

## I

(Veröffentlichungsbedürftige Rechtsakte)

**RICHTLINIE 2004/26/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES**

vom 21. April 2004

**zur Änderung der Richtlinie 97/68/EG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen zur Bekämpfung der Emission von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln aus Verbrennungsmotoren für mobile Maschinen und Geräte**

**(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 <sup>1</sup>,

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

gemäß dem Verfahren des Artikels 251 des Vertrags <sup>3</sup>,

in Erwägung nachstehender Gründe:

- (1) In der Richtlinie 97/68/EG <sup>4</sup> werden zwei Stufen von Emissionsgrenzwerten für Kompressionszündungsmotoren eingeführt und die Kommission aufgefordert, unter Berücksichtigung der globalen Verfügbarkeit von Techniken zur Minderung der Luftschadstoffemissionen von Kompressionszündungsmotoren sowie des Zustands der Luftqualität eine weitere Herabsetzung der Emissionsgrenzwerte vorzuschlagen.
- (2) Das Auto-Öl-Programm kam zu dem Ergebnis, dass zur Verbesserung der künftigen Luftqualität der Gemeinschaft weitere Maßnahmen erforderlich sind, insbesondere hinsichtlich der Bildung von Ozon und der Emissionen von Partikelbestandteilen.
- (3) Fortgeschrittene Technologien zur Verminderung der Emissionen von Kompressionszündungsmotoren in Straßenfahrzeugen sind bereits weitgehend verfügbar, und diese Technologien sollten weitgehend auch auf den Sektor mobiler Maschinen und Geräte anwendbar sein.
- (4) Es gibt noch einige Ungewissheiten hinsichtlich der Frage, wie sich die Kostenwirksamkeit der Verwendung von Nachbehandlungseinrichtungen zur Reduzierung der Partikel- und -Stickoxid (NOx)-Emissionen darstellen wird. Vor dem 31. Dezember 2007 sollten eine technische Überprüfung durchgeführt und gegebenenfalls Ausnahmen oder die Verschiebung der Inkrafttretungsdaten in Betracht gezogen werden.
- (5) Es ist ein dynamisches Prüfverfahren erforderlich, das die Betriebsbedingungen dieser Art von Maschinen unter tatsächlichen Arbeitsbedingungen abdeckt. Die Prüfung sollte daher in angemessenem Verhältnis Emissionen aus einem nicht warmgefahrenen Motor umfassen.
- (6) In zufällig ausgewählten Lastzuständen und in einem festgelegten Betriebsbereich sollten die Grenzwerte nicht um mehr als einen angemessenen Prozentsatz überschritten werden.
- (7) Darüber hinaus sollte dem Einsatz von Abschaltvorrichtungen und anormalen Emissionsminderungsstrategien vorgebeugt werden.
- (8) Das vorgeschlagene Maßnahmenpaket der Grenzwerte sollte so weit wie möglich an die Entwicklungen in den Vereinigten Staaten angeglichen werden, um den Herstellern einen globalen Markt für ihre Motorkonstruktionen zu bieten.

---

<sup>1</sup> ABI. C

<sup>2</sup> ABI. C 220 vom 16.9.2003, S. 16.

<sup>3</sup> Stellungnahme des Europäischen Parlaments vom 21. Oktober 2003 (noch nicht im Amtsblatt veröffentlicht) und Beschluss des Rates vom 30. März 2004 (noch nicht im Amtsblatt veröffentlicht).

<sup>4</sup> ABI. L 59 vom 27.2.1998, S. 1. Zuletzt geändert durch die Richtlinie 2002/88/EG (ABI. L 35 vom 11.2.2003, S. 28).

- (9) Auch für Eisenbahn- und Binnenschiffsanwendungen sollten Emissionsstandards eingeführt werden, um sie besser als umweltfreundliche Verkehrsträger propagieren zu können.
- (10) Erfüllen mobile Maschinen und Geräte künftige Grenzwerte bereits vor dem Stichtag, so sollte ein entsprechender Hinweis zulässig sein.
- (11) Aufgrund der zur Einhaltung der Grenzwerte der Stufen IIIB und IV für Partikel- und NO<sub>x</sub>-Emissionen erforderlichen Technologie muss in vielen Mitgliedstaaten der Schwefelgehalt des Kraftstoffs gegenüber dem derzeitigen Schwefelgehalt verringert werden. Es sollte ein Bezugskraftstoff festgelegt werden, der die Lage auf dem Kraftstoffmarkt widerspiegelt.
- (12) Von Bedeutung ist auch die Emissionsleistung während der gesamten Lebensdauer der Motoren. Um die Verschlechterung der Emissionsleistung zu vermeiden, sollten Dauerhaltbarkeitsanforderungen eingeführt werden.
- (13) Für Gerätehersteller müssen besondere Regelungen eingeführt werden, um ihnen Zeit für die Weiterentwicklung ihrer Produkte und die Organisation der Produktion kleiner Serien einzuräumen.
- (14) Da das Ziel dieser Richtlinie, nämlich die Verbesserung der künftigen Luftqualität, auf Ebene der Mitgliedstaaten nicht ausreichend erreicht werden kann, weil die erforderlichen Emissionsbegrenzungen für Produkte auf Gemeinschaftsebene geregelt werden müssen, kann die Gemeinschaft im Einklang mit dem in Artikel 5 des Vertrags niedergelegten Subsidiaritätsprinzip tätig werden. Entsprechend dem in demselben Artikel genannten Verhältnismäßigkeitsprinzip geht diese Richtlinie nicht über das für die Erreichung dieses Ziels erforderliche Maß hinaus.
- (15) Die Richtlinie 97/68/EG sollte daher entsprechend geändert werden -

HABEN FOLGENDE RICHTLINIE ERLASSEN:

#### Artikel 1

Die Richtlinie 97/68/EG wird wie folgt geändert:

1. Dem Artikel 2 werden folgende Gedankenstriche angefügt:

- "'Binnenschiffe' für den Einsatz auf Binnenwasserstraßen bestimmte Schiffe mit einer Länge von 20 m oder mehr und einem Volumen von 100 m<sup>3</sup> oder mehr gemäß der Formel in Anhang I Abschnitt 2 Abschnitt 2.8a oder Schleppboote oder Schubboote, die dazu gebaut sind, Schiffe mit einer Länge von 20 m oder mehr zu schleppen, zu schieben oder seitlich gekuppelt mitzuführen.

Diese Begriffsbestimmung umfasst nicht:

- Fahrgastschiffe, die zusätzlich zur Besatzung nicht mehr als 12 Fahrgäste befördern,
- Sportboote mit einer Länge von nicht mehr als 24 m (gemäß der Begriffsbestimmung in Artikel 1 Absatz 2 der Richtlinie 94/25/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Juni 1994 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Sportboote \*),
- Dienstschiffe der Aufsichtsbehörden,
- Feuerlöschboote,
- Militärschiffe,
- im Fischereifahrzeugregister der Gemeinschaft verzeichnete Fischereifahrzeuge,
- Seeschiffe, einschließlich Seeschleppboote und -schubboote, die auf Seeschiffahrtsstraßen fahren oder halten oder die sich vorübergehend auf Binnenwasserstraßen aufhalten, sofern sie ein gültiges Seefähigkeits- oder Sicherheitszeugnis gemäß Anhang I Abschnitt 2 Abschnitt 2.8b mit sich führen;
- "Originalgerätehersteller (OEM)" den Hersteller eines Typs von mobilen Maschinen und Geräten;
- "Flexibilitätssystem" das Verfahren, wonach ein Motorenhersteller während des Zeitraums zwischen zwei aufeinander folgenden Stufen von Grenzwerten eine begrenzte Anzahl von Motoren, die lediglich die Grenzwerte der vorangehenden Stufe einhalten, für den Einbau in mobile Maschinen und Geräte, in Verkehr bringen darf.

\* ABl. L 164 vom 30.6.1994, S. 15. Zuletzt geändert durch die Verordnung (EG) Nr. 1882/2003 (ABl. L 284 vom 31.10.2003, S. 1)."

2. Artikel 4 wird wie folgt geändert:

a) Dem Absatz 2 wird folgender Text angefügt:

"Anhang VIII wird nach dem in Artikel 15 genannten Verfahren geändert."

b) Folgender Absatz wird angefügt:

"(6) Kompressionszündungsmotoren zu anderen Zwecken als zum Antrieb von Lokomotiven, Triebwagen und Binnenschiffen können nach einem "Flexibilitätssystem" gemäß dem in Anhang XIII und den in den Absätzen 1 bis 5 beschriebenen Verfahren in Verkehr gebracht werden."

3. Dem Artikel 6 wird folgender Absatz angefügt:

"(5) Kompressionszündungsmotoren, die nach einem "Flexibilitätssystem" in Verkehr gebracht werden, werden gemäß Anhang XIII gekennzeichnet."

4. Nach Artikel 7 wird folgender Artikel eingefügt:

"Artikel 7a  
Binnenschiffe

(1) Die folgenden Bestimmungen gelten für Motoren, die in Binnenschiffe eingebaut werden. Die Absätze 2 und 3 finden keine Anwendung, solange die Gleichwertigkeit der Anforderungen dieser Richtlinie mit jenen der Mannheimer Rheinschiffahrtsakte nicht von der Zentralkommission für die Rheinschiffahrt (im Folgenden "ZKR" genannt) anerkannt und die Kommission davon in Kenntnis gesetzt ist.

(2) Die Mitgliedstaaten dürfen bis zum 30. Juni 2007 das Inverkehrbringen von Motoren nicht verweigern, die den ZKR-Anforderungen der Stufe I, deren Emissionsgrenzwerte in Anhang XIV aufgeführt sind, entsprechen.

(3) Ab dem 1. Juli 2007 und bis zum Inkrafttreten einer weiteren Reihe von Grenzwerten infolge etwaiger weiterer Änderungen dieser Richtlinie dürfen die Mitgliedstaaten das Inverkehrbringen von Motoren nicht verweigern, die den ZKR-Anforderungen der Stufe II, deren Emissionsgrenzwerte in Anhang XV aufgeführt sind, entsprechen.

(4) Nach dem in Artikel 15 genannten Verfahren wird Anhang VII so angepasst, dass er die zusätzlichen und spezifischen Informationen umfasst, die für die Typgenehmigungsbescheinigung für Motoren, die in Binnenschiffe eingebaut werden, verlangt werden können.

(5) Für die Zwecke dieser Richtlinie gelten bei Binnenschiffen für Hilfsmotoren mit einer Leistung von mehr als 560 kW dieselben Anforderungen wie für Antriebsmotoren."

5. Artikel 8 wird wie folgt geändert:

a) Der Titel wird durch "Inverkehrbringen" ersetzt.

b) Absatz 1 erhält folgende Fassung:

"(1) Die Mitgliedstaaten dürfen das Inverkehrbringen von Motoren unabhängig davon, ob sie bereits in Maschinen oder Geräten eingebaut sind, nicht verweigern, wenn diese Motoren die Anforderungen dieser Richtlinie erfüllen."

c) Nach Absatz 2 wird folgender Absatz eingefügt:

"(2a) Die Mitgliedstaaten stellen Fahrzeugen, deren Motoren nicht den Anforderungen der vorliegenden Richtlinie entsprechen, kein Gemeinschaftszeugnis für Binnenschiffe gemäß der Richtlinie 82/714/EWG des Rates vom 4. Oktober 1982 über die technischen Vorschriften für Binnenschiffe \* aus.

\* ABl. L 301 vom 28.10.1982, S. 1. Geändert durch die Beitrittsakte von 2003."

6. Artikel 9 wird wie folgt geändert:

a) In Absatz 3 werden die Worte "und verweigern auch jegliche andere Typgenehmigung für mobile Maschinen und Geräte, in die ein Motor eingebaut ist" durch die Worte "und verweigern auch jegliche andere Typgenehmigung für mobile Maschinen und Geräte, in die ein noch nicht in Verkehr gebrachter Motor eingebaut ist" ersetzt.

b) Nach Absatz 3 werden folgende Absätze eingefügt:

"3a. TYPGENEHMIGUNG FÜR MOTOREN DER STUFE IIIA (MOTORKATEGORIEN H, I, J und K)

Die Mitgliedstaaten verweigern

- H: nach dem 30. Juni 2005 bei Motoren - außer Motoren mit konstanter Drehzahl - mit einer Leistung von  $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$ ,
- I: nach dem 31. Dezember 2005 bei Motoren – außer Motoren mit konstanter Drehzahl - mit einer Leistung von  $75 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ kW}$ ,
- J: nach dem 31. Dezember 2006 bei Motoren – außer Motoren mit konstanter Drehzahl - mit einer Leistung von  $37 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$ ,
- K: nach dem 31. Dezember 2005 bei Motoren – außer Motoren mit konstanter Drehzahl - mit einer Leistung von  $19 \text{ kW} \leq P < 37 \text{ kW}$

die Typgenehmigung für die obigen Motortypen oder Motorfamilien und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII und verweigern auch jegliche andere Typgenehmigung für mobile Maschinen und Geräte, in die ein noch nicht in Verkehr gebrachter Motor eingebaut ist, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Partikel- und Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.1.2.4 nicht einhalten.

3b. TYPGENEHMIGUNG FÜR MOTOREN MIT KONSTANTER DREHZAHL DER STUFE IIIA (MOTORKATEGORIEN H, I, J und K)

Die Mitgliedstaaten verweigern

- H (Motoren mit konstanter Drehzahl): nach dem 31. Dezember 2009 bei Motoren mit einer Leistung von  $130 \text{ kW} \leq P < 560 \text{ kW}$ ,
- I (Motoren mit konstanter Drehzahl): nach dem 31. Dezember 2009 bei Motoren mit einer Leistung von  $75 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ kW}$ ,
- J (Motoren mit konstanter Drehzahl): nach dem 31. Dezember 2010 bei Motoren mit einer Leistung von  $37 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$ ,
- K (Motoren mit konstanter Drehzahl): nach dem 31. Dezember 2009 bei Motoren mit einer Leistung von  $19 \text{ kW} \leq P < 37 \text{ kW}$

die Typgenehmigung für die obigen Motortypen oder Motorfamilien und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII und verweigern auch jegliche andere Typgenehmigung für mobile Maschinen und Geräte, in die ein noch nicht in Verkehr gebrachter Motor eingebaut ist, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Partikel- und Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.1.2.4 nicht einhalten.

3c. TYPGENEHMIGUNG FÜR MOTOREN DER STUFE IIIB (MOTORKATEGORIEN L, M, N und P)

Die Mitgliedstaaten verweigern

- L: nach dem 31. Dezember 2009 bei Motoren – außer Motoren mit konstanter Drehzahl – mit einer Leistung von  $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$ ,
- M: nach dem 31. Dezember 2010 bei Motoren – außer Motoren mit konstanter Drehzahl – mit einer Leistung von  $75 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ kW}$ ,
- N: nach dem 31. Dezember 2010 bei Motoren – außer Motoren mit konstanter Drehzahl – mit einer Leistung von  $56 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$ ,
- P: nach dem 31. Dezember 2011 bei Motoren – außer Motoren mit konstanter Drehzahl – mit einer Leistung von  $37 \text{ kW} \leq P < 56 \text{ kW}$

die Typgenehmigung für die obigen Motortypen oder Motorfamilien und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII und verweigern auch jegliche andere Typgenehmigung für mobile Maschinen und Geräte, in die ein noch nicht in Verkehr gebrachter Motor eingebaut ist, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Partikel- und Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.1.2.5 nicht einhalten.

## 3d. TYPGENEHMIGUNG FÜR MOTOREN DER STUFE IV (MOTORKATEGORIEN Q und R)

Die Mitgliedstaaten verweigern

- Q: nach dem 31. Dezember 2012 bei Motoren – außer Motoren mit konstanter Drehzahl – mit einer Leistung von  $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$ ,
- R: nach dem 30. September 2013 bei Motoren – außer Motoren mit konstanter Drehzahl – mit einer Leistung von  $56 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ kW}$

die Typgenehmigung für die obigen Motortypen oder Motorfamilien und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII und verweigern auch jegliche andere Typgenehmigung für mobile Maschinen und Geräte, in die ein noch nicht in Verkehr gebrachter Motor eingebaut ist, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Partikel- und Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.1.2.6 nicht einhalten.

## 3e. TYPGENEHMIGUNG FÜR ANTRIEBSMOTOREN DER STUFE IIIA, DIE IN BINNENSCHIFFEN VERWENDET WERDEN (MOTORKATEGORIE V)

Die Mitgliedstaaten verweigern

- V1:1: nach dem 31. Dezember 2005 bei Motoren mit einer Leistung von 37 kW oder darüber und einem Hubraum unter 0,9 Litern je Zylinder,
- V1:2: nach dem 30. Juni 2005 bei Motoren mit einem Hubraum von 0,9 Litern oder darüber, jedoch unter 1,2 Litern je Zylinder,
- V1:3: nach dem 30. Juni 2005 bei Motoren mit einem Hubraum von 1,2 Litern oder darüber, jedoch unter 2,5 Litern je Zylinder und einer Leistung von  $37 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$ ,
- V1:4: nach dem 31. Dezember 2006 bei Motoren mit einem Hubraum von 2,5 Litern oder darüber, jedoch unter 5 Litern je Zylinder,
- V2: nach dem 31. Dezember 2007 bei Motoren mit einem Hubraum von 5 Litern oder darüber je Zylinder

die Typgenehmigung für die obigen Motortypen oder Motorfamilien und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Partikel- und Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.1.2.4 nicht einhalten.

## 3f. TYPGENEHMIGUNG FÜR ANTRIEBSMOTOREN DER STUFE IIIA, DIE IN TRIEBWAGEN VERWENDET WERDEN

Die Mitgliedstaaten verweigern

- RC A: nach dem 30. Juni 2005 bei Motoren mit einer Leistung von über 130 kW

die Typgenehmigung für die obigen Motortypen oder Motorfamilien und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Partikel- und Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.1.2.4 nicht einhalten.

## 3g. TYPGENEHMIGUNG FÜR ANTRIEBSMOTOREN DER STUFE IIIB, DIE IN TRIEBWAGEN VERWENDET WERDEN

Die Mitgliedstaaten verweigern

- RC B: nach dem 31. Dezember 2010 bei Motoren mit einer Leistung von über 130 kW

die Typgenehmigung für die obigen Motortypen oder Motorfamilien und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Partikel- und Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.1.2.5 nicht einhalten.

## 3h. TYPGENEHMIGUNG FÜR ANTRIEBSMOTOREN DER STUFE IIIA, DIE IN LOKOMOTIVEN VERWENDET WERDEN

Die Mitgliedstaaten verweigern

- RL A: nach dem 31. Dezember 2005 bei Motoren mit einer Leistung von  $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$ ,

- RH A: nach dem 31. Dezember 2007 bei Motoren mit einer Leistung von 560 kW < P

die Typgenehmigung für die obigen Motortypen oder Motorfamilien und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Partikel- und Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.1.2.4 nicht einhalten. Dieser Absatz findet auf die genannten Motortypen und Motorfamilien keine Anwendung, wenn vor dem ... \* ein Kaufvertrag für den Motor geschlossen wurde und der Motor höchstens zwei Jahre nach dem für die entsprechende Lokomotivkategorie geltenden Datum in Verkehr gebracht wird.

\* Datum des Inkrafttretens dieser Richtlinie.

3i. TYPGENEHMIGUNG FÜR ANTRIEBSMOTOREN DER STUFE IIIB, DIE IN LOKOMOTIVEN VERWENDET WERDEN

Die Mitgliedstaaten verweigern

- R B: nach dem 31. Dezember 2010 bei Motoren mit einer Leistung von über 130 kW

die Typgenehmigung für die obigen Motortypen oder Motorfamilien und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VII, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Partikel- und Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.1.2.5 nicht einhalten. Dieser Absatz findet auf die genannten Motortypen und Motorfamilien keine Anwendung, wenn vor dem ... \* ein Kaufvertrag für den Motor geschlossen wurde und der Motor höchstens zwei Jahre nach dem für die entsprechende Lokomotivkategorie geltenden Datum in Verkehr gebracht wird."

\* Datum des Inkrafttretens dieser Richtlinie.

- c) Der Titel von Absatz 4 erhält folgende Fassung:

"INVERKEHRBRINGEN; MOTORHERSTELLUNGSDATEN"

- d) Folgender Absatz wird eingefügt:

"4a. Unbeschadet des Artikels 7a und des Artikels 9 Absätze 3g und 3h und mit Ausnahme von Maschinen und Geräten sowie Motoren, die für die Ausfuhr in Drittländer bestimmt sind, erlauben die Mitgliedstaaten das Inverkehrbringen von Motoren unabhängig davon, ob sie bereits in Maschinen und Geräte eingebaut sind oder nicht, nach den nachstehend aufgeführten Terminen nur, wenn sie die Anforderungen dieser Richtlinie erfüllen und der Motor nach einer der Kategorien in Absatz 2 oder 3 genehmigt wurde.

Stufe IIIA andere Motoren als Motoren mit konstanter Drehzahl

- Kategorie H: 31. Dezember 2005
- Kategorie I: 31. Dezember 2006
- Kategorie J: 31. Dezember 2007
- Kategorie K: 31. Dezember 2006

Stufe IIIA Motoren für Binnenschiffe

- Kategorie V1:1: 31. Dezember 2006
- Kategorie V1:2: 31. Dezember 2006
- Kategorie V1:3: 31. Dezember 2006
- Kategorie V1:4: 31. Dezember 2008
- Kategorien V2: 31. Dezember 2008

Stufe IIIA Motoren mit konstanter Drehzahl

- Kategorie H: 31. Dezember 2010
- Kategorie I: 31. Dezember 2010
- Kategorie J: 31. Dezember 2011

- Kategorie K: 31. Dezember 2010

Stufe IIIA Triebwagenmotoren

- Kategorie RC A: 31. Dezember 2005

Stufe IIIA Lokomotivmotoren

- Kategorie RL A: 31. Dezember 2006

- Kategorie RH A: 31. Dezember 2008

Stufe IIIB andere Motoren als Motoren mit konstanter Drehzahl

- Kategorie L: 31. Dezember 2010

- Kategorie M: 31. Dezember 2011

- Kategorie N: 31. Dezember 2011

- Kategorie P: 31. Dezember 2012

Stufe IIIB Triebwagenmotoren

- Kategorie RC B: 31. Dezember 2011

Stufe IIIB Lokomotivmotoren

- Kategorie R B: 31. Dezember 2011

Stufe IV andere Motoren als Motoren mit konstanter Drehzahl

- Kategorie Q: 31. Dezember 2013

- Kategorie R: 30. September 2014

Bei Motoren, deren Herstellungsdatum vor den aufgeführten Terminen liegt, wird bei jeder Kategorie der Zeitpunkt für die Erfüllung der vorgenannten Anforderungen um zwei Jahre verschoben.

Die für eine Stufe von Emissionsgrenzwerten gewährte Ausnahme endet mit dem verbindlichen Inkrafttreten der nächsten Stufe der Grenzwerte."

- e) Folgender Absatz wird angefügt:

"4b. KENNZEICHNUNG BEI VORZEITIGER ERFÜLLUNG DER ANFORDERUNGEN DER STUFEN IIIA, IIIB und IV

Die Mitgliedstaaten gestatten für Motortypen oder Motorfamilien, die den Grenzwerten der Tabelle in Anhang I Abschnitte 4.1.2.4, 4.1.2.5 und 4.1.2.6 schon vor den in Absatz 4 aufgeführten Terminen entsprechen, eine besondere Kennzeichnung, aus der hervorgeht, dass die betreffenden Maschinen und Geräte den vorgeschriebenen Grenzwerten bereits vor den festgelegten Terminen entsprechen."

7. Artikel 10 wird wie folgt geändert:

- a) Die Absätze 1 und 1a erhalten folgende Fassung:

"(1) Die Anforderungen des Artikels 8 Absätze 1 und 2, des Artikels 9 Absatz 4 und des Artikels 9a Absatz 5 gelten nicht für

- Motoren, die von den Streitkräften benutzt werden sollen,
- nach den Absätzen 1a und 2 ausgenommene Motoren,
- Motoren für den Einsatz in Maschinen und Geräten, die hauptsächlich für das Zuwasserlassen und Einholen von Rettungsbooten bestimmt sind,
- Motoren für den Einsatz in Maschinen und Geräten, die hauptsächlich für das Zuwasserlassen und Einholen von Wasserfahrzeugen bestimmt sind, die vom Strand aus zu Wasser gelassen werden.

(1a) Unbeschadet des Artikels 7a und des Artikels 9 Absätze 3g und 3h müssen Austauschmotoren außer für Antriebsmotoren von Triebwagen, Lokomotiven und Binnenschiffen den Grenzwerten entsprechen, die der zu ersetzende Motor beim ersten Inverkehrbringen zu erfüllen hatte.

Die Bezeichnung "AUSTAUSCHMOTOR" wird auf einem an dem Motor angebrachten Schild oder als Hinweis in das Benutzerhandbuch aufgenommen."

b) Die folgenden Absätze werden angefügt:

"(5) Motoren können nach einem "Flexibilitätssystem" entsprechend den Bestimmungen des Anhangs XIII in Verkehr gebracht werden.

(6) Absatz 2 findet keine Anwendung auf Antriebsmotoren zum Einbau in Binnenschiffe.

(7) Die Mitgliedstaaten erlauben nach dem "Flexibilitätssystem" entsprechend den Bestimmungen des Anhangs XIII das Inverkehrbringen von Motoren, die den Begriffsbestimmungen des Anhangs I Buchstabe A Ziffern i und ii entsprechen."

8. Die Anhänge werden wie folgt geändert:

- a) Die Anhänge I, III, V, VII und XII werden gemäß Anhang I dieser Richtlinie geändert.
  - b) Anhang VI wird durch den Wortlaut in Anhang II dieser Richtlinie ersetzt.
  - c) Ein neuer Anhang XIII wird gemäß Anhang III dieser Richtlinie angefügt.
  - d) Ein neuer Anhang XIV wird gemäß Anhang IV dieser Richtlinie angefügt.
  - e) Ein neuer Anhang XV wird gemäß Anhang IV dieser Richtlinie angefügt,
- und die Liste der bestehenden Anhänge wird entsprechend geändert.

#### Artikel 2

Die Kommission wird bis spätestens zum 31. Dezember 2007

- a) ihre Schätzungen bezüglich der Emissionsbilanz von mobilen Maschinen und Geräten neu bewerten und insbesondere die Möglichkeit von Gegenkontrollen und Korrekturfaktoren prüfen,
- b) die verfügbaren Technologien, einschließlich des Kosten-Nutzen-Verhältnisses, im Hinblick auf die Bestätigung der Grenzwerte der Stufen IIIB und IV daraufhin überprüfen, ob für bestimmte Geräte- oder Motortypen mehr Flexibilität, Ausnahmen oder spätere Umsetzungsstermine vorgesehen werden sollten, wobei der Fall von Motoren zu berücksichtigen ist, die in mobile Maschinen und Geräte in seasonspezifischen Einsatzbereichen eingebaut sind,
- c) die Anwendung von Prüfzyklen für Triebwagen- und Lokomotivmotoren und, bezogen auf Lokomotivmotoren, die Kosten und Nutzen einer weiteren Senkung der Emissionsgrenzwerte angesichts des Einsatzes der NOx-Nachbehandlungstechnologie prüfen,
- d) prüfen, ob eine weitere Reihe von Grenzwerten für Motoren zur Verwendung in Binnenschiffen eingeführt werden sollte, und dabei insbesondere die technische und wirtschaftliche Durchführbarkeit sekundärer Emissionsminderungsoptionen in diesem Einsatzbereich berücksichtigen,
- e) prüfen, ob Emissionsgrenzwerte für Motoren unter 19 kW und über 560 kW eingeführt werden sollten,
- f) prüfen, ob die Kraftstoffe verfügbar sind, die für die zur Erfüllung der Standardwerte der Stufen IIIB und IV eingesetzten Technologien erforderlich sind,
- g) prüfen, bei welchem Betriebszustand des Motors die höchstzulässigen Prozentsätze, um die die in Anhang I Abschnitte 4.1.2.5 und 4.1.2.6 festgelegten Emissionsgrenzwerte überschritten werden dürfen, überschritten werden können, und gegebenenfalls Vorschläge zur technischen Anpassung der Richtlinie nach dem in Artikel 15 der Richtlinie 97/68/EG genannten Verfahren vorlegen,
- h) prüfen, ob ein System zur Überprüfung der Übereinstimmung während des Betriebs eingeführt werden sollte, und mögliche Optionen für seine Durchführung untersuchen,
- i) detaillierte Regelungen zur Verhinderung von Manipulation und Umgehung von Prüfzyklen in Erwägung ziehen

und dem Europäischen Parlament und dem Rat gegebenenfalls entsprechende Vorschläge vorlegen.

Artikel 3

(1) Die Mitgliedstaaten setzen die Rechts- und Verwaltungsvorschriften in Kraft, die erforderlich sind, um dieser Richtlinie bis zum ... \* nachzukommen. Sie setzen die Kommission unverzüglich davon in Kenntnis.

Wenn die Mitgliedstaaten diese Vorschriften erlassen, nehmen sie in den Vorschriften selbst oder durch einen Hinweis bei der amtlichen Veröffentlichung auf diese Richtlinie Bezug. Die Mitgliedstaaten regeln die Einzelheiten der Bezugnahme.

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

Artikel 4

Die Mitgliedstaaten legen die Sanktionen fest, die bei Verstößen gegen die gemäß dieser Richtlinie erlassenen innerstaatlichen Vorschriften anzuwenden sind, und treffen alle für ihre Durchführung erforderlichen Maßnahmen. Diese Sanktionen müssen wirksam, verhältnismäßig und abschreckend sein. Die Mitgliedstaaten teilen der Kommission diese Vorschriften spätestens am ... \* sowie etwaige Änderungen so bald wie möglich mit.

Artikel 5

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

Artikel 6

Diese Richtlinie ist an die Mitgliedstaaten gerichtet.

Geschehen zu Straßburg am 21. April 2004

*Im Namen des Europäischen Parlaments*

*Der Präsident*

P. COX

*Im Namen des Rates*

*Der Präsident*

D. ROCHE

---

\* 12 Monate nach Inkrafttreten dieser Richtlinie.  
\* 12 Monate nach Inkrafttreten dieser Richtlinie.

## ANHANG I

## 1. ANHANG I WIRD WIE FOLGT GEÄNDERT:

## 1) Abschnitt 1 wird wie folgt geändert:

## a) Buchstabe A erhält folgende Fassung:

"A. Die Maschinen und Geräte müssen dafür bestimmt und geeignet sein, sich auf oder abseits einer Straße fortzubewegen oder fortbewegt zu werden, und:

i) mit einem Kompressionszündungsmotor ausgestattet sein, dessen Nutzleistung gemäß Abschnitt 2.4 mindestens 19 kW, jedoch nicht mehr als 560 kW beträgt und der nicht mit einer einzigen konstanten Drehzahl, sondern mit unterschiedlichen Drehzahlen betrieben wird,

oder

ii) mit einem Kompressionszündungsmotor ausgestattet sein, dessen Nutzleistung gemäß Abschnitt 2.4 mindestens 19 kW, jedoch nicht mehr als 560 kW beträgt und der mit einer konstanten Drehzahl betrieben wird. Die Grenzwerte gelten erst ab dem 31. Dezember 2006,

oder

iii) mit einem benzinbetriebenen Fremdzündungsmotor ausgestattet sein, dessen Nutzleistung gemäß Abschnitt 2.4 nicht mehr als 19 kW beträgt,

oder

iv) mit einem Motor ausgestattet sein, der für den Antrieb von Triebwagen konzipiert ist, die selbstfahrende Schienenfahrzeuge darstellen, die speziell zur Beförderung von Gütern und/oder Fahrgästen ausgelegt sind,

oder

v) mit einem Motor ausgestattet sein, der für den Antrieb von Lokomotiven konzipiert ist, die selbstfahrende Teile schienengebundener Ausrüstungen zur Fortbewegung oder zum Antrieb von Wagen darstellen, die für die Beförderung von Frachtgut, Fahrgästen und anderen Ausrüstungen ausgelegt sind, die aber selbst nicht für die Beförderung von Frachtgut, Fahrgästen (mit Ausnahme der Personen, die die Lokomotive bedienen) oder anderen Ausrüstungen ausgelegt oder bestimmt sind. Ein Hilfsmotor oder ein Motor, der zum Antrieb von Maschinen oder Geräten für die Ausführung von Instandhaltungs- und Bauarbeiten auf den Schienen bestimmt ist, fällt nicht unter diese Ziffer, sondern unter Ziffer i."

## b) Buchstabe B erhält folgende Fassung:

"B. Schiffe, mit Ausnahme von Binnenschiffen"

## c) Buchstabe C wird gestrichen.

## 2) Abschnitt 2 wird wie folgt geändert:

## a) Folgende Abschnitte werden eingefügt:

"2.8a.: *Volumen von 100 m<sup>3</sup> oder mehr* mit Bezug auf ein Binnenschiff sein anhand der Formel  $L \times B \times T$  berechnetes Volumen, wobei "L" die größte Länge des Schiffskörpers, ohne Ruder und Bugspriet, "B" die größte Breite des Schiffskörpers in Metern, gemessen an der Außenseite der Beplattung (ohne Schaufelräder, Scheuerleisten, etc.), und "T" der senkrechte Abstand vom tiefsten Punkt des Schiffskörpers an der Unterkante der Bodenbeplattung oder des Kiels bis zur Ebene der größten Einsenkung des Schiffskörpers bedeutet;

2.8b.: *gültige Seefähigkeits- oder Sicherheitszeugnisse*

a) ein Zeugnis über die Einhaltung der Vorschriften des Internationalen Übereinkommens von 1974 zum Schutz des menschlichen Lebens auf See (SOLAS), in der geänderten Fassung, oder ein gleichwertiges Zeugnis, oder

b) ein Zeugnis über die Einhaltung der Vorschriften des Internationalen Übereinkommens von 1966 über den Freibord, in der geänderten Fassung, oder ein gleichwertiges Zeugnis und ein IOPP-Zeugnis über die Einhaltung der Vorschriften des Internationalen Übereinkommens zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe (MARPOL), in der geänderten Fassung;

- 2.8c. *Abschalteinrichtung* eine Einrichtung, die Betriebsgrößen misst oder erfasst, um den Betrieb eines beliebigen Teils oder einer beliebigen Funktion der emissionsmindernden Einrichtung zu aktivieren, zu verändern, zu verzögern oder zu deaktivieren, so dass die Wirkung der emissionsmindernden Einrichtung unter normalen Betriebsbedingungen verringert wird, es sei denn die Verwendung einer derartigen Abschalteinrichtung ist wesentlich in das zugrunde gelegte Prüfverfahren zur Bescheinigung des Emissionsverhaltens eingeschlossen;
- 2.8d. *anormale Emissionsminderungs-Strategie* eine Strategie oder Maßnahme, durch die die Wirkung der emissionsmindernden Einrichtung unter normalen Betriebsbedingungen auf weniger als das im jeweiligen Emissionsprüfverfahren geforderte Maß verringert wird;"
- b) Folgender Abschnitt wird angefügt:
- "2.17. *Prüfzyklus* eine Abfolge von Prüfphasen mit jeweils einer bestimmten Drehzahl und einem bestimmten Drehmoment, die der Motor unter stationären (NRSC-Prüfung) oder transienten Bedingungen (NRTC-Prüfung) durchlaufen muss;"
- c) Abschnitt 2.17 erhält die neue Nummer 2.18 und erhält folgende Fassung:

"2.18. Symbole und Abkürzungen

2.18.1. Symbole für die Prüfkennwerte

Symbol	Einheit	Begriff
$A/F_{st}$	-	Stöchiometrisches Luft-Kraftstoff-Verhältnis
$A_p$	m <sup>2</sup>	Querschnittsfläche der isokinetischen Probenahmesonde
$A_T$	m <sup>2</sup>	Querschnittsfläche des Auspuffrohrs
$A_{ver}$	m <sup>3</sup> /h kg/h	gewichtete Durchschnittswerte für: -Volumendurchsatz; -Massendurchsatz
$C_1$	-	C1-äquivalenter Kohlenwasserstoff
$C_d$	-	Durchflusskoeffizient des SSV
$Conc$	ppm Vol%	Konzentration (mit nachgestellter Bestandteilbezeichnung)
$Conc_c$	ppm Vol%	hintergrundkorrigierte Konzentration
$Conc_d$	ppm Vol%	Konzentration des Schadstoffs, gemessen in der Verdünnungsluft
$Conc_e$	ppm Vol%	Konzentration des Schadstoffs, gemessen im verdünnten Abgas
$d$	m	Durchmesser
$DF$	-	Verdünnungsfaktor
$f_a$	-	atmosphärischer Faktor im Labor
$G_{AIRD}$	kg/h	Massendurchsatz der Ansaugluft, trocken
$G_{AIRW}$	kg/h	Massendurchsatz der Ansaugluft, feucht
$G_{DILW}$	kg/h	Massendurchsatz der Verdünnungsluft, feucht
$G_{EDFW}$	kg/h	äquivalenter Massendurchsatz des verdünnten Abgases, feucht
$G_{EXHW}$	kg/h	Massendurchsatz des Abgases, feucht
$G_{FUEL}$	kg/h	Kraftstoffmassendurchsatz
$G_{SE}$	kg/h	Abgasmassendurchsatzproben
$G_T$	cm <sup>3</sup> /min	Tracergasdurchsatz
$G_{TOTW}$	kg/h	Massendurchsatz des verdünnten Abgases, feucht
$H_a$	g/kg	absolute Feuchtigkeit der Ansaugluft
$H_d$	g/kg	absolute Feuchtigkeit der Verdünnungsluft
$H_{REF}$	g/kg	Bezugswert der absoluten Luftfeuchtigkeit (10,71 g/kg)
$i$	-	unterer Index für eine einzelne Prüfphase (für NRSC-Prüfung) oder einen Momentanwert (für NRTC-Prüfung)
$K_H$	-	Feuchtigkeitskorrekturfaktor für NO <sub>x</sub>
$K_p$	-	Feuchtigkeitskorrekturfaktor für Partikel
$K_V$	-	CFV-Kalibrierfunktion
$K_{W,a}$	-	Korrekturfaktor für Umrechnung vom trockenen zum feuchten Bezugszustand der Ansaugluft
$K_{W,d}$	-	Korrekturfaktor für die Umrechnung vom trockenen zum feuchten Bezugszustand der Verdünnungsluft
$K_{W,e}$	-	Korrekturfaktor für die Umrechnung vom trockenen zum feuchten Bezugszustand des verdünnten Abgases
$K_{W,r}$	-	Korrekturfaktor für die Umrechnung vom trockenen zum feuchten Bezugszustand des Rohabgases

Symbol	Einheit	Begriff
L	%	prozentuales Drehmoment, bezogen auf das maximale Drehmoment beim Motor
M <sub>d</sub>	mg	abgeschiedene Partikel-Probenahmemasse der Verdünnungsluft
M <sub>DIL</sub>	kg	Masse der durch die Partikel-Probenahmefilter geleiteten Verdünnungsluftprobe
M <sub>EDFW</sub>	kg	Masse des äquivalenten verdünnten Abgases über den Zyklus
M <sub>EXHW</sub>	kg	Gesamtmassendurchsatz über den gesamten Zyklus
M <sub>f</sub>	mg	abgeschiedene Partikel-Probenahmemasse
M <sub>f,p</sub>	mg	abgeschiedene Partikel-Probenahmemasse auf Hauptfilter
M <sub>f,b</sub>	mg	abgeschiedene Partikel-Probenahmemasse auf Nachfilter
M <sub>gas</sub>	g	Gesamtmasse gasförmiger Schadstoffe über den Zyklus
M <sub>PT</sub>	g	Gesamtmasse von Partikeln über den Zyklus
M <sub>SAM</sub>	kg	Masse der durch die Partikel-Probenahmefilter geleiteten Probe des verdünnten Abgases
M <sub>SE</sub>	kg	Abgasmassenproben über den gesamten Zyklus
M <sub>SEC</sub>	kg	Masse der Sekundärverdünnungsluft
M <sub>TOT</sub>	kg	Gesamtmasse der doppelt verdünnten Abgase über den Zyklus
M <sub>TOTW</sub>	kg	Gesamtmasse der durch den Verdünnungstunnel geleiteten verdünnten Abgase über den Zyklus, feucht
M <sub>TOTW,I</sub>	kg	Momentane Masse der durch den Verdünnungstunnel geleiteten verdünnten Abgase, feucht
mass	g/h	unterer Index für den Schadstoffmassendurchsatz
N <sub>p</sub>	-	PDP-Umdrehungen insgesamt über den Zyklus
n <sub>ref</sub>	min <sup>-1</sup>	Bezugsmotordrehzahl für NRTC-Test
$\dot{n}_{sp}$	s <sup>-2</sup>	Abgeleitete Motordrehzahl
P	kW	nichtkorrigierte Nutzleistung
p <sub>1</sub>	kPa	Absenkung des Drucks am Pumpeneinlass der PDP
P <sub>A</sub>	kPa	Absoluter Druck
P <sub>a</sub>	kPa	Sättigungsdampfdruck der Motoransaugluft (ISO 3046: p <sub>s,y</sub> =PSY Umgebungsdruck bei der Prüfung)
P <sub>AE</sub>	kW	angegebene Gesamtleistungsaufnahme durch Hilfseinrichtungen, die für die Prüfung angebracht wurden und nach Abschnitt 2.4 dieses Anhangs nicht erforderlich sind
P <sub>B</sub>	kPa	atmosphärischer Gesamtdruck (ISO 3046: P <sub>x</sub> = PX Gesamtumgebungsdruck vor Ort P <sub>y</sub> = PY Gesamtumgebungsdruck bei der Prüfung)
p <sub>d</sub>	kPa	Sättigungsdampfdruck der Verdünnungsluft
P <sub>M</sub>	kW	Höchstleistung bei Prüfdrehzahl unter Prüfbedingungen (siehe Anhang VII Anlage 1)
P <sub>m</sub>	kW	Am Prüfstand gemessene Leistung
p <sub>s</sub>	kPa	trockener atmosphärischer Druck
	-	Verdünnungsverhältnis
Q <sub>s</sub>	m <sup>3</sup> /s	CVS-Volumendurchsatz
r	-	Verhältnis der SSV-Verengung zum Eintritt absolut, statischer Druck
r	-	Quotient der Querschnittsflächen der isokinetischen Sonde und des Auspuffrohrs;
R <sub>a</sub>	%	relative Feuchtigkeit der Ansaugluft
R <sub>d</sub>	%	relative Feuchtigkeit der Verdünnungsluft
Re	-	Reynoldzahl
R <sub>f</sub>	-	FID-Ansprechfaktor
T	K	Absolute Temperatur
t	s	Messzeit
T <sub>a</sub>	K	absolute Temperatur der Ansaugluft
T <sub>D</sub>	K	Absolute Taupunkttemperatur
T <sub>ref</sub>	K	Bezugstemperatur (der Verbrennungsluft: 298 K)
T <sub>sp</sub>	N·m	Gefordertes Drehmoment beim instationären Zyklus
t <sub>10</sub>	s	Zeit zwischen Sprungeingangssignal und 10% des Ausgangssignals
t <sub>50</sub>	s	Zeit zwischen Sprungeingangssignal und 50% des Ausgangssignals
t <sub>90</sub>	s	Zeit zwischen Sprungeingangssignals und 90% des Ausgangssignals
Δt <sub>I</sub>	s	Zeitabstand bei momentaner CFV-Strömung

Symbol	Einheit	Begriff
$V_0$	m <sup>3</sup> /rev	PDP-Volumendurchsatz unter tatsächlichen Bedingungen
$W_{act}$	kWh	Tatsächliche Zyklusarbeit von NRTC
WF	-	Wichtungsfaktor
$WF_E$	-	Effektiver Wichtungsfaktor
$X_0$	m <sup>3</sup> /rev	Kalibrierungsfunktion des PDP-Volumendurchsatzes
$\Theta_D$	kg/m <sup>2</sup>	Rotationsträgheit des Wirbelstromprüfstands
$\beta$	-	Verhältnis des Durchmessers der SSV-Verengung, d, zum inneren Durchmesser des Eintrittsrohrs
$\lambda$	-	Relatives Luft-Kraftstoff-Verhältnis; tatsächliches A/F-Verhältnis geteilt durch stöchiometrisches A/F-Verhältnis
$\rho_{EXH}$	kg/m <sup>3</sup>	Abgasdichte

### 2.18.2. Symbole für chemische Bestandteile

CH <sub>4</sub>	Methan
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Propan
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Ethan
CO	Kohlenmonoxid
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
DOP	Diocetylphthalat
H <sub>2</sub> O	Wasser
HC	Kohlenwasserstoffe
NO <sub>x</sub>	Stickoxide
NO	Stickstoffmonoxid
NO <sub>2</sub>	Stickstoffdioxid
O <sub>2</sub>	Sauerstoff
PT	Partikel
PTFE	Polytetrafluorethylen

### 2.18.3. Abkürzungen

CFV	Venturi-Rohr mit kritischer Strömung
CLD	Chemilumineszenzdetektor
CI	Kompressionszündungsmotor
FID	Flammenionisationsdetektor
FS	Voller Skalenendwert
HCLD	Beheizter Chemilumineszenzanalysator
HFID	beheizter Flammenionisationsdetektor
NDIR	Nichtdispersiver Ultraviolett-Resonanzabsorber
NG	Erdgas
NRSC	stationärer Test für mobile Maschinen und Geräte
NRTC	dynamischer Test für mobile Maschinen und Geräte
PDP	Verdrängerpumpe
SI	Fremdzündungsmotor
SSV	kritisch betriebene Venturidüse"

### 3) Abschnitt 3 wird wie folgt geändert:

#### a) Folgender Abschnitt wird eingefügt:

"3.1.4. Aufkleber gemäß Anhang XIII, falls der Motor im Rahmen einer flexiblen Regelung in Verkehr gebracht wird."

