

Unterrichtung
durch die Bundesregierung

Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 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
KOM(2000) 840 endg.; Ratsdok.14877/00

Übermittelt vom Bundesministerium für Finanzen am 23. Januar 2001 gemäß § 2 des Gesetzes über die Zusammenarbeit von Bund und Ländern in Angelegenheiten der Europäischen Union (BGBl. I 1993 S. 313 ff.).

Die Vorlage ist von der Kommission der Europäischen Gemeinschaften am 19. Dezember 2000 dem Generalsekretär/Hohen Vertreter des Rates der Europäischen Union übermittelt worden.

Der Wirtschafts- und Sozialausschuss und der Ausschuss der Regionen werden an den Beratungen beteiligt.

Hinweis: vgl. Drucksache 766/95 = AE-Nr. 953331.

BEGRÜNDUNG

A. Ziel des Vorschlags

Ziel des Vorschlags ist die Erweiterung des Anwendungsbereichs der derzeitigen Richtlinie über Emissionen von Verbrennungsmotoren mobiler Maschinen (Richtlinie 97/68/EG) und Geräte auf kleinere Fremdzündungsmotoren. Dies wird dazu beitragen, dass die Luftqualitätsziele insbesondere hinsichtlich der Ozonbildung, eingehalten werden können.

B. Rechtsgrundlage

Die Änderung wird auf der Grundlage von Artikel 95 (ex-Artikel 100a) EG-Vertrag vorgeschlagen. Sie ist Teil des Typgenehmigungssystems für Motoren mobiler Maschinen, und die Einhaltung der darin enthaltenen Bestimmungen wird für neue, von den einzelstaatlichen Behörden ausgestellte Typgenehmigungen verbindlich sein. Darin werden Leistungsstandards festgelegt, wobei die Auslegung der Erzeugnisse, die diesen Standards entsprechen, dem Hersteller überlassen bleibt. Dieses gesetzgeberische Konzept wird von den Marktbeteiligten voll unterstützt.

Der Text ist für den EWR von Bedeutung

C. Hintergrund

Unter die derzeitige EU-Richtlinie über Emissionen von Motoren für mobile Maschinen und Geräte (Richtlinie 97/68/EG) fallen lediglich Motoren mit Kompressionszündung mit einer Leistung von bis zu 18 kW und bis zu 560 kW. Die Richtlinie umfaßt Emissionsgrenzwerte für Kohlenmonoxid, Stickstoffoxide, Kohlenwasserstoff und Partikel. Die verschiedenen Grenzwerte werden in zwei Stufen eingeführt - wobei die erste Stufe im Laufe des Jahres 1999 und die zweite Stufe - je nach Motorleistung - zwischen 2000 und 2003 in Kraft tritt.

Im Erwägungsgrund 5 der Richtlinie ist vorgesehen, den Anwendungsbereich der Richtlinie auch auf Benzinmotoren auszuweiten - ohne dass jedoch ein Zeitplan für diese Erweiterung angegeben wird.

Wie später noch näher erläutert wird, erfolgte die Ausarbeitung und Umsetzung der Richtlinie in enger Zusammenarbeit mit der Umweltschutzagentur der Vereinigten Staaten, was zu einer weltweiten Angleichung der Rechtsvorschriften, einschließlich der japanischen, führte. Daher ist es von besonderem Interesse zu untersuchen, welche Maßnahmen in den USA auf dem Gebiet der Fremdzündungsmotoren mobiler Maschinen bereits getroffen wurden oder in Vorbereitung sind.

Einige Vorschriften wurden in den USA auf Bundesebene 1995 angenommen und sind seit 1997 in Kraft. Diese Vorschriften beschränken sich auf Motoren mit bis zu 19 Kilowatt und bestimmte Anwendungen - beispielsweise Schiffsmotoren, im Untertagebau eingesetzte Geräte, Krafträder, Flugzeuge und bestimmte Sportfahrzeuge - sind davon ausgenommen.

Eine zweite Phase dieser Vorschriften wurde im März 1999 für "nicht handgehaltene" Geräte und im Juni für "handgehaltene Geräte" beschlossen. Diese zweite Phase wird ab 2001 für "nicht handgehaltene Geräte" in Kraft treten. Für "handgehaltene Geräte" sollen die Rechtsvorschriften zwischen 2002 und 2007 in Kraft treten.

Für Motoren mit einer Leistung von mehr als 19 kW sind in den USA auf Bundesebene keine Vorschriften in Kraft. Auf der Ebene des Staates Kalifornien wurden solche Regeln im Oktober 1998 vom ARB eingeführt.

Im Rahmen der Vorbereitung einer möglichen Erweiterung des Anwendungsbereichs der Richtlinie 97/68/EG wurden zahlreiche Sachverständige der Mitgliedstaaten angehört.

1. GRÜNDE FÜR DIE ERWEITERUNG DES ANWENDUNGSBEREICHS DER RICHTLINIE 97/68/EG

1.1. Emissionen von Fremdzündungsmotoren mobiler Maschinen

Unter den von Fremdzündungsmotoren für mobile Maschinen verursachten Schadstoffen sind in erster Linie Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide - als Vorläufer des Ozons - von Bedeutung. Längerfristig sollten auch Partikelemissionen, insbesondere aus Zweitaktmotoren, und eventuell bestimmte giftige Kohlenwasserstoffe untersucht werden. Diese Schadstoffe fallen nicht unter die vorgeschlagene Änderung, könnten jedoch in späteren Arbeiten erfaßt werden, da konkrete Maßnahmen erst gerechtfertigt und vorgeschlagen werden können, wenn weitere wissenschaftliche Arbeiten durchgeführt worden sind.

Statistische Daten über Emissionen von Luftschadstoffen konzentrierten sich bisher in erster Linie auf den Straßenverkehr sowie auf ortsfeste Quellen. Daher fehlen zuverlässige Angaben über die Gesamtemissionen mobiler Maschinen. Bei der Ausarbeitung der Richtlinie 97/68 hatte die Kommission eine Studie in Auftrag gegeben, um sich ein genaueres Bild über die Emissionen und die jeweilige Bedeutung der einzelnen Kategorien mobiler Motoren machen zu können. Die in dieser Studie verwendeten Daten beziehen sich auf den Zeitraum ab 1990.

Der Studie sind die folgenden Angaben zu entnehmen

		NO _x	NMHC	CO	PM
Geschätzte anthropogene Emissionen in der EU im Jahre 1990	(kt)	13000	13000	48000	-
	(%)	100	100	100	-
Geschätzte Gesamtemissionen des Straßenverkehrs in der EU im Jahre 1990	(kt)	6400	4000	31000	300
	(%)	49	31	65	-
Mobile Maschinen insgesamt	(kt)	2000	1200	5000	220
	(%)	15	9	10	-
Zweitakt-Benzinmotor	(kt)	2	815	1483	-
	(%)	0	6	3	-
Viertakt-Benzinmotor	(kt)	20	118	2910	-
	(%)	0	1	6	-

Die Umsetzung der ersten Stufe der Richtlinie 97/68/EG führte zu einer Verminderung der Emissionen mobiler Maschinen mit Dieselmotoren. Die bei

leichten Straßenfahrzeugen Anfang der 90er Jahre eingeführte Katalysatortechnik hat zu erheblich niedrigeren Emissionen gasförmiger Schadstoffe geführt. Die Vorschriften wurden schrittweise verschärft, so dass heute ein modernes Leichtfahrzeug weniger als 10% der Schadstoffmenge ausstößt, als die eines vergleichbaren Fahrzeugs Ende der 80er Jahre. Eine ähnliche Entwicklung ist bei schweren Nutzfahrzeugen zu beobachten, obgleich sie nicht ganz so wirkungsvoll ist wie bei Leichtfahrzeugen.

Eine weitere Verschärfung der Vorschriften ist bereits beschlossen. Für leichte Fahrzeuge soll die nächste Stufe 2005 eingeführt werden, und für schwere Nutzfahrzeuge sollen schrittweise strengere Vorschriften im Oktober 2000 sowie im Jahre 2005 und für NO_x versuchsweise auch im Jahre 2008 eingeführt werden. Darüber hinaus wurde für schwere Nutzfahrzeuge die Einführung eines Konzepts über besonders umweltfreundliche Fahrzeuge (EEV), das in den Mitgliedstaaten zusammen mit wirtschaftlichen Anreizen angewendet werden soll, beschlossen.

Durch die Einführung dieser Vorschriften werden die Emissionen von Straßenfahrzeugen trotz des wachsenden Verkehrsaufkommens erheblich zurückgehen. Nach im Rahmen des Programms Auto-Öl-II angestellten Berechnungen werden sich die NO_x- und VOC-Emissionen des Straßenverkehrs bis 2010 gegenüber der heutigen Situation um etwa 50% verringern. Im Vergleich dazu steigen die Emissionen aus mobilen Maschinen, insbesondere solchen mit Fremdzündungsmotor seit 1990 an und ein weiterer Anstieg ist zu erwarten.

1.2. Umwelterfordernisse

Ziel des Auto-Öl-Programms II war es, kosteneffiziente Strategien zur Einhaltung der Vorschriften der verschiedenen Luftqualitätsstandards und anderer Programme zur Bekämpfung der Luftverschmutzung in der EU zu ermitteln. Einige Ergebnisse des Programms sind auch für die Evaluierung künftiger Emissionsstandards für mobile Maschinen von Interesse.

Modelle des sogenannten Bezugsszenarios prognostizieren signifikante Emissionsminderungen bei allen 'konventionellen' Schadstoffen bis zum Jahr 2010. Diese Verminderungen, die bis zum Jahr 2020 noch ausgeprägter sein werden, werden zwar zu beachtlichen Verbesserungen der Luftqualität führen, jedoch nicht immer ausreichend sein, um die oben erwähnten Luftqualitätsziele zu erreichen.

Insbesondere hinsichtlich des troposphärischen Ozons hat sich herausgestellt, dass die Gemeinschaft ungeachtet der zu erwartenden Verbesserungen bei den Ozonmengen von ihrem Ziel, die kritischen Mengen auf regionaler Ebene nicht zu überschreiten, noch immer weit entfernt ist. Die verbleibenden Herausforderungen im Bereich der Luftqualität sollen die Lücke zwischen den Emissionsprognosen des Auto-Öl-II-Bezugsszenarios und den vorgeschlagenen nationalen Emissionshöchstwerten für NO_x und HC schließen. Die nationalen Emissionshöchstwerte für HC-Emissionen, eines der hauptsächlichen Schadstoffe aus kleineren Fremdzündungsmotoren, werden im Jahr 2010 in mehreren Mitgliedstaaten voraussichtlich überschritten.

Bei einem weiteren, im Auto-Öl-II-Programm besonders angesprochenen Schadstoff handelt es sich um Partikelemissionen. In diesem Fall herrscht noch immer Unklarheit über die Beziehung zwischen Ursache und Wirkung, es besteht jedoch

kein Zweifel darüber, dass die Zahl kleiner Feststoffteilchen sowie der Umfang der Feststoffteilchen größer sein könnten als ursprünglich angenommen. Daher ist diese Art von Schadstoff künftig auch im Zusammenhang mit Fremdzündungsmotoren - besonders Zweitaktmotoren - von Bedeutung.

1.3. Kosten

Hinsichtlich der Kostenwirksamkeit wurden im Rahmen des Auto-Öl-II-Programms keine detaillierten Szenarios für Fremdzündungsmotoren erstellt. Die Hintergrundberichte zu der US-Regelung enthalten dagegen ausführliche Untersuchungen über die Umweltvorteile, die Emissionsauswirkungen und die Kosten der beschlossenen Standards. Obgleich sich diese Untersuchungen auf die Lage in den USA beziehen, haben viele der erarbeiteten Daten allgemeingültigen Charakter und können daher auch als Grundlage für die Schätzung der Kostenwirksamkeit europäischer Maßnahmen dienen.

Für das Programm der Phase I in den USA, wurden die folgenden Angaben über die Kostenwirksamkeit veröffentlicht (Quelle: EPA - Reaktion auf die Kommentare zu der Notice of Proposed Rulemaking):

- Werden die Gesamtkosten der vorgeschlagenen Standards ausschließlich auf HC bezogen, so belaufen sich die Kosten auf \$ 266 je reduzierte Tonne HC. Werden die Kosten gleichmäßig auf HC und CO verteilt, belaufen sich die Kosten auf \$ 133 je reduzierte Tonne HC und CO.

Für die Phase II bei nicht handgehaltenen Geräten wurden die folgenden Kosten zugrundegelegt (EPA Final Regulatory Impact Analyses):

- Wird die Kraftstoffeinsparung nicht berücksichtigt, belaufen sich die Kosten auf \$ 852 je eingesparter Tonne HC+NOx - wobei die Verminderung von HC bei weitem größer ist - und werden die Kraftstoffeinsparungen berücksichtigt, belaufen sich die Kosten auf \$ 507 je Tonne. Die größte Kraftstoffeinsparung läßt sich bei Motoren der Klasse II verwirklichen, aber auch bei Motoren der Klasse I sinken die Kosten bei Berücksichtigung der Kraftstoffeinsparung auf ein Drittel.

Für die Vorschriften der Phase II bei handgehaltenen Motoren liegen die entsprechenden Schätzungen bei \$ 830-1020 / Tonne NOx+HC ohne Kraftstoffeinsparungen und bei \$ 560-750 mit Kraftstoffeinsparungen.

Zur Veranschaulichung der relativen Kostenwirksamkeit könnten diese Zahlen mit denjenigen verglichen werden, die einem Vorschlag der Kommission für eine Richtlinie über nationale Emissionshöchstwerte zugrundegelegt wurden. Bei Kohlenwasserstoffen, einem der wichtigsten Schadstoffe bei Fremdzündungsmotoren mobiler Maschinen, liegen die Kosten in den einzelnen Mitgliedstaaten für die Einhaltung der Anforderungen der vorgeschlagenen NEC-Richtlinie (Richtlinie über nationale Emissionshöchstwerte) normalerweise zwischen 1500 und 4000€ je reduzierte Tonne HC.

In der Annahme, dass die dem amerikanischen Rechtsetzungsverfahren zugrundeliegende Berechnung der Kostenwirksamkeit auch auf europäische Bedingungen anwendbar ist, dürfte die Umsetzung einer den (vorgeschlagenen) amerikanischen Vorschriften entsprechenden Änderungsrichtlinie zu Zahlen führen, die weit unter

diesem Niveau liegen, und somit als kostenwirksam angesehen werden. Insgesamt dürften die finanziellen Implikationen der Einführung von den US-Standards entsprechenden Vorschriften für die europäischen Hersteller geringer sein. Die amerikanische Schätzung beruhte auf der Annahme, dass die Rechtsvorschriften lediglich in den USA eingeführt werden. Zahlreiche europäische Hersteller produzieren Motoren für den globalen Markt und müssen bereits heute Motoren entwickeln und herstellen, die unabhängig von den EU-Rechtsvorschriften den amerikanischen Standards entsprechen. Eine globale Angleichung der Rechtsvorschriften wird daher für diese Hersteller zu einer Senkung der Kosten führen.

Neben den Auswirkungen einer Änderungsrichtlinie auf die Kostenwirksamkeit insgesamt sind auch die Auswirkungen auf einzelne Hersteller zu berücksichtigen. Für diejenigen europäischen Hersteller, die ihre Produkte nicht auf dem globalen Markt anbieten und das in Zukunft auch nicht tun werden, wird eine Änderungsrichtlinie andere Konsequenzen haben als für diejenigen, die sich an dem globalen Markt beteiligen. Ihre Mittel zur Durchführung technischer Entwicklungsarbeiten sind möglicherweise beschränkt und sie bieten vielleicht auch nur eine beschränkte Zahl von Maschinentypen an. Ein weiteres Problem, das zu berücksichtigen ist, sind die spezifischen europäischen Lärmschutzvorschriften, die unter Umständen besonders von den Geräteherstellern zusätzliche Anstrengungen verlangen. Diese Art von Problemen wird jedoch unabhängig davon auftreten, welche Standards eingeführt werden, und sollten durch besondere Maßnahmen, beispielsweise längere Umsetzungsfristen, aufgefangen werden.

1.4. Erfordernisse der Industrie

Aufgrund der Tatsache, dass es in Europa gegenwärtig keine Emissionsvorschriften über Fremdzündungsmotoren für mobile Maschinen und Geräte gibt, diese jedoch offensichtlich aus umweltpolitischen Gründen notwendig sind, besteht die Möglichkeit, dass solche Vorschriften auf einzelstaatlicher oder regionaler Ebene eingeführt werden. Es gibt keinerlei Garantien dafür, dass solche Vorschriften in den einzelnen Mitgliedstaaten einheitlich sein werden, was unweigerlich zu Wettbewerbsverzerrungen auf dem Binnenmarkt führen kann. Ferner wäre es aus Umweltgesichtspunkten zu bedauern, wenn die für die Entwicklung bereitstehenden Ressourcen der Industrie auf viele unterschiedliche Konzepte aufgesplittet werden, was solide Lösungen auf hohem Umweltschutzniveau erschweren würde.

Ungeachtet dessen bieten derzeit viele, wenn auch bei weitem nicht alle Unternehmen ihre Erzeugnisse weltweit an. Diesen Unternehmen wird eine Begrenzung der Zahl der Standards zweifellos zugutekommen, insbesondere wenn diese weltweit vereinheitlicht werden können. Für Unternehmen, die noch nicht auf dem Weltmarkt sind, könnte dieser Markt aufgrund einer solchen Entwicklung ebenfalls erschlossen werden.

D. EINBEZIEHUNG INTERESSIERTER PARTEIEN

1. Standpunkt der Industrie

Die Motorenhersteller sind an den Diskussionen und der Ausarbeitung des Vorschlags von Anfang an beteiligt worden. Sie haben einen beträchtlichen Beitrag geleistet und unterstützen den Vorschlag der Kommission.

2. Standpunkt der Mitgliedstaaten

Die Sachverständigen der Mitgliedstaaten wurden konsultiert und über den Inhalt des Vorschlags durch die Arbeitsgruppe der Kommission über Emissionen mobiler Maschinen (GEME) sowie schriftliche Mitteilungen unterrichtet. Die Vorschläge werden von der Mehrzahl der Sachverständigen unterstützt.

E. INHALT DES VORSCHLAGS

1. "Weltweite" Angleichung

Zu Beginn der Vorbereitungsarbeiten für die Richtlinie 97/68/EG für Kompressionszündungsmaschinen gab es in den Vereinigten Staaten und in Japan noch keine Vorschriften auf diesem Gebiet. Die Entwicklung in Europa und in den USA erfolgte also parallel. Daher bot sich eine günstige Gelegenheit, nach gemeinsamen Lösungen zu suchen, und die Arbeiten wurden im Geiste der gegenseitigen Verständigung und der Bereitschaft für eine Angleichung durchgeführt. Später hat Japan Rechtsvorschriften ausgearbeitet, die sich an denjenigen der EU bzw. der USA orientieren.

Bei Fremdzündungsmotoren ist die Lage etwas anders. In den USA gibt es bereits Vorschriften für kleinere Motoren. Für größere Motoren ist die Lage etwa die gleiche wie für Dieselmotoren zum Zeitpunkt der Ausarbeitung der Richtlinie 97/68. Es gibt weder EU-Rechtsvorschriften noch amerikanische Rechtsvorschriften auf Bundesebene.

Das bedeutet, dass eine Angleichung für kleinere Motoren im Grunde nur eine Frage der Evaluierung der derzeitigen US-Rechtsvorschriften ist. Im Laufe der bisher stattgefundenen bilateralen Verhandlungen haben Vertreter der US-EPA ihre Bereitschaft bekundet, in begründeten Fällen und sofern dies für eine Angleichung erforderlich ist, Änderungen ihrer Rechtsvorschriften vorzuschlagen.

Die europäischen Hersteller haben sich im Rahmen des Europäischen Verbands der Verbrennungsmotoren-Hersteller (Euromot (European Association of Internal Combustion Engine Manufacturers)) nachdrücklich für eine weltweite Angleichung, auch der Rechtsvorschriften für Fremdzündungsmotoren, ausgesprochen. Sie haben in diesem Zusammenhang einen Vorschlag vorgelegt, der sich in erster Linie auf die US-amerikanischen Rechtsvorschriften stützt - obgleich einige spezifisch europäischen Bedingungen berücksichtigt werden.

Aus der Sicht des Umweltschutzes ist eine Angleichung durchaus von Vorteil, vorausgesetzt, die Standards haben ein anspruchsvolles Niveau und stützen sich auf die besten verfügbaren Technologien, sind kosteneffizient und führen zur Lösung der jeweiligen Umweltprobleme. Der von der US-EPA vorgelegten Dokumentation ist klar zu entnehmen, dass dies bei den eingeführten US-Rechtsvorschriften der Fall ist. Ferner bieten einheitliche Anforderungen der

Industrie mehr Möglichkeiten, ihre Entwicklungsressourcen gezielt einzusetzen und dadurch dauerhaftere, den Standards entsprechende technische Erzeugnisse herzustellen.

Es ist daher sowohl für die Industrie als auch für die Umwelt von Vorteil, die künftigen EU-Rechtsvorschriften möglichst weitgehend an die entsprechenden US-Rechtsvorschriften anzugleichen und eine weltweite Anerkennung dieser Standards anzustreben. Durch das kürzlich im Rahmen der ECE-UNO in Genf geschlossene globale Übereinkommen wird ein mögliches Forum für eine solche weltweite Angleichung geschaffen.

2. Gegenstand der Änderungsrichtlinie

Die Richtlinie 97/68/EG über Kompressionszündungs- (Diesel-)motoren deckt Motoren mit einer Leistung zwischen 18 kW und 560 kW ab. Dabei handelt es sich um typische Leistungsbereiche dieser Art von Motoren, der Anteil von Kompressionszündungsmotoren mit einer Leistung von weniger als 18 kW an den Emissionen ist sehr gering.

Bei in mobilen Maschinen verwendeten Fremdzündungsmotoren ist die Lage genau umgekehrt. Sie haben normalerweise eine geringere Leistung, und der größte Anteil an den Gesamtemissionen (NMHC) stammt von den kleinsten Motoren. Die Motoren mit einer Leistung von bis zu 20 kW fallen dabei am stärksten ins Gewicht, obgleich der Beitrag von etwas größeren Motoren nicht vernachlässigt werden darf.

Bei der Ausarbeitung der Richtlinie 97/68/EG hatte die Kommission ein Inventar über den jeweiligen Beitrag der einzelnen Klassen mobiler Maschinen an den Emissionen erstellt.

Benzin Leistungsklasse (kW)	2-Takt-Motoren NMHC (kt)	4-Takt-Motoren NMHC (kt)	Insgesamt NMHC (kt)
0-2	108,86	24,74	133,60
2-5	323,58	29,18	352,76
5-10	217,57	18,53	236,10
10-18	113,54	3,48	117,02
18-37	29,29	2,65	31,94
37-75	11,72	27,67	39,39
75-130	5,25	6,10	11,35
130-300	5,30	5,52	10,82

Aus den Daten der Untersuchung geht eindeutig hervor, dass Motoren unter 18 kW den größten Anteil an den Gesamtemissionen von Fremdzündungsmotoren haben. Das schließt nicht aus, dass kostenwirksame Maßnahmen auch für größere Motoren denkbar sind. Eine abschließende Beurteilung ist jedoch erst nach weiteren Untersuchungen möglich. Ferner müssen, falls die derzeitige Politik im Hinblick auf eine globale Angleichung der Standards beibehalten wird, Verhandlungen auf internationaler Ebene stattfinden. Dieser Prozeß wird viel Zeit in Anspruch nehmen. Damit die Einführung von Vorschriften für die kleineren Motoren nicht verzögert wird, beschränkt sich diese erste Änderung der Richtlinie über Fremdzündungsmotoren auf das gleiche Segment, das in den USA bereits reglementiert ist, d.h. Motoren mit einer Leistung bis zu 19 kW.

