

## Abgasvorschriften für Schiffsmotoren

### Inhaltsverzeichnis

- 1. Verfahren zur Erteilung einer Abgastypenprüfbescheinigung**
  - 1.1 Einleitung
  - 1.2 Motorarten und Einsatzzwecke
  - 1.3 Antrag zur Erteilung einer Abgastypenprüfbescheinigung
  - 1.4 Abgastypenprüfung
  - 1.5 Erteilung der Abgastypenprüfbescheinigung
  - 1.6 Prüfnummer
  - 1.7 Ablehnung
  - 1.8 Eintragung der Abgaswerte
  - 1.9 Verpflichtung zur Serienüberprüfung
  - 1.10 Begriffsbestimmungen
- 2. Verfahren zur Abgasprüfung**
  - 2.1 Grundsatz
    - 2.1.1 Gasförmige Emissionen
    - 2.1.2 Abgastrübung (Rauch)
  - 2.2 Verfahren
    - 2.2.1 Leistungsprüfstand
    - 2.2.2 Meßverfahren
    - 2.2.3 Prüfprogramm
    - 2.2.4 Prüfablauf
  - 2.3 Ausrüstung und Einstellung
  - 2.4 Bestimmte Einstellungen
  - 2.5 Abweichung von Herstellerangaben
  - 2.6 Nennleistung
  - 2.7 Weitere Überprüfungen
  - 2.8 Referenzwerte für die Abgasnachuntersuchung
- 3. Abgasgrenzwerte**
  - 3.1 Grundsatz
  - 3.2 Abgasgrenzwerte Stufe 1
  - 3.3 Abgasgrenzwerte Stufe 2
  - 3.4 Rundung
- 4. Bauvorschriften**
  - 4.1 Grundsatz
  - 4.2 Vereitelungsvorrichtungen
  - 4.3 Abgasentnahmesonden
    - 4.3.1 Grundsatz
    - 4.3.2 Besondere Abgasentnahmesonde für die Abgastypenprüfung
    - 4.3.3 Besondere Abgasentnahmesonde für die Abgasnachuntersuchung
  - 4.4 Anschluß für Drehzahlmessung
    - 4.4.1 Grundsatz
    - 4.4.2 Ottomotoren
    - 4.4.3 Dieselmotoren
  - 4.5 Kurbelgehäuse-Entlüftung
  - 4.6 Treibstoff
  - 4.7 Benzineinfüllstutzen
  - 4.8 Verstelleinrichtungen
- 5. Änderung von typengeprüften Motoren**
  - 5.1 Technische Änderungen
  - 5.2 Neue Abgastypenprüfung
- 6. Übereinstimmung mit der Produktion (Serienüberprüfung)**
  - 6.1 Grundsatz
  - 6.2 Erste Stichprobe

- 6.3 Einfahren der Motoren
- 6.4 Wartungsarbeiten
- 6.5 Einwendungen zur Auswahl
- 6.6 Bestandene Prüfung
- 6.7 Nicht bestandene Prüfung
- 6.8 Instandsetzung fehlerhafter Motoren
- 6.9 Endgültige Stichprobe
- 6.10 Entzug der Abgastypenprüfbescheinigung
- 6.11 Wirkung des Entzuges
- 7. Verschiedenes**
  - 7.1 Einbauvorschriften
  - 7.2 Wartungs- und Bedienungsvorschriften
  - 7.3 Einrichtungen zur Abgastypenprüfung
    - 7.3.1 Leistungsprüfstand und Motorausrüstung
    - 7.3.2 Geräte für die Probeentnahme und Gasanalyse
    - 7.3.3 Messung und Berechnung des Abgasdurchsatzes
    - 7.3.4 Verwendung der Analysatoren und Entnahmegерäte
    - 7.3.5 Kalibrierverfahren
    - 7.3.6 Vorprüfungen
  - 7.4 Treibstoff
    - 7.4.1 Ottomotoren (Motoren mit Fremdzündung)
    - 7.4.2 Dieselmotoren (Motoren mit Selbstzündung)
    - 7.4.3 Motoren für gasförmige oder alkoholische Treibstoffe
    - 7.4.4 Schmierstoffe für 2-Takt-Motoren
  - 7.5 Atmosphärische Bedingungen im Prüflabor
  - 7.6 Durchführung der Prüfung
  - 7.7 Auswertung der Aufzeichnungen
  - 7.8 Berechnung der Emissionen
    - 7.8.1 Grundsatz und Wichtungsfaktoren
    - 7.8.2 Kohlenstoffbilanz
    - 7.8.3 Zulässige alternative Verfahren zur Schadstoffmassenbestimmung
- 8. Analysesysteme**
  - 8.1 Grundsatz
  - 8.2 Zusätzliche Analysatoren
  - 8.3 Analysesystem mit beheizter Probeentnahme
  - 8.4 Analysesystem mit unbeheizter Probeentnahme
  - 8.5 Verzeichnis der Abkürzungen und Begriffe in Nr. 8
- 9. Abkürzungen und Einheiten**
  - Anhang 1 (zu Nr. 1.3)  
Hauptmerkmale des Motors und Angaben für die Durchführung der Prüfungen
  - Anhang 2 (zu Art. 13.11a Abs. 4 BSO, zu Nr. 2.1.2)  
Messung der Abgastrübung (Rauch) mit der Filtermethode
  - Anhang 3 (zu Nr. 1.6)  
Prüfnummer für die Abgastypenprüfbescheinigung
  - Anhang 4 (zu Nr. 1.5)  
Abgastypenprüfbescheinigung

## 1. Verfahren zur Erteilung einer Abgastypenprüfbescheinigung

### 1.1 Einleitung

1.1.1 Diese Anlage beschreibt das Verfahren zur Erteilung einer Abgastypenprüfbescheinigung, die erforderlichen Einrichtungen und Verfahren der Prüfung der Abgasemissionen von Ottomotoren und Dieselmotoren für den Schiffsantrieb, die Einrichtungen und das Verfahren für die Bestimmung der Abgastrübung (Rauch) an Dieselmotoren sowie die Abgasmessung (Referenzmessung) an Ottomotoren im Leerlauf.

1.1.2 Der Geltungsbereich dieser Anlage sowie die Anerkennung von Typenprüfungen von anderen Verfahren (z. B. ECE-Regelung Nr. 49, ECE-Regelung Nr. 24) ist im Artikel 13.11a der Bodensee-Schiffahrtsordnung (BSO) geregelt.

### 1.2 Motorenarten und Einsatzzwecke

1.2.1 Es wird zwischen folgenden Motorarten unterschieden:

1. Innenbord-Ottomotoren
2. Außenbord-Ottomotoren
3. Innenbord-Dieselmotoren
4. Außenbord-Dieselmotoren

1.2.2 Fahrzeuge bei denen die Motorenarten nach Ziff. 1.2.1 zum Einsatz kommen, werden in folgende Gruppen unterteilt:

- Gruppe A: Vergnügungsfahrzeuge; Fahrzeuge, die für Sport- oder Vergnügungszwecke bestimmt sind oder hierfür verwendet werden;
- Gruppe B: Fahrzeuge, die nicht der Gruppe A angehören und gewerblichen Zwecken dienen.

Fahrzeuge der Gruppe A, die auch gewerblichen Zwecken dienen, bleiben in der Gruppe A.

### 1.3 Antrag zur Erteilung einer Abgastypenprüfbescheinigung

#### 1.3.1 Grundsatz

Um eine Abgastypenprüfbescheinigung für eine Motorfamilie oder einen Motor zu erhalten, reicht der Hersteller einen Antrag bei einer zuständigen Behörde ein.

Dem Antrag ist folgendes beizufügen:

- Gesamtansicht des Motors mit Lage und Anordnung der Bauteile und Baugruppen;
- Zeichnungen des Brennraumes und der Oberfläche des Kolbens;
- Zeichnungen über die Lage und Ausgestaltung der Abgasentnahmesonden;

- Zeichnungen über die Ausgestaltung der Kurbelgehäuseentlüftung;
- Zeichnungen über die Art, Lage und Ausgestaltung von Emissionskontrollenrichtungen und abgasrelevanten Bauteilen;
- eine technische Beschreibung des Motors, die alle Angaben gemäß Anhang 1 enthält;
- Wartungsvorschriften, welche alle Wartungsarbeiten und Einstelldaten enthalten;
- Ein- oder Anbauvorschriften, die beim Einbau des Motors in ein Fahrzeug einzuhalten sind;
- eine Betriebsanleitung für den Betrieb des Motors;
- Zeichnung über den Anbringungsort der Nummer der Abgastypenprüfbescheinigung;
- die mutmaßliche Anzahl in Verkehr kommender Motoren für die verschiedenen Motortypen;
- die Resultate der Abgasmessungen der ausgewählten Prüfmotoren und deren Referenzwerte für die Abgasnachuntersuchung;
- bestätigte Angaben über die für die Motoren jeder Motorfamilie minimale Einfahrdistanz zur Stabilisierung der emissionsrelevanten Teile, damit die Abgasprüfungen aussagekräftig und reproduzierbar sind;
- eine Erklärung darüber, daß
  - bei den geprüften Motoren nur solche Unterhaltsarbeiten vorgenommen wurden, die vom Hersteller für den betreffenden Motortyp vorgeschrieben sind;
  - die Motoren den Bestimmungen dieser Vorschriften entsprechen.

1.3.2 Die zuständige Behörde kann zusätzliche Angaben verlangen, namentlich über die Prüfmotoren, die Prüfeinrichtungen, den verwendeten Treibstoff und allenfalls durchgeführte Dauerhaftigkeitsprüfungen.

Der Hersteller darf keinen Antrag für eine neue Motorfamilie einreichen wenn für diese schon eine Abgastypenprüfbescheinigung besteht und die konstruktiven Merkmale unverändert sind.

#### 1.3.3 Bedingungen für die Einteilung in Motorfamilien

1.3.3.1 In Motorfamilien, für die ein Antrag auf eine Abgastypenprüfgenehmigung gestellt wird, dürfen nur Motoren eingeteilt werden, die hinsichtlich der Schadstoffemissionen gleichartige Eigenschaften haben. Ein Motor darf nicht in mehreren Motorfamilien enthalten sein.

1.3.3.2 Motoren, welche in den folgenden konstruktiven Merkmalen übereinstimmen, sind in dieselbe Motorfamilie einzuteilen:

- Abstand vom Mittelpunkt zu Mittelpunkt der Zylinderbohrungen;

- Anordnung, Zahl der Zylinder und Ausführung des Zylinderblockes (z. B. luft- oder wassergekühlt, 4-Zylinder-Reihenmotor, V6-Motor usw.);
- Lage der Ein- und Auslaßventile (oder Öffnungen);
- Verbrennungs- und Arbeitsverfahren;
- Luftansaugverfahren (z. B. Aufladung);
- Art des Abgasnachbehandlungssystems;
- Merkmale des Abgasnachbehandlungssystems, bei Systemen mit Katalysatoren:
  - Art des Katalysators (Oxidations- oder Dreiwegekatalysator)
- Volumen des Katalysators mit einer Toleranz von maximal +/- 15 % der aktiven Oberfläche;
- Art der Gemischaufbereitung;
- Art des Ladeluftkühlers (wenn vorhanden).

#### 1.4 Abgastypenprüfung

Der Hersteller läßt den Motor in einer der technischen Prüfstellen prüfen, welche die zuständige Behörde bezeichnet.

Die zuständige Behörde kann auch auf eine vom Hersteller nach diesen Vorschriften durchgeführte Abgastypenprüfung (Werksprüfung) abstellen, sofern innerhalb von zwei Jahren nach Erteilung der Abgastypenprüfbescheinigung eine Serienüberprüfung gemäß Nr. 6 durchgeführt wird.

Sofern der Hersteller über geeignete Prüfeinrichtungen verfügt, kann die technische Prüfstelle in gegenseitigem Einvernehmen die Prüfung beim Hersteller durchführen, wobei der Hersteller das Personal und die Einrichtungen zur Verfügung stellen muß. Die technische Prüfstelle kann die Prüfeinrichtungen des Herstellers kontrollieren.

#### 1.5 Erteilung der Abgastypenprüfbescheinigung

Der Hersteller übermittelt der zuständigen Behörde das Ergebnis der Abgastypenprüfung. Entspricht der abgastypengeprüfte Motortyp oder die abgasgeprüfte Motorenfamilie diesen Vorschriften, erteilt sie die Abgastypenprüfbescheinigung nach Anhang 4.

#### 1.6 Prüfnummer

Die Abgastypenprüfbescheinigung enthält eine Prüfnummer nach Anhang 3. Diese ist an jedem Motor, der dem nach diesen Vorschriften genehmigten Typ entspricht, gut sichtbar und ständig lesbar anzubringen.

#### 1.7 Ablehnung

Die Erteilung der Abgastypenprüfbescheinigung ist abzulehnen, wenn der Motor bei der Abgastypenprüfung diesen Vorschriften nicht entspricht.

#### 1.8 Eintragung der Abgaswerte

In die Abgastypenprüfbescheinigung sind einzutragen:

- die bei der Abgastypenprüfung ermittelten Abgaswerte;
- die bei der Abgastypenprüfung im Leerlauf ermittelten Referenzwerte für die Abgasnachuntersuchung nach Nr. 2.8;
- erfüllte Abgasgrenzwert-Stufe nach Nr. 3;
- Datum der Bescheinigung.

#### 1.9 Verpflichtung zur Serienüberprüfung

Mit der Erteilung der Abgastypenprüfbescheinigung und deren Annahme durch den Hersteller verpflichtet sich dieser, nach den Weisungen der zuständigen Behörde auf seine Kosten Serienüberprüfungen nach Nr. 6 durchführen zu lassen.

#### 1.10 Begriffsbestimmungen

1.10.1 "Technische Prüfstelle": Stelle, die Abgastypenprüfungen und/oder Serienüberprüfungen durchführt.

1.10.2 "Hersteller": Unternehmen, das den Motor konstruiert hat oder diesen produziert oder produzieren läßt oder wer sonst ein berechtigtes Interesse an der Erteilung einer Abgastypenprüfbescheinigung nachweist.

1.10.3 "Typenprüfbescheinigung für einen Motor": die Genehmigung eines Motorentyps im Hinblick auf die gasförmigen Schadstoffe und bei Dieselmotoren zusätzlich im Hinblick auf die Abgastrübung (Rauch).

1.10.4 "Emissions-Kontrollsysteme": Kombination aller Teile, die zur Kontrolle, Steuerung und Verminderung der Abgas- und Kurbelgehäuseemissionen dienen.

