT ist ein konstanter Bruchteil des Abgasdurchflusses. Das Teilungsverhältnis wird anhand der Querschnittsflächen von EP und ISP bestimmt. Der Verdünnungsluftdurchsatz wird mit dem Durchflussmessgerät FM1 gemessen. Der Verdünnungsquotient wird anhand des Verdünnungsluftdurchsatzes und des Teilungsverhältnisses berechnet.

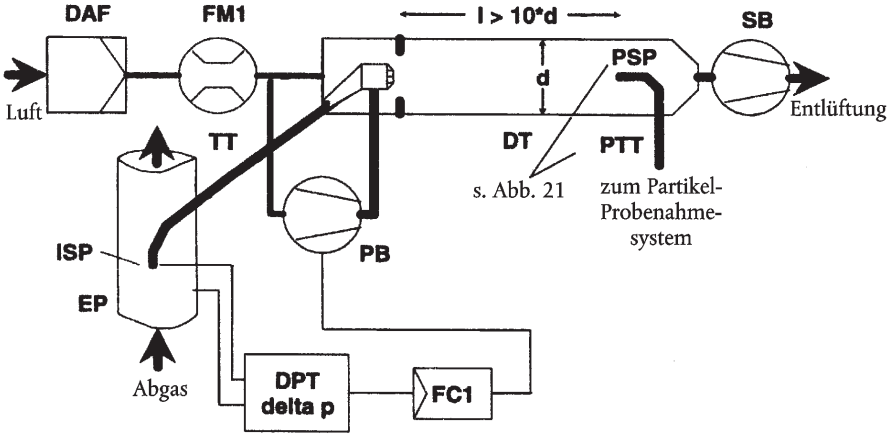


Abbildung 12

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

▼B

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.

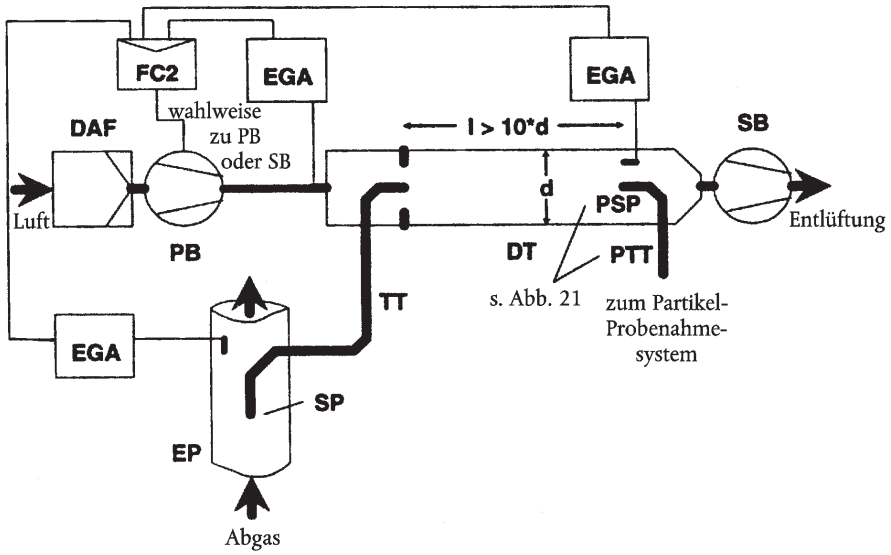


Abbildung 13

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.

▼B

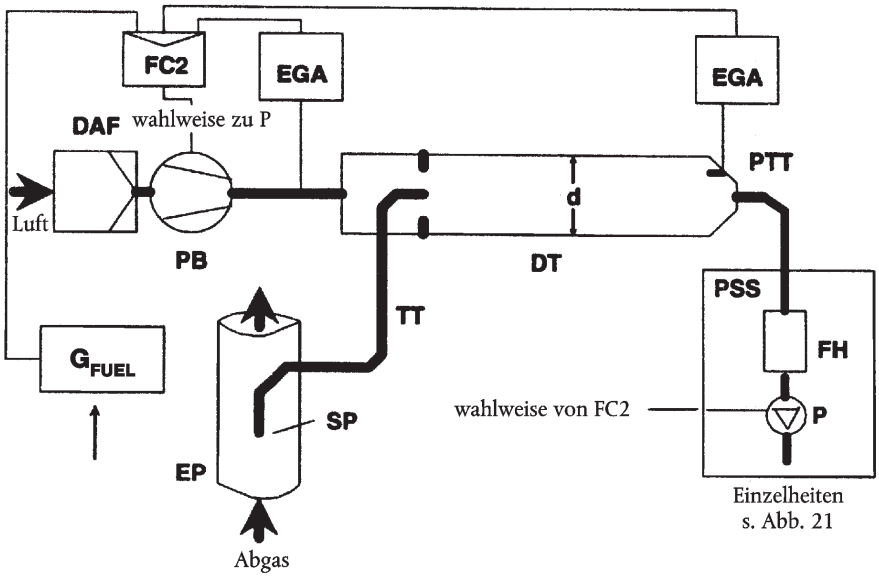


Abbildung 14

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.

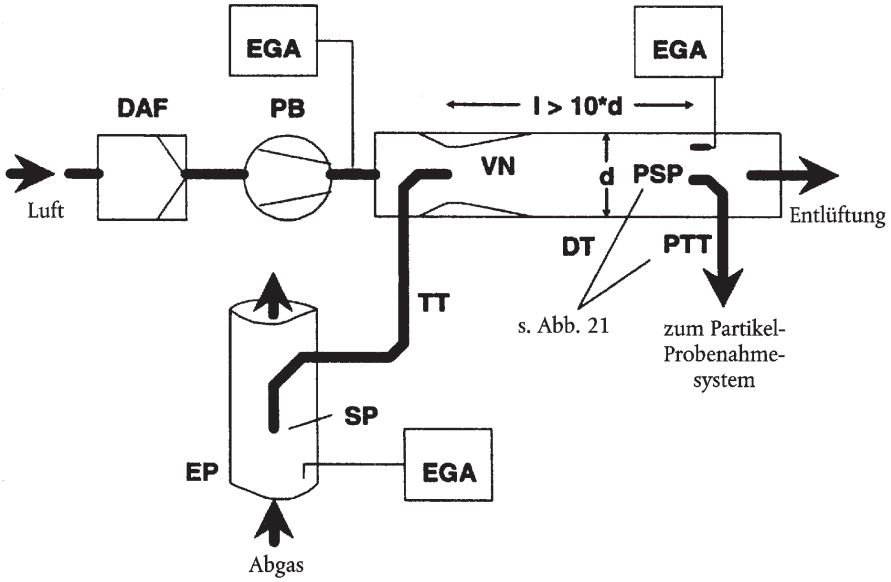


Abbildung 15

Teilstrom-Verdünnungssystem mit Einfach-Venturi-Rohr, Konzentrationsmessung und Teilprobenahme

▼B

Unverdünntes Abgas wird aufgrund des Unterdrucks, den das Venturi-Rohr 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.

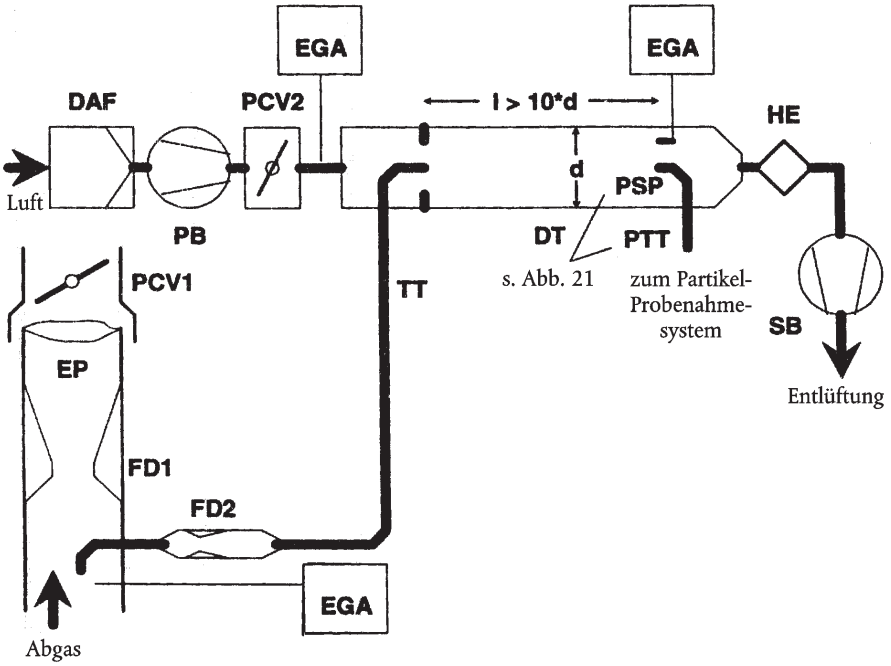


Abbildung 16

Teilstrom-Verdünnungssystem mit Doppel-Venturi-Rohr oder Doppelblende, Konzentrationsmessung und Teilprobenahme

Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT zum Verdünnungstunnel DT geleitet, und zwar mittels eines Mengenteilers, der ein Paar Blenden oder Venturi-Rohre enthält. Der erste Mengenteiler (FD1) befindet sich im EP, der zweite (FD2) im TT. Zusätzlich sind zwei Druckregelventile (PCV1 und PCV2) erforderlich, damit durch Regelung des Gegendrucks im EP und des Drucks im DT eine konstante Abgasteilung aufrechterhalten werden kann. PCV1 befindet sich stromabwärts der SP im EP, PCV2 zwischen dem Druckgebläse PB und dem DT. Die Konzentrationen des Tracergases (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.

▼B

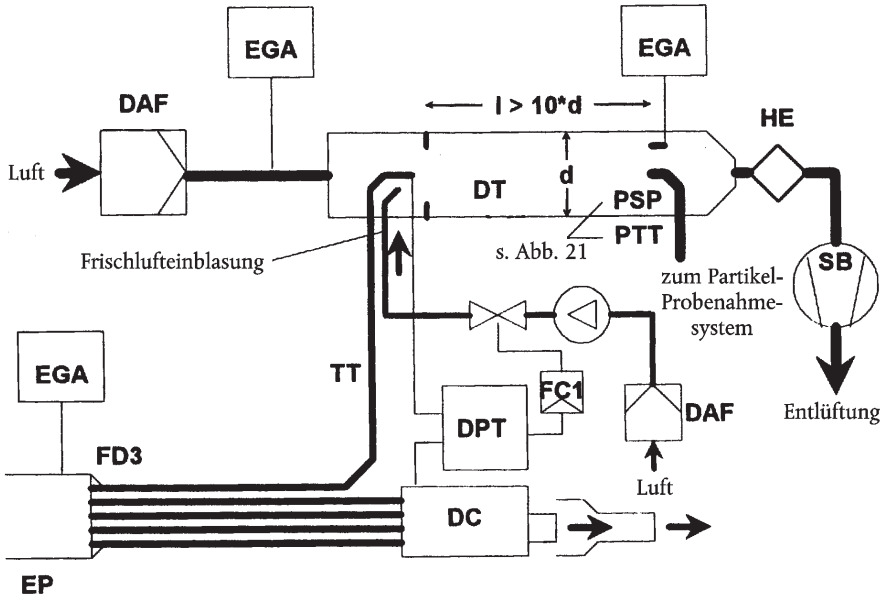


Abbildung 17

Teilstrom-Verdünnungssystem mit Mehrfachröhrenteilung, Konzentrationsmessung und Teilprobenahme

Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch Übertragungsrohr TT zum Verdünnungstunnel DT geleitet, und zwar mittels eines im EP angebrachten Mengenteilers FD3, der aus einer Reihe von Röhren mit gleichen Abmessungen besteht (Durchmesser, Länge und Biegungshalbmesser gleich). Das durch eine dieser Röhren strömende Abgas wird zum DT geleitet, das durch die übrigen Röhren strömende Abgas wird durch die Dämpfungskammer DC geleitet. Die Abgasteilung wird also durch die Gesamtzahl der Röhren bestimmt. Eine konstante Teilungsregelung setzt zwischen der DC und dem Ausgang des TT einen Differenzdruck von Null voraus, der mit dem Differenzdruckaufnehmer DPT gemessen wird. Ein Differenzdruck von Null wird erreicht, indem in den DT am Ausgang des TT Frischluft eingeblasen wird. Die Konzentrationen des Tracergases (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.

▼B

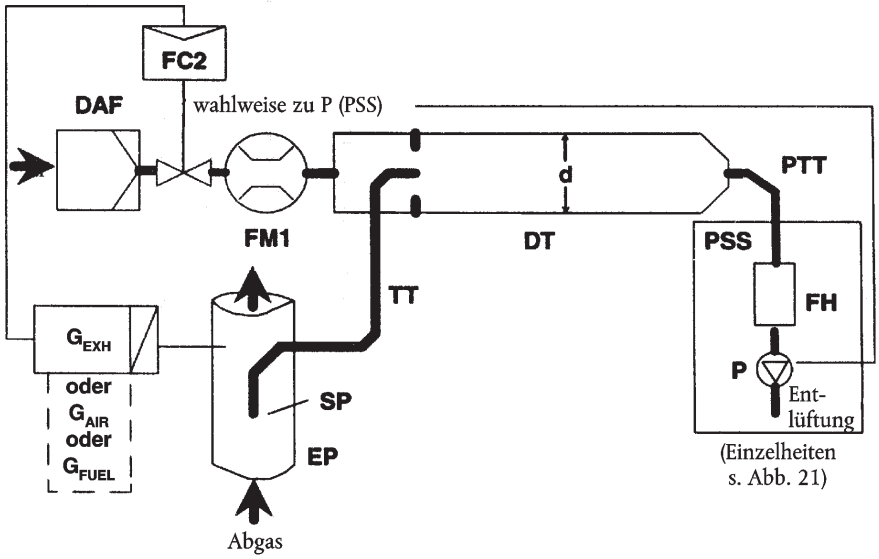


Abbildung 18

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.