Gemäß dem Erwägungsgrund 5 der Richtlinie 97/68/EG sollte der Anwendungsbereich der Richtlinie auch auf Benzinmotoren erweitert werden. Auch wenn hier von "Benzinmotoren" gesprochen wird, könnte erwogen werden, ob mit alternativen Kraftstoffen betriebene Motoren ebenfalls abgedeckt werden sollten. Die derzeitigen US-Rechtsvorschriften enthalten eine freiwillige Option für NMHC (methanfreie Kohlenwasserstoffe) für "nicht handgehaltene Motoren", um mit Erdgas angetriebene Motoren abzudecken. Diese Motoren werden

normalerweise nicht als "handgehaltene Motoren" verwendet. Bei größeren Motoren ist der Gasantrieb jedoch gebräuchlicher, bei Motoren unter 20 kW in Europa allerdings eher die Ausnahme. Die europäischen Hersteller haben den Wunsch nach einer ähnlichen freiwilligen Option, wie sie in den USA besteht, nicht geäußert. Die Frage der gasbetriebenen Motoren wird daher im Rahmen der Diskussion über Fremdzündungsmotoren mit einer Leistung von mehr als 19 kW angeschnitten werden.

Einige Anwendungen sind aus dem Anwendungsbereich der Richtlinie 97/68/EG in der derzeitigen Fassung ausgenommen, und aus einleuchtenden Gründen sind Motoren zum Antrieb von Straßenfahrzeugen ausgenommen. Durch die Begrenzung des Anwendungsbereichs dieser Änderung auf Motoren bis zu 19 kW sind diese ohnehin ausgeschlossen, sie sollten jedoch auch im Fall von Fremdzündungsmotoren vom Anwendungsbereich der Richtlinie ausgenommen werden. Eine Änderung der Richtlinie 94/25/EG über Sportboote ist zur Zeit in Arbeit, um darin auch die Aspekte der Emissionen und der Lärmbelastung abzudecken. Daher ist es nicht erforderlich, diese Anwendung in die Änderung der Richtlinie 97/68/EG aufzunehmen.

Motoren mit konstanter Drehzahl (Stromerzeugungsaggregate) sind gegenwärtig ebenfalls aus dem Anwendungsbereich ausgeschlossen. Dies ist in den entsprechenden US-Rechtsvorschriften nicht der Fall. Da es keinerlei sonstige EU-Rechtsvorschriften gibt, die auf die Emissionen dieser Art von Motoren Anwendung finden, sollten diese abgedeckt werden. Für Fremdzündungsmotoren sollten die gleichen Umsetzungsfristen wie für andere Motortypen gelten. Kompressionszündungsmotoren sollten ab dem 1. Januar 2007 unter die Bestimmungen der Richtlinie fallen, damit den Herstellern eine genügend lange Vorlaufzeit bleibt, um die erforderliche Technologie zu entwickeln.

Sogenannte Sportfahrzeuge (wie Motorschlitten) sind von den US-Rechtsvorschriften ausgenommen. Viele dieser Motoren haben eine Leistung von über 19 kW, es gibt aber auch kleinere Motoren. In einigen Mitgliedstaaten ist der Anteil der Motorschlitten an den Gesamtemissionen beträchtlich. Da das für die Änderungsrichtlinie vorgeschlagene Segment jedoch nur einen kleinen Teil der Motoren abdeckt und Sportfahrzeuge in den Hintergrundstudien nicht enthalten sind, wurden diese Fahrzeuge von dem Vorschlag ausgenommen. In den USA hat die EPA ihre Absicht angekündigt, zu einem späteren Zeitpunkt Rechtsvorschriften über Emissionen von Sportfahrzeugen auszuarbeiten. Das würde eine günstige Gelegenheit für bilaterale Verhandlungen und gegebenenfalls für die Angleichung von Rechtsvorschriften bieten.

3. Einstufung der Motoren

Wie in der derzeit geltenden US-Regelung werden die Motoren in zwei große Kategorien unterteilt, je nachdem für welche Art von Gerät sie bestimmt sind - handgehalten und nicht handgehalten. Durch diese Unterteilung ergibt sich auch eine naturgemäße Unterteilung zwischen dem Segment, das vorwiegend 4-Takt-Motoren umfaßt und demjenigen, in dem 2-Takt-Motoren häufiger anzutreffen sind.

Handgehaltene Motoren werden wie folgt definiert:

Es muss zumindest eine der folgenden Anforderungen erfüllt sein:

- Der Motor muss in einem Gerät verwendet werden, das vom Bediener während der gesamten Ausübung der Funktion(en), für die es bestimmt ist, getragen wird;

- der Motor muss in einem Gerät verwendet werden, das zur Ausübung der Funktion(en), für die es bestimmt ist, in verschiedenen Stellungen arbeitet, etwa von oben nach unten oder nach der Seite;
- der Motor muss in einem Gerät verwendet werden, für das das Trockengewicht von Motor und Gerät zusammen genommen weniger als 20 Kilogramm beträgt und es muss mindestens eine der folgenden Bedingungen erfüllt sein:
 - (a) Der Bediener muss das Gerät während der Ausübung der Funktion(en), für die es bestimmt ist, entweder halten oder tragen
 - (b) der Bediener muss das Gerät während der Ausübung der Funktion(en), für die es bestimmt ist, halten oder führen;
 - (c) der Motor muss in einem Generator oder in einer Pumpe verwendet werden.

Geräte, die diese Kriterien nicht erfüllen, werden demzufolge nicht als handgehalten definiert.

Die beiden Motorkategorien – handgehalten / nicht handgehalten - werden wiederum unterteilt in drei bzw. vier Größenklassen, je nach Motorhubraum. Diese Einstufung richtet sich nach den technischen / wirtschaftlichen Möglichkeiten für die Emissionsminderung.

Die unter den erweiterten Anwendungsbereich der Richtlinie 97/68/EG fallenden Motoren werden entsprechend den US-Rechtsvorschriften und dem Vorschlag von Euromot in einzelne Klassen und Kategorien unterteilt:

Hauptklasse S: Kleinere Motoren mit einer Nutzleistung von ≤ 19 kW.

Die Hauptklasse S wird unterteilt in zwei Kategorien:

H: Motoren für handgehaltene Maschinen,

N: Motoren für nicht handgehaltene Maschinen.

Klasse/Kategorie	Hubraum (Kubikzentimeter)
Handgehaltene Motoren Klasse SH:1	< 20
Klasse SH:2	≥ 20 bis < 50
Klasse SH:3	≥ 50
Nicht handgehaltene Motoren Klasse SN:1	< 66
Klasse SN:2	≥ 66 < 100
Klasse SN:3	≥ 100 < 225
Klasse SN:4	≥ 225

4. Zu reglementierende Schadstoffe

Zu den normalerweise unter die EU-Richtlinien über Emissionen von Motoren oder Fahrzeugen fallenden Schadstoffen gehören Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffoxide (NO_x), Kohlenwasserstoffe (HC) und Partikel (PM) (Diesel). Wie unter Kapitel 1 dieser Begründung erläutert, kommt den Emissionen von Kohlenwasserstoffen bei dieser Art von Maschinen zweifellos die größte Bedeutung zu. Insbesondere bei Zweitakt-Motoren sind dies die wichtigsten gasförmigen Schadstoffe, die selbstverständlich in der Änderung behandelt werden müssen. Darüber hinaus sollten NO_x-Emissionen als Vorläufer des Ozons in Betracht gezogen werden. Aus dem Programm Auto-Öl-II geht eindeutig hervor, dass es aller Voraussicht nach künftig keine Probleme mehr hinsichtlich des CO geben wird, so dass die Reglementierung dieses Schadstoffs vom umweltpolitischen Standpunkt aus von geringerer Bedeutung ist. Aus Gründen der Angleichung sollte er jedoch in die Reihe der Standards aufgenommen werden, die in der Änderungsrichtlinie aufgeführt werden. Die US-EPA ist übrigens zu ähnlichen Schlußfolgerungen über die relative Bedeutung der gasförmigen Schadstoffe gelangt. So wird darauf hingewiesen, dass die Standards für CO in der Phase II nicht verschärft wurden. Sie wurden lediglich angepasst, um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass die Standards der Phase II auch Dauerhaltbarkeitsanforderungen umfassen.

Auch die Partikelemissionen von Fremdzündungsmotoren, insbesondere Zweitaktmotoren, werden künftig zweifellos eine wichtige Rolle spielen. Es sind jedoch noch weitere Untersuchungen über deren Auswirkungen auf die Gesundheit und die Umwelt erforderlich, bevor entsprechende Vorschriften eingeführt werden können. Ferner sind weitere Untersuchungen sowie eine Bestandsaufnahme über die Emission, die Größenverteilung und den Umfang dieser Partikel erforderlich.

5. Zweistufiger Ansatz

Wie oben beschrieben, wurden die US-Vorschriften in zwei Phasen eingeführt. Auch die Richtlinie 97/68/EG für Kompressionszündungsmotoren umfaßt zwei Stufen. Ein zweistufiger Ansatz dieser Art hat bestimmte Vorteile. Vor allem wird der Industrie eine längere Vorlaufzeit eingeräumt, um eine zuverlässige und nachhaltige Technologie zu entwickeln. Ein Nachteil besteht darin, dass die Einführung sehr strenger Standards länger dauert, als bei einem einstufigen Verfahren.

Für Fremdzündungsmotoren ist in den USA bereits eine erste Phase in Kraft. Sie wird bis zum Jahr 2002 vollständig umgesetzt sein. Es stellt sich daher die Frage, ob europäische Rechtsvorschriften - sofern sie an die US-Rechtsvorschriften angepaßt werden - nicht direkt mit der zweiten Stufe in Kraft treten sollten. Theoretisch könnte davon ausgegangen werden, dass die unmittelbare Einführung der Stufe 2 mit weniger Kosten für die Industrie verbunden und eine Umsetzung zu einem früheren Zeitpunkt möglich wäre. Die Entscheidung für eine solche Strategie würde jedoch auch bedeuten, dass es in Europa noch mindestens weitere fünf Jahre lang keine Rechtsvorschriften für Fremdzündungsmotoren mobiler Maschinen gäbe. Daher umfaßt der Vorschlag einen zweistufigen Ansatz. Die Umsetzungsdaten sind natürlich an die entsprechenden Umsetzungsfristen in den USA gebunden. Es sollte allerdings darauf hingewiesen werden, dass nicht alle europäischen Hersteller Motoren für den US-amerikanischen Markt herstellen, und sie somit eine gewisse Vorlaufzeit für die Weiterentwicklung ihrer Produkte brauchen, auch wenn die Technologie in den Grundzügen bekannt ist. Ferner müssen die Gerätehersteller ihre Konzepte an den europäischen Markt anpassen, um den strengeren EU-Rechtsvorschriften über den Geräuschpegel Rechnung zu tragen.

6. Grenzwerte. Einhaltung der Standards

Grenzwerte

Die in den US-Rechtsvorschriften verwendeten Grenzwerte bieten nachweislich ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Umweltvorteilen und den wirtschaftlichen Auswirkungen insgesamt. Die Verwendung der selben Grenzwerte (und Prüfverfahren) ist auch der wichtigste Bestandteil des Angleichungsverfahrens. Es besteht also keinerlei Notwendigkeit, diese zu ändern.

Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass in der Phase I der US-Rechtsvorschriften die Unterteilung in die Klassen SN:1 und SN: 2 nicht vorgesehen war, und es keine Motoren gab, die diese Anforderungen erfüllten. Daher werden alle Motoren dieser Klassen so weiterentwickelt, dass sie die Standards der Phase II erfüllen. Diese Standards beinhalten auch den Verschleiß der Motoren, und die Emissionsgrenzwerte für die Stufe I hätten konsequenterweise entsprechend verschärft werden müssen. Es liegen jedoch keinerlei Daten darüber vor, wie die Berechnung vorgenommen werden soll. Daher wurden die gleichen Grenzwerte wie in der Stufe II zugrundegelegt, wobei die tatsächlichen Emissionen sicherlich niedriger sein werden. Ferner wird als Umsetzungstermin für die Stufe II für diese Motoren bereits der 1. August 2004 vorgeschlagen.

Klasse	HC+ Nox	NMHC+ Nox	HC	NOx	CO	PM
<i>Stufe 1</i> (Die Grenzwerte enthalten keine Df)						
SH:1	-	-	295	5,36	805	-
SH:2	-	-	241	5,36	805	-
SH:3	-	-	161	5,36	603	-
SN:1	50,0	-	-	-	519	-
SN:2	40,0	-	-	-	519	-
SN:3	16,1	-	-	-	519	-
SN:4	13,4	-	-	-	519	-
<i>Stufe 2</i> (Die Grenzwerte enthalten Df)						
SH:1	50				805	
SH:2	50				805	
SH:3	72				603	
SN:1	50,0	-	-	-	610	
SN:2	40,0	-	-	-	610	
SN:3	16,1	14,8	-	-	610	
SN:4	12,1	-	-	-	610	

Einhaltung der Standards

Die Umweltauswirkungen hängen natürlich von den Emissionen der Motoren unter tatsächlichen Betriebsbedingungen ab, wobei ihr Verschleiß unter normalen Nutzungsbedingungen zu berücksichtigen ist. Die US-Regelung über nicht handgehaltene Motoren sieht daher in der Phase II Standards vor, die die Emissionen in Betrieb befindlicher Motoren berücksichtigen.

Zu diesem Zweck werden auch ein Verfahren zur Messung der Verschlechterungsfaktoren (Deterioration factors (Df:s)) sowie eine Reihe von Df:s, die von Herstellern kleiner Serien angewandt werden können, die über weniger Mittel zur Durchführung von Dauerhaltbarkeitsprüfungen verfügen, vorgelegt.

Die Einführung eines solchen Systems bereits in der Stufe I der europäischen Rechtsvorschriften könnte einige Umweltvorteile bieten. Andererseits ist es schwer zu bestimmen, welche Standards verwendet werden sollen, die den in den USA für die Phase I verwendeten Standards entsprechen.

7. Allmähliche Einführung (Phase-in), Mittelwertbildung, Ansparen von sowie Handel mit Emissionsrechten

Die in der Tabelle aufgeführten Grenzwerte werden in den US-Rechtsvorschriften mit einer gewissen Flexibilität eingeführt. Für die Phase I wird ein sogenanntes "Phase-in"-Verfahren verwendet, was bedeutet, dass im ersten Jahr nur ein bestimmter Anteil der Produktion eines Herstellers den Standards entsprechen muss. Dieser Anteil wird jedes Jahr erhöht, bis die gesamte Produktion den Standards entsprechen muss. Dieses "Phase-in"-Verfahren lief 1996 an, und ab 2002 muss die gesamte Produktion den Vorschriften entsprechen.

Ein solches "Phase-in"-Verfahren könnte sowohl für die Industrie als auch für die Umwelt von Vorteil sein. Es ermöglicht die Einführung von Standards für einen bestimmten Teil der Produktion, auch wenn dies noch nicht für die gesamte Produktion möglich ist. Außerdem bietet es der Industrie die erforderliche Flexibilität, um ihre Produktion schrittweise weiterzuentwickeln. Da jedoch die Phase I der US-Rechtsvorschriften bereits 2002, also lange vor den Umsetzungsterminen in diesem Änderungsvorschlag, vollständig umgesetzt sein wird, besteht keine Notwendigkeit für eine ähnliches Phase-in-Verfahren.

Ferner wurde in den entsprechenden US-Vorschriften für die Anforderungen der Phase II ein System der Mittelwertbildung und des Ansparens von sowie des Handels mit Emissionsrechten eingeführt. Kurz gesagt bedeutet das, dass ein Hersteller Motorfamilien mit Schadstoffemissionen oberhalb der Grenzwerte herstellen kann, solange er das mit anderen Motorfamilien ausgleicht, die Emissionen unterhalb der Grenzwerte verursachen. Im Durchschnitt muss der Hersteller mit seiner gesamten Produktion unter den Grenzwerten liegen. Das bedeutet in der Praxis, dass er sich zunächst auf die großen Motorfamilien konzentrieren und die kleineren außer Acht lassen kann.

Um mit diesem System Umweltvorteile zu erzielen, muss ein Hersteller, der sich für diese Möglichkeit entscheidet, im Durchschnitt schrittweise immer strengere Standards einhalten, bis die Anwendungsdaten für die Stufe II in Kraft treten. Zum Zeitpunkt des Umsetzungsdatums der Stufe II muss er natürlich diese Anforderungen im Durchschnitt erfüllen.

Im Rahmen des Ansparsystems kann der Hersteller von einem Jahr zum nächsten Emissionsrechte übertragen, um die durchschnittlichen Emissionsstandards einzuhalten.

Das System des Handels mit Emissionsrechten beinhaltet, dass ein Hersteller diese Rechte kaufen oder einem anderen Hersteller verkaufen kann.

Dieses System, ist vor allem hinsichtlich der Aspekte der Mittelwertbildung und des Ansparens ein wichtiger Bestandteil der US-Vorschriften und daher für die Angleichung zwischen den US- und den EU-Rechtsvorschriften von wesentlicher Bedeutung. Daher war

geplant, in diesem Änderungsvorschlag ein ähnliches System vorzusehen. Das wirft allerdings einige Probleme auf:

Verwaltungstechnische Schwierigkeiten

Es gibt einige wichtige Unterschiede zwischen den amerikanischen Verwaltungsverfahren und dem in der Richtlinie 97/68/EG angewendeten EU-Verfahren. Das US-Verfahren stützt sich auf ein Zertifizierungssystem, bei dem ein Großteil der Verantwortung für die Prüfung bei den Herstellern liegt. Ferner wird es von ein und derselben Behörde, der EPA, verwaltet. Die EU-Rechtsvorschriften in diesem Bereich stützen sich auf ein Typgenehmigungssystem, das - im Prinzip - von Genehmigungsbehörden in allen Mitgliedstaaten verwaltet wird. Diese Unterschiede machen es schwierig, das US-System unverändert in die EU-Rechtsvorschriften zu übertragen.

Wettbewerb zwischen "kleinen" und "großen" Herstellern

Ein System der Mittelwertbildung und des Ansparens kann nur von Herstellern angewendet werden, die mehr als eine Motorfamilie herstellen. Das System ist umso vorteilhafter je größer die Zahl der hergestellten Motorfamilien ist. Das könnte zu einer Situation führen, in der ein großer Hersteller, der viele Motorfamilien in seiner Produktpalette hat, weiterhin Motortypen produzieren könnte, deren Emissionen über den Grenzwerten liegen, indem er dies mit der Produktion einer Motorfamilie kompensiert, deren Emissionen unter den Grenzwerten liegen. Zur gleichen Zeit muss ein kleiner Hersteller, der vielleicht einen ähnlichen Motor als einzigen im Sortiment hat, die Standards einhalten.

Diese beiden Probleme werden in dem Änderungsvorschlag angesprochen. Eine Alternative wäre natürlich, kein System der Mittelwertbildung und des Ansparens vorzusehen. Um dies zu tun und den Motorenherstellern dennoch die Möglichkeit zu geben, die gleichen Motorenkonzepte weltweit anzubieten, hätten die Grenzwerte höher sein oder zu einem späteren Zeitpunkt eingeführt werden müssen. Das hätte jedoch Importen von Motoren mit hinsichtlich der Emissionen niedrigerem technischen Standard auf dem EU-Markt Tür und Tor geöffnet.

Daher wird in dem Vorschlag ein Mittelwertbildungs- und Ansparsystem vorgesehen. Dieses System ist für den Hersteller nicht verbindlich, und er könnte sich auch dafür entscheiden, das traditionelle Verfahren anzuwenden, bei dem alle seine Motorfamilien einzeln typgenehmigt werden und die Grenzwerte einhalten. Um zusätzlichen Verwaltungsaufwand für die Typgenehmigungsbehörden zu vermeiden, sind sämtliche aus dem System erwachsenden Erfordernisse vom Hersteller abzudecken. Zur Gewährleistung des Wettbewerbs zwischen Herstellern die das Mittelwertbildungs- und Ansparsystem nicht anwenden können und denjenigen, die dazu in der Lage sind, wird eine Ausnahme für "kleine Motorfamilien" vorgeschlagen, wie das auch in den US-Rechtsvorschriften (siehe oben) der Fall ist.

Ein solches Mittelwertbildungs- und Ansparsystem wurde in EU-Rechtsvorschriften bisher noch nicht angewandt. Daher wurden in den Diskussionen mit den Mitgliedstaaten und der Industrie einige Zweifel angemeldet, ob die Einzelheiten des vorgeschlagenen Systems angemessen sind. Zum anderen haben Sachverständige der Mitgliedstaaten auf die Notwendigkeit verwiesen, die Änderung möglichst rasch und mit möglichst kurzen Umsetzungsfristen einzuführen. Um diesen beiden Anliegen Rechnung zu tragen, wird die Kommission anstatt die Umsetzung zu verzögern eine Studie in Auftrag geben, in der das vorgeschlagene System noch näher untersucht werden soll, und gegebenenfalls Änderungen vorschlagen, bevor die Option des Mittelwertbildungs- und Ansparsystem in Kraft tritt (Stufe II).

8. Hersteller kleiner Serien und kleine Motorfamilien - Stufe II

Hersteller kleiner Serien

Hersteller kleiner Serien werden im Vergleich zu Herstellern größerer Serien mehr Schwierigkeiten haben, die Anforderungen zu erfüllen. Sie verfügen über geringere Ressourcen für die Entwicklung und benötigen mehr Zeit für die Anpassung ihrer Produktion. In den US-Rechtsvorschriften wird dieses Problem dadurch gelöst, dass für diese Hersteller ein späterer Umsetzungstermin gilt.

Im Laufe der Verhandlungen mit der Industrie wurde ein späterer Umsetzungstermin für die Stufe II beantragt. Daher enthält der Vorschlag einen um drei Jahre späteren Umsetzungstermin für Hersteller von Motoren in kleinen Serien, die definiert werden als Hersteller, deren Gesamtproduktion von unter den Vorschlag fallenden Motoren 25000 Einheiten im Jahr nicht übersteigt.

Herstellung kleiner Motorfamilien

Die Kosten für die Entwicklung der zur Einhaltung der Standards erforderlichen Technologie ließen sich natürlich für große Motorfamilien leichter decken als für kleinere. Bei einigen Nischenprodukten könnte es zumindest kurzfristig schwierig sein, die für die Einhaltung der Standards aufzuwendenden Kosten zu decken. Bei diesen Produkten ist entweder mehr Zeit für die technische Entwicklung erforderlich oder es müssen Ersatzlösungen für diese Motoren gefunden werden. Dieses Problem stellt sich für kleine Motorenhersteller und für große Motorenhersteller in gleicher Weise.

In den US-Rechtsvorschriften ist für diesen Fall eine Ausnahme für kleine Motorfamilien vorgesehen. Eine solche Lösung könnte jedoch - angesichts der Einstufung in Motorfamilien in den EU-Rechtsvorschriften - dazu führen, dass ein Hersteller seine Produktion in eine große Zahl kleiner Motorfamilien unterteilt, um die Einhaltung der Standards zu umgehen. Um das zu vermeiden, müssen die Kriterien über die Einteilung der Motorfamilien geändert werden. Das Konzept der Motorfamilie war eingeführt worden, damit die Hersteller nicht zu stark durch die einzelnen Prüfungen belastet werden. Daher war es weitgehend dem Hersteller überlassen worden, die Motorfamilien zusammenzustellen, wobei er sich vor allem auf den "ungünstigsten Fall" der Motorfamilie konzentrieren konnte. Eine Änderung dieser Bestimmungen würde diesen Vorteil für den Hersteller in Grenzen halten, ohne die Vorteile, die diese Lösung unter anderen Gesichtspunkten bietet, zu beeinträchtigen. Zur Vereinfachung des Systems wurde das Problem vielmehr mit Blick auf die Produktion bestimmter Motorklassen behandelt. Durch eine solche Vereinfachung ließe sich das Problem der kleinen Motorfamilie für kleine Hersteller auf vernünftige Weise lösen, die nicht in der Lage sind, das Mittelwertbildungssystem anzuwenden. Für Hersteller, die das Mittelwertbildungs- und Ansparsystem anwenden, würde das jeweilige Problem unter Wettbewerbsgesichtspunkten angemessen geregelt.