### 4) Abschnitt 4 wird wie folgt geändert:

- a) Am Ende des Abschnitts 4.1.1 wird Folgendes angefügt:

"Alle Motoren, die mit Wasser vermischte Abgase ausstoßen, werden mit einer Anschlussvorrichtung im Abgassystem des Motors ausgestattet, die dem Motor nachgeschaltet ist und sich vor der Stelle befindet, an der die Abgase mit Wasser (oder einem anderen Kühl- oder Reinigungsmedium) in Kontakt treten, und für den vorübergehenden Anschluss der Geräte zur Entnahme von Gas- oder Partikelemissionsproben bestimmt ist. Es ist wichtig, dass diese Anschlussvorrichtung so lokalisiert ist, dass eine gut durchmischte, repräsentative Stichprobe des Abgases entnommen werden kann. Der Anschluss ist im Innern mit einem Standardrohrgewinde zu versehen, dessen Größe maximal ½ Zoll beträgt, und mit einem Verschlusszapfen zu verschließen, wenn er nicht genutzt wird (gleichwertige Anschlussvorrichtungen sind zulässig)."

- b) Folgender Abschnitt wird angefügt:

"4.1.2.4. Die für Stufe IIIA ermittelten Emissionen von Kohlenmonoxid, die Summe der Emissionen von Kohlenwasserstoffen und Stickstoffoxiden und die Partikelemissionen dürfen die in nachstehender Tabelle angegebenen Werte nicht übersteigen:

Motoren für andere Anwendungen als den Antrieb von Binnenschiffen, Lokomotiven und Triebwagen:

Kategorie: Nutzleistung (P) (kW)	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide (HC+NOx) (g/kWh)	Partikel (PT) (g/kWh)
H: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	4,0	0,2
I: 75 kW ≤ P < 130 kW	5,0	4,0	0,3
J: 37 kW ≤ P < 75 kW	5,0	4,7	0,4
K: 19 kW ≤ P < 37 kW	5,5	7,5	0,6

Motoren zum Antrieb von Binnenschiffen:

Kategorie: Hubraum/Nutzleistung (SV/P) (Liter pro Zylinder/kW)	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide (HC+NOx) (g/kWh)	Partikel (PT) (g/kWh)
V1:1 SV < 0,9 and P ≥ 37 kW	5,0	7,5	0,40
V1:2 0,9 ≤ SV < 1,2	5,0	7,2	0,30
V1:3 1,2 ≤ SV < 2,5	5,0	7,2	0,20
V1:4 2,5 ≤ SV < 5	5,0	7,2	0,20
V2:1 5 ≤ SV < 15	5,0	7,8	0,27
V2:2 15 ≤ SV < 20 und P < 3300 kW	5,0	8,7	0,50
V2:3 15 ≤ SV < 20 und P ≥ 3300 kW	5,0	9,8	0,50
V2:4 20 ≤ SV < 25	5,0	9,8	0,50
V2:5 25 ≤ SV < 30	5,0	11,0	0,50

Motoren zum Antrieb von Lokomotiven:

Kategorie: Nutzleistung (P) (kW)	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide (HC+NOx) (g/kWh)		Partikel (PT) (g/kWh)
RL A: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	4,0		0,2
	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Kohlenwasserstoffe (HC) (g/kWh)	Stickstoffoxide (NOx) (g/kWh)	Partikel (PT) (g/kWh)
RH A: P > 560 kW	3,5	0,5	6,0	0,2
RH A Motoren mit P > 2000 kW und SV > 5 l/Zylinder	3,5	0,4	7,4	0,2

Motoren zum Antrieb von Triebwagen:

Kategorie: Nutzleistung (P) (kW)	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide (HC+NOx) (g/kWh)	Partikel (PT) (g/kWh)
RC A: 130 kW < P	3,5	4,0	0,20

"

c) Folgender Abschnitt wird eingefügt:

"4.1.2.5. Die für Stufe IIIB ermittelten Emissionen von Kohlenmonoxid, die Emissionen von Kohlenwasserstoffen und Stickstoffoxiden (oder gegebenenfalls ihre Summe) und die Partikelemissionen dürfen die in nachstehender Tabelle angegebenen Werte nicht übersteigen:

Motoren für andere Anwendungen als den Antrieb von Lokomotiven, Triebwagen und Binnenschiffen:

Kategorie: Nutzleistung (P) (kW)	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Kohlenwasserstoffe (HC) (g/kWh)	Stickstoffoxide (Nox) (g/kWh)	Partikel (PT) (g/kWh)
L: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	0,19	2,0	0,025
M: 75 kW ≤ P < 130 kW	5,0	0,19	3,3	0,025
N: 56 kW ≤ P < 75 kW	5,0	0,19	3,3	0,025
		Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickoxide (HC+NOx) (g/kWh)		
P: 37 kW ≤ P < 56 kW	5,0	4,7		0,025

Motoren zum Antrieb von Triebwagen:

Kategorie: Nutzleistung (P) (kW)	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Kohlenwasserstoffe (HC) (g/kWh)	Stickstoffoxide (Nox) (g/kWh)	Partikel (PT) (g/kWh)
RC B: 130 kW < P	3,5	0,19	2,0	0,025

Motoren zum Antrieb von Lokomotiven:

Kategorie: Nutzleistung (P) (kW)	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide (HC+NOx) (g/kWh)	Partikel (PT) (g/kWh)
R B: 130 kW < P	3,5	4,0	0,025

"

d) Folgender Abschnitt wird nach dem neuen Abschnitt 4.1.2.5 eingefügt:

"4.1.2.6. Die für Stufe IV ermittelten Emissionen von Kohlenmonoxid, die Emissionen von Kohlenwasserstoffen und Stickstoffoxiden (oder gegebenenfalls ihre Summe) und die Partikelemissionen dürfen die in nachstehender Tabelle angegebenen Werte nicht übersteigen:

Motoren für andere Anwendungen als den Antrieb von Lokomotiven, Triebwagen und Binnenschiffen:

Kategorie: Nutzleistung (P) (kW)	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Kohlenwasserstoffe (HC) (g/kWh)	Stickstoffoxide (Nox) (g/kWh)	Partikel (PT) (g/kWh)

Q: $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$	3,5	0,19	0,4	0,025
R: $56 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ kW}$	5,0	0,19	0,4	0,025

"

- e) Folgender Abschnitt wird eingefügt:

"4.1.2.7. Die Grenzwerte in den Abschnitten 4.1.2.4, 4.1.2.5 und 4.1.2.6 schließen die gemäß Anhang III Anlage 5 berechnete Verschlechterung ein.

Im Fall der in den Abschnitten 4.1.2.5 und 4.1.2.6 aufgeführten Grenzwerte dürfen in sämtlichen zufällig ausgewählten Lastzuständen innerhalb eines bestimmten Kontrollbereichs und mit Ausnahme spezifizierter Motorbetriebsbedingungen, die einer solchen Vorschrift nicht unterliegen, die Emissionswerte, die während einer Zeitspanne von nur 30 Sekunden ermittelt werden, die Grenzwerte der vorstehenden Tabellen nicht um mehr als 100 % überschreiten. Der Kontrollbereich, für den der nicht zu überschreitende Prozentsatz gilt, und die davon ausgenommenen Motorbetriebsbedingungen werden nach dem in Artikel 15 genannten Verfahren festgelegt."

- f) Abschnitt 4.1.2.4 erhält die neue Nummer 4.1.2.8.

## 2. ANHANG III WIRD WIE FOLGT GEÄNDERT:

- 1) Abschnitt 1 wird wie folgt geändert:

- a) Dem Abschnitt 1.1 wird Folgendes angefügt:

"Zwei Prüfzyklen werden beschrieben, die gemäß den Bestimmungen des Anhangs I Abschnitt 1 anzuwenden sind:

- der NRSC-Zyklus (stationärer Test für mobile Maschinen und Geräte) ist zu verwenden für die Stufen I, II und IIIA und für Motoren mit konstanter Drehzahl sowie im Fall gasförmiger Schadstoffe für die Stufen IIIB und IV
- der NRTC-Zyklus (dynamischer Test für mobile Maschinen und Geräte) ist zu verwenden zur Messung von Partikelemissionen für die Stufen IIIB und IV bei allen Motoren mit Ausnahme von Motoren mit konstanter Drehzahl. Es steht dem Hersteller frei, diesen Test auch für Stufe IIIA und für gasförmige Schadstoffe in den Stufen IIIB und IV zu verwenden.
- Für Motoren, die zur Verwendung in Binnenschiffen bestimmt sind, ist das ISO-Prüfverfahren gemäß ISO 8178-4:2001[E] und IMO MARPOL 73/78, Anhang VI (NO<sub>x</sub> Code) zu verwenden.
- Für Motoren, die zum Antrieb von Triebwagen bestimmt sind, ist ein NRSC-Zyklus zur Messung von Gas- und Partikelemissionen für Stufe IIIA und Stufe IIIB zu verwenden.
- Für Motoren, die zum Antrieb von Lokomotiven bestimmt sind, ist ein NRSC-Zyklus zur Messung von Gas- und Partikelemissionen für Stufe IIIA und Stufe IIIB zu verwenden."

- b) Folgender Abschnitt wird angefügt:

"1.3. Messmethode:

Die zu messenden Abgase umfassen gasförmige Bestandteile (Kohlenmonoxid, gesamte Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide) und Partikel. Zusätzlich wird oft Kohlendioxid als Tracergas zur Bestimmung des Verdünnungsverhältnisses von Teilstrom- und Vollstrom-Verdünnungssystemen verwendet. Nach guter technischer Praxis empfiehlt sich die allgemeine Messung von Kohlendioxid als ausgezeichnetes Mittel zum Feststellen von Messproblemen während des Prüflaufs.

1.3.1. NRSC-Prüfung:

Unter einer vorgeschriebenen Abfolge von Betriebsbedingungen bei warmgefahrenem Motor sind die Mengen der vorstehend genannten Abgasemissionen durch Probenahme aus dem Rohabgas kontinuierlich zu prüfen. Der Prüfzyklus besteht aus einer Reihe von Drehzahl- und Drehmoment-(Last)prüfphasen, die den typischen Betriebsbereich von Dieselmotoren abdecken. In jeder Prüfphase sind die Konzentration jedes

gasförmigen Schadstoffs, der Abgasstrom und die Leistung zu bestimmen sowie die gemessenen Werte zu gewichten. Die Partikelprobe ist mit konditionierter Umgebungsluft zu verdünnen. Über das gesamte Prüfverfahren ist eine Probe zu nehmen und auf geeigneten Filtern abzuscheiden.

Alternativ dazu können für jede Prüfphase eine Probe auf separaten Filtern genommen und die gewichteten Ergebnisse des Prüfzyklus berechnet werden.

Die pro Kilowattstunde ausgestoßenen Gramm jedes Schadstoffs sind wie in Anlage 3 beschrieben zu berechnen.

### 1.3.2. NRTC-Prüfung:

Der vorgeschriebene instationäre Prüfzyklus (eng angelehnt an die Betriebsbedingungen von Dieselmotoren in mobilen Maschinen und Geräten) wird zweimal durchgeführt.

- Beim ersten Mal (Kaltstart), wenn der Motor auf Raumtemperatur abgekühlt ist und sich die Temperaturen von Motorkühlmittel und Motoröl, die Nachbehandlungseinrichtungen und sämtliche Motorsteuerungshilfsmittel zwischen 20 und 30 °C stabilisiert haben.
- Beim zweiten Mal (Warmstart) nach einem 20minütigen Warmlaufen, das unmittelbar nach Beendigung des Kaltstart-Zyklus beginnt.

Während dieser Prüfreihe sind die vorstehend genannten Schadstoffe zu messen. Unter Verwendung der Motormoment und -drehzahlmesssignale des Motorleistungsprüfstands ist die Leistung entsprechend der Dauer des Prüfzyklus' zu integrieren, dessen Ergebnis die Arbeit des Motors über den Zyklus ist. Die Konzentrationen der gasförmigen Bestandteile sind über den Prüfzyklus zu bestimmen, entweder im Rohabgas durch Integration des Signals des Analysegeräts gemäß Anlage 3 oder im verdünnten Abgas eines CVS-Vollstrom-Verdünnungssystems durch Integration oder Probenahmebeutel gemäß Anlage 3. Für Partikel ist eine verhältnismäßige Probe aus dem verdünnten Abgas auf einem besonderen Filter bei Teilstrom- oder Vollstromverdünnung zu nehmen. Je nach dem verwendeten Verfahren ist für die Berechnung der Masseemissionswerte der Schadstoffe der Durchsatz des verdünnten oder unverdünnten Abgases über den Zyklus zu bestimmen. Die Masseemissionswerte sind zur Motorarbeit in Bezug zu setzen, um den Ausstoß jedes Schadstoffs in Gramm pro Kilowattstunde angeben zu können.

Die Emissionen (g/kWh) sind sowohl während des Kaltstart- als auch des Warmstart-Zyklus zu messen. Ein gewichteter Emissionsmischwert ist zu berechnen durch Gewichtung der Kaltstartergebnisse mit 10 % und der Warmstartergebnisse mit 90 %. Der gewichtete Mischwert muss den Normen entsprechen.

Vor der Einleitung der zusammengesetzten Kaltstart-/Warmstart-Prüfreihe werden die Symbole (Anhang I Abschnitt 2.18), die Prüfreihe (Anhang III) und die Berechnungsgleichungen (Anhang III Anlage 3) nach dem in Artikel 15 genannten Verfahren geändert."

## 2) Abschnitt 2 wird wie folgt geändert:

### a) Abschnitt 2.2.3 erhält folgende Fassung:

#### "2.2.3. Motoren mit Ladeluftkühlung

Die Ladelufttemperatur ist aufzuzeichnen und muss bei der angegebenen Nenndrehzahl und Volllast  $\pm 5$  K der vom Hersteller angegebenen Ladelufthöchsttemperatur betragen. Die Temperatur des Kühlmittels muss mindestens 293 K (20°C) betragen.

Bei Verwendung einer Prüfstandanlage oder eines externen Gebläses ist die Ladelufttemperatur auf  $\pm 5$  K der vom Hersteller angegebenen Ladelufthöchsttemperatur bei der Drehzahl der angegebenen Höchstleistung und Volllast einzustellen. Kühlmitteltemperatur und Kühlmitteldurchsatz des Ladeluftkühlers am vorstehend festgesetzten Punkt dürfen während des gesamten Prüfzyklus' nicht verändert werden. Das Volumen des Ladeluftkühlers muss auf guter technischer Praxis und typischen Fahrzeugen/Maschinen und Geräten basieren.

Wahlweise kann der Ladeluftkühler gemäß SAE J 1937 in der im Januar 1995 veröffentlichten Fassung eingestellt werden."

### b) Der Wortlaut des Abschnitts 2.3 erhält folgende Fassung:

"Der zu prüfende Motor muss mit einem Ansaugsystem versehen sein, dessen Lufteinlasswiderstand innerhalb des vom Hersteller angegebenen Wertes von  $\pm 300$  Pa für einen sauberen Luftfilter bei dem Betriebszustand des Motors liegt, bei dem sich nach Angaben des Herstellers der größte Luftdurchsatz ergibt. Die Widerstände sind auf Nenndrehzahl und Volllast einzustellen. Eine Prüfstandanlage kann verwendet werden, wenn sie die tatsächlichen Motorbetriebsbedingungen wiedergibt."

- c) Der Wortlaut des Abschnitts 2.4 erhält folgende Fassung:

"Der zu prüfende Motor muss mit einer Auspuffanlage versehen sein, deren Abgasgegendruck innerhalb  $\pm 650$  Pa des vom Hersteller angegebenen Wertes bei den Motorbetriebsbedingungen entspricht, die zur angegebenen Höchstleistung führen.

Ist der Motor mit einer Abgasnachbehandlungseinrichtung ausgerüstet, so 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. vom Turboladerauslass bis zur Abgasnachbehandlungseinrichtung muss so groß sein wie in der Maschinenkonfiguration 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."

- d) Abschnitt 2.8 wird gestrichen.

- 3) Abschnitt 3 wird wie folgt geändert:

- a) Die Überschrift von Abschnitt 3 erhält folgende Fassung:

"3. DURCHFÜHRUNG DER PRÜFUNG (NRSC-TEST)"

- b) Folgender Abschnitt wird eingefügt:

"3.1. Bestimmung der Einstellungen des Leistungsprüfstands

Die Grundlage der Messung der spezifischen Emissionen bildet die nichtkorrigierte Nutzleistung gemäß ISO 14396: 2002.

Bestimmte Hilfseinrichtungen, die nur für den Betrieb der Maschine erforderlich und möglicherweise am Motor angebracht sind, sollten zur Prüfung entfernt werden. Folgende unvollständige Liste dient als Beispiel:

- Kompressor für Bremsen
- Servolenkungscompressor
- Klimaanlagecompressor
- Pumpen für Hydraulikantrieb

Wurden Hilfseinrichtungen nicht entfernt, ist zur Berechnung der Einstellungen des Leistungsprüfstands die von diesen Einrichtungen bei den Prüfdrehzahlen aufgenommene Leistung zu bestimmen; ausgenommen sind Motoren, bei denen derartige Hilfseinrichtungen einen integralen Bestandteil des Motors bilden (z. B. Kühlgebläse bei luftgekühlten Motoren).

Der Luftenlasswiderstand und der Abgasgegendruck sind entsprechend den Abschnitten 2.3 und 2.4 auf die vom Hersteller angegebenen Obergrenzen einzustellen.

Die maximalen Drehmomentwerte sind bei den vorgegebenen Prüfdrehzahlen durch Messung zu ermitteln, um die Drehmomentwerte für die vorgeschriebenen Prüfphasen berechnen zu können. Bei Motoren, die nicht für den Betrieb über einen bestimmten Drehzahlbereich auf der Vollast-Drehmomentkurve ausgelegt sind, ist das maximale Drehmoment bei den jeweiligen Prüfdrehzahlen vom Hersteller anzugeben.

Die Motoreinstellung für jede Prüfphase ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$S = \left( (P_M + P_{AE}) \times \frac{L}{100} \right) - P_{AE}$$

Bei einem Verhältnis von

$$\frac{P_{AE}}{P_M} \geq 0,03$$

kann der Wert von  $P_{AE}$  durch die technische Behörde überprüft werden, die die Typgenehmigung erteilt."

- c) Die bisherigen Abschnitte 3.1 bis 3.3 erhalten die neuen Nummern 3.2 bis 3.4.

- d) Der bisherige Abschnitt 3.4 erhält die neue Nummer 3.5 und erhält folgende Fassung:

"3.5. Einstellung des Verdünnungsverhältnisses

Das Partikel-Probenahmesystem ist zu starten und bei Anwendung der Einfachfiltermethode auf Bypass zu betreiben (bei der Mehrfachfiltermethode wahlfrei). Der Partikelhintergrund der Verdünnungsluft kann bestimmt werden, indem Verdünnungsluft durch die Partikelfilter geleitet wird. Bei Verwendung gefilterter Verdünnungsluft kann eine Messung zu einem beliebigen Zeitpunkt vor, während oder nach der Prüfung erfolgen. Wird die Verdünnungsluft nicht gefiltert, so muss die Messung an einer für die Dauer der Prüfung genommenen Probe erfolgen.

Die Verdünnungsluft ist so einzustellen, dass die Filteranströmtemperatur bei jeder Prüfphase zwischen 315 K (42 °C) und 325 K (52 °C) beträgt. Das Gesamtverdünnungsverhältnis darf nicht weniger als vier betragen.

ANMERKUNG: Beim Verfahren unter stationären Bedingungen kann anstelle der Einhaltung des Temperaturbereichs von 42 °C – 52 °C die Filtertemperatur auf oder unter der Höchsttemperatur von 325 K (52 °C) gehalten werden.

Bei der Einfach- und der Mehrfachfiltermethode in Vollstromsystemen muss der Probemassendurchsatz durch den Filter bei allen Prüfphasen in einem konstanten Verhältnis zum Massendurchsatz des verdünnten Abgases stehen. Dieses Masseverhältnis muss - mit Ausnahme der ersten 10 Sekunden der Prüfphase bei Systemen ohne Bypassmöglichkeit - mit einer Toleranz von  $\pm 5\%$  in Bezug auf den mittleren Wert der Prüfphase eingehalten werden. Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen mit Einfachfiltermethode muss der Massendurchsatz durch den Filter - mit Ausnahme der ersten 10 Sekunden jeder Prüfphase bei Systemen ohne Bypassmöglichkeit - mit einer Toleranz von  $\pm 5\%$  in Bezug auf den mittleren Wert der Prüfphase konstant gehalten werden.

Bei CO<sub>2</sub>- oder NO<sub>x</sub>-konzentrationsgeregelten Systemen ist der CO<sub>2</sub>- bzw. NO<sub>x</sub>-Gehalt der Verdünnungsluft zu Beginn und Ende jeder Prüfung zu messen. Die vor der Prüfung gemessene CO<sub>2</sub>- bzw. NO<sub>x</sub>-Hintergrundkonzentration der Verdünnungsluft darf von der nach der Prüfung gemessenen Konzentration um höchstens 100 ppm bzw. 5 ppm abweichen.

Bei Verwendung eines mit verdünntem Abgas arbeitenden Analysesystems sind die jeweiligen Hintergrundkonzentrationen zu bestimmen, indem über die gesamte Prüffolge hinweg Verdünnungsluftproben in einem Probenahmebeutel geleitet werden.

Die fortlaufende Hintergrundkonzentration (ohne Beutel) kann an mindestens drei Punkten (zu Beginn, am Ende und nahe der Zyklusmitte) bestimmt und der Durchschnitt der Werte ermittelt werden. Auf Antrag des Herstellers kann auf Hintergrundmessungen verzichtet werden."

- e) Die bisherigen Abschnitte 3.5 bis 3.6 erhalten die neuen Nummern 3.6 bis 3.7.

- f) Der bisherige Abschnitt 3.6.1 erhält folgende Fassung:

"3.7.1. Vorschriften für die Ausrüstung nach Anhang I Abschnitt 1 Buchstabe A :  
3.7.1.1. Vorschrift A.

Die Prüfung des Prüfmotors auf dem Leistungsprüfstand ist für in Anhang I Abschnitt 1 Buchstabe A Ziffer i und Ziffer iv erfasste Motoren nach dem folgenden 8-Phasen-Zyklus<sup>1</sup> durchzuführen:

Prüfphasen	Motordrehzahl	Last	Wichtungsfaktor
1	Nenndrehzahl	100	0,15
2	Nenndrehzahl	75	0,15
3	Nenndrehzahl	50	0,15
4	Nenndrehzahl	10	0,10
5	Zwischendrehzahl	100	0,10
6	Zwischendrehzahl	75	0,10
7	Zwischendrehzahl	50	0,10
8	Leerlaufdrehzahl	---	0,15

3.7.1.2. Vorschrift B.

Die Prüfung des Prüfmotors auf dem Leistungsprüfstand ist für in Anhang I Abschnitt 1 Buchstabe A

<sup>1</sup> Anmerkung 1 wird wie folgt geändert: Identisch mit dem Zyklus C1 gemäß Absatz 8.3.1.1 der ISO-Norm 8178-4: 2002(E).

Ziffer ii erfasste Motoren nach dem folgenden 5-Phasen-Zyklus<sup>2</sup> durchzuführen:

Prüfphasen	Motordrehzahl	Last	Wichtungsfaktor
1	Nenndrehzahl	100	0,05
2	Nenndrehzahl	75	0,25
3	Nenndrehzahl	50	0,30
4	Nenndrehzahl	25	0,30
5	Nenndrehzahl	10	0,10

Die Lastzahlen sind Prozentwerte des Drehmoments entsprechend der Grundleistungsangabe, die definiert wird als die während einer Folge mit variabler Leistung verfügbare maximale Leistung, die während einer unbegrenzten Anzahl von Stunden pro Jahr gefahren werden kann, und zwar zwischen angegebenen Wartungsintervallen und unter den angegebenen Umgebungsbedingungen, wenn die Wartung gemäß den Vorschriften des Herstellers durchgeführt wird.

### 3.7.1.3. Vorschrift C.

Für Antriebsmotoren <sup>1</sup>, die zur Verwendung in Binnenschiffen bestimmt sind, ist das ISO-Prüfverfahren gemäß ISO 8178-4:2002 (E) und IMO MARPOL 73/78, Anhang VI (NO<sub>x</sub> Code) zu verwenden.

Antriebsmotoren, die mit einer Propellerkurve mit fester Drehzahl betrieben werden, werden auf einem Leistungsprüfstand unter Heranziehung des nachstehenden Vier-Phasen-Zyklus mit konstanter Geschwindigkeit <sup>2</sup> geprüft, der entwickelt wurde, um den laufenden Betrieb von Dieselmotoren in kommerziellen Seefahrzeugen darzustellen:

Prüfphase	Motor-drehzahl	Last	Wichtungsfaktor
1	100% (Nenn-drehzahl)	100	0,20
2	91%	75	0,50
3	80%	50	0,15
4	63%	25	0,15

Antriebsmotoren für Binnenschiffe mit fester Geschwindigkeit und variabler Drehzahl oder elektrisch gekoppelten Propellern werden auf einem Leistungsprüfstand unter Verwendung des nachstehenden Vier-Phasen-Zyklus mit konstanter Geschwindigkeit <sup>3</sup> geprüft, bei dem die gleichen Lastwerte und Wichtungsfaktoren gegeben sind wie bei dem vorstehenden Zyklus, jedoch mit einem Motor, der in jeder Phase auf Nenndrehzahl läuft:

Prüfphase	Motor-drehzahl	Last	Wichtungs-faktor
1	Nenn-drehzahl	100	0,20
2	Nenn-drehzahl	75	0,50
3	Nenn-drehzahl	50	0,15
4	Nenn-drehzahl	25	0,15

<sup>1</sup> Hilfsmotoren mit konstanter Geschwindigkeit sind aufgrund des Belastungszyklus ISO D2 zu zertifizieren, d.h. des Fünf-Phasen-Zyklus mit konstanter Geschwindigkeit gemäß Abschnitt 3.7.1.2; Hilfsmotoren mit variabler Geschwindigkeit sind aufgrund des Belastungszyklus ISO C1 zu zertifizieren, d.h. des Acht-Phasen-Zyklus mit konstanter Geschwindigkeit entsprechend Abschnitt 3.7.1.1.

<sup>2</sup> Identisch mit dem Zyklus E3 gemäß den Abschnitten 8.5.1, 8.5.2 und 8.5.3 der Norm ISO8178-4: 2002(E). Die vier Phasen liegen auf einer durchschnittlichen Propellerkurve, die auf Messungen bei laufendem Betrieb basieren.

<sup>3</sup> Identisch mit dem Zyklus E2 gemäß den Abschnitten 8.5.1, 8.5.2 und 8.5.3 der Norm ISO8178-4: 2002(E).

<sup>2</sup> Anmerkung 2 wird wie folgt geändert: Identisch mit dem Zyklus D2 gemäß Absatz 8.4.1 der ISO-Norm 8178-4: 2002(E).

## 3.7.1.4. Vorschrift D

Im Fall von Motoren, die unter Anhang I Abschnitt 1 Buchstabe A Ziffer v fallen, ist die Prüfung des Motors auf dem Leistungsprüfstand nach dem folgenden Drei-Phasen-Zyklus <sup>1</sup> durchzuführen:

Prüfphase	Motordrehzahl	Last	Wichtungsfaktor
1	Nenndrehzahl	100	0,25
2	Zwischendrehzahl	50	0,15
3	Leerlauf	-	0,60

<sup>1</sup> Identisch mit Zyklus F der Norm ISO 8178-4:2002(E).

g) Der derzeitige Abschnitt 3.7.3 erhält folgende Fassung:

"Die Prüffolge ist zu beginnen. Die Prüfung ist in aufsteigender Reihenfolge der oben angegebenen Prüfphasen der Prüfzyklen durchzuführen.

Nach der einleitenden Übergangsperiode muss bei jeder Phase des jeweiligen Prüfzyklus die vorgeschriebene Drehzahl innerhalb des höheren Wertes von entweder  $\pm 1\%$  der Nenndrehzahl oder  $\pm 3 \text{ min}^{-1}$  gehalten werden; dies gilt nicht für die untere Leerlaufdrehzahl, bei der die vom Hersteller angegebenen Toleranzen einzuhalten sind. Das angegebene Drehmoment ist so zu halten, dass der Durchschnitt für den Zeitraum der Messungen mit einer Toleranz von  $\pm 2\%$  dem maximalen Drehmoment bei der Prüfdrehzahl entspricht.

Für jeden Messpunkt wird eine Mindestzeit von zehn Minuten benötigt. Sind bei der Prüfung eines Motors längere Probenahmezeiten erforderlich, damit sich eine ausreichende Partikelmasse auf dem Messfilter sammelt, kann die Dauer der Prüfphase nach Bedarf verlängert werden.

Die Dauer der Prüfphasen ist aufzuzeichnen und anzugeben.

Die Konzentrationswerte der gasförmigen Emissionen sind während der letzten drei Minuten der Prüfphase zu messen und aufzuzeichnen.

Die Partikelentnahme und Messung der Abgasemissionen sollten nicht vor Eintritt der Motorstabilisierung gemäß den Anweisungen des Herstellers erfolgen und müssen gleichzeitig beendet werden.

Die Kraftstofftemperatur muss am Einlass der Kraftstoffeinspritzpumpe oder nach Vorschrift des Herstellers gemessen werden, und die Stelle der Messung ist aufzuzeichnen."

h) Der bisherige Abschnitt 3.7 erhält die neue Nummer 3.8.

4) Folgender Abschnitt wird eingefügt:

#### "4. DURCHFÜHRUNG DER PRÜFUNG (NRTC-TEST)

##### 4.1. Einleitung

Der dynamische Test für mobile Maschinen und Geräte (NRTC) ist in Anhang III Anlage 4 aufgeführt als je Sekunde wechselnde Folge normierter Drehzahl- und Drehmomentwerte, die für alle unter diese Richtlinie fallenden Dieselmotoren gilt. Zur Durchführung der Prüfung an einer Motorprüfzelle werden die normierten Werte auf der Grundlage der Motorabbildungskurve in die tatsächlichen Werte für den einzelnen geprüften Motor umgerechnet. Diese Umrechnung wird als Entnormierung bezeichnet, der entwickelte Prüfzyklus als Bezugsprüfzyklus des zu prüfenden Motors. Mit diesen Bezugswerten für Drehzahl und Drehmoment wird der Zyklus in der Prüfzelle durchgeführt, die Drehzahl- und -drehmomentmesswerte werden aufgezeichnet. Um den Prüflauf zu validieren, muss eine Regressionsanalyse der Bezugswerte und der Drehzahl- und -drehmomentmesswerte bis zum Abschluss der Prüfung durchgeführt werden.

4.1.1. Die Verwendung von Abschaltvorrichtungen und der Einsatz anormaler Emissionsminderungsstrategien sind untersagt.

#### 4.2. Motorabbildungsverfahren

Zur Einrichtung des NRTC in der Prüfzelle muss der Motor vor dem Prüfzyklus abgebildet werden, um die Drehzahl-Drehmoment-Kurve zu bestimmen.

##### 4.2.1. Bestimmung des Abbildungsdrehzahlbereichs

Die niedrigste und die höchste Abbildungsdrehzahl sind wie folgt definiert:

niedrigste Abbildungsdrehzahl = Leerlaufdrehzahl  
 höchste Abbildungsdrehzahl =  $n_{hi} \times 1,02$  oder, falls niedriger, die Drehzahl, bei der das Volllast-Drehmoment auf Null sinkt (wobei  $n_{hi}$  die hohe Drehzahl ist, definiert als die höchste Drehzahl, bei der 70 % der Nennleistung geliefert werden).

##### 4.2.2. Motorabbildungskurve

Der Motor ist bei Höchstleistung warmzufahren, um die Motorkenndaten entsprechend den Empfehlungen des Herstellers und der guten Ingenieurpraxis zu stabilisieren. Wenn der Motor stabilisiert ist, wird die Motorleistungsabbildung wie folgt erstellt.

##### 4.2.2.1. Transient Abbildung

- 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  $8 \pm 1$  min<sup>-1</sup>/s von der niedrigsten zur höchsten Abbildungsdrehzahl zu steigern. Motordrehzahl- und -drehmomentpunkte sind bei einer Abtastfrequenz von mindestens einem Punkt pro Sekunde aufzuzeichnen.

##### 4.2.2.2. Schrittabbildung

- a) Der Motor wird entlastet und bei Leerlaufdrehzahl betrieben.
- b) Der Motor ist bei Volllast/vollständig geöffneter Drosselklappe mit niedrigster Abbildungsdrehzahl zu betreiben.
- c) Bei Volllast ist die niedrigste Abbildungsdrehzahl für mindestens 15 s zu halten und das mittlere Drehmoment der letzten 5 s ist aufzuzeichnen. Die maximale Drehmomentkurve von der niedrigsten bis zur höchsten Abbildungsdrehzahl ist mit einem Drehzahlanstieg von nicht mehr als  $100 \pm 20$  /min zu bestimmen. Jeder Prüfpunkt ist für mindestens 15 s zu halten und das mittlere Drehmoment der letzten 5 s ist aufzuzeichnen.

##### 4.2.3. Erzeugung der Abbildungskurve

Alle gemäß Abschnitt 4.2.2 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 4.3.3 für die Umrechnung der normierten Drehmomentwerte des Ablaufplans für den Motorleistungsprüfstand in Anhang IV in tatsächliche Drehmomentwerte für den Prüfzyklus.

##### 4.2.4. Andere Abbildungsverfahren

Ist ein Hersteller der Auffassung, dass die vorstehenden Abbildungsverfahren für einen bestimmten Motor nicht sicher oder repräsentativ sind, können andere Abbildungstechniken verwendet 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 von den beteiligten Parteien zu billigen. Auf keinen Fall jedoch darf die Drehmomentkurve für geregelte Motoren oder Turbomotoren mit sinkenden Motordrehzahlen erstellt werden.

##### 4.2.5. 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 vergangen ist
- oder
- am Motor mechanische Veränderungen oder Nachkalibrierungen vorgenommen wurden, die sich möglicherweise auf die Motorleistung auswirken.

#### 4.3. Erstellung des Bezugsprüfzyklus

##### 4.3.1. Bezugsdrehzahl

Die Bezugsdrehzahl ( $n_{ref}$ ) entspricht den im Ablaufplan für den Motorleistungsprüfstand in Anhang III Anlage 4 genannten 100 % normierten Drehzahlwerten. Es liegt auf der Hand, dass der sich aus der Entnormierung der Bezugsdrehzahl ergebende tatsächliche Motorzyklus weitgehend von der Wahl der ordnungsgemäßen Bezugsdrehzahl abhängt. Die Bezugsdrehzahl wird anhand folgender Begriffsbestimmung festgelegt:

$n_{ref} = \text{niedrige Drehzahl} + 0,95 \times (\text{hohe Drehzahl} - \text{niedrige Drehzahl})$   
 (die hohe Drehzahl ist die höchste Drehzahl, bei der 70 % der Nennleistung geliefert werden, die niedrige Drehzahl ist die niedrigste Drehzahl, bei der 50 % der Nennleistung abgegeben werden).

##### 4.3.2. Entnormierung der Motordrehzahl

Die Drehzahl wird nach folgender Gleichung entnormiert:

$$\text{Tatsächliche Drehzahl} = \frac{\% \text{Drehz.} \times (\text{Bezugsdrehz.} - \text{Leerlauf})}{100} + \text{Leerlauf}$$

##### 4.3.3. Entnormierung des Motormoments

Die Drehmomentwerte im Ablaufplan für den Motorleistungsprüfstand in Anhang III Anlage 4 werden auf das höchste Drehmoment bei der jeweiligen Drehzahl normiert. Die Drehmomentwerte des Bezugsprüfzyklus sind unter Verwendung der gemäß Abschnitt 4.2.2 festgelegten Abbildungskurve wie folgt zu entnormieren:

$$\text{Tatsächliches Drehmoment} = \frac{\% \text{Drehm.} \times \text{max. Drehm.}}{100} \quad (5)$$

für die jeweilige tatsächliche Drehzahl wie in Abschnitt 4.3.2 festgelegt.

##### 4.3.4. Beispiel für ein Entnormierungsverfahren

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

% Drehzahl = 43 %

% Drehmoment = 82 %

Es gelten folgende Werte:

Bezugsdrehzahl = 2200/min

Leerlaufdrehzahl = 600/min

Daraus folgt

$$\text{Tatsächliche Drehzahl} = \frac{43 \times (2200 - 600)}{100} + 600 = 1288/\text{min}$$

wobei das in der Abbildungskurve beobachtete höchste Drehmoment 1288/min 700 Nm beträgt.

$$\text{Tatsächliches Drehmoment} = \frac{82 \times 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

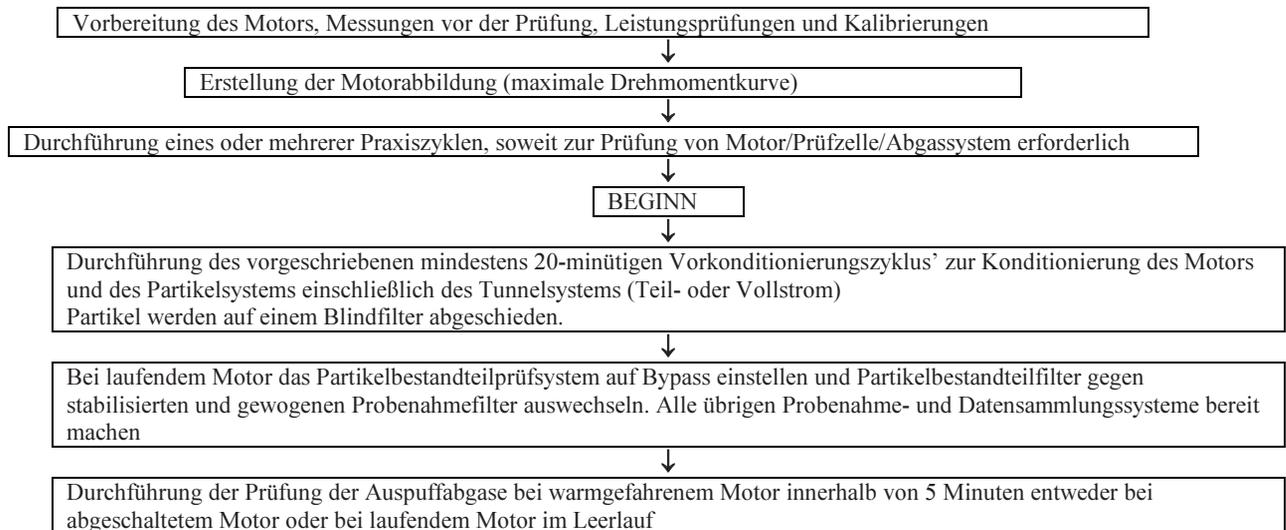
#### 4.4. Leistungsprüfstand

4.4.1. Bei Verwendung eines Kraftaufnehmers wird das Drehmomentsignal auf die Motorachse übertragen, wobei die Trägheit des Leistungsprüfstands zu berücksichtigen ist. Tatsächliches Motordrehmoment ist das auf dem Kraftaufnehmer abgelesene Drehmoment plus dem Trägheitsmoment der Bremsen multipliziert mit der Winkelbeschleunigung. Das Kontrollsystem muss diese Berechnung in Echtzeit durchführen.

4.4.2. Wird der Motor mit einem Wirbelstromprüfstand geprüft, so empfiehlt es sich, dass die Zahl der Punkte, bei denen die Differenz  $T_{sp} - 2 \cdot \pi \cdot \dot{n}_{sp} \cdot \Theta_D$  unter - 5 % des höchsten Drehmoments liegt, 30 nicht überschreitet (dabei ist  $T_{sp}$  das geforderte Drehmoment,  $\dot{n}_{sp}$  die Ableitung der Motordrehzahl und  $\Theta_D$  die Rotationsträgheit des Wirbelstromprüfstands).

#### 4.5. Durchführung der Emissionsprüfung

Im folgenden Flussdiagramm wird der Prüfablauf skizziert.



Ein oder mehrere Praxiszyklen können durchgeführt werden, soweit dies vor dem Messzyklus zur Prüfung von Motor, Prüfzelle und Abgassystem erforderlich ist.

##### 4.5.1. Vorbereitung der Probenahmefilter

Wenigstens eine Stunde vor der Prüfung ist jedes einzelne Filter in einer gegen Staubkontamination geschützten Petrischale, die Luftaustausch ermöglicht, zur Stabilisierung in eine Wägekammer zu bringen. Nach der Stabilisierungsphase ist jedes Filter zu wiegen und das Gewicht aufzuzeichnen. Dann ist das Filter in einer verschlossenen Petrischale oder einem verschlossenen Filterhalter bis zur Verwendung aufzubewahren. Das Filter ist binnen acht Stunden nach seiner Entnahme aus der Wägekammer zu verwenden. Das Taragewicht ist aufzuzeichnen.

##### 4.5.2. Anbringung der Messgeräte

Die Geräte und die Probenahmesonden sind wie vorgeschrieben anzubringen. Wird ein Vollstrom-Verdünnungssystem verwendet, so ist das Abgasrohr an das System anzuschließen.

##### 4.5.3. Inbetriebnahme und Vorkonditionierung des Verdünnungssystems und des Motors

Das Verdünnungssystem ist zu starten und der Motor anzulassen. Die Vorkonditionierung des Probenahmesystems ist durchzuführen, indem der Motor bei Nenndrehzahl, 100 Prozent Drehmoment mindestens 20 Minuten läuft, während gleichzeitig entweder das Teilstrom-Probenahmesystem oder das Vollstrom-CVS-System mit Sekundärverdünnungssystem läuft. Dann werden Blindproben der Partikelschadstoffemissionen gesammelt. Partikel-Probenahmefilter müssen nicht stabilisiert oder gewogen werden und können entfernt werden. Filtermedien können während der Konditionierung ausgewechselt werden, sofern die gesamte Probenahme mit den Filtern und dem Probenahmesystem nicht länger als 20 Minuten dauert. Der Durchsatz ist auf die für den dynamischen Test ausgewählten Näherungsdurchsätze einzustellen. Das Drehmoment wird von 100 Prozent herabgesetzt, wobei die Nenndrehzahl beibehalten wird, soweit dies erforderlich ist, damit die Höchsttemperatur des Probenahmebereichs von 191°C nicht

überschritten werden.

#### 4.5.4. Inbetriebnahme des Partikel-Probenahmesystems

Das Partikel-Probenahmesystem ist zu starten und auf Bypass zu betreiben. Der Partikelhintergrund der Verdünnungsluft kann bestimmt werden, indem Verdünnungsluftproben vor Eintritt des Abgases in den Verdünnungstunnel genommen werden. Partikelhintergrundproben sind vorzugsweise während des dynamischen Tests zu nehmen, sofern ein anderes Partikelbestandteil-Probenahmesystem verfügbar ist. Anderenfalls kann das Partikelbestandteil-Probenahmesystem verwendet werden, das zur Sammlung der Partikelbestandteile während der dynamischen Prüfung benutzt wird. Bei Verwendung gefilterter Verdünnungsluft kann eine Messung vor oder nach der Prüfung erfolgen. Wird die Verdünnungsluft nicht gefiltert, so sind vor und nach Ende des Prüfzyklus Messungen durchzuführen und die Durchschnittswerte zu ermitteln.