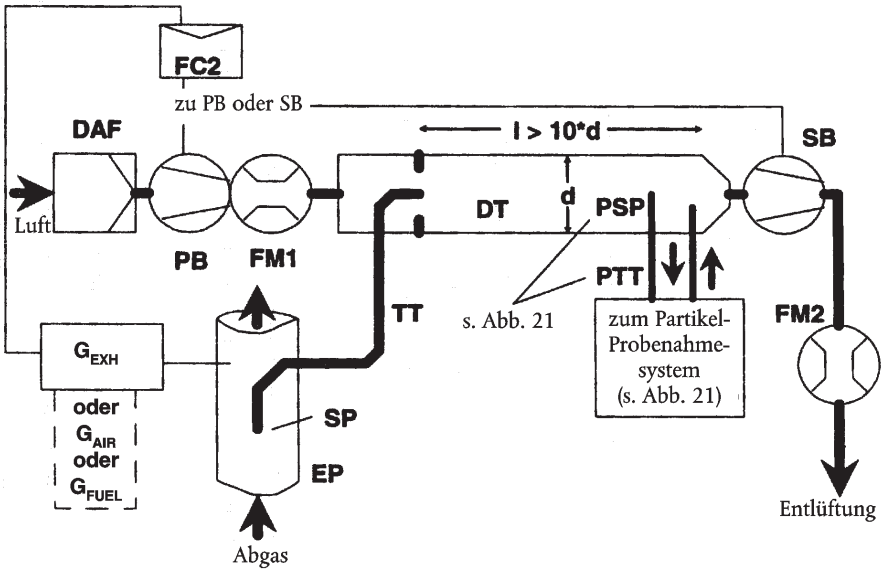


Abbildung 19

Teilstrom-Verdünnungssystem mit Durchflussregelung und Teilprobenahme

▼B

Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT in den Verdünnungstunnel DT geleitet. Die Abgasteilung und der Durchfluss in den DT werden mit dem Durchflussregler FC2 geregelt, der die Durchflüsse (oder Drehzahl) des Druckgebläses PB und des Ansauggebläses SB entsprechend einstellt. Dies ist möglich, weil die mit dem Partikel-Probenahmesystem entnommene Probe in den DT zurückgeführt wird. Als Steuersignale für FC2 können G_{EXHW}, G_{AIRW} oder G_{FUEL} verwendet werden. Der Verdünnungsluftdurchsatz wird mit dem Durchflussmessgerät FM1, der Gesamtdurchsatz mit dem Durchflussmessgerät FM2 gemessen. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand dieser beiden Durchsätze berechnet.

2.2.1. *Beschreibung zu den Abbildungen 11 bis 19*

EP: Auspuffrohr

Das Auspuffrohr kann isoliert sein. Zur Verringerung der Wärmeträgheit des Auspuffrohrs wird ein Verhältnis Stärke/Durchmesser von 0,015 oder weniger empfohlen. Die Verwendung flexibler Abschnitte ist auf ein Verhältnis Länge/Durchmesser von 12 oder weniger zu begrenzen. Biegungen sind auf ein Mindestmaß zu begrenzen, um die Trägheitsablagerungen zu verringern. Gehört zu dem System ein Prüfstand-Schalldämpfer, so kann auch dieser isoliert werden.

Bei einem isokinetischen System muss das Auspuffrohr vom Eintritt der Sonde ab stromaufwärts auf einer Länge von mindestens sechs Rohrdurchmessern und stromabwärts drei Rohrdurchmessern frei von scharfen Krümmungen, Biegungen und plötzlichen Durchmesseränderungen sein. Die Gasgeschwindigkeit muss im Entnahmebereich höher als 10 m/s sein; dies gilt nicht für den Leerlauf. Druckschwankungen der Abgase dürfen im Durchschnitt ± 500 Pa nicht übersteigen. Jede Maßnahme zur Vermeidung der Druckschwankungen, die über die Verwendung einer Fahrzeug-Auspuffanlage (einschließlich Schalldämpfer und Nachbehandlungsanlage) hinausgehen, darf die Motorleistung nicht verändern und zu keiner Partikelablagerung führen.

Bei Systemen ohne isokinetische Sonde wird empfohlen, dass das Auspuffrohr auf einer Länge von sechs Rohrdurchmessern vor dem Eintritt der Sonde und von 3 Rohrdurchmessern hinter diesem Punkt geradlinig verläuft.

SP: Probenahmesonde (Abbildungen 10, 14, 15, 16, 18 und 19)

Der Innendurchmesser muss mindestens 4 mm betragen. Das Verhältnis der Durchmesser von Auspuffrohr und Sonde muss mindestens vier betragen. Die Sonde muss eine offene Röhre sein, die der Strömungsrichtung zugewandt in der Mittellinie des Auspuffrohrs angebracht ist, oder es muss sich um eine Mehrlochsonde — wie unter SP1 in Abschnitt 1.2.1, Abbildung 5 beschrieben — handeln.

ISP: Isokinetische Probenahmesonde (Abbildungen 11 und 12)

Die isokinetische Probenahmesonde ist der Strömungsrichtung zugewandt in der Mittellinie des Auspuffrohrs an einem Punkt anzubringen, an dem die im Abschnitt EP beschriebenen Strömungsbedingungen herrschen; sie ist so auszulegen, dass eine verhältnisgleiche 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 verhältnisgleiche Probenahme aus dem unverdünnten Abgas gewährleistet ist. Das aus den beiden Druckregelventilen PCV1 und PCV2 bestehende Reglersystem wird benötigt, damit eine verhältnisgleiche 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 verhältnisgleiche Probenahme aus dem

▼B

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 verhältnisgleiche Aufteilung erfolgen kann. Unter diesen Bedingungen herrschen im EP und in FD3 proportionale Abgasgeschwindigkeiten, und der Durchfluss im TT ist ein konstanter Bruchteil des Abgasdurchflusses. Die beiden Punkte müssen an einen Differenzdruckaufnehmer DPT angeschlossen sein. Die Regelung zur Herstellung eines Differenzdrucks von Null erfolgt über den Durchflussregler FC1.

EGA: Abgasanalysator (Abbildungen 13, 14, 15, 16 und 17)

Es können CO_2- oder NO_x-Analysatoren verwendet werden (bei der Kohlenstoffbilanzmethode nur CO_2-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 $G_{EDFW,i}$ ± 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 geregeltem 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 verhältnisgleich 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 verhältnisgleiche Stromteilung erfolgen kann. Die

▼B

Ventile müssen sich stromabwärts hinter der SP im EP bzw. zwischen PB und DT befinden.

DC: Dämpfungskammer (Abbildung 17)

Am Ausgang des Mehrfachröhrensystems ist eine Dämpfungskammer anzubringen, um die Druckschwankungen im Auspuffrohr EP so gering wie möglich zu halten.

VN: Venturi-Rohr (Abbildung 15)

Ein Venturi-Rohr wird im Verdünnungstunnel DT angebracht, um im Bereich des Ausgangs des Übertragungsrohrs TT einen Unterdruck zu erzeugen. Der Gasdurchsatz im TT wird durch den Impulsaustausch im Venturibereich bestimmt und ist im Grund dem Durchsatz des Druckgebläses PB proportional, so dass ein konstantes Verdünnungsverhältnis erzielt wird. Da der Impulsaustausch von der Temperatur am Ausgang des TT und vom Druckunterschied zwischen dem EP und dem DT beeinflusst wird, ist das tatsächliche Verdünnungsverhältnis bei geringer Last etwas kleiner als bei hoher Last.

FC2: Durchflussregler (Abbildungen 13, 14, 18 und 19; wahlfrei)

Zur Durchflussregelung am Druckgebläse PB und/oder Ansauggebläse SB kann ein Durchflussregler verwendet werden. Er kann an den Abgasstrom-, den Ansaugluftstrom-, den Kraftstoffstrom- und/oder an den CO_2- 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

  — 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)

▼B

beheizt werden, vorausgesetzt, dass die Lufttemperatur vor Eintritt des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht übersteigt;

— kann isoliert sein.

Die Motorabgase müssen gründlich mit der Verdünnungsluft vermischt werden. Bei Teilprobenahmesystemen ist die Mischqualität nach Inbetriebnahme bei laufendem Motor mittels eines CO_2-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 nicht aggressive Mittel wie beispielsweise einen Umlüfter gekühlt werden, solange die Temperatur des Kühlmittels nicht weniger als 293 K (20 °C) beträgt.

HE: Wärmeaustauscher (Abbildungen 16 und 17)

Die Leistung des Wärmeaustauschers muss ausreichend sein, damit die Temperatur am Einlass zum Ansauggebläse SB von der bei der Prüfung beobachteten durchschnittlichen Betriebstemperatur um höchstens ± 11 K abweicht.

2.3. **Vollstrom-Verdünnungssystem**

In Abbildung 20 wird ein Verdünnungssystem beschrieben, das unter Verwendung des CVS-Konzepts (Constant Volume Sampling) auf der Verdünnung des gesamten Abgasstroms beruht. Das Gesamtvolumen des Gemischs aus Abgas und Verdünnungsluft muss gemessen werden. Es kann entweder ein PDP- oder ein CFV-System verwendet werden.

Für die anschließende Sammlung der Partikel wird eine Probe des verdünnten Abgases durch das Partikel-Probenahmesystem geleitet (Abschnitt 2.4, Abbildungen 21 und 22). Geschieht dies direkt, spricht man von *Einfachverdünnung*. Wird die Probe in einem Sekundärverdünnungstunnel erneut verdünnt, spricht man von *Doppelverdünnung*. Letztere ist dann von Nutzen, wenn die Vorschriften in Bezug auf die Filteranströmtemperatur bei Einfachverdünnung nicht eingehalten werden können. Obwohl es sich beim Doppelverdünnungssystem zum Teil um ein Verdünnungssystem handelt, wird es in Abschnitt 2.4, Abbildung 22, als Unterart eines Partikel-Probenahmesystems beschrieben, da es die meisten typischen Bestandteile eines Partikel-Probenahmesystems aufweist.

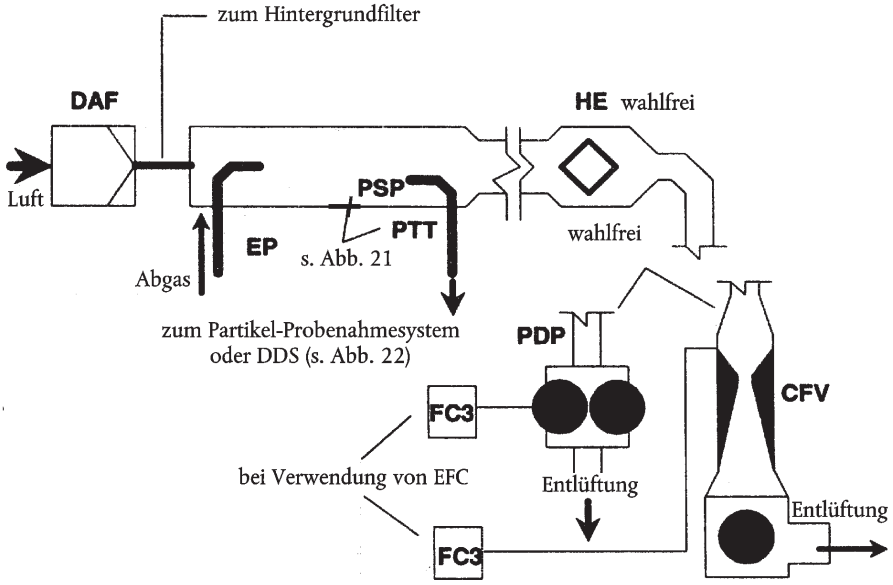


Abbildung 20

Vollstrom-Verdünnungssystem

▼B

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 zu Abbildung 20*

EP: Auspuffrohr

Die Länge des Auspuffrohrs vom Auslass des Auspuffkrümmers, des Turboladers oder der Nachbehandlungseinrichtung bis zum Verdünnungstunnel darf nicht mehr als 10 m betragen. Überschreitet die Länge des Systems 4 m, sind über diesen Grenzwert hinaus alle Rohre mit Ausnahme eines etwaigen im Auspuffsystem befindlichen Rauchmessgerätes zu isolieren. Die Stärke der Isolierschicht muss mindestens 25 mm betragen. Die Wärmeleitfähigkeit des Isoliermaterials darf, bei 673 K (400 °C) gemessen, höchstens 0,1 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 Verdünnungslufteinlasssystem nicht künstlich gesenkt werden. Der mit laufendem PDP-System gemessene statische Abgasgegendruck muss bei einer Toleranz von ± 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.