Daher wird in dem Vorschlag die Umsetzung für einen Hersteller, der nachweisen kann, dass sein Produktionsvolumen für eine bestimmte Motorklasse weniger als 5000 Einheiten pro Jahr beträgt, um drei Jahre verschoben. Die Frist betrifft natürlich nur diese spezifische Motorklasse.

9. Austauschmotoren

Bei kleineren Motoren (Fremdzündungsmotoren) stellt der Motor den wertvollsten Teil des Geräts dar. Daher ist die Frage der Austauschmotoren nicht von Belang. Aus diesem Grund enthalten die US-Rechtsvorschriften keine spezifischen Bedingungen für diesen Motorentyp.

Bei größeren Motoren, bei denen der Gesamtwert des Geräts erheblich höher ist als der Wert des Motors, könnten besondere Bestimmungen für Austauschmotoren zweckmäßig sein. Laut den Bestimmungen der Richtlinie 97/68/EG müssen Austauschmotoren die jeweils geltenden Emissionsgrenzwerte einhalten. Es könnte sich jedoch als schwierig erweisen, einen passenden Motor zu finden, der diese geltenden Emissionsstandards einhält.

In der Richtlinie 97/68/EG wird das Thema Austauschmotoren nicht ausdrücklich behandelt. Bisher sind dadurch noch keine Probleme entstanden, da die Stufe I der Richtlinie erst seit kurzem in Kraft getreten ist. Wird keine Lösung gefunden, könnten sich jedoch später Probleme ergeben. Daher werden gesonderte Vorschriften für Austausch-Kompressionszündungsmotoren vorgeschlagen, damit ein Motor durch einen anderen Motor ersetzt werden kann, der die gleichen Vorschriften einhält, die auch von dem Originalmotor eingehalten werden mussten.

2000/0336(COD)

Vorschlag für eine

RICHTLINIE DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES

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

DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT UND DER RAT DER EUROPÄISCHEN UNION -

gestützt auf den Vertrag zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft, insbesondere auf Artikel 95,

auf Vorschlag der Kommission,

nach Stellungnahme des Wirtschafts- und Sozialausschusses,

nach Stellungnahme des Ausschusses der Regionen,

gemäß dem Verfahren des Artikels 251 EG-Vertrag,

in Erwägung nachstehender Gründe:

- (1) Bei dem Auto-Öl-Programm II handelte es sich um ein Programm zur Ermittlung kostenwirksamer Strategien für die Einhaltung der Luftqualitätsziele der Gemeinschaft. Die Mitteilung der Kommission "Bericht über das Auto-Öl-II-Programm"¹ kam zu dem Schluss, dass insbesondere in den Bereichen des Ozons und der Partikelemissionen weitere Maßnahmen erforderlich sind. Die jüngsten Arbeiten zur Festlegung nationaler Emissionshöchstwerte haben deutlich gemacht, dass auch zur Einhaltung der in den Rechtsvorschriften der Gemeinschaft festgelegten Luftqualitätsziele weitere Maßnahmen erforderlich sind.
- (2) Für die Emissionen von Straßenfahrzeugen wurden schrittweise strenge Standards eingeführt und eine weitere Verschärfung dieser Standards ist bereits beschlossen. Daher kommt dem Beitrag der Schadstoffe mobiler Maschinen an den Gesamtemissionen eine immer größere Bedeutung zu.
- (3) Durch die Richtlinie 97/68/EG des Europäischen Parlaments und des Rates² werden Emissionsgrenzwerte für gas- und partikelförmige Schadstoffe von Verbrennungsmotoren, die in mobilen Maschinen eingesetzt werden, eingeführt.

¹

KOM (2000) 626 endg.

²

ABl. L 59 vom 27.2.1998, S. 1.

- (4) Der Anwendungsbereich der Richtlinie 97/68/EG wurde zwar zunächst auf bestimmte Kompressionszündungsmotoren beschränkt, in dem Erwägungsgrund 5 der Richtlinie ist jedoch eine Erweiterung des Anwendungsbereichs auf Benzinmotoren vorgesehen.
- (5) Die Emissionen kleinerer Fremdzündungsmotoren (Benzinmotoren) in verschiedenen Maschinentypen tragen erheblich zu den derzeitigen und künftigen Luftqualitätsproblemen, insbesondere zur Ozonbildung, bei.
- (6) In den USA unterliegen die Emissionen von Fremdzündungsmotoren bereits strengen Umweltvorschriften. Es ist also technisch möglich, diese Emissionen erheblich zu vermindern.
- (7) Ohne EU-Rechtsvorschriften in diesem Bereich ist nicht nur die Einfuhr von Motoren mit nach Umweltgesichtspunkten veralteter Technologie möglich, was sich nachteilig auf die Einhaltung der Luftqualitätsziele in der Gemeinschaft auswirken würde, sondern auch die Umsetzung einzelstaatlicher Vorschriften auf diesem Gebiet, was zu Handelshemmnissen führen kann.
- (8) Die Richtlinie 97/68/EG lehnt sich stark an die entsprechenden US-Rechtsvorschriften an, und eine weitere Angleichung ist sowohl für die Industrie als auch für die Umwelt von Vorteil.
- (9) Die europäische Industrie, besonders Hersteller, die ihre Erzeugnisse noch nicht auf dem Weltmarkt anbieten, brauchen eine zusätzliche Vorlaufzeit, um die Emissionsvorschriften einhalten zu können.
- (10) Sowohl in der Richtlinie 97/68/EG für Kompressionszündungsmotoren als auch in den US-Vorschriften für Fremdzündungsmotoren ist ein zweistufiger Ansatz vorgesehen. Ein einstufiger Ansatz wäre für die Rechtsvorschriften der Gemeinschaft zwar denkbar gewesen, das hätte jedoch eine Verzögerung der Reglementierung dieses Bereichs um weitere vier bis fünf Jahre und die Schaffung eines Marktes für Motoren mit hohen Emissionswerten zur Folge gehabt.
- (11) Ein wichtiger Bestandteil der Stufe II der US-Rechtsvorschriften ist ein System der Mittelwertbildung und des Ansparens von sowie des Handels mit Emissionsrechten. Ein solches System beinhaltet, dass ein Hersteller über den Standards liegende Emissionen einer Motorfamilie durch niedrigere Emissionen einer anderen Motorfamilie ausgleichen kann, solange die durchschnittlichen Emissionen der verkauften Motoren unter dem Grenzwert liegen. Ferner kann er zur Erreichung des Durchschnittsziels Emissionsrechte von einem Jahr auf ein anderes übertragen und diese Rechte kaufen oder an andere Hersteller verkaufen. Insbesondere die Aspekte der Mittelwertbildung und des Ansparens des Systems sind, wenn es um die Angleichung der US- und der Gemeinschaftsrechtsvorschriften geht, von Bedeutung. Daher enthält die Änderungsrichtlinie ein ähnliches, auf freiwilliger Basis anzuwendendes System des Ansparens von und des Handels mit Emissionsrechten.
- (12) Die Mittelwertbildung und das Ansparen von Emissionsrechten werden in den Gemeinschaftsrechtsvorschriften auf diesem Gebiet bisher noch nicht angewendet. Aufgrund der unterschiedlichen Verwaltungssysteme in der EU und den USA entstehen jedoch bei der Mittelwertbildung und dem Ansparen in einzelnen Fällen gewisse Probleme. Die Kommission wird die Einzelheiten der in die Änderungsrichtlinie aufgenommenen Mittelwertbildungs- und Ansparverfahren überprüfen und

erforderlichenfalls Änderungen vorschlagen, bevor die Anwendungsbestimmungen in Kraft treten.

(13) Die Bestimmungen der Richtlinie 97/68/EG hinsichtlich des Ausschussverfahrens sollten angepasst werden, um dem Beschluss 1999/468/EG des Rates vom 28. Juni 1999 zur Festlegung der Modalitäten für die Ausübung der der Kommission übertragenen Durchführungsbefugnisse Rechnung zu tragen³.

(14) Die Richtlinie 97/68/EG sollte entsprechend geändert werden -

HABEN FOLGENDE RICHTLINIE ERLASSEN:

Artikel 1

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

(1) Dem Artikel 2 werden folgende Spiegelstriche angefügt:

- "*Austauschmotor*" ein neu gebauter Motor, der zum Austausch eines Motors in einer Maschine bestimmt ist und nur für diesen Zweck geliefert wurde;
- "*handgehaltener Motor*" ein Motor, der mindestens eine der folgenden Anforderungen erfüllt:
 - (a) Der Motor muss in einem Gerät verwendet werden, das vom Bediener während der gesamten Ausübung der Funktion(en), für die es bestimmt ist, getragen wird;
 - (b) der Motor muss in einem Gerät verwendet werden, das zur Ausübung der Funktion(en), für die es bestimmt ist, in verschiedenen Stellungen arbeitet, etwa von oben nach unten oder nach der Seite;
 - (c) der Motor muss in einem Gerät verwendet werden, für das das Trockengewicht von Motor und Gerät zusammengekommen weniger als 20 Kilogramm beträgt, und das außerdem mindestens eines der folgenden Merkmale aufweist:
 - (i) Der Bediener muss das Gerät während der Ausübung der Funktion(en), für die es bestimmt ist, entweder halten oder tragen;
 - (ii) der Bediener muss das Gerät während der Ausübung der Funktion(en), für die es bestimmt ist, halten oder führen, und
 - (iii) der Motor muss in einem Generator oder in einer Pumpe verwendet werden;
- "*nicht handgehaltener Motor*" ein Motor, der nicht unter die Definition eines handgehaltenen Motors fällt;

³ ABl. L 184 vom 17.7.1999, S. 23.

- "*Dauerhaltbarkeitsperiode*" die Zahl der Stunden, die in Anhang IV Anlage 4 für die Ermittlung der Verschlechterungsfaktoren angegeben ist;
 - "*Hersteller kleiner Serien von Fremdzündungsmotoren-Familien*" ein Hersteller, dessen gesamtes Produktionsvolumen ein und derselben Klasse weniger als 5000 Einheiten beträgt;
 - "*Hersteller kleiner Serien von Fremdzündungsmotoren*" ein Hersteller, dessen gesamtes Produktionsvolumen weniger als 25 000 Einheiten beträgt."
- (2) Dem Artikel 3 wird folgender neuer Absatz 4 angefügt:
- "4. Ein Hersteller kann für Fremdzündungsmotoren mit einer Leistung bis zu 19 kW für die Stufe II auf freiwilliger Basis das in Anhang XII dieser Richtlinie beschriebene alternative Typgenehmigungsverfahren anwenden."
- (3) Artikel 4 wird wie folgt geändert:
- (a) Absatz 2 wird wie folgt geändert:
 - (i) Im ersten Satz wird "Anhang VI" ersetzt durch "Anhang VII";
 - (ii) im zweiten Satz wird "Anhang VII" ersetzt durch "Anhang VIII";
 - (b) Absatz 4 wird wie folgt geändert:
 - (i) unter Punkt a) wird "Anhang VIII" ersetzt durch "Anhang IX";
 - (ii) unter Punkt b) wird "Anhang IX" ersetzt durch "Anhang X";
 - (c) In Absatz 5 wird "Anhang X" ersetzt durch "Anhang XI";
 - (d) folgender Absatz 6 wird angefügt:
- "6. Hat sich ein Hersteller für die Anwendung des in Anhang XII beschriebenen freiwilligen Typgenehmigungsverfahrens entschieden, so gelten abweichend von den Absätzen 1 bis 2 und Absatz 4 dieses Artikels die Abschnitte 8, 9 und 10 dieses Anhangs."
- (4) Dem Artikel 6 wird folgender Absatz 5 angefügt:
- "5. Hat sich ein Hersteller für die Anwendung des in Anhang XII beschriebenen freiwilligen Mittelwertbildungs- und Ansparverfahrens entschieden, so gilt abweichend von den Absätzen 3 und 4 dieses Artikels der Abschnitt 10 dieses Anhangs."
- (5) Dem Artikel 7 wird folgender Absatz 3 angefügt:
- "3. Typgenehmigungen, die gemäß der Richtlinie 88/77/EWG erteilt wurden und den Anforderungen der Stufen A, B1, B2 oder C gemäß Artikel 2 und Abschnitt 6.2.1 des Anhangs 1 der Richtlinie 1999/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates⁴

⁴ ABl. L 44 vom 16.2.2000, S.1.

genügen, sowie gegebenenfalls die entsprechenden Genehmigungszeichen, werden für die in Artikel 9 Absatz 3 vorgesehene Stufe II anerkannt."

- (6) In Artikel 8 erhält der erste Satz von Absatz 5 folgende Fassung:

"Bezüglich der Kontrolle der Identifizierungsnummern teilen der Hersteller oder seine in der Gemeinschaft niedergelassenen Beauftragten der zuständigen Genehmigungsbehörde auf Anforderung unverzüglich alle erforderlichen Informationen über seine/ihre Direktkäufer sowie die Identifizierungsnummern der Motoren mit, die als gemäß Artikel 6 Absatz 3 oder den entsprechenden Bestimmungen des Anhangs XII hergestellt gemeldet worden sind."

- (7) Artikel 9 wird wie folgt geändert:

(a) Die Überschrift "Zeitplan" wird ersetzt durch die Überschrift **"Zeitplan - Kompressionszündungsmotoren"**;

(b) Unter Punkt 1 wird "Anhang VI" ersetzt durch "Anhang VII";

(c) Punkt 2 wird wie folgt geändert:

(i) "Anhang VI" ersetzt durch "Anhang VII"

(ii) "Abschnitt 4.2.1 des Anhangs I" wird ersetzt durch "Abschnitt 4.1.2.1 des Anhangs I";

(d) Punkt 3 wird wie folgt geändert:

(i) "Anhang VI" wird ersetzt durch "Anhang VII";

(ii) "Abschnitt 4.2.3 des Anhangs I" wird ersetzt durch "Abschnitt 4.1.2.3 des Anhangs I";

(e) Unter Punkt 4 erster Absatz wird das Wort "neuer" gestrichen.

- (8) Folgender Artikel 9a wird eingefügt:

"Artikel 9a
Zeitplan - Fremdzündungsmotoren

1. UNTERTEILUNG IN KLASSEN

Für die Zwecke dieser Richtlinie werden Fremdzündungsmotoren in die folgenden Klassen unterteilt:

Hauptklasse S: Kleinere Motoren mit einer Nutzleistung von ≤ 19 kW

Die Hauptklasse S wird in zwei Kategorien unterteilt:

H: Motoren für handgehaltene Maschinen

N: Motoren für nicht handgehaltene Maschinen

Klasse/Kategorie	Hubraum (Kubikzentimeter)
Handgehaltene Motoren Klasse SH:1	< 20
Klasse SH:2	≥20 bis < 50
Klasse SH:3	≥50
Nicht handgehaltene Motoren Klasse SN:1	< 66
Klasse SN:2	≥66 < 100
Klasse SN:3	≥100 < 225
Klasse SN:4	≥225

2. ERTEILUNG DER TYPGENEHMIGUNGEN

Ab dem TT/MM/JJ dürfen die Mitgliedstaaten weder die Typgenehmigung für einen Motortyp oder eine Motorfamilie oder die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang VI verweigern noch im Zusammenhang mit der Typgenehmigung weitere der Bekämpfung der luftverunreinigenden Emissionen dienende Anforderungen an mobile Maschinen und Geräte, in die ein Motor eingebaut ist, vorschreiben, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie in Bezug auf die Abgasemissionen erfüllt.

3. TYPGENEHMIGUNGEN STUFE I

Ab dem Datum, das (18) Monate nach dem Datum des Inkrafttretens dieser Richtlinie liegt, verweigern die Mitgliedstaaten die Erteilung der Typgenehmigung für einen Motortyp oder eine Motorfamilie und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang (VI) sowie die Erteilung anderer Typgenehmigungen für mobile Maschinen und Geräte, in die ein Motor eingebaut ist, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Absatz 4.2.2.1 nicht einhalten.

4. TYPGENEHMIGUNGEN STUFE II

Die Mitgliedstaaten verweigern

ab dem 1. August 2004 für die Motorklassen SN:1 und SN:2

ab dem 1. August 2006 für die Motorklasse SN:4

ab dem 1. August 2008 für die Motorklassen SH:1, SH 2 und SN:3

ab dem 1. August 2010 für die Motorklasse SH:3

die Erteilung der Typgenehmigung für einen Motortyp oder eine Motorfamilie und die Ausstellung des Dokuments gemäß Anhang (VI) sowie die Erteilung anderer Typgenehmigungen für mobile Maschinen und Geräte, in die ein Motor eingebaut ist, wenn der Motor die Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllt und seine Abgasemissionen die Grenzwerte der Tabelle in Anhang I Abschnitt 4.2.2.2 nicht einhalten.

5. INVERKEHRBRINGEN:

MOTORHERSTELLUNGSDATEN

Mit Ausnahme von Maschinen und Motoren, die für die Ausfuhr in Drittländer bestimmt sind, erlauben die Mitgliedstaaten sechs Monate nach den in den Absätzen 3 und 4 für die jeweilige Motorkategorie festgelegten Daten das Inverkehrbringen von in die Maschinen bereits eingebauten oder nicht eingebauten Motoren nur, wenn sie die Anforderungen dieser Richtlinie erfüllen.

Bei Motoren, deren Herstellungsdatum vor den in den Absätzen 3 und 4 aufgeführten Terminen liegt, können die Mitgliedstaaten jedoch bei jeder Kategorie den Zeitpunkt für die Erfüllung der vorgenannten Anforderungen um zwei Jahre verschieben."

(9) Artikel 10 wird wie folgt geändert:

(a) Absatz 1 erhält folgende Fassung:

"1. Die Bestimmungen 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."

(b) Der folgende Absatz 1a wird angefügt:

"1a. Ein Austauschmotor muss den Grenzwerten entsprechen, die von dem zu ersetzenden Motor beim ersten Inverkehrbringen einzuhalten waren."

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

(c) Die folgenden Absätze 3 und 4 werden angefügt:

"3. Die Anforderungen von Artikel 9a Absatz 4 werden für Motorenhersteller kleiner Serien um drei Jahre ausgesetzt.

4. Die Anforderungen von Artikel 9a Absatz 4 werden für Hersteller von Motorfamilien kleiner Serien für die Klasse oder die Klassen, deren Jahresproduktion nachweislich weniger als 5000 Einheiten beträgt, durch die entsprechenden Anforderungen der Stufe I ersetzt."

(10) Artikel 14 und 15 erhalten folgende Fassung:

"Artikel 14

Anpassung an den technischen Fortschritt

Änderungen zur Anpassung der Anhänge dieser Richtlinie an den technischen Fortschritt mit Ausnahme der Anforderungen in Anhang I Abschnitt 1, Abschnitte 2.1 bis 2.8 und Abschnitt

4 werden von der Kommission nach dem in Artikel 15 Absatz 2 beschriebenen Verfahren erlassen.

Artikel 15

Ausschuss

1. Die Kommission wird von dem durch Artikel 13 der Richtlinie 70/156/EWG des Rates⁵ eingesetzten Ausschuss unterstützt, der sich aus Vertretern der Mitgliedstaaten zusammensetzt und in dem der Vertreter der Kommission den Vorsitz führt.
 2. Wird auf diesen Artikel Bezug genommen, so findet im Einklang mit Artikel 7 [und Artikel 8 BEI MITENTSCHEIDUNGSVERFAHREN] das in Artikel 5 des Beschlusses 1999/486/EG des Rates⁶ festgelegte Regelungsverfahren Anwendung.
 3. Die in Artikel 5 Absatz 6 des Beschlusses 1999/468/EG vorgesehene Frist beträgt 3 Monate."
- (11) Folgendes Verzeichnis der Anhänge wird eingefügt:

"Verzeichnis der Anhänge

ANHANG I: ANWENDUNGSBEREICH, BEGRIFFSBESTIMMUNGEN ...

ANHANG II: BESCHREIBUNGSBOGEN

Anlage 1: Wesentliche Merkmale des Stamm-Motors

Anlage 2: Wesentliche Merkmale der Motorfamilie

Anlage 3: Wesentliche Merkmale der Motortypen in der Motorfamilie

ANHANG III: PRÜFVERFAHREN – KOMPRESSIÖNSZÜNDUNGSMOTOREN

Anlage 1: Mess- und Probenahmeverfahren

Anlage 2: Kalibrierung der Analysegeräte

Anlage 3: Auswertung der Messwerte und Berechnungen

ANHANG IV: PRÜFVERFAHREN – FREMDZÜNDUNGSMOTOREN

Anlage 1: Mess- und Probenahmeverfahren

Anlage 2: Kalibrierung der Analysegeräte

Anlage 3: Auswertung der Messwerte und Berechnungen

⁵ ABl. L 42 vom 23.2.1970, S. 1.

⁶ ABl. L 184 vom 17.7.1999, S. 23.

Anlage 4: Verschlechterungsfaktoren

ANHANG V: TECHNISCHE MERKMALE DES BEZUGSKRAFTSTOFFS

ANHANG VI: ANALYSE- UND PROBENAHMESYSTEM

ANHANG VII: TYPGENEHMIGUNGSBOGEN

Anlage 1: Prüfergebnisse für Kompressionszündungsmotoren

Anlage 2: Prüfergebnisse für Fremdzündungsmotoren

Anlage 3: Ausrüstungen und Hilfseinrichtungen für die Prüfung zur Bestimmung der Motorleistung

ANHANG VIII: NUMERIERUNGSSCHEMA FÜR GENEHMIGUNGSBÖGEN

ANHANG IX: AUFSTELLUNG ERTEILTER TYPGENEHMIGUNGEN FÜR DEN MOTOR/DIE MOTORFAMILIE

ANHANG X: AUFSTELLUNG DER HERGESTELLTEN MOTOREN

ANHANG XI: DATENBLATT FÜR MOTOREN MIT TYPGENEHMIGUNG

ANHANG XII: MITTELWERTBILDUNGS- UND ANSPARVERFAHREN VON EMISSIONSRECHTEN AUF FREIWILLIGER BASIS"

(12) Die Anhänge werden entsprechend dem Anhang dieser Richtlinie geändert.

Artikel 2

1. Die Mitgliedstaaten setzen die Rechts- und Verwaltungsvorschriften in Kraft, die erforderlich sind, um dieser Richtlinie spätestens ab dem TT/MM/JJ nachzukommen. Sie setzen die Kommission unverzüglich davon in Kenntnis.

Wenn die Mitgliedstaaten derartige 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 sei auf dem unter diese Richtlinie fallenden Gebiet erlassen.

Artikel 3

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

Artikel 4

Diese Richtlinie ist an die Mitgliedstaaten gerichtet.

Geschehen zu Brüssel, den [...]

<i>Im Namen des Europäischen Parlaments</i>	<i>Im Namen des Rates</i>
<i>Die Präsidentin</i>	<i>Der Präsident</i>

ANHANG

1. Anhang I wird wie folgt geändert:

(a) Der erste Satz des Abschnitts 1 "ANWENDUNGSBEREICH" erhält folgende Fassung:

" 1. Diese Richtlinie gilt für Motoren zum Einbau in mobile Maschinen und Geräte und für Hilfsmotoren, die in für den Personen- oder Güterverkehr auf der Straße bestimmte Fahrzeuge eingebaut sind."

(b) In Absatz 1A erhält der erste Satz 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 entweder

(a) mit einem Kompressionszündungsmotor ausgestattet sein, dessen Nutzleistung gemäß Abschnitt 2.4 über 18 kW, jedoch nicht mehr als 560 kW beträgt ⁽⁴⁾ und der nicht mit einer einzigen konstanten Drehzahl, sondern mit unterschiedlichen Drehzahlen betrieben wird;

Maschinen und Geräte

(bleibt unverändert)

-

- Mobilkrane

oder

(b) mit einem Kompressionszündungsmotor für Bewässerungspumpen oder Stromerzeugungsaggregate mit Stoßbeanspruchung ausgestattet sein;

zu den Maschinen, deren Motoren unter diese Begriffsbestimmung fallen, gehören (jedoch nicht ausschließlich):

– Gasverdichter

– Stromerzeugungsaggregate mit Stoßbeanspruchung einschließlich Gefrieranlagen, Schweißaggregate

– Bewässerungspumpen

– Geräte zur Rasenpflege, Zerkleinerer, Schneefräsen, Kehrmaschinen

oder

(c) mit einem benzinbetriebenen Fremdzündungsmotor mit einer Nutzleistung im Sinne von Abschnitt 2.4 bis zu 19 kW ausgestattet sein.