#### 4.5.5. Einstellung des Verdünnungssystems

Der Durchfluss des gesamten verdünnten Abgases eines Vollstrom-Verdünnungssystems oder der Durchfluss des Abgases durch ein Teilstrom-Verdünnungssystem ist so einzustellen, dass Kondenswasserbildung im System vermieden und eine Filteranströmtemperatur zwischen 315 K (42°C) und 325 K (52 °C) erreicht wird.

#### 4.5.6. Überprüfung der Analysegeräte

Die Geräte für die Emissionsanalyse sind auf Null einzustellen und der Messbereich ist zu kalibrieren. Werden Probenahmebeutel verwendet, so sind diese zu entfernen.

#### 4.5.7. Motoranlassverfahren

Der stabilisierte Motor ist entsprechend den vom Hersteller im Fahrzeughandbuch empfohlenen Anlassverfahren mit Hilfe eines serienmäßigen Anlassmotors oder des Prüfstands innerhalb von 5 Minuten nach Abschluss des Warmfahrens anzulassen. Wahlweise kann die Prüfung innerhalb von 5 Minuten nach der Vorkonditionierungsphase des Motors beginnen, wobei der Motor bei Erreichen der Leerlaufdrehzahl nicht abgeschaltet wird.

#### 4.5.8. Durchführung des Prüfzyklus

##### 4.5.8.1. Prüffolge

Die Prüffolge ist zu beginnen mit dem Anlassen des Motors, nachdem er im Anschluss an die Vorkonditionierung abgeschaltet wurde, oder bei Leerlaufdrehzahl, wenn unmittelbar nach der Vorkonditionierungsphase bei laufendem Motor mit der Prüfung begonnen wird. Die Prüfung muss gemäß dem in Anhang III Anlage 4 erläuterten Bezugsprüfzyklus durchgeführt werden. Die Motordrehzahl- und -Drehmomentführungssollwerte sind mit mindestens 5 Hz (empfohlen 10 Hz) auszugeben. Die Sollwerte sind mittels linearer Interpolation zwischen den festgesetzten Punkten bei 1 Hz und dem Bezugszyklus zu berechnen. Gemessene Motordrehzahl- und -drehmoment sind während des Prüfzyklus wenigstens in Sekundenschritten aufzuzeichnen, und die Signale können elektronisch gefiltert werden.

##### 4.5.8.2. Ansprechverhalten der Analysegeräte

Beim Anlassen des Motors oder mit Beginn der Prüffolge unmittelbar aus der Vorkonditionierung heraus sind gleichzeitig folgende Messungen zu starten:

- Sammeln oder Analysieren der Verdünnungsluft, sofern ein Vollstrom-Verdünnungssystem verwendet wird
- Sammeln oder Analysieren von unverdünntem oder verdünntem Abgas, abhängig vom verwendeten Verfahren
- Messen der Menge von verdünntem Abgas sowie der erforderlichen Temperaturen und Drücke
- Aufzeichnen des Abgasmassendurchsatzes, wenn ein mit Rohabgas arbeitendes Abgasanalyzesystem verwendet wird
- Aufzeichnen der Messwerte von Drehzahl und Drehmoment des Leistungsprüfstands.

Werden die Messungen im Rohabgas vorgenommen, so sind die Emissionskonzentrationen (HC, CO und NO<sub>x</sub>) und der Abgasmassendurchsatz kontinuierlich zu messen und mit mindestens 2 Hz in einem Computersystem zu speichern. Alle anderen Daten können mit einer Abtastfrequenz von mindestens 1 Hz aufgezeichnet werden. Für analoge Analysegeräte ist das Ansprechverhalten aufzuzeichnen, die Kalibrierdaten können on-line oder off-line während der Datenauswertung angewandt werden.

Bei Verwendung eines Vollstrom-Verdünnungssystems sind HC und NO<sub>x</sub> im Verdünnungstunnel kontinuierlich mit einer Frequenz von mindestens 2 Hz zu messen. Die durchschnittlichen Konzentrationen sind durch Integrieren der Signale der Analysegeräte über den Prüfzyklus zu bestimmen. Die Systemansprechzeit darf nicht höher sein als 20 s

und muss gegebenenfalls mit den CVS-Strömungsschwankungen und den Sammelzeiten-/Prüfzyklusabweichungen abgestimmt werden. Durch Integrieren oder Analysieren der über den Zyklus im Probenahmebeutel gesammelten Konzentrationen erfolgt die Bestimmung von CO und CO<sub>2</sub>. Die Konzentrationen der gasförmigen Schadstoffe in der Verdünnungsluft sind durch Integrieren oder Sammeln im Hintergrundbeutel zu bestimmen. Alle übrigen Werte sind mit mindestens einer Messung pro Sekunde (1 Hz) aufzuzeichnen.

#### 4.5.8.3. Partikel-Probenahme

Erfolgt der Beginn des Prüfzyklus mit dem Anlassen des Motors oder dem Beginn der Prüffolge unmittelbar aus der Vorkonditionierung heraus, so ist das Partikelprobenahmesystem von Bypass auf Partikelsammlung umzuschalten.

Bei Verwendung eines Teilstrom-Verdünnungssystems ist/sind die Probenahmepumpe(n) so einzustellen, dass der Durchsatz durch die Partikel-Probenahmesonde bzw. das Übertragungsrohr proportional zum Abgasmassendurchsatz konstant bleibt.

Bei Verwendung eines Vollstrom-Verdünnungssystems ist/sind die Probenahmepumpe(n) so einzustellen, dass der Durchsatz durch die Partikel-Probenahmesonde oder das Übertragungsrohr auf  $\pm 5\%$  des eingestellten Durchsatzes konstant bleibt. Wird eine Durchflussmengenkompensation (d.h. Proportionalregelung des Probenstroms) verwendet, muss bewiesen werden, dass das Verhältnis von Haupttunnelstrom zu Partikelprobenstrom um höchstens  $\pm 5\%$  seines Sollwertes schwankt (ausgenommen die ersten 10 Sekunden der Probenahme).

**ANMERKUNG:** Bei Doppelverdünnungsbetrieb ist der Probenstrom die Nettodifferenz zwischen dem Probenfilter-Durchsatz und dem Sekundär-Verdünnungsluftdurchsatz.

Die Mittelwerte von Temperatur und Druck am Einlass des/der Gasmess- oder Durchflussmessgeräts sind aufzuzeichnen. Die Prüfung ist ungültig, wenn es wegen einer hohen Partikel-Filterbeladung nicht möglich ist, den eingestellten Durchsatz über den gesamten Zyklus hinweg mit einer Toleranz von  $\pm 5\%$  aufrecht zu halten. Die Prüfung ist mit einem geringeren Durchsatz und/oder einem Filter mit größerem Durchmesser zu wiederholen.

#### 4.5.8.4. Abwürgen des Motors

Wird der Motor zu einem beliebigen Zeitpunkt während des Prüfzyklus abgewürgt, so muss er Motor vorkonditioniert und neu angelassen werden, und die Prüfung ist zu wiederholen. Tritt bei einem während des Prüfzyklus erforderlichen Messgeräts eine Fehlfunktion auf, so ist die Prüfung ungültig.

#### 4.5.8.5. Arbeitsgänge im Anschluss an die Prüfung

Zum Abschluss der Prüfung werden die Messung des Abgasmassendurchsatzes, des Volumens des verdünnten Abgases, der Gasstrom in die Sammelbeutel und die Partikelprobenahmepumpe angehalten. Bei einem integrierten Analysesystem ist die Probenahme fortzusetzen, bis die Systemansprechzeiten abgelaufen sind.

Die Konzentrationen in den gegebenenfalls verwendeten Sammelbeuteln sind so rasch wie möglich und keinesfalls später als 20 Minuten nach Beendigung des Prüfzyklus zu analysieren.

Nach der Emissionsprüfung sind die Analysegeräte mit Hilfe eines Nullgases und desselben Kalibriergases neu zu überprüfen. Für die Gültigkeit der Prüfung muss die Differenz zwischen den Ergebnissen vor und nach der Prüfung weniger als 2 % des Kalibriergaswertes betragen.

Die Partikelfilter sind spätestens eine Stunde nach Abschluss der Prüfung in die Wägekammer zurückzubringen. Sie sind in einer gegen Staubkontamination geschützten Petrischale, die Luftaustausch ermöglicht, mindestens eine Stunde lang zu konditionieren und dann zu wiegen. Das Bruttogewicht der Filter ist aufzuzeichnen.

### 4.6. Überprüfung des Prüfdurchlaufs

#### 4.6.1. Datenverschiebung

Zur Verringerung der Verzerrungswirkung der Zeitverzögerung zwischen den Messwerten und den Bezugszykluswerten kann die gesamte Motordrehzahl- und -drehmomentmesssignalfolge zeitlich nach vorn oder hinten verschoben werden (bezogen auf die Bezugsdrehzahl und -drehmomentfolge). Bei einer Verschiebung der Messsignale müssen Drehzahl und Drehmoment um den gleichen Umfang und in die gleiche Richtung verschoben werden.

4.6.2. Berechnung der Zyklusarbeit

Die tatsächliche Zyklusarbeit  $W_{act}$  (kWh) ist unter Verwendung jeweils eines Paares von aufgezeichneten Motordrehzahl- und -drehmomentmesswerten zu berechnen. Die tatsächliche Zyklusarbeit  $W_{act}$  wird für den Vergleich mit der Bezugszyklusarbeit  $W_{ref}$  und zur Berechnung der bremspezifischen Emissionen verwendet. Die gleiche Methodik ist bei der Integration sowohl der Bezugs- als auch der tatsächlichen Motorleistung anzuwenden. Sind zwischen benachbarten Bezugswerten oder benachbarten Messwerten Werte zu bestimmen, so ist die lineare Interpolation anzuwenden.

Bei der Integration der Bezugszyklusarbeit und der tatsächlichen Zyklusarbeit sind alle negativen Drehmomentwerte auf Null zu setzen und einzuschließen. Findet die Integration bei einer Frequenz von unter 5 Hertz statt und verändert sich das Vorzeichen des Drehmomentwertes in einem gegebenen Zeitabschnitt von plus zu minus oder von minus zu plus, so ist der negative Anteil zu berechnen und gleich Null zu setzen. Der positive Anteil ist in den integrierten Wert einzuschließen.

$W_{act}$  muss zwischen -15 % und + 5 % von  $W_{ref}$  liegen.

4.6.3. Validierungsstatistik für den Prüfzyklus

Für Drehzahl, Drehmoment und Leistung sind lineare Regressionen von Messwerten auf die Bezugswerte auszuführen. Dies erfolgt im Anschluss an die Messdatenverschiebung, sofern diese Option gewählt wird. Es ist die Fehlerquadratmethode anzuwenden, wobei eine Gleichung der folgenden Form für die beste Anpassung verwendet wird:

$$y = mx + b$$

Darin bedeuten:

- y = (tatsächlicher) Messwert von Drehzahl ( $\text{min}^{-1}$ ), Drehmoment (Nm) oder Leistung (kW)
- m = Steigung der Regressionsgeraden
- x = Bezugswert von Drehzahl ( $\text{min}^{-1}$ ), Drehmoment (Nm) oder Leistung (kW)
- b = Y-Achsabschnitt der Regressionsgeraden

Die Standardabweichung vom Schätzwert (SE) von Y eingetragen über X und der Bestimmungskoeffizient ( $r^2$ ) sind für jede Regressionsgerade zu berechnen.

Es empfiehlt sich, diese Analyse bei 1 Hertz auszuführen. Für die Gültigkeit der Prüfung müssen die Kriterien von Tabelle 1 erfüllt sein.

Tabelle 1: Zulässige Abweichung der Regressionsgeraden

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

Nur zu Regressionszwecken sind Punktstreichungen vor Berechnung der Regression wie in Tabelle 2 angegeben zulässig. Diese Punkte dürfen jedoch zur Berechnung der Zyklusarbeit und der Emissionen nicht gestrichen werden. Eine Leerlaufphase wird definiert als Phase mit normiertem Bezugsdrehmoment von 0 % und einer normierten Bezugsdrehzahl von 0 %. Die Punktstreichung kann auf den gesamten Zyklus oder auf jeden Teil des Zyklus angewandt werden.

Tabelle 2. Zulässige Punktstreichungen aus der Regressionsanalyse  
(Punkte, auf die die Punktstreichung angewandt wird, sind anzugeben)

BEDINGUNG	DREHZAHL- UND/ODER DREHMOMENT- UND/ODER LEISTUNGSPHASEN, DIE IN BEZUG AUF DIE IN DER LINKEN SPALTE AUFGEFÜHR- TEN BEDINGUNGEN GESTRICHEN WERDEN DÜRFEN
Erste 24 ( $\pm 1$ ) s und letzte 25 s	Drehzahl, Drehmoment und Leistung
Vollständig geöffnete Drosselklappe und Drehmomentmesswert < 95 % des Bezugsdrehmoments	Drehmoment und/oder Leistung
vollständig geöffnete Drosselklappe und Drehzahlmesswert < 95 % der Bezugsdrehzahl	Drehzahl und/oder Leistung
Geschlossene Drosselklappe, Drehzahlmesswert > Leerlaufpunkt + 50 min <sup>-1</sup> und Drehmomentmesswert > 105 % Bezugsdrehmoment	Drehmoment und/oder Leistung
Geschlossene Drosselklappe, Drehzahlmesswert $\leq$ Leerlaufpunkt + 50 min <sup>-1</sup> und Drehmomentmesswert = vom Hersteller festgelegtes/gemessenes Drehmoment im Leerlauf $\pm 2$ % des höchsten Drehmoments	Drehzahl und/oder Leistung
Geschlossene Drosselklappe und Drehzahlmesswert > 105 % der Bezugsdrehzahl	Drehzahl und/oder Leistung

- 5) Anlage 1 erhält folgende Fassung:

## "ANLAGE 1

### MESS- UND PROBENAHMEVERFAHREN

#### 1. MESS- UND PROBENAHMEVERFAHREN (NRSC-PRÜFUNG)

Die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus dem zur Prüfung vorgeführten Motor muss nach den in Anhang VI beschriebenen Verfahren gemessen werden. Die Beschreibung dieser Methoden in Anhang VI umfasst auch eine Darstellung der empfohlenen analytischen Systeme für die gasförmigen Emissionen (Abschnitt 1.1) und der empfohlenen Partikelverdünnungs- und -probenahmesysteme (Abschnitt 1.2).

##### 1.1. Leistungsprüfstand

Es ist ein Motorleistungsprüfstand zu verwenden, der entsprechende Eigenschaften aufweist, um den in Anhang III Abschnitt 3.7.1 beschriebenen Prüfzyklus durchzuführen. Die Messgeräte für Drehmoment und Drehzahl müssen die Messung der Leistung innerhalb der vorgegebenen Grenzwerte ermöglichen. Zusätzliche Berechnungen können erforderlich sein. Die Messgeräte müssen eine solche Messgenauigkeit aufweisen, dass die Höchsttoleranzen der in Abschnitt 1.3 angegebenen Werte nicht überschritten werden.

##### 1.2. Abgasdurchsatz

Der Abgasdurchsatz ist nach einer der in den Abschnitten 1.2.1 bis 1.2.4 genannten Methoden zu ermitteln.

##### 1.2.1. Direkte Messung

Direkte Messung des Abgasdurchsatzes durch eine Durchflussdüse oder ein gleichwertiges Messsystem (Einzelheiten siehe ISO 5167:2000).

ANMERKUNG: Die direkte Messung des Gasdurchsatzes ist ein kompliziertes Verfahren. Es müssen Vorkehrungen zur Vermeidung von Messfehlern getroffen werden, die Auswirkungen auf die Emissionswertfehler haben.

##### 1.2.2. Luft- und Kraftstoffmessung

Messung des Luftdurchsatzes und des Kraftstoffdurchsatzes.

Die verwendeten Geräte zur Messung des Luft- und Kraftstoffdurchsatzes müssen die in Abschnitt 1.3 angegebene Messgenauigkeit aufweisen.

Die Berechnung des Abgasdurchsatzes wird wie folgt vorgenommen:

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

### 1.2.3. Kohlenstoffbilanzmethode

Berechnung der Abgasmasse auf der Grundlage des Kraftstoffverbrauchs und der Abgaskonzentrationen nach der Kohlenstoffbilanzmethode (Anhang III Anlage 3).

### 1.2.4. Tracergasmessung

Diese Methode erfordert die Messung der Konzentration des Tracergases im Auspuff.

Eine bekannte Menge eines Inertgases (z.B. Helium) ist als Tracergas in den Abgasstrom einzuspritzen. Das Gas wird mit dem Abgas vermischt und dadurch verdünnt, darf aber nicht im Auspuffrohr reagieren. Dann wird die Konzentration des Gases in der Abgasprobe gemessen.

Um die vollständige Vermischung des Tracergases sicherzustellen, ist die Abgasprobenahmesonde mindestens 1 m oder um das 30-fache des Durchmessers des Auspuffrohrs (es gilt der höhere Wert) unterhalb der Einspritzstelle des Tracergases anzubringen. Die Probenahmesonde kann näher an der Einspritzstelle angebracht werden, wenn die vollständige Vermischung durch Vergleich der Tracergaskonzentration mit der Bezugskonzentration bei Einspritzung des Tracergases oberhalb des Motors überprüft wird.

Der Tracergasdurchsatz ist so einzustellen, dass die Tracergaskonzentration im Leerlauf des Motors nach der Vermischung unter dem vollen Skalenendwert des Tracergasanalysegeräts liegt.

Die Berechnung des Abgasdurchsatzes wird wie folgt vorgenommen:

$$G_{EXHW} = \frac{G_T \times \rho_{EXH}}{60 \times (conc_{mix} - conc_a)}$$

In dieser Formel bedeutet:

$G_{EXHW}$  = momentaner Abgasmassendurchsatz (kg/s)

$G_T$  = Tracergasdurchsatz (cm<sup>3</sup>/min)

$conc_{mix}$  = momentane Konzentration des Tracergases nach Vermischung (ppm)

$\rho_{EXH}$  = Abgasdichte (kg/m<sup>3</sup>)

$Conc_a$  = Hintergrundkonzentration des Tracergases in der Ansaugluft (ppm)

Die Hintergrundkonzentration des Tracergases ( $conc_a$ ) kann bestimmt werden, indem die durchschnittliche Hintergrundkonzentration unmittelbar vor und nach dem Prüflauf gemessen wird.

Liegt die Hintergrundkonzentration unter 1 % der Konzentration des Tracergases nach der Vermischung ( $conc_{mix}$ ) bei höchstem Abgasdurchsatz, kann die Hintergrundkonzentration außer acht gelassen werden.

Das gesamte System muss die Anforderungen an die Messgenauigkeit beim Abgasstrom erfüllen und ist gemäß Anlage 2 Abschnitt 1.11.2 zu kalibrieren.

### 1.2.5. Messung von Luftdurchsatz und Luft-Kraftstoff-Verhältnis

Diese Methode erfordert eine Berechnung der Abgasmasse auf der Grundlage des Luftdurchsatzes und des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses. Die Berechnung des momentanen Abgasmassendurchsatzes wird wie folgt vorgenommen:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} \times \left( 1 + \frac{1}{A/F_{st} \times \lambda} \right)$$

Dabei ist:

$$A / F_{\text{st}} = 14,5$$

$$\lambda = \frac{\left( 100 - \frac{\text{conc}_{\text{CO}} \times 10^{-4}}{2} - \text{conc}_{\text{HC}} \times 10^{-4} \right) + \left( 0,45 \cdot \frac{1 - \frac{2 \times \text{conc}_{\text{CO}} \times 10^{-4}}{3,5 \times \text{conc}_{\text{CO}_2}}}{1 + \frac{\text{conc}_{\text{CO}} \times 10^{-4}}{3,5 \times \text{conc}_{\text{CO}_2}}} \right) \times (\text{conc}_{\text{CO}_2} + \text{conc}_{\text{CO}} \times 10^{-4})}{6,9078 \times (\text{conc}_{\text{CO}_2} + \text{conc}_{\text{CO}} \times 10^{-4} + \text{conc}_{\text{HC}} \times 10^{-4})}$$

In dieser Formel bedeutet:

$A/F_{\text{st}}$	=	Stöchiometrisches Luft-Kraftstoff-Verhältnis (kg/kg)
$\lambda$	=	Relatives Luft-Kraftstoff-Verhältnis
$\text{conc}_{\text{CO}_2}$	=	CO <sub>2</sub> -Konzentration im trockenen Bezugszustand (%)
$\text{conc}_{\text{CO}}$	=	CO-Konzentration im trockenen Bezugszustand (ppm)
$\text{conc}_{\text{HC}}$	=	HC-Konzentration (ppm)

ANMERKUNG: Die Berechnung bezieht sich auf einen Dieseldieselkraftstoff mit einem H/C-Verhältnis gleich 1,8.

Der Durchflussmesser muss die Anforderungen an die Messgenauigkeit gemäß Tabelle 3 erfüllen, das verwendete CO<sub>2</sub>-Analysegerät muss die Anforderungen des Abschnitts 1.4.1 erfüllen und das gesamte System muss den Anforderungen an die Messgenauigkeit für den Abgasdurchsatz genügen.

Wahlweise können zur Messung des relativen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses auch Messeinrichtungen für das Luft-Kraftstoff-Verhältnis vom Typ Zirkonsensor eingesetzt werden, die die Anforderungen gemäß Abschnitt 1.4.4 erfüllen.

#### 1.2.6. Gesamtdurchsatz des verdünnten Abgases

Bei Verwendung eines Vollstrom-Verdünnungssystems muss der Gesamtstrom des verdünnten Abgases ( $G_{\text{TOTW}}$ ) mit einer PDP oder einem CFV oder einer SSV gemessen werden (Anhang VI Abschnitt 1.2.1.2). Die Messgenauigkeit muss den Bestimmungen von Anhang III Anlage 2 Abschnitt 2.2 entsprechen.

#### 1.3. Messgenauigkeit

Die Kalibrierung aller Messgeräte muss auf nationale oder internationale Normen rückführbar sein und den Vorschriften in Tabelle 3 entsprechen:

Tabelle 3. Genauigkeit der Messgeräte

Nr.	Messgerät	Messgenauigkeit
1	Motordrehzahl	$\pm 2\%$ des Ablesewertes oder, falls größer, $\pm 1\%$ des Höchstwertes des Motors
2	Drehmoment	$\pm 2\%$ des Ablesewertes oder, falls größer, $\pm 1\%$ des Höchstwertes des Motors
3	Kraftstoffverbrauch	$\pm 2\%$ des Höchstwertes des Motors
4	Luftverbrauch	$\pm 2\%$ des Ablesewertes oder, falls größer, $\pm 1\%$ des Höchstwertes des Motors
5	Abgasstrom	$\pm 2,5\%$ des Ablesewertes oder, falls größer, $\pm 1,5\%$ des Höchstwertes des Motors
6	Temperatur $\leq 600$ K	$\pm 2$ K absolut
7	Temperatur $> 600$ K	$\pm 1\%$ des Ablesewertes
8	Abgasdruck	$\pm 0,2$ kPa absolut
9	Ansaugluftunterdruck	$\pm 0,05$ kPa absolut
10	Atmosphärischer Druck	$\pm 0,1$ kPa absolut
11	Andere Drücke	$\pm 0,1$ kPa absolut
12	Absolute Luftfeuchtigkeit	$\pm 5\%$ des Ablesewertes
13	Verdünnungsluftdurchfluss	$\pm 2\%$ des Ablesewertes
14	Durchfluss des verdünnten Abgases	$\pm 2\%$ des Ablesewertes

#### 1.4. Bestimmung der gasförmigen Bestandteile

##### 1.4.1. Allgemeine Vorschriften für Analysegeräte

Die Analysegeräte müssen einen Messbereich haben, der den Anforderungen an die Genauigkeit bei der Messung der Konzentrationen der Abgasbestandteile entspricht (Abschnitt 1.4.1.1). Es wird empfohlen, die Analysegeräte so zu bedienen, dass die gemessene Konzentration zwischen 15 % und 100 % des vollen Skalenendwertes liegt.

Liegt der volle Skalenendwert bei 155 ppm (oder ppm C) oder darunter oder werden Ablesesysteme (Computer, Datenerfasser) verwendet, die unterhalb von 15 % des vollen Skalenendwertes eine ausreichende Genauigkeit und Auflösung aufweisen, sind auch Konzentrationen unter 15 % des vollen Skalenendwertes zulässig. In diesem Fall müssen zusätzliche Kalibrierungen vorgenommen werden, um die Genauigkeit der Kalibrierkurven zu gewährleisten (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 1.5.5.2).

Die elektromagnetische Verträglichkeit der Geräte muss so hoch sein, dass zusätzliche Fehler weitestgehend ausgeschlossen sind.

##### 1.4.1.1. Messfehler

Das Analysegerät darf höchstens um  $\pm 2\%$  des Ablesewertes vom Nennwert jedes Kalibrierpunktes oder, falls größer, um höchstens  $\pm 0,3\%$  vom Skalenendwert abweichen.

**ANMERKUNG:** Im Sinne dieses Standards wird Messgenauigkeit definiert als die Abweichung des Ablesewertes des Analysegeräts von den Nennwerten der Kalibrierpunkte unter Verwendung eines Kalibriergases (= tatsächlicher Wert).

##### 1.4.1.2. Wiederholbarkeit

Die Wiederholbarkeit, definiert als das 2,5fache der Standardabweichung zehn wiederholter Ansprechreaktionen auf ein bestimmtes Kalibriergas, darf höchstens  $\pm 1\%$  der vollen Skalenendkonzentration für jeden verwendeten Messbereich über 155 ppm (oder ppm C) oder  $\pm 2\%$  für jeden verwendeten Messbereich unter 155 ppm (oder ppm C) betragen.

##### 1.4.1.3. Rauschen

Das Peak-to-Peak-Ansprechen der Analytoren auf Null- und Kalibriergase darf während eines Zeitraums von zehn Sekunden 2 % des vollen Skalenendwertes bei allen verwendeten Bereichen nicht überschreiten.

##### 1.4.1.4. Nullpunktdrift

Die Nullpunktdrift während eines Zeitraums von einer Stunde muss weniger als 2 % des vollen Skalenendwertes beim niedrigsten verwendeten Bereich betragen. Der Nullpunkt wird definiert als mittleres Ansprechen (einschließlich Rauschen) auf ein Nullgas in einem Zeitabschnitt von 30 Sekunden.

#### 1.4.1.5. Messbereichsdrift

Die Messbereichsdrift während eines Zeitraums von einer Stunde muss weniger als 2 % des vollen Skalenendwerts beim niedrigsten verwendeten Bereich betragen. Als Messbereich wird die Differenz zwischen Kalibrierausschlag und Nullpunktwert definiert. Der Messbereichskalibrierausschlag wird definiert als mittlerer Ausschlag (einschließlich Rauschen) auf ein Messbereichskalibriergas in einem Zeitabschnitt von 30 Sekunden.

#### 1.4.2. 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.

#### 1.4.3. Analysegeräte

Die bei der Messung anzuwendenden Grundsätze werden in den Abschnitten 1.4.3.1 bis 1.4.3.5 dieser Anlage beschrieben. Eine ausführliche Darstellung der Messsysteme ist in Anhang VI enthalten.

Die zu messenden Gase sind mit den nachfolgend aufgeführten Geräten zu analysieren. Bei nichtlinearen Analysatoren ist die Verwendung von Linearisierungsschaltkreisen zulässig.

##### 1.4.3.1. Kohlenmonoxid-(CO-)Analyse

Der Kohlenmonoxidanalysator muss ein nichtdispersiver Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) sein.

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

Der Kohlendioxidanalysator muss ein nichtdispersiver Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) sein.

##### 1.4.3.3. Kohlenwasserstoff-(HC-)Analyse

Der Kohlenwasserstoffanalysator muss ein beheizter Flammenionisationsdetektor (HFID) mit Detektor, Ventilen, Rohrleitungen usw. sein, der so zu beheizen ist, dass die Gastemperatur auf 463 K (190 °C) ±10 K gehalten wird.

##### 1.4.3.4. Stickoxid-(NO<sub>x</sub>-)Analyse

Der Stickoxidanalysator muss ein Chemilumineszenzanalysator (CLD) oder beheizter Chemilumineszenzanalysator (HCLA) mit einem NO<sub>2</sub>/NO-Konverter sein, wenn die Messung im trockenen Bezugszustand erfolgt. Bei Messung im feuchten Bezugszustand ist ein auf über 328 K (55 °C) gehaltener HCLD mit Konverter zu verwenden, vorausgesetzt, die Prüfung auf Wasserdampfquerempfindlichkeit (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 1.9.2.2) ist erfüllt.

Sowohl für CLD als auch für HCLD muss der Probenweg bis zum Konverter (bei Messung im trockenen Bezugszustand) bzw. bis zum Analysegerät (bei Messung im feuchten Bezugszustand) auf einer Wandtemperatur von über 328 bis 473 K (55 °C bis 200 °C) gehalten werden.

#### 1.4.4. Messung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses

Bei der zur Bestimmung des Abgasstroms gemäß Abschnitt 1.2.5 verwendeten Messeinrichtung für das Luft-Kraftstoff-Verhältnis muss es sich um eine Breitband-Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Sonde oder eine Zirkon-Lambdasonde handeln.

Die Sonde ist unmittelbar am Auspuffrohr anzubringen, wo die Abgastemperatur so hoch ist, dass keine Wasserkondensation auftritt.

Die Messgenauigkeit der Sonde mit eingebauter Elektronik muss liegen zwischen:

± 3 % des Ablesewertes	$\lambda < 2$
± 5 % des Ablesewertes	$2 \leq \lambda < 5$
± 10 % des Ablesewertes	$5 \leq \lambda$

Um die vorstehend genannte Messgenauigkeit zu erfüllen, ist die Sonde entsprechend den Angaben des Herstellers zu kalibrieren.

#### 1.4.5. Probenahme von Emissionen gasförmiger Schadstoffe

Die Probenahmesonden für gasförmige Emissionen müssen so angebracht sein, dass sie mindestens 0,5 m oder um das Dreifache des Durchmessers des Auspuffrohrs (je nachdem, welcher Wert höher ist) oberhalb vom Austritt der Auspuffanlage - soweit zutreffend - entfernt sind und sich so nahe am Motor befinden, dass eine Abgastemperatur 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 einem Mehrzylindermotor mit einzelnen Gruppen von Auspuffkrümmern, wie z. B. bei einem V-Motor, ist die Entnahme individueller Proben von jeder Gruppe und die Berechnung der durchschnittlichen Abgasemission zulässig. Es können auch andere Methoden angewandt werden, die den obigen Methoden nachweislich entsprechen. Bei der Berechnung der Abgasemissionen ist der gesamte Abgasmassendurchsatz des Motors zugrunde zu legen.

Wird die Zusammensetzung des Abgases durch eine Anlage zur Abgasnachbehandlung beeinflusst, so muss die Abgasprobe bei Prüfungen der Stufe I vor dieser Anlage und bei Prüfungen der Stufe II hinter dieser Anlage entnommen werden. Bei Verwendung eines Vollstrom-Verdünnungssystems für die Partikelbestimmung können die gasförmigen Emissionen auch im verdünnten Abgas bestimmt werden. Die Probenahmesonden müssen sich nahe der Partikel-Probenahmesonde im Verdünnungstunnel befinden (Anhang VI Abschnitt 1.2.1.2 für DT und Abschnitt 1.2.2 für PSP). CO und CO<sub>2</sub> können wahlweise auch durch Probenahme in einen Beutel und nachfolgende Messung der Konzentration im Probenahmebeutel bestimmt werden.

#### 1.5. Bestimmung der Partikel

Die Bestimmung der Partikel erfordert ein Verdünnungssystem. Die Verdünnung kann mit einem Teilstrom- oder Vollstrom-Verdünnungssystem erfolgen. Die Durchflussleistung des Verdünnungssystems muss so groß sein, dass keine Wasserkondensation im Verdünnungs- und Probenahmesystem auftritt und dass die Temperatur des verdünnten Abgases unmittelbar oberhalb der Filterhalter zwischen 315 K (42 °C) und 325 K (52 °C) gehalten werden kann. Bei hoher Luftfeuchtigkeit ist es zulässig, die Verdünnungsluft vor Eintritt in das Verdünnungssystem zu entfeuchten. Bei einer Umgebungstemperatur von weniger als 293 K (20 °C) wird ein Vorheizen der Verdünnungsluft über den Temperaturgrenzwert von 303 K (30 °C) hinaus empfohlen. Jedoch darf die Temperatur der Verdünnungsluft vor der Einleitung des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht überschreiten.

ANMERKUNG: Beim Verfahren unter stationären Bedingungen kann anstelle der Einhaltung des Temperaturbereichs von 42 °C – 52 °C die Filtertemperatur auf oder unter der Höchsttemperatur von 325 K (52 °C) gehalten werden.

Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen muss die Partikel-Probenahmesonde in der Nähe und (gegen den Strom gerichtet) oberhalb der Sonde für die gasförmigen Emissionen nach Abschnitt 4.4 sowie entsprechend Anhang VI Abschnitt 1.2.1.1, Abbildungen 4 bis 12 (EP und SP), angebracht sein.

Das Teilstrom-Verdünnungssystem muss so beschaffen sein, dass eine Teilung des Abgasstroms erfolgt, wobei der kleinere Teil mit Luft verdünnt und anschließend zur Partikelmessung verwendet wird. Demzufolge ist eine sehr genaue Bestimmung des Verdünnungsverhältnisses erforderlich. Es können verschiedene Teilungsmethoden verwendet werden, wobei die Art der Teilung wesentlichen Einfluss auf die zu verwendenden Probenahmegeräte und -verfahren hat (Anhang VI Abschnitt 1.2.1.1).

Zur Bestimmung der Partikelmasse werden ein Partikel-Probenahmesystem, Partikel-Probenahmefilter, eine Mikrogramm-Waage und eine Wägekammer mit kontrollierter Temperatur und Luftfeuchtigkeit benötigt.

Die Partikel-Probenahme kann nach zwei Methoden erfolgen:

- Bei der Einzelfiltermethode wird für alle Prüfphasen des Prüfzyklus ein Filterpaar verwendet (Abschnitt 1.5.1.3). Während der Probenahmezeit muss streng auf die Probenahmezeiten und die Durchsätze geachtet werden. Andererseits wird je Prüfzyklus nur ein Filterpaar benötigt.
- Bei der Mehrfachfiltermethode muss für jede einzelne Prüfphase des Prüfzyklus ein eigenes Filterpaar verwendet werden (Abschnitt 1.5.1.3). Diese Methode gestattet ein weniger strenges Probenahmeverfahren, doch werden mehr Filter verbraucht.

##### 1.5.1. Partikel-Probenahmefilter

### 1.5.1.1. Spezifikation der Filter

Für die Zertifizierungsprüfungen werden fluorkohlenstoffbeschichtete Glasfaserfilter oder Fluorkohlenstoffmembranfilter benötigt. Für besondere Anwendungen können andere Filtermaterialien verwendet werden. Bei allen Filtertypen muss der Abscheidegrad von 0,3 µm DOP (Diocetylphthalat) bei einer Anströmgeschwindigkeit des Gases zwischen 35 und 100 cm/s mindestens 99 % betragen. Werden Korrelationstests zwischen Prüfstellen oder zwischen einem Hersteller und einer Genehmigungsbehörde durchgeführt, so sind Filter von gleicher Qualität zu verwenden.

### 1.5.1.2. Filtergröße

Die Partikelfilter müssen einen Mindestdurchmesser von 47 mm haben (37 mm wirksamer Durchmesser). Filter mit größerem Durchmesser sind zulässig (Abschnitt 1.5.1.5).

### 1.5.1.3. Haupt- und Nachfilter

Die verdünnten Abgase werden während der Prüffolge durch ein hintereinander angeordnetes Filterpaar (Hauptfilter und Nachfilter) geleitet. Das Nachfilter darf nicht weiter als 100 mm hinter dem Hauptfilter liegen und dieses nicht berühren. Die Filter können getrennt oder paarweise - die wirksamen Seiten einander zugekehrt - gewogen werden.

### 1.5.1.4. Filteranströmgeschwindigkeit

Eine Gasanströmgeschwindigkeit durch den Filter von 35 bis 100 cm/s muss erreicht werden. Der Druckabfall darf zwischen Beginn und Ende der Prüfung um nicht mehr als 25 kPa zunehmen.

### 1.5.1.5. Filterbeladung

Die empfohlenen minimalen Filterbeladungen für die gebräuchlichsten Filtergrößen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen. Für größere Filter beträgt die minimale Filterbeladung 0,065 mg/1000 mm<sup>2</sup> Filterbereich.

Filterdurchmesser (mm)	Empfohlener Durchmesser des wirksamen Filterbereichs (mm)	Empfohlene minimale Filterbeladung (mg)
47	37	0,11
70	60	0,25
90	80	0,41
110	100	0,62

Bei der Mehrfachfiltermethode wird als minimale Filterbeladung das Produkt aus dem entsprechenden obigen Wert und der Quadratwurzel der Gesamtzahl der Prüfphasen empfohlen.

## 1.5.2. Spezifikation für die Wägekammer und die Analysenwaage

### 1.5.2.1. 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 (22 °C) ± 3 K zu halten. Die Luftfeuchtigkeit ist auf einem Taupunkt von 282,5 K (9,5 °C) ± 3 K und auf einer relativen Feuchtigkeit von 45 ± 8 % zu halten.

### 1.5.2.2. 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 1.5.2.1 dargelegten Spezifikationen für den Wägeraum sind zulässig, wenn ihre Dauer 30 Minuten nicht überschreitet. Der Wägeraum soll den vorgeschriebenen Spezifikationen entsprechen, ehe das Personal ihn betritt. Wenigstens zwei unbenutzte Vergleichsfilter oder Vergleichsfilterpaare sind vorzugsweise gleichzeitig mit den Probenahmefiltern zu wägen, höchstens jedoch in einem Abstand von vier Stunden zu diesen. Die Vergleichsfilter müssen dieselbe Größe haben und aus demselben Material bestehen wie die Probenahmefilter.

Wenn sich das Durchschnittsgewicht der Vergleichsfilter(-paare) bei den Wägungen der Probenahmefilter um mehr als 10 µg ändert, sind alle Probenahmefilter zu entfernen, und die Abgasemissionsprüfung ist zu wiederholen.

Wenn die unter Abschnitt 1.5.2.1 angegebenen Stabilitätskriterien für den Wägeraum nicht erfüllt sind, aber bei der Wägung des Vergleichsfilters(-filterpaares) die obigen Kriterien eingehalten wurden, kann der Hersteller 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.

### 1.5.2.3. Analysenwaage

Die zur Bestimmung der Gewichte sämtlicher Filter benutzte Analysenwaage muss eine Genauigkeit (Standardabweichung) von 2 µg und eine Auflösung von 1 µg (1 Stelle = 1 µg) haben (nach Angaben des Waagenherstellers).

### 1.5.2.4. Vermeidung elektrostatischer Reaktionen

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

### 1.5.3. Zusatzbestimmungen für die Partikelmessung

Alle mit den Rohabgasen oder verdünnten Abgasen in Berührung kommenden Teile des Verdünnungssystems und des Probenahmesystems vom Auspuffrohr bis zum Filterhalter sind so auszuliegen, dass die Ablagerung der Partikel darauf und die Veränderung der Partikel so gering wie möglich gehalten werden. Alle Teile müssen aus elektrisch leitendem Material bestehen, das mit den Bestandteilen der Abgase keine Verbindung eingeht; es muss zur Vermeidung elektrostatischer Reaktionen geerdet sein.

## 2. MESS- UND PROBENAHMEVERFAHREN (NRTC-PRÜFUNG)

### 2.1. Einleitung

Die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus dem zur Prüfung vorgeführten Motor muss nach den Verfahren des Anhangs VI gemessen werden. Die Beschreibung dieser Methoden in Anhang VI umfasst auch eine Darstellung der empfohlenen analytischen Systeme für die gasförmigen Emissionen (Abschnitt 1.1) und der empfohlenen Partikelverdünnungs- und -probenahmesysteme (Abschnitt 1.2).

### 2.2. Leistungsprüfstand und Prüfzellausstattung

Für die Abgasemissionsprüfung der Motoren an Leistungsprüfständen ist die nachstehend beschriebene Anlage zu verwenden.

#### 2.2.1. Motorleistungsprüfstand

Es ist ein Motorleistungsprüfstand zu verwenden, der entsprechende Eigenschaften aufweist, um den in Anlage 4 beschriebenen Prüfzyklus durchzuführen. Die Messgeräte für Drehmoment und Drehzahl müssen die Messung der Leistung innerhalb der vorgegebenen Grenzwerte ermöglichen. Zusätzliche Berechnungen können erforderlich sein. Die Messgeräte müssen eine solche Messgenauigkeit aufweisen, dass die Höchsttoleranzen der in Tabelle 3 angegebenen Werte nicht überschritten werden.

#### 2.2.2. Andere Geräte

Geräte zur Messung des Kraftstoffverbrauchs, des Luftdurchsatzes, der Kühlmitteltemperatur, der Schmiermitteltemperatur, des Abgasdrucks, des Ansaugkrümmerunterdrucks, der Abgastemperatur, der Ansauglufttemperatur, des Luftdrucks, der Feuchtigkeit und der Kraftstofftemperatur. Diese Geräte müssen den Anforderungen in Tabelle 3 genügen:

Tabelle 3. Genauigkeit der Messgeräte

Nr.	Messgerät	Messgenauigkeit
1	Motordrehzahl	± 2 % des Ablesewertes oder, falls größer, ± 1 % des Höchstwertes des Motors
2	Drehmoment	± 2 % des Ablesewertes oder, falls größer, ± 1 % des Höchstwertes des Motors
3	Kraftstoffverbrauch	± 2 % des Höchstwertes des Motors
4	Luftverbrauch	± 2 % des Ablesewertes oder, falls größer, ± 1 % des Höchstwertes des Motors
5	Abgasdurchsatz	± 2,5 % des Ablesewertes oder, falls größer, ± 1,5 % des Höchstwertes des Motors
6	Temperatur ≤ 600 K	± 2 K absolut
7	Temperatur > 600 K	± 1 % des Ablesewertes
8	Abgasdruck	± 0,2 kPa absolut
9	Ansaugluftunterdruck	± 0,05 kPa absolut
10	Atmosphärischer Druck	± 0,1 kPa absolut
11	Andere Drücke	± 0,1 kPa absolut
12	Absolute Luftfeuchtigkeit	± 5 % des Ablesewertes
13	Verdünnungsluftdurchfluss	± 2 % des Ablesewertes
14	Durchfluss des verdünnten Abgases	± 2 % des Ablesewertes

### 2.2.3. Durchfluss des Rohabgases

Zur Berechnung der Emissionen im Rohabgas und zur Regelung eines Teilstrom-Verdünnungssystems muss der Abgasmassendurchsatz bekannt sein. Zur Bestimmung des Abgasmassendurchsatzes kann eines der nachstehend beschriebenen Verfahren verwendet werden.

Zur Berechnung der Emissionen darf die Ansprechzeit bei jedem nachstehend beschriebenen Verfahren höchstens der vorgeschriebenen Ansprechzeit der Analysegeräte gemäß Anlage 2 Abschnitt 1.11.1 betragen.

Zur Regelung eines Teilstrom-Verdünnungssystems sind kürzere Ansprechzeiten erforderlich. Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen mit online-Regelung ist eine Ansprechzeit von ≤ 0,3 s vorgeschrieben. Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen mit Look-Ahead-Funktion auf der Grundlage eines zuvor aufgezeichneten Prüflaufs ist eine Ansprechzeit des Abgasdurchsatzmesssystems von ≤ 5 s mit einer Anstiegszeit von ≤ 1 s erforderlich. Die Systemansprechzeit ist nach den Angaben des Geräteherstellers einzustellen. Die kombinierten Vorschriften für die Ansprechzeit für den Abgasdurchsatz und das Teilstrom-Verdünnungssystem sind in Abschnitt 2.4 angegeben.

#### Direkte Messung

Die direkte Messung des momentanen Abgasdurchsatzes kann erfolgen mit Systemen wie:

- Differenzdruckmessgeräten, wie einer Durchflussdüse (Einzelheiten siehe ISO 5167:2000)
- Ultraschall-Durchflussmesser
- Wirbeldurchflussmesser

Es müssen Vorkehrungen zur Vermeidung von Messfehlern getroffen werden, die Auswirkungen auf die Emissionswertfehler haben. Zu diesen Vorkehrungen zählen das sorgfältige Anbringen des Messgeräts in der Motorauspuffanlage nach den Empfehlungen des Herstellers und guter technischer Praxis. Vor allem Motorleistung und Emissionen dürfen durch den Einbau des Geräts nicht beeinflusst werden.