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 ± 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 oben genannten 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 verhältnisgleichen Probenahme im Partikelsystem ein elektronisches Durchflusskompensationssystem erforderlich. Daher werden die Signale des kontinuierlich gemessenen Durchsatzes verwendet, um den Probendurchsatz durch die Partikelfilter des Partikel-Probenahmesystems entsprechend zu korrigieren (siehe Abschnitt 2.4, Abbildungen 21 und 22).

DT: Verdünnungstunnel

Der Verdünnungstunnel

— muss einen genügend kleinen Durchmesser haben, um eine turbulente Strömung zu erzeugen (Reynoldssche Zahl größer als 4 000) und hinreichend lang sein, damit sich die Abgase mit der Verdünnungsluft vollständig vermischen. Eine Mischblende kann verwendet werden;

▼B

— muss bei einem System mit Einfachverdünnung einen Durchmesser von mindestens 460 mm haben;

— muss bei einem System mit Doppelverdünnung einen Durchmesser von mindestens 210 mm haben;

— kann isoliert sein.

Die Motorabgase sind an dem Punkt, an dem sie in den Verdünnungstunnel einströmen, stromabwärts zu richten und vollständig zu mischen.

Bei Einfachverdünnung wird eine Probe aus dem Verdünnungstunnel in das Partikel-Probenahmesystem geleitet (Abschnitt 2.4, Abbildung 21). Die Durchflussleistung der PDP oder des CFV muss ausreichend sein, um die Temperatur des verdünnten Abgasstroms unmittelbar von dem Primärpartikelfilter auf weniger oder gleich 325 K (52 °C) zu halten.

Bei Doppelverdünnung wird eine Probe aus dem Verdünnungstunnel zur weiteren Verdünnung in den Sekundärtunnel und darauf durch die Probenahmefilter geleitet (Abschnitt 2.4, Abbildung 22). Die Durchflussleistung des PDP oder des CFV muss ausreichend sein, um die Temperatur des verdünnten Abgasstroms im DT im Probenahmebereich auf weniger oder gleich 464 K (191 °C) zu halten. Das Sekundärverdünnungssystem muss genug Sekundärverdünnungsluft liefern, damit der doppelt verdünnte Abgasstrom unmittelbar vor dem Primärpartikelfilter auf einer Temperatur von weniger oder gleich 325 K (52 °C) gehalten werden kann.

DAF: Verdünnungsluftfilter

Es wird empfohlen, die Verdünnungsluft zu filtern und durch Aktivkohle zu leiten, damit Hintergrund-Kohlenwasserstoffe entfernt werden. Auf Antrag des Motorherstellers ist nach guter technischer Praxis eine Verdünnungsluftprobe zur Bestimmung des Raumluft-Partikelgehalts zu nehmen, der dann von den in den verdünnten Abgasen gemessenen Werten abgezogen werden kann.

PSP: Partikel-Probenahmesonde

Die Sonde bildet den vordersten Abschnitt des PTT und

— muss gegen den Strom gerichtet an einem Punkt angebracht sein, wo die Verdünnungsluft und die Abgase gut vermischt sind, d.h. in der Mittellinie des Verdünnungstunnels (DT) ungefähr 10 Tunneldurchmesser stromabwärts von dem Punkt gelegen, wo die Abgase in den Verdünnungstunnel eintreten;

— muss einen Innendurchmesser von mindestens 12 mm haben;

— kann durch Direktbeheizung oder durch Vorheizen der Verdünnungsluft bis auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) beheizt werden, vorausgesetzt, dass die Lufttemperatur vor Eintritt des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht übersteigt;

— kann isoliert sein.

2.4. **Partikel-Probenahmesystem**

Das Partikel-Probenahmesystem wird zur Sammlung der Partikel auf dem Partikelfilter benötigt. Im Fall von Teilstrom-Verdünnungssystemen mit Gesamtprobenahme, bei denen die gesamte Probe des verdünnten Abgases durch die Filter geleitet wird, bilden das Verdünnungssystem (Abschnitt 2.2, Abbildungen 14 und 18) und das Probenahmesystem in der Regel eine Einheit. Im Fall von Teilstrom- oder Vollstrom-Verdünnungssystemen mit Teilprobenahme, bei denen nur ein Teil des verdünnten Abgases durch die Filter geleitet wird, sind das Verdünnungssystem (Abschnitt 2.2, Abbildungen 11, 12, 13, 15, 16, 17 und 19; Abschnitt 2.3, Abbildung 20) und das Probenahmesystem in der Regel getrennte Einheiten.

In dieser Richtlinie gilt das Doppelverdünnungssystem (Abbildung 22) eines Vollstrom-Verdünnungssystems als spezifische Unterart eines typischen Partikel-Probenahmesystems, wie es in Abbildung 21 dargestellt ist. Das Doppelverdünnungssystem enthält alle wichtigen Bestandteile eines Partikel-Probenahmesystems, wie beispielsweise Filterhalter und Probenahmepumpe, und darüber hinaus einige Merkmale eines Verdünnungssystems, wie beispielsweise die Verdünnungsluftzufuhr und einen Sekundär-Verdünnungstunnel.

Um eine Beeinflussung der Regelkreise zu vermeiden, wird empfohlen, die Probenahmepumpe während des gesamten Prüfverfahrens in Betrieb zu lassen. Bei der Einfachfiltermethode ist ein Bypass-System zu verwenden, um die Probe zu den gewünschten Zeitpunkten durch die

▼B

Probenahmefilter zu leiten. Die Beeinflussung der Regelkreise durch den Schaltvorgang ist auf ein Mindestmaß zu begrenzen.

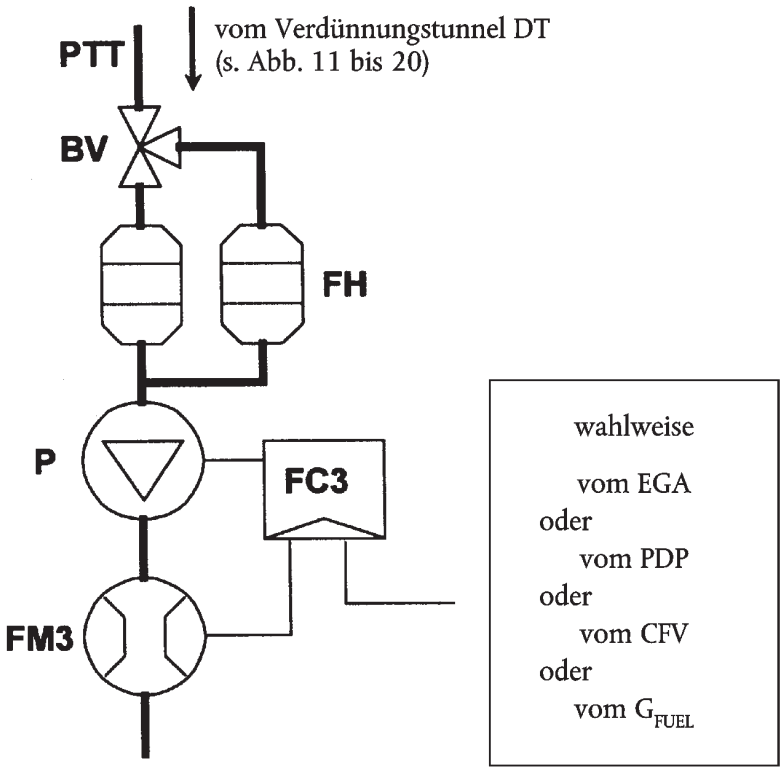


Abbildung 21

Partikel-Probenahmesystem

Eine Probe des verdünnten Abgases wird mit Hilfe der Probenahmepumpe P durch die Partikel-Probenahmesonde PSP und das Partikelübertragungsrohr PTT aus dem Verdünnungstunnel DT eines Teilstrom- oder Vollstrom-Verdünnungssystems entnommen. Die Probe wird durch den (die) Filterhalter FH geleitet, in dem (denen) die Partikel-Probenahmefilter enthalten sind. Der Probendurchsatz wird mit dem Durchflussregler FC3 geregelt. Bei Verwendung der elektronischen Durchflussmengenkompensation EFC (siehe Abbildung 20) dient der Durchfluss des verdünnten Abgases als Steuersignal für FC3.

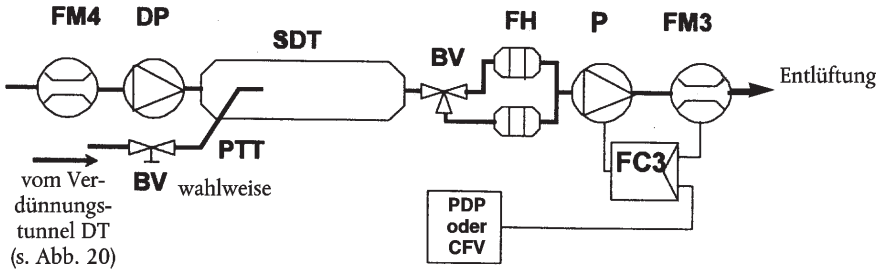


Abbildung 22

Doppelverdünnungssystem (nur Vollstromsystem)

Eine Probe des verdünnten Abgases wird durch die Partikel-Probenahmesonde PSP und das Partikelübertragungsrohr PTT aus dem Verdünnungstunnel DT eines Vollstrom-Verdünnungssystems in den

▼B

Sekundärverdünnungstunnel SDT geleitet und dort nochmals verdünnt. Anschließend wird die Probe durch den (die) Filterhalter FH geleitet, in dem (denen) die Partikel-Probenahmefilter enthalten sind. Der Verdünnungsluftdurchsatz ist in der Regel konstant, während der Probendurchsatz mit dem Durchflussregler FC3 geregelt wird. Bei Verwendung der elektronischen Durchflusskompensation EFC (siehe Abbildung 20) dient der Durchfluss des gesamten verdünnten Abgases als Steuersignal für FC3.

2.4.1. *Beschreibung zu den Abbildungen 21 und 22*

PTT: Partikelübertragungsrohr (Abbildungen 21 und 22)

Das Partikelübertragungsrohr darf höchstens 1 020 mm lang sein; seine Länge ist so gering wie möglich zu halten. Gegebenenfalls (z.B. bei Teilstrom-Verdünnungssystemen mit Teilprobenahme und bei Vollstrom-Verdünnungssystemen) ist die Länge der Probenahmesonden (SP, ISP bzw. PSP, siehe Abschnitte 2.2 und 2.3) darin einzubeziehen.

Die Abmessungen betreffen

— beim Teilstrom-Verdünnungssystem mit Teilprobenahme und beim Vollstrom-Einfachverdünnungssystem den Teil vom Sondeneintritt (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 Sondeneintritt (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 Abschnitt 4.1.3 müssen eingehalten werden.

Der (die) Filterhalter

— kann (können) durch Direktbeheizung oder durch Vorheizen der Verdünnungsluft bis auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) beheizt werden, vorausgesetzt, dass die Lufttemperatur vor Eintritt des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht übersteigt,

— kann (können) isoliert sein.

P: Probenahmepumpe (Abbildungen 21 und 22)

Die Partikel-Probenahmepumpe muss so weit vom Tunnel entfernt sein, dass die Temperatur der einströmenden Gase konstant gehalten wird (± 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 K ± 5 K (25 °C ± 5 °C) zugeführt wird, wenn die Verdünnungsluft nicht vorgeheizt wird.

▼B

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 K ± 5 K (25 °C ± 5 °C) bleibt.

BV: Kugelventil (wahlfrei)

Der Durchmesser des Kugelventils darf nicht geringer als der Innendurchmesser des Partikelübertragungsrohrs PTT sein, 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 oben genannten Teile durch nichtaggressive Mittel, wie z.B. einen Umlüfter, gekühlt werden, solange die Temperatur des Kühlmittels nicht weniger als 293 K (20 °C) beträgt.

3. RAUCHGASMESSUNG

3.1. **Einleitung**

Ausführliche Beschreibungen der empfohlenen Systeme zur Trübungsmessung sind in den Abschnitten 3.2 und 3.3 sowie in den Abbildungen 23 und 24 enthalten. Da mit verschiedenen Anordnungen gleichwertige Ergebnisse erzielt werden können, ist eine genaue Übereinstimmung mit den Abbildungen 23 und 24 nicht erforderlich. Es können zusätzliche Bauteile wie Instrumente, Ventile, Elektromagnete, Pumpen und Schalter verwendet werden, um weitere Informationen zu erlangen und die Funktionen der Teilsysteme zu koordinieren. Bei einigen Systemen kann auf manche Bauteile, die für die Aufrechterhaltung der Genauigkeit nicht erforderlich sind, verzichtet werden, wenn ihr Wegfall nach bestem technischen Ermessen begründet erscheint.

Das Prinzip der Messung besteht darin, einen Lichtstrahl über eine spezifische Strecke hinweg durch das zu messende Rauchgas zu leiten und die vom Medium verursachte Lichtschwächung anhand des Anteils des auffallenden Lichts zu ermitteln, das bei einem Empfänger eintrifft. Die Rauchmessung kann je nach Beschaffenheit des Gerätes im Auspuffrohr (zwischengeschalteter Vollstrom-Trübungsmesser), am Ende des Auspuffrohrs (nachgeschalteter Vollstrom-Trübungsmesser) oder durch Entnahme einer Probe aus dem Auspuffrohr (Teilstrom-Trübungsmesser) erfolgen. Damit der Absorptionskoeffizient anhand des Trübungssignals bestimmt werden kann, ist die Angabe der optischen Weglänge des Instruments durch den Hersteller erforderlich.