Zu den Maschinen, deren Motoren unter diese Begriffsbestimmung fallen, gehören (jedoch nicht ausschließlich):

- Rasenmäher
- Motorkettensägen
- Generatoren
- Wasserpumpen
- Freischneider

Die Richtlinie gilt nicht für die folgenden Anwendungen:

B. Schiffe

C. Lokomotiven

D. Flugzeuge

E. Sportfahrzeuge

F. Stromerzeugungsaggregate mit Kompressionszündungsmotoren für die Stufe I und für die Stufe II bis zum 31. Dezember 2006."

(c) Abschnitt 2 wird wie folgt geändert:

- Der Fußnote 2 in Abschnitt 2.4 ist anzufügen:

"Dies gilt jedoch nicht für Motoren, bei denen eine solche Hilfseinrichtung ein integraler Teil des Motors ist (siehe Anlage 3 des Anhangs VII)."

- Dem Abschnitt 2.8 wird folgender neuer Spiegelstrich angefügt:

- "Bei Motoren, die nach dem Zyklus G1 zu prüfen sind, entspricht die Zwischen-drehzahl 85% der maximalen Nenndrehzahl (siehe Absatz 3.5.1.2 des Anhangs IV)."

- Die folgenden neuen Abschnitte werden angefügt:

"2.9. *Einstellbarer Parameter* einstellbare(s) Einrichtung, System oder Konstruktionsteil, das (die) die Emission oder die Motorleistung während der Emissionsprüfung oder dem normalen Betrieb beeinträchtigen kann;

2.10. *Nachbehandlung* der Durchfluss von Abgasen durch die Einrichtung oder das System, die (das) dazu dient, die Gase vor der Freisetzung in die Atmosphäre chemisch oder physikalisch zu verändern;

2.11. *Fremdzündungsmotor* ein nach dem Fremdzündungsprinzip funktionierender Motor;

2.12. *Hilfs-Emissionsminderungseinrichtung* eine Einrichtung, die die Betriebsparameter des Motors abtastet, um den Betrieb aller Teile des Emissionsminderungssystems entsprechend zu steuern;

2.13. *Emissionsminderungseinrichtung* eine Einrichtung, ein System oder ein Konstruktionsteil zur Überwachung oder Verminderung der Emissionen;

2.14. *Kraftstoffanlage* alle an der Dosierung und Mischung des Kraftstoffs beteiligten Bauteile;

2.15. *Hilfsmotor* ein in oder an einem Kraftfahrzeug eingebauter Motor, der nicht zum Antrieb des Fahrzeug dient."

- Abschnitt 2.9 wird Abschnitt 2.16 und die bisherigen Abschnitte 2.9.1 bis 2.9.3 werden die Abschnitte 2.16.1 bis 2.16.3.

d) Abschnitt 3.1 wird wie folgt geändert:

- Abschnitt 3.1 erhält folgende Fassung:

"3.1 Gemäß dieser Richtlinie genehmigte Kompressionszündungsmotoren müssen folgende Angaben tragen:"

- Abschnitt 3.1.3 wird wie folgt geändert:

Anhang VII wird ersetzt durch Anhang VIII.

- Ein neuer Abschnitt 3.2 mit folgendem Wortlaut wird eingefügt:

"3.2 Gemäß dieser Richtlinie genehmigte Fremdzündungsmotoren müssen folgende Angaben tragen:

3.2.1 Handelsmarke oder Handelsname des Herstellers des Motors

3.2.2 die Nummer der EG-Typgenehmigung nach Anhang VIII

3.2.3 die Typgenehmigungsnummer des Systems zur Mittelwertbildung, falls der Motor in ein System zur Ermittlung der durchschnittlichen Emissionswerte gemäß Anhang XII einbezogen wurde."

- Die Abschnitte 3.2 bis 3.6 werden Abschnitte 3.3 bis 3.7

Abschnitt 3.7 wird wie folgt geändert: Anhang VI wird ersetzt durch Anhang VII.

(e) Abschnitt 4 wird wie folgt geändert:

- Die folgende neue Überschrift wird eingefügt: "4.1 Kompressionszündungsmotoren"

- Abschnitt 4.1 wird Abschnitt 4.1.1;

- Abschnitt 4.2 wird Abschnitt 4.1.2 und wird wie folgt geändert: Anhang V wird ersetzt durch Anhang VI.

- Abschnitt 4.2.1 wird Abschnitt 4.1.2.1; Abschnitt 4.2.2 wird Abschnitt 4.1.2.2 und die Bezugnahme auf Abschnitt 4.2.1 wird ersetzt durch die Bezugnahme auf Abschnitt 4.1.2.1; die Abschnitte 4.2.3 und 4.2.4 werden Abschnitte 4.1.2.3 und 4.1.2.4.

(f) Der folgende neue Abschnitt wird eingefügt:

"4.2 Fremdzündungsmotoren

4.2.1. Allgemeines

Die Bauteile, die einen Einfluss auf die Emission gasförmiger Schadstoffe haben können, müssen so entworfen, gebaut und angebracht sein, dass der Motor unter normalen Betriebsbedingungen trotz der Schwingungen, denen er ausgesetzt ist, den Vorschriften dieser Richtlinie genügt.

Der Hersteller muss technische Vorkehrungen treffen, um die wirksame Begrenzung der genannten Emissionen gemäß dieser Richtlinie während der üblichen Nutzungsdauer des Motors und unter normalen Betriebsbedingungen im Sinne von Anhang IV Anlage 4 zu gewährleisten.

4.2.2 Vorschriften hinsichtlich der Schadstoffemissionen

Die Emission gasförmiger Schadstoffe aus dem zur Prüfung vorgeführten Motor muss nach dem in Anhang VI beschriebenen Verfahren (unter Einbeziehung eventueller Nachbehandlungseinrichtungen) gemessen werden.

Andere Systeme oder Analysatoren können zugelassen werden, wenn mit ihnen gegenüber den folgenden Bezugssystemen gleichwertige Ergebnisse erzielt werden:

- bei Messung gasförmiger Emissionen im Rohabgas das in Anhang VI Abbildung 2 dargestellte System,
- bei Messung gasförmiger Emissionen im verdünnten Abgas des Vollstrom-Verdünnungsverfahrens das in Anhang VI Abbildung 3 dargestellte System.

4.2.2.1 Die für Stufe I ermittelten Emissionen von Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffen, Stickstoffoxiden sowie die Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide dürfen die in der nachstehenden Tabelle angegebenen Werte nicht übersteigen:

Stufe I

Klasse	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Kohlenwasserstoffe (HC) (g/kWh)	Stickstoffoxide (NO _x) (g/kWh)	Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide (g/kWh)
				HC+NO _x
SH:1	805	295	5,36	
SH:2	805	241	5,36	
SH:3	603	161	5,36	
SN:1	519			50
SN:2	519			40
SN:3	519			16,1
SN:4	519			13,4

4.2.2.2 Die für die Stufe II ermittelten Emissionen von Kohlenmonoxid und der Summe der Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide dürfen die in nachstehender Tabelle angegebenen Werte nicht übersteigen:

Stufe II

Klasse	Kohlenmonoxid (CO) (g/kWh)	Summe der Kohlenwasser- stoffe und Stickstoffoxide (g/kWh)
		HC+NO _x
SH:1	805	50
SH:2	805	50
SH:3	603	72
SN:1	610	50,0
SN:2	610	40,0
SN:3	610	16,1
SN:4	610	12,1

Die NO_x-Emissionen dürfen bei allen Motorklassen 10 g/kWh nicht übersteigen.

4.2.2.3 Ungeachtet der Definition für "handgehaltener Motor" in Artikel 2 dieses Anhangs dürfen Zwei-Takt-Motoren zum Antrieb von Schneeschleudern die Standards für SH:1, SH:2 oder SH:3 einhalten."

(g) Die Abschnitte 6.3 bis 6.9 folgende Fassung:

"6.3 Hubraum des einzelnen Zylinders, zwischen 85% und 100 % des größten Hubraums innerhalb der Motorfamilie.

6.4 Art der Luftansaugung

6.5 Kraftstofftyp

– Diesel

– Benzin

6.6 Typ/Beschaffenheit des Brennraums

6.7 Ventile und Kanäle – Anordnung, Größe und Anzahl

6.8 Kraftstoffanlage

für Diesel

– Pump-line-Einspritzung

– Reiheneinspritzpumpe

– Verteilereinspritzpumpe

– Einzeleinspritzung

– Pumpe-Düse-System

für Benzin

- Vergaser
- Indirekte Einspritzung
- Direkteinspritzung

6.9 Verschiedene Merkmale

- Abgasrückführung
- Wassereinspritzung/Emulsion
- Lufteinblasung
- Ladeluftkühlung
- Art der Zündung (Selbstzündung, Fremdzündung)

6.10 Abgasnachbehandlung"

2. Anhang II wird wie folgt geändert:

(a) In der Anlage 2 wird der Text in der Tabelle wie folgt geändert:

"Fördermenge je Hub (mm^3)" in den Zeilen 3 und 6 erhält folgende Fassung:

"Fördermenge je Hub (mm^3) für Dieselmotoren,

Kraftstoffdurchfluss (g/h) für Benzinmotoren."

b) Anlage 3 wird wie folgt geändert:

- Die Überschrift des Abschnitts 3 erhält folgende Fassung: "KRAFTSTOFF-SYSTEM FÜR DIESELMOTOREN"

- Die folgenden neuen Abschnitte werden eingefügt:

"4. KRAFTSTOFFSYSTEM FÜR BENZINMOTOREN4.1 Vergaser4.1.1 Marke(n):...4.1.2 Typ(en):.....4.2 Indirekte Einspritzung: Ein-Punkt oder Mehrpunkt4.2.1 Marke(n):...4.2.2 Typ(en):...4.3 Direkteinspritzung

4.3.1 Marke(n):...

4.3.2 Typ(en):...

4.4 Kraftstoffdurchfluss [g/h] und Luft-/Kraftstoff-Verhältnis bei Nenndrehzahl und weit geöffneter Drosselklappe"

- Abschnitt 4 wird Abschnitt 5 und wird wie folgt geändert:

"5.3 Variable Ventileinstellung (sofern anwendbar und wo: Einlass und/oder Abgas)

5.3.1 Typ: Kontinuierlich oder ein/aus

5.3.2 Nockenverstellwinkel"

- Folgender neuer Abschnitt wird angefügt:

"6. SCHLITZANORDNUNG

6.1 Lage, Größe und Anzahl"

- Ein neuer Abschnitt mit folgendem Wortlaut wird angefügt:

"7. ZÜNDANLAGE

7.1 Zündspule

7.1.1 Marke(n):...

7.1.2 Typ(en):...

7.1.3 Anzahl:

7.2 Zündkerze(n)

7.2.1 Marke(n):...

7.2.2 Typ(en):...

7.3 Magnetzündung

7.3.1 Marke(n)...

7.3.2 Typ(en)...

7.4 Zündeneinstellung

7.4.1 Zündzeitpunkt vor OT °KW

7.4.2 Zündverstellkurve, sofern vorhanden:..."

3. Anhang III wird wie folgt geändert:

(a) Die Überschrift erhält folgende Fassung:

"PRÜFVERFAHREN FÜR KOMPRESSIONSZÜNDUNGSMOTOREN"

(b) Abschnitt 2.7 wird wie folgt geändert:

Anhang VI wird ersetzt durch Anhang VII, und Anhang IV wird ersetzt durch Anhang V;

(c) Abschnitt 3.6 wird wie folgt geändert:

Die Abschnitte 3.6.1 und 3.6.1.1 werden wie folgt geändert:

"3.6.1 Prüfzyklus für Maschinen und Geräte nach Anhang I Abschnitt 1:

3.6.1.1 Die Prüfung des Prüfmotors auf dem Leistungsprüfstand gemäß der Vorschrift A für Maschinen ist nach dem folgenden 8-Phasen-Zyklus⁽⁷⁾ durchzuführen:"

- Ein neuer Abschnitt 3.6.1.2 mit folgendem Wortlaut wird eingefügt:

"3.6.1.2 Die Prüfung des Prüfmotors auf dem Leistungsprüfstand gemäß der Vorschrift B für Maschinen ist nach dem folgenden 5-Phasen-Zyklus⁽⁸⁾ durchzuführen:

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

Die Lastzahlen sind Prozentwerte des Drehmoments entsprechend der Grundleistungsangabe, die definiert wird als während einer Folge mit variabler Leistung verfügbare maximale Leistung, die für eine unbegrenzte Anzahl von Stunden pro Jahr gefahren werden kann, und zwar zwischen angegebenen Wartungsintervallen und unter den angegebenen Umweltbedingungen, wenn die Wartung wie vom Hersteller vorgeschrieben durchgeführt wird.⁽⁹⁾"

- Abschnitt 3.6.3 erhält folgende Fassung:

"3.6.3. Prüffolge

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 "

(d) Anlage 1 Abschnitt 1 wird wie folgt geändert:

In den Abschnitten 1 und 1.4.3 wird Anhang V ersetzt durch Anhang VI.

⁷ Identisch mit dem Zyklus C1 des Entwurfs der ISO-Norm 8178-4.

⁸ Identisch mit dem Zyklus D2 der ISO-Norm 8168-4: 1996(E).

⁹ Zur Veranschaulichung der Definition der Grundleistung siehe Abbildung 2 der ISO-Norm 8528-1: 1993(E).

4. Der folgende neue Anhang wird angefügt:

"ANHANG IV**PRÜFVERFAHREN FÜR FREMDZÜNDUNGSMOTOREN****1. EINLEITUNG**

- 1.1. In diesem Anhang ist das Verfahren zur Bestimmung der Emission gasförmiger Schadstoffe aus den zu prüfenden Motoren beschrieben.
- 1.2. Die Prüfung ist an einem Motor vorzunehmen, der auf dem Prüfstand mit einem Dynamometer verbunden ist.

2. PRÜFBEDINGUNGEN**2.1. Prüfbedingungen des Motors**

Die absolute Temperatur T_a (Kel) der Verbrennungsluft am Einlass des Motors und der trockene atmosphärische Druck p_s (in kPa) sind zu messen, und die Kennzahl f_a ist nach folgender Formel zu berechnen:

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

2.1.1. Gültigkeit der Prüfung

Eine Prüfung ist dann als gültig anzusehen, wenn die Kennzahl f_a :

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

2.1.2. Motoren mit Ladeluftkühlung

Die Temperatur des Kühlmittels und die Temperatur der Ladeluft sind zu protokollieren.

2.2. Ansaugsystem des Motors

Der zu prüfende Motor muss mit einem Ansaugsystem versehen sein, dessen Lufteinlasswiderstand innerhalb von 10 % der vom Hersteller angegebenen Obergrenze für einen sauberen Luftfilter bei dem Betriebszustand des Motors liegt, bei dem sich nach Angaben des Herstellers der größte Luftdurchsatz bei der jeweiligen Motoranwendung ergibt.

Für kleine Fremdzündungsmotoren (Hubraum $< 1000 \text{ cm}^3$) ist ein System zu verwenden, das für den installierten Motor repräsentativ ist.

2.3. Motorauspuffanlage

Der zu prüfende Motor muss mit einer Auspuffanlage versehen sein, deren Abgasgegendruck innerhalb von 10 % der vom Hersteller angegebenen Obergrenze bei den Motorbetriebsbedingungen liegt, die zur angegebenen Höchstleistung bei der jeweiligen Motoranwendung führen.

Für kleine Fremdzündungsmotoren (Hubraum $<1000 \text{ cm}^3$) ist ein System zu verwenden, das für den installierten Motor repräsentativ ist.

2.4. Kühlsystem

Es ist ein Motorkühlsystem mit einer Leistungsfähigkeit zu verwenden, die es ermöglicht, die vom Hersteller vorgegebenen üblichen Betriebstemperaturen des Motors aufrechtzuerhalten. Diese Bestimmung gilt für Einheiten, die zur Messung der Leistung abgebaut werden müssen, z. B. für ein Gebläse, bei dem der Lüfter demontiert werden muss, damit die Kurbelwelle zugänglich ist.

2.5. Schmieröl

Es ist das Schmieröl zu verwenden, das den Angaben des Herstellers für einen bestimmten Motor und für den Einsatzzweck entspricht. Die Hersteller müssen Motorschmiermittel verwenden, die für handelsübliche Motorschmiermittel repräsentativ sind.

Die Kenndaten des zur Prüfung verwendeten Schmieröls sind in Anhang VII Anlage 2 für Fremdzündungsmotoren Abschnitt 1.2 zu protokollieren und zusammen mit den Prüfergebnissen vorzulegen.

2.6. Verstellbare Vergaser

Für Motoren mit begrenzt verstellbaren Vergasern ist die Motorprüfung bei beiden Extrem-einstellungen vorzunehmen.

2.7. Prüfkraftstoff

Als Kraftstoff ist der in Anhang V spezifizierte Bezugskraftstoff zu verwenden.

Die Oktanzahl und die Dichte des für die Prüfung verwendeten Bezugskraftstoffs sind in Anhang VII Anlage 2 für Fremdzündungsmotoren Abschnitt 1.1.1 zu protokollieren.

Bei Zweitaktmotoren muss das Kraftstoff-Öl-Mischverhältnis der Empfehlung des Herstellers entsprechen. Der Ölanteil im den Zweitaktmotoren zugeführten Kraftstoff-Schmiermittel-Gemisch und die sich daraus ergebende Kraftstoffdichte sind in Anhang VII Anlage 2 für Fremdzündungsmotoren Abschnitt 1.1.4 zu protokollieren.

2.8. Bestimmung der Einstellungen des Leistungsprüfstands

Grundlage der Emissionsmessung ist die nichtkorrigierte Bremsleistung. Bestimmte Hilfseinrichtungen, die nur für den Betrieb der Maschine erforderlich und möglicherweise am Motor angebracht sind, sind zur Prüfung zu entfernen. Wurden Hilfseinrichtungen nicht entfernt, ist zur Berechnung der Einstellungen des Leistungsprüfstands die von diesen Einrichtungen aufgenommene Leistung zu bestimmen; ausgenommen sind Motoren, bei denen derartige Hilfseinrichtungen einen integralen Bestandteil des Motors bilden (z. B. Kühlgebläse bei luftgekühlten Motoren).

Der Lufteinlasswiderstand und der Abgasgegendruck sind bei Motoren, bei denen eine Einstellung möglich ist, entsprechend den Abschnitten 2.2 und 2.3 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:

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

Darin bedeuten:

S Einstellwert des Leistungsprüfstands [kW]

P_M beobachtete oder angegebene Höchstleistung bei Prüfdrehzahl unter den Prüfbedingungen (siehe Anlage 2 des Anhangs VII) [kW]

P_{AE} angegebene Gesamtleistung, die von einer für die Prüfung angebrachten und nicht in Anhang VII Anlage 3 vorgeschriebenen Hilfseinrichtung aufgenommen wurde [kW]

L für die Prüfphase vorgeschriebene Teildrehzahl.

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.

3. DURCHFÜHRUNG DER PRÜFUNG

3.1. Anbringung der Messgeräte

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

3.2. Innbetriebnahme des Verdünnungssystems und des Motors

Das Verdünnungssystem ist zu starten und der Motor anzulassen und warmzufahren, bis alle Temperaturen und Drücke bei Vollast und Nenndrehzahl stabil sind (Abschnitt 3.5.2).

3.3. Einstellung des Verdünnungsverhältnisses

Das Gesamtverdünnungsverhältnis darf nicht weniger als vier betragen.

Bei CO₂- oder NO_x-konzentrationsgeregelten Systemen ist der CO₂- bzw. NO_x-Gehalt der Verdünnungsluft zu Beginn und Ende jeder Prüfung zu messen. Die vor der Prüfung gemessene CO₂- bzw. NO_x-Hintergrundkonzentration der Verdünnungsluft darf von der nach der Prüfung gemessenen Konzentration um höchstens 100 ppm bzw. 5 ppm abweichen.

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

3.4. Überprüfung der Analysegeräte

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

3.5. Prüfzyklus

3.5.1. Vorschrift c) für Maschinen und Geräte nach Anhang 1 Abschnitt 1.

Die Prüfung des Motors auf dem Leistungsprüfstand ist nach folgenden Zyklen je nach Art der Maschinen und Geräte durchzuführen:

Zyklus D¹⁰: Stromerzeugungsaggregate mit veränderlicher Last;

Zyklus G1: nicht-handgehaltene Zwischendrehzahlanwendungen;

Zyklus G2: nicht-handgehaltene Nenndrehzahlanwendungen;

Zyklus G3: handgehaltene Nenndrehzahlanwendungen.

3.5.1.1. Prüfphasen und Wichtungsfaktoren

Zyklus D										
Prüfphase	1	2	3	4	5					
Motor-drehzahl	Nenndrehzahl					Zwischendrehzahl				Untere Leerlauf-drehzahl
Last ¹¹ %	100	75	50	25	10					
Wichtungs-faktor	0,05	0,25	0,3	0,3	0,1					

¹⁰ Identisch mit dem Zyklus D2 der Norm ISO 8168-4: 1996(E).

¹¹ Die Lastzahlen sind Prozentwerte des Drehmoments entsprechend der Grundleistungsangabe, die definiert wird als während einer Folge mit variabler Leistung verfügbare maximale Leistung, die für eine unbegrenzte Anzahl von Stunden pro Jahr gefahren werden kann, und zwar zwischen angegebenen Wartungsintervallen und unter den angegebenen Umweltbedingungen, wenn die Wartung wie vom Hersteller vorgeschrieben durchgeführt wird. Eine bessere Veranschaulichung der Grundleistung vermittelt Bild 2 der Norm ISO 8528-1: 1993(E).

Zyklus G1											
Prüfphase						1	2	3	4	5	6
Motor- drehzahl	Nenndrehzahl					Zwischendrehzahl					Untere Leerlauf- drehzahl
Last %						100	75	50	25	10	0
Wichtungs- faktor						0,09	0,2	0,29	0,3	0,07	0,05

Zyklus G2											
Prüfphase	1	2	3	4	5						6
Motor-drehzahl	Nenndrehzahl					Zwischendrehzahl					Untere Leerlauf- drehzahl
Last %	100	75	50	25	10						0
Wichtungs-faktor	0,09	0,2	0,29	0,3	0,07						0,05

Zyklus G3											
Prüfphase	1										2
Motor-drehzahl	Nenndrehzahl				Zwischendrehzahl					Untere Leerlauf- drehzahl	
Last %	100										0
Wichtungs-faktor	0,85*										0,15*

* Für Phase 4 ist die Anwendung von 0,90 und 0,10 anstelle von 0,85 bzw. 0,15 zulässig.

3.5.1.2. Definitionen

Die Dauer der Prüfphase ist die Zeit zwischen dem Verlassen der Drehzahl und/oder des Drehmoments der vorherigen Prüfphase oder der Anpassungsphase und dem Beginn der folgenden Prüfphase. Eingeschlossen ist die Zeit, in der Drehzahl und/oder Drehmoment verändert werden, sowie die Stabilisierung zu Beginn jeder Prüfphase.

Die Nenndrehzahl ist die Motordrehzahl, bei der nach Angaben des Herstellers die Nennleistung erbracht wird.

Die Zwischendrehzahl entspricht 85 % der maximalen Nenndrehzahl für Motoren, die im Prüfzyklus G1 geprüft werden sollen.

3.5.1.3. Auswahl eines geeigneten Prüfzyklus

Ist der Hauptverwendungszweck eines Motormodells bekannt, kann der Prüfzyklus auf der Basis der Beispiele in Abschnitt 3.5.1.4. gewählt werden. Ist der Hauptverwendungszweck ungewiss, ist der geeignete Prüfzyklus ausgehend von der Motorspezifikation auszuwählen.

3.5.1.4. Beispiele (Aufzählung nicht vollständig):

Typische Beispiele sind für:

Zyklus D:

Stromerzeugungsaggregate mit veränderlicher Last, einschließlich Stromerzeugungsaggregate auf Schiffen und in Zügen (nicht für den Antrieb), Kühlaggregate, Schweißaggregate;

Gasverdichter.