Die Durchflussmesser müssen die Anforderungen an die Messgenauigkeit gemäß Tabelle 3 erfüllen.

#### Luft- und Kraftstoffmessung

Hierzu gehören die Messung des Luftdurchsatzes und des Kraftstoffdurchsatzes mit geeigneten Durchflussmessern. Die Berechnung des momentanen Abgasdurchsatzes wird wie folgt vorgenommen:

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

Die Durchflussmesser müssen die Anforderungen an die Messgenauigkeit gemäß Tabelle 3 und gleichzeitig die Anforderungen an die Messgenauigkeit für den Abgasdurchsatz erfüllen.

#### Tracergasmessung

Dazu gehört die Messung der Konzentration des Tracergases im Abgase.

Eine bekannte Menge eines Inertgases (z.B. Helium) ist als Tracergas in den Abgasstrom einzuspritzen. Das Gas wird mit dem Abgas vermischt und dadurch verdünnt, darf aber nicht im Auspuffrohr reagieren. Dann wird die Konzentration des Gases in der Abgasprobe gemessen.

Um die vollständige Vermischung des Tracergases sicherzustellen, ist die Abgasprobenahmesonde mindestens 1 m oder um das 30-fache des Durchmessers des Auspuffrohrs (es gilt der höhere Wert) unterhalb der Einspritzstelle des Tracergases anzubringen. Die Probenahmesonde kann näher an der Einspritzstelle angebracht werden, wenn die vollständige Vermischung durch Vergleich der Tracergaskonzentration mit der Bezugskonzentration bei Einspritzung des Tracergases oberhalb des Motors überprüft wird.

Der Tracergasdurchsatz ist so einzustellen, dass die Tracergaskonzentration im Leerlauf des Motors nach der Vermischung unter dem vollen Skalenendwert des Tracergasanalysegeräts liegt.

Die Berechnung des Abgasdurchsatzes wird wie folgt vorgenommen:

$$G_{EXHW} = \frac{G_T \times \rho_{EXH}}{60 \times (conc_{mix} - conc_a)}$$

In dieser Formel bedeutet:

$G_{EXHW}$	=	momentaner Abgasmassendurchsatz (kg/s)
$G_T$	=	Tracergasstrom (cm <sup>3</sup> /min)
$conc_{mix}$	=	momentane Konzentration des Tracergases nach Vermischung (ppm)
$\rho_{EXH}$	=	Abgasdichte (kg/m <sup>3</sup> )
$conc_a$	=	Hintergrundkonzentration des Tracergases in der Ansaugluft (ppm)

Die Hintergrundkonzentration des Tracergases ( $conc_a$ ) kann bestimmt werden, indem die durchschnittliche Hintergrundkonzentration unmittelbar vor und nach dem Prüflauf gemessen wird.

Liegt die Hintergrundkonzentration unter 1 % der Konzentration des Tracergases nach der Vermischung ( $conc_{mix}$ ) bei höchstem Abgasdurchsatz, kann die Hintergrundkonzentration außer acht gelassen werden.

Das gesamte System muss die Anforderungen an die Messgenauigkeit beim Abgasstrom erfüllen und ist gemäß Anlage 2 Abschnitt 1.11.2 zu kalibrieren.

#### Messung von Luftdurchsatz und Luft-Kraftstoff-Verhältnis

Dies erfordert eine Berechnung der Abgasmasse auf der Grundlage des Luftdurchsatzes und des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses. Die Berechnung des momentanen Abgasmassendurchsatzes wird wie folgt vorgenommen:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} \times \left( 1 + \frac{1}{A/F_{st} \times \lambda} \right)$$

Dabei ist:

$$A / F_{st} = 14,5$$

$$\lambda = \frac{\left( 100 - \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{2} - conc_{HC} \times 10^{-4} \right) + \left( 0,45 \cdot \frac{1 - \frac{2 \times conc_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times conc_{CO_2}}}{1 + \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times conc_{CO_2}}} \right) \times (conc_{CO_2} + conc_{CO} \times 10^{-4})}{6,9078 \times (conc_{CO_2} + conc_{CO} \times 10^{-4} + conc_{HC} \times 10^{-4})}$$

In dieser Formel bedeutet:

$A/F_{st}$	=	Stöchiometrisches Luft-Kraftstoff-Verhältnis (kg/kg)
$\lambda$	=	Relatives Luft-Kraftstoff-Verhältnis
$conc_{CO_2}$	=	CO <sub>2</sub> -Konzentration im trockenen Bezugszustand (%)
$conc_{CO}$	=	CO-Konzentration im trockenen Bezugszustand (ppm)
$conc_{HC}$	=	HC-Konzentration (ppm)

ANMERKUNG: Die Berechnung bezieht sich auf einen Dieseldieselkraftstoff mit einem H/C-Verhältnis gleich 1,8.

Der Durchflussmesser muss die Anforderungen an die Messgenauigkeit gemäß Tabelle 3 erfüllen, das verwendete CO<sub>2</sub>-Analysegerät muss die Anforderungen des Abschnitts 2.3.1 erfüllen und das gesamte System muss den Anforderungen an die Messgenauigkeit für den Abgasdurchsatz genügen.

Wahlweise können zur Messung der Luftüberschusszahl auch Messeinrichtungen für das Luft-Kraftstoff-Verhältnis vom Typ Zirkonsonde eingesetzt werden, die die Anforderungen gemäß Abschnitt 2.3.4 erfüllen.

#### 2.2.4. Durchsatz des verdünnten Abgases

Zur Berechnung der Emissionen des verdünnten Abgases muss der Massendurchsatz des verdünnten Abgases bekannt sein. Der Durchfluss des gesamten verdünnten Abgases über den Zyklus (kg/Prüfung) berechnet sich aus den Messwerten über den Zyklus und den entsprechenden Kalibrierdaten des Durchflussmessgeräts ( $I_0$  für PDP,  $K_V$  für CFV,  $C_d$  für SSV) anhand der jeweiligen in Anlage 3 Abschnitt 2.2.1 beschriebenen Verfahren. Überschreitet die Probengesamtmasse der Partikel und gasförmigen Schadstoffe 0,5 % des gesamten CVS-Durchsatzes, so ist der CVS-Durchsatz zu korrigieren oder der Strom der Partikelprobe ist vor der Durchflussmeseinrichtung zum CVS zurückzuführen.

#### 2.3. Bestimmung der gasförmigen Bestandteile

##### 2.3.1. Allgemeine Vorschriften für Analysegeräte

Die Analysegeräte müssen einen Messbereich haben, der den Anforderungen an die Genauigkeit bei der Messung der Konzentrationen der Abgasbestandteile entspricht (Abschnitt 1.4.1.1). Es wird empfohlen, die Analysegeräte so zu bedienen, dass die gemessene Konzentration zwischen 15 % und 100 % des vollen Skalenendwertes liegt.

Liegt der volle Skalenendwert bei 155 ppm (oder ppm C) oder darunter oder werden Ablesesysteme (Computer, Datenerfasser) verwendet, die unterhalb von 15 % des vollen Skalenendwertes eine ausreichende Genauigkeit und Auflösung aufweisen, sind auch Konzentrationen unter 15 % des vollen Skalenendwertes zulässig. In diesem Fall müssen zusätzliche Kalibrierungen vorgenommen werden, um die Genauigkeit der Kalibrierkurven zu gewährleisten (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 1.5.5.2).

Die elektromagnetische Verträglichkeit der Geräte muss so hoch sein, dass zusätzliche Fehler weitestgehend ausgeschlossen sind.

##### 2.3.1.1. Messfehler

Das Analysegerät darf höchstens um  $\pm 2$  % des Ablesewerts vom Nennwert jedes Kalibrierpunktes oder, falls größer, um höchstens  $\pm 0,3$  % vom Skalenendwert abweichen.

**ANMERKUNG:** Im Sinne dieses Standards wird Messgenauigkeit definiert als die Abweichung des Ablesewerts des Analysegeräts von den Nennwerten der Kalibrierpunkte unter Verwendung eines Kalibrier gases (= tatsächlicher Wert).

#### 2.3.1.2. Wiederholbarkeit

Die Wiederholbarkeit, definiert als das 2,5fache der Standardabweichung zehn wiederholter Ansprechreaktionen auf ein bestimmtes Kalibrier gas, darf höchstens  $\pm 1\%$  der vollen Skalenendkonzentration für jeden verwendeten Messbereich über 155 ppm (oder ppm C) oder  $\pm 2\%$  für jeden verwendeten Messbereich unter 155 ppm (oder ppm C) betragen.

#### 2.3.1.3. Rauschen

Das Peak-to-Peak-Ansprechen der Analysatoren auf Null- und Kalibrier gas darf während eines Zeitraums von zehn Sekunden 2 % des vollen Skalenendwertes bei allen verwendeten Bereichen nicht überschreiten.

#### 2.3.1.4. Nullpunktdrift

Die Nullpunktdrift während eines Zeitraums von einer Stunde muss weniger als 2 % des vollen Skalenendwertes beim niedrigsten verwendeten Bereich betragen. Der Nullpunkt wird definiert als mittleres Ansprechen (einschließlich Rauschen) auf ein Nullgas in einem Zeitabschnitt von 30 Sekunden.

#### 2.3.1.5. Messbereichsdrift

Die Messbereichsdrift während eines Zeitraums von einer Stunde muss weniger als 2 % des vollen Skalenendwertes beim niedrigsten verwendeten Bereich betragen. Als Messbereich wird die Differenz zwischen Kalibrierausschlag und Nullpunktwert definiert. Der Messbereichskalibrierausschlag wird definiert als mittlerer Ausschlag (einschließlich Rauschen) auf ein Messbereichskalibrier gas in einem Zeitabschnitt von 30 Sekunden.

#### 2.3.1.6. Anstiegszeit

Bei einem Abgasanalyse system für Rohabgas darf die Anstiegszeit des im Messsystem angebrachten Analysegeräts 2,5 s nicht überschreiten.

**ANMERKUNG:** Allein durch Bewertung der Ansprechzeit des Analysegeräts lässt sich nicht eindeutig bestimmen, ob das gesamte System für die dynamische Prüfung geeignet ist. Massen und insbesondere Totvolumen im System wirken sich nicht nur auf die Beförderungszeit von der Sonde zum Analysegerät, sondern auch auf die Anstiegszeit aus. Auch Beförderungszeiten innerhalb eines Analysegeräts sind als Ansprechzeit des Analysegeräts zu definieren, wie die Konverter oder Wasserabscheider in NO<sub>x</sub>-Analysegeräten. Die Bestimmung der Gesamtansprechzeit des Systems ist in Anlage 2 Abschnitt 1.11.1 erläutert.

#### 2.3.2. Gastrocknung

Es gelten die gleichen Spezifikationen wie für die NRSC-Prüfung (Abschnitt 1.4.2) wie nachstehend beschrieben.

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.

#### 2.3.3. Analysegeräte

Es gelten die gleichen Spezifikationen wie für die NRSC-Prüfung (Abschnitt 1.4.3) wie nachstehend beschrieben.

Die zu messenden Gase sind mit den nachfolgend aufgeführten Geräten zu analysieren. Bei nichtlinearen Analysatoren ist die Verwendung von Linearisierungsschaltkreisen zulässig.

##### 2.3.3.1. Kohlenmonoxid-(CO-)Analyse

Der Kohlenmonoxidanalysator muss ein nichtdispersiver Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) sein.

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

Der Kohlendioxidanalysator muss ein nichtdispersiver Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) sein.

##### 2.3.3.3. Kohlenwasserstoff-(HC-)Analyse

Der Kohlenwasserstoffanalysator muss ein beheizter Flammenionisationsdetektor (HFID) mit Detektor, Ventilen, Rohrleitungen usw. sein, der so zu beheizen ist, dass die Gastemperatur auf 463 K (190 °C)  $\pm 10$  K gehalten wird.

#### 2.3.3.4. Stickoxid-(NO<sub>x</sub>-)Analyse

Der Stickoxidanalysator muss ein Chemilumineszenzanalysator (CLD) oder beheizter Chemilumineszenzanalysator (HCLD) mit einem NO<sub>2</sub>/NO-Konverter sein, wenn die Messung im trockenen Bezugszustand erfolgt. Bei Messung im feuchten Bezugszustand ist ein auf über 328 K (55 °C) gehaltener HCLD mit Konverter zu verwenden, vorausgesetzt, die Prüfung auf Wasserdampferempfindlichkeit (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 1.9.2.2) ist erfüllt.

Sowohl für CLD als auch für HCLD muss der Probenweg bis zum Konverter (bei Messung im trockenen Bezugszustand) bzw. bis zum Analysegerät (bei Messung im feuchten Bezugszustand) auf einer Wandtemperatur von über 328 bis 473 K (55°C bis 200°C) gehalten werden.

#### 2.3.4. Messung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses

Bei der zur Bestimmung des Abgasdurchsatzes gemäß Abschnitt 2.2.3 verwendeten Messeinrichtung für das Luft-Kraftstoff-Verhältnis muss es sich um eine Breitband-Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Sonde oder eine Zirkon-Lambdasonde handeln.

Die Sonde ist unmittelbar am Auspuffrohr anzubringen, wo die Abgastemperatur so hoch ist, dass keine Wasserkondensation auftritt.

Die Messgenauigkeit der Sonde mit eingebauter Elektronik muss liegen zwischen:

± 3 % des Ablesewerts       $\lambda < 2$

± 5 % des Ablesewerts       $2 \leq \lambda < 5$

± 10 % des Ablesewerts       $5 \leq \lambda$

Um die vorstehend genannte Messgenauigkeit zu erfüllen, ist die Sonde entsprechend den Angaben des Herstellers zu kalibrieren.

#### 2.3.5. Probenahme von Emissionen gasförmiger Schadstoffe

##### 2.3.5.1. Rohabgasdurchsatz

Für die Berechnung der Emissionen im Rohabgas gelten die gleichen Spezifikationen wie für den NRSC-Test (Abschnitt 1.4.4) wie nachstehend beschrieben.

Die Probenahmesonden für gasförmige Emissionen müssen so angebracht sein, dass sie mindestens 0,5 m oder um das Dreifache des Durchmessers des Auspuffrohrs (je nachdem, welcher Wert höher ist) oberhalb vom Austritt der Auspuffanlage - soweit zutreffend - entfernt sind und sich so nahe am Motor befinden, dass eine Abgastemperatur 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 einem Mehrzylindermotor mit einzelnen Gruppen von Auspuffkrümmern, wie z. B. bei einem V-Motor, ist die Entnahme individueller Proben von jeder Gruppe und die Berechnung der durchschnittlichen Abgasemission zulässig. Es können auch andere Methoden angewandt werden, die den obigen Methoden nachweislich entsprechen. Bei der Berechnung der Abgasemissionen ist der gesamte Abgasmassendurchsatz des Motors zugrunde zu legen.

Wird die Zusammensetzung des Abgases durch eine Anlage zur Abgasnachbehandlung beeinflusst, so muss die Abgasprobe bei Prüfungen der Stufe I vor dieser Anlage und bei Prüfungen der Stufe II hinter dieser Anlage entnommen werden.

##### 2.3.5.2. Durchsatz des verdünnten Abgases

Wird ein Vollstrom-Verdünnungssystem verwendet, so gelten die folgenden Spezifikationen.

Das Auspuffrohr zwischen dem Motor und dem Vollstrom-Verdünnungssystem muss den Bestimmungen von Anhang VI entsprechen.

Die Probenahmesonde(n) für gasförmige Emissionen ist/sind im Verdünnungstunnel an einer Stelle, wo Verdünnungsluft und Abgase gut vermischt sind, und nahe der Partikel-Probenahmesonde angebracht sein.

Die Probenahme kann in der Regel auf zwei Arten erfolgen:

- die Schadstoffproben werden über den gesamten Prüfzyklus hinweg in einen Probenahmebeutel geleitet und nach Abschluss der Prüfung gemessen
- die Schadstoffproben werden über den gesamten Prüfzyklus hinweg fortlaufend entnommen und integriert; für HC und NO<sub>x</sub> ist diese Methode vorgeschrieben.

Die Hintergrundkonzentrationen werden oberhalb des Verdünnungstunnels in einen Probenahmebeutel geleitet und von der Emissionskonzentration gemäß Anlage 3 Abschnitt 2.2.3 subtrahiert.

#### 2.4. Bestimmung der Partikel

Die Bestimmung der Partikel erfordert ein Verdünnungssystem. Die Verdünnung kann mit einem Teilstrom- oder Vollstrom-Verdünnungssystem erfolgen. Die Durchflussleistung des Verdünnungssystems muss so groß sein, dass keine Wasserkondensation im Verdünnungs- und Probenahmesystem auftritt und dass die Temperatur des verdünnten Abgases unmittelbar oberhalb der Filterhalter zwischen 315 K (42 °C) und 325 K (52 °C) gehalten werden kann. Bei hoher Luftfeuchtigkeit ist es zulässig, die Verdünnungsluft vor Eintritt in das Verdünnungssystem zu entfeuchten. Bei einer Umgebungstemperatur von weniger als 293 K (20 °C) wird ein Vorheizen der Verdünnungsluft über den Temperaturgrenzwert von 303 K (30 °C) hinaus empfohlen. Jedoch darf die Temperatur der Verdünnungsluft vor der Einleitung des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht überschreiten.

Die Partikel-Probenahmesonde muss sich nahe der Probenahmesonde für die gasförmigen Emissionen befinden und die Einrichtung muss den Vorschriften in Abschnitt 2.3.5 entsprechen.

Zur Bestimmung der Partikelmasse werden ein Partikel-Probenahmesystem, Partikel-Probenahmefilter, eine Mikrogramm-Waage und eine Wägekammer mit kontrollierter Temperatur und Luftfeuchtigkeit benötigt.

##### Spezifikationen für das Teilstrom-Verdünnungssystem

Das Teilstrom-Verdünnungssystem muss so beschaffen sein, dass eine Teilung des Abgasstroms erfolgt, wobei der kleinere Teil mit Luft verdünnt und anschließend zur Partikelmessung verwendet wird. Demzufolge ist eine sehr genaue Bestimmung des Verdünnungsverhältnisses erforderlich. Es können verschiedene Teilungsmethoden verwendet werden, wobei die Art der Teilung wesentlichen Einfluss auf die zu verwendenden Probenahmegeräte und -verfahren hat (Anhang VI Abschnitt 1.2.1.1).

Zur Regelung eines Teilstrom-Verdünnungssystems ist eine schnelle Systemansprechzeit erforderlich. Die Umwandlungszeit des Systems ist nach dem in Anlage 2 Abschnitt 1.11.1 beschriebenen Verfahren zu bestimmen.

Liegt die kombinierte Umwandlungszeit des Abgasdurchflusssystemes (siehe vorstehender Abschnitt) und des Teilstromsystems unter 0,3 s, so können online-Kontrollsysteme verwendet werden. Überschreitet die Transformationszeit 0,3 s muss eine auf einem zuvor aufgezeichneten Prüflauf basierende Look-Ahead-Funktion verwendet werden. In diesem Fall muss die Anstiegszeit  $\leq 1$  s und die Verzögerungszeit der Kombination  $\leq 10$  s betragen.

Die Gesamtansprechzeit des Systems ist so zu gestalten, dass eine repräsentative Partikelprobe  $G_{SE}$  proportional zum Abgasmassendurchsatz gewährleistet ist. Zur Bestimmung der Proportionalität ist eine Regressionsanalyse  $G_{SE}$ - $G_{EXHW}$  mit einer Datenerfassungsrate von mindestens 5 Hz durchzuführen, wobei folgende Kriterien erfüllt sein müssen:

- Der Korrelationskoeffizient  $r^2$  der linearen Regression zwischen  $G_{SE}$  und  $G_{EXHW}$  darf nicht geringer als 0,95 sein.
- Die Standardabweichung vom Schätzwert von  $G_{SE}$  über  $G_{EXHW}$  darf 5 % von  $G_{SE}$  max. nicht überschreiten.
- $G_{SE}$ -Achsenabschnitt der Regressionsgeraden darf  $\pm 2$  % von  $G_{SE}$  max. nicht überschreiten.

Wahlweise kann eine Vorprüfung durchgeführt werden und der Abgasmassendurchsatzsignalgeber der Vorprüfung kann zur Regelung des Probenstroms in das Partikelsystem verwendet werden ("Look-Ahead-Funktion"). Ein solches Verfahren ist vorgeschrieben, wenn die Umwandlungszeit des Partikelsystems,  $t_{50,P}$  oder/und die Umwandlungszeit des Abgasmassendurchsatzsignalgebers,  $t_{50,F} > 0,3$  s betragen. Eine ordnungsgemäße Regelung des Teilstrom-Verdünnungssystems erzielt man, wenn die Zeitspur von  $G_{EXHW,pre}$  aus der Vorprüfung, die  $G_{SE}$  regelt, um eine "Look-Ahead"-Zeit von  $t_{50,P} + t_{50,Fs}$  verschoben wird.

Zur Ermittlung der Korrelation zwischen  $G_{SE}$  und  $G_{EXHW}$  sind die während der tatsächlichen Prüfung gesammelten Daten zu verwenden, wobei  $G_{EXHW}$  um  $t_{50,P}$  bezogen auf  $G_{SE}$  zeitlich angeglichen wird (kein Einfluss von  $t_{50,P}$  auf die zeitliche Angleichung). Das heißt, die Zeitverschiebung zwischen  $G_{EXHW}$  und  $G_{SE}$  ist die Differenz ihrer Umwandlungszeiten, die gemäß Anlage 2 Abschnitt 2.6 bestimmt wurden.

Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen ist die Genauigkeit des Probenstroms  $G_{SE}$  von besonderer Bedeutung, die zwar nicht direkt gemessen, sondern durch Differenzdruckmessung bestimmt wird:

$$G_{SE} = G_{TOTW} - G_{DILW}$$

In diesem Fall ist eine Genauigkeit von  $\pm 2\%$  für  $G_{TOTW}$  und  $G_{DILW}$  nicht ausreichend, um annehmbare Genauigkeit von  $G_{SE}$  sicherzustellen. Wird die Gasströmung durch Differenzdruckmessung bestimmt, so darf der Fehler der Differenz höchstens so groß sein, dass die Genauigkeit von  $G_{SE}$  innerhalb einer Toleranz von  $\pm 5\%$  liegt, wobei das Verdünnungsverhältnis weniger als 15 beträgt. Die Berechnung kann durch Bilden der mittleren Quadratwurzel der Fehler jedes Geräts erfolgen.

Annehmbare Genauigkeit von  $G_{SE}$  kann mit einer der folgenden Methoden erzielt werden:

- Die absolute Genauigkeit von  $G_{TOTW}$  und  $G_{DILW}$  beträgt  $\pm 0,2\%$ , wodurch eine Genauigkeit für  $G_{SE}$  von  $\leq 5\%$  bei einem Verdünnungsverhältnis von 15 gewährleistet ist. Bei höheren Verdünnungsverhältnissen treten jedoch größere Fehler auf.
- Die Kalibrierung von  $G_{DILW}$  im Verhältnis zu  $G_{TOTW}$  erfolgt so, dass die gleiche Genauigkeit für  $G_{SE}$  wie unter a) erreicht wird. Einzelheiten dieser Kalibrierung sind Anlage 2 Abschnitt 2.6 zu entnehmen.
- Die Genauigkeit von  $G_{SE}$  wird indirekt durch die Genauigkeit des durch ein Tracer gas, z.B.  $\text{CO}_2$ , bestimmten Verdünnungsverhältnisses bestimmt. Auch hier ist eine der Methode a) für  $G_{SE}$  äquivalente Genauigkeit erforderlich.
- Die absolute Genauigkeit von  $G_{TOTW}$  und  $G_{DILW}$  beträgt  $\pm 2\%$  des vollen Skalenendwertes, der Fehler der Differenz zwischen  $G_{TOTW}$  und  $G_{DILW}$  beträgt höchstens  $0,2\%$  und der Linearitätsfehler beträgt  $\pm 0,2\%$  des während der Prüfung beobachteten höchsten  $G_{TOTW}$ .

#### 2.4.1. Partikel-Probenahmefilter

##### 2.4.1.1. Spezifikation der Filter

Für die Zertifizierungsprüfungen werden fluorkohlenstoffbeschichtete Glasfaserfilter oder Fluorkohlenstoffmembranfilter benötigt. Für besondere Anwendungen können andere Filtermaterialien verwendet werden. Bei allen Filtertypen muss der Abscheidegrad von  $0,3\ \mu\text{m}$  DOP (Dioctylphthalat) bei einer Anströmgeschwindigkeit des Gases zwischen 35 und 100 cm/s mindestens 99 % betragen. Werden Korrelationstests zwischen Prüfstellen oder zwischen einem Hersteller und einer Genehmigungsbehörde durchgeführt, so sind Filter von gleicher Qualität zu verwenden.

##### 2.4.1.2. Filtergröße

Die Partikelfilter müssen einen Mindestdurchmesser von 47 mm haben (37 mm wirksamer Durchmesser). Filter mit größerem Durchmesser sind zulässig (Abschnitt 2.4.1.5).

##### 2.4.1.3. Haupt- und Nachfilter

Die verdünnten Abgase werden während der Prüffolge durch ein hintereinander angeordnetes Filterpaar (Hauptfilter und Nachfilter) geleitet. Das Nachfilter darf nicht weiter als 100 mm hinter dem Hauptfilter liegen und dieses nicht berühren. Die Filter können getrennt oder paarweise - die wirksamen Seiten einander zugekehrt - gewogen werden.

##### 2.4.1.4. Filteranströmgeschwindigkeit

Eine Gasanströmgeschwindigkeit durch den Filter von 35 bis 100 cm/s muss erreicht werden. Der Druckabfall darf zwischen Beginn und Ende der Prüfung um nicht mehr als 25 kPa zunehmen.

##### 2.4.1.5. Filterbeladung

Die empfohlenen minimalen Filterbeladungen für die gebräuchlichsten Filtergrößen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen. Für größere Filter beträgt die minimale Filterbeladung  $0,065\ \text{mg}/1000\ \text{mm}^2$  Filterbereich.

Filterdurchmesser (mm)	Empfohlener Durchmesser des wirksamen Filterbereichs (mm)	Empfohlene minimale Filterbeladung (mg)
47	37	0,11
70	60	0,25
90	80	0,41
110	100	0,62

## 2.4.2. Spezifikation für die Wägekammer und die Analysenwaage

### 2.4.2.1. Bedingungen für die Wägekammer

Die Temperatur der Kammer (oder des Raumes), in der (dem) die Partikelfilter konditioniert und gewogen werden, ist während der gesamten Dauer des Konditionierungs- und Wägevorgangs auf  $295\text{ K } (22\text{ °C}) \pm 3\text{ K}$  zu halten. Die Luftfeuchtigkeit ist auf einem Taupunkt von  $282,5\text{ K } (9,5\text{ °C}) \pm 3\text{ K}$  und auf einer relativen Feuchtigkeit von  $45 \pm 8\%$  zu halten.

### 2.4.2.2. 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 2.4.2.1 dargelegten Spezifikationen für den Wägeraum sind zulässig, wenn ihre Dauer 30 Minuten nicht überschreitet. Der Wägeraum soll den vorgeschriebenen Spezifikationen entsprechen, ehe das Personal ihn betritt. Wenigstens zwei unbenutzte Vergleichsfilter oder Vergleichsfilterpaare sind vorzugsweise gleichzeitig mit den Probenahmefiltern zu wägen, höchstens jedoch in einem Abstand von vier Stunden zu diesen. Die Vergleichsfilter müssen dieselbe Größe haben und aus demselben Material bestehen wie die Probenahmefilter.

Wenn sich das Durchschnittsgewicht der Vergleichsfilter(-paare) bei den Wägungen der Probenahmefilter um mehr als  $10\text{ }\mu\text{g}$  ändert, sind alle Probenahmefilter zu entfernen, und die Abgasemissionsprüfung ist zu wiederholen.

Wenn die unter Abschnitt 2.4.2.1 angegebenen Stabilitätskriterien für den Wägeraum nicht erfüllt sind, aber bei der Wägung des Vergleichsfilters(-filterpaares) die obigen Kriterien eingehalten wurden, kann der Hersteller 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.

### 2.4.2.3. Analysenwaage

Die zur Bestimmung der Gewichte sämtlicher Filter benutzte Analysenwaage muss eine Genauigkeit (Standardabweichung) von  $2\text{ }\mu\text{g}$  und eine Auflösung von  $1\text{ }\mu\text{g}$  (1 Stelle =  $1\text{ }\mu\text{g}$ ) haben (nach Angaben des Waagenherstellers).

### 2.4.2.4. Vermeidung elektrostatischer Reaktionen

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

## 2.4.3. Zusatzbestimmungen für die Partikelmessung

Alle mit den Rohabgasen oder verdünnten Abgasen in Berührung kommenden Teile des Verdünnungssystems und des Probenahmesystems vom Auspuffrohr bis zum Filterhalter sind so auszulegen, dass die Ablagerung der Partikel darauf und die Veränderung der Partikel so gering wie möglich gehalten werden. Alle Teile müssen aus elektrisch leitendem Material bestehen, das mit den Bestandteilen der Abgase keine Verbindung eingeht; es muss zur Vermeidung elektrostatischer Reaktionen geerdet sein."

### 6) Anlage 2 wird wie folgt geändert:

#### a) Die Überschrift erhält folgende Fassung:

"ANLAGE 2

KALIBRIERUNGSVERFAHREN (NRSC, NRTC<sup>1</sup>)"

#### b) Abschnitt 1.2.2 wird wie folgt geändert:

Nach dem bisherigen Wortlaut wird Folgendes angefügt:

"Dabei müssen zur Mischung verwendete Primärgase auf mindestens  $\pm 1\%$  bekannt sein und auf nationale oder internationale Gasnormen rückführbar sind. Die Überprüfung ist bei jeder mit Hilfe einer Mischvorrichtung vorgenommenen Kalibrierung bei 15 bis 50 % des vollen Skalenendwertes durchzuführen. Eine zusätzliche Überprüfung unter Verwendung eines anderen Kalibriergases kann durchgeführt werden, wenn die erste Überprüfung fehlgeschlagen ist.

<sup>1</sup> Das Kalibrierungsverfahren ist gleich für die NRSC- und die NRTC Prüfung, mit Ausnahme der in den Abschnitten 1.11 und 2.6 genannten Anforderungen.

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 angeschlossenen Kalibriergas einzustellen. Die Mischvorrichtung ist bei den verwendeten Einstellungen zu überprüfen, und der Nennwert ist mit der gemessenen Konzentration des Instruments zu vergleichen. Die Differenz muss in jedem Punkt innerhalb von  $\pm 1\%$  des Nennwertes liegen.

Andere Methoden können nach guter technischer Praxis und vorheriger Zustimmung der beteiligten Parteien verwendet werden.

ANMERKUNG: Zur Erstellung der genauen Kalibrierkurve des Analysegeräts wird ein Präzisionsgasteiler mit einer Genauigkeit von  $\pm 1\%$  empfohlen. Der Gasteiler ist vom Gerätehersteller zu kalibrieren."

c) Abschnitt 1.5.5.1 wird wie folgt geändert:

i) Satz 1 erhält folgende Fassung:

"Die Kalibrierkurve des Analysegerätes wird mit Hilfe von mindestens sechs Kalibrierpunkten (außer Null) ermittelt, die in möglichst gleichen Abständen angeordnet sein sollen."

ii) Der dritte Gedankenstrich erhält folgende Fassung:

"Die Kalibrierkurve darf höchstens um  $\pm 2\%$  vom Nennwert jedes Kalibriergases und höchstens um  $\pm 0,3\%$  des vollen Skalenendwertes bei Null abweichen."

d) Abschnitt 1.5.5.2 letzter Gedankenstrich erhält folgende Fassung:

"Die Kalibrierkurve darf vom Nennwert jedes Kalibrierpunktes um höchstens  $\pm 4\%$  und vom vollen Skalenendwert bei Null um höchstens  $\pm 0,3\%$  abweichen."

e) Abschnitt 1.8.3 erhält folgende Fassung:

"Die Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit ist bei Inbetriebnahme eines Analysegeräts und nach wesentlichen Wartungsterminen vorzunehmen.

Es ist ein Bereich zu wählen, in dem die Prüfgase für die Sauerstoffquerempfindlichkeit in die oberen 50 % fallen. Die Prüfung ist bei der wie erforderlich eingestellten Ofentemperatur durchzuführen.

#### 1.8.3.1. Prüfgase für die Sauerstoffquerempfindlichkeit

Die Prüfgase für die Sauerstoffquerempfindlichkeit müssen Propan mit 350 ppmC  $\pm$  75 ppmC Kohlenwasserstoff enthalten. Der Konzentrationswert ist unter Berücksichtigung der Kalibriergastoleranzen durch chromatographische Analyse der Kohlenwasserstoffe insgesamt mit Unreinheiten oder durch dynamisches Mischen zu bestimmen. Stickstoff muss der vorherrschende Verdünner mit dem Restsauerstoff sein. Für die Prüfung von Dieselmotoren sind folgende Mischungen erforderlich:

O <sub>2</sub> -Konzentration	Rest
21 (20 bis 22)	Stickstoff
10 (9 bis 11)	Stickstoff
5 (4 bis 6)	Stickstoff

#### 1.8.3.2. Verfahren

a) Das Analysegerät ist auf Null einzustellen.

b) Das Analysegerät ist mit der 21 %-Sauerstoffmischung zu kalibrieren.

- c) Der Nullpunktwert ist erneut zu überprüfen. Bei einer Veränderung von mehr als  $\pm 0,5\%$  des Skalenendwertes sind die Buchstaben a) und b) zu wiederholen.
- d) Die Prüfgase für die Sauerstoffempfindlichkeit in den Gemischen 5 %- und 10 %- sind einzuleiten.
- e) Der Nullpunktwert ist erneut zu überprüfen. Bei einer Veränderung von mehr als  $\pm 1\%$  des Skalenendwertes ist die Prüfung zu wiederholen.
- f) Für jedes Gemisch in Buchstabe d) ist die Sauerstoffquerempfindlichkeit (%O<sub>2</sub>I) wie folgt zu berechnen:

$$O_2I = \frac{(B - C)}{B} \cdot 100$$

A = Kohlenwasserstoffkonzentration (ppmC) des in Buchstabe b) verwendeten Kalibrierungsgases

B = Kohlenwasserstoffkonzentration (ppmC) der in Punkt d) dieses Abschnitts verwendeten Prüfgase für die Sauerstoffquerempfindlichkeit

C = Ansprechen des Analysators

$$(ppmC) = \frac{A}{D}$$

D = Prozent des vollen Skalenendwertes des Ansprechens des Analysators aufgrund von A

- g) Die Sauerstoffquerempfindlichkeit in % (%O<sub>2</sub>I) muss weniger  $\pm 3,0\%$  für alle vorgeschriebenen Prüfgase der Sauerstoffquerempfindlichkeit vor der Prüfung betragen.
  - h) Ist die Sauerstoffquerempfindlichkeit größer als  $\pm 3,0\%$ , ist der Luftdurchsatz ober- und unterhalb der Angaben des Herstellers stufenweise zu justieren, wobei Abschnitt 1.8.1 für jeden Durchsatz zu wiederholen ist.
  - i) Ist die Sauerstoffquerempfindlichkeit nach der Justierung des Luftdurchsatzes größer als  $\pm 3,0\%$ , sind der Kraftstoffdurchsatz und danach der Durchsatz der Probe zu variieren, wobei Abschnitt 1.8.1 für jede neue Anordnung zu wiederholen ist.
  - j) Ist die Sauerstoffquerempfindlichkeit weiterhin größer als  $\pm 3,0\%$ , müssen der Analysator, der FID-Brennstoff oder die Brennerluft vor der Prüfung repariert bzw. ausgetauscht werden. Anschließend ist dieser Abschnitt mit den ausgetauschten bzw. reparierten Geräten zu wiederholen.
- f) Der derzeitige Abschnitt 1.9.2.2 wird wie folgt geändert:
- i) Absatz 1 erhält folgende Fassung:
 

"Diese Überprüfung gilt nur für Konzentrationsmessungen des feuchten Gases. Bei der Berechnung der Wasserdampf-Querempfindlichkeit ist die Verdünnung des NO-Kalibrierungsgases mit Wasserdampf und die Skalierung der Wasserdampfkonzentration des Gemischs im Vergleich zu der während der Prüfung erwarteten Konzentration zu berücksichtigen. Ein NO-Kalibrierungsgas mit einer Konzentration von 80 bis 100 % des vollen Skalenendwertes des normalen Betriebsbereichs ist durch den (H)CLD zu leiten und der NO-Wert als D aufzuzeichnen. Das NO-Gas muss bei Raumtemperatur durch Wasserperlen und durch den (H)CLD geleitet werden, und der NO-Wert ist als C aufzuzeichnen. Die Wassertemperatur ist zu bestimmen und als F aufzuzeichnen. Der Sättigungsdampfdruck des Gemischs, der der Temperatur des Wassers in der Waschflasche (F) entspricht, ist zu bestimmen und als G aufzuzeichnen. Die Wasserdampfkonzentration (in %) des Gemischs ist wie folgt zu berechnen:"
  - ii) Absatz 3 erhält folgende Fassung:
 

"und als De aufzuzeichnen. Bei Dieselaugasen ist die maximale bei der Prüfung erwartete Wasserdampfkonzentration im Abgas (in %) anhand der Konzentration des unverdünnten CO<sub>2</sub>-Kalibrierungsgases (A, wie nach Abschnitt 1.9.2.1 gemessen) - ausgehend von einem Atomverhältnis H/C des Kraftstoffs von 1,8 zu 1 - wie folgt zu schätzen:"

g) Folgender Abschnitt wird eingefügt:

"1.11. Zusätzliche Kalibrierungsvorschriften für Rohabgasmessungen bei der NRTC-Prüfung

1.11.1. Prüfung der Ansprechzeit des Analysystems

Zur Bewertung der Ansprechzeit werden die gleichen Systemeinstellungen wie bei der Messung des Prüflaufs (d.h. Druck, Durchsatz, Filtereinstellungen des Analysegeräts und alle übrigen Einflüsse auf die Ansprechzeit) verwendet. Die Bestimmung der Ansprechzeit erfolgt durch Gasumstellung direkt am Einlass der Probenahmesonde. Die Gasumstellung muss in weniger als 0,1 Sekunden erfolgen. Die für die Prüfung verwendeten Gase müssen eine Konzentrationsänderung von mindestens 60 % des vollen Skalenendwertes bewirken.

Die Konzentrationsspur jedes einzelnen Gasbestandteils ist aufzuzeichnen. Die Ansprechzeit ist definiert als die zeitliche Differenz zwischen der Gasumstellung und der entsprechenden Veränderung der aufgezeichneten Konzentration. Die Ansprechzeit des Systems ( $t_{90}$ ) setzt sich zusammen aus der Verzögerungszeit bis zum Messdetektor und der Anstiegszeit des Detektors. Die Verzögerungszeit ist definiert als die Zeit von der Veränderung ( $t_0$ ) bis zum Ansprechen bei 10 % des endgültigen Ablesewertes ( $t_{10}$ ). Die Anstiegszeit ist definiert als die Ansprechzeit zwischen 10 % und 90 % des endgültigen Ablesewertes ( $t_{90} - t_{10}$ ).

Für die zeitliche Angleichung des Analysegeräts und des Abgasstromsignalgebers bei der Rohabgasmessung ist die Umwandlungszeit definiert als die Zeit von der Veränderung ( $t_0$ ) bis zu dem Zeitpunkt, an dem das Ansprechen bei 50 % des endgültigen Ablesewertes ( $t_{50}$ ) liegt.

Die Ansprechzeit des Systems muss für alle verwendeten Bestandteile (CO, NO<sub>x</sub>, HC) und alle Bereiche  $\leq 10$  Sekunden bei einer Anstiegszeit von  $\leq 2,5$  Sekunden betragen.

1.11.2. Kalibrierung des Tracergas-Analysators für die Messung des Abgadurchsatzes

Der Analysator für die Messung der Tracergaskonzentration ist unter Verwendung des Kalibriergases zu kalibrieren.

Die Kalibrierkurve muss aus mindestens 10 Kalibrierpunkten (Nullpunkt ausgenommen) erstellt werden, die so angeordnet sein sollen, dass die Hälfte der Kalibrierpunkte zwischen 4 und 20 % des vollen Skalenendwertes des Analysators und der Rest zwischen 20 und 100 % des vollen Skalenendwertes liegt. Die Kalibrierkurve wird nach der Methode der Fehlerquadrate berechnet.

Die Kalibrierkurve darf im Bereich von 20 % bis 100 % des vollen Skalenendwertes höchstens um  $\pm 1$  % des vollen Skalenendwertes vom Nennwert jedes Kalibrierpunktes abweichen. Im Bereich von 4 % bis 20 % des vollen Skalenendwertes darf sie zudem höchstens  $\pm 2$  % vom Nennwert abweichen.

Vor dem Prüflauf ist der Analysator auf Null einzustellen und zu kalibrieren; dazu ist ein Nullgas und ein Kalibriergas zu verwenden, dessen Nennwert mehr als 80 % des vollen Skalenendwertes des Analysators beträgt."

h) Abschnitt 2.2 erhält folgende Fassung:

"2.2. Die Kalibrierung der Gasströmungsmesser oder Durchflussmengenmessgeräte muss auf nationale und/oder internationale Normen rückführbar sein.

Der Fehler des gemessenen Wertes darf höchstens  $\pm 2$  % des Ablesewertes betragen.

Bei Teilstrom-Verdünnungssystemen ist die Genauigkeit des Probenstroms  $G_{SE}$  von besonderer Bedeutung, die zwar nicht direkt gemessen, sondern durch Differenzdruckmessung bestimmt wird:

$$G_{SE} = G_{TOTW} - G_{DILW}$$

In diesem Fall ist eine Genauigkeit von  $\pm 2$  % für  $G_{TOTW}$  und  $G_{DILW}$  nicht ausreichend, um annehmbare Genauigkeit von  $G_{SE}$  sicherzustellen. Wird die Gasströmung durch Differenzdruckmessung bestimmt, so darf der Fehler der Differenz höchstens so groß sein, dass die Genauigkeit von  $G_{SE}$  innerhalb einer Toleranz von  $\pm 5$  % liegt, wobei das Verdünnungsverhältnis weniger als 15 beträgt. Die Berechnung kann durch Bilden der mittleren Quadratwurzel der Fehler jedes Geräts erfolgen."

i) Folgender Abschnitt wird angefügt:

"2.6. Zusätzliche Kalibrierung bei Teilstrom-Verdünnungssystemen

## 2.6.1. Periodische Kalibrierung

Wird die Gasprobenströmung durch Differenzdruckmessung bestimmt, so müssen der Strömungsmesser oder das Durchflussmessgerät nach einem der folgenden Verfahren kalibriert werden, so dass der Probenstrom  $G_{SE}$  in den Tunnel den Anforderungen an die Messgenauigkeit gemäß Anlage I Abschnitt 2.4 entspricht.

Der Durchflussmesser für  $G_{DILW}$  wird in Reihe geschaltet mit dem Durchflussmesser für  $G_{TOTW}$ , die Differenz zwischen den beiden Durchflussmessern wird für mindestens 5 Sollwerte kalibriert, wobei die Durchflusswerte äquidistant zwischen dem niedrigsten bei der Prüfung verwendeten  $G_{DILW}$ -Wert und dem bei der Prüfung verwendeten  $G_{TOTW}$ -Wert liegen. Der Verdünnungstunnel kann umgangen werden.

Ein kalibriertes Massendurchsatzmessgerät wird in Reihe geschaltet mit dem Durchflussmesser für  $G_{TOTW}$  und die Genauigkeit des für die Prüfung verwendeten Wertes wird geprüft. Dann wird das kalibrierte Massendurchsatzmessgerät in Reihe geschaltet mit dem Durchflussmesser für  $G_{DILW}$ , und die die Genauigkeit wird für mindestens 5 dem Verdünnungsverhältnis zwischen 3 und 50 entsprechende Einstellungen (bezogen auf den bei der Prüfung verwendeten  $G_{TOTW}$ ) geprüft.