3.2. **Vollstrom-Trübungsmesser**

Es können zwei Grundtypen des Vollstrom-Trübungsmessers verwendet werden (Abbildung 23). Beim 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

▼B

Beschaffenheit des Auspuffrohrs und der Entfernung zwischen dem Ende des Auspuffrohrs und dem Trübungsmesser abhängig.

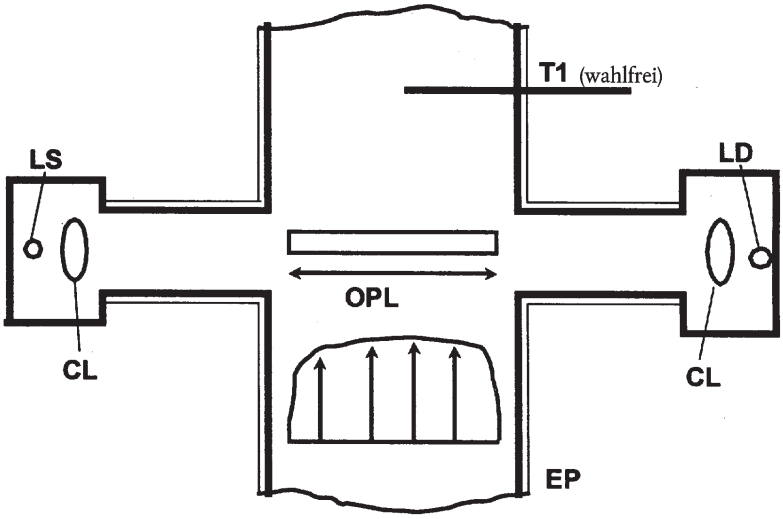


Abbildung 23

Vollstrom-Trübungsmesser

3.2.1. *Beschreibung zu Abbildung 23*

EP: Auspuffrohr

Bei Verwendung eines zwischengeschalteten Trübungsmessers muss das Auspuffrohr auf einer Länge von drei Auspuffrohrdurchmessern vor und nach der Messzone frei von Durchmesseränderungen sein. Ist der Durchmesser der Messzone größer als der Durchmesser des Auspuffrohrs, wird ein Rohr empfohlen, das sich vor der Messzone allmählich verjüngt.

Bei Verwendung eines nachgeschalteten Trübungsmessers müssen die letzten 0,6 m des Auspuffrohrs einen kreisrunden Querschnitt aufweisen und frei von Krümmungen und Biegungen sein. Das Ende des Auspuffrohrs ist gerade abzutrennen. Der Trübungsmesser ist mittig zum Abgasstrom in einem Abstand von höchstens 25 ± 5 mm vom Ende des Auspuffrohrs anzubringen.

OPL: Optische Weglänge

Länge des vom Rauchgas getrübten Lichtweges zwischen der Lichtquelle des Trübungsmessers und dem Empfänger, wobei Korrekturen aufgrund einer durch Dichtegradienten und Saumeffekt hervorgerufenen Ungleichmäßigkeit erforderlich sein können. Die optische Weglänge ist vom Hersteller des Instruments anzugeben, wobei eventuelle Maßnahmen zum Freihalten von Ruß (z.B. Spülluft) zu berücksichtigen sind. Ist die optische Weglänge nicht angegeben, muss sie gemäß ISO DIS 11614, 11.6.5, bestimmt werden. Für die korrekte Bestimmung der optischen Weglänge ist eine Mindestabgasgeschwindigkeit von 20 m/s erforderlich.

LS: Lichtquelle

Die Lichtquelle muss aus einer Glühlampe mit einer Farbtemperatur von 2 800 bis 3 250 K oder einer grünen Luminiszenzdiode (LED) mit einer spektralen Höchstempfindlichkeit von 550 bis 570 nm bestehen. Die zur Freihaltung der Lichtquelle von Ruß verwendeten Maßnahmen dürfen die optische Weglänge nur innerhalb der vom Hersteller angegebenen Grenzwerte verändern.

LD: Lichtdetektor

Der Detektor muss aus einer Fotozelle oder einer Fotodiode (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

▼B

die optische Weglänge nur innerhalb der vom Hersteller angegebenen Grenzwerte verändern.

CL: Kollimatorlinse

Das ausgesandte Licht ist zu einem Strahl mit einem Höchstdurchmesser von 30 mm zu kollimieren. Die einzelnen Strahlen des Lichtstrahls müssen mit einer Toleranz von 3° parallel zur optischen Achse verlaufen.

T1: Temperatursensor (wahlfrei)

Auf Wunsch kann die Abgastemperatur während des Prüfverlaufs überwacht werden.

3.3. **Teilstrom-Trübungsmesser**

Beim Teilstrom-Trübungsmesser (Abbildung 24) wird eine repräsentative Abgasprobe aus dem Auspuffrohr entnommen und durch eine Übertragungsleitung zur Messkammer geleitet. Bei diesem Instrumententyp ist die effektive optische Weglänge von der Beschaffenheit des Trübungsmessers abhängig. Die im folgenden Abschnitt genannten Ansprechzeiten gelten für den vom Instrumentenhersteller angegebenen Mindestdurchfluss des Trübungsmessers.

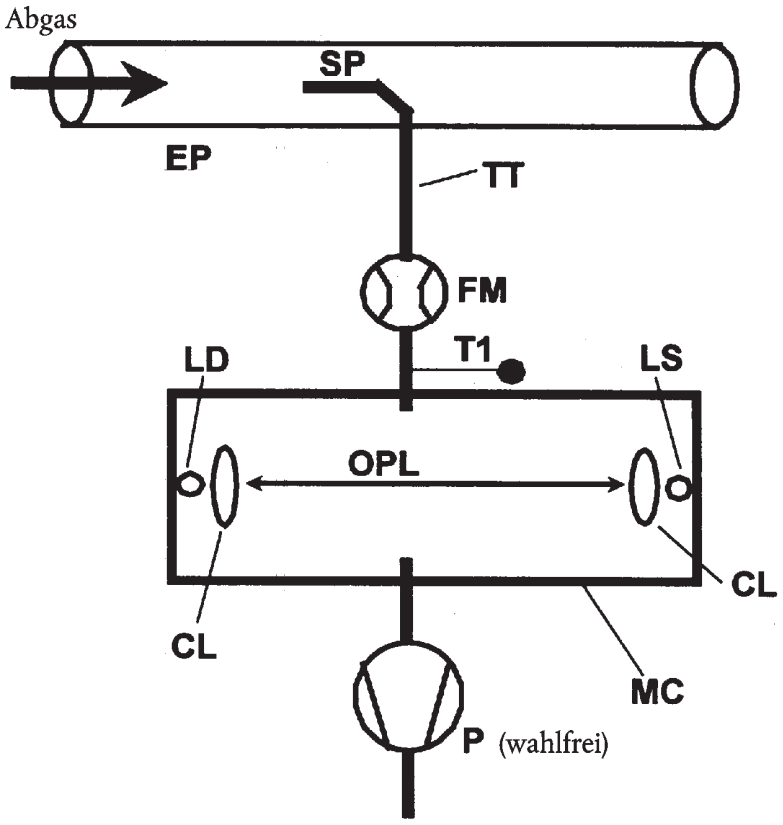


Abbildung 24

Teilstrom-Trübungsmesser

3.3.1. *Beschreibung zu Abbildung 24*

EP: Auspuffrohr

Das Auspuffrohr muss auf einer Länge von mindestens sechs Rohrdurchmessern in Strömungsrichtung vor dem Eintritt der Sonde und von mindestens drei Rohrdurchmessern hinter diesem Punkt geradlinig sein.

SP: Probenahmesonde

Die Probenahmesonde muss aus einem offenen Rohr bestehen, das in etwa in der Achse des Auspuffrohrs angebracht und der Strömungsrichtung zugewandt ist. Der Abstand zur Wand des Auspuffrohrs muss mindestens

▼B

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 ± 30 K (100 °C ± 30 °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 gemäß Anhang III Anlage 4 Abschnitt 5.2.4 angegeben erfolgen muss;

— darf keinen nennenswerten Einfluss auf den Rauchspitzenwert haben.

FM: Durchflussmessgerät

Instrument zur Überwachung eines korrekten Durchflusses in die Messkammer. Der Mindest- und Höchstdurchfluss ist vom Hersteller des Instruments anzugeben, wobei gewährleistet sein muss, dass die Anforderungen an die Ansprechzeit des TT und die optische Weglänge erfüllt werden. Wird eine Probenahmepumpe P verwendet, kann das Durchflussmessgerät in ihrer Nähe angebracht werden.

MC: Messkammer

Die Messkammer muss im Innern eine nichtreflektierende Oberfläche aufweisen oder von gleichwertiger optischer Beschaffenheit sein. Das auf den Detektor fallende Streulicht, das von inneren Reflektionen oder von Lichtstreuung herrührt, muss auf ein Mindestmaß beschränkt sein.

Der Druck der Abgase in der Messkammer darf vom atmosphärischen Druck höchstens um 0,75 kPa abweichen. Ist dies aus Konstruktionsgründen nicht möglich, so ist der Ablesewert des Trübungsmessers auf atmosphärischen Druck umzurechnen.

Die Wandtemperatur der Messkammer muss zwischen 343 K (70 °C) und 373 K (100 °C) bei einer Toleranz von ± 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 getrübten Lichtweges zwischen der Lichtquelle des Trübungsmessers und dem Empfänger, wobei Korrekturen aufgrund einer durch Dichtegradienten und Saumeffekt hervorgerufenen Ungleichmäßigkeit erforderlich sein können. Die optische Weglänge ist vom Hersteller des Instruments anzugeben, wobei eventuelle Maßnahmen zum Freihalten von Ruß (z.B. Spülluft) zu berücksichtigen sind. Ist die optische Weglänge nicht angegeben, muss sie gemäß ISO DIS 11614, 11.6.5, bestimmt werden.

LS: Lichtquelle

Die Lichtquelle muss aus einer Glühlampe mit einer Farbtemperatur von 2 800 bis 3 250 K oder einer grünen Luminiszenzdiode (LED) mit einer spektralen Höchstempfindlichkeit von 550 bis 570 nm bestehen. Die zur Freihaltung der Lichtquelle von Ruß verwendeten Maßnahmen dürfen die Länge der Lichtabsorptionsstrecke nur innerhalb der vom Hersteller angegebenen Grenzwerte verändern.

LD: Lichtdetektor

Der Detektor muss aus einer Fotozelle oder einer Fotodiode (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.

▼B

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.

▼B

ANHANG VI

EG-TYPGENEHMIGUNGSBOGEN

Benachrichtigung über

— die Erteilung der Typgenehmigung (1)

— die Erweiterung der Typgenehmigung (1)

für einen Fahrzeugtyp/eine selbstständige technische Einheit (Motortyp/Motorenfamilie)/ein Bauteil (1) gemäß Richtlinie 88/77/EWG.

Nr. der EG-Typgenehmigung: ..... Nr. der Erweiterung: .....

ABSCHNITT I

0. **Allgemeines**

0.1. Fabrikmarke des Fahrzeugs/der selbstständigen technischen Einheit/des Bauteils (1): .....

0.2. Herstellerseitige Bezeichnung für den Fahrzeugtyp/die selbstständige technische Einheit (Motortyp/Motorenfamilie)/das Bauteil (1): .....

0.3. Herstellerseitige Typenkodierung, mit der das Fahrzeug/die selbstständige technische Einheit (Motortyp/Motorenfamilie)/das Bauteil (1) gekennzeichnet ist: .....

0.4. Fahrzeugklasse: .....

0.5. Motorklasse: Diesel/NG-betrieben/LPG-betrieben/Ethanol-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.

▼M1

Anlage 1

▼B

zum EG-Typgenehmigungsbogen Nr. … betreffend die Typgenehmigung für ein Fahrzeug/eine selbstständige technische Einheit/ein Bauteil (1)

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 aufführen): ……
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/Ethanol-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 selbstständige technische Einheit erhalten hat:
1.2.1	Nummer der Typgenehmigung für den Motor/die Motorenfamilie (1): ……
►(1) 1.2.2	Kalibrierungsnummer der Software des Motorsteuergeräts (EECU): …… ◄
1.3	Anzugebende Einzelheiten im Zusammenhang mit der Typgenehmigung für einen Motor/eine Motorenfamilie (1) als selbstständige 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: …… cm^3
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) M1

(1) Nichtzutreffendes streichen.

▼M1

1.4. Emissionswerte des Motors/Stamm-Motors ([1]):

1.4.1. ESC-Prüfung:

Verschlechterungsfaktor (DF): berechnet/vorgegeben ([1])

Geben Sie die DF-Werte und die Emissionen während der ESC-Prüfung in der nachstehenden Tabelle an.