Zyklus G1:

Aufsitzmäher mit Front- oder Heckmotor;

Golfwagen;

Rasenkehrmaschinen;

Handgeführte Rasenmäher;

Schneeräumgerät;

Müllabwurfanlagen.

Zyklus G2:

Tragbare Generatoren, Pumpen, Schweißgeräte und Luftverdichter;

auch Rasen- und Gartengeräte, die bei Motornenn Drehzahl betrieben werden.

Zyklus G3:

Gebälse;

Kettensägen;

Heckenschneider;

Tragbare Sägemaschinen,

Krümelgeräte;

Farbspritzpistolen;

Rasentrimmer;

Sauggeräte.

3.5.2. Konditionierung des Motors

Der Motor und das System sind bei Höchstdrehzahl und maximalem Drehmoment warmzufahren, um die Motorkennwerte entsprechend den Empfehlungen des Herstellers zu stabilisieren.

Anmerkung: Mit dieser Konditionierungszeit soll zudem der Einfluss von Ablagerungen in der Auspuffanlage, die aus einer früheren Prüfung stammen, verhindert werden. Ferner ist zwischen den Prüfphasen eine Stabilisierungsperiode vorgeschrieben, die der weitestgehenden Ausschaltung einer gegenseitigen Beeinflussung bei den einzelnen Prüfphasen dient.

3.5.3. Prüffolge

Die Prüfzyklen G1, G2 or G3 sind in aufsteigender Reihenfolge der Prüfphasennummer des betreffenden Zyklus durchzuführen. Werden nur Abgasemissionen gemessen, beträgt die Probenahmezeit in jeder Prüfphase mindestens 180 s. Die Konzentrationswerte der gasförmigen Emissionen sind für die letzten 120 s der jeweiligen Probenahmezeit zu messen und zu protokollieren. Für jeden Messpunkt muss die Dauer der Prüfphase lang genug sein, damit die Wärmestabilität des Motors vor Beginn der Probenahme erreicht wird. Die Dauer der Prüfphasen ist zu protokollieren und anzugeben.

a) Für Motoren, die mit der Prüfanordnung Dynamometer-Drehzahlregelung geprüft werden:

Nach der einleitenden Übergangsperiode muss bei jeder Phase des 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.

b) Für Motoren, die mit der Prüfanordnung Dynamometer-Lastregelung geprüft werden:

Nach der einleitenden Übergangsperiode muss bei jeder Phase des Prüfzyklus die vorgeschriebene Drehzahl innerhalb des höheren Wertes von entweder $\pm 2\%$ der Nenndrehzahl oder $\pm 3 \text{ min}^{-1}$, auf jeden Fall aber innerhalb von $\pm 5\%$ gehalten werden; dies gilt nicht für die untere Leerlaufdrehzahl, bei der die vom Hersteller angegebenen Toleranzen einzuhalten sind.

Bei Phasen des Prüfzyklus, in denen das vorgeschriebene Drehmoment 50 % oder mehr des maximalen Drehmoments bei der Prüfdrehzahl beträgt, muss das angegebene mittlere Drehmoment im Datenerfassungszeitraum innerhalb von $\pm 5\%$ des vorgeschriebenen Drehmoments gehalten werden. Bei Phasen des Prüfzyklus, in denen das vorgeschriebene Drehmoment weniger als 50 % des maximalen Drehmoments bei der Prüfdrehzahl beträgt, muss das angegebene durchschnittliche Drehmoment im Datenerfassungszeitraum innerhalb des höheren Wertes von $\pm 10\%$ des vorgeschriebenen Drehmoments oder $\pm 0,27 \text{ Nm}$ gehalten werden.

3.5.4. Ansprechverhalten der Analysegeräte

Das Ausgangssignal der Analysatoren ist auf einem Bandschreiber aufzuzeichnen oder mit einem gleichwertigen Datenerfassungssystem zu messen, wobei das Abgas mindestens während der letzten drei Minuten jeder Prüfphase durch die Analysatoren strömen muss. Wird für die Messung des verdünnten CO und CO₂ ein Probenahmebeutel verwendet (siehe Anlage 1 Abschnitt 1.4.4), so ist die Probe während der letzten drei Minuten jeder Prüfphase in den Beutel zu leiten, und die Beutelprobe ist zu analysieren und zu protokollieren.

3.5.5. Motorbedingungen

Motordrehzahl und Last, Ansauglufttemperatur und Kraftstoffdurchsatz sind bei jeder Prüfphase nach der Stabilisierung des Motors zu messen. Alle zusätzlich für die Berechnung erforderlichen Daten sind aufzuzeichnen (siehe Anlage 3 Abschnitte 1.1 und 1.2).

3.6. Erneute Überprüfung der Analysegeräte

Nach der Emissionsprüfung werden ein Nullgas und dasselbe Kalibriergas zur erneuten Überprüfung verwendet. Die Prüfung ist als gültig anzusehen, wenn die Differenz zwischen den beiden Messergebnissen weniger als 2 % beträgt.

Anlage 1

1. MESS- UND PROBENAHMEVERFAHREN

Die gasförmigen Bestandteile der Emissionen des zur Prüfung vorgeführten Motors sind mit den in Anhang VI beschriebenen Methoden zu messen. Die Beschreibung dieser Methoden in Anhang VI umfasst auch eine Darstellung der empfohlenen analytischen Systeme für die gasförmigen Emissionen (Abschnitt 1.1).

1.1. Leistungsprüfstand

Es ist ein Motorprüfstand zu verwenden, der entsprechende Eigenschaften aufweist, um die in Anhang IV Abschnitt 3.5.1 beschriebenen Prüfzyklen durchzuführen. Die Messgeräte für Drehmoment und Drehzahl müssen die Messung der Nettoleistung innerhalb der vorgegebenen Grenzwerte ermöglichen. Es können zusätzliche Berechnungen erforderlich sein.

Die Messgeräte müssen eine solche Messgenauigkeit aufweisen, dass die Höchsttoleranzen der in Abschnitt 1.3 angegebenen Werte nicht überschritten werden.

1.2. Kraftstoffdurchsatz und Gesamtdurchsatz des verdünnten Abgases

Zur Messung des Kraftstoffdurchsatzes, der zur Berechnung der Emissionen herangezogen wird (Anlage 3), sind Geräte mit der in Abschnitt 1.3 vorgeschriebenen Genauigkeit zu verwenden. Bei Verwendung eines Vollstrom-Verdünnungssystems muss der Gesamtdurchsatz des verdünnten Abgases (G_{TOTW}) mit einer PDP oder einem CFV 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. Genauigkeit

Die Kalibrierung aller Messgeräte muss auf nationale (internationale) Normen rückführbar sein und den Vorschriften in Tabelle 2 und 3 entsprechen:

Tabelle 2 — Zulässige Fehlergrenzen der Messinstrumente für Motordaten

Nr.	Benennung	Zulässige Abweichung
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 ^a	$\pm 2 \%$ des Höchstwertes des Motors
4	Luftverbrauch ^a	$\pm 2 \%$ des Ablesewertes oder, falls größer, $\pm 1 \%$ des Höchstwertes des Motors
a) Den in dieser Richtlinie beschriebenen Berechnungsverfahren für die Abgasemissionen sind in einigen Fällen unterschiedliche Mess- und/oder Berechnungsverfahren zugrunde gelegt. Bedingt durch die vorgegebene Gesamttoleranz für die Berechnung der Abgasemission müssen die Grenzwerte für einzelne Parameter, die in den jeweiligen Gleichungen benutzt werden, kleiner als die Fehlergrenzen nach ISO 3046-3 sein.		

Tabelle 3 — Zulässige Fehlergrenzen der Messinstrumente für andere wichtige Messparameter

Nr.	Benennung	Zulässige Abweichung
1	Temperatur ≤ 600 K	± 2 K absolut
2	Temperatur ≥ 600 K	$\pm 1 \%$ des Ablesewertes
3	Abgasegendruck	$\pm 0,2$ kPa absolut
4	Druckabfall im Ansaugluftverteiler	$\pm 0,05$ kPa absolut
5	Luftdruck	$\pm 0,1$ kPa absolut
6	Andere Drücke	$\pm 0,1$ kPa absolut
7	Relative Luftfeuchtigkeit	$\pm 3 \%$ absolut
8	Absolute Luftfeuchtigkeit	$\pm 5 \%$ des Ablesewertes
9	Verdünnungsluftdurchsatz	$\pm 2 \%$ des Ablesewertes
10	Durchsatz 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 Genauig-

keit der Kalibrierkurven zu gewährleisten (Anlage 2 Abschnitt 1.5.5.2 dieses Anhangs).

Die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) der Geräte muss auf einem Niveau sein, das zusätzliche Fehler weitestgehend verhindert.

1.4.1.1. Genauigkeit

Das Analysegerät darf vom Nennwert des Kalibrierpunktes um höchstens $\pm 2\%$ des Ablesewertes über den gesamten Messbereich außer Null sowie vom vollen Skalenendwert bei Null um $\pm 0,3\%$ abweichen. Die Genauigkeit ist anhand der in 1.3. aufgeführten Kalibriervorschriften zu bestimmen.

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 100 ppm (oder ppm C) oder $\pm 2\%$ für jeden verwendeten Messbereich unter 100 ppm (oder ppm C) betragen.

1.4.1.3. Rauschen

Das Peak-to-Peak-Ansprechen der Analysatoren 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

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

1.4.1.5. Messbereichsdrift

Der Messbereichkalibrierausschlag wird definiert als mittlerer Ausschlag (einschließlich Rauschen) auf ein Messbereichskalibriergas in einem Zeitabschnitt von 30 Sekunden. Die Messbereichsdrift während eines Zeitraums von einer Stunde muss weniger als 2% des vollen Skalenendwertes beim niedrigsten verwendeten Bereich betragen.

1.4.2. Gastrocknung

Abgase können im feuchten oder trockenen Zustand gemessen werden. Eine gegebenenfalls benutzte Einrichtung zur Gastrocknung darf nur einen minimalen Einfluss auf die Konzentration der zu messenden Gase haben. 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-(CO₂-)Analyse

Der Kohlendioxidanalysator muss ein nichtdispersiver Infrarotabsorptionsanalysator (NDIR) sein.

1.4.3.3. Sauerstoff-(O₂-)Analyse

Für die Analyse von Sauerstoff muss ein Gerät nach dem paramagnetischen Messprinzip (PMD), ein Zirkoniumdioxidgerät (ZRDO) oder ein Gerät auf elektrochemischer Basis (ECS) verwendet werden.

Anmerkung: Wenn die HC- oder CO-Konzentration wie z. B. bei Benzin-Magermotoren hoch ist, ist die Verwendung von Zirkoniumdioxidsensoren nicht zu empfehlen. Elektrochemische Sensoren müssen für die CO₂- und NO_x-Querempfindlichkeit kompensiert werden.

1.4.3.4. Kohlenwasserstoff-(HC-)Analyse

Für die Entnahme von unverdünnten Gasproben muss zur Kohlenwasserstoffanalyse ein beheizter Flammenionisationsdetektor (HFID) mit Detektor, Ventilen, Rohrleitungen usw. verwendet werden, der so zu beheizen ist, dass die Gastemperatur auf $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$ ($190\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$) gehalten wird.

Für die Entnahme von verdünnten Gasproben muss zur Kohlenwasserstoffanalyse ein beheizter Flammenionisationsdetektor (HFID) oder ein Flammenionisationsdetektor (FID) verwendet werden.

1.4.3.5. Stickoxid-(NO_x-)Analyse

Der Stickoxidanalysator muss ein Chemilumineszenzanalysator (CLD) oder beheizter Chemilumineszenzanalysator (HCLA) mit einem NO₂/NO-Konverter sein, wenn die Messung im trockenen Bezugszustand erfolgt. Bei Messung im feuchten Bezugszustand ist ein auf über 328 K (55 °C) gehaltener HCLD mit Konverter zu verwenden, sofern die Prüfung auf Wasserdampfquerempfindlichkeit (Anhang III Anlage 2 Abschnitt 1.9.2.2) erfüllt ist. Sowohl für CLD als auch für HCLD muss der Probenweg bis zum Konverter bei Trockenmessung und bis zum Analysator bei Feuchtmessung auf einer Wandtemperatur von 328 K bis 473 K (55 °C bis 200 °C) gehalten werden.

1.4.4. Probenahme von Emissionen gasförmiger Schadstoffe

Wird die Zusammensetzung des Abgases durch eine Anlage zur Abgasnachbehandlung beeinflusst, so muss die Abgasprobe hinter dieser Anlage entnommen werden.

Die Abgasprobenahmesonde muss sich auf der Hochdruckseite des Schalldämpfers, jedoch so weit wie möglich entfernt vom Abgasaustritt befinden. Um sicherzustellen, dass die Abgase des Motors vor der Probenahme vollständig vermischt sind, kann zwischen Schalldämpfer und Sonde wahlweise eine Mischkammer eingefügt werden. Das Volumen der Mischkammer darf nicht kleiner sein als das 10fache Zylinderarbeitsvolumen des Prüfmotors und sollte ähnlich einem Würfel annähernd gleiche Abmessungen bei Höhe, Breite und Tiefe aufweisen. Die Mischkammer sollte so klein wie möglich gehalten und so nahe wie möglich am Motor angebracht werden. Die von der Mischkammer oder aus dem Schalldämpfer abgehende Abgasleitung sollte mindestens eine Länge von 610 mm ab der Probenahmesonde aufweisen und groß genug sein, um den Abgasgegendruck zu minimieren. Die Temperatur der Innenwände der Mischkammer muss über dem Taupunkt des Abgases gehalten werden, wobei eine Mindesttemperatur von 338°K (65°C) empfohlen wird.

Alle Bestandteile können wahlweise direkt im Verdünnungstunnel oder durch Probenahme in einen Beutel und nachfolgende Messung der Konzentration im Probenahmebeutel bestimmt werden.

Anlage 2

1. KALIBRIERUNG DER ANALYSEGERÄTE

1.1. Einleitung

Jedes Analysegerät ist so oft wie nötig zu kalibrieren, damit es den in diesem Standard festgelegten Anforderungen an die Genauigkeit entspricht. Das bei den Analysegeräten nach Anlage 1 Abschnitt 1.4.3 anzuwendende Kalibrierverfahren ist in diesem Abschnitt beschrieben.

1.2. Kalibriergase

Die Haltbarkeitsdauer aller Kalibriergase ist zu beachten.

Das vom Hersteller angegebene Verfallsdatum der Kalibriergase ist zu protokollieren.

1.2.1. Reine Gase

Die erforderliche Reinheit der Gase ergibt sich aus den untenstehenden Grenzwerten der Verschmutzung. Folgende Gase müssen verfügbar sein:

- gereinigter Stickstoff (Verschmutzung ≤ 1 ppm C, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)
- gereinigter Sauerstoff (Reinheitsgrad $> 99,5$ Vol.-% O₂)

- Wasserstoff-Helium-Gemisch (40 ± 2 % Wasserstoff, Rest Helium) Verschmutzung ≤ 1 ppm C, ≤ 400 ppm CO_2
- gereinigte synthetische Luft (Verschmutzung ≤ 1 ppmC, ≤ 1 ppmCO, ≤ 400 ppm CO_2 , $\leq 0,1$ ppmNO (Sauerstoffgehalt 18-21 Vol%))

1.2.2. Kalibriergase

Gasgemische mit folgender chemischer Zusammensetzung müssen verfügbar sein:

- C_3H_8 und gereinigte synthetische Luft (siehe 1.2.1.)
- CO und gereinigter Stickstoff
- NO_x und gereinigter Stickstoff (die in diesem Kalibriergas enthaltene NO_2 -Menge darf 5 % des NO-Gehalts nicht übersteigen)
- CO_2 und gereinigter Stickstoff
- CH_4 und gereinigte synthetische Luft
- C_2H_6 und gereinigte synthetische Luft

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

Die tatsächliche Konzentration eines Kalibriergases muss innerhalb von ± 2 % des Nennwertes liegen. Alle Kalibriergaskonzentrationen sind als Volumenanteil auszudrücken (Volumenprozent oder ppm als Volumenanteil).

Die zur Kalibrierung verwendeten Gase können auch mit Hilfe von Präzisionsmischvorrichtungen (Gasteiler) durch Zusatz von gereinigtem N_2 oder gereinigter synthetischer Luft gewonnen werden. Die Mischvorrichtung muss so genau sein, dass die Konzentrationen der verdünnten Kalibriergase mit einer Genauigkeit von $\pm 1,5$ % bestimmt werden können. Dabei müssen die zur Mischung verwendeten Primärgase auf ± 1 % genau bekannt sein und sich auf nationale oder internationale Gasnormen zurückführen lassen. Die Überprüfung ist bei jeder mit Hilfe einer Mischvorrichtung vorgenommenen Kalibrierung bei 15 bis 50 % des vollen Skalenendwertes durchzuführen.

Wahlweise kann die Mischvorrichtung mit einem Instrument überprüft werden, das dem Wesen nach linear ist, z. B. unter Verwendung von NO-Gas mit einem CLD. Der Kalibrierwert des Instruments ist mit direkt an das Instrument angeschlossenem 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 $\pm 0,5$ % des Nennwertes liegen.

1.2.3. Überprüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit

Prüfgase für die Sauerstoffquerempfindlichkeit müssen Propan mit $350 \text{ ppmC} \pm 75 \text{ ppmC}$ Kohlenwasserstoff enthalten. Der Konzentrationswert ist unter Berücksichtigung der Kalibriergastoleranzen durch chromatographische Analyse der Kohlenwasserstoffe insgesamt mit Unreinheiten oder durch dynamisches Mischen zu bestimmen. Für die Prüfung von Benzinmotoren ist folgende Mischung erforderlich:

O ₂ -Querempfindlichkeits-Konzentration	Rest
10 (9 bis 11)	Stickstoff
5 (4 bis 6)	Stickstoff
0 (0 bis 1)	Stickstoff

1.3. Einsatz der Analysegeräte und des Probenahmesystems

Bei der Anwendung der Analysegeräte sind die Anweisungen der Gerätehersteller für die Inbetriebnahme und den Betrieb zu beachten. Die in den Abschnitten 1.4 bis 1.9 enthaltenen Mindestanforderungen sind einzuhalten. Für Laborinstrumente wie GC und High Performance Liquid Chromatography (HPLC) gilt nur 1.5.4.

1.4. Dichtheitsprüfung

Das System ist einer Dichtheitsprüfung zu unterziehen. Die Sonde ist aus der Abgasanlage zu entfernen, und deren Ende ist zu verschließen. Die Analysatorpumpe ist einzuschalten. Nach einer anfänglichen Stabilisierungsphase müssen alle Durchflussmesser Null anzeigen. Ist dies nicht der Fall, so sind die Entnahmeleitungen zu überprüfen, und der Fehler ist zu beheben.

Die höchstzulässige Leckagerate auf der Unterdruckseite beträgt 0,5 % des tatsächlichen Durchsatzes für den geprüften Teil des Systems. Die Analysatoren- und Bypass-Durchsätze können zur Schätzung der tatsächlichen Durchsätze verwendet werden.

Als Alternative kann das System auf einen Druck von mindestens 20 kPa Vakuum (80 kPa absolut) entleert werden. Nach einer anfänglichen Stabilisierungsphase darf die Druckzunahme δp (kPa/min) im System folgenden Wert nicht übersteigen:

$$\delta p = p / V_{\text{syst}} \times 0.005 \times \text{fr}$$

Hierbei bedeuten:

V_{syst} = Systemvolumen [l]

fr = Systemdurchsatz [l/min]

Eine weitere Methode ist die Schrittänderung der Konzentration am Anfang der Probenahmeleitung durch Umstellung von Null- auf Kalibriergas. Zeigt der Ablesewert nach einem ausreichend langen Zeitraum eine im Vergleich zur eingeführten Konzentration geringere Konzentration an, so deutet dies auf Probleme mit der Kalibrierung oder Dichtheit hin.

1.5. Kalibrierverfahren

1.5.1. Messsystem

Das Messsystem ist zu kalibrieren, und die Kalibrierkurven sind mit Hilfe von Kalibriergasen zu überprüfen. Es sind die gleichen Gasmengenwerte wie bei der Abgasprobenahme zugrunde zu legen.

1.5.2. Aufheizzeit

Die Aufheizzeit richtet sich nach den Empfehlungen des Herstellers. Sind dazu keine Angaben vorhanden, so wird für das Beheizen der Analysegeräte eine Mindestzeit von zwei Stunden empfohlen.

1.5.3. NDIR- und HFID-Analysatoren

Der NDIR-Analysator muss, falls erforderlich, abgestimmt und die Flamme des HFID-Analysators optimiert werden (Abschnitt 1.9.1).

1.5.4. GC und HPCL

Beide Geräte sind entsprechend der Normen für gute Laborpraxis und den Empfehlungen des Herstellers zu kalibrieren.

1.5.5. Erstellung der Kalibrierkurven

1.5.5.1. Allgemeine Hinweise

- a) Jeder bei normalem Betrieb verwendete Messbereich ist zu kalibrieren.
- b) Die CO-, CO₂-, NO_x-, CH- und O₂-Analysatoren sind unter Verwendung von gereinigter synthetischer Luft (oder Stickstoff) auf Null einzustellen.
- c) Die entsprechenden Kalibriergase sind in die Analysatoren einzuleiten und die Werte aufzuzeichnen, und die Kalibrierkurven sind zu ermitteln.
- d) Für alle Instrumentenbereiche mit Ausnahme des untersten Bereichs muss die Kalibrierkurve aus mindestens 10 Kalibrierpunkten (Nullpunkt ausgenommen) mit gleichen Abständen erstellt werden. Für den niedrigsten Instrumentenbereich muss die Kalibrierkurve aus mindestens 10 Kalibrierpunkten (Nullpunkt ausgenommen) erstellt werden, die so angeordnet sein sollen, dass die Hälfte der Kalibrierpunkte unterhalb von 15 % des vollen Skalenendwertes des Analysators und der Rest über 15 % des vollen Skalenendwertes liegt. Für alle Bereiche muss der Nennwert der höchsten Konzentration mindestens 90 % des vollen Skalenendwertes betragen.
- e) Die Kalibrierkurve wird nach der Methode der Fehlerquadrate berechnet. Es kann eine lineare oder nichtlineare Gleichung mit bester Übereinstimmung verwendet werden.
- f) Die Kalibrierpunkte dürfen von der Linie der besten Übereinstimmung der Fehlerquadrate höchstens $\pm 2\%$ des Ablesewertes oder $\pm 0,3\%$ des vollen Skalenendwertes abweichen, je nachdem, welcher Wert höher ist.
- g) Die Nulleinstellung ist nochmals zu überprüfen und das Kalibrierverfahren erforderlichenfalls zu wiederholen.

1.5.5.2. Andere Methoden

Wenn nachgewiesen werden kann, dass sich mit anderen Methoden (z. B. Computer, elektronisch gesteuerter Messbereichsschalter) die gleiche Genauigkeit erreichen lässt, so dürfen auch diese angewendet werden.

1.6. Überprüfung der Kalibrierung

Jeder bei normalem Betrieb verwendete Messbereich ist vor jeder Analyse wie folgt zu überprüfen:

Die Kalibrierung wird unter Verwendung eines Nullgases und eines Messbereichskalibrierungsgases überprüft, dessen Nennwert mehr als 80 % des vollen Skalenendwerts des Messbereichs beträgt.

Weicht bei den beiden untersuchten Punkten der ermittelte Wert um höchstens $\pm 4\%$ des vollen Skalenendwerts vom angegebenen Bezugswert ab, so können die Einstellparameter geändert werden. Sollte dies nicht der Fall sein, so ist eine neue Kalibrierkurve nach Abschnitt 1.5.5.1 zu ermitteln.

1.7. Kalibrierung des Tracergas-Analysators für die Messung des Abgasdurchsatzes

Der Analysator für die Messung der Tracergaskonzentration ist unter Verwendung des Kalibrierungsgases 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 $\pm 2\%$ des Ablesewertes 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.