Das Übertragungsrohr TT wird vom Auspuff entfernt und ein kalibriertes Durchflussmessgerät mit einer zur Messung von  $G_{SE}$  geeigneten Reichweite wird an das Übertragungsrohr angeschlossen. Dann wird  $G_{TOTW}$  auf den bei der Prüfung verwendeten Wert eingestellt und  $G_{DILW}$  fortlaufend auf mindestens 5 den Verdünnungsverhältnissen  $q$  zwischen 3 und 50 entsprechende Werte eingestellt. Alternativ kann eine spezielle Kalibrierstrombahn bereitgestellt werden, bei der der Tunnel umgangen wird, aber die gesamte und die verdünnte Luft durch die entsprechenden Messer wie bei der tatsächlichen Prüfung geleitet werden.

Ein Tracergas wird in das Übertragungsrohr TT geleitet. Dieses Tracergas kann ein Abgasbestandteil sein, etwa  $CO_2$  oder  $NO_x$ . Nach der Verdünnung im Tunnel wird der Tracergasbestandteil gemessen. Dies erfolgt bei 5 Verdünnungsverhältnissen zwischen 3 und 50. Die Genauigkeit des Probenstroms wird durch das Verdünnungsverhältnis  $q$  bestimmt:

$$G_{SE} = G_{TOTW} / q$$

Die Genauigkeit der Gasanalysegeräte ist bei der Garantie der Genauigkeit von  $G_{SE}$  zu berücksichtigen.

## 2.6.2. Prüfung des Kohlenstoffdurchsatzes

Eine Prüfung des Kohlenstoffdurchsatzes unter Verwendung tatsächlicher Abgase wird nachdrücklich empfohlen zur Aufdeckung von Mess- und Regelungsproblemen und zur Überprüfung des ordnungsgemäßen Betriebs des Teilstrom-Verdünnungssystems. Die Prüfung des Kohlenstoffdurchsatzes ist mindestens jedes Mal durchzuführen, wenn ein neuer Motor eingebaut wird oder sich die Konfiguration der Prü fzelle entscheidend ändert.

Der Motor ist bei Vollast-Drehmoment und -drehzahl oder jeder anderen stationären Betriebsphase, bei der 5 % oder mehr  $CO_2$  entstehen, zu betreiben. Das Probenahme-Teilstrom-Verdünnungssystem ist mit einem Verdünnungsfaktor von etwa 15:1 zu betreiben.

## 2.6.3. Kontrollen vor der Prüfung

Eine Kontrolle vor der Prüfung ist innerhalb von 2 Stunden vor dem Prüflauf folgendermaßen durchzuführen:

Die Genauigkeit der Durchflussmesser ist nach derselben Methode zu prüfen, die für die Kalibrierung von mindestens zwei Punkten verwendet wird, einschließlich der Durchsatzwerte von  $G_{DILW}$ , die den Verdünnungsverhältnissen zwischen 5 und 15 für den in der Prüfung verwendeten  $G_{TOTW}$ -Wert entsprechen.

Falls anhand der Aufzeichnungen des vorstehend beschriebenen Kalibrierungsverfahrens bewiesen werden kann, dass die Kalibrierung des Durchflussmessers über einen längeren Zeitraum stabil ist, kann auf die Kontrolle vor der Prüfung verzichtet werden.

## 2.6.4. Bestimmung der Umwandlungszeit

Die Systemeinstellungen für die Bewertung der Umwandlungszeit sind die gleichen wie bei der Messung des Prüflaufs. Die Umwandlungszeit wird anhand folgender Methode bestimmt:

Ein unabhängiger Bezugsdurchflussmesser mit einem dem Sondenstrom angemessenen Messbereich wird mit der Sonde in Reihe geschaltet und an sie angeschlossen. Dieser Durchflussmesser muss über eine Umwandlungszeit von unter 100 ms für die bei der Messung der Ansprechzeit verwendeten

Verdünnungsschritte sowie einen Strömungswiderstand verfügen, der gering genug ist, um sich nicht auf die dynamische Leistung des Teilstrom-Verdünnungssystems auszuwirken, und der guter technischer Praxis entspricht.

Der Abgasdurchsatz des Teilstrom-Verdünnungssystems (oder der Luftdurchsatz, wenn der Abgasdurchsatz berechnet wird) wechselt sprunghaft, von niedrigem Durchfluss bis auf mindestens 90 % des vollen Skalenendwertes. Der Auslöser für den Schrittwechsel sollte der gleiche sein, wie er zum Start der Look-Ahead-Funktion bei der tatsächlichen Prüfung verwendet wird. Das Eingangssignal des Abgasverdünnungsschritts und das Ansprechen des Durchflussmessers sind mit einer Abtastfrequenz von mindestens 10 Hz aufzuzeichnen.

Anhand dieser Daten ist die Umwandlungszeit für das Teilstrom-Verdünnungssystem zu bestimmen, d.h. die Zeit vom Beginn Eingangssignals des Verdünnungsschritts bis zu dem Punkt, an dem der Durchflussmesser zu 50 % anspricht. In gleicher Weise sind die Umwandlungszeiten des  $G_{SE}$ -Signals des Teilstrom-Verdünnungssystems und des  $G_{EXHW}$ -Signals des Abgasdurchflussmessers zu bestimmen. Diese Signale werden bei den nach jeder Prüfung durchgeführten Regressionsprüfungen verwendet (Anlage I Abschnitt 2.4).

Die Berechnung muss für mindestens 5 Anstiegs- und Abfallstimuli wiederholt und aus den Ergebnissen ein Mittelwert gebildet werden. Die interne Transformationszeit (< 100 ms) des Bezugsdurchflussmessers ist von diesem Wert zu subtrahieren. Dies ist der "look-ahead"-Wert des Teilstromverdünnungssystems, der gemäß Anlage I Abschnitt 2.4 anzuwenden ist."

7) Folgender Abschnitt wird angefügt:

### "3. KALIBRIERUNG DES CVS SYSTEMS

#### 3.1. Allgemein

Das CVS-System wird mit einem Präzisionsdurchflussmesser kalibriert und dient zur Änderung der Betriebsbedingungen.

Der Durchfluss im System wird unter unterschiedlichen Durchflusseinstellungen gemessen; ebenso werden die Regelkenngrößen des Systems ermittelt und ins Verhältnis zu den Durchflüssen gesetzt.

Verschiedene Arten von Durchflussmessern können verwendet werden, z.B. kalibriertes Venturi-Rohr, kalibrierter Laminardurchflussmesser, kalibrierter Flügelraddurchflussmesser.

#### 3.2. Kalibrierung der Verdrängerpumpe (PDP)

Sämtliche Kennwerte der Pumpe werden gleichzeitig mit den Kennwerten des Kalibrierungs-Venturirohrs gemessen, das 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 gleichbleibende Temperatur zu gewährleisten.

Lecks an allen Anschlüssen und Röhren zwischen dem Kalibrierungs-Venturirohr und der CVS-Pumpe sind unter 0,3 % des niedrigsten Durchflusses (höchster Widerstand und niedrigste PDP-Geschwindigkeit) zu halten.

##### 3.2.1. Datenanalyse

Die Luftdurchflussmenge ( $Q_s$ ) an jeder Drosselstelle (mindestens 6 Einstellungen) 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:

$$V_0 = \frac{Q_s}{n} \times \frac{T}{273} \times \frac{101.3}{p_A}$$

Dabei bedeutet:

$Q_s$  = Luftdurchsatz unter Standardbedingungen (101,3 kPa, 273 K) ( $m^3/s$ )

$T$  = Temperatur am Pumpeneinlass (K)

$p_A$  = absoluter Druck am Pumpeneinlass ( $p_B - p_1$ ) (kPa)

$n$  = Pumpengeschwindigkeit (Umdrehung/s)

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:

$$X_0 = \frac{1}{n} \times \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_A}}$$

Dabei bedeutet:

$\Delta p_p$  = Differenzdruck vom Pumpeneinlass bis zum Pumpenauslass (kPa)

$p_A$  = absoluter Auslassdruck am Pumpenauslass (kPa)

Mit der Methode der kleinsten Quadrate wird eine lineare Anpassung vorgenommen, um folgende Gleichung zu erhalten:

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

$D_0$  und  $m$  sind die Konstanten für den Achsabschnitt und die Steigung, die die Regressionsgeraden beschreiben.

Hat ein CVS-System mehrere Antriebsgeschwindigkeiten, so müssen die für jede Pump-Geschwindigkeit erzielten Kalibrierkurven annähernd parallel sein, und die Ordinatenwerte ( $D_0$ ) müssen größer werden, wenn der Durchsatzbereich der Pumpe kleiner wird.

Die anhand der Gleichung berechneten Werte dürfen höchstens um  $\pm 0,5\%$  vom gemessenen  $V_0$ -Wertes abweichen. Der Werte von  $m$  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 wesentlichen Wartungsarbeiten sowie dann erfolgen, wenn bei der Überprüfung des gesamten Systems (Abschnitt 3.5) eine Veränderung der Verlustrate festgestellt wird.

### 3.3. Kalibrierung des Venturi-Rohrs mit kritischer Strömung (CFV)

Bei der Kalibrierung des CFV bezieht man sich auf die Durchflussgleichung für ein Venturi-Rohr mit kritischer Strömung. Wie unten dargestellt, ist die Gasdurchflussmenge eine Funktion des Eintrittsdrucks und der Eintrittstemperatur.

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

Dabei bedeutet:

$K_v$  = Kalibrierkoeffizient

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

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

## 3.3.1. Datenanalyse

Die Luftdurchflussmenge ( $Q_s$ ) an jeder Drosselstelle (mindestens 8 Stellen) wird nach den Angaben des Herstellers aus den Messwerten des Durchflussmessers in  $m^3/min$  ermittelt. Der Kalibrierkoeffizient ist anhand der Kalibrierdaten für jede Drosselstelle wie folgt zu berechnen:

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

Dabei bedeutet:

$Q_s$  = Luftdurchflussmenge unter Standardbedingungen (101,3 kPa, 273 K) ( $m^3/s$ )

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

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

Zur Bestimmung des Bereichs der kritischen Strömung ist eine Kurve  $K_v$  in Abhängigkeit vom Druck am Eintritt des Venturirohrs aufzunehmen. Bei kritischer (gedrosselter) Strömung ist  $K_v$  relativ konstant. Fällt der Druck (d.h. bei wachsendem Unterdruck) so wird das Venturirohr frei und  $K_v$  nimmt ab; dies ist ein Anzeichen dafür, dass der Betrieb des CFV außerhalb des zulässigen Bereichs erfolgt.

Bei mindestens acht Drosselstellen im kritischen Bereich sind der Mittelwert von  $K_v$  und die Standardabweichung zu berechnen. Die Standardabweichung darf höchstens  $\pm 0,3\%$  des mittleren  $K_v$  betragen.

## 3.4. Kalibrierung der kritisch betriebenen Venturidüse (SSV)

Bei der Kalibrierung der SSV bezieht man sich auf die Durchflussgleichung für eine kritisch betriebene Venturidüse. Wie unten dargestellt, ist die Gasdurchflussmenge eine Funktion des Eintrittsdrucks und der Temperatur, des Druckabfalls zwischen SSV-Eintritt und -verengung.

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d P_A \sqrt{\left[ \frac{1}{T} \left( r^{1.4286} - r^{1.7143} \right) \left( \frac{1}{1 - \beta^4 r^{1.4286}} \right) \right]}$$

Dabei bedeutet:

$A_0$  = Sammlung von Konstanten und Einheitenumwandlungen

$$\left( \frac{m^3}{min} \right) \left( \frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa} \right) \left( \frac{1}{mm^2} \right)$$

= 0,006111 in SI-Einheiten von

$d$  = Durchmesser der SSV-Verengung (m)

$C_d$  = Durchflusskoeffizient der SSV

$P_A$  = absoluter Druck am Eintritt der Venturidüse (kPa)

$T$  = Temperatur am Eintritt der Venturidüse (K)

$r$  = Verhältnis der SSV-Verengung zum Eintritt absolut, statischer Druck =  $1 - \frac{\Delta P}{P_A}$

$\beta$  = Verhältnis des Durchmessers der SSV-Verengung zum inneren Durchmesser

$$\text{des Eintrittsrohrs} = \frac{d}{D}$$

## 3.4.1. Datenanalyse

Die Luftdurchflussmenge ( $Q_{SSV}$ ) an jeder Durchflussstelle (mindestens 16 Stellen) wird nach den Angaben des Herstellers aus den Messwerten des Durchflussmessers in  $m^3/min$  ermittelt. Der Durchflusskoeffizient ist anhand der Kalibrierdaten für jede Stelle wie folgt zu berechnen:

$$C_d = \frac{Q_{SSV}}{A_0 d^2 P_A \sqrt{\left[ \frac{1}{T} \left( r^{1.4286} - r^{1.7143} \right) \left( \frac{1}{1 - \beta^4 r^{1.4286}} \right) \right]}}$$

Dabei bedeutet:

$Q_{SSV}$  = Luftdurchflussmenge unter Standardbedingungen (101,3 kPa, 273 K) ( $m^3/s$ )

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

$d$  = Durchmesser der SSV-Verengung (m)

$r$  = Verhältnis der SSV-Verengung zum Eintritt absolut, statischer Druck =  $1 - \frac{\Delta P}{P_A}$

$\beta$  = Verhältnis des Durchmessers der SSV-Verengung,  $d$ , zum inneren Durchmesser

$$\text{des Eintrittsrohrs} = \frac{d}{D}$$

Zur Bestimmung des Bereichs der kritisch betriebenen Strömung ist eine Kurve  $C_d$  in Abhängigkeit von der Reynolds-Zahl an der SSV-Verengung aufzunehmen. Die  $Re$  an der SSV-Verengung berechnet sich nach folgender Formel:

$$Re = A_1 \frac{Q_{SSV}}{d\mu}$$

Dabei bedeutet:

$A_1$  = Sammlung von Konstanten und Einheitenumwandlungen

$$= 25,55152 \left( \frac{1}{m^3} \right) \left( \frac{min}{s} \right) \left( \frac{mm}{m} \right)$$

$Q_{SSV}$  = Luftdurchflussmenge unter Standardbedingungen (101,3 kPa, 273 K) ( $m^3/s$ )

$d$  = Durchmesser der SSV-Verengung (m)

$\mu$  = absolute oder dynamische Viskosität des Gases, berechnet nach folgender Formel:

$$\mu = \frac{bT^{3/2}}{S + T} = \frac{bT^{1/2}}{1 + \frac{S}{T}} \quad \text{kg/m-s}$$

Darin bedeuten:

$b$  = empirische Konstante =  $1,458 \cdot 10^6 \frac{kg}{msK^{\frac{1}{2}}}$

$S$  = empirische Konstante =  $110,4 K$

Da  $Q_{SSV}$  ein Input der Re-Formel ist, müssen die Berechnungen mit einer ersten Schätzung für  $Q_{SSV}$  oder  $C_d$  des Kalibrierungs-Venturirohrs beginnen und solange wiederholt werden, bis  $Q_{SSV}$  konvergiert. Die Konvergenzmethode muss auf mindestens 0,1 % genau sein.

Für mindestens sechzehn Punkte im Bereich der kritisch betriebenen Strömung dürfen die für  $C_d$  anhand der resultierenden Gleichung zur Anpassung der Kalibrierkurve berechneten Werte höchstens um  $\pm 0,5$  % vom für jeden Kalibrierpunkt gemessenen Wert  $C_d$  abweichen.

### 3.5. Überprüfung des gesamten Systems

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 gemäß Anhang III Anlage 3 Abschnitt 2.4.1 berechnet, allerdings ist anstelle von 0,000479 für HC bei Propan ein Faktor von 0,000472 zu verwenden. Eines der beiden folgenden Verfahren ist zu verwenden.

#### 3.5.1. Messung mit einer Messblende für kritische Strömung

Durch eine kalibrierte Messblende wird eine bekannte Menge reinen Gases (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 ist wie bei einer normalen Prüfung der Abgasemission 5 bis 10 Minuten zu betreiben. Eine Gasprobe wird mit dem normalerweise verwendeten Gerät analysiert (Beutel oder Integrationsmethode) und die Masse des Gases berechnet. Die auf diese Weise bestimmte Masse muss  $\pm 3$  % der bekannten Masse des eingespritzten Gases betragen.

#### 3.5.2. Messung mit einem gravimetrischen Verfahren

Das Gewicht eines kleinen, mit Propan gefüllten Zylinders ist auf  $\pm 0,01$  g genau zu bestimmen. 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 dem normalerweise verwendeten Gerät analysiert (Beutel oder Integrationsmethode) und die Masse des Gases berechnet. Die auf diese Weise bestimmte Masse muss  $\pm 3$  % der bekannten Masse des eingespritzten Gases betragen.

### 8) Anlage 3 wird wie folgt geändert:

- a) Für diese Anlage wird folgende Überschrift eingefügt:  
"AUSWERTUNG DER MESSWERTE UND BERECHNUNGEN"
- b) Die Überschrift von Abschnitt 1 lautet "AUSWERTUNG DER MESSWERTE UND BERECHNUNGEN - NRSC-PRÜFUNG"
- c) Abschnitt 1.2 erhält folgende Fassung:

#### "1.2. Partikelemissionen

Zur Partikelbewertung sind die Gesamtmassen ( $MSAM,i$ ) der durch die Filter geleiteten Probe für jede Prüfphase aufzuzeichnen. Die Filter sind wieder in die Wägekammer zu bringen und wenigstens eine, jedoch nicht mehr als 80 Stunden lang zu konditionieren und dann zu wägen. Das Bruttogewicht der Filter ist aufzuzeichnen und das Nettogewicht (Anhang III Abschnitt 3.1) abzuziehen. Die Partikelmasse ( $M_f$  bei Einfachfiltermethode,  $M_{f,i}$  bei Mehrfachfiltermethode) ist die Summe der auf den Haupt- und Nachfiltern gesammelten Partikelmassen. Bei Anwendung einer Hintergrundkorrektur ist die Masse ( $MDIL$ ) der durch die Filter geleiteten Verdünnungsluft und die Partikelmasse ( $M_d$ ) aufzuzeichnen. Wurde mehr als eine Messung vorgenommen, so ist der Quotient  $M_d/MDIL$  für jede einzelne Messung zu berechnen und der Durchschnitt der Werte zu bestimmen."

- d) Abschnitt 1.3.1 erhält folgende Fassung:

#### "1.3.1. Bestimmung des Abgasdurchsatzes

Die Werte des Abgasdurchsatzes ( $G_{EXHW}$ ) sind für jede Prüfphase nach Anhang III Anlage 1 Abschnitte 1.2.1 bis 1.2.3 zu bestimmen.

Bei Verwendung eines Vollstrom-Verdünnungssystems ist der Gesamtdurchsatz des verdünnten Abgases ( $G_{TOTW}$ ) für jede Prüfphase nach Anhang III Anlage 1 Abschnitt 1.2.4 zu bestimmen."

e) Die Abschnitte 1.3.2 bis 1.4.6 erhalten folgende Fassung:

"1.3.2. Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugszustand ( $G_{EXHW}$ ) ist für jede Prüfphase gemäß Anhang III Anlage 1 Abschnitte 1.2.1 bis 1.2.3 festzulegen.

Wird  $G_{EXHW}$  verwendet, so ist die gemessene Konzentration nach folgender Formel in einen Wert für den feuchten Bezugszustand umzurechnen, falls die Messung nicht schon für den feuchten Bezugszustand vorgenommen worden ist:

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

Für das Rohabgas gilt:

$$K_{W,r,1} = \left( \frac{1}{1 + 1,88 \times 0,005 \times (\%CO[dry]) + \%CO_2 [dry]} + K_{w2} \right)$$

Für das verdünnte Gas gilt:

$$K_{W,e,1} = \left( 1 - \frac{1,88 \times CO_2 \% (wet)}{200} \right) - K_{w1}$$

oder

$$K_{W,e,1} = \left( \frac{1 - K_{w1}}{1 + \frac{1,88 \times CO_2 \% (dry)}{200}} \right)$$

Für die Verdünnungsluft:

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

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

$$H_d = \frac{6,22 \times R_d \times p_d}{p_B - p_d \times R_d \times 10^{-2}}$$

Für die Ansaugluft (wenn anders als die Verdünnungsluft) gilt:

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

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

$$H_a = \frac{6,22 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

Dabei bedeuten:

$H_a$ : absolute Feuchtigkeit der Ansaugluft (g Wasser je kg trockener Luft)

$H_d$ : absolute Feuchtigkeit der Verdünnungsluft (g Wasser je kg trockener Luft)

$R_d$ : relative Feuchtigkeit der Verdünnungsluft (%)

$R_a$ : relative Feuchtigkeit der Ansaugluft (%)

$p_d$ : Sättigungsdampfdruck der Verdünnungsluft (kPa)

$p_a$ : Sättigungsdampfdruck der Ansaugluft (kPa)

$p_B$ : barometrischer Gesamtdruck (kPa)

ANMERKUNG:  $H_a$  und  $H_d$  können von der vorstehend beschriebenen Messung der relativen Feuchtigkeit oder von der Messung am Taupunkt, der Messung des Dampfdrucks oder der Trocken/Feuchtmessung unter Verwendung der allgemein anerkannten Formeln abgeleitet werden.

### 1.3.3. Feuchtigkeitskorrektur bei NO<sub>x</sub>

Da die NO<sub>x</sub>-Emission von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängig ist, ist die NO<sub>x</sub>-Konzentration unter Berücksichtigung von Temperatur und Feuchtigkeit der Umgebungsluft mit Hilfe des in der folgenden Formel angegebenen Faktors  $k_H$  zu korrigieren:

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

Dabei bedeuten:

$T_a$ : Lufttemperatur in (K)

$H_a$ : Feuchtigkeit der Ansaugluft (g Wasser je kg trockener Luft)

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

Dabei bedeuten:

$R_a$ : relative Feuchtigkeit der Ansaugluft (%)

$p_a$ : Sättigungsdampfdruck der Ansaugluft (kPa)

$p_B$ : barometrischer Gesamtdruck (kPa)

ANMERKUNG:  $H_a$  kann von der vorstehend beschriebenen Messung der relativen Feuchtigkeit oder von der Messung am Taupunkt, der Messung des Dampfdrucks oder der Trocken/Feuchtmessung unter Verwendung der allgemein anerkannten Formeln abgeleitet werden.

### 1.3.4. Berechnung der Emissionsmassendurchsätze

Die Massendurchsätze der Emissionen für jede Prüfphase sind wie folgt zu berechnen:

a) Für das Rohabgas<sup>1</sup>:

$$Gas_{mass} = u \times conc \times G_{EXHW}$$

b) Für das verdünnte Abgas<sup>1</sup>:

$$Gas_{mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$$

<sup>1</sup> Im Fall von NO<sub>x</sub> ist die NO<sub>x</sub>-Konzentration (NO<sub>x</sub>conc oder NO<sub>x</sub>conc<sub>c</sub>) mit  $K_{HNO_x}$  (Feuchtigkeits-Korrekturfaktor für NO<sub>x</sub>, angegeben in Abschnitt 1.3.3 wie folgt zu multiplizieren:  $K_{HNO_x} \times conc$  oder  $K_{HNO_x} \times conc_c$ ).

Dabei bedeuten:

$conc_c$  = die hintergrundkorrigierte Konzentration

$$conc_c = conc - conc_d \times (1 - (1 / DF))$$

$$DF = 13,4 / (conc_{CO_2} + (conc_{CO} + conc_{HC}) \times 10^{-4})$$

oder

$$DF = 13,4 / conc_{CO_2}$$

Der Koeffizient u - feucht ist entsprechend der Tabelle 4 zu verwenden:

Tabelle 4. Werte des Koeffizienten u - feucht für verschiedene Abgasbestandteile

Gas	u	conc
NO <sub>x</sub>	0,001587	ppm
CO	0,000966	ppm
HC	0,000479	ppm
CO <sub>2</sub>	15,19	Prozent

Die Dichte von HC basiert auf einem durchschnittlichen Kohlenstoff-Wasserstoff-Verhältnis von 1:1,85.

#### 1.3.5. Berechnung der spezifischen Emissionen

Die spezifische Emission (g/kWh) ist für alle einzelnen Bestandteile folgendermaßen zu berechnen:

$$Einzelnes \ Gas = \frac{\sum_{i=1}^n Gas_{mass_i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

Hierbei ist  $P_i = P_{m,i} + P_{AE,i}$ .

Die in der obigen Berechnung verwendeten Wichtungsfaktoren und die Anzahl der Prüfphasen (n) entsprechen Anhang III Abschnitt 3.7.1.

#### 1.4. Berechnung der Partikelemission

Die Partikelemission ist folgendermaßen zu berechnen:

##### 1.4.1. Feuchtigkeits-Korrekturfaktor für Partikel

Da die Partikelemission der Dieselmotoren von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängig ist, muss der Massendurchsatz der Partikel unter Berücksichtigung der Feuchtigkeit der Umgebungsluft mit Hilfe des in der folgenden Formel angegebenen Faktors  $K_p$  korrigiert werden:

$$K_p = 1 / (1 + 0,0133 \times (H_a - 10,71))$$

Dabei bedeutet:

$H_a$ : Feuchtigkeit der Ansaugluft (g Wasser je kg trockener Luft)

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

Dabei bedeuten:

$R_a$ : relative Feuchtigkeit der Ansaugluft (%)

$p_a$ : Sättigungsdampfdruck der Ansaugluft (kPa)

$p_B$ : barometrischer Gesamtdruck (kPa)

ANMERKUNG:  $H_a$  kann von der vorstehend beschriebenen Messung der relativen Feuchtigkeit oder von der Messung am Taupunkt, der Messung des Dampfdrucks oder der Trocken/Feuchtmessung unter Verwendung der allgemein anerkannten Formeln abgeleitet werden.

#### 1.4.2. Teilstrom-Verdünnungssystem

Die in das Prüfprotokoll aufzunehmenden Ergebnisse der Prüfung der Partikelemissionen werden in folgenden Schritten ermittelt. Da verschiedene Arten der Kontrolle des Verdünnungsverhältnisses angewandt werden dürfen, gelten verschiedene Methoden zur Berechnung des äquivalenten Massendurchsatzes des verdünnten Abgases  $G_{EDFW}$ . Alle Berechnungen müssen auf den Durchschnittswerten der einzelnen Prüfphasen (i) während der Probenahmedauer beruhen.

##### 1.4.2.1. Isokinetische Systeme

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{DILW,i} + (G_{EXHW,i} \times r)}{(G_{EXHW,i} \times r)}$$

wobei  $r$  dem Verhältnis der Querschnittsflächen der isokinetischen Sonde  $A_P$  und des Auspuffrohrs  $A_T$  entspricht:

$$r = \frac{A_P}{A_T}$$

##### 1.4.2.2. Systeme mit Messung von CO<sub>2</sub>- oder NO<sub>x</sub>-Konzentration

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{Conc_{E,i} - Conc_{A,i}}{Conc_{D,i} - Conc_{A,i}}$$

Darin bedeuten:

$Conc_E$  = Konzentration des feuchten Tracergases im unverdünnten Abgas

$Conc_D$  = Konzentration des feuchten Tracergases im verdünnten Abgas

$Conc_A$  = Konzentration des feuchten Tracergases in der Verdünnungsluft

Die auf trockener Basis gemessenen Konzentrationen sind gemäß Abschnitt 1.3.2 in Feuchtwerte umzuwandeln.

##### 1.4.2.3. Systeme mit CO<sub>2</sub>-Messung und Kohlenstoffbilanzmethode

$$G_{EDFW,i} = \frac{206,6 \times G_{FUEL,i}}{CO_{2D,i} - CO_{2A,i}}$$

Dabei bedeuten:

$CO_{2D}$  = CO<sub>2</sub>-Konzentration des verdünnten Abgases

$CO_{2A}$  = CO<sub>2</sub>-Konzentration der Verdünnungsluft

(Konzentrationen in Volumenprozent, feucht)

Diese Gleichung beruht auf der Annahme der Kohlenstoffbilanz (die dem Motor zugeführten Kohlenstoffatome werden als CO<sub>2</sub> freigesetzt) und wird in nachstehenden Schritten ermittelt:

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

und

$$q_i = \frac{206,6 \times G_{FUEL,i}}{G_{EXHW,i} \times (CO_{2D,i} - CO_{2A,i})}$$

#### 1.4.2.4. Systeme mit Durchsatzmessung

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

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

#### 1.4.3. Vollstrom-Verdünnungssystem

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

Alle Berechnungen müssen auf den Mittelwerten der einzelnen Prüfphasen (i) während der Probenahmedauer beruhen.

$$G_{EDFW,i} = G_{TOTW,i}$$

#### 1.4.4. Berechnung des Partikelmassendurchsatzes

Der Partikelmassendurchsatz ist wie folgt zu berechnen:

Bei der Einfachfiltermethode:

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{(G_{EDFW})_{aver}}{1000}$$

Dabei bedeuten:

$(G_{EDFW})_{aver}$  ist über den Prüfzyklus durch Addition der in den einzelnen Prüfphasen während der Probenahmedauer ermittelten Durchschnittswerte zu bestimmen:

$$(G_{EDFW})_{aver} = \sum_{i=1}^n G_{EDFW,i} \times WF_i$$

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

wobei  $i = 1, \dots, n$

Bei der Mehrfachfiltermethode:

$$PT_{mass} = \frac{M_{f,i}}{M_{SAM,i}} \times \frac{(G_{EDFW,i})_{aver}}{1000}$$

wobei  $i = 1, \dots, n$

Die Hintergrundkorrektur des Partikelmassendurchsatzes kann wie folgt vorgenommen werden:

Bei der Einfachfiltermethode:

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

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

$$DF = 13,4 / (\text{concCO}_2 + (\text{concCO} + \text{concHC}) \times 10^{-4})$$

oder

$$DF = 13,4 / \text{concCO}_2$$

Bei der Mehrfachfiltermethode:

$$PT_{mass,i} = \left[ \frac{M_{f,i}}{M_{SAM,i}} - \left( \frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left( 1 - \frac{1}{DF_i} \right) \right) \right] \times \left[ \frac{G_{EDFW,i}}{1000} \right]$$

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

$$DF = 13,4 / (\text{concCO}_2 + (\text{concCO} + \text{concHC}) \times 10^{-4})$$

oder

$$DF = 13,4 / \text{concCO}_2$$

#### 1.4.5. Berechnung der spezifischen Emissionen

Die spezifischen Partikelemissionen PT (g/kWh) sind folgendermaßen zu berechnen<sup>1</sup>:

Bei der Einfachfiltermethode:

$$PT = \frac{PT_{mass}}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

Bei der Mehrfachfiltermethode:

$$PT = \frac{\sum_{i=1}^n PT_{mass,i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

#### 1.4.6. Effektiver Wichtungsfaktor

Bei der Einfachfiltermethode ist der effektive Wichtungsfaktor  $WF_{E,i}$  für jede Prüfphase folgendermaßen zu berechnen:

$$WF_{E,i} = \frac{M_{SAM,i} \times (G_{EDFW})_{aver}}{M_{SAM} \times (G_{EDFW,i})}$$

<sup>1</sup> Der Partikelmassendurchsatz  $PT_{mass}$  ist mit  $K_p$  (Feuchtigkeits-Korrekturfaktor für Partikel nach Abschnitt 1.4.1) zu multiplizieren.

wobei  $i = 1, \dots, n$

Der Wert der effektiven Wichtungsfaktoren darf von den Werten der in Anhang III Abschnitt 3.7.1 aufgeführten Wichtungsfaktoren um höchstens  $\pm 0,005$  (absoluter Wert) abweichen."

f) Folgender Abschnitt wird eingefügt:

## "2. AUSWERTUNG DER MESSWERTE UND BERECHNUNGEN (NRTC-PRÜFUNG)

In diesem Abschnitt werden die beiden Messgrundsätze beschrieben, die bei der Bestimmung der Schadstoffemissionen über den NRTC-Prüfzyklus hinweg angewandt werden können:

- die gasförmigen Bestandteile im Rohabgas werden in Echtzeit gemessen und die Partikel mit Hilfe eines Teilstrom-Verdünnungssystems bestimmt
- die gasförmigen Bestandteile und die Partikel werden mit Hilfe eines Vollstrom-Verdünnungssystems (CVS-System) bestimmt.

2.1. Berechnung der gasförmigen Emissionen in den Rohabgasen und der Partikelemissionen mit einem Teilstrom-Verdünnungssystem

2.1.1. Einleitung

Die momentanen Konzentrationssignale der gasförmigen Bestandteile werden zur Berechnung der Massemissionen durch Multiplikation mit dem momentanen Abgasmassendurchsatz verwendet. Der Abgasmassendurchsatz kann direkt gemessen oder anhand der in Anhang III Anlage 1 Abschnitt 2.2.3 beschriebenen Methoden berechnet werden (Messung des Ansaugluft- und des Kraftstoffstroms, Tracermethode, Messung der Ansaugluft und des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses). Besondere Aufmerksamkeit ist den Ansprechzeiten der einzelnen Instrumente zu widmen. Diese Differenzen sind durch zeitliche Angleichung der Signale zu berücksichtigen.

Bei Partikeln werden die Abgasmassendurchsatzsignale zur Regelung des Teilstrom-Verdünnungssystems verwendet, um eine zum Abgasmassendurchsatz proportionale Probe zu nehmen. Die Qualität der Proportionalität wird geprüft durch eine Regressionsanalyse zwischen Probe- und Abgasstrom, wie in Anhang III Anlage 1 Abschnitt 2.4 beschrieben.

2.1.2. Bestimmung der gasförmigen Bestandteile

2.1.2.1. Berechnung der emittierten Masse

Die Schadstoffmasse  $M_{gas}$  (g/Prüfung) ist zu bestimmen durch Berechnung der momentanen Massemissionen aus den Rohschadstoffkonzentrationen, den  $u$ -Werten aus Tabelle 4 (siehe auch Abschnitt 1.3.4) und dem Abgasmassendurchsatz, angeglichen für die Umwandlungszeit und Integrieren der momentanen Werte über den gesamten Zyklus. Die Konzentrationen sind vorzugsweise im feuchten Bezugszustand zu messen. Wenn die Messung auf trockener Basis erfolgt, ist die nachstehend erläuterte Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugszustand auf die momentanen Konzentrationswerte anzuwenden, bevor weitere Berechnungen vorgenommen werden.

Tabelle 4. Werte des Koeffizienten  $u$  - feucht für verschiedene Abgasbestandteile

Gas	$u$	conc
NO <sub>x</sub>	0,001587	ppm
CO	0,000966	ppm
HC	0,000479	ppm
CO <sub>2</sub>	15,19	Prozent

Die Dichte von HC basiert auf einem durchschnittlichen Kohlenstoff-Wasserstoff-Verhältnis von 1:1,85.

Hierzu dient die folgende Formel:

$$M_{gas} = \sum_{i=1}^{i=n} u \times conc_i \times G_{EXHW,i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{in g/Prüfung})$$

In dieser Formel bedeutet:

$u$  = Verhältnis zwischen der Dichte des Abgasbestandteils und der Abgasdichte

$conc_i$  = momentane Konzentration des jeweiligen Bestandteils im Rohabgas (ppm)

$G_{EXHW,i}$  = momentaner Abgasmassendurchsatz (kg/s)

$f$  = Datenauswahlsatz (Hz)

$n$  = Anzahl der Messungen

Zur Berechnung von  $\text{NO}_x$  ist der Feuchtigkeits-Korrekturfaktor  $k_H$  wie nachstehend beschrieben zu verwenden.

Die momentan gemessene Konzentration ist in einen Wert für den feuchten Bezugszustand umzurechnen, falls die Messung nicht schon für den feuchten Bezugszustand vorgenommen worden ist:

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

Wenn die momentane Konzentration im trockenen Bezugszustand gemessen wird, ist sie anhand folgender Formel in den feuchten Bezugszustand umzurechnen:

$$\text{conc}_{\text{feu.}} = k_W \times \text{conc}_{\text{tro.}}$$

In dieser Formel bedeutet:

$$K_{W, r, 1} = \left( \frac{1}{1 + 1,88 \times 0,005 \times (\text{conc}_{\text{CO}} + \text{conc}_{\text{CO}_2}) + K_{W2}} \right)$$

Dabei ist:

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

In dieser Formel bedeutet:

$\text{conc}_{\text{CO}_2}$  =  $\text{CO}_2$ -Konzentration im trockenen Bezugszustand (%)

$\text{conc}_{\text{CO}}$  = CO-Konzentration im trockenen Bezugszustand (%)

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

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

$R_a$ : relative Feuchtigkeit der Ansaugluft (%)

$p_a$ : Sättigungsdampfdruck der Ansaugluft (kPa)

$p_B$ : barometrischer Gesamtdruck (kPa)

ANMERKUNG:  $H_a$  kann von der vorstehend beschriebenen Messung der relativen Feuchtigkeit oder von der Messung am Taupunkt, der Messung des Dampfdrucks oder der Trocken/Feuchtmessung unter Verwendung der allgemein anerkannten Formeln abgeleitet werden.

### 2.1.2.3. Korrektur der $\text{NO}_x$ -Konzentration unter Berücksichtigung von Temperatur und Feuchtigkeit

Da die  $\text{NO}_x$ -Emission von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängig ist, ist die  $\text{NO}_x$ -Konzentration unter Berücksichtigung von Feuchtigkeit und Temperatur der Umgebungsluft mit Hilfe der in der folgenden Formel angegebenen Faktoren zu korrigieren:

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

Dabei ist:

$T_a$  = Temperatur der Ansaugluft (K)

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

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

Dabei ist:

$R_a$ : relative Feuchtigkeit der Ansaugluft (%)

$p_a$ : Sättigungsdampfdruck der Ansaugluft (kPa)

$p_B$ : barometrischer Gesamtdruck (kPa)

ANMERKUNG:  $H_a$  kann von der vorstehend beschriebenen Messung der relativen Feuchtigkeit oder von der Messung am Taupunkt, der Messung des Dampfdrucks oder der Trocken/Feuchtmessung unter Verwendung der allgemein anerkannten Formeln abgeleitet werden.

#### 2.1.2.4. Berechnung der spezifischen Emissionen

Die spezifischen Emissionen (g/kWh) sind für jeden einzelnen Bestandteil folgendermaßen zu berechnen:

Einzelnes Gas =  $M_{gas}/W_{act}$

Dabei bedeutet:

$W_{act}$  = tatsächliche Zyklusarbeit gemäß Anhang III Abschnitt 4.6.2 (kWh)

#### 2.1.3. Partikelbestimmung

##### 2.1.3.1. Berechnung der emittierten Masse

Die Partikelmasse  $M_{PT}$  (g/Prüfung) ist nach einer der folgenden Methoden zu berechnen:

a)

$$M_{PT} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{M_{EDFW}}{1000}$$

In dieser Formel bedeutet:

$M_f$  = über den Zyklus abgeschiedene Partikelprobenahmemasse (mg)

$M_{SAM}$  = Masse des durch Partikelfilter geleiteten verdünnten Abgases (kg)

$M_{EDFW}$  = Masse des äquivalenten verdünnten Abgases über den Zyklus (kg)

Die Gesamtmasse des äquivalenten verdünnten Abgases über den Zyklus ist wie folgt zu bestimmen:

$$M_{EDFW} = \sum_{i=1}^{i=n} G_{EDFW,i} \times \frac{1}{f}$$

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

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

In dieser Formel bedeutet:

- $G_{EDFW,i}$  = momentaner äquivalenter Massendurchsatz des verdünnten Abgases (kg/s)  
 $G_{EXHW,i}$  = momentaner Abgasmassendurchsatz (kg/s)  
 $q_i$  = momentanes Verdünnungsverhältnis  
 $G_{TOTW,i}$  = momentaner Massendurchsatz des verdünnten Abgases durch Verdünnungstunnel (kg/s)  
 $G_{DILW,i}$  = momentaner Massendurchsatz der Verdünnungsluft (kg/s)  
 $f$  = Datenauswahlsatz (Hz)  
 $n$  = Anzahl der Messungen

b)

$$M_{PT} = \frac{M_f}{r_s \times 1000}$$

In dieser Formel bedeutet:

- $M_f$  = über den Zyklus abgeschiedene Partikelprobenahmemasse (mg)  
 $r_s$  = mittlere Probenahmequotient über den Zyklus

Dabei ist:

$$r_s = \frac{M_{SE}}{M_{EXHW}} \times \frac{M_{SAM}}{M_{TOTW}}$$

- $M_{SE}$  = Abgasmassenproben über den gesamten Zyklus (kg)  
 $M_{EXHW}$  = Gesamtabgasmassendurchsatz über den gesamten Zyklus (kg)  
 $M_{SAM}$  = Masse des durch Partikelfilter geleiteten verdünnten Abgases (kg)  
 $M_{TOTW}$  = Masse des durch den Verdünnungstunnel geleiteten verdünnten Abgases (kg)
- ANMERKUNG: Bei einem Gesamtprobenahmesystem sind  $M_{SAM}$  und  $M_{TOT}$  identisch.

### 2.1.3.2. Feuchtigkeitskorrekturfaktor für Partikel

Da die Partikelemission der Dieselmotoren von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängig ist, muss die Partikelkonzentration unter Berücksichtigung der Feuchtigkeit der Umgebungsluft mit Hilfe des in der folgenden Formel angegebenen Faktors  $k_p$  korrigiert werden:

$$k_p = \frac{1}{\left[1 + 0,0133 \times (H_a - 10,71)\right]}$$

In dieser Formel bedeutet:

- $H_a$  = Feuchtigkeit der Ansaugluft (g Wasser je kg trockener Luft)

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

$R_a$ : relative Feuchtigkeit der Ansaugluft (%)

$p_a$ : Sättigungsdampfdruck der Ansaugluft (kPa)

$p_B$ : barometrischer Gesamtdruck (kPa)

ANMERKUNG:  $H_a$  kann von der vorstehend beschriebenen Messung der relativen Feuchtigkeit oder von der Messung am Taupunkt, der Messung des Dampfdrucks oder der Trocken/Feuchtmessung unter Verwendung der allgemein anerkannten Formeln abgeleitet werden.

### 2.1.3.3. Berechnung der spezifischen Emissionen

Die Partikelemission (g/kWh) ist folgendermaßen zu berechnen:

$$PT = M_{PT} \times K_p / W_{act}$$

Dabei bedeutet:

$W_{act}$  = tatsächliche Zyklusarbeit gemäß Anhang III Abschnitt 4.6.2 (kWh)

## 2.2. Bestimmung von gasförmigen und Partikelbestandteilen mit einem Vollstrom-Verdünnungssystem

Zur Berechnung der Emissionen des verdünnten Abgases muss der Massendurchsatz des verdünnten Abgases bekannt sein. Der Durchfluss des gesamten verdünnten Abgases  $M_{TOTW}$  über den Zyklus (kg/Prüfung) berechnet sich aus den Messwerten über den Zyklus und den entsprechenden Kalibrierdaten des Durchflussmessgeräts ( $V_0$  für PDP,  $K_V$  für CFV,  $C_d$  für SSV) anhand des entsprechenden in Abschnitt 2.2.1 beschriebenen Verfahrens. Überschreitet die Probegesamtmasse der Partikel ( $M_{SAM}$ ) und gasförmigen Schadstoffen 0,5 % des gesamten CVS-Durchsatzes ( $M_{TOTW}$ ), so ist der CVS-Durchsatz für  $M_{SAM}$  zu korrigieren oder der Strom der Partikelprobe ist vor der Durchflussmessenrichtung zum CVS zurückzuführen.