ESC-Prüfung				
DF:	CO	THC	NO_x	PT
Emissionen	CO (g/kWh)	THC (g/kWh)	NO_x (g/kWh)	PT (g/kWh)
Gemessen:				
Mit DF berechnet:				

1.4.2. ELR-Prüfung:

Rauchwert: … m^{-1}

1.4.3. ETC-Prüfung:

Verschlechterungsfaktor (DF): berechnet/vorgegeben ([1])

ETC-Prüfung					
DF:	CO	NMHC	CH_4	NO_x	PT
Emissionen	CO (g/kWh)	NMHC (g/kWh) ([1])	CH_4 (g/kWh) ([1])	NO_x (g/kWh)	PT (g/kWh) ([1])
mit Regenerierung gemessen:					
ohne Regenerierung gemessen:					
gemessen/gewichtet:					
Mit DF berechnet:					

([1]) Nichtzutreffendes streichen.

([1]) Nichtzutreffendes streichen.

▼**M1**

Anlage 2

OBD-SPEZIFISCHE INFORMATIONEN

Laut Anlage 5 zu Anhang II dieser Richtlinie werden die Informationen in dieser Anlage durch den Fahrzeughersteller bereitgestellt, damit die Herstellung von OBD-kompatiblen Ersatzteilen sowie Diagnose- und Prüfgeräten ermöglicht wird. Der Fahrzeughersteller braucht derartige Informationen nicht bereitzustellen, wenn daran Rechte des geistigen Eigentums bestehen oder wenn sie spezifisches Know-how entweder des Herstellers oder des (der) OEM-Zulieferer (s) (Erstausrüster) darstellen.

Auf Anfrage wird diese Anlage allen interessierten Herstellern von Bauteilen, Diagnose- oder Prüfgeräten zu gleichen Bedingungen zur Verfügung gestellt.

Gemäß den Vorschriften in Anhang II Anlage 5 Nummer 1.3.3 sind gemäß dieser Nummer dieselben Angaben erforderlich wie die in jener Anlage vorgesehenen.

1. Eine Beschreibung des Typs und der Zahl der Vorkonditionierungszyklen für die ursprüngliche Typgenehmigung des Fahrzeugs.

2. Eine Beschreibung des Typs des OBD-Testzyklus der ursprünglichen Typgenehmigung des Fahrzeugs für das von dem OBD-System überwachte Bauteil.

3. Umfassende Unterlagen, in denen alle Bauteile beschrieben sind, die im Rahmen der Strategie zur Meldung von Funktionsstörungen und der Aktivierung der Fehlfunktionsanzeige überwacht werden (feste Anzahl von Fahrzyklen oder statistische Methode), einschließlich eines Verzeichnisses einschlägiger sekundär ermittelter Parameter für jedes Bauteil, das durch das OBD-System überwacht wird. Eine Liste aller vom OBD-System verwendeten Ausgabecodes und -formate (jeweils mit Erläuterung) für einzelne emissionsrelevante Bauteile des Antriebsstrangs und für einzelne nicht emissionsrelevante Bauteile, wenn die Überwachung des Bauteils die Aktivierung der Fehlfunktionsanzeige bestimmt.

▼B

ANHANG VII

BEISPIEL FÜR EIN BERECHNUNGSVERFAHREN

1. ESC-PRÜFUNG

1.1. **Gasförmige Emissionen**

Die für die Berechnung der Ergebnisse der einzelnen Prüfphasen benötigten Messdaten sind nachfolgend angegeben. Bei diesem Beispiel werden CO und NO_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 Abschnitt 4.2):

$$F_{FH} = \frac{1{,}969}{1 + \frac{18{,}09}{545{,}29}} = 1{,}9058 \text{ und } K_{W2} = \frac{1{,}608 \times 7{,}81}{1000 + (1{,}608 \times 7{,}81)} = 0{,}0124$$

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

Berechnung der feuchten Konzentrationswerte:

$$CO = 41{,}2 \times 0{,}9239 = 38{,}1 \text{ ppm}$$

$$NO_x = 495 \times 0{,}9239 = 457 \text{ ppm}$$

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

$$A = 0{,}309 \times 18{,}09/541{,}06 - 0{,}0266 = -0{,}0163$$

$$B = - 0{,}209 \times 18{,}09/541{,}06 + 0{,}00954 = 0{,}0026$$

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

Berechnung der Emissionsmassenströme (Anhang III Anlage 1 Abschnitt 4.4):

$$NO_x = 0{,}001587 \times 457 \times 0{,}9625 \times 563{,}38 = 393{,}27 \text{ g/h}$$

$$CO = 0{,}000966 \times 38{,}1 \times 563{,}38 = 20{,}735 \text{ g/h}$$

$$HC = 0{,}000479 \times 6{,}3 \times 3 \times 563{,}38 = 5{,}100 \text{ g/h}$$

Berechnung der spezifischen Emissionen (Anhang III Anlage 1 Abschnitt 4.5):

Die folgende Beispielrechnung bezieht sich auf CO, doch gilt diese Berechnungsmethode auch für die anderen Bestandteile.

Die Emissionsmassenströme für die einzelnen Prüfphasen werden mit den entsprechenden Wichtungsfaktoren nach Anhang III Anlage 1 Abschnitt 2.7.1 multipliziert und zur Berechnung des mittleren Emissionsmassendurchsatzes für den Prüfzyklus addiert:

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

▼B

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

$P(n) = (0{,}1 \times 0{,}15) + (96{,}8 \times 0{,}08) + (55{,}2 \times 0{,}10) + (82{,}9 \times 0{,}10) + (46{,}8 \times 0{,}05) + (70{,}1 \times 0{,}05) + (23{,}0 \times 0{,}05) + (114{,}3 \times 0{,}09) + (27{,}0 \times 0{,}10) + (122{,}0 \times 0{,}08) + (28{,}6 \times 0{,}05) + (87{,}4 \times 0{,}05) + (57{,}9 \times 0{,}05)$

$= 60{,}006$ kW

$$\overline{CO} = \frac{30{,}91}{60{,}006} = 0{,}0515 \text{ g/kWh}$$

Berechnung der spezifischen NO_x-Emission am zufällig gewählten Prüfpunkt (Anhang III Anlage I Abschnitt 4.6.1):

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

n_Z = 1 600 min^{-1}

M_Z = 495 Nm

$NO_{x\ mass.Z}$ = 487,9 g/h (nach den vorstehenden Formeln berechnet)

$P(n)_Z$ = 83 kW

$NO_{x,Z}$ = 487,9/83 = 5,878 g/kWh

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

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

n_{RT}	n_{SU}	E_R	E_S	E_T	E_U	M_R	M_S	M_T	M_U
1 368	1 785	5,943	5,565	5,889	4,973	515	460	681	610

$E_{TU} = 5{,}889 + (4{,}973\text{-}5{,}889) \times (1\,600\text{-}1\,368) / (1\,785\text{-}1\,368) = 5{,}377$ g/kWh

$E_{RS} = 5{,}943 + (5{,}565\text{-}5{,}943) \times (1\,600\text{-}1\,368) / (1\,785\text{-}1\,368) = 5{,}732$ g/kWh

$M_{TU} = 681 + (601\text{-}681) \times (1\,600\text{-}1\,368) / (1\,785\text{-}1\,368) = 641{,}3$ Nm

$M_{RS} = 515 + (460\text{-}515) \times (1\,600\text{-}1\,368) / (1\,785\text{-}1\,368) = 484{,}3$ Nm

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

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

$NO_{x\ diff} = 100 \times (5{,}878\text{-}5{,}708) / 5{,}708 = 2{,}98$ %

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 Abschnitte 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

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

▼B

b) Durchflussmessung

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

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

Berechnung des Abgasmassendurchsatzes (Anhang III Anlage 1 Abschnitt 5.4):

Die Durchsätze G_{EDFW} der einzelnen Phasen werden mit den jeweiligen Wichtungsfaktoren nach Anhang III Anlage 1 Abschnitt 2.7.1 multipliziert und dann zur Ermittlung des mittleren G_{EDF} für den Gesamtzyklus addiert. Der Gesamtprobenstrom M_{SAM} wird durch Addition der Probendurchsätze der einzelnen Phasen errechnet.

$\bar{G}_{EDFW}$ = (3 567 × 0,15) + (3 592 × 0,08) + (3 611 × 0,10) + (3 600 × 0,10) + (3 618 × 0,05) + (3 600 × 0,05) + (3 640 × 0,05) + (3 614 × 0,09) + (3 620 × 0,10) + (3 601 × 0,08) + (3 639 × 0,05) + (3 582 × 0,05) + (3 635 × 0,05)

= 3 604,6 kg/h

M_{SAM} = 0,226 + 0,122 + 0,151 + 0,152 + 0,076 + 0,076 + 0,076 + 0,136 + 0,151 + 0,121 + 0,076 + 0,076 + 0,075

= 1,515 kg

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

$$PT_{mass} = \frac{2,5}{1,515} \times \frac{360,4}{1000} = 5,948 \text{ g/h}$$

Hintergrundkorrektur (nicht obligatorisch)

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

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

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] + [(1-1/18,02) × 0,05] + [(1-1/12,33) × 0,05] + [(1-1/32,18) × 0,05] + [(1-1/6,94) × 0,09] + [(1-1/25,19) × 0,10] + [(1-1/6,12) × 0,08] + [(1-1/20,87) × 0,05] + [(1-1/8,77) × 0,05] + [(1-1/12,59) × 0,05]

= 0,923

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

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

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) + (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 kW

$$\bar{PT} = \frac{5,948}{60,006} = 0,099 \text{ g/kWh}$$

$\bar{PT}$ = (5,726/60,006) = 0,095 g/kWh, bei Hintergrundkorrektur

▼B

Berechnung des spezifischen Wichtungsfaktors (Anhang III Anlage 1 Abschnitt 5.6)

Bei Zugrundelegung der oben errechneten Werte für Phase 4 ist

$$WF_{E,i} = (0{,}152 \times 3604{,}6/1{,}515 \times 3600{,}7) = 0{,}1004$$

Dieser Wert entspricht der Anforderung von 0,10 ± 0,003.

2. ELR-PRÜFUNG

Da die Bessel-Filterung ein in den europäischen Abgasvorschriften völlig neues Mittelungsverfahren darstellt, folgen an dieser Stelle eine Erläuterung des Bessel-Filters, ein Beispiel für den Entwurf eines Bessel-Algorithmus und ein Beispiel für die Berechnung des endgültigen Rauchwertes. Die Konstanten des Bessel-Algorithmus sind lediglich von der Beschaffenheit des Trübungsmessers und der Abtastfrequenz des Datenerfassungssystems abhängig. Es wird empfohlen, dass die endgültigen Bessel-Filter-Konstanten für verschiedene Abtastfrequenzen vom Hersteller des Trübungsmessgerätes angegeben werden und der Benutzer diese Daten zur Erstellung des Bessel-Algorithmus und zur Berechnung der Rauchwerte verwendet.

2.1. **Allgemeine Anmerkungen zum Bessel-Filter**

Infolge von Störeinflüssen im Hochfrequenzbereich weist die Kurve des unverarbeiteten Trübungssignals in der Regel eine starke Streuung auf. Um solche Hochfrequenz-Störungen zu vermeiden, wird beim ELR-Test ein Bessel-Filter benötigt. Dabei handelt es sich um ein rekursives Tiefpassfilter zweiter Ordnung, das einen schnellen Signalanstieg ohne 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 Gesamtfilterkennwert für das gesamte Trübungsmesser-System zu erreichen, der sich aus folgenden Werten zusammensetzt:

— physikalische Ansprechzeit des Trübungsmessers (t_p),

— elektrische Ansprechzeit des Trübungsmessers (t_e),

— Filteransprechzeit des angewandten Bessel-Filters (t_F).

Die Gesamtansprechzeit des Systems t_{Aver} wird wie folgt berechnet

$$t_{Aver} = \sqrt{t_F^2 + t_p^2 + t_e^2}$$

und muss für alle Trübungsmesser-Typen gleich sein, wenn sich ein und derselbe Rauchwert ergeben soll. Daher wird ein Bessel-Filter benötigt, der so beschaffen ist, dass anhand der Filteransprechzeit (t_F) sowie der physikalischen (t_p) und der elektrischen Ansprechzeit (t_e) des jeweiligen Trübungsmessers die geforderte Gesamtansprechzeit (t_{Aver}) ermittelt werden kann. Da die Werte t_p und t_e für jeden Trübungsmesser bereits vorgegeben sind und t_{Aver} in der vorliegenden Richtlinie laut Definition 1,0 s beträgt, lässt sich t_F wie folgt berechnen:

$$t_F = \sqrt{t_{Aver}^2 + t_p^2 + t_e^2}$$

Die Filteransprechzeit t_F ist definitionsgemäß die Anstiegszeit eines gefilterten Ausgangssignals zwischen den Werten 10 % und 90 % des Sprungeingangssignals. Daher muss die Grenzfrequenz des Bessel-Filters so iteriert werden, dass sich die Ansprechzeit des Bessel-Filters der geforderten Anstiegszeit anpasst.