1.8. Prüfung des Wirkungsgrades des NO_x -Konverters

Der Wirkungsgrad des Konverters, der zur Umwandlung von NO_2 in NO verwendet wird, wird wie in den Abschnitten 1.8.1 bis 1.8.8 (Anhang III Anlage 2 Abbildung 1) angegeben bestimmt.

1.8.1. Prüfanordnung

Diese Überprüfung kann mit einem Ozonator entsprechend dem in Anhang III Abbildung 1 dargestellten Prüfungsaufbau und nach dem nachstehend beschriebenen Verfahren durchgeführt werden.

1.8.2. Kalibrierung

Der CLD und der HCLD sind in dem am meisten verwendeten Messbereich nach den Angaben des Herstellers unter Verwendung von Null- und Kalibriergas (dessen NO-Gehalt ungefähr 80 % des vollen Skalenendwerts entsprechen muss; die NO₂-Konzentration des Gasgemischs muss weniger als 5 % der NO-Konzentration betragen) zu kalibrieren. Der NO_x-Analysator muss auf NO-Betrieb eingestellt werden, so dass das Kalibriergas nicht in den Konverter gelangt. Die angezeigte Konzentration ist zu protokollieren.

1.8.3. Berechnung

Der Wirkungsgrad des NO_x-Konverters wird wie folgt berechnet:

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

Hierbei bedeuten:

a = NO_x-Konzentration nach Abschnitt 1.8.6

b = NO_x-Konzentration nach Abschnitt 1.8.7

c = NO-Konzentration nach Abschnitt 1.8.4

d = NO-Konzentration nach Abschnitt 1.8.5

1.8.4. Zusatz von Sauerstoff

Über ein T-Verbindungsstück wird dem durchströmenden Gas kontinuierlich Sauerstoff oder Nullluft zugesetzt, bis die angezeigte Konzentration ungefähr 20 % niedriger als die angezeigte Kalibrierkonzentration nach Abschnitt 1.8.2 ist. (Der Analysator befindet sich im NO-Betriebszustand.)

Die angezeigte Konzentration (c) ist aufzuzeichnen. Während des gesamten Vorgangs muss der Ozonator ausgeschaltet sein.

1.8.5. Einschalten des Ozongenerators

Anschließend wird der Ozongenerator eingeschaltet, um so viel Ozon zu erzeugen, dass die NO-Konzentration auf 20 % (Mindestwert 10 %) der Kalibrierkonzentration nach Abschnitt 1.8.2 zurückgeht. Die angezeigte Konzentration (d) ist aufzuzeichnen. (Der Analysator befindet sich im NO-Betriebszustand.)

1.8.6. NO_x-Betriebszustand

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

1.8.7. Ausschalten des Ozongenerators

Danach wird der Ozonisator ausgeschaltet. Das Gasgemisch nach Abschnitt 1.8.6 strömt durch den Konverter in den Messteil. Die angezeigte Konzentration (*b*) ist aufzuzeichnen. (Der Analysator befindet sich im NO_x-Betriebszustand.)

1.8.8. NO-Betriebszustand

Wird bei abgeschaltetem Ozongenerator auf den NO-Betriebszustand umgeschaltet, so wird auch der Zustrom von Sauerstoff oder synthetischer Luft abgesperrt. Der am Analysegerät angezeigte NO_x-Wert darf dann von dem nach Abschnitt 1.8.2 gemessenen Wert um höchstens $\pm 5 \%$ abweichen. (Der Analysator befindet sich im NO-Betriebszustand.)

1.8.9. Prüfabstände

Der Wirkungsgrad des Konverters muss monatlich überprüft werden.

1.8.10. Vorgeschriebener Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad des Konverters darf nicht geringer sein als 90 %, doch wird ein höherer Wirkungsgrad von 95 % ausdrücklich empfohlen.

Anmerkung: Kann der Ozongenerator bei Einstellung des Analysators auf den am meisten verwendeten Messbereich keinen Rückgang von 80 % auf 20 % gemäß Abschnitt 1.8.5 bewirken, so ist der größte Bereich zu verwenden, mit dem der Rückgang bewirkt werden kann.

1.9. Einstellung des FID

1.9.1. Optimierung des Ansprechverhaltens des Detektors

Der HFID ist nach den Angaben des Geräteherstellers einzustellen. Um das Ansprechverhalten zu optimieren, ist in dem am meisten verwendeten Betriebsbereich ein Kalibriergas aus Propan in Luft zu verwenden.

Sind Kraftstoff- und Luftdurchsatz entsprechend den Empfehlungen des Herstellers eingestellt, ist ein Kalibriergas von 350 ± 75 ppm C in den Analysator einzuleiten. Das Ansprechverhalten bei einem bestimmten Kraftstoffdurchsatz ist anhand der Differenz zwischen dem Kalibriergas-Ansprechen und dem Nullgas-Ansprechen zu ermitteln. Der Kraftstoffdurchsatz ist stufenweise ober- und unterhalb der Herstellerangabe einzustellen. Die Differenz zwischen dem Ansprechverhalten des Kalibrier- und des Nullgases bei diesen Kraftstoffdurchsätzen ist zu protokollieren. Die Differenz zwischen dem Kalibrier- und dem Nullgas-Ansprechen ist in Kurvenform aufzutragen und der Kraftstoffdurchsatz auf die fette Seite der Kurve einzustellen. Diese Ausgangseinstellung des Kraftstoffdurchsatzes muss in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Ansprechfaktoren bei Kohlenwasserstoffen und der Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit nach 1.9.2 und 1.9.3 unter Umständen noch weiter optimiert werden.

Erfüllen die Sauerstoffquerempfindlichkeit oder die Ansprechfaktoren bei Kohlenwasserstoffen die folgenden Vorschriften nicht, ist der Luftdurchfluss stufenweise ober- und unterhalb den Herstellerangaben 1.9.2 und 1.9.3 für jeden Durchsatz einzustellen.

1.9.2. Ansprechfaktoren bei Kohlenwasserstoffen

Der Analysator ist unter Verwendung von Propan in Luft und gereinigter synthetischer Luft entsprechend Abschnitt 1.5 zu kalibrieren.

Die Ansprechfaktoren sind bei Inbetriebnahme eines Analysegerätes und später nach wesentlichen Wartungsterminen zu bestimmen. Der Ansprechfaktor (R_f) für einen bestimmten Kohlenwasserstoff ist das Verhältnis des am FID angezeigten C1-Wertes zur Konzentration in der Gasflasche, ausgedrückt in ppm C1.

Die Konzentration des Prüfgases muss so hoch sein, dass ungefähr 80 % des vollen Skalenendwerts angezeigt werden. Die Konzentration muss mit einer Genauigkeit von $\pm 2\%$, bezogen auf einen gravimetrischen Normwert, ausgedrückt als Volumen, bekannt sein. Außerdem muss die Gasflasche 24 Stunden lang bei 298 K (25 °C) ± 5 K konditioniert werden.

Die zu verwendenden Prüfgase und die empfohlenen Ansprechfaktoren sind bei

- Methan und gereinigter synthetischer Luft: $1,00 \leq R_f \leq 1,15$
- Propylen und gereinigter synthetischer Luft: $0,90 \leq R_f \leq 1,1$
- Toluol und gereinigter synthetischer Luft: $0,90 \leq R_f \leq 1,10$

bezogen auf den Ansprechfaktor (R_f) von 1,00 für Propan und gereinigte synthetische Luft.

1.9.3. Prüfung der Sauerstoffquerempfindlichkeit

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. Die Gase für die Sauerstoffquerempfindlichkeit sind in 1.2.3 spezifiziert.

- (a) Das Analysegerät ist auf Null einzustellen.
- (b) Das Analysegerät ist mit den 0 % Sauerstoffgemisch für Benzinmotoren zu kalibrieren.
- (c) Der Nullpunktwert ist erneut zu überprüfen. Bei einer Veränderung von mehr als 0,5 % des Skalenendwertes sind die Punkte (d) (1) und (2) dieses Abschnitts zu wiederholen.
- (d) Die Prüfgase für die Sauerstoffquerempfindlichkeit in den Gemischen 5 % and 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 Schritt d) ist die Sauerstoffquerempfindlichkeit ($\%O_2I$) wie folgt zu berechnen:

$$O_2I = \frac{(B - C)}{B} \times 100 \quad \text{ppm}C = \frac{A}{D}$$

Hierbei bedeuten:

A = Kohlenwasserstoffkonzentration (ppmC) des in Punkt b) dieses Unterabschnitts verwendeten Kalibriergases

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

C = Ansprechen des Analysators

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

- (g) Die Sauerstoffquerempfindlichkeit in % (%O₂I) muss weniger ± 3 % für alle vorgeschriebenen Prüfgase der Sauerstoffquerempfindlichkeit vor der Prüfung betragen.
- (h) Ist die Sauerstoffquerempfindlichkeit größer als ± 3 %, ist der Luftdurchsatz ober- und unterhalb der Angaben des Herstellers stufenweise zu justieren, wobei Abschnitt 1.9.1 für jeden Durchsatz zu wiederholen ist.
- (i) Ist die Sauerstoffquerempfindlichkeit nach der Justierung des Luftdurchflusses größer als ± 3 %, sind der Kraftstoffdurchsatz und danach der Durchsatz der Probe zu variieren, wobei Abschnitt 1.9.1 für jede neue Anordnung zu wiederholen ist.
- (j) Ist die Sauerstoffquerempfindlichkeit weiterhin größer als ± 3 %, 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.

1.10. Querempfindlichkeiten der CO-, CO₂-, NO_x- und O₂-Analysatoren

Die Gase, die neben dem zu analysierenden Gas enthalten sind, können den Ablesewert auf verschiedene Weise beeinflussen. Eine positive Querempfindlichkeit ergibt sich bei NDIR- und PMD-Geräten, wenn das beeinträchtigende Gas dieselbe Wirkung zeigt wie das gemessene Gas, jedoch in geringerem Maße. Eine negative Querempfindlichkeit ergibt sich bei NDIR-Geräten, indem das beeinträchtigende Gas die Absorptionsbande des gemessenen Gases verbreitert, und bei CLD-Geräten, indem das beeinträchtigende Gas die Strahlung unterdrückt. Die Kontrolle der Querempfindlichkeit nach 1.10.1 und 1.10.2 muss vor der Inbetriebnahme des Analysators und nach größeren Wartungsarbeiten, mindestens jedoch einmal im Jahr durchgeführt werden.

1.10.1. Kontrolle der Querempfindlichkeit des CO-Analysators

Wasser und CO₂ können die Leistung des CO-Analysators beeinflussen. Daher lässt man ein bei der Prüfung verwendetes CO₂-Kalibriergas mit einer Konzentration von 80 bis 100 % des vollen Skalenendwertes des bei der Prüfung verwendeten maximalen Betriebsbereichs bei Raumtemperatur durch Wasser perlen, und das Ansprechverhalten des Analysators ist aufzuzeichnen. Das Ansprechverhalten des Analysators darf bei Bereichen ab 300 ppm höchstens 1 % des vollen Skalenendwertes und bei Bereichen unter 300 ppm höchstens 3 ppm betragen.

1.10.2. Kontrolle der Querempfindlichkeit des NO_x-Analysators

Bei CLD- (und HCLD-) Analysatoren sind zwei Gase besonders zu berücksichtigen: CO₂ und Wasserdampf. Die Querempfindlichkeit dieser Gase ist ihren Konzentrationen proportional und erfordert daher Prüftechniken zur Bestimmung der Querempfindlichkeit bei den während der Prüfung erwarteten Höchstkonzentrationen.

1.10.2.1. Kontrolle der CO₂-Querempfindlichkeit

Ein CO₂-Kalibriergas mit einer Konzentration von 80 bis 100 % des vollen Skalenendwertes des maximalen Messbereichs ist durch den NDIR-Analysator zu leiten und der CO₂-Wert als *A* aufzuzeichnen. Danach ist das Gas zu etwa 50 % mit NO-Kalibriergas zu verdünnen und durch den NDIR und den (H)CLD zu leiten, und der CO₂-Wert und der NO-Wert sind als *B* bzw. *C* aufzuzeichnen. Das CO₂ ist abzusperren und nur das NO-Kalibriergas durch den (H)CLD zu leiten; der NO-Wert ist als *D* aufzuzeichnen.

Die Querempfindlichkeit, die nicht mehr als 3 % des vollen Skalenendwertes betragen darf, wird wie folgt berechnet:

$$\%CO_2\text{Quer.} = \left[1 - \left(\frac{(C \times A)}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100$$

Hierbei bedeuten:

- A*: die mit dem NDIR gemessene Konzentration des unverdünnten CO₂ in %
- B*: die mit dem NDIR gemessene Konzentration des verdünnten CO₂ in %
- C*: die mit dem CLD gemessene Konzentration des verdünnten NO in ppm
- D*: die mit dem CLD gemessene Konzentration des unverdünnten NO in ppm

Für die Verdünnung und Ermittlung der Werte für CO₂ und NO-Prüfgas sind auch andere Verfahren, wie z. B. dynamisches Mischen/Verschneiden der Gase erlaubt.

1.10.2.2. Kontrolle der Wasserdampf-Querempfindlichkeit

Diese Überprüfung gilt nur für Konzentrationsmessungen des feuchten Gases. Bei der Berechnung der Wasserdampf-Querempfindlichkeit ist die Verdünnung des NO-Kalibriergases mit Wasserdampf und die Skalierung der Wasserdampfkonzentration des Gemischs im Vergleich zu der während der Prüfung erwarteten Konzentration zu berücksichtigen.

Ein NO-Kalibriergas mit einer Konzentration von 80 bis 100 % des vollen Skalenendwertes des normalen Betriebsbereichs ist durch den (H)CLD zu leiten und der NO-Wert als *D* aufzuzeichnen. Das NO-Kalibriergas muss bei Raumtemperatur durch Wasser perlen 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:

$$H = 100 \times \left(\frac{G}{p_B} \right)$$

und als H aufzuzeichnen. Die erwartete Konzentration des verdünnten NO-Kalibriergases (in Wasserdampf) ist wie folgt zu berechnen:

$$D_e = D \times \left(1 - \frac{H}{100} \right)$$

und als D_e aufzuzeichnen.

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

$$\% H_2O_{\text{Quer.}} = 100 \times \left(\frac{D_e - C}{D_e} \right) \times \left(\frac{H_m}{H} \right)$$

Hierbei bedeuten:

D_e : erwartete Konzentration des verdünnten NO (ppm)

C : Konzentration des verdünnten NO (ppm)

H_m maximale Wasserdampfkonzentration

H : tatsächliche Wasserdampfkonzentration (%)

Anmerkung: Es ist darauf zu achten, dass das NO-Kalibriergas bei dieser Überprüfung eine minimale NO₂-Konzentration aufweist, da die Absorption von NO₂ in Wasser bei den Querempfindlichkeitsberechnungen nicht berücksichtigt wurde.

1.10.3 Querempfindlichkeit des O₂-Analysators

Die Empfindlichkeit eines PMD-Analysators gegenüber anderen Gasen als Sauerstoff ist vergleichsweise gering. Die sauerstoffäquivalenten Anzeigen üblicher Abgasbestandteile sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1— Sauerstoffäquivalente Anzeigen

Gas	Sauerstoffäquivalent O ₂ %
Kohlendioxid, CO ₂	- 0,623
Kohlenmonoxid (CO)	- 0,354
Stickstoffmonoxid (NO)	+ 44,4
Stickstoffdioxid (NO ₂)	+ 28,7
Wasser (H ₂ O)	- 0,381

Für Messungen hoher Genauigkeit muss die gemessene Sauerstoffkonzentration nach folgender Gleichung korrigiert werden:

$$\text{Querempf.} = \frac{(\text{Äquivalent \% O}_2 \times \text{gem. Konz})}{100}$$

1.11. Abstände zwischen den Kalibrierungen

Die Analysegeräte sind mindestens alle drei Monate sowie nach jeder Reparatur des Systems oder Veränderung, die die Kalibrierung beeinflussen könnte, entsprechend Abschnitt 1.5 zu kalibrieren.

Anlage 3

1. AUSWERTUNG DER MESSWERTE UND BERECHNUNGEN

1.1 Auswertung der Messwerte bei gasförmigen Emissionen

Zur Bewertung der Emissionen gasförmiger Schadstoffe ist der Durchschnittswert aus den Aufzeichnungen der letzten 120 Sekunden jeder Prüfphase zu bilden, und die mittleren Konzentrationen (*conc*) von HC, CO, NO_x und CO₂ während jeder Prüfphase sind aus den Durchschnittswerten der Aufzeichnungen und den entsprechenden Kalibrierdaten zu bestimmen. Es kann eine andere Art der Aufzeichnung angewandt werden, wenn diese eine gleichwertige Datenerfassung gewährleistet.

Die durchschnittliche Hintergrundkonzentration (*conc_d*) kann anhand der Beutelablesewerte der Verdünnungsluft oder anhand der fortlaufenden (ohne Beutel vorgenommenen) Hintergrundmessung und der entsprechenden Kalibrierdaten bestimmt werden.

1.2 Berechnung der gasförmigen Emissionen

Die in das Prüfprotokoll aufzunehmenden Prüfergebnisse werden in folgenden Schritten ermittelt.

1.2.1 Umrechnung vom trockenen in den feuchten Bezugszustand

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

$$conc(feue.) = k_w \times conc(tro.)$$

Für das Rohabgas gilt:

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (\%CO[tro.] + \%CO_2[tro.]) - 0,01 \times \%H_2[tro.] + k_{w,2}}$$

Dabei ist α das Verhältnis Wasserstoff/Kohlenstoff im Kraftstoff.

Die H₂-Konzentration im Abgas ist zu berechnen:

$$H_2[tro.] = \frac{0,5 \times \alpha \times \%C[tro.] \times (\%CO[tro.] + \%CO_2[tro.])}{\%C[tro.] + (3 \times \%C_2[tro.])}$$

Der Faktor $k_{w,2}$ ist zu berechnen:

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

Dabei ist H_a die absolute Feuchtigkeit der Ansaugluft in g Wasser je kg Trockenluft.

Für das verdünnte Abgas gilt:

Für die Messung des feuchten CO_2 :

$$k_w = k_{w,e,1} = \left(1 - \frac{\alpha \times \% \text{CO}_2 [\text{feu.}]}{200} \right) - k_{w1}$$

Oder für die Messung des trockenen CO_2 :

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - k_{w1})}{1 + \frac{\alpha \times \% \text{CO}_2 [\text{tro.}]}{200}} \right)$$

Dabei ist α das Verhältnis Wasserstoff/Kohlenstoff im Kraftstoff.

Der Faktor k_{w1} ist nach folgenden Gleichungen zu berechnen:

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

Herbei bedeuten:

H_d absolute Feuchte der Verdünnungsluft, g Wasser je kg trockener Luft

H_a absolute Feuchte der Ansaugluft, g Wasser je kg trockener Luft

$$DF = \frac{13,4}{\% \text{conc}_{\text{CO}_2} + (\text{ppmconc}_{\text{CO}} + \text{ppmconc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4}}$$

Für die Verdünnungsluft gilt:

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

$$DF = \frac{13,4}{\% \text{conc}_{\text{CO}_2} + (\text{ppmconc}_{\text{CO}} + \text{ppmconc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4}}$$

Der Faktor k_{w1} ist nach folgenden Gleichungen zu berechnen:

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

Hierbei bedeuten:

H_d absolute Feuchte der Verdünnungsluft, g Wasser je kg trockener Luft

H_a absolute Feuchte der Ansaugluft, g Wasser je kg trockener Luft

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

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

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

Der Faktor k_{w2} ist nach folgenden Gleichungen zu berechnen:

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

Dabei ist die absolute Feuchte der Ansaugluft, g Wasser je kg trockener Luft.

1.2.2 Feuchtigkeitskorrektur bei NO_x

Da die NO_x-Emission von den Bedingungen der Umgebungsluft abhängig ist, ist die NO_x-Konzentration mit dem Faktor K_H unter Berücksichtigung der Feuchtigkeit zu

multiplizieren:

Dabei ist H_a absolute Feuchte der Ansaugluft, g Wasser je kg trockener Luft

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2 \text{ (Viertaktmotoren)}$$

$$K_H = 1 \text{ (Zweitaktmotoren)}$$

Dabei ist H_a die absolute Feuchte der Ansaugluft in g Wasser je kg trockener Luft

1.2.3 Berechnung der Emissionsmassendurchsätze

Die Massendurchsätze der Emissionen Gas_{mass} [g/h] für jede Prüfphase sind wie folgt zu berechnen.

(a) Für das Rohabgas gilt¹²:

$$Gas_{mass} = \frac{MW_{Gas}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2[wet] - \%CO_{2AIR}) + \%CO[wet] + \%HC[wet]\}} \times \%conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

Hierbei sind:

G_{FUEL} [kg/h] der Kraftstoffmassendurchsatz;

MW_{Gas} [kg/kmol] das in Tabelle 1 aufgeführte Molekulargewicht des jeweiligen Gases;

Tabelle 1 – Molekulargewicht

Gas	MW_{Gas} [kg/kmol]
NO _x	46,01
CO	28,01
HC	$MW_{HC} = MW_{FUEL}$
CO ₂	44,01

– $MW_{FUEL} = 12,011 + \alpha \times 1,00794 + \beta \times 15,9994$ [kg/kmol] ist das Molekulargewicht des Kraftstoffs mit α Wasserstoff-Kohlenstoff-Verhältnis und β Sauerstoff-Kohlenstoff-Verhältnis des Kraftstoffs¹³;

– CO_{2AIR} ist die CO₂-Konzentration in der Ansaugluft (angesetzt mit 0,04 %, wenn nicht gemessen).

(b) Für das verdünnte Abgas gilt¹⁴:

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

Hierbei bedeuten:

– G_{TOTW} [kg/h] der Massendurchsatz des verdünnten Abgases auf feuchter Bezugsbasis, der bei Verwendung eines Vollstromverdünnungssystems gemäß Anhang III Anlage 1 Abschnitt 1.2.4 zu bestimmen ist;

– $conc_c$ die hintergrundkorrigierte Konzentration:

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

$$\text{mit } DF = \frac{13,4}{\%conc_{CO_2} + (ppmconc_{CO} + ppmconc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

¹² Bei NO_x muss die Konzentration mit dem Feuchtigkeitskorrekturfaktor K_H (Feuchtigkeitskorrekturfaktor für NO_x) multipliziert werden.

¹³ In der ISO 8178-1 ist eine vollständigere Formel für das Molekulargewicht des Kraftstoffs angegeben (Formel 50 in Kapitel 13.5.1 (b)). Darin sind nicht nur das Wasserstoff-Kohlenstoff-Verhältnis und das Sauerstoff-Kohlenstoff-Verhältnis, sondern auch weitere mögliche Kraftstoffbestandteile wie Schwefel und Stickstoff berücksichtigt. Da jedoch die Fremdzündungsmotoren der Richtlinie mit einem Ottokraftstoff (als Bezugskraftstoff in Anhang V aufgeführt) geprüft werden, der in der Regel nur Kohlenstoff und Wasserstoff enthält, findet die vereinfachte Formel Berücksichtigung.

¹⁴ Bei NO_x muss die Konzentration mit dem Feuchtigkeitskorrekturfaktor K_H (Feuchtigkeitskorrekturfaktor für NO_x) multipliziert werden.

Der Koeffizient u ist in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2 – Werte des Koeffizienten u

Gas	U	conc
NO _x	0,001587	ppm
CO	0,000966	ppm
HC	0,000478	ppm
CO ₂	15,19	%

Die Werte des Koeffizienten u basieren auf einem Molekulargewicht des verdünnten Abgases gleich 29 [kg/kmol]; der Wert von u für HC basiert auf einem mittleren Kohlenstoff-Wasserstoff-Verhältnis von 1:1,85.

1.2.4 Berechnung der spezifischen Emissionen

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

$$\text{Einzelnes Gas} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Gas}_{\text{mass}_i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times WF_i)}$$

Dabei ist $P_i = P_{M,i} + P_{AE,i}$

Sind für die Prüfung Hilfseinrichtungen wie z. B. Lüfter oder Gebläse angebaut, so ist die aufgenommene Leistung den Ergebnissen hinzu zu addieren, sofern es sich nicht um Motoren handelt, bei denen diese Hilfseinrichtungen einen integralen Bestandteil darstellen. Die Lüfter- bzw. Gebläseleistung ist bei den für die Prüfung verwendeten Drehzahlen entweder durch Berechnung aus Standardkennwerten oder durch praktische Prüfungen zu bestimmen (Anhang VII Anlage 3).