### 2.2.1. Bestimmung des Durchsatzes des verdünnten Abgases

#### PDP-CVS-System

Der Massendurchsatz über den gesamten Zyklus berechnet sich, wenn die Temperatur des verdünnten Abgases bei Verwendung eines Wärmeaustauschers über den Zyklus hinweg höchstens  $\pm 6$  K beträgt, wie folgt:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times V_0 \times N_p \times (p_B - p_1) \times 273 / (101,3 \times T)$$

In dieser Formel bedeutet:

$M_{TOTW}$	=	Masse des verdünnten Abgases im feuchten Bezugszustand über den Zyklus
$V_0$	=	Volumen je Pumpenumdrehung unter Prüfbedingungen ( $m^3/rev$ )
$N_p$	=	Pumpengesamtumdrehungszahl je Prüfung
$p_B$	=	atmosphärischer Druck in der Prü fzelle (kPa)
$p_1$	=	Absenkung des Drucks am Pumpeneinlass unter atmosphärischen Druck (kPa)
$T$	=	mittlere Temperatur des verdünnten Abgases am Pumpeneinlass über den Zyklus (K)

Wird ein System mit Durchflussmengenkompensation verwendet (d.h. ohne Wärmeaustauscher), so sind die momentanen Masseemissionen über den Zyklus zu berechnen und integrieren. In diesem Fall ist die momentane Masse des verdünnten Abgases wie folgt zu berechnen:

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

In dieser Formel bedeutet:

$N_{p,i}$  = Pumpenumdrehungen insgesamt je Zeitabschnitt

#### CFV-CVS-System

Der Massendurchsatz über den gesamten Zyklus berechnet sich, wenn die Temperatur des verdünnten Abgases bei Verwendung eines Wärmeaustauschers über den Zyklus hinweg höchstens  $\pm 11$  K beträgt, wie folgt:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times t \times K_V \times p_A / T^{0,5}$$

In dieser Formel bedeutet:

$M_{TOTW}$	=	Masse des verdünnten Abgases im feuchten Bezugszustand über den Zyklus
$t$	=	Zykluszeit (s)
$K_V$	=	Kalibrierungskoeffizient des Venturi-Rohrs mit kritischer Strömung unter Standardbedingungen
$p_A$	=	absoluter Druck am Eintritt des Venturirohrs (kPa)
$T$	=	absolute Temperatur am Eintritt des Venturirohrs (K)

Wird ein System mit Durchflussmengenkompensation verwendet (d.h. ohne Wärmeaustauscher), so sind die momentanen Masseemissionen über den Zyklus zu berechnen und integrieren. In diesem Fall ist die momentane Masse des verdünnten Abgases wie folgt zu berechnen:

$$M_{TOTW,i} = 1,293 \times \Delta t_i \times K_V \times p_A / T^{0,5}$$

In dieser Formel bedeutet:

$$\Delta t_i = \text{Zeitabschnitt (s)}$$

SSV-CVS-System

Der Massendurchsatz über den gesamten Zyklus berechnet sich wie folgt, wenn die Temperatur des verdünnten Abgases bei Verwendung eines Wärmeaustauschers über den Zyklus hinweg höchstens  $\pm 11$  K beträgt:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times Q_{SSV}$$

dabei bedeutet:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d P_A \sqrt{\left[ \frac{1}{T} (r^{1.4286} - r^{1.7143}) \cdot \left( \frac{1}{1 - \beta^4 r^{1.4286}} \right) \right]}$$

$A_0$  = Sammlung von Konstanten und Einheitenumwandlungen

$$\left( \frac{m^3}{\min} \right) \left( \frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa} \right) \left( \frac{1}{mm^2} \right)$$

= 0,006111 in SI-Einheiten von

$d$  = Durchmesser der SSV-Verengung (m)

$C_d$  = Durchflusskoeffizient des SSV

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

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

$r$  = Verhältnis der SSV-Verengung zum Eintritt absolut, statischer Druck =  $1 - \frac{\Delta P}{P_A}$

$\beta$  = Verhältnis des Durchmessers der SSV-Verengung,  $d$ , zum inneren Durchmesser des Eintrittsrohrs =  $\frac{d}{D}$

Wird ein System mit Durchflussmengenkompensation verwendet (d.h. ohne Wärmeaustauscher), so sind die momentanen Masseemissionen über den Zyklus zu berechnen und integrieren. In diesem Fall ist die momentane Masse des verdünnten Abgases wie folgt zu berechnen:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times Q_{SSV} \times \Delta t_i$$

In dieser Formel bedeutet:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d P_A \times \sqrt{\frac{1}{T} \left( r^{1,4286} - r^{1,7143} \right) \left( \frac{1}{1 - \beta^4 r^{1,4286}} \right)}$$

$\Delta t_i$  = Zeitabschnitt (s)

Die Echtzeit-Berechnung ist entweder mit einem angemessenen Wert für  $C_d$  wie 0,98 oder mit einem angemessenen Wert für  $Q_{SSV}$  zu beginnen. Wird die Berechnung mit  $Q_{SSV}$  begonnen, so ist der Anfangswert von  $Q_{SSV}$  zur Bewertung von Re zu verwenden.

Während aller Emissionsprüfungen muss die Reynolds-Zahl an der SSV-Verengung im Bereich der Reynolds-Zahlen liegen, die zur Ableitung der in Anlage 2 Abschnitt 3.2 entwickelten Kalibrierkurve verwendet wurden.

### 2.2.2. Feuchtigkeitskorrektur bei NOx

Da die NOx-Emission von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängig ist, ist die NOx-Konzentration unter Berücksichtigung der Feuchtigkeit der Umgebungsluft mit Hilfe der in den folgenden Formeln angegebenen Faktoren zu korrigieren:

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

dabei bedeutet:

$T_a$  = Lufttemperatur (K)

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

Hierbei bedeuten:

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

$R_a$  = relative Feuchtigkeit der Ansaugluft (%)

$p_a$  = Sättigungsdampfdruck der Ansaugluft (kPa)

$p_B$  = barometrischer Gesamtdruck (kPa)

ANMERKUNG:  $H_a$  kann von der vorstehend beschriebenen Messung der relativen Feuchtigkeit oder von der Messung am Taupunkt, der Messung des Dampfdrucks oder der Trocken/Feuchtmessung unter Verwendung der allgemein anerkannten Formeln abgeleitet werden.

### 2.2.3. Berechnung des Emissionsmassendurchsatzes

#### 2.2.3.1. Systeme mit konstantem Massendurchsatz

Bei Systemen mit Wärmeaustauscher ist die Schadstoffmasse  $M_{GAS}$  (g/Prüfung) anhand der folgenden Gleichung zu berechnen:

$$M_{GAS} = u \times \text{conc} \times M_{TOTW}$$

In dieser Formel bedeutet:

$u$  = Verhältnis zwischen der Dichte des Abgasbestandteils und der Dichte des verdünnten Abgases, wie in Abschnitt 2.1.2.1 Tabelle 4 angegeben

$conc$  = mittlere hintergrundkorrigierte Konzentrationen über den gesamten Zyklus aus Integration (obligatorisch für  $NO_x$  und HC) oder Beutelmessung (ppm)

$M_{TOTW}$  = Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den gesamten Zyklus gemäß Abschnitt 2.2.1 (kg)

Da die  $NO_x$ -Emission von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängig ist, ist die  $NO_x$ -Konzentration unter Berücksichtigung der Feuchtigkeit der Umgebungsluft mit Hilfe des Faktors  $k_H$  gemäß Abschnitt 2.2.2 zu korrigieren:

Die auf trockener Basis gemessenen Konzentrationen sind gemäß Abschnitt 1.3.2 in Feuchtwerte umzuwandeln.

#### 2.2.3.1.1. Bestimmung der hintergrundorientierten 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.

$$conc = conc_e - conc_d \times (1 - (1/DF))$$

dabei bedeutet:

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

$conc_e$  = Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen im verdünnten Abgas (ppm)

$conc_d$  = Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen in der Verdünnungsluft (ppm)

DF = Verdünnungsfaktor

Der Verdünnungsfaktor berechnet sich wie folgt:

$$DF = \frac{13,4}{conc_{eCO_2} + (conc_{eHC} + conc_{eCO}) \times 10^{-4}}$$

#### 2.2.3.2. Systeme mit Durchflussmengenkompensation

Bei Systemen ohne Wärmeaustauscher ist die Masse der Schadstoffe  $M_{GAS}$  (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:

$$M_{GAS} = \sum_{i=1}^n (M_{TOTW,i} \times conc_{e,i} \times u) - (M_{TOTW} \times conc_d \times (1 - 1/DF) \times u)$$

dabei bedeutet:

$conc_{e,i}$  = momentane Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen im verdünnten Abgas (ppm)

$conc_d$  = Konzentration des jeweiligen Schadstoffs, gemessen in der Verdünnungsluft (ppm)

u = Verhältnis zwischen der Dichte des Abgasbestandteils und der Dichte des verdünnten Abgases, wie in Abschnitt 2.1.2.1 Tabelle 4 angegeben

$M_{TOTW,i}$  = momentane Masse des verdünnten Abgases (Abschnitt 2.2.1) (kg)

$M_{TOTW}$  = Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den Zyklus (Abschnitt 2.2.1) (kg)

DF = Verdünnungsfaktor, wie unter Abschnitt 2.2.3.1.1 bestimmt

Da die  $NO_x$ -Emission von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängig ist, ist die  $NO_x$ -Konzentration unter Berücksichtigung der Feuchtigkeit der Umgebungsluft mit Hilfe des Faktors  $k_H$  wie in Abschnitt 2.2.2 beschrieben zu korrigieren:

## 2.2.4. Berechnung der spezifischen Emissionen

Die spezifischen Emissionen (g/kWh) sind für jeden einzelnen Bestandteil folgendermaßen zu berechnen:

$$\text{Einzelnes Gas} = M_{\text{gas}}/W_{\text{act}}$$

Dabei bedeutet:

$$W_{\text{act}} = \text{tatsächliche Zyklusarbeit gemäß Anhang III Abschnitt 4.6.2 (kWh)}$$

## 2.2.5. Berechnung der Partikelemission

## 2.2.5.1. Berechnung des Massendurchsatzes

Die Partikelmasse  $M_{\text{PT}}$  (g/Prüfung) berechnet sich wie folgt:

$$M_{\text{PT}} = \frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} \times \frac{M_{\text{TOTW}}}{1000}$$

$M_f$  = über den Zyklus abgeschiedene Partikelprobenahmemasse (mg)

$M_{\text{TOTW}}$  = Gesamtmasse des verdünnten Abgases über den gesamten Zyklus gemäß Abschnitt 2.2.1 bestimmt (kg)

$M_{\text{SAM}}$  = Masse des aus dem Verdünnungstunnel zum Abscheiden von Partikeln entnommenen verdünnten Abgases (kg)

und

$M_f$  =  $M_{f,p} + M_{f,b}$ , sofern getrennt gewogen (mg)

$M_{f,p}$  = am Hauptfilter abgeschiedene Partikelmasse (mg)

$M_{f,b}$  = am Nachfilter abgeschiedene Partikelmasse (mg)

Bei Verwendung eines Doppelverdünnungssystems ist die Masse der Sekundärverdünnungsluft von der Gesamtmasse des zweifach verdünnten Abgases, das zur Probenahme durch die Partikelfilter geleitet wurde, abzuziehen.

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

dabei bedeutet:

$M_{\text{TOT}}$  = Masse des durch Partikelfilter geleiteten doppelt verdünnten Abgases (kg)

$M_{\text{SEC}}$  = Masse der Sekundärverdünnungsluft (kg)

Wird der Partikelhintergrund der Verdünnungsluft gemäß Anhang III Abschnitt 4.4.4 bestimmt, so kann die Partikelmasse hintergrundkorrigiert werden. In diesem Fall ist die Partikelmasse (g/Prüfung) wie folgt zu berechnen:

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

dabei bedeutet:

$M_f$ ,  $M_{\text{SAM}}$ ,  $M_{\text{TOTW}}$  = siehe oben

$M_{\text{DIL}}$  = Masse der Primärverdünnungsluft, Probenahme mittels Probenehmer für Hintergrund-Partikel (kg)

$M_d$  = abgeschiedene Hintergrund-Partikelmasse der Primärverdünnungsluft (mg)

DF = Verdünnungsfaktor gemäß Abschnitt 2.2.3.1.1

## 2.2.5.2. Feuchtigkeitskorrekturfaktor für Partikel

Da die Partikelemission der Dieselmotoren von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängig ist, muss die Partikelkonzentration unter Berücksichtigung der Feuchtigkeit der Umgebungsluft mit Hilfe des in der folgenden Formel angegebenen Faktors  $K_p$  korrigiert werden:

$$k_p = \frac{1}{[1 + 0,0133 \times (H_a - 10,71)]}$$

In dieser Formel bedeutet:

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

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

$R_a$ : relative Feuchtigkeit der Ansaugluft (%)

$p_a$ : Sättigungsdampfdruck der Ansaugluft (kPa)

$p_B$ : barometrischer Gesamtdruck (kPa)

ANMERKUNG:  $H_a$  kann von der vorstehend beschriebenen Messung der relativen Feuchtigkeit oder von der Messung am Taupunkt, der Messung des Dampfdrucks oder der Trocken/Feuchtmessung unter Verwendung der allgemein anerkannten Formeln abgeleitet werden.

## 2.2.5.3. Berechnung der spezifischen Emission

Die Partikelemission (g/kWh) ist folgendermaßen zu berechnen:

$$PT = M_{PT} \times K_p / W_{act}$$

Dabei bedeutet:

$W_{act}$  = tatsächliche Zyklusarbeit gemäß Anhang III Abschnitt 4.6.2 (kWh)"

9) Die folgenden Anlagen werden angefügt:

## "ANLAGE 4

## NRTC-ABLAUFPLAN FÜR DEN MOTORLEISTUNGSPRÜFSTAND

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

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment	Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment	Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment
(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)
154	15	6	205	20	18	256	102	84
155	39	47	206	27	34	257	58	66
156	39	4	207	32	33	258	64	97
157	35	26	208	41	31	259	56	80
158	27	38	209	43	31	260	51	67
159	43	40	210	37	33	261	52	96
160	14	23	211	26	18	262	63	62
161	10	10	212	18	29	263	71	6
162	15	33	213	14	51	264	33	16
163	35	72	214	13	11	265	47	45
164	60	39	215	12	9	266	43	56
165	55	31	216	15	33	267	42	27
166	47	30	217	20	25	268	42	64
167	16	7	218	25	17	269	75	74
168	0	6	219	31	29	270	68	96
169	0	8	220	36	66	271	86	61
170	0	8	221	66	40	272	66	0
171	0	2	222	50	13	273	37	0
172	2	17	223	16	24	274	45	37
173	10	28	224	26	50	275	68	96
174	28	31	225	64	23	276	80	97
175	33	30	226	81	20	277	92	96
176	36	0	227	83	11	278	90	97
177	19	10	228	79	23	279	82	96
178	1	18	229	76	31	280	94	81
179	0	16	230	68	24	281	90	85
180	1	3	231	59	33	282	96	65
181	1	4	232	59	3	283	70	96
182	1	5	233	25	7	284	55	95
183	1	6	234	21	10	285	70	96
184	1	5	235	20	19	286	79	96
185	1	3	236	4	10	287	81	71
186	1	4	237	5	7	288	71	60
187	1	4	238	4	5	289	92	65
188	1	6	239	4	6	290	82	63
189	8	18	240	4	6	291	61	47
190	20	51	241	4	5	292	52	37
191	49	19	242	7	5	293	24	0
192	41	13	243	16	28	294	20	7
193	31	16	244	28	25	295	39	48
194	28	21	245	52	53	296	39	54
195	21	17	246	50	8	297	63	58
196	31	21	247	26	40	298	53	31
197	21	8	248	48	29	299	51	24
198	0	14	249	54	39	300	48	40
199	0	12	250	60	42	301	39	0
200	3	8	251	48	18	302	35	18
201	3	22	252	54	51	303	36	16
202	12	20	253	88	90	304	29	17
203	14	20	254	103	84	305	28	21
204	16	17	255	103	85	306	31	15

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment	Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment	Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment
(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)
307	31	10	358	29	0	409	34	43
308	43	19	359	18	13	410	68	83
309	49	63	360	25	11	411	102	48
310	78	61	361	28	24	412	62	0
311	78	46	362	34	53	413	41	39
312	66	65	363	65	83	414	71	86
313	78	97	364	80	44	415	91	52
314	84	63	365	77	46	416	89	55
315	57	26	366	76	50	417	89	56
316	36	22	367	45	52	418	88	58
317	20	34	368	61	98	419	78	69
318	19	8	369	61	69	420	98	39
319	9	10	370	63	49	421	64	61
320	5	5	371	32	0	422	90	34
321	7	11	372	10	8	423	88	38
322	15	15	373	17	7	424	97	62
323	12	9	374	16	13	425	100	53
324	13	27	375	11	6	426	81	58
325	15	28	376	9	5	427	74	51
326	16	28	377	9	12	428	76	57
327	16	31	378	12	46	429	76	72
328	15	20	379	15	30	430	85	72
329	17	0	380	26	28	431	84	60
330	20	34	381	13	9	432	83	72
331	21	25	382	16	21	433	83	72
332	20	0	383	24	4	434	86	72
333	23	25	384	36	43	435	89	72
334	30	58	385	65	85	436	86	72
335	63	96	386	78	66	437	87	72
336	83	60	387	63	39	438	88	72
337	61	0	388	32	34	439	88	71
338	26	0	389	46	55	440	87	72
339	29	44	390	47	42	441	85	71
340	68	97	391	42	39	442	88	72
341	80	97	392	27	0	443	88	72
342	88	97	393	14	5	444	84	72
343	99	88	394	14	14	445	83	73
344	102	86	395	24	54	446	77	73
345	100	82	396	60	90	447	74	73
346	74	79	397	53	66	448	76	72
347	57	79	398	70	48	449	46	77
348	76	97	399	77	93	450	78	62
349	84	97	400	79	67	451	79	35
350	86	97	401	46	65	452	82	38
351	81	98	402	69	98	453	81	41
352	83	83	403	80	97	454	79	37
353	65	96	404	74	97	455	78	35
354	93	72	405	75	98	456	78	38
355	63	60	406	56	61	457	78	46
356	72	49	407	42	0	458	75	49
357	56	27	408	36	32	459	73	50

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment	Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment	Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment
(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)
460	79	58	511	85	73	562	43	25
461	79	71	512	84	73	563	30	60
462	83	44	513	85	73	564	40	45
463	53	48	514	86	73	565	37	32
464	40	48	515	85	73	566	37	32
465	51	75	516	85	73	567	43	70
466	75	72	517	85	72	568	70	54
467	89	67	518	85	73	569	77	47
468	93	60	519	83	73	570	79	66
469	89	73	520	79	73	571	85	53
470	86	73	521	78	73	572	83	57
471	81	73	522	81	73	573	86	52
472	78	73	523	82	72	574	85	51
473	78	73	524	94	56	575	70	39
474	76	73	525	66	48	576	50	5
475	79	73	526	35	71	577	38	36
476	82	73	527	51	44	578	30	71
477	86	73	528	60	23	579	75	53
478	88	72	529	64	10	580	84	40
479	92	71	530	63	14	581	85	42
480	97	54	531	70	37	582	86	49
481	73	43	532	76	45	583	86	57
482	36	64	533	78	18	584	89	68
483	63	31	534	76	51	585	99	61
484	78	1	535	75	33	586	77	29
485	69	27	536	81	17	587	81	72
486	67	28	537	76	45	588	89	69
487	72	9	538	76	30	589	49	56
488	71	9	539	80	14	590	79	70
489	78	36	540	71	18	591	104	59
490	81	56	541	71	14	592	103	54
491	75	53	542	71	11	593	102	56
492	60	45	543	65	2	594	102	56
493	50	37	544	31	26	595	103	61
494	66	41	545	24	72	596	102	64
495	51	61	546	64	70	597	103	60
496	68	47	547	77	62	598	93	72
497	29	42	548	80	68	599	86	73
498	24	73	549	83	53	600	76	73
499	64	71	550	83	50	601	59	49
500	90	71	551	83	50	602	46	22
501	100	61	552	85	43	603	40	65
502	94	73	553	86	45	604	72	31
503	84	73	554	89	35	605	72	27
504	79	73	555	82	61	606	67	44
505	75	72	556	87	50	607	68	37
506	78	73	557	85	55	608	67	42
507	80	73	558	89	49	609	68	50
508	81	73	559	87	70	610	77	43
509	81	73	560	91	39	611	58	4
510	83	73	561	72	3	612	22	37

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment	Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment	Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment
(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)
613	57	69	664	92	72	715	102	64
614	68	38	665	91	72	716	102	69
615	73	2	666	90	71	717	102	68
616	40	14	667	90	71	718	102	70
617	42	38	668	91	71	719	102	69
618	64	69	669	90	70	720	102	70
619	64	74	670	90	72	721	102	70
620	67	73	671	91	71	722	102	62
621	65	73	672	90	71	723	104	38
622	68	73	673	90	71	724	104	15
623	65	49	674	92	72	725	102	24
624	81	0	675	93	69	726	102	45
625	37	25	676	90	70	727	102	47
626	24	69	677	93	72	728	104	40
627	68	71	678	91	70	729	101	52
628	70	71	679	89	71	730	103	32
629	76	70	680	91	71	731	102	50
630	71	72	681	90	71	732	103	30
631	73	69	682	90	71	733	103	44
632	76	70	683	92	71	734	102	40
633	77	72	684	91	71	735	103	43
634	77	72	685	93	71	736	103	41
635	77	72	686	93	68	737	102	46
636	77	70	687	98	68	738	103	39
637	76	71	688	98	67	739	102	41
638	76	71	689	100	69	740	103	41
639	77	71	690	99	68	741	102	38
640	77	71	691	100	71	742	103	39
641	78	70	692	99	68	743	102	46
642	77	70	693	100	69	744	104	46
643	77	71	694	102	72	745	103	49
644	79	72	695	101	69	746	102	45
645	78	70	696	100	69	747	103	42
646	80	70	697	102	71	748	103	46
647	82	71	698	102	71	749	103	38
648	84	71	699	102	69	750	102	48
649	83	71	700	102	71	751	103	35
650	83	73	701	102	68	752	102	48
651	81	70	702	100	69	753	103	49
652	80	71	703	102	70	754	102	48
653	78	71	704	102	68	755	102	46
654	76	70	705	102	70	756	103	47
655	76	70	706	102	72	757	102	49
656	76	71	707	102	68	758	102	42
657	79	71	708	102	69	759	102	52
658	78	71	709	100	68	760	102	57
659	81	70	710	102	71	761	102	55
660	83	72	711	101	64	762	102	61
661	84	71	712	102	69	763	102	61
662	86	71	713	102	69	764	102	58
663	87	71	714	101	69	765	103	58

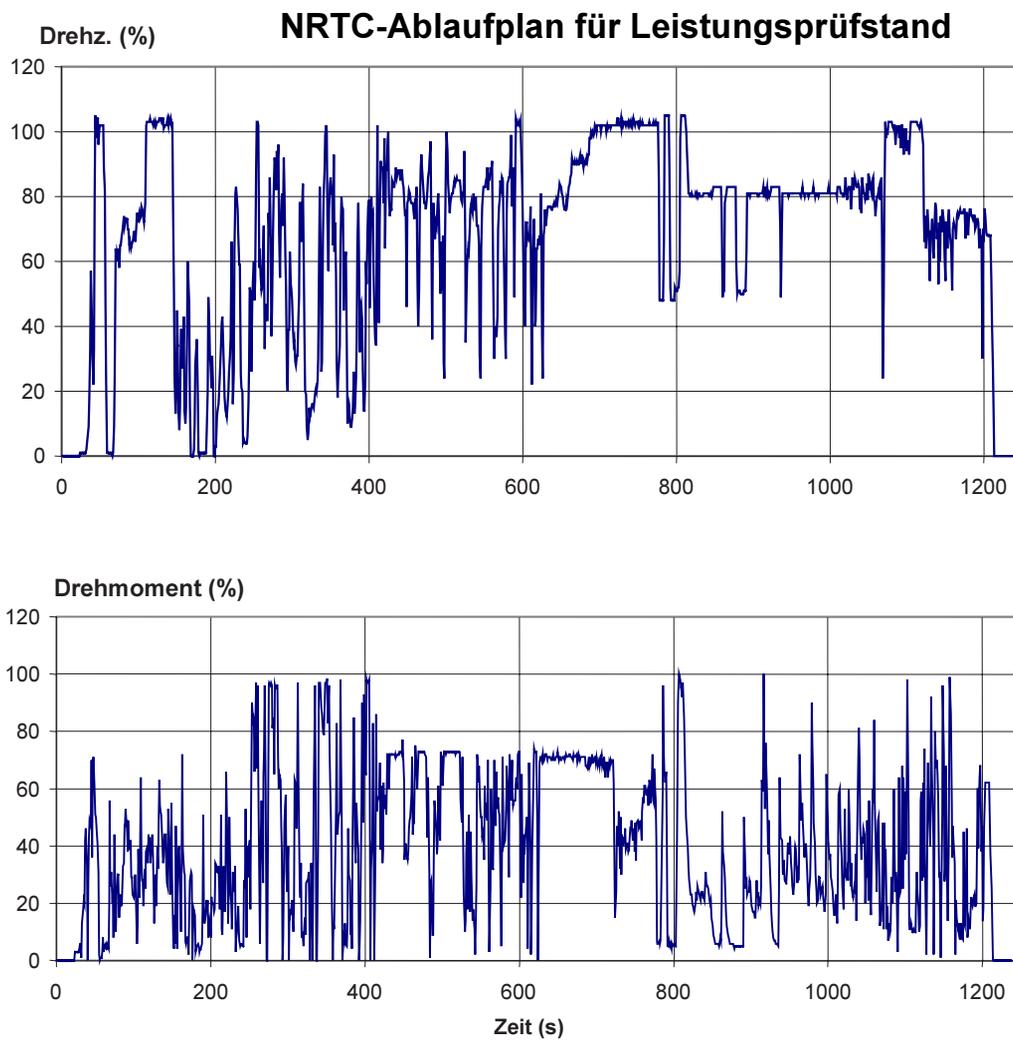
Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment	Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment	Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment
(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)
766	102	59	817	81	46	868	83	16
767	102	54	818	80	39	869	83	12
768	102	63	819	80	32	870	83	9
769	102	61	820	81	28	871	83	8
770	103	55	821	80	26	872	83	7
771	102	60	822	80	23	873	83	6
772	102	72	823	80	23	874	83	6
773	103	56	824	80	20	875	83	6
774	102	55	825	81	19	876	83	6
775	102	67	826	80	18	877	83	6
776	103	56	827	81	17	878	59	4
777	84	42	828	80	20	879	50	5
778	48	7	829	81	24	880	51	5
779	48	6	830	81	21	881	51	5
780	48	6	831	80	26	882	51	5
781	48	7	832	80	24	883	50	5
782	48	6	833	80	23	884	50	5
783	48	7	834	80	22	885	50	5
784	67	21	835	81	21	886	50	5
785	105	59	836	81	24	887	50	5
786	105	96	837	81	24	888	51	5
787	105	74	838	81	22	889	51	5
788	105	66	839	81	22	890	51	5
789	105	62	840	81	21	891	63	50
790	105	66	841	81	31	892	81	34
791	89	41	842	81	27	893	81	25
792	52	5	843	80	26	894	81	29
793	48	5	844	80	26	895	81	23
794	48	7	845	81	25	896	80	24
795	48	5	846	80	21	897	81	24
796	48	6	847	81	20	898	81	28
797	48	4	848	83	21	899	81	27
798	52	6	849	83	15	900	81	22
799	51	5	850	83	12	901	81	19
800	51	6	851	83	9	902	81	17
801	51	6	852	83	8	903	81	17
802	52	5	853	83	7	904	81	17
803	52	5	854	83	6	905	81	15
804	57	44	855	83	6	906	80	15
805	98	90	856	83	6	907	80	28
806	105	94	857	83	6	908	81	22
807	105	100	858	83	6	909	81	24
808	105	98	859	76	5	910	81	19
809	105	95	860	49	8	911	81	21
810	105	96	861	51	7	912	81	20
811	105	92	862	51	20	913	83	26
812	104	97	863	78	52	914	80	63
813	100	85	864	80	38	915	80	59
814	94	74	865	81	33	916	83	100
815	87	62	866	83	29	917	81	73
816	81	50	867	83	22	918	83	53

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment	Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment	Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment
(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)
919	80	76	970	81	39	1021	82	35
920	81	61	971	81	38	1022	79	53
921	80	50	972	80	41	1023	82	30
922	81	37	973	81	30	1024	83	29
923	82	49	974	81	23	1025	83	32
924	83	37	975	81	19	1026	83	28
925	83	25	976	81	25	1027	76	60
926	83	17	977	81	29	1028	79	51
927	83	13	978	83	47	1029	86	26
928	83	10	979	81	90	1030	82	34
929	83	8	980	81	75	1031	84	25
930	83	7	981	80	60	1032	86	23
931	83	7	982	81	48	1033	85	22
932	83	6	983	81	41	1034	83	26
933	83	6	984	81	30	1035	83	25
934	83	6	985	80	24	1036	83	37
935	71	5	986	81	20	1037	84	14
936	49	24	987	81	21	1038	83	39
937	69	64	988	81	29	1039	76	70
938	81	50	989	81	29	1040	78	81
939	81	43	990	81	27	1041	75	71
940	81	42	991	81	23	1042	86	47
941	81	31	992	81	25	1043	83	35
942	81	30	993	81	26	1044	81	43
943	81	35	994	81	22	1045	81	41
944	81	28	995	81	20	1046	79	46
945	81	27	996	81	17	1047	80	44
946	80	27	997	81	23	1048	84	20
947	81	31	998	83	65	1049	79	31
948	81	41	999	81	54	1050	87	29
949	81	41	1000	81	50	1051	82	49
950	81	37	1001	81	41	1052	84	21
951	81	43	1002	81	35	1053	82	56
952	81	34	1003	81	37	1054	81	30
953	81	31	1004	81	29	1055	85	21
954	81	26	1005	81	28	1056	86	16
955	81	23	1006	81	24	1057	79	52
956	81	27	1007	81	19	1058	78	60
957	81	38	1008	81	16	1059	74	55
958	81	40	1009	80	16	1060	78	84
959	81	39	1010	83	23	1061	80	54
960	81	27	1011	83	17	1062	80	35
961	81	33	1012	83	13	1063	82	24
962	80	28	1013	83	27	1064	83	43
963	81	34	1014	81	58	1065	79	49
964	83	72	1015	81	60	1066	83	50
965	81	49	1016	81	46	1067	86	12
966	81	51	1017	80	41	1068	64	14
967	80	55	1018	80	36	1069	24	14
968	81	48	1019	81	26	1070	49	21
969	81	36	1020	86	18	1071	77	48

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment	Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment	Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Dreh- moment
(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)
1072	103	11	1123	66	62	1174	76	8
1073	98	48	1124	74	29	1175	76	7
1074	101	34	1125	64	74	1176	67	45
1075	99	39	1126	69	40	1177	75	13
1076	103	11	1127	76	2	1178	75	12
1077	103	19	1128	72	29	1179	73	21
1078	103	7	1129	66	65	1180	68	46
1079	103	13	1130	54	69	1181	74	8
1080	103	10	1131	69	56	1182	76	11
1081	102	13	1132	69	40	1183	76	14
1082	101	29	1133	73	54	1184	74	11
1083	102	25	1134	63	92	1185	74	18
1084	102	20	1135	61	67	1186	73	22
1085	96	60	1136	72	42	1187	74	20
1086	99	38	1137	78	2	1188	74	19
1087	102	24	1138	76	34	1189	70	22
1088	100	31	1139	67	80	1190	71	23
1089	100	28	1140	70	67	1191	73	19
1090	98	3	1141	53	70	1192	73	19
1091	102	26	1142	72	65	1193	72	20
1092	95	64	1143	60	57	1194	64	60
1093	102	23	1144	74	29	1195	70	39
1094	102	25	1145	69	31	1196	66	56
1095	98	42	1146	76	1	1197	68	64
1096	93	68	1147	74	22	1198	30	68
1097	101	25	1148	72	52	1199	70	38
1098	95	64	1149	62	96	1200	66	47
1099	101	35	1150	54	72	1201	76	14
1100	94	59	1151	72	28	1202	74	18
1101	97	37	1152	72	35	1203	69	46
1102	97	60	1153	64	68	1204	68	62
1103	93	98	1154	74	27	1205	68	62
1104	98	53	1155	76	14	1206	68	62
1105	103	13	1156	69	38	1207	68	62
1106	103	11	1157	66	59	1208	68	62
1107	103	11	1158	64	99	1209	68	62
1108	103	13	1159	51	86	1210	54	50
1109	103	10	1160	70	53	1211	41	37
1110	103	10	1161	72	36	1212	27	25
1111	103	11	1162	71	47	1213	14	12
1112	103	10	1163	70	42	1214	0	0
1113	103	10	1164	67	34	1215	0	0
1114	102	18	1165	74	2	1216	0	0
1115	102	31	1166	75	21	1217	0	0
1116	101	24	1167	74	15	1218	0	0
1117	102	19	1168	75	13	1219	0	0
1118	103	10	1169	76	10	1220	0	0
1119	102	12	1170	75	13	1221	0	0
1120	99	56	1171	75	10	1222	0	0
1121	96	59	1172	75	7	1223	0	0
1122	74	28	1173	75	13	1224	0	0

Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehmoment	Zeit	Norm. Drehz.	Norm. Drehmoment
(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)	(s)	(%)	(%)
1225	0	0						
1226	0	0						
1227	0	0						
1228	0	0						
1229	0	0						
1230	0	0						
1231	0	0						
1232	0	0						
1233	0	0						
1234	0	0						
1235	0	0						
1236	0	0						
1237	0	0						
1238	0	0						

Nachstehend folgt eine grafische Darstellung des NRTC-Ablaufplans für den Motorleistungsprüfstand:



## Anlage 5

## Dauerhaltbarkeitsanforderungen

## 1. EMISSIONS-DAUERHALTBARKEITSPERIODE (EPD) UND VERSCHLECHTERUNGSFAKTOREN

Diese Anlage gilt nur für Kompressionszündungsmotoren der Stufe IIIA, IIIB und IV.

1.1. Die Hersteller legen für jeden reglementierten Schadstoff für alle Motorfamilien der Stufen IIIA und IIIB einen Verschlechterungsfaktor fest. Diese Verschlechterungsfaktoren sind für die Typgenehmigung und die Prüfung an der Fertigungsstraße anzuwenden.

1.1.1. Prüfungen zur Festlegung der Verschlechterungsfaktoren sind wie folgt durchzuführen:

1.1.1.1. Der Hersteller muss nach einem Prüfplan Dauerhaltbarkeitsprüfungen durchführen. Dieser Prüfplan ist nach bestem technischem Ermessen auszuwählen, damit er in Bezug auf Merkmale der Verschlechterung der Emissionsleistung von Motoren repräsentativ ist. Der Dauerhaltbarkeitsprüfzeitraum sollte in der Regel mindestens einem Viertel der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode entsprechen.

Die Dauerprüfung kann durchgeführt werden, indem der Motor auf einem Prüfstand läuft oder tatsächlich in Betrieb ist. Beschleunigte Dauerhaltbarkeitsprüfungen können durchgeführt werden, wobei das Dauerprüfprogramm bei einem höheren Belastungsgrad durchlaufen wird, als er in der Regel in diesem Bereich vorkommt. Der Beschleunigungsfaktor, der die Anzahl der Motorhaltbarkeitsprüfstunden zur entsprechenden Anzahl der EDP-Stunden ins Verhältnis setzt, wird vom Motorhersteller nach bestem technischem Ermessen festgelegt.

Während des Zeitraums der Dauerhaltbarkeitsprüfung dürfen emissionsempfindliche Bestandteile nur nach dem vom Hersteller empfohlenen regelmäßigen Wartungsplan gewartet oder ausgetauscht werden.

Der Prüfmotor, die Baugruppen oder Bauteile, die zur Bestimmung der Abgasemissions-Verschlechterungsfaktoren für eine Motorenfamilie oder für Motorenfamilien mit vergleichbarer Emissionsminderungstechnologie verwendet werden, sind vom Motorhersteller nach bestem technischem Ermessen auszuwählen. Der Prüfmotor sollte das Emissionsverschlechterungsmerkmal der Motorenfamilien repräsentieren, die die resultierenden Verschlechterungsfaktorwerte bei der Typgenehmigung anwenden. Motoren mit unterschiedlicher Bohrung und unterschiedlichem Hub, unterschiedlicher Konfiguration, unterschiedlichen Luftaufbereitungssystemen und unterschiedlichen Kraftstoffsystemen können in Bezug auf die Emissionsverschlechterungsmerkmale als äquivalent eingestuft werden, sofern es hierfür eine hinreichende technische Grundlage gibt.

Die Werte der Verschlechterungsfaktoren eines anderen Herstellers können angewandt werden, sofern es eine hinreichende Grundlage dafür gibt, in Bezug auf die Verschlechterung bei den Emissionen von technischer Äquivalenz auszugehen, und die Prüfungen nachweislich gemäß den vorgeschriebenen Anforderungen durchgeführt wurden.

Die Emissionsprüfung wird gemäß den Verfahren durchgeführt, die in dieser Richtlinie für eingefahrene Prüfmotoren, die noch nicht in Betrieb waren, und für Prüfmotoren am Ende der Dauerhaltbarkeitsperiode festgelegt sind. Emissionsprüfungen können auch in Abständen während des Dauerprüfungszeitraums durchgeführt und zur Bestimmung der Verschlechterungstendenz angewandt werden.

1.1.1.2. Bei den zur Bestimmung der Verschlechterung durchgeführten Dauerprüfungen oder Emissionsprüfungen darf kein Vertreter der Genehmigungsbehörde zugegen sein.

## 1.1.1.3. Bestimmung der Verschlechterungsfaktorwerte durch Dauerhaltbarkeitsprüfungen

Ein additiver Verschlechterungsfaktor ist definiert als der Wert, der durch Subtraktion des zu Beginn der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode bestimmten Wertes vom am Ende der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode bestimmten Wert, der der Emissionsleistung entspricht, ermittelt wird.

Ein multiplikativer Verschlechterungsfaktor ist definiert als der am Ende der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode bestimmte Emissionswert geteilt durch den zu Beginn der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode aufgezeichneten Emissionswert.

Für jeden in Rechtsvorschriften erfassten Schadstoff sind gesonderte Werte für den Verschlechterungsfaktor zu erstellen. Wird der Wert des Verschlechterungsfaktors gegenüber dem NO<sub>x</sub>+HC-Standard bestimmt, so geschieht dies bei einem additiven Verschlechterungsfaktor basierend auf der Summe der Schadstoffe, unbeschadet der Tatsache, dass eine negative Verschlechterung bei einem Schadstoff die Verschlechterung eines anderen Faktors nicht ausgleichen kann. Bei einem multiplikativen NO<sub>x</sub>+HC-Verschlechterungsfaktor sind bei der Berechnung der verschlechterten Emissionswerte anhand des Ergebnisses einer Emissionsprüfung gesonderte Verschlechterungsfaktoren für NO<sub>x</sub> und HC festzulegen und anzuwenden, bevor die resultierenden verschlechterten NO<sub>x</sub>- und HC-Werte im Hinblick auf die Einhaltung des Standards kombiniert werden.

Wird die Prüfung nicht für die vollständige Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode durchgeführt, so werden die Emissionswerte am Ende der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode durch Extrapolation der für den Prüfzeitraum festgestellten Emissionsverschlechterungstendenz auf die vollständige Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode bestimmt.

Wurden Ergebnisse von Emissionsprüfungen während der Dauerhaltbarkeitsprüfung regelmäßig aufgezeichnet, so sind bei der Bestimmung der Emissionswerte am Ende der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode auf vorbildlichen Verfahren basierende Standardtechniken der statistischen Aufbereitung anzuwenden; die statistische Signifikanz kann bei der Bestimmung der endgültigen Emissionswerte geprüft werden.

Ergibt die Berechnung einen Wert unter 1,00 für einen multiplikativen Verschlechterungsfaktor oder unter 0,00 für einen additiven Verschlechterungsfaktor, so gilt der Verschlechterungsfaktor 1,00 bzw. 0,00.

- 1.1.1.4. Ein Hersteller kann mit Genehmigung der Typgenehmigungsbehörde Verschlechterungsfaktorwerte verwenden, die anhand der Ergebnisse Dauerhaltbarkeitsprüfungen bestimmt wurden, die zur Ermittlung von Verschlechterungsfaktorwerten bei Kompressionszündungsmotoren für schwere Nutzfahrzeuge durchgeführt wurden. Dies ist zulässig, wenn der Kfz-Prüfmotor und die Motorenfamilien für mobile Maschinen und Geräte, die die Verschlechterungsfaktorwerte für die Typgenehmigungszwecke anwenden, technisch äquivalent sind. Die aus den Ergebnissen von Emissionsdauerhaltbarkeitsprüfungen von Kfz-Motoren abgeleiteten Verschlechterungsfaktorwerte sind auf der Grundlage der in Abschnitt 2 definierten Werte der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode zu berechnen.
- 1.1.1.5. Verwendet die Motorenfamilie anerkannte Technologien, so kann nach Genehmigung durch die Typgenehmigungsbehörde anstelle der Prüfung eine auf guter technischer Praxis basierende Analyse herangezogen werden, um einen Verschlechterungsfaktor für diese Motorenfamilie zu bestimmen.
- 1.2. Angaben zum Verschlechterungsfaktor in Anträgen auf Typgenehmigung
- 1.2.1. Für jeden Schadstoff sind im Typgenehmigungsantrag für eine Motorenfamilie von Kompressionszündungsmotoren ohne Nachbehandlungseinrichtung additive Verschlechterungsfaktoren anzugeben.
- 1.2.2. Für jeden Schadstoff sind im Typgenehmigungsantrag für eine Motorenfamilie von Kompressionszündungsmotoren mit Nachbehandlungseinrichtung multiplikative Verschlechterungsfaktoren anzugeben.
- 1.2.3. Der Hersteller muss der Typgenehmigungsbehörde auf Anfrage Informationen zur Verfügung stellen, die die Verschlechterungsfaktoren belegen. Dazu zählen in der Regel die Ergebnisse von Emissionsprüfungen, der Prüfplan für die Dauerprüfung, die Wartungsverfahren sowie gegebenenfalls unterstützende Angaben zum technischen Ermessen hinsichtlich der technischen Äquivalenz.
2. EMISSIONS-DAUERHALTBARKEITSPERIODEN FÜR MOTOREN DER STUFEN IIIA, IIIB UND IV
- 2.1. Hersteller müssen die Emissions-Dauerhaltbarkeitsperioden in Tabelle 1 dieses Abschnitts verwenden.

Tabelle 1: Kategorien der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperioden für Kompressionszündungsmotoren der Stufen IIIA, IIIB und IV (Stunden)

Kategorie (Leistungsbereich)	Lebensdauer (Stunden) Emissions-Dauerhaltbarkeitsperioden
≤ 37 kW (Motoren mit konstanter Drehzahl)	3 000
≤ 37 kW (Motoren mit nichtkonstanter Drehzahl)	5 000
> 37 kW	8 000
Motoren zum Antrieb von Binnenschiffen	10 000
Triebwagenmotoren	10 000

## 3. ANHANG V WIRD WIE FOLGT GEÄNDERT:

## 1) Die Überschrift erhält folgende Fassung:

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

BEZUGSKRAFTSTOFF FÜR MOBILE MASCHINEN UND GERÄTE FÜR KOMPRESSIENZÜNDUNGSMOTOREN, FÜR DIE EINE TYPGENEHMIGUNG NACH DEN GRENZWERTEN FÜR DIE STUFEN I UND II UND FÜR MOTOREN ZUR VERWENDUNG IN BINNENSCHIFFEN ERTEILT WURDE"

## 2) Folgender Wortlaut wird nach der Tabelle zum Bezugskraftstoff für Diesel eingefügt:

"BEZUGSKRAFTSTOFF FÜR MOBILE MASCHINEN UND GERÄTE FÜR KOMPRESSIENZÜNDUNGSMOTOREN, FÜR DIE EINE TYPGENEHMIGUNG NACH DEN GRENZWERTEN FÜR DIE STUFE IIIA ERTEILT WURDE

Parameter	Einheit	Grenzwerte <sup>(1)</sup>		Prüfmethode
		Min.	Max.	
Cetanzahl <sup>(2)</sup>		52	54,0	EN-ISO 5165
Dichte bei 15°C	kg/m <sup>3</sup>	833	837	EN-ISO 3675
Siedeverlauf: 50%-Absatz	°C	245	-	EN-ISO 3405
95%-Absatz	°C	345	350	EN-ISO 3405
- Siedeende	°C	-	370	EN-ISO 3405
Flammpunkt	°C	55	-	EN 22719
Grenzwert der Filtrierbarkeit (CFPPP)	°C	-	-5	EN 116
Viskosität bei 40°C	mm <sup>2</sup> /s	2,5	3,5	EN-ISO 3104
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	% m/m	3,0	6,0	IP 391
Schwefelgehalt <sup>(3)</sup>	mg/kg	-	300	ASTM D 5453
Kupferlamellenkorrosion		-	Klasse 1	EN-ISO 2160
Conradsonzahl (Verkokungsneigung) bei 10% Rückstand	% m/m	-	0,2	EN-ISO 10370
Aschegehalt	% m/m	-	0,01	EN-ISO 6245
Wassergehalt	% m/m	-	0,05	EN-ISO 12937
Säurezahl (starke Säure)	mg KOH/g	-	0,02	ASTM D 974
Oxidationsbeständigkeit <sup>(4)</sup>	mg/ml	-	0,025	EN-ISO 12205

- (1) Bei den Werten der technischen Daten handelt es sich um "tatsächliche Werte". Bei der Festlegung ihrer Grenzwerte kamen die Bestimmungen von ISO 4259 „Mineralölerzeugnisse - Bestimmung und Anwendung der Werte für die Präzision von Prüfverfahren“ zur Anwendung, und bei der Festlegung eines Mindestwertes wurde eine Mindestdifferenz von 2R über Null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Höchst- und eines Mindestwertes beträgt die Mindestdifferenz 4R (R = Reproduzierbarkeit). Unabhängig von dieser aus technischen Gründen getroffenen Festlegung sollte der Hersteller der Kraftstoffe dennoch anstreben, dort, wo ein Höchstwert von 2R vereinbart ist, einen Nullwert zu erreichen, und dort, wo Ober- und Untergrenzen festgelegt sind, den Mittelwert zu erreichen. Falls Zweifel bestehen, ob ein Kraftstoff die vorgeschriebenen Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen von ISO 4259.
- (2) Der Cetanzahlbereich entspricht nicht der vorgeschriebenen Mindestspanne von 4R. Bei Streitigkeiten zwischen dem Kraftstofflieferanten und dem Verwender können jedoch die Bestimmungen der ISO 4259 zur Regelung solcher Streitigkeiten herangezogen werden, sofern anstelle von Einzelmessungen Wiederholungsmessungen in einer zur Gewährleistung der notwendigen Genauigkeit ausreichenden Anzahl vorgenommen werden.
- (3) Der tatsächliche Schwefelgehalt des für die Prüfung Typ I verwendeten Kraftstoffs ist mitzuteilen.
- (4) Auch bei überprüfter Oxidationsbeständigkeit ist die Lagerbeständigkeit wahrscheinlich begrenzt. Es wird empfohlen, sich auf Herstellerempfehlungen hinsichtlich Lagerbedingungen und -beständigkeit zu stützen.