▼B

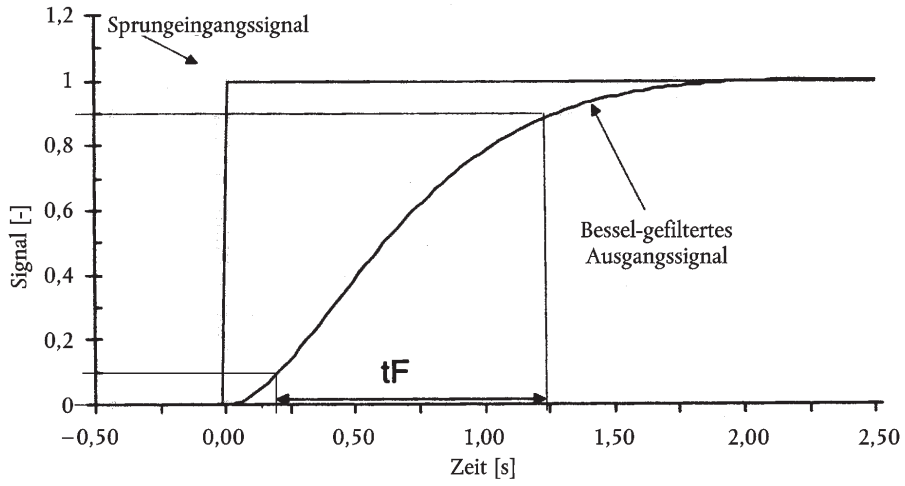


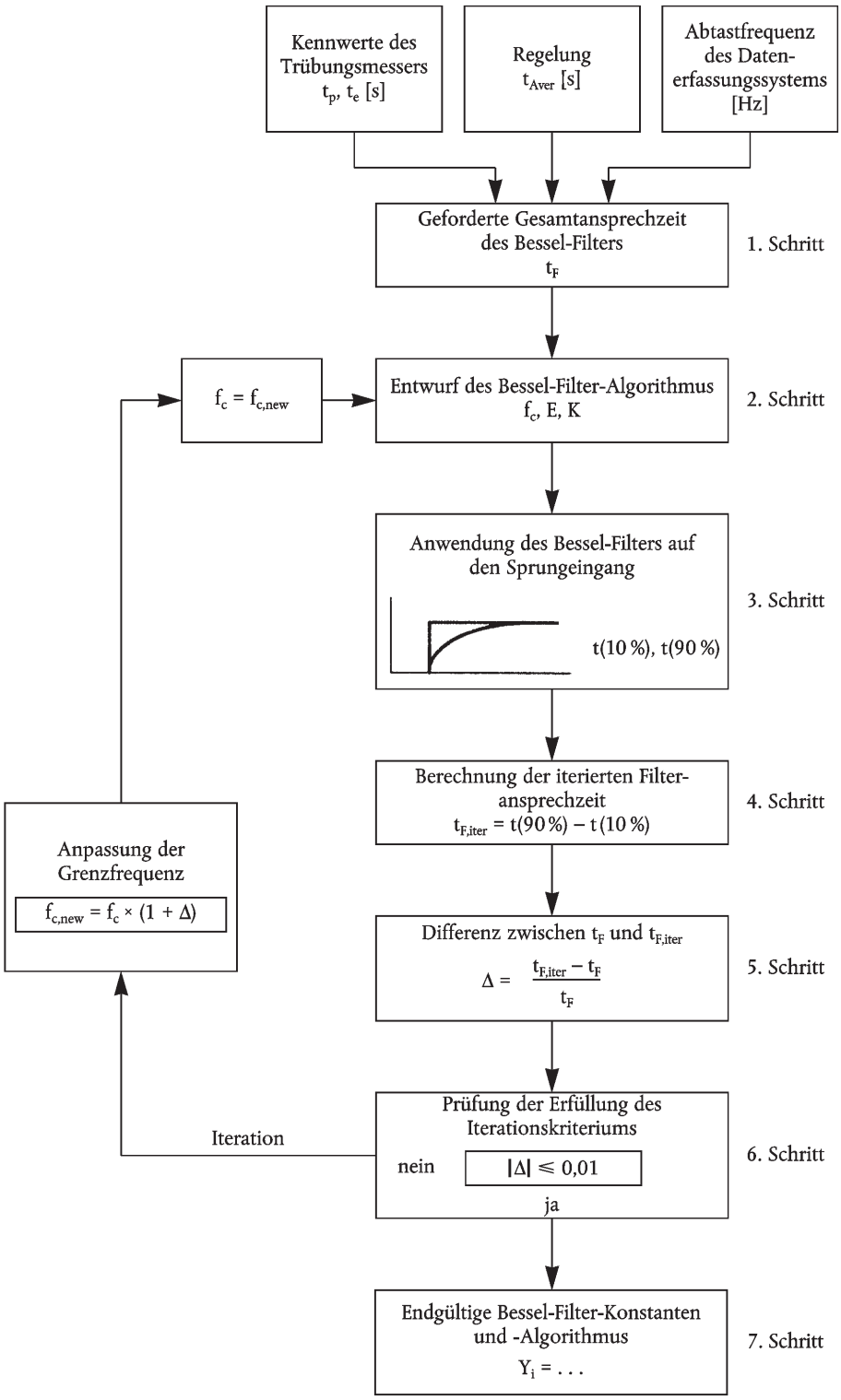
Abbildung a

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.

▼B

Der Aufbau des endgültigen Bessel-Filteralgorithmus ist ein mehrstufiger Prozess, der mehrere Iterationszyklen erfordert. Nachfolgend ist ein Diagramm des Iterationsverfahrens dargestellt.



▼B

2.2. **Berechnung des Bessel-Algorithmus**

Bei diesem Beispiel wird ein Bessel-Algorithmus in mehreren Schritten entsprechend dem obigen Iterationsverfahren entworfen, das auf Anhang III Anlage 1 Abschnitt 6.1 beruht.

Die Kennwerte des Trübungsmessers und des Datenerfassungssystems seien:

— physikalische Ansprechzeit t_p: 0,15 s

— elektrische Ansprechzeit t_e: 0,05 s

— Gesamtansprechzeit t_{Aver}: 1,00 s (gemäß Definition in dieser Richtlinie)

— Abtastfrequenz: 150 Hz

1. Schritt Geforderte Ansprechzeit des Bessel-Filters t_F:

$$t_F = \sqrt{1^2\text{-}\left(0{,}15^2 + 0{,}05^2\right)} = 0{,}987421 \text{ s}$$

2. Schritt Ermittlung der Grenzfrequenz und Berechnung der Bessel-Konstanten E, K für die erste Iteration:

$$f_c = \frac{3{,}1415}{10 \times 0{,}987421} = 0{,}318152 \text{ Hz}$$

$$\Delta t = 1/150 = 0{,}006667 \text{ s}$$

$$\Omega = \frac{1}{\tan\left[3{,}1415 \times 0{,}006667 \times 0{,}318152\right] = 150{,}07664}$$

$$E = \frac{1}{1 + 150{,}076644 \times \sqrt{3 \times 0{,}618034 + 0{,}618034 + 150{,}076644^2} = 7{,}07948 \times 10^{-5}}$$

$$K = 2 \times 7{,}07948 \times 10^{-5} \times (0{,}618034 \times 150{,}076644^2\text{-}1)\text{-}1 = 0{,}970783$$

Daraus ergibt sich der Bessel-Algorithmus:

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

wobei S_i für den Wert des Sprungeingangssignals (entweder „0“ oder „1“) und Y_i für die gefilterten Werte des Ausgangssignals steht.

3. Schritt Anwendung des Bessel-Filters auf das Sprungeingangssignal:

Die Ansprechzeit des Bessel-Filters t_F wird definiert als die Anstiegszeit des gefilterten Ausgangssignals zwischen den Werten 10 % und 90 % eines Sprungeingangssignals. Zur Bestimmung der Zeiten der Werte 10 % (t_{10}) und 90 % (t_{90}) des Ausgangssignals muss auf den Sprungeingang ein Bessel-Filter unter Verwendung der obigen Werte für f_c, E und K angewandt werden.

Die Indexziffern, die Zeit und die Werte eines Sprungeingangssignals und die sich daraus ergebenden Werte des gefilterten Ausgangssignals für die erste und die zweite Iteration sind aus Tabelle B ersichtlich. Die an t_{10} und t_{90} angrenzenden Punkte sind durch Fettschrift hervorgehoben.

In Tabelle B, erste Iteration, tritt der 10 %-Wert zwischen den Indexziffern 30 und 31 und der 90 %-Wert zwischen den Indexziffern 191 und 192 auf. Zur Berechnung von $t_{F,iter}$ werden die genauen Werte von t_{10} und t_{90} durch lineare Interpolation zwischen den angrenzenden Messpunkten wie folgt bestimmt:

$$t_{10} = t_{lower} + \Delta t \times (0{,}1\text{-}out_{lower})/(out_{upper}\text{-}out_{lower})$$

$$t_{90} = t_{lower} + \Delta t \times (0{,}9\text{-}out_{lower})/(out_{upper}\text{-}out_{lower})$$

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.

t_{10} = 0,200000 + 0,006667 × (0,1-0,099208)/(0,104794-0,099208) = 0,200945 s

t_{90} = 0,273333 + 0,006667 × (0,9-0,899147)/(0,901168-0,899147) = 1,276147 s

4. Schritt Filteransprechzeit des ersten Iterationszyklus:

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

▼B

5. Schritt Differenz zwischen geforderter und erzielter Filteransprechzeit beim ersten Iterationszyklus:

$$\Delta = (1{,}075202\text{-}0{,}987421)/0{,}987421 = 0{,}081641$$

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:

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

Diese neue Grenzfrequenz wird im zweiten Iterationszyklus verwendet, der mit dem 2. Schritt beginnt. Die Iteration ist zu wiederholen, bis die Iterationskriterien erfüllt sind. Die Ergebnisse der ersten und zweiten Iteration sind in Tabelle A zusammengefasst.

Tabelle A

Werte der ersten und zweiten Iteration

Parameter		1. Iteration	2. Iteration
f_c	(Hz)	0,318152	0,344126
E	(-)	7,07948 E-5	8,272777 E-5
K	(-)	0,970783	0,968410
t_{10}	(s)	0,200945	0,185523
t_{90}	(s)	1,276147	1,179562
$t_{F,iter}$	(s)	1,075202	0,994039
Δ	(-)	0,081641	0,006657
$f_{c,new}$	(Hz)	0,344126	0,346417

7. Schritt Endgültiger Bessel-Algorithmus:

Sobald die Iterationskriterien erfüllt sind, werden gemäß Schritt 2 die endgültigen Bessel-Filter-Konstanten und der endgültige Bessel-Algorithmus berechnet. Bei diesem Beispiel wurde das Iterationskriterium nach der zweiten Iteration erfüllt ($\Delta = 0{,}006657 \leq 0{,}01$). Der endgültige Algorithmus wird anschließend zur Bestimmung der gemittelten Rauchwerte verwendet (siehe Abschnitt 2.3).

$$Y_i = Y_{i-1} + 8{,}272777 \times 10^{-5} \times (S_i + 2 \times S_{i-1} + S_{i-2}\text{-}4 \times Y_{i-2}) + 0{,}968410 \times (Y_{i-1}\text{-}Y_{i-2})$$

▼B

Tabelle B

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

Index i [-]	Zeit [s]	Sprungeingangs-signal 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

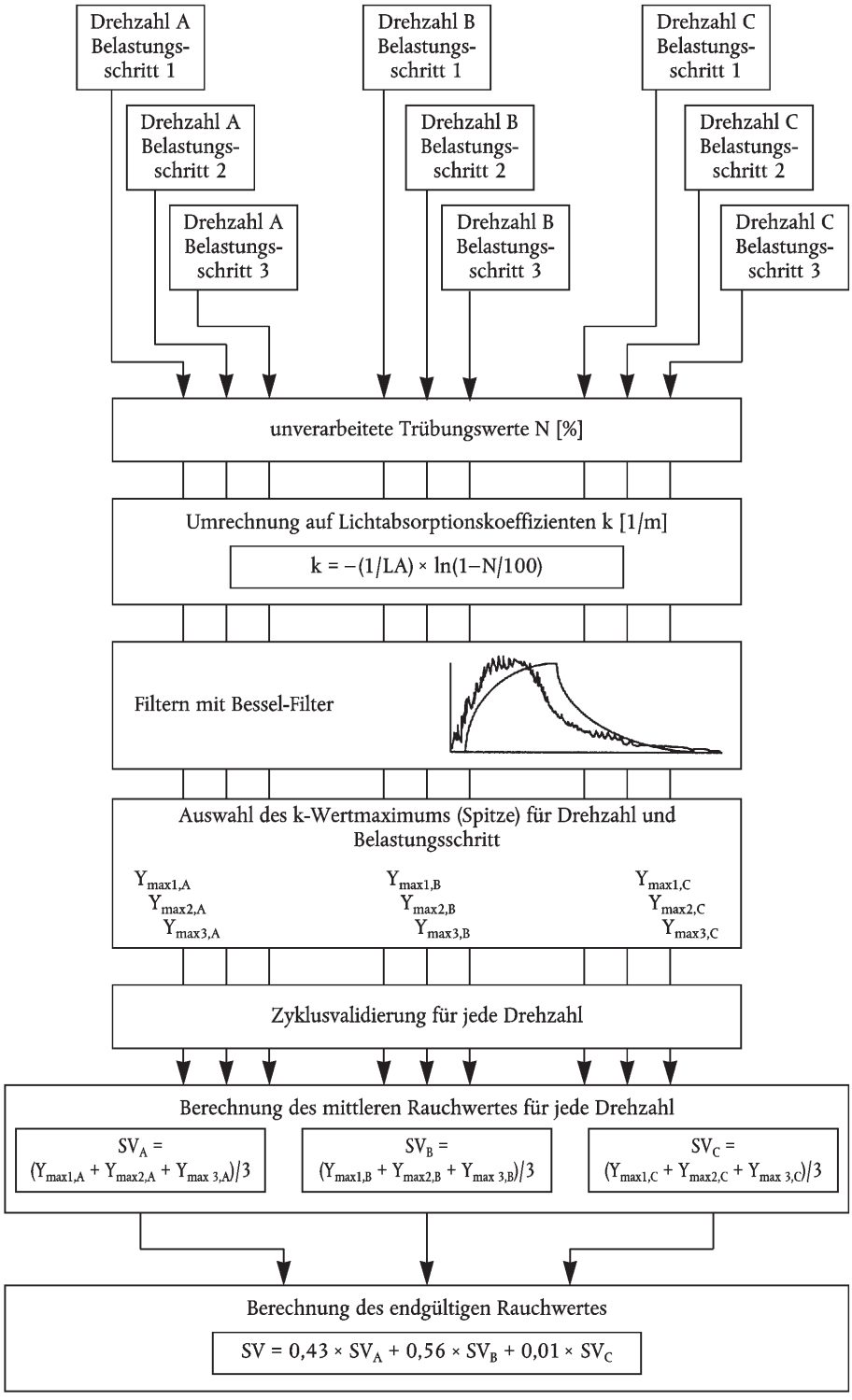
▼B

Index i [-]	Zeit [s]	Sprungeingangs-signal S_i [-]	Gefiltertes Ausgangssignal Y_i [-]	
			1. Iteration	2. Iteration
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
~	~	~	~	~