Die in der obigen Berechnung verwendeten Wichtungsfaktoren und die Anzahl der Prüfphasen (n) entsprechen Anhang IV Abschnitt 3.5.1.1.

2. BEISPIELE

2.1 Daten für unverdünntes Abgas aus einem Viertakt-Fremdzündungsmotor

Mit Bezug auf die Versuchsdaten (Tabelle 3) werden die Berechnungen zunächst für Prüfphase 1 durchgeführt und anschließend unter Anwendung des gleichen Verfahrens auf die anderen Prüfphasen erweitert.

Tabelle 3 – Versuchsdaten eines Viertakt-Fremdzündungsmotors

Prüfphase		#1	#2	#3	#4	#5	#6
Motordrehzahl	min ⁻¹	2550	2550	2550	2550	2550	1480
Leistung	kW	9,96	7,5	4,88	2,36	0,94	0
Teillastverhältnis	%	100	75	50	25	10	0
Wichtungsfaktoren	-	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050
Barometrischer Druck	kPa	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0
Lufttemperatur	°C	20,5	21,3	22,4	22,4	20,7	21,7

Relative Luftfeuchtigkeit	%	38,0	38,0	38,0	37,0	37,0	38,0
Absolute Luftfeuchtigkeit	g _{H2O} /kg _{air}	5,696	5,986	6,406	6,236	5,614	6,136
CO trocken	ppm	60995	40725	34646	41976	68207	37439
NOx feucht	ppm	726	1541	1328	377	127	85
HC feucht	ppmC1	1461	1308	1401	2073	3024	9390
CO2 trocken	% Vol.	11,4098	12,691	13,058	12,566	10,822	9,516
Kraftstoffmassen-durchsatz	kg/h	2,985	2,047	1,654	1,183	1,056	0,429
Kraftst. H/C-Verh. α	-	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Kraftst. O/C-Verh. β	-	0	0	0	0	0	0

2.1.1 Trocken-/Feucht-Korrekturfaktor k_w

Für die Konvertierung von CO und CO₂-Trockenmessungen auf feuchter Bezugsgrundlage ist der Trocken-/Feucht-Korrekturfaktor k_w zu berechnen:

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (\%CO[tro.] + \%CO_2[tro.]) - 0,01 \times \%H_2[tro.] + k_{w2}}$$

Dabei ist:

$$H_2[tro.] = \frac{0,5 \times \alpha \times \%CO[tro.] \times (\%CO[tro.] + \%CO_2[tro.])}{\%CO[tro.] + (3 \times \%CO_2[tro.])}$$

und

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

$$H_2[tro.] = \frac{0,5 \times 1,85 \times 6,0995 \times (6,0995 + 11,4098)}{6,0995 + (3 \times 11,4098)} = 2,450\%$$

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times 5,696}{1000 + (1,608 \times 5,696)} = 0,009$$

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + 1,85 \times 0,005 \times (6,0995 + 11,4098) - 0,01 \times 2,450 + 0,009} = 0,872$$

$$CO[feu.] = CO[tro.] \times k_w = 60995 \times 0,872 = 53198 \text{ ppm}$$

$$CO_2[feu.] = CO_2[tro.] \times k_w = 11,410 \times 0,872 = 9,951 \% \text{ Vol}$$

Tabelle 4 – Feuchtwerte CO und CO₂ in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase		#1	#2	#3	#4	#5	#6
H ₂ trocken	%	2,450	1,499	1,242	1,554	2,834	1,422
K _{w2}	-	0,009	0,010	0,010	0,010	0,009	0,010
K _w	-	0,872	0,870	0,869	0,870	0,874	0,894
CO feucht	ppm	53198	35424	30111	36518	59631	33481
CO ₂ feucht	%	9,951	11,039	11,348	10,932	9,461	8,510

2.1.2 HC-Emissionen

$$HC_{mass} = \frac{MW_{HC}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{\%CO_2[feu.] - \%CO_{2AIR} + \%CO[feu.] + \%HC[feu.]\}} \times \%conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

Hierbei bedeuten:

$$MW_{HC} = MW_{FUEL}$$

$$MW_{FUEL} = 12,011 + \alpha \times 1,00794 = 13,876$$

$$HC_{mass} = \frac{13,876}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 0,1461 \times 2,985 \times 1000 = 28,361 \text{ g/h}$$

Tabelle 5 – HC-Emissionen [g/h] in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	#1	#2	#3	#4	#5	#6
HC _{mass}	28,361	18,248	16,026	16,625	20,357	31,578

2.1.3 NO_x-Emissionen

Zunächst ist der Feuchtigkeitskorrekturfaktor K_H der NO_x-Emissionen zu berechnen:

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

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times 5,696 - 0,862 \times 10^{-3} \times (5,696)^2 = 0,850$$

Tabelle 6 – Feuchtigkeitskorrekturfaktor K_H der NO_x-Emissionen in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	#1	#2	#3	#4	#5	#6
K _H	0,850	0,860	0,874	0,868	0,847	0,865

Anschließend ist NO_{xmass} [g/h] zu berechnen:

$$NO_{xmass} = \frac{MW_{NOx}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{\%CO_2[feu.] - \%CO_{2AIR} + \%CO[feu.] + \%HC[feu.]\}} \times \%conc \times K_H \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$NO_{xmass} = \frac{46,01}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 0,073 \times 0,85 \times 2,985 \times 1000 = 39,717 \text{ g/h}$$

Tabelle 7 – NO_x-Emissionen [g/h] in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	#1	#2	#3	#4	#5	#6
NO _{xmass}	39,717	61,291	44,013	8,703	2,401	0,820

2.1.4 CO-Emissionen

$$CO_{mass} = \frac{MW_{CO}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{\%CO_2[feu.] - \%CO_{2AIR}) + \%CO[feu.] + \%HC[feu.]\}} \times \%conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$CO_{2, mass} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 9,951 \times 2,985 \times 1000 = 6126,806 \text{ g/h}$$

Tabelle 8 – CO-Emissionen [g/h] in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	#1	#2	#3	#4	#5	#6
CO_{mass}	2084,588	997,638	695,278	591,183	810,334	227,285

2.1.5 CO₂-Emissionen

$$CO_{2, mass} = \frac{MW_{CO_2}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{\%CO_2[feu.] - \%CO_{2AIR}) + \%CO[feu.] + \%HC[feu.]\}} \times \%conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$CO_{2, mass} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 9,951 \times 2,985 \times 1000 = 6126,806 \text{ g/h}$$

Tabelle 9 – CO₂-Emissionen [g/h] in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	#1	#2	#3	#4	#5	#6
$CO_{2, mass}$	6126,806	4884,739	4117,202	2780,662	2020,061	907,648

2.1.6 Spezifische Emissionen

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

$$\text{Einzelnes Gas} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Gas}_{mass_i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times WF_i)}$$

Tabelle 10 – Emissionen [g/h] und Wichtungsfaktoren in den einzelnen Prüfphasen

Prüfphase		#1	#2	#3	#4	#5	#6
HC_{mass}	g/h	28,361	18,248	16,026	16,625	20,357	31,578
$NO_{x, mass}$	g/h	39,717	61,291	44,013	8,703	2,401	0,820
CO_{mass}	g/h	2084,588	997,638	695,278	591,183	810,334	227,285
$CO_{2, mass}$	g/h	6126,806	4884,739	4117,202	2780,662	2020,061	907,648
Leistung P_I	KW	9,96	7,50	4,88	2,36	0,94	0
Wichtungsfaktoren WF_I	-	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050

$$HC = \frac{28.361 \times 0.090 + 18.248 \times 0.200 + 16.026 \times 0.290 + 16.625 \times 0.300 + 20.357 \times 0.070 + 31.578 \times 0.050}{9.96 \times 0.090 + 7.50 \times 0.200 + 4.88 \times 0.290 + 2.36 \times 0.300 + 0.940 \times 0.070 + 0 \times 0.050} = 4.11 \text{ g/kWh}$$

$$NO_x = \frac{39.717 \times 0.090 + 61.291 \times 0.200 + 44.013 \times 0.290 + 8.703 \times 0.300 + 2.401 \times 0.070 + 0.820 \times 0.050}{9.96 \times 0.090 + 7.50 \times 0.200 + 4.88 \times 0.290 + 2.36 \times 0.300 + 0.940 \times 0.070 + 0 \times 0.050} = 6.85 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO} = \frac{2084.59 \times 0.090 + 997.64 \times 0.200 + 695.28 \times 0.290 + 591.18 \times 0.300 + 810.33 \times 0.070 + 227.29 \times 0.050}{9.96 \times 0.090 + 7.50 \times 0.200 + 4.88 \times 0.290 + 2.36 \times 0.300 + 0.940 \times 0.070 + 0 \times 0.050} =$$

$$= 181.93 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO}_2 = \frac{6126.81 \times 0.090 + 4884.74 \times 0.200 + 4117.20 \times 0.290 + 2780.66 \times 0.300 + 2020.06 \times 0.070 + 907.65 \times 0.050}{9.96 \times 0.090 + 7.50 \times 0.200 + 4.88 \times 0.290 + 2.36 \times 0.300 + 0.940 \times 0.070 + 0 \times 0.050} =$$

$$= 816.36 \text{ g/kWh}$$

2.2 Daten für unverdünntes Abgas aus einem Zweitakt-Fremdzündungsmotor

Mit Bezug auf die Versuchsdaten (Tabelle 11) werden die Berechnungen zunächst für Prüfphase 1 durchgeführt und anschließend unter Anwendung des gleichen Verfahrens auf die anderen Prüfphasen erweitert.

Tabelle 11 – Versuchsdaten eines Zweitakt-Fremdzündungsmotors

Prüfphase		#1	#2
Motordrehzahl	min ⁻¹	9500	2800
Leistung	kW	2,31	0
Teillastverhältnis	%	100	0
Wichtungsfaktoren	-	0,9	0,1
Barometrischer Druck	kPa	100,3	100,3
Lufttemperatur	°C	25,4	25
Relative Luftfeuchtigkeit	%	38,0	38,0
Absolute Luftfeuchtigkeit	g _{H2O} /kg _{air}	7,742	7,558
CO trocken	ppm	37086	16150
NOx feucht	ppm	183	15
HC feucht	ppmC1	14220	13179
CO2 trocken	% Vol.	11,986	11,446
Kraftstoffmassen-durchsatz	kg/h	1,195	0,089
Kraftst. H/C-Verh. α	-	1,85	1,85
Kraftst. O/C-Verh. β	-	0	0

2.2.1 Trocken-/Feucht-Korrekturfaktor k_w

Für die Konvertierung von CO und CO₂-Trockenmessungen auf feuchter Basis ist der Trocken-/Feucht-Korrekturfaktor k_w zu berechnen:

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (\%CO[tro.] + \%CO_2[tro.]) - 0,01 \times \%H_2[tro.] + k_{w2}}$$

Dabei ist:

$$H_2[tro.] = \frac{0,5 \times \alpha \times \%CO[tro.] \times (\%CO[tro.] + \%CO_2[tro.])}{\%CO[tro.] + (3 \times \%CO_2[tro.])}$$

$$H_2[tro.] = \frac{0,5 \times 1,85 \times 3,7086 \times (3,7086 + 11,986)}{3,7086 + (3 \times 11,986)} = 1,357\%$$

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

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times 7,742}{1000 + (1,608 \times 7,742)} = 0,012$$

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + 1,85 \times 0,005 \times (3,7086 + 11,986) - 0,01 \times 1,357 + 0,012} = 0,874$$

$$CO[feu.] = CO[tro.] \times k_w = 37086 \times 0,874 = 32420 \text{ ppm}$$

$$CO_2[feu.] = CO_2[tro.] \times k_w = 11,986 \times 0,874 = 10,478 \%Vol$$

Tabelle 12 – Feuchtwerte CO und CO₂ in verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase		#1	#2
H ₂ trocken	%	1,357	0,543
k_{w2}	-	0,012	0,012
k_w	-	0,874	0,887
CO feucht	ppm	32420	14325
CO ₂ feucht	%	10,478	10,153

2.2.2 HC-Emissionen

$$HC_{mass} = \frac{MW_{HC}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{ \%CO_2[feu.] - \%CO_{2,AIR} \} + \%CO[feu.] + \%HC[feu.]} \times \%conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

Hierbei bedeuten:

$$MW_{HC} = MW_{FUEL}$$

$$MW_{FUEL} = 12,011 + \alpha \times 1,00794 = 13,876$$

$$HC_{mass} = \frac{13,876}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 1,422 \times 1,195 \times 1000 = 112,520 \text{ g/h}$$

Tabelle 13 – HC-Emissionen [g/h] in verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	#1	#2
HC _{mass}	112,520	9,119

2.2.3 NO_x-Emissionen

Der Faktor K_H für die Korrektur der NO_x-Emissionen ist für Zweitaktmotoren gleich 1:

$$NO_{x\text{mass}} = \frac{MW_{NOx}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{\%CO_2[\text{feu.}] - \%CO_{2AIR} + \%CO[\text{feu.}] + \%HC[\text{feu.}]\}} \times \%conc \times K_H \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$NO_{x\text{mass}} = \frac{46,01}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 0,0183 \times 1 \times 1,195 \times 1000 = 4,800 \text{ g/h}$$

Tabelle 14 – NO_x-Emissionen [g/h] in verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	#1	#2
NO _{xmass}	4,800	0,034

2.2.4 CO-Emissionen

$$CO_{\text{mass}} = \frac{MW_{CO}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{\%CO_2[\text{feu.}] - \%CO_{2AIR} + \%CO[\text{feu.}] + \%HC[\text{feu.}]\}} \times \%conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$CO_{\text{mass}} = \frac{28,01}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 3,2420 \times 1,195 \times 1000 = 517,851 \text{ g/h}$$

Tabelle 15 – CO-Emissionen [g/h] in verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	#1	#2
CO _{mass}	517,851	20,007

2.2.5 CO₂-Emissionen

$$CO_{2\text{mass}} = \frac{MW_{CO_2}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{\%CO_2[\text{feu.}] - \%CO_{2AIR} + \%CO[\text{feu.}] + \%HC[\text{feu.}]\}} \times \%conc \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$CO_{2\text{mass}} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 10,478 \times 1,195 \times 1000 = 2629,658 \text{ g/h}$$

Tabelle 16 – CO₂-Emissionen [g/h] in verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	#1	#2
CO _{2mass}	2629,658	222,799

2.2.6 Spezifische Emissionen

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

$$\text{Einzelnes Gas} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Gas}_{\text{mass}_i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times WF_i)}$$

Tabelle 17 – Emissionen [g/h] und Wichtungsfaktoren in zwei Prüfphasen

Prüfphase		#1	#2
HC_{mass}	g/h	112,520	9,119
$NO_{x\text{mass}}$	g/h	4,800	0,034
CO_{mass}	g/h	517,851	20,007
$CO_{2\text{mass}}$	g/h	2629,658	222,799
Leistung P_{II}	kW	2,31	0
Wichtungsfaktoren WF_i	-	0,85	0,15

$$HC = \frac{112,52 \times 0,85 + 9,119 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 49,4 \text{ g/kWh}$$

$$NO_x = \frac{4,800 \times 0,85 + 0,034 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 2,08 \text{ g/kWh}$$

$$CO = \frac{517,851 \times 0,85 + 20,007 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 225,71 \text{ g/kWh}$$

$$CO_2 = \frac{2629,658 \times 0,85 + 222,799 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 1155,4 \text{ g/kWh}$$

2.3 Daten für verdünntes Abgas aus einem Viertakt-Fremdzündungsmotor

Mit Bezug auf die Versuchsdaten (Tabelle 18) werden die Berechnungen zunächst für Prüfphase 1 durchgeführt und anschließend unter Anwendung des gleichen Verfahrens auf die anderen Prüfphasen erweitert.

Tabelle 18 – Versuchsdaten eines Viertakt-Fremdzündungsmotors

Prüfphase		#1	#2	#3	#4	#5	#6
Motordrehzahl	min ⁻¹	3060	3060	3060	3060	3060	2100
Leistung	kW	13,15	9,81	6,52	3,25	1,28	0
Teillastverhältnis	%	100	75	50	25	10	0
Wichtungsfaktoren	-	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050
Barometrischer Druck	kPa	980	980	980	980	980	980
Ansauglufttemperatur ¹	°C	25,3	25,1	24,5	23,7	23,5	22,6
Relative Luftfeuchtigkeit der Ansaugluft ¹	%	19,8	19,8	20,6	21,5	21,9	23,2
Absolute Luftfeuchtigkeit der Ansaugluft ¹	g _{H2O} /kg _{air}	4,08	4,03	4,05	4,03	4,05	4,06
CO trocken	ppm	3681	3465	2541	2365	3086	1817
NOx feucht	ppm	85,4	49,2	24,3	5,8	2,9	1,2
HC feucht	ppmC1	91	92	77	78	119	186
CO2 trocken	% Vol.	1,038	0,814	0,649	0,457	0,330	0,208
CO trocken (Hintergrund)	ppm	3	3	3	2	2	3
NOx feucht (Hintergrund)	ppm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

HC feucht (Hintergrund)	ppmCl	6	6	5	6	6	4
CO ₂ trocken (Hintergrund)	% Vol.	0,042	0,041	0,041	0,040	0,040	0,040
Massendurchsatz des verdünnten Abgases G_{TOIW}	kg/h	625,722	627,171	623,549	630,792	627,895	561,267
Kraftst. H/C-Verh. α	-	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Kraftst. O/C-Verh. β	-	0	0	0	0	0	0

2.3.1 Trocken-/Feucht-Korrekturfaktor k_w

Für die Konvertierung von CO und CO₂-Trockenmessungen auf feuchter Basis ist der Trocken-/Feucht-Korrekturfaktor k_w zu berechnen.

Für das verdünnte Abgas:

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - k_{w1})}{1 + \frac{\alpha \times \%CO_2[\text{tro.}]}{200}} \right)$$

Dabei ist:

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

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

$$DF = \frac{13,4}{1,038 + (3681 + 91) \times 10^{-4}} = 9,465$$

$$k_{w1} = \left(\frac{1,608 \times [4,08 \times (1 - 1/9,465) + 4,08 \times (1/9,465)]}{1000 + 1,608 \times [4,08 \times (1 - 1/9,465) + 4,08 \times (1/9,465)]} \right) = 0,007$$

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - 0,007)}{1 + \frac{1,85 \times 1,038}{200}} \right) = 0,984$$

$$CO[\text{feu.}] = CO[\text{tro.}] \times k_w = 3681 \times 0,984 = 3623 \text{ ppm}$$

$$CO_2[\text{feu.}] = CO_2[\text{tro.}] \times k_w = 1,038 \times 0,984 = 1,0219\%$$

Tabelle 19 – Feuchtwerte CO und CO₂ für das verdünnte Abgas in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase		#1	#2	#3	#4	#5	#6
DF	-	9,465	11,454	14,707	19,100	20,612	32,788
k_{wl}	-	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
k_w	-	0,984	0,986	0,988	0,989	0,991	0,992
CO feucht	ppm	3623	3417	2510	2340	3057	1802
CO ₂ feucht	%	1,0219	0,8028	0,6412	0,4524	0,3264	0,2066

Für die Verdünnungsluft:

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

Dabei ist der Faktor k_{wl} der gleiche, wie er bereits für das verdünnte Abgas berechnet wurde.

$$k_{w,d} = 1 - 0,007 = 0,993$$

$$\text{CO [feu.]} = \text{CO [tro.]} \times k_w = 3 \times 0,993 = 3 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_2 \text{ [feu.]} = \text{CO}_2 \text{ [tro.]} \times k_w = 0,042 \times 0,993 = 0,0421\% \text{ Vol}$$

Tabelle 20 – Feuchtwerte CO und CO₂ für die Verdünnungsluft in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase		#1	#2	#3	#4	#5	#6
K_{wl}	-	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
K_w	-	0,993	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994
CO feucht	Ppm	3	3	3	2	2	3
CO ₂ feucht	%	0,0421	0,0405	0,0403	0,0398	0,0394	0,0401

2.3.2 HC-Emissionen

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

Dabei ist:

$$u = 0,000478 \text{ aus Tabelle 2}$$

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

$$conc_c = 91 - 6 \times (1 - 1/9,465) = 86 \text{ ppm}$$

$$HC_{mass} = 0,000478 \times 86 \times 625,722 = 25,666 \text{ g/h}$$

Tabelle 21 – HC-Emissionen [g/h] in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	#1	#2	#3	#4	#5	#6
HC_{mass}	25,666	25,993	21,607	21,850	34,074	48,963

2.3.3 NO_x-Emissionen

Der Faktor K_H für die Korrektur der NO_x-Emissionen ist zu berechnen aus:

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

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times 4,08 - 0,862 \times 10^{-3} \times (4,08)^2 = 0,79$$

Tabelle 22 – Feuchtigkeitskorrekturfaktor K_H der NO_x -Emissionen in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	#1	#2	#3	#4	#5	#6
K_H	0,793	0,791	0,791	0,790	0,791	0,792

$$\text{NO}_{x\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times K_H \times G_{\text{TOTW}}$$

Dabei ist:

$$u = 0,001587 \text{ aus Tabelle 2}$$

$$\text{conc}_c = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1 - 1/DF)$$

$$\text{conc}_c = 85 - 0 \times (1 - 1/9,465) = 85 \text{ ppm}$$

$$\text{NO}_{x\text{mass}} = 0,001587 \times 85 \times 0,79 \times 625,722 = 67,168 \text{ g/h}$$

Tabelle 23 – NO_x -Emissionen [g/h] in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	#1	#2	#3	#4	#5	#6
$\text{NO}_{x\text{mass}}$	67,168	38,721	19,012	4,621	2,319	0,811

2.3.4 CO_2 -Emissionen

$$\text{CO}_{2\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

Dabei ist:

$$u = 15,19 \text{ aus Tabelle 2}$$

$$\text{conc}_c = \text{conc} - \text{conc}_d \times (1 - 1/DF)$$

$$\text{conc}_c = 3622 - 3 \times (1 - 1/9,465) = 3620 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_{2\text{mass}} = 0,000966 \times 3620 \times 625,722 = 2188,001 \text{ g/h}$$

Tabelle 24 – CO -Emissionen [g/h] in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	#1	#2	#3	#4	#5	#6
CO_{mass}	2188,001	2068,760	1510,187	1424,792	1853,109	975,435

2.3.5 CO_2 -Emissionen

$$\text{CO}_{2\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

Dabei ist:

$$u = 15,19 \text{ aus Tabelle 2}$$

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

$$conc_c = 1,0219 - 0,0421 \times (1 - 1/9,465) = 0,9842 \% Vol$$

$$CO_{2mass} = 15,19 \times 0,9842 \times 625,722 = 9354,488 \text{ g/h}$$

Tabelle 25 – CO₂-Emissionen [g/h] in den verschiedenen Prüfphasen

Prüfphase	#1	#2	#3	#4	#5	#6
CO _{2mass}	9354,488	7295,794	5717,531	3973,503	2756,113	1430,229

2.3.6 Spezifische Emissionen

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

$$\text{Einzelnes Gas} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Gas}_{\text{mass}_i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times WF_i)}$$

Tabelle 26 – Emissionen [g/h] und Wichtungsfaktoren in den einzelnen Prüfphasen

Prüfphase		#1	#2	#3	#4	#5	#6
HC _{mass}	G/h	25,666	25,993	21,607	21,850	34,074	48,963
NO _{xmass}	G/h	67,168	38,721	19,012	4,621	2,319	0,811
CO _{mass}	G/h	2188,001	2068,760	1510,187	1424,792	1853,109	975,435
CO _{2mass}	G/h	9354,488	7295,794	5717,531	3973,503	2756,113	1430,229
Leistung P _i	KW	13,15	9,81	6,52	3,25	1,28	0
Wichtungsfaktoren WF _i	-	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050

$$HC = \frac{25,666 \times 0,090 + 25,993 \times 0,200 + 21,607 \times 0,290 + 21,850 \times 0,300 + 34,074 \times 0,070 + 48,963 \times 0,050}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 4,12 \text{ g/kWh}$$

$$NO_x = \frac{67,168 \times 0,090 + 38,721 \times 0,200 + 19,012 \times 0,290 + 4,621 \times 0,300 + 2,319 \times 0,070 + 0,811 \times 0,050}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 3,42 \text{ g/kWh}$$

$$CO = \frac{2188,001 \times 0,09 + 2068,760 \times 0,2 + 1510,187 \times 0,29 + 1424,792 \times 0,3 + 1853,109 \times 0,07 + 975,435 \times 0,05}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 271,15 \text{ g/kWh}$$

$$CO_2 = \frac{9354,488 \times 0,09 + 7295,794 \times 0,2 + 5717,531 \times 0,29 + 3973,503 \times 0,3 + 2756,113 \times 0,07 + 1430,229 \times 0,05}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 887,53 \text{ g/kWh}$$

ANLAGE 4

1. Einhaltung der Emissionsstandards

Diese Anlage gilt nur für Fremdzündungsmotoren in Stufe II.