1.10.5 "Gasförmige Schadstoffe": Kohlenmonoxid CO, Kohlenwasserstoffe HC (ausgedrückt als C<sub>1</sub>H<sub>1,85</sub>; bei der Bestimmung der Referenzwerte für die Abgasnachuntersuchung als C<sub>6</sub> H<sub>14</sub>),

Stickstoffoxide NO<sub>x</sub> (ausgedrückt als NO<sub>2</sub>-Äquivalent).

1.10.6 "Abgastrübung (Rauch)": sichtbarer Schwarzrauch (Ruß) bestimmt mit der Filtermethode nach Anhang 2.

1.10.7 "Kurbelgehäuseemissionen": in die Atmosphäre oder in das Wasser ausgestoßene Gase oder Dämpfe aus den innerhalb oder außerhalb des Motors liegenden Räumen, die über innere oder äußere Verbindungen an den Ölsumpf angeschlossen sind.

1.10.8 "Nennleistung (Dauerleistung)": auf Normbezugsbedingungen bezogene Dauerleistung in Kilowatt (kW) bei Nenndrehzahl nach DIN 6271 Teil 1 oder ISO 3046, abgenommen auf dem Prüfstand am Ende der Kurbelwelle, an einem entsprechenden anderen Bauteil oder bei Außenbordmotoren an der Propellerwelle. Sofern die gemessene maximale Leistung, die der Motor abgeben kann, mehr als 110 % der auf Normbezugsbedingungen bezogenen Dauerleistung beträgt, gilt im Sinne dieser Vorschriften die maximale Leistung als Nennleistung (Dauerleistung), die zugehörige Drehzahl als Nenndrehzahl.

1.10.9 "Nenn Drehzahl": Drehzahl, bei welcher der Motor die Nennleistung abgibt.

1.10.10 "Propellerleistungskurve": Leistungskurve nach der Gleichung

$$P = (n/n_N)^{2,50} \cdot P_{VN}$$

die durch den Vollastpunkt bei Nenn Drehzahl geht.

1.10.11 "Motorfamilie": Basiseinheiten, in welche der Hersteller seine Produktionsreihe für die Auswahl von Prüfmotoren einteilt.

## 2. Verfahren zur Abgasprüfung

### 2.1 Grundsatz

#### 2.1.1 Gasförmige Emissionen

Die Emissionen an Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffen, Stickstoffoxiden und Kohlendioxid von Ottomotoren und Dieselmotoren werden auf einem Leistungsprüfstand während einer vorgeschriebenen Folge von Betriebsbedingungen (Nr. 2.2.3, 2.2.4) gemessen und ermittelt.

#### 2.1.2 Abgastrübung (Rauch)

Die Abgastrübung (Rauch) von Dieselmotoren ist im Vollastpunkt (Drehzahl bei der größten Leistung) mit der Filtermethode zu messen (geregelt in Anhang 2).

### 2.2 Verfahren

#### 2.2.1 Leistungsprüfstand

Für die Prüfung ist der Motor auf einem Leistungsprüfstand aufzubauen. Außenbordmotoren werden dabei nach Nr. 7.3.1.3 in einen Wasserbehälter gestellt und die Propellerantriebswelle bei abgenommenem Propeller mit der Leistungsbremse verbunden.

#### 2.2.2 Meßverfahren

Die zu messenden gasförmigen Emissionen aus dem Motorabgas sind:

Kohlenwasserstoffe HC,  
Kohlenmonoxid CO,  
Stickstoffoxide NO<sub>x</sub>,  
Kohlendioxid CO<sub>2</sub>.

Während einer vorgeschriebenen Folge von Betriebszuständen bei betriebswarmem Motor sind die Mengen der obengenannten Gase im Abgas fortlaufend zu bestimmen. Ebenso ist der Treibstoffverbrauch laufend genau zu messen. Die nach Nr. 2.2.3 und 2.2.4 vorgeschriebene Folge von Betriebszuständen umfaßt eine Anzahl von Drehzahl- und Lastzuständen, die den typischen Betriebsbereich von Schiffsmotoren abdecken. Die Belastung des Motors erfolgt entsprechend einer Propellerleistungskurve mit der Gleichung

$$P_{eff} = (n/n_N)^{2,50} \cdot P_{VN}$$

$P_{VN}$  Nicht reduzierte Vollastleistung bei Nenn Drehzahl

$n_N$  Nenn Drehzahl,

die durch den Nennleistungspunkt geht. Während jedem Betriebszustand sind die Konzentrationen der zu messenden Gase, der Treibstoffverbrauch und die Leistung zu bestimmen (vgl. Nr. 7.3 ff.); die Massenwerte sind, wie in Nr. 7.8 beschrieben, zu bestimmen und für die Berechnung der Emissionen in g/h und g/kWh zu verwenden.

Anschließend sind bei noch warmem Motor die Referenzwerte für die Abgasnachuntersuchung nach Nr. 2.8 zu messen und zu bestimmen.

#### 2.2.3 Prüfprogramm

Die Prüfung des Motors ist nach folgendem Programm durchzuführen (Prüfprogramm):

Meßpunkt Nr.	Drehzahl n	Leistung P	Wichtungsfaktor WF
1	$n_{\text{Leerlauf}}$	0	0,3
2	0,4 $n_N$	0,1012 $P_{VN}$	0,1
3	0,5 $n_N$	0,1768 $P_{VN}$	0,1
4	0,6 $n_N$	0,2789 $P_{VN}$	0,1
5	0,7 $n_N$	0,4100 $P_{VN}$	0,2
6	0,8 $n_N$	0,5724 $P_{VN}$	0,05
7	0,9 $n_N$	0,7684 $P_{VN}$	0,05
8*	$n_N$	$P_{VN}$	0,05
9*	$n_{P_{max}}$	$P'_{max}$	0,05
	$\text{min}^{-1}$	kW	h

\* Meßpunkt 8 und 9 fallen zusammen, wenn  $P_{VN}$  nicht mehr als 5 % von  $P'_{max}$  abweicht (Wichtungsfaktor WF = 0,1).

$n_N$  Nenn Drehzahl gemäß Nr. 2.6

$P_{VN}$  Nicht reduzierte Vollastleistung bei Nenn Drehzahl

$n_{P_{max}}$  Drehzahl bei maximaler Leistung

$P'_{max}$  Nicht reduzierte maximale Leistung

#### 2.2.4 Prüfablauf

Nachdem der Motor aufgewärmt wurde, wird er für die Abgastypenprüfung zweimal nach dem Prüfprogramm betrieben:

1. Anwärmphase: während 10 Minuten mit frei wählbarer Teillast, anschließend während 20 Minuten mit Vollast bei 50 +/-5 % der Nenn Drehzahl.

2. Prüfung: 1. Phase: der warme Motor wird ohne Abstellen gemäß Nr. 2.2.3 vom Meßpunkt 1 bis Meßpunkt 9 betrieben; dabei werden die Emissionen und die übrigen erforderlichen Daten gemessen;

2. Phase: der warme Motor wird ohne Abstellen gemäß Nr. 2.2.3 vom Meßpunkt 9 bis Meßpunkt 1 betrieben; dabei werden die Emissionen und die übrigen erforderlichen Daten gemessen.

Bei Dieselmotoren erfolgt gleichzeitig oder direkt anschließend die Messung der Abgastrübung (Rauch) bei Vollast gemäß den Ausführungen in Anhang 2 dieser Regelung.

Bei Ottomotoren sind die Referenzwerte im Leerlauf nach Nr. 2.8 bei warmem Motor zu messen.

### 2.3 Ausrüstung und Einstellung

Die Ausrüstung und Einstellung der zu prüfenden Motoren muß den Angaben im Antrag entsprechen.

### 2.4 Bestimmte Einstellungen

Soweit bei den zu prüfenden Motoren verstellbare abgasrelevante Bauteile oder Baugruppen vorhanden sind, kann die technische Prüfstelle eine bestimmte Einstellung verlangen. Die von der technischen Prüfstelle verlangte Einstellung muß innerhalb der vom Antragsteller angegebenen Toleranzen liegen.

Der Hersteller muß die Toleranzen so festlegen, daß sie von Werkstätten mit üblichen Einrichtungen und Arbeitsmöglichkeiten eingehalten werden können.

Die bei der Abgastypenprüfung verwendeten Einstellungen verstellbarer Bauteile oder Baugruppen sind auf der Abgastypenprüfbescheinigung einzutragen. Die vollständigen Einstellungen sind in den Betriebsanweisungen anzugeben.

Die zuständige Behörde kann das Anbringen von Plomben oder anderen Sicherungen an emissionsrelevanten Bauteilen oder Baugruppen vorschreiben.

### 2.5 Abweichung von Herstellerangaben

Wird bei der Abgastypenprüfung die vom Hersteller angegebene Nennleistung bei der entsprechenden Nenndrehzahl um mehr als 5 % unterschritten oder überschritten, so ist die Abgastypenprüfung ungültig.

### 2.6 Nennleistung

Als Nennleistung für die Abgastypenprüfung gilt die Dauerleistung nach ISO 3046/1-1986 oder DIN 6271, Teil 1. Wenn die maximale Leistung mehr als 110 % der Dauerleistung beträgt, gilt diese für die Abgastypenprüfung als Nennleistung.

### 2.7 Weitere Überprüfungen

Die technische Prüfstelle kann geprüfte Motoren oder Teile davon längstens bis zur Serienüberprüfung insbesondere dann zu weiteren Überprüfungen zurückhalten, wenn Zweifel darüber bestehen, ob der Motor diese Vorschriften dauerhaft einhält.

## 2.8 Referenzwerte für die Abgasnachuntersuchung

### 3.2.2 Massenemissionen in g/h

### 2.8.1 Referenzwerte für Ottomotoren ohne Katalysator

Bei der Abgastypenprüfung für Ottomotoren ohne Katalysator sind im Leerlauf die Konzentrationen von Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Kohlenwasserstoffen (als Hexan-Äquivalente) mit der ergänzten Analysenanlage (Nr. 8) oder mit einem nach nationaler Zulassung typengeprüften Abgasprüfgerät zweimal zu messen. Hierbei darf die Drehzahl 40 % der Nenndrehzahl nicht überschreiten. Der Mittelwert aus beiden Messungen ist für die Berechnung des Referenzwertes zu verwenden.

Die bei der Abgasnachuntersuchung einzuhaltenden Referenzwerte sind wie folgt zu berechnen und auf der Abgastypenprüfbescheinigung einzutragen:

		- Toleranz	+ Toleranz
CO	Mittelwert ≤ 0,7 % Vol	frei	1 % Vol absolut
CO	Mittelwert 0,71 % Vol bis 2,5 % Vol	frei	40 %
CO	Mittelwert ≥ 2,5 % Vol	frei	1 % Vol
HC	Mittelwert	frei	40 %
CO <sub>2</sub>	Mittelwert	1 % Vol	frei
Drehzahl	Mittelwert	frei	200 U/min

### 2.8.2 Referenzwerte für Ottomotoren mit Katalysator

Für Ottomotoren mit Katalysator gibt der Hersteller Einstellwerte vor Katalysator (mit Toleranzen) und Kontrollwerte nach Katalysator an. Die Einstellwerte vor Katalysator können bei elektronisch geregelten Systemen durch entsprechende elektrische Einstellwerte ersetzt werden.

## 3. Abgasgrenzwerte

### 3.1 Grundsatz

Die Masse des ermittelten Kohlenmonoxids, der ermittelten Kohlenwasserstoffe und der ermittelten Stickstoffoxide sowie die Abgastrübung bei Dieselmotoren darf bei Ottomotoren und bei Dieselmotoren, welche gemäß diesen Vorschriften geprüft werden, die nachfolgenden Abgasgrenzwerte nicht übersteigen.

### 3.2 Abgasgrenzwerte Stufe 1

#### 3.2.1 Spezifische Abgasgrenzwerte in g/kWh

Die nach Nr. 7.8 berechneten Schadstoffemissionen in Gramm pro Kilowatt und Stunde dürfen nicht größer sein als:

Leistung in kW	Kohlenmonoxid CO = A · P <sub>N</sub> <sup>-m</sup> g/kWh		Kohlenwasserstoffe HC = A · P <sub>N</sub> <sup>-m</sup> g/kWh		Stickstoffoxide NO <sub>x</sub> = A · P <sub>N</sub> <sup>-m</sup> g/kWh	
	A	m	A	m	A	m
< 4	600	0,5	60	0,7747	15	0
4 - 100	600	0,5	39,39	0,4711	15	0
> 100	60	0	10,13	0,1761	15	0

P<sub>N</sub> = Nennleistung gemäß Nr. 2.6

Die nach Nr. 7.8 berechneten Massenemissionen in Gramm pro Stunde dürfen bei Ottomotoren der Gruppen A

und B sowie bei Dieselmotoren der Gruppe A nicht größer sein als:

- 4 500 g/h für Kohlenmonoxid CO
- 290 g/h für Kohlenwasserstoffe HC
- 1 100 g/h für Stickstoffoxide NO<sub>x</sub>

3.2.3 Abgastrübung (Rauch) bei Dieselmotoren

Die nach Nr. 2.2.4 bei Dieselmotoren zu bestimmende Bosch-Schwärzungszahl (BSZ) darf nicht größer sein als:

- BSZ 4,0 für Saugmotoren
- BSZ 3,0 für Motoren mit Abgasturbolader

3.3 Abgasgrenzwerte Stufe 2

3.3.1 Spezifische Abgasgrenzwerte in g/kWh

3.3.1.1 Spezifische Abgasgrenzwerte für Ottomotoren in g/kWh

Die nach Nr. 7.8 berechneten Schadstoffemissionen in Gramm pro Kilowatt und Stunde dürfen für Ottomotoren nicht größer sein als:

Leistung in kW	Kohlenmonoxid CO = A·P <sub>N</sub> <sup>-m</sup> g/kWh		Kohlenwasserstoffe HC = A·P <sub>N</sub> <sup>-m</sup> g/kWh		Stickstoffoxide NO <sub>x</sub> = A·P <sub>N</sub> <sup>-m</sup> g/kWh	
	A	m	A	m	A	m
	< 4	400	0,6505	30	0,6505	10
4 - 100	400	0,6505	30	0,6505	10	0,1505
> 100	20	0	3,375	0,1761	5	0

P<sub>N</sub> = Nennleistung gemäß Nr. 2.6

3.3.1.2 Spezifische Abgasgrenzwerte für Dieselmotoren in g/kWh

Die nach Nr. 7.8 berechneten Schadstoffemissionen in Gramm pro Kilowatt und Stunde dürfen für Dieselmotoren nicht größer sein als:

Leistung in kW	Kohlenmonoxid CO = A·P <sub>N</sub> <sup>-m</sup> g/kWh		Kohlenwasserstoffe HC = A·P <sub>N</sub> <sup>-m</sup> g/kWh		Stickstoffoxide NO <sub>x</sub> = A·P <sub>N</sub> <sup>-m</sup> g/kWh	
	A	m	A	m	A	m
	< 4	400	0,6505	30	0,6505	10
4 - 100	400	0,6505	30	0,6505	10	0
> 100	20	0	3,375	0,1761	10	0

P<sub>N</sub> = Nennleistung gemäß Nr. 2.6

3.3.2 Massenemissionen in g/h

Die nach Nr. 7.8 berechneten Massenemissionen in Gramm pro Stunde dürfen bei Ottomotoren der Gruppen A und B sowie bei Dieselmotoren der Gruppe A nicht größer sein als:

- 1 500 g/h für Kohlenmonoxid CO
- 95 g/h für Kohlenwasserstoffe HC
- 360 g/h für Stickstoffoxide NO<sub>x</sub>

3.3.3 Abgastrübung (Rauch) bei Dieselmotoren

Die nach Nr. 2.2.4 bei Dieselmotoren zu bestimmende Bosch-Schwärzungszahl (BSZ) darf nicht größer sein als:

BSZ 3,5 für Saugmotoren  
BSZ 2,5 für Motoren mit Abgasturbolader

3.4 Rundung

Die Abgasgrenzwerte und die Prüfergebnisse sind auf zwei signifikante Ziffern zu runden (ISO 31/0 Anhang B2 Regel B).