▼B

2.3. **Berechnung der Rauchwerte**

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



▼B

In Abbildung b sind die Kurven des gemessenen unverarbeiteten Trübungssignals sowie des ungefilterten und gefilterten Lichtabsorptionskoeffizienten (k-Wert) der ersten Belastungsstufe in der ELR-Prüfung dargestellt, und der Höchstwert $Y_{max1,A}$ (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-Wert und den gefilterten k-Wert. Die Filterung erfolgte unter Verwendung der Konstanten des in Abschnitt 2.2 dieses Anhangs entworfenen Bessel-Algorithmus. Aufgrund des umfangreichen Datenmaterials wurde die Rauchkurve in der Tabelle nur gegen Anfang und um den Spitzenwert herum erfasst.

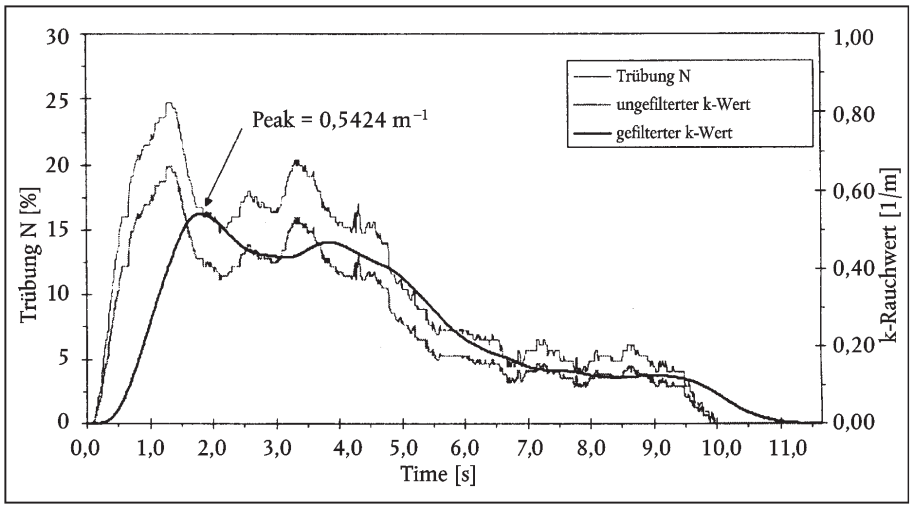


Abbildung b

Kurven der gemessenen Trübung N, des ungefilterten k-Rauchwerts und des gefilterten k-Rauchwerts

Der Spitzenwert (i = 272) wird unter Zugrundelegung der folgenden Daten aus Tabelle C berechnet. Alle anderen einzelnen Rauchwerte werden auf dieselbe Weise berechnet. Zu Beginn des Algorithmus werden S_{-1}, S_{-2}, Y_{-1} und Y_{-2} auf Null gesetzt.

L_A (m)	0,430
Index i	272
N (%)	16,783
S_{271} (m^{-1})	0,427392
S_{270} (m^{-1})	0,427532
Y_{271} (m^{-1})	0,542383
Y_{270} (m^{-1})	0,542337

Berechnung des k-Wertes (Anhang III Anlage 1 Abschnitt 6.3.1):

$$k = -(1/0{,}430) \times \ln(1-(16{,}783/100)) = 0{,}427252\ m^{-1}$$

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

Berechnung des Bessel-gemittelten Rauchwertes (Anhang III Anlage 1 Abschnitt 6.3.2):

In den folgenden Gleichungen werden die Bessel-Konstanten aus Nummer 2.2 verwendet. Der oben berechnete tatsächliche ungefilterte k-Wert entspricht S_{272} (S_i). S_{271} (S_{i-1}) und S_{270} (S_{i-2}) sind die beiden vorhergehenden ungefilterten k-Werte, Y_{271} (Y_{i-1}) und Y_{270} (Y_{i-2}) die beiden vorhergehenden gefilterten k-Werte.

▼B

Y_{272} = 0,542383 + 8,272777 × 10^{-5} × (0,427252 + 2 × 0,427392 + 0,427532-4 × 0,542337) + 0,968410 × (0,542383-0,542337)

= 0,542389 m^{-1}

Dieser Wert entspricht $Y_{max1,A}$ in der folgenden Gleichung.

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

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

Es seien:

Drehzahl	Y_{max} (m^{-1})		
	Zyklus 1	Zyklus 2	Zyklus 3
A	0,5424	0,5435	0,5587
B	0,5596	0,5400	0,5389
C	0,4912	0,5207	0,5177

RW_A = (0,5424 + 0,5435 + 0,5587) / 3 = 0,5482 m^{-1}

RW_B = (0,5596 + 0,5400 + 0,5389) / 3 = 0,5462 m^{-1}

RW_C = (0,4912 + 0,5207 + 0,5177) / 3 = 0,5099 m^{-1}

RW = (0,43 × 0,5482) + (0,56 × 0,5462) + (0,01 × 0,5099) = 0,5467 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.

▼B

Tabelle C

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

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

▼B

Index i [-]	Zeit [s]	Trübung N [%]	Ungefilterter k-Wert [m-1]	Gefilterter k-Wert [m-1]
28	0,186667	2,081000	0,048906	0,000378
29	0,193333	2,081000	0,048906	0,000469
30	0,200000	2,424000	0,057067	0,000573
31	0,206667	2,475000	0,058282	0,000693
32	0,213333	2,475000	0,058282	0,000827
33	0,220000	2,808000	0,066237	0,000977
34	0,226667	3,010000	0,071075	0,001144
35	0,233333	3,253000	0,076909	0,001328
36	0,240000	3,606000	0,085410	0,001533
37	0,246667	3,960000	0,093966	0,001758
38	0,253333	4,455000	0,105983	0,002007
39	0,260000	4,818000	0,114836	0,002283
40	0,266667	5,020000	0,119776	0,002587

Trübungswert N, ungefilterter und gefilterter k-Wert um $Y_{max1,A}$ (= Spitzenwert, durch Fettschrift hervorgehoben)

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

▼B

Index i [-]	Zeit [s]	Trübung N [%]	Ungefilterter k-Wert [m-1]	Gefilterter k-Wert [m-1]
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

▼B

3. ETC-PRÜFUNG

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)	23 073
p_B (kPa)	98,0
p_1 (kPa)	2,3
T (K)	322,5
H_a (g/kg)	12,8
$NO_{x\ conce}$ (ppm)	53,7
$NO_{x\ concd}$ (ppm)	0,4
CO_{conce} (ppm)	38,9
CO_{concd} (ppm)	1,0
HC_{conce} (ppm)	9,00
HC_{concd} (ppm)	3,02
$CO_{2,conce}$ (%)	0,723
W_{act} (kWh)	62,72

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

M_{TOTW} = 1,293 × 0,1776 × 23 073 × (98,0-2,3) × 273 / (101,3 × 322,5) = 4237,2 kg

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

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

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

Es sei ein Dieselkraftstoff mit der Zusammensetzung $C_1H_{1,8}$ zugrunde gelegt:

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{1{,}8}{2} + \left[3{,}76 \times \left(1 + \frac{1{,}8}{4}\right)\right]} = 13{,}6$$

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

$NO_{x\ conc}$ = 53,7-0,4 × (1-(1/18,69)) = 53,3 ppm

CO_{conc} = 38,9-1,0 × (1-(1/18,69)) = 37,9 ppm

HC_{conc} = 9,00-3,02 × (1-(1/18,69)) = 6,14 ppm

▼B

Berechnung des Emissionsmassendurchsatzes (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.3.1):

$$NO_{x\ mass} = 0{,}001587 \times 53{,}3 \times 1{,}039 \times 4237{,}2 = 372{,}391\ g$$

$$CO_{mass} = 0{,}000966 \times 37{,}9 \times 4237{,}2 = 155{,}129\ g$$

$$HC_{mass} = 0{,}000479 \times 6{,}14 \times 4237{,}2 = 12{,}462\ g$$

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

$$\bar{NO_x} = 372{,}391/62{,}72 = 5{,}94\ g/kWh$$

$$\bar{CO} = 155{,}129/62{,}72 = 2{,}47\ g/kWh$$

$$\bar{HC} = 12{,}462/62{,}72 = 0{,}199\ g/kWh$$

3.2. **Partikelemissionen (Dieselmotor)**

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

M_{TOTW} (kg)	4 237,2
$M_{f,p}$ (mg)	3,030
$M_{f,b}$ (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 Masseemission (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 5.1):

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

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

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

Berechnung der hintergrundkorrigierten Masseemission (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 5.1):

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

Berechnung der spezifischen Emission (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 5.2):

$$\bar{PT} = 10{,}42/62{,}72 = 0{,}166\ g/kWh$$

▼B

$PT^{-} = 9,32/62,72 = 0,149$ 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)	4 237,2
H_a (g/kg)	12,8
$NO_{x\ conce}$ (ppm)	17,2
$NO_{x\ concd}$ (ppm)	0,4
CO_{conce} (ppm)	44,3
CO_{concd} (ppm)	1,0
HC_{conce} (ppm)	27,0
HC_{concd} (ppm)	3,02
$CH_{4\ conce}$ (ppm)	18,0
$CH_{4\ concd}$ (ppm)	1,7
$CO_{2,conce}$ (%)	0,723
W_{act} (kWh)	62,72

Berechnung des NO_x -Korrekturfaktors (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.2);

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

Berechnung der NMHC-Konzentration (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.3.1);

a) GC-Verfahren

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

b) NMC-Verfahren

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

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

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

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

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{4}{2} + \left(3,76 \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)\right)} = 9,5$$

▼B

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

Bei den NMHC ist die Hintergrundkonzentration die Differenz zwischen HC_{concd} und $CH_{4\ concd}$:

$$NO_{x\ conc} = 17,2\text{-}0,4 \times (1\text{-}(1/13,01)) = 16,8 \text{ ppm}$$

$$CO_{conc} = 44,3\text{-}1,0 \times (1\text{-}(1/13,01)) = 43,4 \text{ ppm}$$

$$NMHC_{conc} = 8,4\text{-}1,32 \times (1\text{-}(1/13,01)) = 7,2 \text{ ppm}$$

$$CH_{4\ conc} = 18,0\text{-}1,7 \times (1\text{-}(1/13,01)) = 16,4 \text{ ppm}$$

Berechnung des Emissionsmassendurchsatzes (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.3.1):

$$NO_{x\ mass} = 0,001587 \times 16,8 \times 1,074 \times 4237,2 = 121,330 \text{ g}$$

$$CO_{mass} = 0,000966 \times 43,4 \times 4237,2 = 177,642 \text{ g}$$

$$NMHC_{mass} = 0,000502 \times 7,2 \times 4237,2 = 15,315 \text{ g}$$

$$CH_{4\ mass} = 0,000554 \times 16,4 \times 4237,2 = 38,498 \text{ g}$$

Berechnung der spezifischen Emissionen (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 4.4)

$$\overline{NO_x} = 121,330/62,72 = 1,93 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{CO} = 177,642/62,72 = 2,83 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{NMHC} = 15,315/62,72 = 0,244 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{CH_4} = 38,498/62,72 = 0,614 \text{ g/kWh}$$

4. λ-VERSCHIEBUNGSFAKTOR (S_λ)

4.1. **Berechnung des λ Verschiebungsfaktors (S_λ)** [1]

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

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.

[1] Stoichiometric Air/Fuel ratios of automotive fuels — SAE J1829, Juni 1987. John B. Heywood, Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill, 1988, Kapitel 3.4 „Combustion stoichiometry“ (S. 68—72).