BEZUGSKRAFTSTOFF FÜR MOBILE MASCHINEN UND GERÄTE FÜR KOMPRESSIIONSZÜNDUNGSMOTOREN, FÜR DIE EINE TYPGENEHMIGUNG NACH DEN GRENZWERTEN FÜR DIE STUFEN IIIB UND IV ERTEILT WURDE

Parameter	Einheit	Grenzwerte <sup>(1)</sup>		Prüfmethode
		Min.	Max.	
Cetanzahl <sup>(2)</sup>			54,0	EN-ISO 5165
Dichte bei 15°C	kg/m <sup>3</sup>	833	837	EN-ISO 3675
Siedeverlauf:				
50%-Absatz	°C	245	-	EN-ISO 3405
95%-Absatz	°C	345	350	EN-ISO 3405
- Siedeende	°C	-	370	EN-ISO 3405
Flammpunkt	°C	55	-	EN 22719
Grenzwert der Filtrierbarkeit (CFPPP)	°C	-	-5	EN 116
Viskosität bei 40°C	mm <sup>2</sup> /s	2,3	3,3	EN-ISO 3104
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	% m/m	3,0	6,0	IP 391
Schwefelgehalt <sup>(3)</sup>	mg/kg	-	10	ASTM D 5453
Kupferlamellenkorrosion		-	class 1	EN-ISO 2160
Conradsonzahl (Verkokungsneigung) bei 10 % Rückstand	% m/m	-	0,2	EN-ISO 10370
Aschegehalt	% m/m	-	0,01	EN-ISO 6245

Parameter	Einheit	Grenzwerte <sup>(1)</sup>		Prüfmethode
		Min.	Max.	
Wassergehalt	% m/m	-	0,02	EN-ISO 12937
Säurezahl (starke Säure)	mg KOH/g	-	0,02	ASTM D 974
Oxidationsbeständigkeit <sup>(4)</sup>	mg/ml	-	0,025	EN-ISO 12205
Schmierfähigkeit (Durchmesser der Verschleißfläche nach HFRR bei 60 %)	µm	-	400	CEC F-06-A-96
Fettsäuremethylester	unzulässig			

- (1) Bei den Werten der technischen Daten handelt es sich um „tatsächliche Werte“. Bei der Festlegung ihrer Grenzwerte kamen die Bestimmungen von ISO 4259 „Mineralölerzeugnisse - Bestimmung und Anwendung der Werte für die Präzision von Prüfverfahren“ zur Anwendung, und bei der Festlegung eines Mindestwertes wurde eine Mindestdifferenz von 2R über Null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Höchst- und eines Mindestwertes beträgt die Mindestdifferenz 4R (R = Reproduzierbarkeit).  
Unabhängig von dieser aus technischen Gründen getroffenen Festlegung sollte der Hersteller der Kraftstoffe dennoch anstreben, dort, wo ein Höchstwert von 2R vereinbart ist, einen Nullwert zu erreichen, und dort, wo Ober- und Untergrenzen festgelegt sind, den Mittelwert zu erreichen. Falls Zweifel bestehen, ob ein Kraftstoff die vorgeschriebenen Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen von ISO 4259.
- (2) Der Cetanzahlbereich entspricht nicht der vorgeschriebenen Mindestspanne von 4R. Bei Streitigkeiten zwischen dem Kraftstofflieferanten und dem Verwender können jedoch die Bestimmungen der ISO 4259 zur Regelung solcher Streitigkeiten herangezogen werden, sofern anstelle von Einzelmessungen Wiederholungsmessungen in einer zur Gewährleistung der notwendigen Genauigkeit ausreichenden Anzahl vorgenommen werden.
- (3) Der tatsächliche Schwefelgehalt des für die Prüfung Typ I verwendeten Kraftstoffs ist mitzuteilen.
- (4) Auch bei überprüfter Oxidationsbeständigkeit ist die Lagerbeständigkeit wahrscheinlich begrenzt. Es wird empfohlen, sich auf Herstellerempfehlungen hinsichtlich Lagerbedingungen und -beständigkeit zu stützen."

#### 4. ANHANG VII WIRD WIE FOLGT GEÄNDERT:

ANLAGE 1 ERHÄLT FOLGENDE FASSUNG:

„Anlage 1  
PRÜFERGEBNISSE FÜR KOMPRESSIOnSZÜNDUNGSMOTOREN  
PRÜFERGEBNISSE

1. INFORMATION ZUR DURCHFÜHRUNG DER NRSC-PRÜFUNG <sup>1</sup>:
  - 1.1. Für die Prüfung verwendeter Bezugskraftstoff
    - 1.1.1. Cetanzahl: .....
    - 1.1.2. Schwefelgehalt: .....
    - 1.1.3. Dichte:.....
  - 1.2. Schmiermittel
    - 1.2.1. Fabrikmarke (n):.....
    - 1.2.2. Typ(en):.....

(Prozentualen Anteil des Öls am Gemisch angeben, wenn Schmiermittel und Kraftstoff gemischt sind)
- 1.3. Vom Motor angetriebene Einrichtungen (falls vorhanden)
  - 1.3.1. Aufzählung und Einzelheiten: .....
  - 1.3.2. Aufgenommene Leistung bei angegebenen Motorendrehzahlen (nach Angaben des Herstellers): .....

<sup>1</sup> Bei mehreren Stammotoren für jeden einzeln anzugeben.

Bei verschiedenen Motordrehzahlen aufgenommene Leistung $P_{AE}$ (kW) <sup>1</sup> unter Berücksichtigung von Anlage 3 dieses Anhangs		
Einrichtung	Zwischendrehzahl (wenn zutreffend)	Nennendrehzahl
Summe:		

<sup>1</sup> Darf 10 % der während der Prüfung gemessenen Leistung nicht überschreiten."

#### 1.4. Motorleistung

##### 1.4.1. Motordrehzahlen:

Leerlauf: ..... rpm  
 Zwischendrehzahl: ..... rpm  
 Nennendrehzahl: ..... rpm

##### 1.4.2. Motorleistung <sup>1</sup>

Bedingung	Leistung (kW) bei verschiedenen Motordrehzahlen	
	Zwischendrehzahl (wenn zutreffend)	Nennendrehzahl
Bei der Prüfung gemessene Höchstleistung ( $P_M$ ) (kW) (a)		
Gesamte Leistungsaufnahme der motorgetriebenen Einrichtungen gemäß Abschnitt 1.3.2 oder Anhang III Abschnitt 3.1 ( $P_{AE}$ ) (kW) (b)		
Nettoleistung des Motors gemäß Anhang I Abschnitt 2.4 (kW) (c)		
$c = a + b$		

#### 1.5. Emissionswerte

##### 1.5.1. Dynamometereinstellung (kW)

Teillast	Dynamometereinstellung (kW) bei verschiedenen Motordrehzahlen	
	Zwischendrehzahl (wenn zutreffend)	Nennendrehzahl
10 (wenn zutreffend)		
25 (wenn zutreffend)		
50		
75		
100		

<sup>1</sup> Nichtkorrigierte Leistung, gemessen gemäß Anhang I Abschnitt 2.4.

## 1.5.2. Ergebnisse der Emissionsprüfung nach der NRSC-Prüfung:

CO:.....g/kWh  
 HC:.....g/kWh  
 NOx:.....g/kWh  
 NMHC+NOx: .....g/kWh  
 Partikel:.....g/kWh

## 1.5.3. Für die NRSC-Prüfung verwendetes Probenahmesystem:

1.5.3.1. Gasförmige Emissionen <sup>1</sup>: .....1.5.3.2. Partikel <sup>1</sup>: .....1.5.3.2.1. Methode <sup>2</sup>: Einfach/Mehrfachfilter2. INFORMATION ZUR DURCHFÜHRUNG DER NRTC-PRÜFUNG <sup>3</sup>:

## 2.1. Ergebnisse der Emissionsprüfung bei der NRTC-Prüfung:

CO: .....g/kWh  
 NMHC: .....g/kWh  
 NOx: .....g/kWh  
 Partikel:.....g/kWh  
 NMHC+NOx: .....g/kWh

## 2.2. Für die NRTC-Prüfung verwendetes Probenahmesystem:

Gasförmige Emissionen <sup>1</sup>:.....  
 Partikel <sup>1</sup>:.....

Methode <sup>2</sup>: Einfach/Mehrfachfilter"

## 5. ANHANG XII WIRD WIE FOLGT GEÄNDERT:

Folgender Abschnitt wird angefügt:

- "3. Für Motoren der Klassen H, I und J (Stufe IIIA) und Motoren der Klassen K, L und M (Stufe IIIB) gemäß Artikel 9 Absatz 3 werden folgende Typgenehmigungen und gegebenenfalls die entsprechenden Genehmigungszeichen als einer Genehmigung gemäß dieser Richtlinie gleichwertig anerkannt:
- 3.1 Typgenehmigungen, die gemäß der Richtlinie 88/77/EWG in der geänderten Fassung der Richtlinie 99/96/EG erteilt wurden, und den Anforderungen der Stufen B1, B2 oder C gemäß Artikel 2 und Abschnitt 6.2.1 des Anhangs I genügen
- 3.2 ECE/UNO Regelung Nr. 49 Änderungsserie 03, die den Anforderungen der Stufen B1, B2 oder C gemäß Abschnitt 5.2 genügen."

---

<sup>1</sup> Nummern der Abbildungen in Anhang VI Abschnitt I angeben.

<sup>2</sup> Gegebenenfalls streichen.

<sup>3</sup> Bei mehreren Stammmotoren für jeden einzeln anzugeben.

## ANHANG II

## "Anhang VI

## ANALYSE- UND PROBENAHMESYSTEM

## 1. SYSTEME ZUR PROBEENTNAHME VON GASFÖRMIGEN UND PARTIKELEMISSIONEN

Nummer der Abbildung	Beschreibung
2	Abgasanalyzesystem für Rohabgas
3	Abgasanalyzesystem für verdünntes Abgas
4	Teilstrom, isokinetischer Durchfluss, Ansauggebläseregelung, Teilprobenahme
5	Teilstrom, isokinetischer Durchfluss, Druckgebläseregelung, Teilprobenahme
6	Teilstrom, CO <sub>2</sub> - oder NO <sub>x</sub> -Regelung, Teilprobenahme
7	Teilstrom, CO <sub>2</sub> - und Kohlenstoffbilanz, Gesamtprobenahme
8	Teilstrom, Einfach-Venturirohr und Konzentrationsmessung, Teilprobenahme
9	Teilstrom, Doppel-Venturirohr oder -Blende und Konzentrationsmessung, Teilprobenahme
10	Teilstrom, Mehrfachröhrenteilung und Konzentrationsmessung, Teilprobenahme
11	Teilstrom, Durchsatzregelung, Gesamtprobenahme
12	Teilstrom, Durchsatzregelung, Teilprobenahme
13	Vollstrom, Verdrängerpumpe oder Venturi-Rohr mit kritischer Strömung, Teilprobenahme
14	Partikel-Probenahmesystem
15	Verdünnungsanlage für Vollstromsystem

## 1.1. Bestimmung der gasförmigen Emissionen

Ausführliche Beschreibungen der empfohlenen Probenahme- und Analysesysteme sind in Abschnitt 1.1.1 sowie in den Abbildungen 2 und 3 enthalten. 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.

1.1.1. Bestandteile gasförmiger Emissionen - CO, CO<sub>2</sub>, HC, NO<sub>x</sub>

Es wird ein Analysesystem für die Bestimmung der gasförmigen Emissionen im Rohabgas oder verdünnten Abgas 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.

Beim Rohabgas (Abbildung 2) kann die Probe zur Bestimmung sämtlicher Bestandteile mit einer Probenahmesonde oder zwei nahe beieinander befindlichen Probenahmesonden entnommen werden und intern nach den verschiedenen Analysatoren aufgespalten werden. Es ist sorgfältig darauf zu achten, dass sich an keiner Stelle des Analysesystems Kondensate von Abgasbestandteilen (einschließlich Wasser und Schwefelsäure) bilden.

Beim verdünnten Abgas (Abbildung 3) ist die Probe zur Bestimmung der Kohlenwasserstoffe mit einer anderen Probenahmesonde zu entnehmen als die Probe zur Bestimmung der anderen Bestandteile. Es ist sorgfältig darauf zu achten, dass sich an keiner Stelle des Analysesystems Kondensate von Abgasbestandteilen (einschließlich Wasser und Schwefelsäure) bilden.

Abbildung 2

Flussdiagramm für ein Abgasanalysessystem für CO, NOx und HC

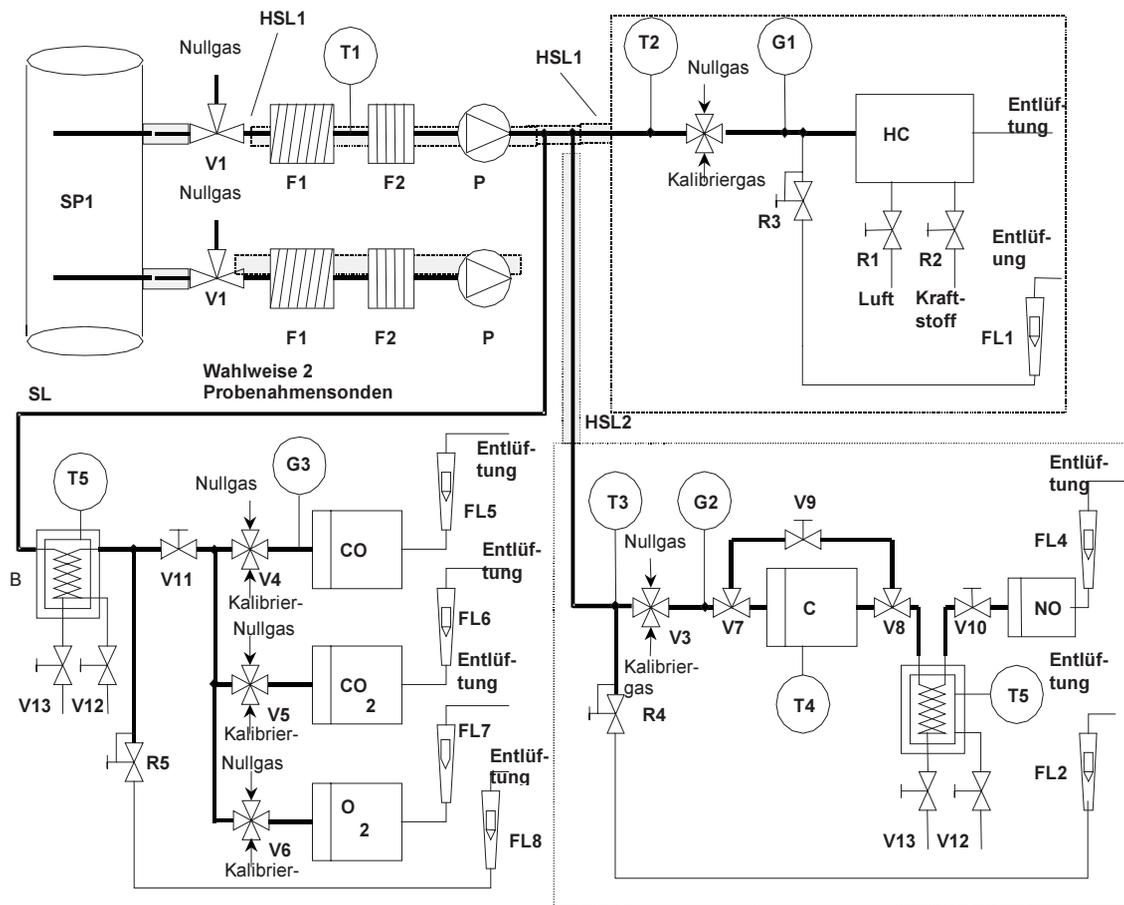
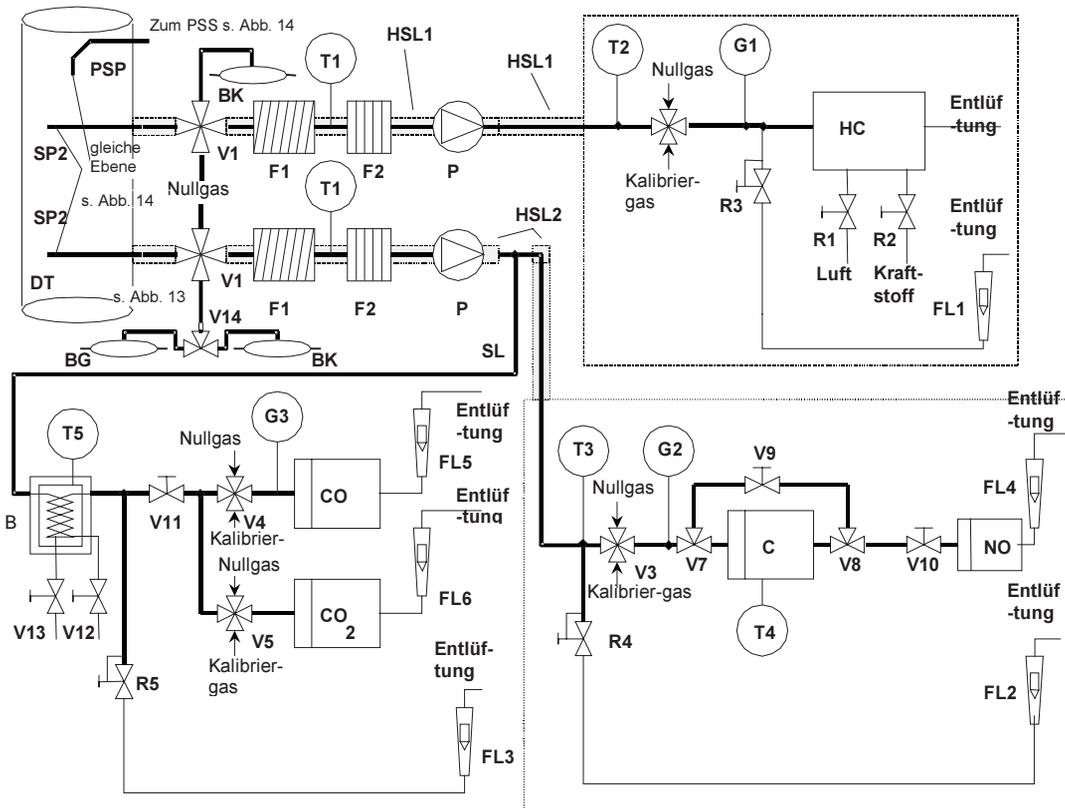


Abbildung 3

Flussdiagramm für ein Abgasanalyssystem für CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und HC

Beschreibung - Abbildungen 2 und 3

Allgemeiner Hinweis:

Alle Bauteile, mit denen die Gasprobe in Berührung kommt, müssen auf der für das jeweilige System vorgeschriebenen Temperatur gehalten werden.

- SP1: Sonde zur Entnahme von Proben aus dem unverdünnten Abgas (nur Abbildung 2)

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.

- SP2: Sonde zur Entnahme von HC-Proben aus dem verdünnten Abgas (nur Abbildung 3)

Die Sonde muss

- die ersten 254 mm bis 762 mm der Kohlenwasserstoff-Probenahmeleitung bilden (HSL3),
- einen Innendurchmesser von mindestens 5 mm haben,
- im Verdünnungstunnel DT (Abschnitt 1.2.1.2) an einer Stelle angebracht sein, wo Verdünnungsluft und Abgase gut vermischt sind (d. h. etwa 10 Tunneldurchmesser stromabwärts von dem Punkt gelegen, an dem die Abgase in den Verdünnungstunnel eintreten),
- in ausreichender Entfernung (radial) von anderen Sonden und von der Tunnelwand angebracht werden, um eine Beeinflussung durch Wellen oder Wirbel zu vermeiden,
- so beheizt werden, dass die Temperatur des Gasstroms am Sondauslass auf  $463 \text{ K} (190 \text{ °C}) \pm 10 \text{ K}$  erhöht wird.
- SP3: Sonde zur Entnahme von CO-, CO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Proben aus dem verdünnten Abgas (nur Abbildung 3)

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 (190 °C) ± 10 K, 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) auf dem HFID ständig eine Gastemperatur von 463 K (190 °C) ± 10 K aufweisen.
- HSL2: beheizte NO<sub>x</sub>-Probenahmeleitung

Die Probenahmeleitung muss

- bei Verwendung eines Kühlers bis hin zum Konverter und bei Nichtverwendung eines Kühlers bis hin zum Analysator auf einer Wandtemperatur von 328 bis 473 K (55 bis 200 °C) gehalten werden,
- aus rostfreiem Stahl oder Polytetrafluorethylen (PTFE) bestehen.

Da die Probenahmeleitung nur zur Verhinderung der Kondensation von Wasser und Schwefelsäure beheizt werden muss, hängt ihre Temperatur vom Schwefelgehalt des Kraftstoffs ab.

- SL: Probenahmeleitung für CO (CO<sub>2</sub>)

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

- BK Hintergrundbeutel (wahlweise; nur Abbildung 3)

Zur Messung der Hintergrundkonzentrationen.

- BG Probenahmebeutel (wahlweise; Abbildung 3 nur CO und CO<sub>2</sub>)

Zur Messung der Probenkonzentrationen.

- F1: Beheiztes Vorfilter (wahlfrei)

Es muss die gleiche Temperatur aufweisen wie HSL1.

- F2: Beheiztes Filter

Dieses Filter muss alle Feststoffteilchen aus der Gasprobe entfernen, bevor diese in den Analysator gelangt. Es muss die gleiche Temperatur aufweisen wie HSL1. Das Filter ist bei Bedarf zu wechseln.

- P: Beheizte Probenahmepumpe

Die Pumpe ist auf die Temperatur von HSL1 aufzuheizen.

- HC  
Beheizter Flammenionisationsdetektor (HFID) zur Bestimmung der Kohlenwasserstoffe. Die Temperatur ist auf 453 bis 473 K (180 bis 200 °C) zu halten.
- CO, CO<sub>2</sub>  
NDIR-Analysatoren zur Bestimmung von Kohlenmonoxid und Kohlendioxid.
- NO<sub>2</sub>  
(H)CLD-Analysator zur Bestimmung der Stickoxide. Wird ein HCLD verwendet, so ist er auf einer Temperatur von 328 bis 473 K (55 bis 200 °C) zu halten.
- C: Konverter  
Für die katalytische Reduktion von NO<sub>2</sub> zu NO vor der Analyse im CLD oder HCLD ist ein Konverter zu verwenden.
- B: Kühler  
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 °C bis 4 °C) zu halten. Der Kühler ist wahlfrei, wenn der Analysator keine Beeinträchtigung durch Wasserdampf - bestimmt nach Anhang III Anlage 2 Abschnitte 1.9.1 und 1.9.2 - aufweist.  
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  
Temperatur des NO<sub>2</sub>-NO-Konverters.
- T5: Temperatursensor  
Zur Überwachung der Temperatur des Kühlers.
- G1, G2, G3: Druckmesser  
Zur Messung des Drucks in den Probenahmeleitungen.
- R1, R2: Druckregler  
Zur Regelung des Luft- bzw. Kraftstoffdrucks für den HFID.
- R3, R4, R5: Druckregler  
Zur Regelung des Drucks in den Probenahmeleitungen und des Durchflusses zu den Analysatoren.
- FL1, FL2, FL3: Durchflussmesser  
Zur Überwachung des Bypass-Durchflusses der Probe.
- FL4 bis FL7: Durchflussmesser (wahlfrei)  
Zur Überwachung des Durchflusses durch die Analysatoren.
- V1 bis V6: Umschaltventil  
Geeignete Ventile zum wahlweisen Einleiten der Probe, von Kalibriergas oder zum Schließen der Zufuhrleitung in den Analysator.
- V7, V8: Magnetventil  
Zur Umgehung des NO<sub>2</sub>-NO-Konverters.

- V9: Nadelventil  
Zum Ausgleichen des Durchflusses durch den NO<sub>2</sub>-NO-Konverter und den Bypass.
- V10, V11: Nadelventil  
Zum Regulieren des Durchflusses zu den Analysatoren.
- V12, V13: Ablasshahn  
Zum Ablassen des Kondensats aus dem Kühler B.
- V14: Umschaltventil  
Zur Auswahl von Probe- oder Hintergrundbeutel.

## 1.2. Bestimmung der Partikel

Die Abschnitte 1.2.1 und 1.2.2 und die Abbildungen 4 bis 15 vermitteln ausführliche Beschreibungen der empfohlenen Verdünnungs- und Probenahmesysteme. Da mit verschiedenen Anordnungen gleichwertige Ergebnisse erzielt werden können, ist eine genaue Übereinstimmung mit diesen Abbildungen nicht erforderlich. Es können zusätzliche Bauteile wie Instrumente, Ventile, Elektromagnete, Pumpen und Schalter verwendet werden, um weitere Informationen zu erlangen und die Funktionen der Teilsysteme zu koordinieren. Bei einigen Systemen kann auf manche Bauteile, die für die Aufrechterhaltung der Genauigkeit nicht erforderlich sind, verzichtet werden, wenn ihr Wegfall nach bestem technischen Ermessen begründet erscheint.

### 1.2.1. Verdünnungssystem

#### 1.2.1.1. Teilstrom-Verdünnungssystem (Abbildungen 4 bis 12) <sup>1</sup>

Es 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 1.2.2, Abbildung 14). Die erste Methode wird als Gesamtprobenahme, die zweite als Teilprobenahme bezeichnet.

Die Errechnung des Verdünnungsverhältnisses hängt vom Typ des angewandten Systems ab.

Empfohlen werden folgende Typen:

- Isokinetische Systeme (Abbildungen 4 und 5)

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 6 bis 10)

Bei diesen Systemen wird die Probe dem Hauptabgasstrom durch Einstellung des Verdünnungsluftdurchflusses und des Gesamtdurchflusses des verdünnten Abgases entnommen. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand der Konzentrationen von Tracergasen wie CO<sub>2</sub> oder NO<sub>x</sub> bestimmt, die bereits in den Motorabgasen enthalten sind. Die Konzentrationen im verdünnten Abgas und in der Verdünnungsluft werden gemessen, und die Konzentration im Rohabgas kann entweder direkt gemessen oder bei bekannter Kraftstoffzusammensetzung anhand des Kraftstoffdurchsatzes und der Kohlenstoffbilanz-Gleichung ermittelt werden. Die Systeme können auf der Grundlage des berechneten Verdünnungsverhältnisses (Abbildungen 6 und 7) oder auf der Grundlage des Durchflusses in das Übertragungsrohr (Abbildungen 8, 9 und 10) geregelt werden.

<sup>1</sup> Die Abbildungen 4 bis 12 zeigen viele Arten von Teilstrom-Verdünnungssystemen, die normalerweise für die Prüfung unter stationären Bedingungen (NRSC) angewandt werden können. Wegen der sehr strengen Beschränkungen der Prüfung unter instationären Bedingungen werden nur die Teilstrom-Verdünnungssysteme (Abbildungen 4 bis 12), die die Anforderungen in Abschnitt "Spezifikationen für Teilstrom-Verdünnungssysteme" in Anhang III Anlage 1 Abschnitt 2.4, erfüllen, für die Prüfung unter instationären Bedingungen (NRTC) akzeptiert.

- Systeme mit Durchflussregelung und Durchflussmessung (Abbildungen 11 und 12)

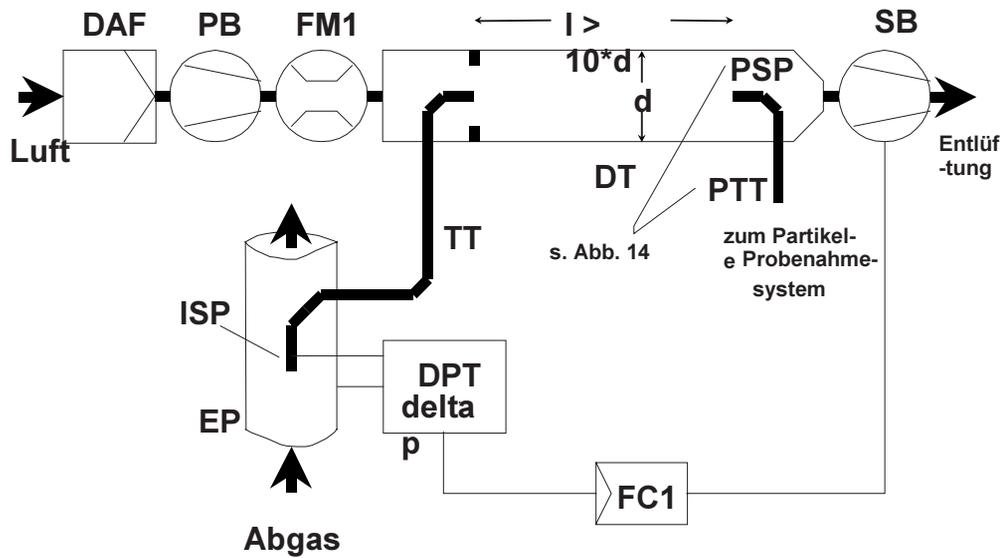
Bei diesen Systemen wird die Probe dem Hauptabgasstrom durch Einstellung des Verdünnungsluftdurchflusses und des Gesamtdurchflusses des verdünnten Abgases entnommen. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand der Differenz der beiden Durchsätze bestimmt. Die Durchflussmesser müssen aufeinander bezogen präzise kalibriert sein, da die relative Größe der beiden Durchsätze bei größeren Verdünnungsverhältnissen 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.

Damit die Vorteile von Teilstrom-Verdünnungssystemen voll zum Tragen kommen, 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 4

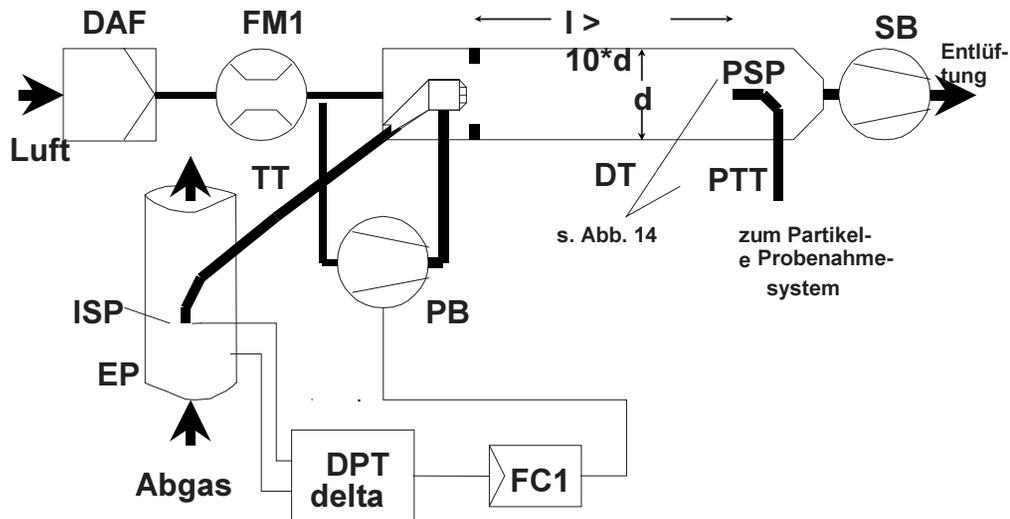
Teilstrom-Verdünnungssystem mit isokinetischer Sonde und Teilprobenahme (SB-Regelung)



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 Abgasstroms. Das Teilungsverhältnis wird anhand der Querschnittsflächen von EP und ISP bestimmt. Der Verdünnungsluftdurchsatz wird mit dem Durchflussmessgerät FM1 gemessen. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand des Verdünnungsluftdurchsatzes und des Teilungsverhältnisses berechnet.

Abbildung 5

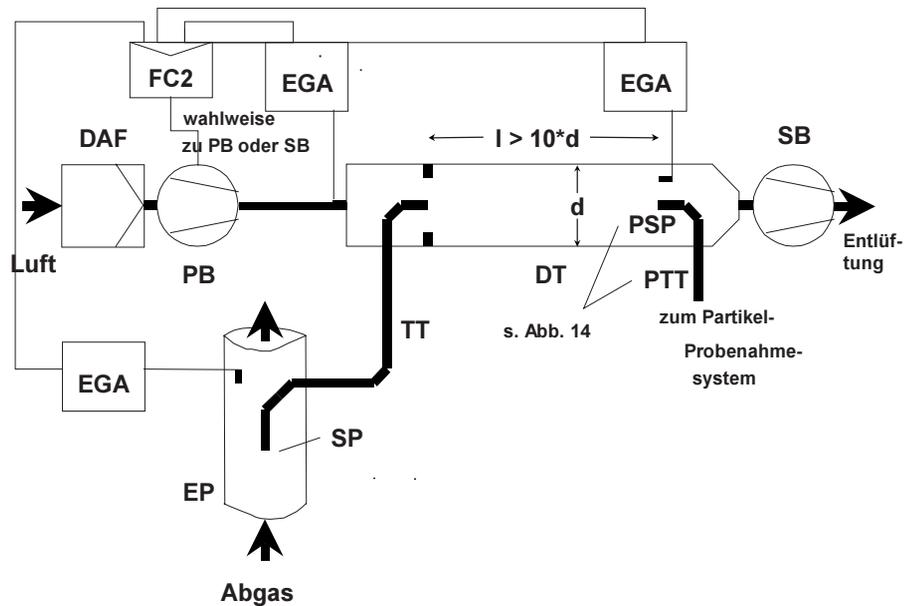
Teilstrom-Verdünnungssystem mit isokinetischer Sonde und Teilprobenahme (PB-Regelung)



Unverdünntes Abgas wird mit Hilfe der isokinetischen Probenahmesonde ISP aus dem Auspuffrohr EP durch das Übertragungsrohr TT zum Verdünnungstunnel DT geleitet. Der Differenzdruck des Abgases zwischen Auspuffrohr und Sondeneinlass wird mit dem Differenzdruckaufnehmer DPT gemessen. Dieses Signal wird an den Durchflussregler FC1 übermittelt, der das Ansauggebläse SB 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 Abgasstroms. 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 6

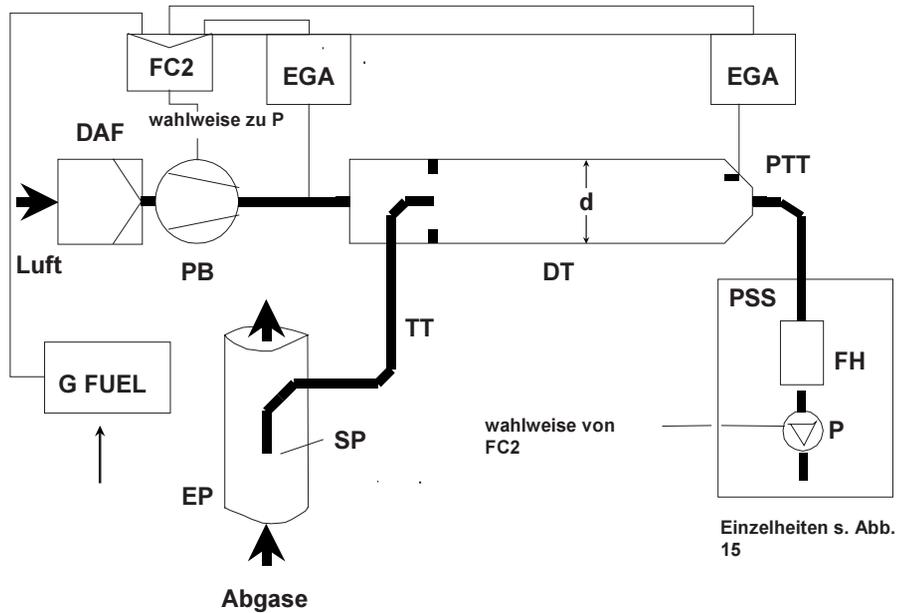
Teilstrom-Verdünnungssystem mit CO<sub>2</sub>- oder Nox-Konzentrationsmessung und Teilprobenahme



Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT in den Verdünnungstunnel DT geleitet. Die Konzentrationen eines Tracergases (CO<sub>2</sub> oder NO<sub>x</sub>) werden mit dem (den) Abgasanalysator(en) EGA im unverdünnten und verdünnten Abgas sowie in der Verdünnungsluft gemessen. Diese Signale werden an den Durchflussregler FC2 übermittelt, der entweder das Druckgebläse PB oder das Ansauggebläse SB so regelt, dass im DT das gewünschte Teilungs- und Verdünnungsverhältnis des Abgases aufrechterhalten wird. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand der Konzentrationen des Tracergases im unverdünnten Abgas, im verdünnten Abgas und in der Verdünnungsluft berechnet.

Abbildung 7

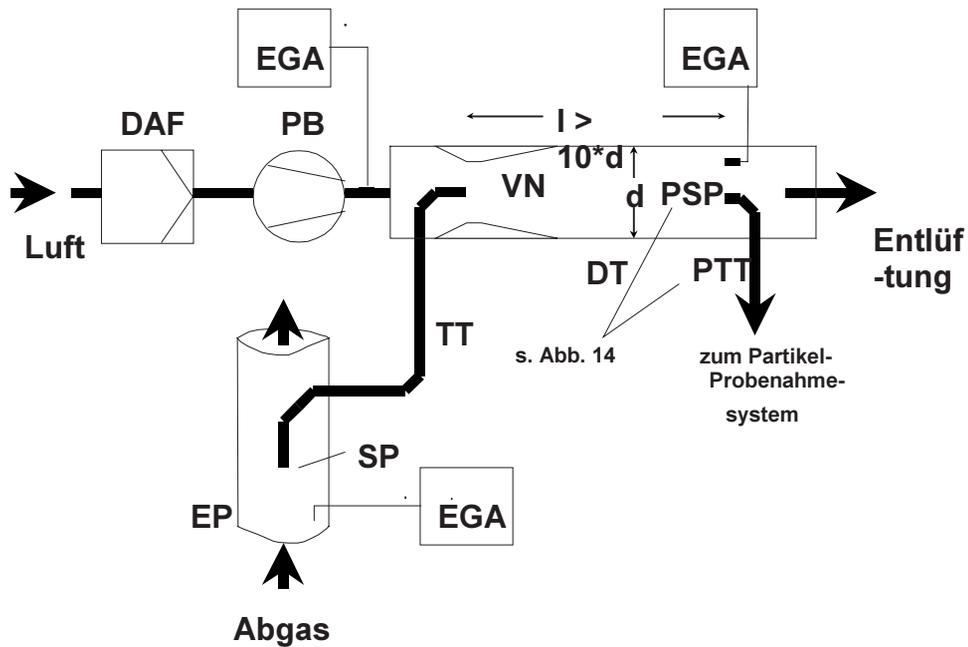
Teilstrom-Verdünnungssystem mit CO<sub>2</sub>-Konzentrationsmessung,  
Kohlenstoffbilanz und Gesamtprobenahme



Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT in den Verdünnungstunnel DT geleitet. Die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen werden mit dem (den) Abgasanalysator(en) EGA im verdünnten Abgas und in der Verdünnungsluft gemessen. Die Signale über den CO<sub>2</sub>- und Kraftstoffdurchfluss GFUEL werden entweder an den Durchflussregler FC2 oder an den Durchflussregler FC3 des Partikel-Probenahmesystems übermittelt (Abbildung 14). FC2 regelt das Druckgebläse PB und FC3 das Partikel-Probenahmesystem (Abbildung 14), wodurch die in das System eintretenden und es verlassenden Ströme so eingestellt werden, dass im DT das gewünschte Teilungs- und Verdünnungsverhältnis der Abgase aufrecht-erhalten wird. Das Verdünnungsverhältnis wird unter Verwendung der Kohlenstoffbilanzmethode anhand der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen und des GFUEL berechnet.

Abbildung 8

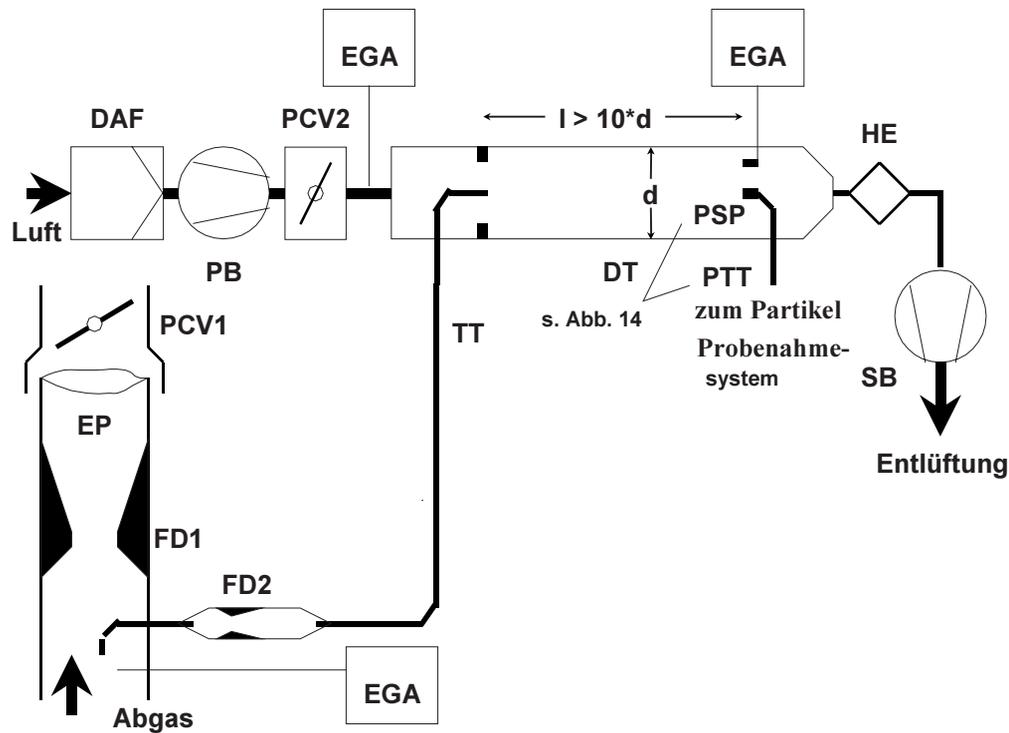
Teilstrom-Verdünnungssystem mit Einfach-Venturi-Rohr,  
Konzentrationsmessung und Teilprobenahme



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 ( $\text{CO}_2$  oder  $\text{NO}_x$ ) werden mit dem (den) Abgasanalysator(en) EGA im unverdünnten Abgas, im verdünnten Abgas und in der Verdünnungsluft gemessen, und das Verdünnungsverhältnis wird anhand der gemessenen Werte errechnet.