4. Bauvorschriften

4.1 Grundsatz

Alle Teile, die einen Einfluß auf die Emissionen gasförmiger Schadstoffe haben können, müssen so beschaffen, gebaut und montiert sein, daß der Motor bei betriebsüblicher Beanspruchung und bei Einhaltung der vom Hersteller vorgeschriebenen Wartung trotz der Einwirkung veränderlicher Größen, wie Hitze, Kälte, Wasser, wiederholtem Kaltstart, Erschütterungen, diesen Vorschriften entspricht. Der Motor muß bei der Abgasnachuntersuchung die Referenzwerte nach Nr. 2.8 einhalten.

4.2 Vereitelungsvorrichtungen

Ein Motor darf keine Konstruktionselemente oder technische Einrichtungen aufweisen, die in irgendeiner Art die Wirksamkeit der abgasrelevanten Elemente des Motors so verändern, regulieren oder verzögern, daß das Emissionsverhalten des Motors ungünstig beeinflusst wird. Notabschalt- oder ähnliche Sicherheitseinrichtungen sind in diesem Sinne keine Vereitelungsvorrichtungen.

Einrichtungen zur Regelung der Drehzahl an Motoren müssen so gebaut sein, daß die Abgasgrenzwerte eingehalten werden.

4.3 Abgasentnahmesonden

4.3.1 Grundsatz

Alle Motoren müssen mit einer Abgasentnahmesonde ausgerüstet sein, welche die Entnahme eines genügenden, gut gemischten und unverdünnten Abgasteilstromes aller Zylinder bei der Abgastypenprüfung und der Abgasnachuntersuchung erlaubt. In die Sonde darf kein Kühlwasser oder Wasserdampf gelangen. Die Sonde muß zudem so angeordnet sein, daß vor der Entnahmestelle keine in den Abgasen enthaltenen Schadstoffe kondensieren können.

Wenn der Motor mit Auflade- und ähnlichen Einrichtungen oder mit besonderen, die Abgase beeinflussenden Einrichtungen, wie Lufterinblasung, Portliner, Abgasrückführung, Reaktoren, Katalysatoren, ausgerüstet ist, muß die Abgasentnahme mit Entnahmesonde nach diesen Einrichtungen erfolgen.

Die Einlaßöffnung der Abgasentnahmesonde muß in der Mitte des Abgaskanal-Querschnitts und mindestens 50 mm "stromabwärts" nach der Einmündung des Auslaßkanals oder Auslaßventils des letzten Zylinders angeordnet werden.

Bei besonderen technischen Bedingungen können mehrere Abgasentnahmesonden eingebaut werden, deren Ausgänge vor dem Meßanschluß in geeigneter Weise zusammenzuführen sind.

Der Meßanschluß der Abgasentnahmesonde muß leicht zugänglich und mit einem verschließbaren Endstück von mindestens 20 mm Länge, 10 mm äußerem und 8 mm innerem Durchmesser versehen sein.

Die Sonden müssen aus einem Material bestehen, das bei den im Motor herrschenden Bedingungen nicht korrodiert oder verzundet.

#### 4.3.2 Besondere Abgasentnahmesonden für die Abgastypenprüfung

4.3.2.1 Abweichend von Nr. 4.3.1 kann der Hersteller für die Abgas-Typenprüfung besondere Abgasentnahmesonden vorsehen, die so eingebaut werden müssen, daß die Abgase aller Zylinder erfaßt und gut gemischt für die Messungen zur Verfügung stehen. Die Vorschriften nach Nr. 4.3.1 sind im übrigen einzuhalten.

4.3.2.2 Abweichend von Nr. 4.3.1 kann auch je Zylinder eine Abgasentnahmesonde vorgesehen werden, deren Ausgänge vor dem Meßanschluß zusammenzuführen sind. Die Einlaßöffnungen der Abgasentnahmesonden müssen für alle Zylinder - auf den Zylinder bezogen - an der gleichen Stelle liegen und der Abstand zur Achse der Auslaßventile oder Auslaßschlitze hat 50 mm (+/- 10 mm) zu betragen. Die Vorschriften nach Nr. 4.3.1 sind im übrigen einzuhalten. Der Einbau der Abgasentnahmesonden weiter "stromabwärts" ist im Einvernehmen mit der technischen Prüfstelle zulässig, sofern kein Kühlwasser oder Wasserdampf in die Entnahmesonden gelangen kann.

4.3.2.3 Wenn der Hersteller nach Nr. 4.3.2.1 oder 4.3.2.2 besondere Abgasentnahmesonden für die Abgastypenprüfung vorsieht und einbaut, so hat er die für die Serienüberprüfung ausgewählten Motoren unter Aufsicht der technischen Prüfstelle in gleicher Art und Weise mit Abgasentnahmesonden auszurüsten.

#### 4.3.3 Besondere Abgasentnahmesonde für die Abgasnachuntersuchung

Abweichend von Nr. 4.3.1 kann der Hersteller für die Abgasnachuntersuchung eine oder mehrere besondere Abgasentnahmesonden vorsehen, die an allen Motoren eingebaut sein müssen. *Die Entnahme eines gut gemischten Abgasteilstromes muss von allen Zylindern eines Motors möglich sein.* Bei Motoren mit mehreren Gemischaufbereitungssystemen muß die Entnahme eines Abgasteilstromes so erfolgen, daß Abgase aus Zylindern aller Gemischaufbereitungssysteme erfaßt werden. Die Vorschriften nach Nr. 4.3.1 sind im übrigen einzuhalten.

## 4.4 Anschluß für Drehzahlmessung

### 4.4.1 Grundsatz

Alle Motoren müssen mit leicht zugänglichen Möglichkeiten für Drehzahlmessungen ausgerüstet sein.

### 4.4.2 Ottomotoren

Das Zündkabel für einen Zylinder oder eine adäquate Lösung muß leicht zugänglich sein, so daß die Klemmen der Meßgeräte leicht und ohne Aufwand angebracht werden können. Wenn dies nicht möglich ist, muß ein besonderer Meßanschluß vorhanden sein.

Motoren, die der technischen Prüfstelle zur Abgastypenprüfung zur Verfügung gestellt werden, müssen zudem mit einem leicht zugänglichen Anschluß des Primär-Stromkreises der Zündung versehen sein.

### 4.4.3 Dieselmotoren

Dieselmotoren müssen an einem mit der Kurbelwelle oder der Einspritzpumpe fest verbundenen Teil mit einer leicht zugänglichen Einrichtung versehen sein, die eine sichere, berührungslose Drehzahlmessung (optisch, induktiv) ermöglicht.

## 4.5 Kurbelgehäuse-Entlüftung

Die Kurbelgehäuse-Entlüftung aller Motoren ist in geschlossener Bauweise auszuführen, und zwar so, daß alle aus dem Kurbelgehäuse stammenden Gase und Dämpfe über die Ansaugluft oder das angesaugte Gemisch der Verbrennung im Motor zugeführt werden.

Kurbelgehäuseemissionen dürfen weder gas- oder dampfförmig noch in kondensierter Form in die Luft oder ins Wasser abgegeben werden.

## 4.6 Treibstoff

Ottomotoren müssen so konstruiert sein, daß sie mit handelsüblichem unverbleitem Kraftstoff dauernd betrieben werden können. Am Motor und beim Benzineinfüllstutzen muß ein dauerhaft lesbares Schild mit der sinngemäßen Aufschrift "NUR UNVERBLEITES BENZIN" angebracht werden.

## 4.7 Benzineinfüllstutzen

Der Benzineinfüllstutzen muß so beschaffen sein, daß die Betankung mit einem Zapfhahn mit einem äußeren Durchmesser der Endöffnung von 23,6 mm oder mehr nicht möglich ist. Die Betankung darf nur mit einem Zapfhahn mit folgenden Abmessungen möglich sein:

- der Außendurchmesser der Endöffnung darf nicht größer als 21,3 mm sein;
- das Endstück muß aus einem mindestens 63 mm langen geraden Rohrstück bestehen.

Der Tankeinfüllstutzen muß dauerhaft und so beschaffen sein, daß ein unbefugtes Abändern nicht möglich ist.

#### 4.8 Verstelleinrichtungen

Bei allen Motoren dürfen die Verstelleinrichtungen, soweit deren Verstellung unzulässige Änderungen des Emissionsverhaltens bewirken, wie einstellbare Teile der Gemischaufbereitung, der Einspritzeinrichtung und der Zündanlage, nur mit Spezialwerkzeugen zugänglich sein. Bei Ottomotoren gilt dies auch für die Leerlaufgemischeinstellung, nicht aber für die Leerlaufdrehzahlverstellung. Bei Dieselmotoren gilt dies insbesondere für die Reglereinstellung.

### 5. Änderung von typengeprüften Motoren

#### 5.1 Technische Änderungen

Nimmt der Hersteller technische Änderungen an typengeprüften Motoren vor, die bewirken, daß einzelne Angaben im Antrag zur Abgastypenprüfbescheinigung oder in der Abgastypenprüfbescheinigung nicht mehr zutreffen, sind die Änderungen der zuständigen Behörde zu melden.

#### 5.2 Neue Abgastypenprüfung

Die zuständige Behörde kann vom Hersteller zusätzliche Angaben und Prüfergebnisse verlangen oder eine neue Abgastypenprüfung anordnen.

Wenn der geänderte Motor diesen Vorschriften entspricht, wird eine Abgastypenprüfbescheinigung erteilt, welche die technischen Änderungen einschließt.

Sind die technischen Änderungen umfangreich oder betreffen sie wesentliche Konstruktionsmerkmale, muß ein vollständiger Antrag gemäß diesen Vorschriften eingereicht und ein neues Abgastypenprüfverfahren durchgeführt werden.

#### 6. Übereinstimmung mit der Produktion (Serienüberprüfung)

##### 6.1 Grundsatz

Die Serienüberprüfung wird von der zuständigen Behörde des Landes angeordnet, welche die Abgastypenprüfbescheinigung erteilt hat.

##### 6.2 Erste Stichprobe

Die zuständige Behörde kann eine technische Prüfstelle beauftragen, in einer ersten Stichprobe bis zu 3 in Betrieb stehende oder zur Inbetriebnahme vorgesehene Motoren der gleichen Motorenfamilie zufällig auszuwählen und einer Abgastypenprüfung nach diesen Vorschriften zu unterziehen. Der Hersteller hat die vorgesehenen Motoren zur Verfügung zu stellen; diese Verpflichtung geht er mit der Einreichung des Antrages zur Typenprüfbescheinigung ein.

### 6.3 Einfahren der Motoren

Die technische Prüfstelle fährt die ausgewählten Motoren nach Angaben des Herstellers oder im Zweifel nach eigenem Ermessen ein.

### 6.4 Wartungsarbeiten

Die technische Prüfstelle führt an den ausgewählten Motoren die Wartungsarbeiten aus, die nach den Anleitungen des Herstellers vorgesehen sind oder wenn offensichtliche Defekte vorliegen.

Die Wartungsarbeiten können auch durch den Hersteller unter Aufsicht der technischen Prüfstelle ausgeführt werden.

### 6.5 Einwendungen zur Auswahl

Wenn der Hersteller Einwendungen bezüglich der Auswahl der Motoren vorzubringen hat, so muß er dies der zuständigen Behörde vor Beginn der Abgastypenprüfungen mitteilen.

### 6.6 Bestandene Prüfung

Die Serienüberprüfung gilt als bestanden, wenn die abgasrelevante Ausrüstung der in die erste Stichprobe einbezogenen Motoren mit den Angaben im Antrag für die Abgastypenprüfbescheinigung übereinstimmt und die Abgasgrenzwerte eingehalten werden.

Die zuständige Behörde gibt dem Hersteller das Ergebnis der Serienüberprüfung innerhalb von 30 Tagen nach Abschluß der Abgasmessungen schriftlich bekannt.

### 6.7 Nicht bestandene Prüfung

Werden in der ersten Stichprobe nicht alle Abgasgrenzwerte eingehalten oder stimmt die emissionsrelevante Ausrüstung nicht mit den Angaben im Antrag für die Abgastypenprüfbescheinigung überein, so gilt die Serienüberprüfung als nicht bestanden. Der Hersteller hat dann folgende Möglichkeiten:

1. er bringt alle im Geltungsbereich dieser Vorschriften bereits in Betrieb stehenden und zur Inbetriebnahme vorgesehenen, fehlerhaften Motoren entsprechend der Abgastypenprüfbescheinigung innerhalb von 6 Monaten auf seine Kosten in Ordnung, oder
2. er verlangt die Durchführung weiterer Prüfungen mit einer endgültigen Stichprobe gemäß Nr. 6.9.

### 6.8 Instandsetzung fehlerhafter Motoren

Entschließt sich der Hersteller zur Instandsetzung der Motoren, so hat er der zuständigen Behörde innerhalb von 30 Tagen, gerechnet ab der schriftlichen Benachrichtigung, mitzuteilen, welche technischen Maßnahmen er durchzuführen beabsichtigt. Die zuständige Behörde kann diese Frist auf Antrag des Herstellers einmal um weitere 30 Tage verlängern.