▼B

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\ \%}{100}\right] + 3 \times \left[\frac{C_3\ \%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_4\ \%}{100}\right] + 5 \times \left[\frac{C_5\ \%}{100}\right] + ..}{\frac{\text{1-diluent \%}}{100}}$$

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

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 (z. B.: C_3H_8, C_3H_6 usw.) im Kraftstoff

C_4 = Vol.- % aller C_3-Kohlenwasserstoffe (z. B.: C_3H_8, C_3H_6 usw.) im Kraftstoff

C_5 = Vol.- % aller C_4-Kohlenwasserstoffe (z. B.: C_4H_{10}, C4H8 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}: CH_4 = 86 %, N_2 = 14 % (Vol.-%)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\ \%}{100}\right] + ..}{\frac{\text{1- diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0{,}86}{1 - \frac{14}{100}} = \frac{0{,}86}{0{,}86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\ \%}{100}\right] + ..}{\frac{\text{1- diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0{,}86}{0{,}86} = 4$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert \%}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{14}{100}\right) \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)} = 1{,}16$$

Beispiel 2: GR: CH_4 = 87 %, C_2H_6 = 13 % (Vol.-%)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\ \%}{100}\right] + ..}{\frac{\text{1- diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0{,}87 + 2 \times 0{,}13}{1 - \frac{0}{100}} = \frac{1{,}13}{1} = 1{,}13$$

▼B

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\ \%}{100}\right] + ..}{\frac{1\ -\ \text{diluent}\ \%}{100}} = \frac{4 \times 0{,}87 + 6 \times 0{,}13}{1} = 4{,}26$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1-\frac{\text{inert}\ \%}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1-\frac{0}{100}\right) \times \left(1{,}13 + \frac{4{,}26}{4}\right)} = 0{,}911$$

Beispiel 3: USA: CH_4 = 89 %, C_2H_6 = 4,5 %, C_3H_8 = 2,3 %, C_6H_{14} = 0,2 %, O_2 = 0,6 %, N_2 = 4 %

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\ \%}{100}\right] + ..}{\frac{1\ -\ \text{diluent}\ \%}{100}} = \frac{1 \times 0{,}89 + 2 \times 0{,}045 + 3 \times 0{,}023 + 4 \times 0{,}002}{1-\frac{(0{,}64 + 4)}{100}} = 1{,}11$$

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

$$= \frac{4 \times 0‹89 + 4 \times 0‹045 + 8 \times 0‹023 + 14 \times 0‹002}{1› \frac{0‹6 + 4}{100}} = 4‹24$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1-\frac{\text{inert}\ \%}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1-\frac{4}{100}\right) \times \left(1{,}11 + \frac{4{,}24}{4}\right) - \frac{0{,}6}{100}} = 0{,}96$$

▼B

ANHANG VIII

BESONDERE TECHNISCHE VORSCHRIFTEN FÜR MIT ETHANOL BETRIEBENE DIESELMOTOREN

Bei mit Ethanol betriebenen Dieselmotoren gelten für die in Anhang III dieser Richtlinie festgelegten Prüfverfahren die folgenden Änderungen der entsprechenden Textteile, Gleichungen und Faktoren.

ANHANG III ANLAGE 1:

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

$$F_{FH} = \frac{1{,}877}{\left(\frac{1 + 2{,}577 \times G_{FUEL}}{G_{AIR\,W}}\right)}$$

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

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

Hierbei gilt:

$A = 0{,}181\ G_{FUEL}/G_{AIRD} - 0{,}0266.$

$B = -0{,}123\ G_{FUEL}/G_{AIRD} + 0{,}00954.$

T_a = Lufttemperatur, K.

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

4.4. **Berechnung der Emissionsmassendurchsätze**

Ausgehend von einer Abgasdichte von 1,272 kg/m³ bei 273 K (0 °C) und 101,3 kPa sind die Massendurchsätze der Emissionen (g/h) für jede Prüfphase wie folgt zu berechnen:

(1) $NO_{x\ mass} = 0{,}001613 \times NO_{x\ conc} \times K_{H,D} \times G_{EXH\ W}$

(2) $CO_{x\ mass} = 0{,}000982 \times CO_{conc} \times G_{EXH\ W}$

(3) $HC_{mass} = 0{,}000809 \times HC_{conc} \times K_{H,D} \times G_{EXH\ W}$

wobei

$NO_{x\ conc}$, CO_{conc}, 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) $NO_{x\ mass} = 0{,}001587 \times NO_{x\ conc} \times K_{H,D} \times G_{TOT\ W}$

(2) $CO_{x\ mass} = 0{,}000966 \times CO_{conc} \times G_{TOT\ W}$

(3) $HC_{mass} = 0{,}000795 \times HC_{conc} \times G_{TOT\ W}$

wobei

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

[1] Bezogen auf das C1-Äquivalent.

▼B

ANHANG III ANLAGE 2:

Die Nummern 3.1, 3.4, 3.8.3 und 5 der Anlage 2 gelten nicht nur für Dieselmotoren, sondern auch für mit Ethanol betriebene Dieselmotoren.

4.2. Die Prüfbedingungen sollten so beschaffen sein, dass die Temperatur und die Feuchtigkeit der am Motor gemessenen Ansaugluft den Standardbedingungen während des Probelaufs entsprechen. Der Standard sollte 6 ± 0,5 g Wasser je kg Trockenluft bei einer Temperatur von 298 ± 3 K betragen. Innerhalb dieser Grenzwerte dürfen keine weiteren NO_x-Korrekturen vorgenommen werden. Werden diese Bedingungen nicht eingehalten, ist die Prüfung ungültig.

4.3. **Berechnung des Emissionsmassendurchsatzes**

4.3.1 *Systeme mit konstantem Massendurchsatz*

Bei Systemen mit Wärmetauscher ist die Schadstoffmasse (g/Prüfung) anhand der folgenden Gleichungen zu berechnen:

(1) $NO_{x\ mass} = 0{,}001587 \times NO_{x\ conc} \times K_{H,D} \times M_{TOT\ W}$ (mit Ethanol betriebene Dieselmotoren)

(2) $CO_{x\ mass} = 0{,}000966 \times CO_{conc} \times M_{TOT\ W}$ (mit Ethanol betriebene Dieselmotoren)

(3) $HC_{mass} = 0{,}000794 \times HC_{conc} \times M_{TOT\ W}$ (mit Ethanol betriebene Dieselmotoren)

Hierbei bedeutet:

$NO_{x\ conc}$, CO_{conc}, HC_{conc} [1], $NMHC_{conc}$ =mittlere hintergrundkorrigierte Konzentrationen über den gesamten Zyklus aus Integration (für NO_x und HC) oder Beutelmessung, ppm;

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

4.3.1.1. Bestimmung der hintergrundkorrigierten Konzentrationen

Um die Nettokonzentration der Schadstoffe zu bestimmen, sind die mittleren Hintergrundkonzentrationen der gasförmigen Schadstoffe in der Verdünnungsluft von den gemessenen Konzentrationen abzuziehen. Die mittleren Werte der Hintergrundkonzentrationen können mit Hilfe der Beutel-Methode oder durch laufende Messungen mit Integration bestimmt werden. Die nachstehende Formel ist zu verwenden.

$$conc = conc_e - conc_d \times \left(\frac{1 - 1}{DF}\right)$$

Hierbei bedeutet:

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 errechnet sich wie folgt:

$$DF = \frac{F_S}{CO_{2conce} + (HC_{conce} + CO_{conce}) \times 10^{-4}}$$

Hierbei bedeutet:

CO_{2conce} = CO_2-Konzentration im verdünnten Abgas, Vol.-%;

HC_{conce} = HC-Konzentration im verdünnten Abgas, ppm C1;

CO_{conce} = CO-Konzentration im verdünnten Abgas, ppm;

[1] Bezogen auf das C1-Äquivalent.

▼B

F_S = stöchiometrischer Faktor.

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

Der stöchiometrische Faktor errechnet sich für die allgemeine Kraftstoffzusammensetzung $CH_\alpha O_\beta N_\gamma$, wie folgt:

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{2} + 3{,}76 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\beta}{2}\right) + \frac{\gamma}{2}}$$

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

F_S (Ethanol) = 12,3.

4.3.2. *Systeme mit Durchflussmengenkompensation*

Bei Systemen ohne Wärmeaustauscher ist die Masse der Schadstoffe (g/Prüfung) durch Berechnen der momentanen Masseemissionen und Integrieren der momentanen Werte über den gesamten Zyklus zu bestimmen. Darüber hinaus ist die Hintergrundkorrektur direkt auf den momentanen Konzentrationswert anzuwenden. Hierzu dienen die folgenden Formeln:

$$(1)NO_{x\ mass} = \Sigma_{i=1}^{n}(M_{TOT\ W,i} \times NO_{x\ conce,i} \times 0{,}001587) - \left(M_{TOTW} \times NO_{x\ concd} \times \left(\frac{1 - 1}{DF}\right) \times 0{,}001587\right)$$

$$(2)CO_{mass} = \Sigma_{i=1}^{n}(M_{TOT\ W,i} \times CO_{conce,i} \times 0{,}000966) - \left(M_{TOTW} \times CO_{concd} \times \left(\frac{1 - 1}{DF}\right) \times 0{,}000966\right)$$

$$(3)HC_{mass} = \Sigma_{i=1}^{n}(M_{TOT\ W,i} \times HC_{conce,i} \times 0{,}000749) - \left(M_{TOTW} \times HC_{concd} \times \left(\frac{1 - 1}{DF}\right) \times 0{,}000749\right)$$

Hier bedeutet

$conc_e$ = 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;

DF = Verdünnungsfaktor gemäß Nummer 4.3.1.1.

4.4. **Berechnung der spezifischen Emissionen**

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

$$\overline{NO}_x = \frac{NO_{x\ mass}}{W_{act}}$$

$$\overline{CO} = \frac{CO_{mass}}{W_{act}}$$

▼B

$$\overline{HC} = \frac{HC_{mass}}{W_{act}}$$

Hier bedeutet:

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

▼B

ANHANG IX

FRISTEN FÜR DIE UMSETZUNG DER AUFGEHOBENEN RICHTLINIEN IN NATIONALES RECHT

(gemäß Artikel 10)

TEIL A

Aufgehobene Richtlinien

Richtlinien	Amtsblatt
Richtlinie 88/77/EWG	L 36 vom 9.2.1988, S. 33.
Richtlinie 91/542/EWG	L 295 vom 25.10.1991, S. 1.
Richtlinie 96/1/EG	L 40 vom 17.2.1996, S. 1.
Richtlinie 1999/96/EG	L 44 vom 16.2.2000, S. 1.
Richtlinie 2001/27/EG	L 107 vom 18.4.2001, S. 10.

TEIL B

Fristen für die Umsetzung in nationales Recht

Richtlinie	Fristen für die Umsetzung	Beginn der Anwendung
Richtlinie 88/77/EWG	1. Juli 1988	
Richtlinie 91/542/EWG	1. Januar 1992	
Richtlinie 96/1/EG	1. Juli 1996	
Richtlinie 1999/96/EG	1. Juli 2000	
Richtlinie 2001/27/EG	1. Oktober 2001	1. Oktober 2001

▼B

ANHANG X

ENTSPRECHUNGSTABELLE

(gemäß Artikel 10 Absatz 2)

Richtlinie 88/77/ EWG	Richtlinie 91/542/ EWG	Richtlinie 1999/96/ EG	Richtlinie 2001/27/ EG	Vorliegende Richtlinie
Artikel 1	—		—	Artikel 1
Artikel 2(1)	Artikel 2(1)	Artikel 2(1)	Artikel 2(1)	Artikel 2(4)
Artikel 2(2)	Artikel 2(2)	Artikel 2(2)	Artikel 2(2)	Artikel 2(1)
—	Artikel 2(3)	—	—	—
Artikel 2(3)	—	—	—	—
Artikel 2(4)	Artikel 2(4)	Artikel 2(3)	Artikel 2(3)	Artikel 2(2)
—	—	—	Artikel 2(4)	Artikel 2(3)
—	—	—	Artikel 2(5)	—
—	—	Artikel 2(4)	—	Artikel 2(5)
—	—	Artikel 2(5)	—	Artikel 2(6)
—	—	Artikel 2(6)	—	Artikel 2(7)
—	—	Artikel 2(7)	—	Artikel 2(8)
—	—	Artikel 2(8)	—	Artikel 2(9)
Artikel 3	—	—	—	—
—	—	Artikel 5 und 6	—	Artikel 3
—	—	Artikel 4	—	Artikel 4
—	Artikel 3(1)	Artikel 3(1)	—	Artikel 6(1)
—	Artikel 3(1)(a)	Artikel 3(1)(a)	—	Artikel 6 (2)
—	Artikel 3(1)(b)	Artikel 3(1)(b)	—	Artikel 6 (3)
—	Artikel 3(2)	Artikel 3(2)	—	Artikel 6 (4)
—	Artikel 3(3)	Artikel 3(3)	—	Artikel 6 (5)
Artikel 4	—	—	—	Artikel 7
Artikel 6	Artikel 5 und 6	Artikel 7	—	Artikel 8
Artikel 5	Artikel 4	Artikel 8	Artikel 3	Artikel 9
—	—	—	—	Artikel 10
—	—	Artikel 9	Artikel 4	Artikel 11
Artikel 7	Artikel 7	Artikel 10	Artikel 5	Artikel 12
Anhänge I bis VII	—	—	—	Anhänge I bis VII
—	—	—	Anhang VIII	Anhang VIII
—	—	—	—	Anhang IX
—	—	—	—	Anhang X