Abbildung 9

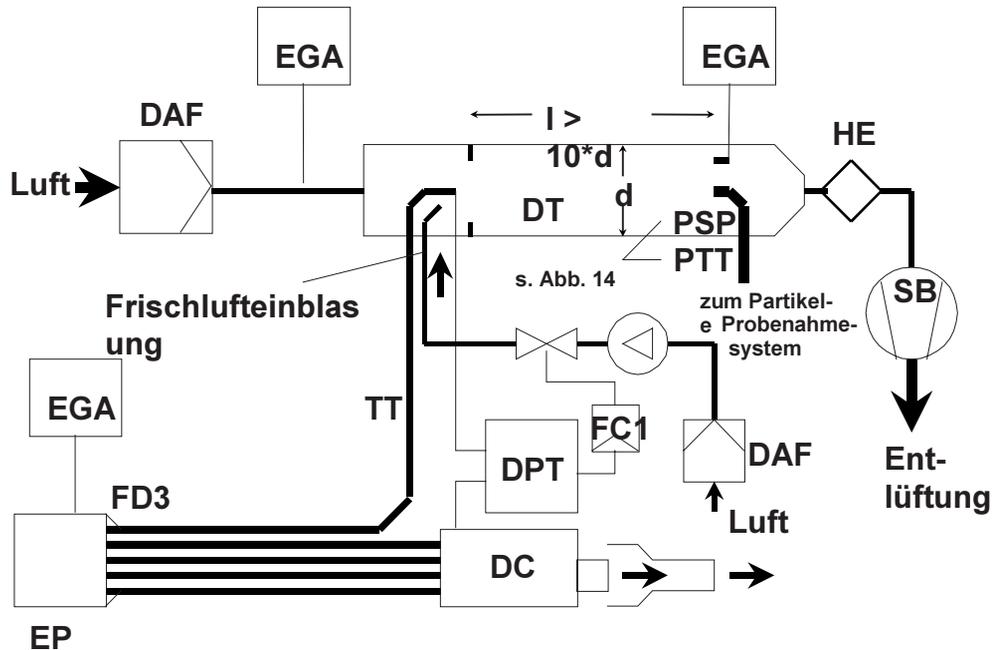
Teilstrom-Verdünnungssystem, Doppel-Venturi-Rohr oder -Blende, Konzentrationsmessung und Teilprobenahme



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 in der EP und des Drucks im DT eine konstante Abgasteilung aufrechterhalten werden kann. PCV1 befindet sich stromabwärts der SP im EP, PCV2 zwischen dem Druckgebläse PB und dem DT. Die Konzentrationen des Tracergases ( $\text{CO}_2$  oder  $\text{NO}_x$ ) werden im unverdünnten Abgas, im verdünnten Abgas und in der Verdünnungsluft mit dem (den) Abgasanalysator(en) EGA gemessen. Sie werden zur Überprüfung der Abgasteilung benötigt und können zur Einstellung von PCV1 und PCV2 im Interesse einer präzisen Teilungsregelung verwendet werden. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand der Tracergaskonzentrationen berechnet.

Abbildung 10

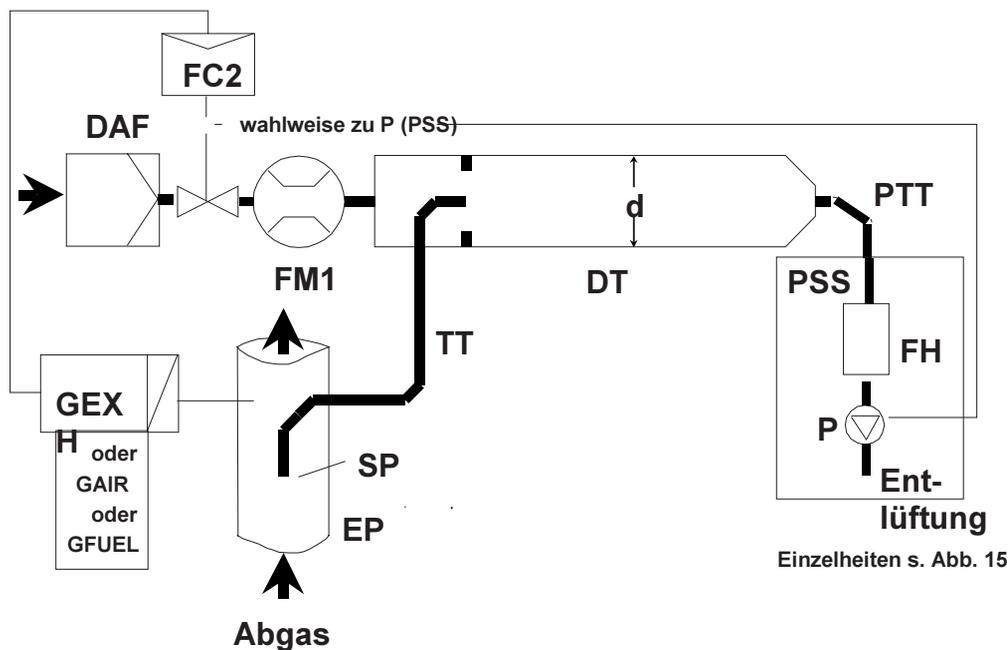
Teilstrom-Verdünnungssystem mit Mehrfachröhrenteilung,  
Konzentrationsmessung und Teilprobenahme



Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT zum Verdünnungstunnel DT geleitet, und zwar mittels eines im EP angebrachten Mengenteilers, der aus einer Reihe von Röhren mit gleichen Abmessungen besteht (Durchmesser, Länge und Biegunghalbmesser gleich). Das durch eine dieser Röhren strömende Abgas wird zum DT geleitet, das durch die übrigen Röhren strömende Abgas wird durch die Dämpfungskammer DC geleitet. Die Abgasteilung wird also durch die Gesamtzahl der Röhren bestimmt. Eine konstante Teilungsregelung setzt zwischen der DC und dem Ausgang des TT einen Differenzdruck von Null voraus, der mit dem Differenzdruckaufnehmer DPT gemessen wird. Ein Differenzdruck von Null wird erreicht, indem in den DT am Ausgang des TT Frischluft eingespritzt wird. Die Konzentrationen des Tracergases ( $\text{CO}_2$  oder  $\text{NO}_x$ ) werden im unverdünnten Abgas, im verdünnten Abgas und in der Verdünnungsluft mit dem (den) Abgasanalysator(en) EGA gemessen. Sie werden zur Überprüfung der Abgasteilung benötigt und können zur Einstellung von PCV1 und PCV2 im Interesse einer präzisen Teilungsregelung verwendet werden. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand der Tracergaskonzentrationen berechnet.

Abbildung 11

Teilstrom-Verdünnungssystem mit Durchsatzregelung und Gesamtprobenahme

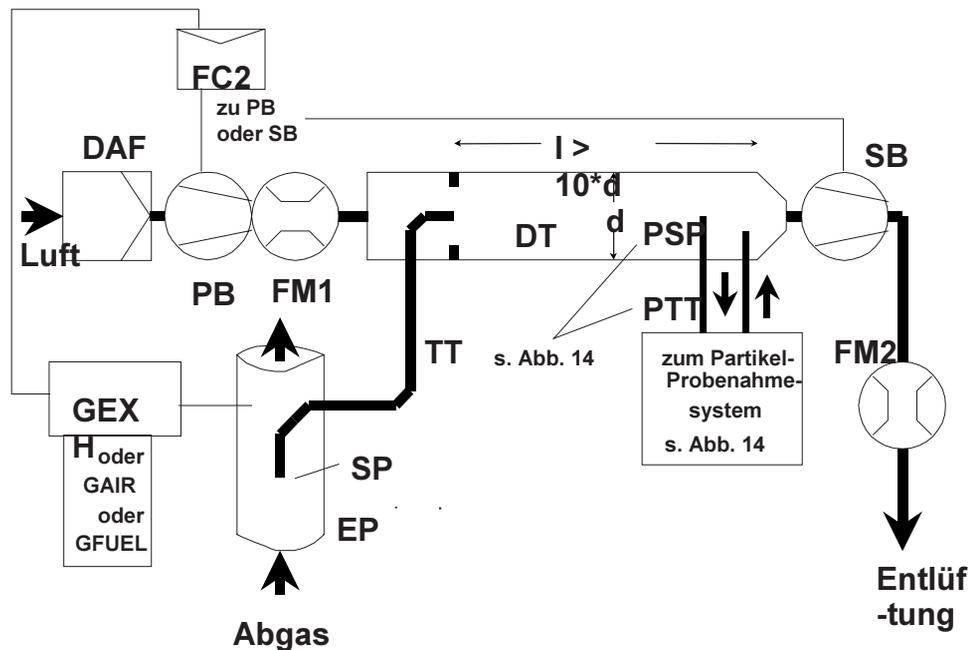


Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT in den Verdünnungstunnel DT geleitet. Der Gesamtdurchfluss durch den Tunnel wird mit dem Durchflussregler FC3 und der Probenahmepumpe P des Partikel-Probenahmesystems eingestellt (Abbildung 16).

Der Verdünnungsluftdurchfluss wird mit dem Durchflussregler FC2 geregelt, der  $G_{EXH}$ ,  $G_{AIR}$  oder  $G_{FUEL}$  als Steuersignale zur Herbeiführung der gewünschten Abgasteilung verwenden kann. Der Probedurchfluss in den DT ist die Differenz aus dem Gesamtdurchfluss und dem Verdünnungsluftdurchfluss. Der Verdünnungsluftdurchsatz wird mit dem Durchflussmessgerät FM1 und der Gesamtdurchsatz mit dem Durchflussmessgerät FM3 des Partikel-Probenahmesystems gemessen (Abbildung 14). Das Verdünnungsverhältnis wird anhand dieser beiden Durchsätze berechnet.

Abbildung 12

Teilstrom-Verdünnungssystem mit Durchsatzregelung und Teilprobenahme



Unverdünntes Abgas wird aus dem Auspuffrohr EP durch die Probenahmesonde SP und das Übertragungsrohr TT in den Verdünnungstunnel DT geleitet. Die Abgasteilung und der Durchfluss in den DT werden mit dem Durchflussregler FC2 geregelt, der die Durchflüsse (oder Drehzahlen) 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 GEXH, GAIR oder GFUEL verwendet werden. Der Verdünnungsluftdurchsatz wird mit dem Durchflussmessgerät FM1, der Gesamtdurchsatz mit dem Durchflussmessgerät FM2 gemessen. Das Verdünnungsverhältnis wird anhand dieser beiden Durchsätze berechnet.

Beschreibung - Abbildungen 4 bis 12

- EP: Auspuffrohr

Das Auspuffrohr kann isoliert sein. 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 Stärke/Durchmesser von höchstens 12 zu begrenzen. Biegungen sind auf ein Mindestmaß zu begrenzen, um Trägheitsablagerungen zu verringern. Gehört zu dem System ein Prüfstand-Schalldämpfer, so kann auch dieser isoliert werden.

Bei einem isokinetischen System muss das Auspuffrohr vom Eintritt der Sonde ab stromaufwärts mindestens sechs Rohrdurchmesser und stromabwärts drei Rohrdurchmesser frei von scharfen Krümmungen, Biegungen und plötzlichen Durchmesseränderungen sein. Die Gasgeschwindigkeit muss im Entnahmebereich höher als 10 m/s sein; dies gilt nicht für den Leerlauf. Druckschwankungen der Abgase dürfen im Durchschnitt  $\pm 500$  Pa nicht übersteigen. Jede Maßnahme zur Vermeidung der Druckschwankungen, die über die Verwendung einer Fahrzeug-Auspuffanlage (einschließlich Schalldämpfer und Nachbehandlungsanlage) hinausgeht, darf die Motorleistung nicht verändern und zu keiner Partikelablagerung führen.

Bei Systemen ohne isokinetische Sonde wird ein gerades Rohr empfohlen, das stromaufwärts vom Eintritt der Sonde den sechsfachen Rohrdurchmesser und stromabwärts von diesem Punkt den dreifachen Rohrdurchmesser haben muss.

- SP: Probenahmesonde (Abbildungen 6 bis 12)

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 1.1.1 beschrieben - handeln.

- ISP: Isokinetische Probenahmesonde (Abbildungen 4 und 5)

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 auszulagern, dass eine verhältnismäßige Probenahme aus dem unverdünnten Abgas gewährleistet ist. Der Innendurchmesser muss mindestens 12 mm betragen.

Ein Reglersystem ist erforderlich, damit durch Aufrechterhaltung eines Differenzdrucks von Null zwischen dem EP und der ISP eine isokinetische Abgasteilung erreicht wird. Unter diesen Bedingungen sind die Abgasgeschwindigkeiten im EP und in der ISP gleich, und der Massendurchfluss durch die ISP ist ein konstanter Bruchteil des Abgasstroms. Die ISP muss an einen Differenzdruckaufnehmer angeschlossen werden. Die Regelung, mit der zwischen dem EP und der ISP ein Differenzdruck von Null erreicht wird, erfolgt über die Drehzahl des Gebläses oder über den Durchflussregler.

- FD1, FD2: Mengenteiler (Abbildung 9)

Ein Paar Venturi-Rohre oder Blenden wird im Auspuffrohr EP bzw. im Übertragungsrohr TT angebracht, damit eine verhältnismäßige Probenahme aus dem unverdünnten Abgas gewährleistet ist. Das aus den beiden Druckregelventilen PCV1 und PCV2 bestehende Reglersystem wird benötigt, damit eine verhältnismäßige Aufteilung mittels Regelung der Drücke im EP und DT erfolgen kann.

- FD3: Mengenteiler (Abbildung 10)

Ein Satz Röhren (Mehrfachröhreneinheit) wird im Auspuffrohr EP angebracht, damit eine verhältnismäßige Probenahme aus dem unverdünnten Abgas gewährleistet ist. Eine dieser Röhren leitet Abgas zum Verdünnungstunnel DT, das Abgas aus den übrigen Röhren strömt in eine Dämpfungskammer DC. Die Röhren müssen gleiche Abmessungen aufweisen (Durchmesser, Länge, Biegeungshalbmesser gleich); demzufolge ist die Abgasteilung von der Gesamtzahl der Röhren abhängig. Ein Reglersystem wird benötigt, damit durch Aufrechterhaltung eines Differenzdrucks von Null zwischen der Einmündung der Mehrfachröhreneinheit in die DC und dem Ausgang des TT eine verhältnismäßige Aufteilung erfolgen kann. Unter diesen Bedingungen herrschen im EP und in FD3 proportionale Abgasgeschwindigkeiten, und der Durchfluss im TT ist ein konstanter Bruchteil des Abgasdurchflusses. Die beiden Punkte müssen an einen Differenzdruckaufnehmer DPT angeschlossen sein. Die Regelung zur Herstellung eines Differenzdrucks von Null erfolgt über den Durchflussregler FC1.

- EGA: Abgasanalysator (Abbildungen 6 bis 10)

Es können CO<sub>2</sub>- oder NO<sub>x</sub>-Analysatoren verwendet werden (bei der Kohlenstoffbilanzmethode nur CO<sub>2</sub>-Analysatoren). Die Analysatoren sind ebenso zu kalibrieren wie die Analysatoren für die Messung der gasförmigen Emissionen. Ein oder mehrere Analysatoren können zur Bestimmung der Konzentrationsunterschiede verwendet werden.

Die Messsysteme müssen eine solche Genauigkeit aufweisen, dass die Genauigkeit von  $G_{EDFW} \pm 4\%$  beträgt.

- TT: Übertragungsrohr (Abbildungen 4 bis 12)

Das Übertragungsrohr für die Partikelprobe 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.

Wahlweise können die erforderlichen Wandtemperaturen des Übertragungsrohrs auch durch Standardberechnungen der Wärmeübertragung bestimmt werden.

- DPT: Differenzdruckaufnehmer (Abbildungen 4, 5 und 10)

Der größte Messbereich des Differenzdruckaufnehmers muss  $\pm 500$  Pa betragen.

- FC1: Durchflussregler (Abbildungen 4, 5 und 10)

Bei den isokinetischen Systemen (Abbildungen 4 und 5) 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 4)

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 5).

Bei Systemen mit geregelter Druck darf der verbleibende Fehler in der Steuerschleife  $\pm 3$  Pa nicht übersteigen. Die Druckschwankungen im Verdünnungstunnel dürfen im Durchschnitt  $\pm 250$  Pa nicht übersteigen.

Bei Mehrfachröhrensystemen (Abbildung 10) wird der Durchflussregler zur Aufrechterhaltung eines Differenzdrucks von Null zwischen dem Auslass der Mehrfachröhreneinheit und dem Ausgang des TT benötigt, damit der Abgasstrom verhältnismäßig aufgeteilt wird. Die Einstellung kann durch Regelung des Durchsatzes der eingeblasenen Luft erfolgen, die am Ausgang des TT in den DT einströmt.

- PCV1, PCV2: Druckregelventile (Abbildung 9)

Zwei Druckregelventile werden für das Doppelventuri-/Doppelblenden-System benötigt, damit durch Regelung des Gegendrucks des EP und des Drucks im DT eine verhältnismäßige Stromteilung erfolgen kann. Die Ventile müssen sich stromabwärts der SP im EP und zwischen PB und DT befinden.

- DC: Dämpfungskammer (Abbildung 10)

Am Ausgang des Mehrfachröhrensystems ist eine Dämpfungskammer anzubringen, um die Druckschwankungen im Auspuffrohr EP so gering wie möglich zu halten.

- VN: Venturi-Rohr (Abbildung 8)

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 6, 7, 11 und 12; wahlfrei)

Zur Durchflussregelung am Druckgebläse PB und/oder Ansauggebläse SB kann ein Durchflussregler verwendet werden. Er kann an den Abgasstrom- oder den Kraftstrom- und/oder an den CO<sub>2</sub>- oder NO<sub>x</sub>-Differenzsignalgeber angeschlossen sein. Wird ein Druckluftversorgungssystem (Abbildung 11) verwendet, regelt der FC2 unmittelbar den Luftstrom.

- FM1: Durchflussmessgerät (Abbildungen 6, 7, 11 und 12)

Gasflussmessgerät oder sonstiges Durchflussmessgerät zur Messung des Verdünnungsluftdurchflusses. FM1 ist wahlfrei, wenn das PB für die Durchflussmessung kalibriert ist.

- FM2: Durchflussmessgerät (Abbildung 12)

Gasflussmessgerät 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 4, 5, 6, 7, 8, 9 und 12)

Zur Steuerung des Verdünnungsluftdurchsatzes kann das PB an die Durchflussregler FC1 und FC2 angeschlossen sein. Ein PB ist nicht erforderlich, wenn eine Absperrklappe verwendet wird. Ist das PB kalibriert, kann es zur Messung des Verdünnungsluftdurchflusses verwendet werden.

- SB: Ansauggebläse (Abbildungen 4, 5, 6, 9, 10 und 12)

Nur für Teilprobenahmesysteme. Ist das SB kalibriert, kann es zur Messung des Durchflusses des verdünnten Abgases verwendet werden.

- DAF: Verdünnungsluftfilter (Abbildungen 4 bis 12)

Es wird empfohlen, die Verdünnungsluft zu filtern und durch Aktivkohle zu leiten, damit Hintergrund-Kohlenwasserstoffe entfernt werden. Die Verdünnungsluft muss eine Temperatur von 298 K (25 °C)  $\pm 5$  K haben.

Auf Antrag des Herstellers 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 (Abbildungen 4, 5, 6, 8, 9, 10 und 12)

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;
- können isoliert sein.

- DT: Verdünnungstunnel (Abbildungen 4 bis 12)

Der Verdünnungstunnel

- muss so lang sein, dass sich die Abgase bei turbulenten Strömungsbedingungen vollständig mit der Verdünnungsluft mischen können;
- muss aus rostfreiem Stahl bestehen und
  - bei Verdünnungstunneln mit einem Innendurchmesser über 75 mm ein Verhältnis Stärke/Durchmesser von höchstens 0,025 aufweisen,
  - bei Verdünnungstunneln mit einem Innendurchmesser bis zu 75 mm eine nominelle Wanddicke von mindestens 1,5 mm haben;
- muss bei einem Teilprobenahmesystem einen Durchmesser von mindestens 75 mm haben;
- sollte bei einem Gesamtprobenahmesystem möglichst einen Durchmesser von mindestens 25 mm haben.
- kann durch Direktbeheizung oder durch Vorheizen der Verdünnungsluft bis auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) beheizt werden, vorausgesetzt, dass die Lufttemperatur vor Eintritt des Abgases in den Verdünnungstunnel 325 K (52 °C) nicht übersteigt
- können isoliert sein.  
Die Motorabgase müssen gründlich mit der Verdünnungsluft vermischt werden. Bei Teilprobenahmesystemen ist die Mischqualität nach Inbetriebnahme bei laufendem Motor mittels eines CO<sub>2</sub>-Profils des Tunnels zu überprüfen (mindestens vier gleichmäßig verteilte Messpunkte). Bei Bedarf kann eine Mischblende verwendet werden.

ANMERKUNG: Beträgt die Umgebungstemperatur in der Nähe des Verdünnungstunnels (DT) weniger als 293 K (20 °C), so sollte für eine Vermeidung von Partikelverlusten an den kühlen Wänden des Verdünnungstunnels gesorgt werden. Daher wird eine Beheizung und/oder Isolierung des Tunnels innerhalb der oben angegebenen Grenzwerte empfohlen.

Bei hoher Motorlast kann der Tunnel durch nichtaggressive Mittel wie beispielsweise einen Umlüfter gekühlt werden, solange die Temperatur des Kühlmittels nicht weniger als 293 K (20 °C) beträgt.

- HE: Wärmeaustauscher (Abbildungen 9 und 10)

Der Wärmeaustauscher muss eine solche Leistung aufweisen, dass die Temperatur am Einlass zum Ansauggebläse SB von der bei der Prüfung beobachteten durchschnittlichen Betriebstemperatur um höchstens  $\pm 11$  K abweicht.

#### 1.2.1.2. Vollstrom-Verdünnungssystem (Abbildung 13)

Es 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- oder ein SSV-System verwendet werden.

Für die anschließende Sammlung der Partikel wird eine Probe des verdünnten Abgases durch das Partikel-Probenahmesystem geleitet (Abschnitt 1.2.2, Abbildungen 14 und 15). 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 1.2.2 (Abbildung 15), als Unterart eines Partikel-

Probenahmesystems beschrieben, da es die meisten typischen Bestandteile eines Partikel-Probenahmesystems aufweist.

Die gasförmigen Emissionen können auch im Verdünnungstunnel eines Vollstrom-Verdünnungssystems bestimmt werden. Daher werden die Probenahmesonden für die gasförmigen Bestandteile in Abbildung 13 dargestellt, erscheinen jedoch nicht bei den Beschreibungen. Die entsprechenden Vorschriften sind in Abschnitt 1.1.1 dargelegt.

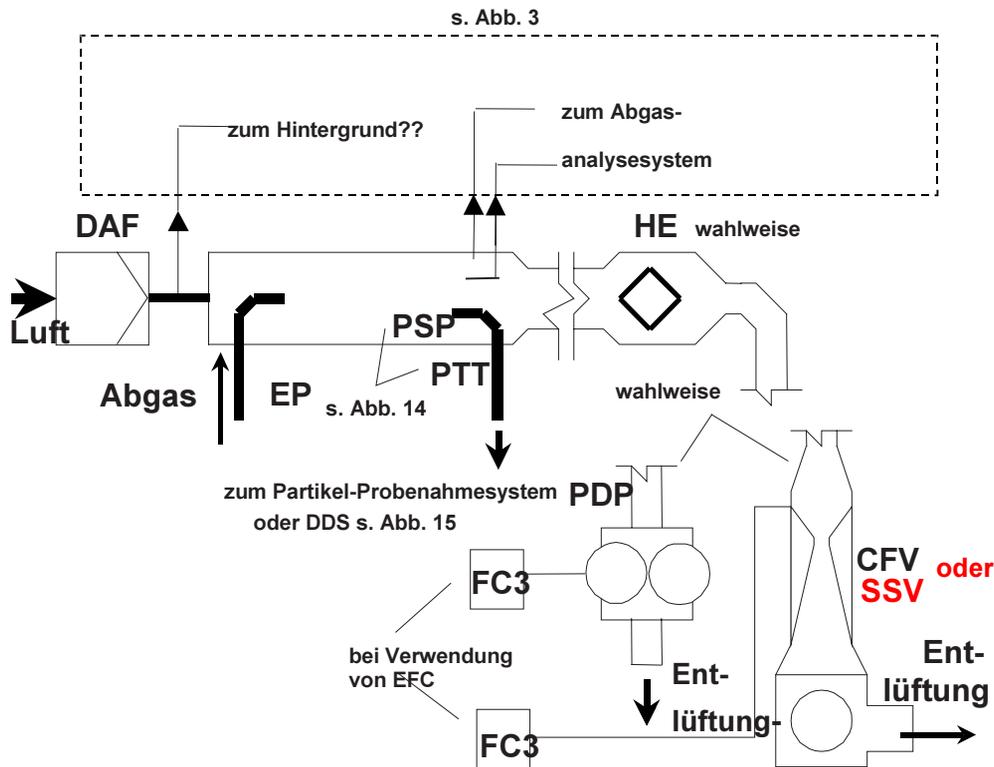
Beschreibungen - (Abbildung 13)

- 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 Stärke/Durchmesser von höchstens 12 zu begrenzen.

Abbildung 13

## Vollstrom-Verdünnungssystem



Die Gesamtmenge des unverdünnten Abgases wird im Verdünnungstunnel DT mit der Verdünnungsluft vermischt. Der Durchsatz des verdünnten Abgases wird entweder mit einer Verdrängerpumpe PDP oder mit einem Venturi-Rohr mit kritischer Strömung CFV oder mit einer kritisch betriebenen Venturidüse SSV gemessen. Ein Wärmeaustauscher HE oder eine elektronische Durchflussmengenkompensation EFC kann für eine verhältnismäßige Partikelprobenahme 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.

- 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 CVS-System gemessene statische Abgasgegendruck muss bei einer Toleranz von  $\pm 1,5$  kPa im Bereich des statischen Drucks bleiben, der bei gleicher Motordrehzahl und Belastung ohne Anschluss an das CVS gemessen wurde.

Die unmittelbar vor dem PDP gemessene Temperatur des Gasgemischs muss bei einer Toleranz von  $\pm 6$  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 dem im Betrieb befindlichen CFV-System gemessene statische Abgasgegendruck muss bei einer Toleranz von  $\pm 1,5$  kPa im Bereich des statischen Drucks bleiben, der bei gleicher Motordrehzahl und Belastung ohne Anschluss an das CFV gemessen wurde. Die unmittelbar vor dem CFV gemessene Temperatur des Gasgemischs muss bei einer Toleranz von  $\pm 11$  K innerhalb des Durchschnittswerts der während der Prüfung ermittelten Betriebstemperatur bleiben, wenn keine Durchflussmengenkompensation erfolgt.

- SSV: kritisch betriebene Venturidüse

Das SSV wird zur Messung des Gesamtdurchflusses des verdünnten Abgases als Funktion von Eintrittsdruck, Eintrittstemperatur, Druckabfall zwischen SSV-Eintritt und -verengung benutzt. Der mit dem im Betrieb befindlichen SSV-System gemessene statische Abgasgegendruck muss bei einer Toleranz von  $\pm 1,5$  kPa im Bereich des statischen Drucks bleiben, der bei gleicher Motordrehzahl und Belastung ohne Anschluss an das SSV gemessen wurde. Die

unmittelbar vor dem SSV gemessene Temperatur des Gasgemischs muss bei einer Toleranz von  $\pm 11$  K innerhalb des Durchschnittswerts der während der Prüfung ermittelten Betriebstemperatur bleiben, wenn keine Durchflussmengenkompensation erfolgt.

- HE: Wärmeaustauscher (bei Anwendung von EFC wahlfrei)

Die Leistung des Wärmeaustauschers muss ausreichen, um die Temperatur innerhalb der obengenannten Grenzwerte zu halten.

- EFC: Elektronische Durchflusskompensation (bei Anwendung eines HE wahlfrei)

Wird die Temperatur an der Einlassöffnung der PDP oder des CFV oder der SSV nicht konstant gehalten, ist zum Zweck einer kontinuierlichen Messung der Durchflussmenge und zur Regelung der verhältnismässigen Probenahme im Partikelsystem ein elektronisches Durchflusskompensations-System erforderlich. Daher werden die Signale des kontinuierlich gemessenen Durchsatzes verwendet, um den Probendurchsatz durch die Partikelfilter des Partikel-Probenahmesystems entsprechend zu korrigieren (Abbildungen 14 und 15).

- DT: Verdünnungstunnel

Der Verdünnungstunnel

- muss einen genügend kleinen Durchmesser haben, um eine turbulente Strömung zu erzeugen (Reynolds-Zahl größer als 4000), und hinreichend lang sein, damit sich die Abgase mit der Verdünnungsluft vollständig vermischen. Eine Mischblende kann verwendet werden;
- muss einen Durchmesser von mindestens 75 mm haben;
- kann isoliert sein.

Die Motorabgase sind an dem Punkt, wo sie in den Verdünnungstunnel einströmen, stromabwärts zu richten und vollständig zu mischen.

Bei Einfachverdünnung wird eine Probe aus dem Verdünnungstunnel in das Partikel-Probenahmesystem geleitet (Abschnitt 1.2.2, Abbildung 14). Die Durchflussleistung der PDP oder des CFV oder des SSV muss ausreichend sein, um die Temperatur des verdünnten Abgasstroms unmittelbar vor 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 1.2.2, Abbildung 15). Die Durchflussleistung des PDP oder des CFV oder des SSV 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. Die Verdünnungsluft muss eine Temperatur von 298 K (25 °C)  $\pm$  5 K haben. Auf Antrag des Herstellers 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.

### 1.2.2. Partikel-Probenahmesystem (Abbildungen 14 und 15)

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 1.2.1.1, Abbildungen 7 und 11) 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 1.2.1.1, Abbildungen 4, 5, 6, 8, 9, 10 und 12, sowie Abschnitt 1.2.1.2, Abbildung 13) und das Probenahmesystem in der Regel getrennte Einheiten.

In dieser Richtlinie gilt das Doppelverdünnungssystem (DVS, Abbildung 15) eines Vollstrom-Verdünnungssystems als spezifische Unterart eines typischen Partikel-Probenahmesystems, wie es in Abbildung 14 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 Steuerschleifen zu vermeiden, wird empfohlen, die Probenahmepumpe während des gesamten Prüfverfahrens in Betrieb zu lassen. Bei der Einfachfiltermethode ist ein Bypass-System zu verwenden, um die Probe zu den gewünschten Zeitpunkten durch die Probenahmefilter zu leiten. Beeinträchtigungen des Schaltvorganges an den Steuerschleifen sind auf ein Mindestmaß zu begrenzen.

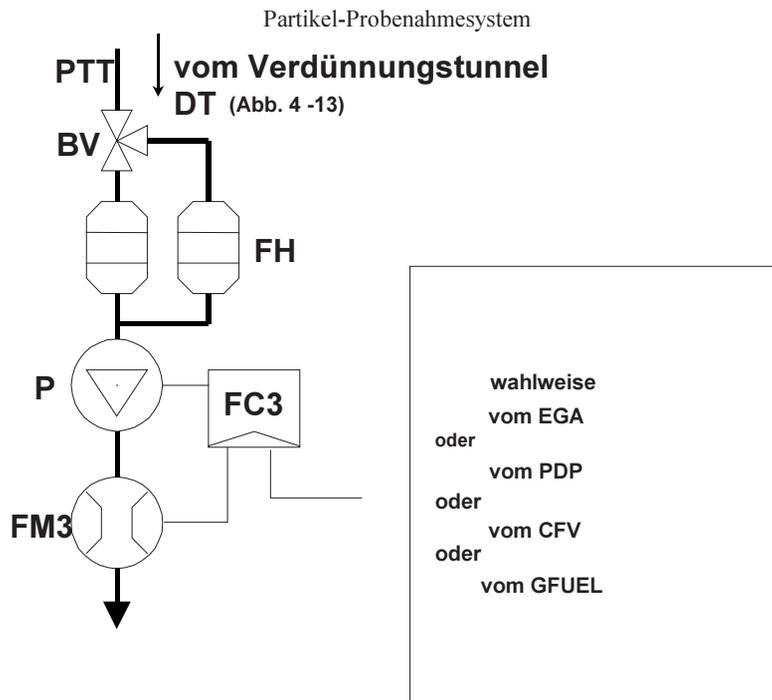
#### Beschreibung - (Abbildungen 14 und 15)

- PSP: Partikel-Probenahmesonde (Abbildungen 14 und 15)

Die in den Abbildungen dargestellte Probenahmesonde bildet den vordersten Abschnitt des Partikelübertragungsrohrs PTT. Die Sonde

- 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 des Verdünnungssystems (Abschnitt 1.2.1) 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.

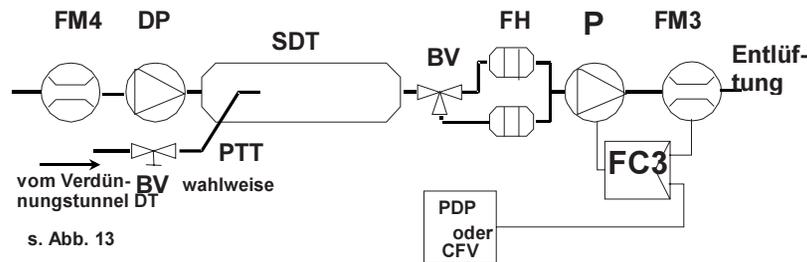
Abbildung 14



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 (Abbildung 13) dient der Durchfluss des verdünnten Abgases als Steuersignal für FC3.

Abbildung 15

## Verdünnungsanlage (nur für Vollstromsystem)



Eine Probe des verdünnten Abgases wird durch die Partikel-Probenahmesonde PSP und das Partikelübertragungsrohr PTT aus dem Verdünnungstunnel DT eines Vollstrom-Verdünnungssystems in den Sekundärverdünnungstunnel SDT geleitet und dort nochmals verdünnt. Anschließend wird die Probe durch den (die) Filterhalter geleitet, in dem (denen) die Partikel-Probenahmefilter enthalten sind. Der Verdünnungsluftdurchsatz ist in der Regel konstant, während der Probendurchsatz mit dem Durchflussregler FC3 geregelt wird. Bei Verwendung der elektronischen Durchflussmengenkompensation EFC (Abbildung 13) dient der Durchfluss des gesamten verdünnten Abgases als Steuersignal für FC3.

- PTT: Partikelübertragungsrohr (Abbildungen 14 und 15)

Das Partikelübertragungsrohr darf höchstens 1 020 mm lang sein; seine Länge ist so gering wie möglich zu halten.

Die Abmessungen betreffen

- beim Teilstrom-Verdünnungssystem mit Teilprobenahme und beim Vollstrom-Einfachverdünnungssystem den Teil vom Sondeneintritt bis zum Filterhalter,
- beim Teilstrom-Verdünnungssystem mit Gesamtprobenahme den Teil vom Ende des Verdünnungstunnels bis zum Filterhalter,
- beim Vollstrom-Doppelverdünnungssystem den Teil vom Sondeneintritt 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 15)

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 14 und 15)

Für die Haupt- und Nachfilter dürfen entweder ein einziger Filterhalter oder separate Filterhalter verwendet werden. Die Vorschriften von Anhang III Anlage 1 Abschnitt 1.5.1.3 müssen eingehalten werden.

Die Filterhalter

- können durch Direktbeheizung oder durch Vorheizen der Verdünnungsluft bis auf eine Wandtemperatur von höchstens 325 K (52 °C) beheizt werden, vorausgesetzt, dass die Lufttemperatur 325 K (52 °C) nicht übersteigt,
- können isoliert sein.
- P: Probenahmepumpe (Abbildungen 14 und 15)  
Die Partikel-Probenahmepumpe muss so weit vom Tunnel entfernt sein, dass die Temperatur der einströmenden Gase konstant gehalten wird ( $\pm 3$  K), wenn keine Durchflusskorrektur mittels FC3 erfolgt.
- DP: Verdünnungsluftpumpe (Abbildung 15) (nur bei Vollstrom-Doppelverdünnung)  
Die Verdünnungsluftpumpe ist so anzuordnen, dass die sekundäre Verdünnungsluft mit einer Temperatur von 298 K (25 °C)  $\pm 5$  K zugeführt wird.
- FC3: Durchflussregler (Abbildungen 14 und 15)  
Um eine Kompensation des Durchsatzes der Partikelprobe entsprechend von 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 (Abbildung 13) ist der Durchflussregler Vorschrift.
- FM3: Durchflussmessgerät (Abbildungen 14 und 15) (Durchfluss der Partikelprobe)  
Das Gasmess- oder Durchflussmessgerät muss so weit von der Probenahmepumpe entfernt sein, dass die Temperatur des einströmenden Gases konstant bleibt ( $\pm 3$  K), wenn keine Durchflusskorrektur durch FC3 erfolgt.
- FM4: Durchflussmessgerät (Abbildung 15) (Verdünnungsluft, nur Vollstrom-Doppelverdünnung)  
Das Gasmess- oder Durchflussmessgerät muss so angeordnet sein, dass die Temperatur des einströmenden Gases bei 298 K (25 °C)  $\pm 5$  K bleibt.
- BV: Kugelventil (wahlfrei)  
Der Durchmesser des Kugelventils darf nicht geringer als der Innendurchmesser des Entnahmerohrs sein, und seine Schaltzeit muss geringer als 0,5 Sekunden sein.

ANMERKUNG: Beträgt die Umgebungstemperatur in der Nähe von PSP, PTT, SDT und FH weniger als 239 K (20 °C), so ist für eine Vermeidung von Partikelverlusten an den kühlen Wänden dieser Teile zu sorgen. Es wird daher empfohlen, diese Teile innerhalb der in den entsprechenden Beschreibungen angegebenen Grenzwerte aufzuheizen und/oder zu isolieren. Ferner wird empfohlen, die Filteranströmtemperatur während der Probenahme nicht unter 293 K (20 °C) absinken zu lassen.

Bei hoher Motorlast können die obengenannten Teile durch nichtaggressive Mittel wie beispielsweise einen Umlüfter gekühlt werden, solange die Temperatur des Kühlmittels nicht weniger als 293 K (20 °C) beträgt."

## ANHANG III

## "Anhang XIII

VORSCHRIFTEN FÜR IM RAHMEN EINES "FLEXIBILITÄTSSYSTEMS" IN VERKEHR GEBRACHTE MOTOREN  
Auf Antrag eines Originalgeräteherstellers (OEM-Hersteller) und nach Genehmigung durch eine Genehmigungsbehörde kann ein Motorenhersteller gemäß den nachstehenden Vorschriften im Zeitraum zwischen zwei aufeinander folgenden Stufen von Grenzwerten eine begrenzte Anzahl von Motoren in Verkehr bringen, die nur den Emissionsgrenzwerten der vorhergehenden Stufe genügen:

## 1. MASSNAHMEN DES MOTORENHERSTELLERS UND DES OEM

- 1.1. Ein OEM-Hersteller, der von dem Flexibilitätssystem Gebrauch machen will, beantragt bei einer Genehmigungsbehörde die Genehmigung zum Ankauf von Motoren, die nicht den jeweils geltenden Emissionsgrenzwerten genügen, jedoch für die jeweils unmittelbar vorangehende Stufe von Emissionsgrenzwerten zugelassen sind, in der in den Abschnitten 1.2 und 1.3 angegebenen Anzahl.
- 1.2. Die Anzahl der im Rahmen eines Flexibilitätssystems in Verkehr gebrachten Motoren darf in jeder einzelnen Motorkategorie 20 % des Jahresabsatzes an Geräten mit Motoren in dieser Motorkategorie durch den OEM-Hersteller (berechnet als Durchschnitt des Absatzes auf dem EU-Markt in den letzten fünf Jahren) nicht überschreiten. Soweit ein OEM-Hersteller während weniger als fünf Jahren Geräte in der Gemeinschaft in Verkehr gebracht hat, wird der Durchschnittswert anhand des Zeitraums berechnet, in dem der OEM-Hersteller Geräte in der Gemeinschaft in Verkehr gebracht hat.
- 1.3. Der OEM-Hersteller hat als Alternative zu Abschnitt 1.2 auch die Möglichkeit, für seine Motorlieferanten die Genehmigung zum Inverkehrbringen einer festen Anzahl von Motoren im Rahmen des Flexibilitätssystems zu beantragen. Die Anzahl der Motoren in den einzelnen Motorkategorien dürfen folgende Werte nicht überschreiten:

Motorkategorie	Anzahl Motoren
19-37kW	200
37-75kW	150
75-130kW	100
130-560kW	50

## 1.4. Der OEM-Hersteller fügt seinem Antrag an die Genehmigungsbehörde folgende Angaben bei:

- a) ein Muster der Aufkleber, die auf den einzelnen mobilen Maschinen und Geräten anzubringen sind, die mit einem im Rahmen des Flexibilitätssystems in Verkehr gebrachten Motor ausgerüstet werden sollen. Die Aufkleber tragen folgenden Text: "Maschine Nr. ... (Maschinenserie) von ... (Gesamtzahl der Maschinen im jeweiligen Leistungsbereich) MIT MOTOR Nr. ... GEMÄSS TYPGENEHMIGUNG (Richtlinie 97/68/EG) Nr. ...." sowie
- b) ein Muster der ergänzenden Kennzeichnung, die an dem Motor anzubringen ist und den in Abschnitt 2.2 genannten Text trägt.

## 1.5. Der OEM-Hersteller meldet den Genehmigungsbehörden aller Mitgliedstaaten die Inanspruchnahme des Flexibilitätssystems.

## 1.6. Der OEM-Hersteller stellt der Genehmigungsbehörde die mit der Anwendung des Flexibilitätssystems zusammenhängenden Angaben zur Verfügung, die die Genehmigungsbehörde als für die Entscheidung erforderlich anfordert.

## 1.7. Der OEM-Hersteller unterbreitet den Genehmigungsbehörden jedes Mitgliedstaats in Abständen von sechs Monaten einen Bericht über die Durchführung des von ihm verwendeten Flexibilitätssystems. Der Bericht enthält kumulative Daten über die Zahl der im Rahmen des Flexibilitätssystems in Verkehr gebrachten Motoren und mobilen Maschinen und Geräte, die Seriennummern der Motoren und mobilen Maschinen und Geräte und die Mitgliedstaaten, in denen die mobilen Maschinen und Geräte in Verkehr gebracht worden sind. Dieses Verfahren wird so lange fortgesetzt, wie ein Flexibilitätssystem verwendet wird.

## 2. MASSNAHMEN DES MOTORENHERSTELLERS

- 2.1. Ein Motorenhersteller kann mit einer Genehmigung gemäß Abschnitt 1 im Rahmen des Flexibilitätssystems Motoren in Verkehr bringen.
- 2.2. Der Motorenhersteller muss auf diesen Motoren einen Aufkleber mit folgendem Wortlaut anbringen: "Gemäß dem Flexibilitätssystem in Verkehr gebrachter Motor".

## 3. MASSNAHMEN DER GENEHMIGUNGSBEHÖRDE

- 3.1. Die Genehmigungsbehörde bewertet den Inhalt des Antrags auf Anwendung des Flexibilitätssystems und die beigelegten Unterlagen. Sie unterrichtet den OEM-Hersteller von ihrer Entscheidung, die Anwendung des Flexibilitätssystems zu genehmigen oder nicht zu genehmigen."

## ANHANG IV

Folgende Anhänge werden angefügt:

*"Anhang XIV*ZKR Stufe I <sup>1</sup>

$P_N$ (kW)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NOx (g/kWh)	PT (g/kWh)
$37 \leq P_N < 75$	6,5	1,3	9,2	0,85
$75 \leq P_N < 130$	5,0	1,3	9,2	0,70
$P \geq 130$	5,0	1,3	$n \geq 2800 \text{ tr/min} = 9,2$ $500 \leq n < 2800 \text{ tr/min} = 45 \times n^{(-0,2)}$	0,54

<sup>1</sup> ZKR-Protokoll 19, Resolution der Zentralkommission für die Rheinschifffahrt vom 11. Mai 2000.

*Anhang XV*ZKR Stufe II <sup>1</sup>

$P_N$ (kW)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NOx (g/kWh)	PT (g/kWh)
$18 \leq P_N < 37$	5,5	1,5	8,0	0,8
$37 \leq P_N < 75$	5,0	1,3	7,0	0,4
$75 \leq P_N < 130$	5,0	1,0	6,0	0,3
$130 \leq P_N < 560$	3,5	1,0	6,0	0,2
$P_N \geq 560$	3,5	1,0	$n \geq 3150 \text{ min}^{-1} = 6,0$ $343 \leq n < 3150 \text{ min}^{-1} = 45 \times n^{(-0,2)} - 3$ $n < 343 \text{ min}^{-1} = 11,0$	0,2

<sup>1</sup> ZKR-Protokoll 21, Resolution der Zentralkommission für die Rheinschifffahrt vom 31. Mai 2000."