Die zuständige Behörde kann die instandgesetzten Motoren mit einer ersten Stichprobe überprüfen. Die Kosten für

die Überprüfung der instandgesetzten Motoren hat der Hersteller zu tragen.

**6.9 Endgültige Stichprobe**

Wählt der Hersteller die Durchführung einer endgültigen Stichprobe, so hat er schriftlich zu erklären, daß er auch die Kosten für die zusätzlichen Prüfungen übernimmt.

Der Hersteller kann der zuständigen Behörde Vorschläge über den Umfang der endgültigen Stichprobe unterbreiten. Die zuständige Behörde legt den Umfang der endgültigen Stichprobe fest (maximal 19 Motoren) und wählt die zu prüfenden Motoren aus.

Die endgültige Stichprobe enthält die bei der ersten Stichprobe geprüften Motoren Die über die Motoren der ersten Stichprobe hinaus in der endgültigen Stichprobe enthaltenen Motoren werden einer Abgastypenprüfung nach diesen Vorschriften unterzogen.

Die Serienüberprüfung gilt als bestanden, wenn die emissionsrelevante Ausrüstung aller geprüften Motoren mit den Angaben im Antrag für die Abgastypenprüfbescheinigung übereinstimmt und folgende Bedingung für jeden Schadstoff erfüllt ist:

$$\bar{x} + k \cdot s \leq L, \text{ wobei}$$

$\bar{x}$ : arithmetisches Mittel für jeden Schadstoff

L: zulässiger Grenzwert nach Nr. 3;

$s^2$  = Summe  $(\bar{x} - x)^2$ , wobei x ein beliebiges Einzelergebnis ist;

k: von n abhängiger statistischer Faktor nach folgender Tabelle:

n	k	n	k
2	0,973	11	0,265
3	0,613	12	0,253
4	0,489	13	0,242
5	0,421	14	0,233
6	0,376	15	0,224
7	0,342	16	0,216
8	0,317	17	0,210
9	0,296	18	0,203
10	0,279	19	0,198

Die zuständige Behörde gibt dem Hersteller das Ergebnis der Serienüberprüfung mit der endgültigen Stichprobe innerhalb von 30 Tagen nach Abschluß der Messung schriftlich bekannt.

**6.10 Entzug der Abgastypenprüfbescheinigung**

Ist die Serienüberprüfung nicht bestanden, so ist die Abgastypenprüfbescheinigung von der zuständigen Behörde zu entziehen. Vom Entzug ist abzusehen, wenn der Hersteller sich verpflichtet, alle im Geltungsbereich dieser Vorschriften bereits zugelassenen, fehlerhaften

Motoren entsprechend der Abgastypenprüfbescheinigung innerhalb von 6 Monaten auf seine Kosten in Ordnung zu bringen.

Entschließt sich der Hersteller zur Instandsetzung der Motoren, so wird nach Nr. 6.8 verfahren.

Die Abgastypenprüfbescheinigung ist auch zu entziehen, wenn der Hersteller seinen Verpflichtungen in zeitlicher oder materieller Hinsicht nicht nachkommt.

**6.11 Wirkung des Entzuges**

Der Entzug der Abgastypenprüfbescheinigung bewirkt, daß im Geltungsbereich dieser Vorschriften mit diesen Motoren ausgerüstete Fahrzeuge ab diesem Zeitpunkt nicht neu zum Verkehr zugelassen werden dürfen und die Abgastypenprüfbescheinigung dieser Motoren ungültig wird.

Die zuständige Behörde unterrichtet die zuständigen Behörden der anderen Vertragsstaaten, ihre eigenen, für die Zulassung zuständigen Behörden und den Hersteller über den Entzug der Abgastypenprüfbescheinigung. Die Zulassungsbehörden unterrichten die Halter von Fahrzeugen mit fehlerhaften Motoren über den Entzug der Abgastypenprüfbescheinigung.

Fahrzeuge, die nach Ablauf der Instandsetzungsfrist noch immer einen fehlerhaften Motor aufweisen, dürfen nicht mehr verkehren. Die Zulassung ist nach Ablauf der Instandsetzungsfrist zu entziehen (Art. 14.06 BSO).

**7. Verschiedenes**

**7.1 Einbauvorschriften**

Für jeden Motor muß eine schriftliche Einbauvorschrift des Herstellers für den Schiffsbauer vorliegen. Diese Einbauvorschrift hat alle notwendigen Angaben zu enthalten, die vom Schiffsbauer beim Einbau des abgasgeprüften Motors in ein Fahrzeug zu beachten sind, damit das Abgasverhalten des Motors durch den Einbau in ein Fahrzeug nicht verändert wird.

**7.2 Wartungs- und Bedienungsvorschriften**

Für jedes Fahrzeug, dessen Motor diesen Vorschriften unterliegt, muß eine schriftliche Wartungs- und Betriebsanleitung des Herstellers vorliegen. Diese muß eine Anleitung zur Bedienung des Motors sowie die nötigen Angaben zur Sicherstellung des richtigen Funktionierens von Emissionskontrollsystemen enthalten. Ebenso müssen die Intervalle für abgasrelevante Wartungsarbeiten und deren Umfang aufgeführt sein.

**7.3 Einrichtungen zur Abgastypenprüfung**

**7.3.1 Leistungsprüfstand und Motorausrüstung**

Die Abgastypenprüfungen von Motoren sind auf Leistungsprüfständen durchzuführen, die folgende Ausrüstung aufweisen:

7.3.1.1 einen Motorprüfstand, der ausreichende Eigenschaften aufweist, um das in dieser Anlage beschriebene Prüfprogramm nach Nr. 2.2.2 ff. durchzuführen;

7.3.1.2 Meßgeräte für Zeit, Drehzahl, Drehmoment, Treibstoffverbrauch, Temperatur von Kühl- und Schmiermitteln, Ansaugunterdruck, Abgasgegendruck, Ansauglufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, atmosphärischen Druck und Treibstofftemperatur;

zusätzlich können, insbesondere zur Bestimmung der Massenemissionen, Meßgeräte für die Messung des Luftdurchsatzes, des Ansaugunterdruckes und des Abgasdurchsatzes verwendet werden;

die Meßgenauigkeit dieser Geräte muß dem jeweils letzten Stand der geltenden ECE-Regelungen entsprechen;

7.3.1.3 ein Motorkühlsystem mit ausreichender Leistungsfähigkeit, um während der Dauer der vorgeschriebenen Motorprüfung normale Betriebstemperaturen mit ausreichender Konstanz aufrechterhalten zu können. Außenbordmotoren sind hierzu in einen Wasserbehälter mit einer höhenverstellbaren Überlauföffnung zu stellen. Die Wasserhöhe ist in der Regel 150 mm über der Kavitationsplatte einzustellen. Der Abgasaustritt muß, wie beim Bootsbetrieb des Außenbordmotors, in das Wasser erfolgen, um den Abgasgegendruck in realistischer Größenordnung zu halten. Auf Antrag des Herstellers kann zur korrekten Einhaltung des vorgeschriebenen Gegendruckes der Motor an eine Fremdkühlung angeschlossen werden;

7.3.1.4 eine bis zu den Entnahmestellen des Abgases serienmäßige Auspuffanlage. Die weitere Ausführung der Auspuffanlage muß den Erfordernissen der Abgasentnahme und des Prüfstandbetriebs (Abgas ohne Wasserzugabe) Rechnung tragen und die abgasrelevanten Eigenschaften einer serienmäßigen Schiffsauspuffanlage aufweisen. Sie wird von der Prüfstelle in Abstimmung mit dem Hersteller festgelegt. Der Abgasgegendruck der Auspuffanlage darf sich vom oberen Grenzwert bei Nennleistung gemäß den Angaben des Herstellers in den Wartungs- oder Einbauunterlagen um höchstens +/-650 Pa unterscheiden;

7.3.1.5 ein Ansaugsystem des Motors, das im Nennleistungspunkt eine Saugrohrunterdrucktoleranz von +/-300 Pa, bezogen auf den oberen Grenzwert, den der Hersteller für den mit einem sauberen Luftfilter zu prüfenden Motor angibt, aufweist.

Die Prüfung zur Messung der Abgasemissionen ist an einem kompletten Motor vorzunehmen, wobei alle serienmäßigen Zubehörteile, welche die Leistung, Drehzahl und Emissionen normalerweise beeinflussen können, angebaut und in Betrieb sein müssen. Bei fremdangetriebenen Zubehörteilen ist nach DIN 6271 oder ISO 3046/1 zu verfahren.

Die Leistungsabnahme erfolgt bei Innenbordmotoren an der Kurbelwelle und bei Außenbordmotoren an der Propellerwelle.

### 7.3.2 Geräte für die Probeentnahme und Gasanalyse

7.3.2.1 Der zur Analyse entnommene Abgasteilstrom ist vom Meßanschluß der Abgasentnahmesonde(n) über eine beheizte, möglichst kurze und korrosionsfreie Leitung den Analytoren zuzuführen. Die Temperatur der Leitung ist auf 190 °C +/- 10 °C konstant zu halten. Die Leitung muß mit einem beheizten Filter mit einem Wirkungsgrad von 99 % versehen sein, mit dem Teilchen > 0,3 µm zurückgehalten werden können.

Die auf den beheizten Flammenionisations-Detektor (HFID) führende Leitung muß bis zu dessen Eingang beheizt sein. Die Temperatur der Leitung ist auf 190 °C +/- 0 °C konstant zu halten.

Das zur Messung der Stickstoffoxide dem Chemilumineszenz-Analysator (CLA) zuzuführende Abgas muß trocken sein. Dazu ist die zum CLA führende Leitung über ein Kühlelement und einen Filter zu führen.

Für Abgasmessungen an Ottomotoren kann nach Nr. 8.4 auf eine beheizte Abgasentnahmeleitung verzichtet werden.

7.3.2.2 Die Analyse der Abgase ist mit folgenden Geräten durchzuführen:

- Kohlenmonoxid (CO) und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)  
Nichtdispersiver Infrarot-Absorptionsanalysator NDIR;
- Kohlenwasserstoffe (HC):  
Flammenionisations-Detektor mit beheizten Ventilen, Rohrleitungen etc., Wandtemperatur auf 190 °C +/- 10 °C (HFID); propankalibriert, ausgedrückt in Kohlenstoffatom-Äquivalent C<sub>1</sub> (für Ottomotoren können auch unbeheizte Flammenionisations-Detektoren (FID) verwendet werden);

Hinweis: die C<sub>1</sub>-Werte entsprechen dem dreifachen Mas-  
sewert eines Propan-C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>-kalibrierten FID.

- Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>):  
Chemilumineszenz-Analysator (CLA) mit NO<sub>2</sub>/NO-Konverter (für Otto- und Dieselmotoren können auch beheizte HCL-Analysatoren mit einem Temperaturbereich von 95 bis 200 °C zusammen mit beheizter Zuleitung verwendet werden).

Die Genauigkeit der Analytoren muß zwischen +/- 2,5 % des Skalenendwertes liegen. Die Meßskala ist entsprechend der zu messenden Werte zu wählen.

Analysesysteme sind in Nr. 8 beschrieben. Zugelassen sind auch die für ECE-Regelung Nr. 49-01 verwendeten Analyseanlagen. Andere Systeme können verwendet werden, wenn nachgewiesen wird, daß sie gleichwertige Ergebnisse liefern.

Die Analysenanlage und die Analytoren sind nach den Vorschriften der Gerätehersteller zu betreiben und zu warten. Zusätzlich sind sinngemäß die bei ECE-Regelung Nr. 49-01 (Annex 4, Appendix 2) vorgeschriebenen Kali-

brierungsverfahren (FID-Eichung, NO<sub>x</sub>-Konverterkontrolle etc.) periodisch auszuführen.

### 7.3.3 Messung und Berechnung des Abgasdurchsatzes

7.3.3.1 Der Treibstoffverbrauch kann gravimetrisch oder mit einem Durchflußmeßgerät gemessen werden, dessen Genauigkeit zwischen +/- 2,5 % des Skalenendwertes betragen muß. Die Wiederholungsgenauigkeit bei beiden Verfahren muß innerhalb von +/- 1 % liegen, der Meß- bzw. Durchflußbereich muß mindestens 125 % des höchsten, während der Prüfung zu erwartenden Treibstoffverbrauchs betragen.

Durchflußmeßgeräte müssen zudem folgende Bedingungen erfüllen:

- Auflösung: 0,5 % des Skalenendwertes;
- Nullpunkt-abweichung: weniger als 0,5 % des Skalenwertes während 2 Stunden;
- Temperaturbereich: - 15 °C - 65 °C Umgebungstemperatur
- Ansprechzeit: 90 % der Endanzeige von 0 bis maximalen Treibstoffdurchfluß in weniger als 10 s.

7.3.3.2 Für die Berechnung des Abgasdurchflusses und der Massenemissionen kann der Luftdurchsatz durch geeignete Geräte und Einrichtungen gemessen werden. Für die Messung des Treibstoffverbrauches gilt Nr. 7.3.3.1.

Zur Messung des Luftdurchsatzes ist ein geeignetes Strömungsmeßgerät zu verwenden, dessen Wiederholungsgenauigkeit zwischen +/- 2,5 % der Anzeige liegen muß. Zwischen das Luftansaugsystem des Motors und den Strömungsmesser ist eine Dämpfungskammer zu schalten, deren Volumen minimal 100mal größer sein muß, als das Hubvolumen eines Zylinders des zu prüfenden Motors.

Auf die Dämpfungskammer kann verzichtet werden, wenn frequenzunempfindliche Meßgeräte verwendet werden.

7.3.3.3 Anstelle der Verfahren nach Nr. 7.3.3.1 oder 7.3.3.2 kann der Abgasdurchsatz mit einer Durchflußdüse (Venturirohr) oder einem gleichwertigen Meßsystem direkt gemessen werden. Die Wiederholungsgenauigkeit des verwendeten Meßsystems muß zwischen +/- 2,5 % der Anzeige liegen. Die Bestimmung des Abgasdurchsatzes muß mit einer Genauigkeit von +/- 2,5 % oder genauer erfolgen.

### 7.3.4 Verwendung der Analysatoren und Entnahmegereäte

Bei der Verwendung der Analysatoren sind die Anweisungen der Gerätehersteller für die Inbetriebnahme und den Betrieb zu beachten. Insbesondere sind die nachstehenden Mindestanforderungen nach Nr. 7.3.5 und 7.3.6 zu beachten.

### 7.3.5 Kalibrierverfahren

7.3.5.4 Es ist eine Dichtigkeitsprüfung des Systems durchzuführen. Die Sonde oder bei festeingebauten Sonden die Abgasprobenleitung ist dabei von der Auspuffanlage oder

7.3.5.1 Die Kalibrierung ist höchstens einen Monat vor der Abgasprüfung durchzuführen. Sämtliche Geräte sind zu kalibrieren und die Kalibrierkurven sind anhand von Kalibriergasen zu überprüfen. Der Gasdurchsatz muß der gleiche wie bei der Gasentnahme sein.

#### 7.3.5.2 Gase

##### 7.3.5.2.1 Betriebsgase

Die für die Kalibrierung und für den Einsatz der Geräte verwendeten reinen Gase müssen folgende Bedingungen erfüllen:

- gereinigter Stickstoff (Reinheit  $\leq 1$  ppm C,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,1$  ppm NO);
- gereinigte synthetische Luft (Reinheit  $\leq 1$  ppm C,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,1$  ppm NO), Sauerstoffgehalt zwischen 18 und 21 Volumenprozent;
- gereinigter Sauerstoff (Reinheit  $\geq 99,5$  Volumenprozent O<sub>2</sub>);
- Wasserstoff/Helium Gemisch ( $40 \pm 2$  % H<sub>2</sub>-Anteil) (Reinheit:  $\leq 1$  ppm C,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>) oder  
bei bestehenden Anlagen:
  - gereinigter Wasserstoff (100 % H<sub>2</sub>, Reinheit  $\leq 1$  ppm C,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>).

##### 7.3.5.2.2 Kalibriergase

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

- C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> und gereinigte synthetische Luft (s. reine Gase);
- CO und gereinigter Stickstoff;
- CO<sub>2</sub> und gereinigter Stickstoff;
- NO und gereinigter Stickstoff (der NO<sub>2</sub>-Anteil im Kalibriergas darf 5 % des NO-Gehaltes nicht überschreiten).

Die tatsächliche Konzentration eines Kalibriergases muß auf +/- 2 % mit dem Nennwert übereinstimmen. Alle Konzentrationen sind auf Vol. % anzugeben.

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

Die vorgeschriebenen Konzentrationen können auch mit einem Gas-Mischdosierer durch Verdünnung mit gereinigtem Stickstoff oder mit gereinigter synthetischer Luft erzielt werden. Das Mischgerät muß so genau sein, daß die Konzentration der verdünnten Kalibriergase auf +/- 2 % bestimmt werden kann.

7.3.5.3 Die Analysatoren sind mindestens während 2 Stunden vorzuheizen.

den Gasentnahmesonden zu entfernen und ihr Ende zu verschließen. Die Pumpe der Analysatoren ist einzuschalten. Nach einer vorangegangenen Stabilisierungsphase

müssen alle Druckanzeiger und Durchflußmesser Null anzeigen. Gleichwertige andere Verfahren sind zulässig.

7.3.5.5 Wenn erforderlich, muß der NDIR-Analysator abgestimmt und das Brennen der Flamme des HFID-Analysators optimiert werden.

7.3.5.6 Die CO- und NO<sub>x</sub>-Analysatoren sind unter Verwendung von Stickstoff, der HC-Analysator unter Verwendung von gereinigter und trockener Luft, auf Null einzustellen. Unter Verwendung entsprechender Kalibriergase sind die Analysatoren neu einzustellen. Dies gilt sinngemäß auch für den CO<sub>2</sub>-Analysator.

7.3.5.7 Die Nulleinstellung ist nochmals zu überprüfen; falls erforderlich muß das Verfahren nach Nr. 7.3.5.5 wiederholt werden.

7.3.5.8 Die NDIR-Analysatoren sind mit Kalibriergasen zu kalibrieren, die etwa 25, 50, 75 und 90 % eines jeden verwendeten Meßbereichs entsprechen; die CLA- und HFID-Analysatoren sind zu kalibrieren, dabei sind etwa 50 und 90 % eines jeden Meßbereiches zu verwenden. Die Konzentration dieser Werte ist mit einer Genauigkeit von +/- 2,5 % zu ermitteln.

7.3.5.9 Die Ergebnisse der Kalibrierung sind mit früheren Werten zu vergleichen. Eine deutliche Abweichung weist auf einen Fehler im System hin, der zu lokalisieren und zu korrigieren sowie mit einer neuen Kalibrierung zu überprüfen ist. Unter Berücksichtigung der Kalibriergase ist die passendste Kalibrierkurve zu wählen.

7.3.6 Vorprüfungen

7.3.6.1 Für die Beheizung der NDIR-Analysatoren ist eine Mindestzeit von 2 Stunden vorzusehen; vorzugsweise ist der Analysator jedoch ständig in eingeschaltetem Zustand zu belassen. Die Blendenradmotoren können ausgeschaltet werden, wenn die Analysatoren nicht in Betrieb sind.

7.3.6.2 Der HFID- oder der FID-Analysator ist mittels trockener synthetischer Luft auf Null einzustellen und am Verstärker- und Registriergerät muß ein stabiler Nullpunkt erreicht sein.

7.3.6.3 Die Meßbereichsgase sind zuzuführen und der Verstärkungsgrad ist entsprechend der Kalibrierkurve einzustellen. Es muß der gleiche Durchsatz für die Kalibrierung, die Meßbereichspunkte und Probeentnahme verwendet werden, um eine Korrektur des Druckes in der Analyse kammer zu vermeiden. Bei den zu verwendenden Meßbereichsgasen muß die Konzentration der Komponenten jeweils 75 bis 95 % des vollen Skalenendwertes betragen. Die Konzentration muß mit einer Genauigkeit von +/- 2,5 % erreicht werden.

7.3.6.4 Die Nulleinstellung ist zu überprüfen. Wenn erforderlich, sind die Verfahren nach Nr. 7.3.6.2 oder 7.3.6.3 zu wiederholen.

7.4.2 Dieselmotoren (Motoren mit Selbstzündung)

7.3.6.5 Der Gasdurchsatz ist zu überprüfen.

7.3.6.6 Die Null- und Meßbereichspunkte sind nach jeder Prüfung oder nötigenfalls während der Prüfung erneut zu kontrollieren. Wenn dabei eine Veränderung des Skalenendwertes von mehr als 2 % festgestellt wird, ist die Prüfung zu wiederholen.

7.4 Treibstoff

Für die Abgastypenprüfungen sind folgende Bezugstreibstoffe zu verwenden:

7.4.1 Ottomotoren (Motoren mit Fremdzündung)

Referenz-Treibstoff: CEC RF-08-A-85  
Typ: unverbleites Referenzbenzin

	Grenzwerte und Einheiten		ASTM-Verfahr.
	min.	max.	
ROZ	95,0		D 2699
MOZ	85,5		D 2700
Dichte bei 15 °C	0,748	0,762	D 1298
Dampfdruck nach Reid	0,56 bar	0,64 bar	D 323
Siedeverlauf			
- Siedebeginn	24 °C	40 °C	D 86
- 10 Vol. % Destillat	42 °C	58 °C	D 86
- 50 Vol. % Destillat	90 °C	110 °C	D 86
- 90 Vol. % Destillat	155 °C	180 °C	D 86
- Siedeende	190 °C	215 °C	D 86
Rückstand		2 %	D 86
Analyse der Kohlenwasserstoffe			
- Alkene		20 vol-%	D 1319
- Aromaten	inkl. 5 vol-% max. Benzol*		D 1319 * D 3606 * D 2267
- Alkane		45 vol-%	D 1319
Verhältnis Kohlenstoff/ Wasserstoff	Verhältnis angeben	Rest	D 1319
Oxidationsbeständigkeit	480 min.		D 525
Abdampfrückstand		4 mg/100 ml	D 381
Schwefelgehalt		0,04 Masse %	D 1266 D 2622 D 2785
Kupferkorrosion bei 50 °C		1	D 130
Bleigehalt		0,005 g/l	D 3237
Phosphorgehalt		0,0013 g/l	D 3231

Ein Zusatz von sauerstoffhaltigen Komponenten ist verboten.

Bezugstreibstoff: CEC RF-03-A-84 (1) (3) (7)  
Typ: Dieseltreibstoff

Grenzwerte und

	Einheiten		ASTM <sup>1)</sup> Verfahr.
	min.	max.	
Dichte bei 15 °C	0,835	0,845	D 1298
Cetan-Zahl (4)	49	53	D 613
Siedeverlauf (2)			
- 50 vol-%			
Destillat	245 °C		D 86
- 90 vol-%			
Destillat	320 °C	340 °C	
- Siedeende	370 °C		
Viskosität, 40 °C	2,5 mm <sup>2</sup> /s	3,5 mm <sup>2</sup> /s	D 445
Schwefelgehalt	anzugeben	0,3	D 1266
		Masse-%	D 2622
			D 2785
Flammpunkt	55 °C		D 93
CFPP		-5 °C	EN 116 (CEN)
Conradsonzahl (Verkokungs- neigung bei 10 % Rückstand)		0,30 Masse-%	D 189
Aschegehalt		0,01 Masse-%	D 482
Wassergehalt		0,05	D 95
		Masse-%	D 1744
Kupferlamellen- Korrosion		1	D 130
Säurezahl (starke Säure)		0,20 mg KOH/g	
Oxidations- beständigkeit (6)		2,5 mg/ 100 ml	D 2274
Zusätze (5)			

- 1) Gleichwertige ISO-Verfahren werden übernommen, sobald sie für alle oben angegebenen Eigenschaften veröffentlicht sind.
- 2) Die angegebenen Zahlen geben die insgesamt verdampften Mengen an (prozentualer zurückgewonnener Anteil plus prozentuale Verlustanteile).
- 3) Die in der Vorschrift angegebenen Werte sind "tatsächliche Werte".  
Bei der Festlegung ihrer Grenzwerte wurden die Bestimmungen aus dem ASTM-Dokument D 3244 "Definition einer Grundlage bei Streitigkeiten über die Qualität von Erdölprodukten" angewendet, und bei der Festlegung eines Höchstwertes wurde eine Mindstdifferenz von 2 R über Null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Höchst- und Mindestwertes beträgt die Mindstdifferenz 4 R (R = Reproduzierbarkeit). Ungeachtet dieser Maßnahme, die aus statistischen Gründen notwendig ist, sollte der Hersteller des Treibstoffes jedoch einen Nullwert anstreben, bei dem der festgesetzte Höchstwert 2 R ist und einen Mittelwert bei Angaben von Höchst- und Mindestwert darstellt. Falls Zweifel bestehen, ob ein Treibstoff die vorgeschriebenen Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen des Dokuments ASTM D 3244.
- 4) Die angegebene Spanne für die Cetanzahl entspricht nicht der Anforderung einer Mindestspanne von 4 R. Bei Streitigkeiten zwischen dem Treibstofflieferanten und dem Verwender können jedoch die Bestimmungen des Dokuments ASTM D 3244

#### 7.5.2.1 Saugmotoren und mechanisch aufgeladene Motoren

zur Regelung solcher Streitigkeiten herangezogen werden, sofern anstelle von Einzelmessungen Wiederholungsmessungen in ausreichender Anzahl, um die notwendige Genauigkeit zu gewährleisten, vorgenommen werden.

- 5) Für diesen Treibstoff dürfen nur natürliche Destillate und Crackkomponenten verwendet werden; eine Entschwefelung ist zulässig, jedoch dürfen keine metallischen Zusätze oder Zusätze zur Zündbeschleunigung enthalten sein.
- 6) Auch bei überprüfter Oxidationsbeständigkeit ist die Lagerbeständigkeit wahrscheinlich begrenzt. Es wird empfohlen, sich auf Herstellerempfehlungen hinsichtlich Lagerbedingungen und -beständigkeit zu stützen.
- 7) Wird die Berechnung des thermischen Wirkungsgrades eines Motors gewünscht, so kann der Heizwert des Treibstoffes nach folgender Formel berechnet werden:  
Spezifische Energie (Heizwert) (netto) in MJ/kg =  
 $(46,423 - 8,792d^2 + 3,170 d (1 - (x + y + s))) + 9,420 s - 2,499 x$   
Dabei bedeuten:  
d = die Dichte bei 15 °C  
x = das Massenverhältnis des Wassers (% geteilt durch 100)  
y = das Massenverhältnis der Asche (% geteilt durch 100)  
s = das Massenverhältnis des Schwefels (% geteilt durch 100)

#### 7.4.3 Motoren für gasförmige oder alkoholische Treibstoffe

Die Definition von gasförmigen oder alkoholischen Treibstoffen bleibt vorläufig den Herstellern überlassen. Der Hersteller muß die genaue Zusammensetzung des Treibstoffes angeben. Die Zulassung des Treibstoffes durch die zuständige Behörde bleibt vorbehalten.

#### 7.4.4 Schmierstoffe für 2-Takt-Motoren

Die Wahl und Definition des dem Treibstoff nach Nr. 7.4.1 beizumischenden Schmierstoffes bleibt den Herstellern überlassen. Der Hersteller muß die genaue Zusammensetzung des Schmierstoffes angeben. Die Zulassung des Schmierstoffes durch die zuständige Behörde bleibt vorbehalten.

### 7.5 Atmosphärische Bedingungen im Prüflabor

#### 7.5.1 Der atmosphärische Bezugszustand ist:

Temperatur ( $T_0$ ) 298 K (25 °C);

Druck der trockenen Luft ( $p_s$ ) 99 kPa.

Anmerkung: Der Druck der trockenen Luft beruht auf einem Gesamtdruck von 100 kPa und einem Wasserdampfdruck von 1 kPa.

7.5.2 Die absolute Temperatur T in Kelvin (K) der Ansaugluft und der trockene atmosphärische Druck  $p_s$  (barometrischer Druck minus Dampfdruck) in Kilopascal (kPa) sind zu messen und die Kennzahl F ist mittels folgender Formeln zu berechnen:

$$F = \left(\frac{99}{p_s}\right) \cdot \left(\frac{T}{298}\right) 0,7$$

#### 7.5.2.2 Turboladermotoren mit und ohne Ladeluftkühlung

$$F = \left(\frac{99}{p_s}\right) 0,7 \cdot \left(\frac{T}{298}\right) 1,5$$

7.5.2.3 Eine Abgastypenprüfung ist dann als gültig anzusehen, wenn die Kennzahl F innerhalb

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

liegt.

### 7.5.3 Hinweise

Die Prüfungen können in Prüfräumen mit Klimaanlage, in denen der atmosphärische Zustand geregelt werden kann, durchgeführt werden.

## 7.6 Durchführung der Prüfung

7.6.1 Bei jedem Punkt des Prüfprogrammes muß die vorgeschriebene Drehzahl innerhalb von  $\pm 50 \text{ min}^{-1}$  und das durch Nr. 2.2.2 definierte Drehmoment innerhalb  $\pm 2 \%$  des jeweiligen Wertes konstant gehalten werden.

Die Treibstofftemperatur am Vergaser- oder Pumpeneingang muß  $311 \pm 5 \text{ K}$  ( $38 \pm 5 \text{ °C}$ ) betragen; kann der Hersteller diese Temperaturen nicht einhalten, so kann die Prüfstelle andere Temperaturen zulassen. Einspritzpumpe oder Vergaser sind nach Herstellerangaben in der Betriebs- oder Wartungsanleitung einzustellen. Die Prüfstelle kann Abweichungen zulassen.

7.6.2 Die Abgastypenprüfung ist schrittweise wie folgt durchzuführen:

7.6.2.1 die Meßgeräte und Analysatoren sind anzuschließen und in Betrieb zu setzen;

7.6.2.2 das Kühlsystem ist in Betrieb zu setzen;

7.6.2.3 der Motor ist anzulassen und nach Nr. 2.2.4 warmzufahren;

7.6.2.4 die Leistung bei der vom Hersteller angegebenen Nennleistung nach Nr. 2.6 ist zu messen und die Prüfpunkte sind nach Nr. 2.2.2 und Nr. 2.2.3 zu berechnen und festzulegen. Wenn die gemessene Leistung um mehr als  $\pm 5 \%$  von der Angabe des Herstellers abweicht, ist nach Nr. 2.5 die Prüfung abzubrechen;

danach ist die maximale Leistung des Motors zu messen. Wenn die maximale Leistung mehr als  $110 \%$  der vom Hersteller angegebenen Nennleistung beträgt, sind die Prüfpunkte nach Nr. 2.2.2 mit der maximalen Leistung festzulegen (vgl. Nr. 2.6);

wenn die maximale Leistung der Nennleistung des Motors entspricht, sind die Meßpunkte 8 und 9 des Prüfprogrammes nach Nr. 2.2.3 je mit der gleichen Leistung zu fahren;

7.6.2.5 die Gasanalysatoren sind auf Null einzustellen und zu kalibrieren;

7.6.2.6 die Prüfung nach Nr. 2.2.4 ist zu beginnen. Der Motor ist bei jedem Prüfpunkt 6 Minuten lang zu betreiben. Drehzahl- und Laständerung müssen innerhalb der ersten Minute beendet sein. Das Ansprechen der Analysatoren und der zeitliche Verlauf der durch sie gemessenen Werte sind auf einem Schreiber während der Gesamtdauer der 6 Minuten aufzuzeichnen; dabei muß das Abgas mindestens

während der letzten 3 Minuten durch die Analysatoren strömen;

7.6.2.7 alle für die Berechnung der Abgasemissionen erforderlichen zusätzlichen Daten, insbesondere der Treibstoffdurchsatz, sind abzulesen und zu protokollieren oder durch Geräte zu registrieren;

7.6.2.8 die Nullpunkt- und Meßbereichseinstellungen der Analysatoren sind mindestens am Ende der Prüfung nach Nr. 7.3.6.6 zu kontrollieren und nötigenfalls neu einzustellen.

## 7.7 Auswertung der Aufzeichnungen

Die letzten 60 Sekunden bei jedem Prüfpunkt der beiden Meßphasen nach Nr. 2.2.4 sind auf dem Meßstreifen zu bestimmen und aus den Aufzeichnungen der mittlere gemessene Wert für HC, CO, NO<sub>x</sub> und CO<sub>2</sub> für diesen Zeitraum zu ermitteln. Die Konzentration dieser Gase ist bei jedem Prüfpunkt aus diesen Mittelwerten der Aufzeichnungen und den entsprechenden Kalibrierungsdaten zu bestimmen.

Wenn die gemessenen Konzentrationswerte der Gase in der 1. und 2. Phase der Prüfung nach Nr. 2.2.4 um mehr als

$$\begin{aligned} & \pm 0,25 \text{ \% Vol. CO,} \\ & \pm 300 \text{ ppm C}_1, \\ & \pm 100 \text{ ppm NO}_x \end{aligned}$$

gegenüber dem berechneten Mittelwert aus beiden Phasen abweichen, ist die Messung oder nötigenfalls die ganze Prüfung zu wiederholen. Kann nach 3 Versuchen diese Bedingung nicht bei allen Meßpunkten eingehalten werden, ist die Abgastypenprüfung abzubrechen.

## 7.8 Berechnung der Emissionen

### 7.8.1 Grundsatz und Wichtungsfaktoren

Die in der Abgastypenprüfbescheinigung anzugebenden, endgültigen Ergebnisse der Abgastypenprüfung sind nach Nr. 7.8.2 oder 7.8.3 zu berechnen und dabei die Wichtungsfaktoren (WF) nach Nr. 2.2.3 zu verwenden.

### 7.8.2 Kohlenstoffbilanz

7.8.2.1 Die Schadstoff-Massendurchsätze werden mit Hilfe der Kohlenstoffbilanz wie folgt ermittelt:

7.8.2.1.1 Die ungemittelten Massenemissionen sind für jeden Meßpunkt der Phase 1 und 2 nach Nr. 2.2.4 mit den folgenden Beziehungen zu berechnen:

$$CO_{masse} = 28 \cdot \frac{CO_{conc}}{(CO_{conc} + CO_{2conc} + HC_{conc})} \cdot \frac{B_h}{13,85}$$

$$NO_{xmasse} = 46 \cdot \frac{NO_{xconc}}{(CO_{conc} + CO_{2conc} + HC_{conc})} \cdot \frac{B_h}{13,85}$$

$$HC_{masse} = 13,85 \cdot \frac{HC_{conc}}{(CO_{conc} + CO_{2conc} + HC_{conc})} \cdot \frac{B_h}{13,85}$$

Die Abkürzungen und Formelzeichen folgen aus Nr. 9.

Für die Komponenten CO, HC und NO<sub>x</sub> sind die relativen Molmassen 28, 46 und 13,85 eingesetzt. B<sub>h</sub> ist der Treibstoffdurchsatz pro Stunde.

Bei den Kohlenwasserstoffen sind die Konzentrationen als C<sub>1</sub> zu ermitteln und einzusetzen. Die Stickstoffoxide werden als NO gemessen, bei der Massenberechnung wird jedoch die relative Molmasse von NO<sub>2</sub> eingesetzt.

7.8.2.1.2 Aus den Ergebnissen nach Nr. 7.8.2.1.1 sind die Mittelwerte für jeden Meßpunkt des Prüfprogramms nach Nr. 2.2.3 zu bilden. Die Mittelwerte sind mit dem Wichtungsfaktor WF zu multiplizieren. Die gewichteten Mittelwerte für die Meßpunkte 1 bis 8 bzw. 9 sind danach zu summieren. Die so errechneten Schadstoff-Massendurchsätze in Gramm pro Stunde bezogen auf das Prüfprogramm nach Nr. 2.2.3 sind auf der Abgastypenprüfbescheinigung einzutragen und dürfen die Grenzwerte nach Nr. 3 nicht übersteigen.

$$CO = \sum_{i=1}^9 CO_{masse\ i} \cdot WF_i$$

$$NO_x = \sum_{i=1}^9 NO_{xmasse\ i} \cdot WF_i$$

$$HC = \sum_{i=1}^9 HC_{masse\ i} \cdot WF_i$$

7.8.2.2 Für die Berechnung der (leistungsbezogenen) Schadstoffemissionen in g/kWh gilt:

$$\frac{CO}{CO_{max}} = \frac{\sum_{i=1}^9 CO_{masse\ i} \cdot WF_i}{\sum_{i=1}^9 P_i \cdot WF_i}$$

$$\frac{NO_x}{NO_{xmax}} = \frac{\sum_{i=1}^9 NO_{xmasse\ i} \cdot WF_i}{\sum_{i=1}^9 P_i \cdot WF_i}$$

$$\frac{HC}{HC_{max}} = \frac{\sum_{i=1}^9 HC_{masse\ i} \cdot WF_i}{\sum_{i=1}^9 P_i \cdot WF_i}$$

Im Meßpunkt 1 (Leerlauf) ist P<sub>1</sub> = 0. Die Wichtungsfaktoren haben die Dimension h und können als fiktive Zeitanteile, bezogen auf eine Stunde Gesamtlaufzeit, gedeutet werden.

Die errechneten, leistungsbezogenen Schadstoffemissionen in Gramm pro Kilowattstunde sind auf der Abgastypenprüfbescheinigung einzutragen und dürfen die Grenzwerte nach Nr. 3 nicht übersteigen.

7.8.3 Zulässige alternative Verfahren zur Schadstoffmassenbestimmung

7.8.3.1 Anstelle der Kohlenstoffbilanz können die anzugebenden, endgültigen Prüfergebnisse auch unter Verwendung des gemessenen Kraftstoffverbrauches, des gemessenen Luftdurchsatzes oder des gemessenen Abgasdurchsatzes ermittelt werden. Bei Fremdluftzusatz (z. B. Luftereinblasung) ist dieser in der Berechnung des Gesamtdurchsatzes zu berücksichtigen.

Für die Berechnung des Abgasdurchflusses gilt:

$$G_{EXH} = G_{AIR} + G_{FUEL} \quad (1)$$

oder

$$V'_{EXH} = V_{AIR} - 0,75 G_{FUEL} \quad (2)$$

oder

$$V''_{EXH} = V_{AIR} + 0,77 G_{FUEL} \quad (3)$$

Die Kohlenmonoxid- und Stickstoffoxidkonzentrationen werden im trockenen Abgas gemessen. Aus diesem Grund müssen die CO- und NO<sub>x</sub>-Emissionen aus dem Volumen des trockenen Abgases V'<sub>EXH</sub> berechnet werden (bei beheizten CLA-Analysatoren für die NO<sub>x</sub>-Messung entfällt diese Korrektur). In der Berechnung der HC-Emissionen muß entsprechend dem verwendeten Meßverfahren G<sub>EXH</sub> oder V''<sub>EXH</sub> berücksichtigt werden.

7.8.3.2 Falls G<sub>EXH</sub> verwendet wird, ist die gemessene Kohlenmonoxid- und Stickstoffoxidkonzentration auf feuchten Bezugszustand nach folgenden Gleichungen umzurechnen:

$$CO_{eff} = CO_{trocken} \cdot k \quad (1)$$

$$NO_{x\ eff} = NO_{x\ trocken} \cdot k \quad (2)$$

$$k = 1 - 1,85 \cdot \frac{(G_{FUEL})}{(G_{AIR})} \quad (3)$$

dabei bedeuten:

G<sub>FUEL</sub> = Treibstoffdurchsatz (kg/s) (kg/h)

G<sub>AIR</sub> = Luftdurchsatz trocken (kg/s) (kg/h)

7.8.3.3 Die NO<sub>x</sub>-Konzentration ist wie folgt zu korrigieren:

$$NO_{x\ korr} = NO_{x\ gemessen} \cdot k \quad (1)$$

$$k = \frac{1}{1 + A(7m - 75) + B \cdot 1,8(T - 302)} \quad (2)$$

dabei bedeuten:

$$A = 0,044 \cdot \frac{(G_{FUEL})}{(G_{AIR})} - 0,0038 \quad (3)$$

$$B = -0,116 \cdot \frac{(G_{FUEL})}{(G_{AIR})} + 0,0053 \quad (4)$$

m = Feuchtigkeit der Ansaugluft in Gramm H<sub>2</sub>O je Kilogramm trockener Luft;

T = Lufttemperatur in K;

$$\frac{(G_{FUEL})}{(G_{AIR})} = \text{Treibstoff-Luftverhältnis (Luft bei trockenem Bezugszustand)}$$

7.8.3.4 Der Massendurchsatz der Schadstoffe ist für jeden Betriebspunkt wie folgt zu berechnen:

$$\begin{aligned} \text{NO}_{x\text{masse}} &= 0,001587 \cdot \text{NO}_{x\text{conc}} \cdot G_{\text{EXH}} & (1) \\ \text{CO}_{\text{masse}} &= 0,000966 \cdot \text{CO}_{\text{conc}} \cdot G_{\text{EXH}} & (2) \\ \text{HC}_{\text{masse}} &= 0,000478 \cdot \text{HC}_{\text{conc}} \cdot G_{\text{EXH}} & (3) \end{aligned}$$

oder

$$\begin{aligned} \text{NO}_{x\text{masse}} &= 0,00205 \cdot \text{NO}_{x\text{conc}} \cdot V'_{\text{EXH}} & (1) \\ \text{CO}_{\text{masse}} &= 0,00125 \cdot \text{CO}_{\text{conc}} \cdot V'_{\text{EXH}} & (2) \\ \text{HC}_{\text{masse}} &= 0,000619 \cdot \text{HC}_{\text{conc}} \cdot V'_{\text{EXH}} & (3) \end{aligned}$$

7.8.3.5 Die Berechnung der auf das Prüfprogramm nach Nr. 2.2.3 bezogenen gewichteten Schadstoff-Massendurchsätze und der leistungsbezogenen Schadstoffemissionen erfolgt sinngemäß nach Nr. 7.8.2.1.2 und 7.8.2.2.

## 8. Analysensysteme

### 8.1 Grundsatz

Für die Abgastypenprüfung können die nachfolgend beschriebenen zwei Analysensysteme verwendet werden, die auf der Verwendung eines FID-Analysators oder eines HFID-Analysators zur Messung der Kohlenwasserstoffe, eines NDIR-Analysators zur Messung von CO und eines CLA-Analysators zur Messung von NO<sub>x</sub> beruhen.

Das Abgasanalytensystem mit unbeheizter Probeentnahme und einem FID-Analysator zur Messung der Kohlenwasserstoffe darf nur bei Ottomotoren angewendet werden.

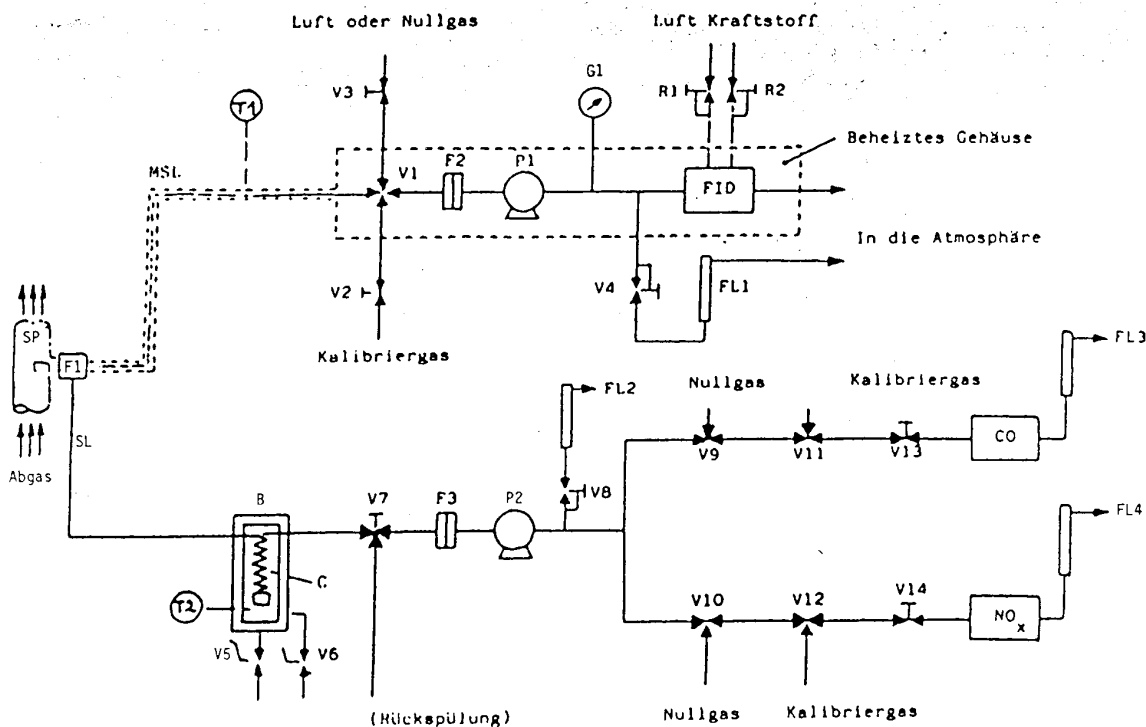
### 8.2 Zusätzliche Analysatoren

- NDIR-Analysator zur Messung des Kohlendioxids (für die Berechnung des Abgasdurchsatzes nach der Kohlenstoffbilanzmethode oder Leerlaufmessung bei Ottomotoren)
- NDIR-Analysator für die Messung der Kohlenwasserstoffe, Eineichung mit Hexan in Stickstoff oder mit Korrekturfaktor mit Propan in Stickstoff (Leerlaufmessung bei Ottomotoren)

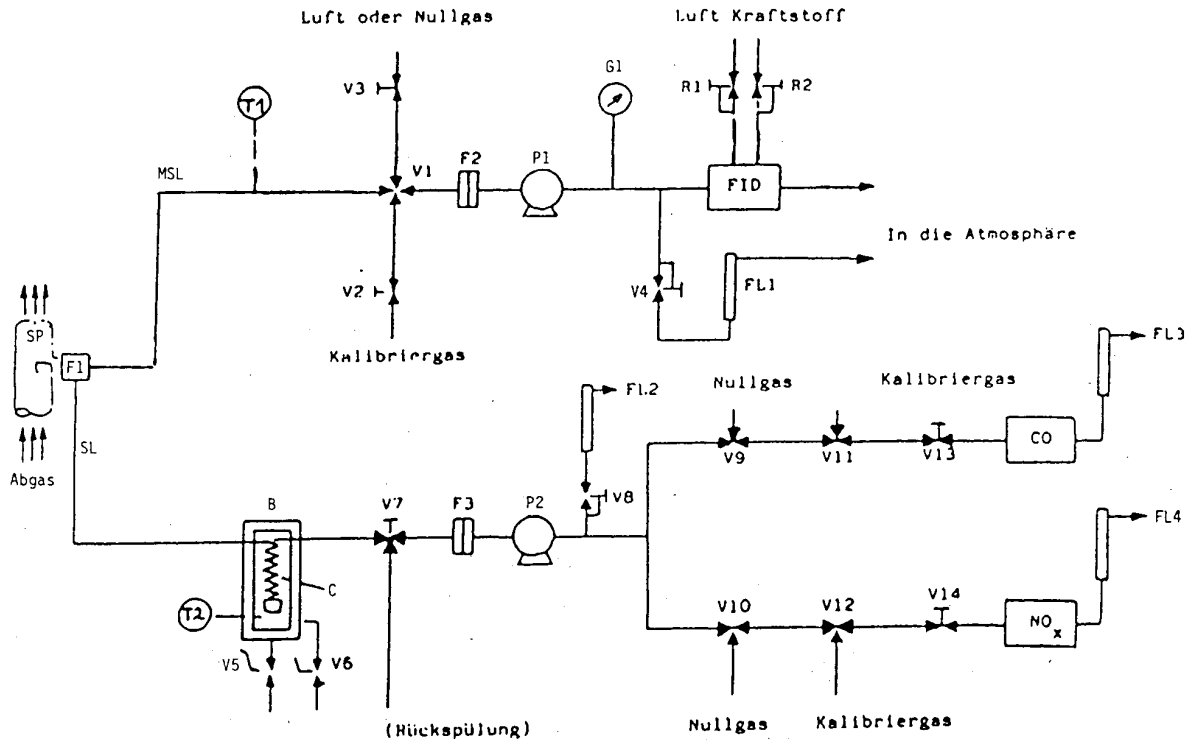
Für die Leerlaufmessung bei Ottomotoren können auch von dieser Anlage unabhängige Meßgeräte mit nationaler Zulassung verwendet werden.

### 8.3 Diagramm des Abgasanalytensystems mit beheizter Probeentnahme und HFID-Analysator

(Zulässig für Messungen an Ottomotoren und Dieselmotoren)



8.4 Diagramm des Analysensystems mit unbeheizter Probeentnahme und FID-Analysator  
(nur zulässig für Messungen an Ottomotoren)



8.5 Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen und Begriffe in Nr. 8

SP	Probesonde nach Nr. 4.3.	P1	Beheizte Probeentnahmepumpe.
HSL	Beheizte Probeentnahmeleitung nach Nr. 7.3.2.1.	G1	Druckmesser zur Messung des Drucks in der Entnahmeleitung.
F1	Beheizter Vorfilter, sofern erforderlich; die Temperatur muß die gleiche wie bei der HSL sein.	V4	Druckregelventil zur Einstellung des Drucks in der Probeentnahmeleitung und des Durchflusses zum Detektor.
T1	Temperaturmeßgeber des Probenstroms, der in die Aufheizkammer eintritt.	FID	Beheizter Flammenionisationsdetektor für Kohlenwasserstoffe.
V1	Ventil zur wahlweisen Einleitung entnommener Auspuffgase, Kalibriergase, Luft- oder Bereichsgase in den Kreislauf. Das Ventil muß sich in der Aufheizkammer befinden oder bis zur Temperatur der Entnahmeleitung aufgeheizt werden.	HFID	Wie FID, jedoch mit beheizter Probeentnahmeleitung.
V1, V2	Nadelventil zur Regulierung von Kalibrier- und Nullgas.	FL1	Durchflußmesser zur Messung des Bypass-Durchflusses der entnommenen Auspuffgase.
F2	Filter zur Aussonderung von Feststoffteilchen; geeignet ist eine Glasfaserfilterscheibe mit 70 mm Durchmesser. Der Filter muß leicht zugänglich sein und täglich oder gegebenenfalls häufiger gewechselt werden.	T1, R2	Druckregler für Luft und Kraftstoff.
		SL	Entnahmeleitung; diese Leitung muß aus Polytetrafluoräthylen (PTFE) oder aus rostfreiem Stahl bestehen.
		B	Bad zum Abkühlen und Kondensieren von Wasser aus der Abgasprobe. Das Bad ist durch Eis oder ein Kühlsystem auf einer Temperatur von 273 K bis 277 K (0 °C) zu halten.

C	Kühlspule und -falle zum Kondensieren und Sammeln von Wasserdampf; z. B. gewundene, 2,5 mm bis 3 mm lange Leitung aus rostfreiem Stahl, die mit einer Falle von 25 mm Durchmesser und 150 mm Länge verbunden ist.
T2	Temperaturmeßgeber der Badetemperatur.
V5, V6	Ablaßhahn zum Ablassen des Kondensats aus Fallen und Bad.
V7	Dreiwegventil.
F3	Filter zur Entfernung verunreinigender Feststoffteilchen aus den entnommenen Auspuffgasen vor der Analyse; ein Glasfaserfilter von mindestens 70 mm Durchmesser ist geeignet.
P2	Probeentnahmepumpe.
V8	Druckregler zur Einstellung des Probendurchflusses.
V9, V10, V11, V12	Dreiwegkugelventile oder Magnetventile zur wahlweisen Einleitung der entnommenen Abgase, des Nullgases oder des Kalibrierungsgases in die Analysatoren.
V13, V14	Nadelventile zur Einstellung des Durchflusses zu den Analysatoren.
CO	NDIR-Analysator für Kohlenmonoxid.
NO <sub>x</sub>	CLA-Analysator für Stickstoffoxide.
FL2, FL3, FL4	Bypass-Durchflußmesser.

9. **Abkürzungen und Einheiten**

P	kW	Nicht reduzierte Leistung gemessen nach ISO 3046 entsprechend dem jeweils gültigen Stand
P <sub>VN</sub>	kW	Nicht reduzierte Vollastleistung bei n <sub>N</sub>
P <sub>N</sub>	kW	Nennleistung nach ISO 3046 oder DIN 6271 Teil 1 (vgl. 1.10.8)
P <sub>max</sub>	kW	Reduzierte maximale Leistung, wenn sie 110 % der Nennleistung übersteigt, gilt diese als Nennleistung
P' <sub>max</sub>	kW	Nicht reduzierte maximale Leistung
CO	g	Kohlenmonoxid-Emission
CO <sub>conc</sub>	ppm	Konzentration von Kohlenmonoxid
HC	g	Kohlenwasserstoff-Emission

HC <sub>conc</sub>	ppm	Konzentration von Kohlenwasserstoffen
NO <sub>x</sub>	g	Stickstoffoxid-Emission
NO <sub>x conc</sub>	ppm	Konzentration von Stickstoffoxiden
CO <sub>2</sub>	g	Kohlendioxid-Emission
CO <sub>2conc</sub>	ppm	Kohlendioxid-Konzentration
BSZ		Bosch-Schwärzungs-Zahl
conc.	vol-ppm vol-%	Volumenkonzentration
masse	g/h	Massendurchsatz der luft- und wasser- verunreinigenden Gase
B <sub>h</sub>	g/h	Treibstoffverbrauch pro Stunde
b <sub>e</sub>	g/kWh	spezifischer Kraftstoffverbrauch
WF		Wichtungsfaktor
n <sub>N</sub>	min <sup>-1</sup>	Nenndrehzahl des Motors (vgl. 1.10.9)
n <sub>Pmax</sub>	min <sup>-1</sup>	Drehzahl bei maximaler Leistung
F <sub>w</sub>		angezeigte Waagekraft der Leistungs- bremse
p <sub>s</sub>	mbar	Barometerstand, bezogen auf die troc- kene Luft
G <sub>EXH</sub>	kg/h	Massendurchsatz des feuchten Abgases
V' <sub>EXH</sub>	m <sup>3</sup> /h	Durchflußrate des Vol.-Durchsatzes des trockenen Abgases
V'' <sub>EXH</sub>	m <sup>3</sup> /h	Durchflußrate des Vol.-Durchsatzes des feuchten Abgases
G <sub>AIR</sub>	kg/h	Massendurchsatz der Ansaugluft
V <sub>AIR</sub>	m <sup>3</sup> /h	Vol.-Durchsatz der Ansaugluft
G <sub>FUEL</sub>	kg/h	Treibstoffdurchsatz
FID		Flammenionisations-Detektor
HFID		Beheizter Flammenionisations-Detektor
NDIR		Nichtdispersiver Infrarotadsorptions- Analysator
CLA		Chemilumineszenz-Analysator
HCLA		Beheizter Chemilumineszenz-Analysator
ISO		International Organisation for Standar- dization
ECE		Economic Commission for Europe

**Anhang 1** (zu Nr. 1.3)

Hauptmerkmale des Motors bzw. der Motorenfamilie und Angaben über die Durchführung der Prüfungen.

**1. Beschreibung des Motors**

- 1.1 Marke.....
- 1.2 Typ.....
- 1.3 Treibstoff Benzin/Diesel
- 1.4 Arbeitsweise: Fremdzündung / Kompressionszündung  
Zweitakt / Viertakt
- 1.5 Motorenart: Außenborder / Innenborder
- 1.7 Bohrung ..... mm
- 1.8 Hub ..... mm
- 1.9 Hubraum ..... cm<sup>3</sup>
- 1.10 Anzahl Zylinder .....
- 1.11 Zündreihenfolge .....
- 1.12 Verdichtungsverhältnis .....
- 1.13 Brennraum (Zeichnung) .....
- 1.14 Mindestquerschnittsflächen der Ein- und Auslaßkanäle .....
- 1.15 Weitere Angaben .....

**2. Kühlsystem**

- 2.1 Flüssigkeitskühlung.....
  - 2.1.1 Mit/ohne getrennten Seewasserkreis .....
  - 2.1.2 Schemazeichnung des Kühlsystems (Beilage) .....
  - 2.1.3 Art der Kühlflüssigkeit.....
  - 2.1.4 Kühlmittelpumpe Kenndaten, Typ, Drehzahl .....
  - 2.1.5 Thermostat: Einstellung.....
  - 2.1.6 Kühler/Wärmetauscher.....  
Zeichnung.....
  - 2.1.7 Weitere Angaben.....
- 2.2 Luftkühlung.....
  - 2.2.1 Gebläse, Kenndaten, Typ, Drehzahl.....
  - 2.2.2 Schemazeichnung des Kühlsystems (Beilage) .....
  - 2.2.3 Luftführung .....
  - 2.2.4 Temperaturregulierung .....
- 2.3 Kühlung des Auspuffsystems und gegebenenfalls des Abgasturboladers, Beschreibung, Zeichnung, Anteil am Kühlmitteldurchsatz

**3. Zulässige Temperaturen**

- 3.1 Flüssigkeitskühlung .....
- 3.2 Luftkühlung ..... Bezugspunkt .....
- 3.3 Kühler / Wärmetauscher .....
- 3.4 Abgastemperaturen nach Auslaßorgan .....
- 3.5 Treibstofftemperatur min: ..... max: .....
- 3.6 Schmiermittel .....

**4. Verschiedene Einrichtungen**

- 4.1 Aufladung ja / nein
- 4.2 Beschreibung / Typ .....
- 4.3 Ölkühler ja / nein
- 4.4 Beschreibung .....

**5. Ansaugsystem**

- 5.1 Ansaugkrümmer/Leitungen .....  
Beschreibung .....
- 5.2 Luftfilter / Marke / Typ .....
- 5.3 Ansauggeräuschdämpfer .....

**6. Aufladung, Ladeluftrückkühlung**

- 6.1 Beschreibung des Systems, Schemazeichnungen .....
- 6.2 Art der Aufladung .....
- 6.3 Lader / Marke / Typ .....
- 6.4 Ergänzende Angaben .....

**7. Kraftstoffsystem**

- 7.1 Kraftstoffsystem, Beschreibung und Schema des Gesamtsystems einschließlich Zusatzeinrichtungen .....
  - 7.2 Kraftstoffpumpe .....
  - 7.3 Kraftstofffilter .....
  - 7.4 Druck ..... oder Kennlinie .....
  - 7.5 Einspritzanlage, Beschreibung des Systems, Schemazeichnung, Arbeitsweise:
    - Einspritzung in den Ansaugkrümmer
    - Einspritzung in Vorkammer
    - Einspritzung in Wirbelkammer
    - Einspritzung in Hauptbrennraum
  - 7.5.1 Einspritzpumpe .....
  - 7.5.2 Marke / Typ .....
  - 7.5.3 Einspritzmenge bei Vollast / Drehzahl .....
  - 7.5.4 Einspritzzeitpunkt .....
  - 7.5.5 Verstellkurve des Spritzverstellers .....
  - 7.5.6 Abregeldrehzahl: unter Last .....  
ohne Last .....
  - 7.5.7 Einspritzleitungen / Beschreibung / Länge / Durchmesser .....
  - 7.5.8 Einspritzdüsen / Marke / Typ .....
  - 7.5.9 Öffnungsdruck oder Kennlinie .....
  - 7.5.10 Regler / Marke / Typ .....
  - 7.5.11 Leerlaufdrehzahl .....
  - 7.5.12 Kaltstarteinrichtung .....
- 7.6 Vergaser
    - 7.6.1 Marke / Typ / Zahl .....
    - 7.6.2 Einstellelemente: Düsen .....  
Luftrichter .....  
Füllstand in der Schwimmerkammer .....  
Gewicht (Masse) des Schwimmers .....
    - 7.6.3 Leerlaufsystem
    - 7.6.4 Leerlaufdrehzahl .....
    - 7.6.5 Hauptdüse(n) .....

7.6.6 Durchmesser der engsten Stelle oder kleinster Querschnitt zusätzlicher Drosseln .....  
7.6.7 Kaltstarteinrichtung .....  
7.6.8 Benzin-/Luftverhältnis (Kennlinie) .....  
.....

**8. Zündung (nur für Ottomotoren)**

8.1 Art des Zündsystems, Beschreibung, Schemazeichnung .....  
8.2 Zündverteiler / Beschreibung / Marke / Typ .....  
.....  
8.3 Unterbrecher / Schließwinkel .....  
8.4 Zündzeitpunkt .....  
8.5 Zündverstellung (Kennlinie) .....  
8.6 Zündkerzen / Marke / Typ .....  
8.7 Elektrodenabstand .....  
8.8 Zündspannung .....  
8.9 Betriebsspannung (Primärstromkreis) .....  
8.10 Zündspule / Marke / Typ .....

**9. Ventile - Gaswechsel**

9.1 Ventile  
9.1.1 Ventilhübe, Öffnungs- und Schließwinkel .....  
9.1.2 Einstellspiel .....  
9.1.3 Weitere Beschreibung .....  
.....  
9.2 Steuerschlitze .....  
9.2.1 Schlitzabmessungen, Steuerzeiten .....  
9.2.2 Weitere Steuerorgane bei Zweitaktmotoren, Beschreibungen .....

**10. Auspuffanlage**

10.1 Auspuffkrümmer, Beschreibung .....  
10.2 Zulässiger Gegendruck (Kennlinie) .....  
.....  
10.3 Einzuhaltende technische Bedingungen beim Einbau in Fahrzeuge .....  
.....  
10.4 Besondere Einrichtungen (wie Portliner, Lufteinblasung) .....  
.....  
10.5 Abgasentnahmesonden: Lage, Anordnung, Beschreibung (Schemazeichnung) .....  
.....  
10.6 Weitere Angaben .....

**11. Besondere Emissionskontrollsysteme**

11.1 Beschreibung allgemein .....  
.....  
11.2 Kurbelgehäuseentlüftung .....  
.....

**12. Schmiersystem**

12.1 Beschreibung des Systems .....  
12.2 Schmiermittelbehälter .....  
12.3 Schmiermittelzuführung .....  
12.4 Füllmengen .....  
12.5 Schmierölqualität .....

12.6 Weitere Angaben .....  
.....  
12.7 Gemischschmierung für Zweitaktmotoren  
12.7.1 Prozentualer Schmierölanteil .....  
12.7.2 Vorgeschriebene oder empfohlene Ölqualität .....  
12.7.3 Kennlinie der Dosierpumpe .....

**13. Elektrische Anlage**

13.1 Betriebsspannung .....  
13.2 Lichtmaschine / Alternator .....  
13.3 Regler .....  
13.4 Anlasser .....  
13.5 Weitere Angaben .....

**14. Kraftübertragung**

14.1 Schwungrad / Beschreibung .....  
Trägheitsmoment .....  
14.2 Kupplung / Beschreibung .....  
Trägheitsmoment .....  
14.3 Getriebe / Beschreibung .....  
Trägheitsmoment (Leerlaufstellung) .....  
14.4 Übertragung auf Propeller / Beschreibung .....  
.....  
14.5 Propeller, allg. Angaben .....  
Anzahl Blätter .....  
Durchmesser .....  
Steigung .....

**15. Zusätzliche Angaben**

15.1 Schmiermittel Marke .....  
15.2 Typ und Viskosität .....  
15.3 Weitere Angaben .....

**16. Motordaten**

Die unten aufgeführten Leistungsdaten beziehen sich auf die reduzierte Leistung nach ISO 3046/1-1986 oder DIN 6271, Teil 1. Für die Einstellung der Bremsbelastung nach der Propellerkurve (16.7) sind sie auf effektive Leistung entsprechend der momentanen Umgebungsbedingungen umzurechnen.

16.1 Leerlauf-Drehzahl .....  
16.2 Nenndrehzahl .....  
16.3 Nennleistung .....  
16.4 Drehzahl bei maximaler Leistung .....  
16.5 Maximale Leistung .....  
16.6 Abregeldrehzahl (Dieselmotor) .....

16.7 Propellerkurve (Soll)

Meßpunkt	Drehzahl 1/min	Leistung kW
1 Leerlauf	.....	entfällt
2 0,4 $n_N$	.....	.....
3 0,5 $n_N$	.....	.....
4 0,6 $n_N$	.....	.....
5 0,7 $n_N$	.....	.....
6 0,8 $n_N$	.....	.....
7 0,9 $n_N$	.....	.....
8 $n_N$	.....	.....
9 $n_{pmax}$	.....	.....

**17. Abgasentnahmesonden und Meßanschlüsse**

17.1 Abgasentnahmesonden .....

.....

17.2 Anschlüsse für Drehzahlmessung .....

.....

**18. Zusammenstellung der Beilagen zum Antrag auf Erteilung einer Abgastypenprüfbescheinigung**

## Anhang 2 (zu Art. 13.11a Abs. 4 BSO, zu Nr. 2.1.2)

### Messung der Abgastrübung (Rauch) mit der Filtermethode

#### 1. Einleitung

Dieser Anhang beschreibt die erforderlichen Einrichtungen und das Verfahren für die Rauchmessung an Selbstzündungsmotoren (Dieselmotoren) bei der Abgastypenprüfung (nach Nr. 2.1.2).

#### 2. Meßprinzip

Die Messung wird bei Vollast im Betriebspunkt der max. Leistung (Meßpunkt 8 oder 9 gemäß Nr. 2.2.3) durchgeführt. Die Messung ist mit einem Meßgerät nach dem Filterprinzip auszuführen. Das Meßergebnis ist als Bosch-Schwärzungszahl (BSZ) auszudrücken (Skalenwert: 0-10 BSZ).

#### 3. Prüfmotor

Die Rauchmessung ist an dem für die Abgastypenprüfung ausgewählten Motor während oder unmittelbar nach der Abgasmessung auszuführen. Dabei ist die Motoraus-rüstung und -einstellung unverändert zu belassen. Die vorgeschriebenen Betriebsbedingungen sind auch für die Rauchmessung einzuhalten. Der Motor ist mit dem Referenztreibstoff (Diesel) nach Nr. 7.4.2 zu betreiben.

#### 4. Prüfeinrichtungen

##### 4.1 Motorenprüfstand und zugehörige Meßgeräte

Diese haben den Vorschriften nach Nr. 7.3.1 zu entsprechen.

##### 4.2 Filter-Rauchmeßgeräte

Es sind national zugelassene Rauchmeßgeräte zu verwenden, die eine Anzeige des Rauchwertes in Bosch-Schwärzungszahlen (BSZ) ermöglichen und mit dem Basistyp korrelieren.

Basistyp: BOSCH-Filterpumpe EFAW 65A, Pumpeninhalt 330 cm<sup>3</sup>, Filterfläche 8 cm<sup>2</sup> (Ø 32 mm), Saugzeit ca. 2 s, angeschlossen an eine BOSCH-Sonde mit Schlauch, Innen-Ø 4 mm, Länge 700 mm;

sowie: BOSCH-Auswertegerät EFAW 68A mit zugehörigem Fotoelementadapter für definierte Filterrondellen.

#### 4.3 Sonden

Es sind die vom Gerätehersteller gelieferten Sonden für den Einbau in das Auspuffrohr oder für die Probenahme am Endstück zu verwenden und nach dessen Vorschriften einzubauen. Es muß sichergestellt sein, daß dabei keine Verdünnung der Probenahme erfolgen kann.

Die in Nr. 4.3.1 und 4.3.2 beschriebenen Abgasentnahmesonden können für die Rauchmessung verwendet werden, sofern deren Ausführung und Lage die Messung nicht beeinflußt.

Sind mehrere Auspuffenden vorhanden, so sind entweder die Ausgänge zu einem gemeinsamen Rohr zusammenzuschließen oder die Messung in jedem von ihnen auszuführen.

#### 5. Durchführung der Messung

##### 5.1 Vorbereitung

5.1.1 Die Versuchskonditionen im Prüfraum richten sich nach Nr. 7.5.

5.1.2 Das Rauchmeßgerät ist auf Leckfreiheit zu prüfen, das Auswertegerät nach den Angaben des Geräteherstellers zu kalibrieren.

5.1.3 Der Motor ist auf die vorgeschriebene Betriebstemperatur zu bringen und der Vollastpunkt auf dem Motorprüfstand einzustellen.

##### 5.2 Messung

5.2.1 Während der Rauchmessung sind gleichzeitig die Motordrehzahl und die Leistung aufzunehmen.

5.2.2 Die Rauchwertbestimmung ist so oft zu wiederholen, bis zwei aufeinanderfolgende Ergebnisse nicht um mehr als 0,5 BSZ voneinander abweichen. Maßgebend für die Auswertung ist das Mittel dieser beiden Einzelergebnisse.

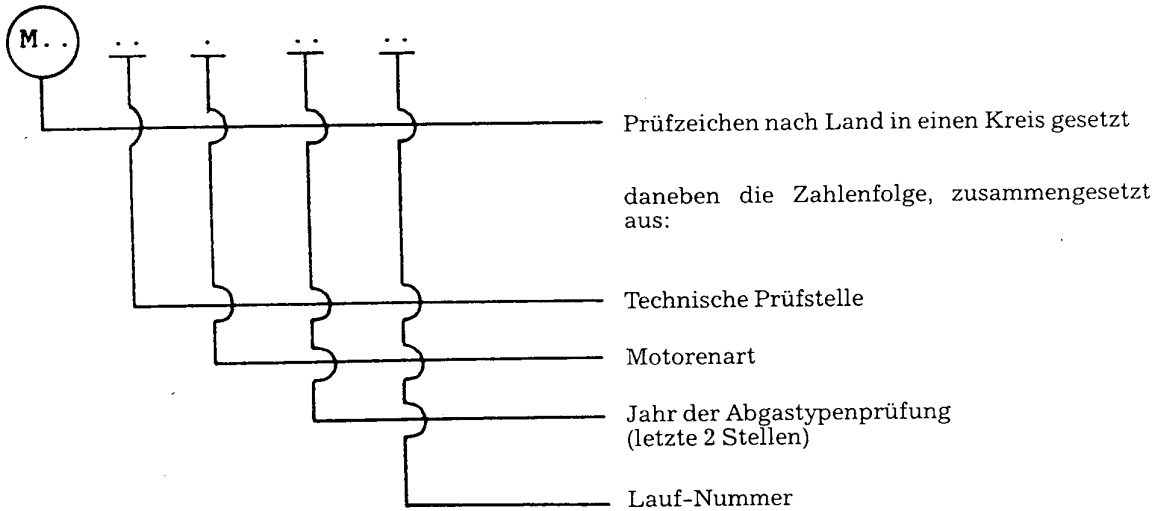
##### 5.3 Auswertung

Das gemittelte Prüfergebnis ist auf zwei signifikante Ziffern zu runden (ISO 31/0, Anhang B2 Regel B) und mit den Grenzwerten nach Nr. 3.2.3 bzw. Nr. 3.3.3 zu vergleichen.

**Anhang 3** (zu Nr. 1.6)

Prüfnummer für die Abgastypenprüfbescheinigung

Die Prüfnummer der Abgastypenprüfbescheinigung setzt sich zusammen:



**1. Prüfzeichen**

Land	Prüfzeichen
Bundesrepublik Deutschland	M 1
Österreich	M 12
Schweiz	M 14
andere Länder	M ...

**2. Technische Prüfstellen**

Zweistellige Nummern, welche durch die zuständigen Behörden der Länder vergeben werden.

**3. Motorenart (Nr. 1.2.1)**

- 1 = Innenbord Ottomotor (Motor mit Fremdzündung)
- 2 = Außenbord Ottomotor (Motor mit Fremdzündung)
- 3 = Innenbord Dieselmotor (Motor mit Selbstzündung)
- 4 = Außenbord Dieselmotor (Motor mit Selbstzündung)

**4. Laufnummer**

Zweistellige Laufnummer, welche durch die zuständige Behörde vergeben wird.

Beispiel für die Darstellung

**M 01 10 3 90 01**