* * * * *

- 1.1. Die in Anhang I Abschnitt 4.2 festgelegten Abgasemissionsstandards der Stufe II gelten für die Emissionen der Motoren hinsichtlich ihrer Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode (EDP) entsprechend dieser Anlage.
- 1.2. Für alle Motoren der Stufe II gilt folgendes: Haben alle eine Motorfamilie repräsentierenden Prüfmotoren, wenn sie ordnungsgemäß nach den Verfahren dieser Richtlinie geprüft werden, in einer bestimmten Motorklasse Emissionen, die, wenn sie durch Multiplikation an den in dieser Anlage festgelegten Verschlechterungsfaktor (DF) angepasst sind, unter dem Emissionsstandard der Stufe II oder in gleicher Höhe liegen (gegebenenfalls Emissionsstandards der Motorfamilie (FEL)), so stimmt diese Familie mit den Emissionsstandards dieser Motorfamilie überein. Liegen die Emissionen von Prüfmotoren, wenn sie durch Multiplikation an den in diesem Abschnitt festgelegten Verschlechterungsfaktor angepasst sind, für eine bestimmte Motorklasse über dem Emissionsstandard (gegebenenfalls FEL), so gilt diese Klasse von Emissionsstandards als von dieser Familie nicht eingehalten.
- 1.3. Herstellern von Motoren in kleinen Serien steht es frei, Verschlechterungsfaktoren für HC+NOx und CO aus den Tabellen 1 oder 2 dieses Abschnitts anzuwenden oder die Verschlechterungsfaktoren für HC+NOx und CO nach dem unter 1.3.1 beschriebenen Verfahren zu berechnen. Für Technologien, die in den Tabellen 1 und 2 dieses Abschnitts nicht behandelt werden, muss der Hersteller das in Abschnitt 1.4 dieser Anlage beschriebene Verfahren anwenden.

Tabelle 1: Zugewiesene Verschlechterungsfaktoren handgehaltener Motoren für HC+NOx und CO für Hersteller kleiner Serien

Motorklasse	Zweitakt-Motoren		Viertakt-Motoren		Motoren mit Abgasnachbehandlung
	HC+Nox	CO	HC+NOx	CO	
Klasse SH:1	1,1	1,1	1,5	1,1	Die Verschlechterungsfaktoren sind nach der Formel in Absatz 1.3.1 zu berechnen
Klasse SH:2	1,1	1,1	1,5	1,1	
Klasse SH:3	1,1	1,1	1,5	1,1	

Tabelle 2: Zugewiesene Verschlechterungsfaktoren nicht handgehaltener Motoren für HC+NO_x und CO für Hersteller kleiner Serien

Motorklasse	Motoren mit unten- gesteuertem Ventil		Motoren mit oben- gesteuertem Ventil		Motoren mit Abgasnach- behandlung
	HC+Nox	CO	HC+Nox	CO	Die Verschlechte- rungsfaktoren sind nach der Formel in Ab- satz 1.3.1 zu berechnen
Klasse SN:1	2,1	1,1	1,5	1,1	
Klasse SN:2	2,1	1,1	1,5	1,1	
Klasse SN:3	2,1	1,1	1,5	1,1	
Klasse SN:4	1,6	1,1	1,4	1,1	

- 1.3.1 Formel zur Berechnung der Verschlechterungsfaktoren für Motoren mit Abgasnachbehandlung

$$DF = [(NE * EDF) - (CC * F)] / (NE - CC)$$

Hierbei bedeuten:

DF = Verschlechterungsfaktor

NE = Emissionsmengen neuer Motoren vor dem Katalysator (g/kWh)

EDF = Verschlechterungsfaktor für Motoren ohne Katalysator gemäß Tabelle 1

CC = zum Zeitpunkt 0 in g/kWh konvertierte Menge

F = 0,8 für HC und 0,0 für NO_x für Motoren der Klassen SN:3 und SN:4

F = 0,8 für CO für alle Motorklassen

- 1.4. Die Hersteller wenden für jeden reglementierten Schadstoff für alle Motorfamilien der Stufe II jeweils einen zugewiesenen oder berechneten Verschlechterungsfaktor an. Diese Verschlechterungsfaktoren sind für die Typgenehmigung und die Prüfung an der Fertigungsstraße anzuwenden.

- 1.4.1 Für Motoren, für die keine zugewiesenen Verschlechterungsfaktoren der Tabellen 1 oder 2 dieses Abschnitts zur Anwendung kommen, werden die Verschlechterungsfaktoren wie folgt bestimmt:

- 1.4.1.1 An mindestens einem ausgewählten Prüfmotor, der die Konfiguration repräsentiert, die voraussichtlich die HC+NO_x-Emissionsstandards übersteigt (gegebenenfalls FEL), und dessen Bauweise der Produktion entspricht, ist nach der Anzahl von Stunden, die den stabilisierten Emissionen entspricht, das (vollständige) in dieser Richtlinie beschriebene Emissions-Prüfverfahren durchzuführen.

- 1.4.1.2 Wird mehr als ein Motor geprüft, ist der Mittelwert der Ergebnisse zu berechnen und im Vergleich zu dem geltenden Standard auf eine zusätzliche Dezimalstelle zu runden.
- 1.4.1.3 Nach der Alterung des Motors wird diese Emissionsprüfung erneut durchgeführt. Das Alterungsverfahren sollte so beschaffen sein, dass der Hersteller die während der Dauerhaltbarkeitsperiode des Motors zu erwartende Verschlechterung der Emissionen des in Betrieb befindlichen Motors vorhersagen kann. Dabei sind die Art des Verschleißes und sonstige unter typischer Nutzung durch den Verbraucher zu erwartende Verschlechterungsmechanismen, die die Emissionsleistung beeinträchtigen könnten, zu berücksichtigen. Wird mehr als ein Motor geprüft, ist der Mittelwert der Ergebnisse zu berechnen und im Vergleich zu dem geltenden Standard auf eine zusätzliche Dezimalstelle zu runden.
- 1.4.1.4 Am Ende der Dauerhaltbarkeitsperiode (durchschnittliche Emissionen, falls zutreffend) sind die Emissionen für jeden reglementierten Schadstoff durch die stabilisierten Emissionen (durchschnittliche Emissionen, falls zutreffend) zu dividieren und auf zwei Stellen aufzurunden. Die sich daraus ergebende Zahl ist der Verschlechterungsfaktor, es sei denn, sie beträgt weniger als 1,00. In diesem Fall ist der Verschlechterungsfaktor 1,0.
- 1.4.1.5 Nach dem Ermessen des Herstellers können zusätzliche Emissionsprüfpunkte zwischen dem Prüfpunkt der stabilisierten Emission und der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode eingeplant werden. Sind Zwischenprüfungen geplant, müssen die Prüfpunkte gleichmäßig über die Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode (?2 Stunden) verteilt sein, und einer dieser Prüfpunkte muss in der Mitte der vollen Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode (??2 Stunden) liegen.

Für jeden Schadstoff HC+NO_x und CO ist zwischen den Datenpunkten eine gerade Linie zu ziehen, wobei die erste Prüfung zum Zeitpunkt Null eingezeichnet und die Methode der kleinsten Fehlerquadrate angewendet wird. Der Verschlechterungsfaktor ergibt sich aus den berechneten Emissionen am Ende der Dauerhaltbarkeitsperiode, geteilt durch die berechneten Emissionen zum Zeitpunkt Null.

- 1.4.1.6 Die berechneten Verschlechterungsfaktoren können andere Familien und Produktjahre umfassen, als diejenigen, aufgrund derer sie berechnet wurden, sofern der Hersteller vor der Typgenehmigung eine für die nationale Typgenehmigungsbehörde akzeptable Begründung dafür vorlegt, dass die betreffenden Motorfamilien aller Voraussicht nach ähnliche, auf der verwendeten Konstruktionsweise und Technologie basierende Emissions-Verschlechterungsmerkmale aufweisen.

Nachstehend eine nicht erschöpfende Liste der Zuordnung nach Konstruktionsweise und Technologie:

- Herkömmliche Zweitaktmotoren ohne Abgasnachbehandlung
- Herkömmliche Zweitaktmotoren mit einem Keramikkatalysator mit dem gleichen aktiven Material und Füllstoff und der gleichen Anzahl von Zellen je cm²
- Herkömmliche Zweitaktmotoren mit einem Metallkatalysator mit dem gleichen aktiven Material und Füllstoff, dem gleichen Substrat und der gleichen Anzahl von Zellen je cm²

- Zweitaktmotoren mit einem in Schichten angeordneten Spülsystem
- Viertaktmotoren mit Katalysator (wie vorstehend definiert) mit der gleichen Ventiltechnik und einem identischen Schmiersystem
- Viertaktmotoren ohne Katalysator mit der gleichen Ventiltechnik und einem identischen Schmiersystem

2. Emissions-Dauerhaltbarkeitsperioden für Motoren der Stufe II

2.1 Die Hersteller müssen zum Zeitpunkt der Typgenehmigung die für jede Motorfamilie geltende Kategorie der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode angeben. Diese Kategorie ist die Kategorie, der die voraussichtliche Nutzlebensdauer des Geräts, für das die Motoren nach Angabe des Herstellers bestimmt sind, am nächsten kommt. Die Hersteller müssen für jede Motorfamilie die Daten, durch die sich ihre Wahl der Kategorie der Dauerhaltbarkeitsperiode untermauern lässt, aufbewahren. Diese Daten sind der Typgenehmigungsbehörde auf Anfrage bereitzustellen.

2.1.1 Für handgehaltene Motoren wählen die Hersteller eine Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode aus der Tabelle 1 dieses Abschnitts aus.

Tabelle 1: Kategorien der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperioden für handgehaltene Motoren (Stunden)

Kategorie	1	2	3
Klasse SH:1	50	125	300
Klasse SH:2	50	125	300
Klasse SH:3	50	125	300

2.1.2. Für nicht handgehaltene Motoren wählen die Hersteller eine Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode aus der Tabelle 2 dieses Abschnitts aus.

Tabelle 2: Kategorien der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperioden für nicht handgehaltene Motoren (Stunden)

Kategorie	1	2	3
Klasse SN:1	50	125	300
Klasse SN:2	125	250	500
Klasse SN:3	125	250	500
Klasse SN:4	250	500	1000

2.1.3. Der Hersteller muss der Typgenehmigungsbehörde zufriedenstellend nachweisen, dass die deklarierte Nutzlebensdauer angemessen ist. Die Daten zur Untermauerung der Wahl der Kategorie der Emissions-Dauerhaltbarkeitsperiode für eine bestimmte Motorfamilie durch den Hersteller können die folgenden Punkte umfassen, sind jedoch nicht darauf beschränkt:

- Übersichten über die Lebensspannen der Geräte, in die die betreffenden Motoren eingebaut sind;
- Technische Bewertungen der im Betrieb gealterten Motoren, um festzustellen, wann sich die Leistung des Motors so weit verschlechtert, dass die Nützlichkeit und/oder Zuverlässigkeit bis zu einem Grad beeinträchtigt sind, der eine Überholung oder den Austausch des Motors erfordert;
- Garantieerklärungen und Garantiefristen;
- Marketing-Unterlagen betreffend die Lebensdauer des Motors;
- von Kunden erstellte Berichte über Störfälle; und
- technische Bewertungen der Dauerhaltbarkeit in Stunden, bestimmter Motor-technologien, der Motorwerkstoffe und der Motorkonstruktionen.

5. Anhang IV wird zu einem neuen Anhang V und wie folgt geändert:

Die derzeitigen Überschriften erhalten folgende Fassung:

"TECHNISCHE MERKMALE DES VORGESCHRIEBENEN BEZUGSKRAFTSTOFFS FÜR DIE GENEHMIGUNGSPRÜFUNGEN UND DIE ÜBERPRÜFUNG DER ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION

BEZUGSKRAFTSTOFF FÜR KOMPRESSIIONSZÜNDUNGSMOTOREN MOBILER MASCHINEN UND GERÄTE (1)";

In der Tabelle wird in der Zeile "Neutralisationszahl" das Wort "min." in Spalte 2 durch das Wort "max." Ersetzt; folgende Tabelle und Fußnoten werden neu hinzugefügt:

"BEZUGSKRAFTSTOFF FÜR FREMDZÜNDUNGSMOTOREN

MOBILER MASCHINEN UND GERÄTE

Anmerkung: Der Kraftstoff für Zweitaktmotoren ist ein Gemisch aus Schmieröl und dem nachstehend beschriebenen Benzin. Das Kraftstoff-Öl-Mischverhältnis muss der Empfehlung des Herstellers laut Anhang IV 2.7. entsprechen.

Parameter	Einheit	Grenzwerte (1)		Prüfmethode	Veröffentlichung
		Min.	Max.		
Research-Oktanahl, ROZ		95,0	-	EN 25164	1993
Motor-Oktanahl, MOZ		85,0	-	EN 25163	1993
Dichte bei 15 °C	kg/m3	748	762	ISO 3675	1995
Dampfdruck nach Reid	kPa	56,0	60,0	EN 12	1993
Destillation			-		
- Siedebeginn	°C	24	40	EN-ISO	1988
- Bei 100 °C verdunstet	Vol. %	49,0	57,0	3405EN-ISO	1988
- Bei 150 °C verdunstet	Vol. %	81,0	87,0	3405	1988
- Siedeende	°C	190	215	EN-ISO 3405	1988
Rückstand	%	-	2	EN-ISO 3405	1988
Analyse d. Kohlenwasserstoffe:	-			EN-ISO 3405	-
- Olefine	Vol. %	-	10		1995
- Aromaten	Vol. %	28,0	40,0	ASTM D 1319	1995
- Benzol	Vol. %	-	1,0	ASTM D 1319	1998
- Gesättigte Kohlenwasserst.	Vol. %	-	Rest	EN 12177	1995
Kohlenstoff-Wasserstoff-Verh.		Bericht	Bericht	ASTM D 1319	
Oxidationsbeständigkeit (2)	min	480	-		1996
Sauerstoffgehalt	Mass. %	-	2,4	EN-ISO 7536	1997
Abdampfrückstand	mg/ml	-	0,04	EN 1601	1997
Schwefelgehalt	mg/kg	-	100	EN-ISO 6246	1998

Kupferkorrosion bei 50 °C		-	1	EN-ISO 14596	1995
Bleigehalt	g/l	-	0,005	EN-ISO 2160	1996
Phosphorgehalt	g/l	-	0,0013	EN 237	1994
				ASTM D 3231	

Anmerkung 1: Die in der Spezifikation angegebenen Werte sind „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 Minstdifferenz von 2R über Null berücksichtigt; bei der Festlegung eines Höchst- und Mindestwertes beträgt die Minstdifferenz 4R (R = Reproduzierbarkeit). Unbeschadet dieser statistischen Zwecken dienenden Messung sollte sich der Hersteller des Kraftstoffs trotzdem bemühen, dort, wo ein Höchstwert von 2R vereinbart ist, einen Nullwert zu erreichen, und dort, wo Ober- und Untergrenzen angegeben sind, einen Mittelwert zu erreichen. Bestehen Zweifel, ob ein Kraftstoff die vorgeschriebenen Anforderungen erfüllt, gelten die Bestimmungen von ISO 4259.

Anmerkung 2: Der Kraftstoff kann Oxidationsinhibitoren und Metalldeaktivatoren enthalten, die normalerweise zur Stabilisierung von Raffineriebenzinströmen Verwendung finden; es dürfen jedoch keine Waschmittel-Dispersionszusätze und Lösungsöle zugesetzt sein.

6. Anhang V wird Anhang VI
7. Anhang VI wird Anhang VII und wie folgt geändert:

(a) Anlage 1 wird wie folgt geändert:

- Die Überschrift erhält folgende Fassung:

"Anlage 1

PRÜFERGEBNISSE FÜR KOMPRESSIOnSZÜNDUNGSMOTOREN "

- Absatz 1.3.2 erhält folgende Fassung:

"1.3.2. Bei der angegebenen Motordrehzahl aufgenommene Leistung (nach Angaben des Herstellers):

Bei verschiedenen Motordrehzahlen aufgenommene Leistung P _{AE} (kW) (¹) unter Berücksichtigung von Anlage 3 dieses Anhangs		
Einrichtung	Zwischendrehzahl (wenn zutreffend)	Nennndrehzahl
Gesamt:		

(1) Darf 10 % der während der Prüfung gemessenen Leistung nicht überschreiten."

- Abschnitt 1.4.2. erhält folgende Fassung:

"1.4.2. Motorleistung¹⁵

Bedingung	Leistung (kW) bei verschiedenen Motordrehzahlen	
	Zwischendrehzahl (wenn zutreffend)	Nenndrehzahl
Bei der Prüfung gemessene Höchstleistung (P_M) (kW) (a)		
Gesamte Leistungsaufnahme der motorgetriebenen Einrichtungen gemäß Abschnitt 1.3.2 oder Anhang III Abschnitt 2.8 (P_{AE}) (kW) (b)		
Nettoleistung des Motors gemäß Anhang I Abschnitt 2.4 (kW) (c)		
$C = a + b$		"

- Abschnitt 1.5 wird wie folgt geändert:

"1.5. Emissionswerte

1.5.1. Dynamometereinstellung (kW)

Teillast	Dynamometereinstellung (kW) bei verschiedenen Motordrehzahlen	
	Zwischendrehzahl (wenn zutreffend)	Nenndrehzahl
10 (wenn zutreffend)		
25 (wenn zutreffend)		
50		
75		
100		

1.5.2. Ergebnisse der Emissionsprüfung nach dem Prüfzyklus:"

(b) Eine neue Anlage 2 mit folgendem Wortlaut wird eingefügt:

"Anlage 2

PRÜFERGEBNISSE FÜR FREMDZÜNDUNGSMOTOREN

1. INFORMATION ZUR DURCHFÜHRUNG DER PRÜFUNG(EN)¹⁶:

¹⁵ Nichtkorrigierte Leistung, gemessen entsprechend den Bestimmungen von Anhang I Abschnitt 2.4.
¹⁶ Bei mehreren Stammmotoren für jeden einzeln anzugeben.

1.1. Für die Prüfung verwendeter Bezugskraftstoff

1.1.1. Oktanzahl:

1.1.2. Wenn wie bei Zweitaktmotoren dem Kraftstoff Schmiermittel zugesetzt ist, ist der prozentuale Anteil des Öls in der Mischung anzugeben.

1.1.3. Dichte des Benzens bei Viertaktmotoren und des Benzin-Öl-Gemischs bei Zweitaktmotoren...

1.2. Schmiermittel

1.2.1. Marke(n)

1.2.2. Typ(en)

1.3. Vom Motor angetriebene Einrichtungen (falls vorhanden)

1.3.1. Aufzählung und Einzelheiten

1.3.2. Bei der angegebenen Motordrehzahl aufgenommene Leistung (nach Angaben des Herstellers)

	Bei verschiedenen Motordrehzahlen aufgenommene Leistung P_{AE} (kW) ⁽¹⁾ unter Berücksichtigung von Anlage 3 dieses Anhangs	
Einrichtung	Zwischendrehzahl (wenn zutreffend)	Nennndrehzahl
Gesamt		

⁽¹⁾ Darf 10 % der während der Prüfung gemessenen Leistung nicht überschreiten.

1.4. Motorleistung

1.4.1. Motordrehzahlen:

Leerlauf: min^{-1}

Zwischendrehzahl: min^{-1}

Nennndrehzahl: min^{-1}

1.4.2. Motorleistung¹⁷

	Leistung (kW) bei verschiedenen Motordrehzahlen	
Bedingung	Zwischendrehzahl (wenn zutreffend)	Nennndrehzahl

Bei der Prüfung gemessene Höchstleistung (P_M) (kW) (a)		
Gesamte Leistungsaufnahme der motorgetriebenen Einrichtungen gemäß Abschnitt 1.3.2 oder Anhang III Abschnitt 2.8 (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)

	Dynamometereinstellung (kW) bei verschiedenen Motordrehzahlen	
<i>Teillast</i>	Zwischendrehzahl (wenn zutreffend)	Nenn Drehzahl (wenn zutreffend)
10 (wenn zutreffend)		
25 (wenn zutreffend)		
50		
75		
100		

1.5.2. Ergebnisse der Emissionsprüfung nach dem Prüfzyklus:

CO: g/kWh

HC: g/kWh

NOx: g/kWh"

(c) Eine neue Anlage 3 mit folgendem Wortlaut wird eingefügt:

"Anlage 3

Hilfseinrichtungen, die bei der Prüfung zur Bestimmung der Motorleistung zu installieren sind

Nr.	Hilfseinrichtung	Bei Emissionsprüfung installiert
1	Einlasssystem	
	Ansaugleitung	Ja, serienmäßig
	Kurbelgehäuseentlüftung	Ja, serienmäßig
	Steuerung der Resonanzaufladung	Ja, serienmäßig
	Luftmengenmesser	Ja, serienmäßig
	Luft einlasssystem	Ja ⁴⁾
	Luftfilter	Ja ⁴⁾
	Ansaugschalldämpfer	Ja ⁴⁾
	Drehzahlbegrenzer	Ja ⁴⁾

2	Luftvorwärmung der Ansaugleitung	Ja, serienmäßig. Sie ist im Rahmen des Möglichen in ihrer günstigsten Stellung zu betreiben.
3	Abgasschalldämpferanlage	
	Abgasfilter	Ja, serienmäßig
	Auspuffkrümmer	Ja, serienmäßig
	Abgasleitung	Ja ^{b)}
	Schalldämpfer	Ja ^{b)}
	Endrohr	Ja ^{b)}
	Auspuffbremse	nein ^{c)}
	Auflader	Ja, serienmäßig
4	Kraftstoffpumpe	Ja, serienmäßig ^{d)}
5	Vergaserausrüstung	
	Vergaser	Ja, serienmäßig
	Elektronisches Überwachungssystem, Luftmengenmesser	Ja, serienmäßig
	Ausrüstung für Gasmotoren	
	Druckreduzierer	Ja, serienmäßig
	Verdampfer	Ja, serienmäßig
	Mischer	Ja, serienmäßig
6	Kraftstoffeinspritzung (Benzin und Dieselmotoren)	
	Vorfilter	Ja, serienmäßig oder Prüfstands-ausrüstung
	Filter	Ja, serienmäßig oder Prüfstands-ausrüstung
	Pumpe	Ja, serienmäßig
	Hochdruckleitung	Ja, serienmäßig
	Einspritzdüse	Ja, serienmäßig
	Luftinlassventil	Ja, serienmäßig ^{e)}
	Elektronisches Steuersystem, Luftstrommesser usw.	Ja, serienmäßig
	Regler	Ja, serienmäßig
	Atmosphärischer Lastbegrenzer	Ja, serienmäßig
7	Flüssigkeitskühlung	
	Kühler	nein
	Lüfter	nein
	Luftleiteinrichtung des Lüfters	nein
	Wasserpumpe	Ja, serienmäßig ^{f)}
	Thermostat	Ja, serienmäßig ^{g)}
8	Luftkühlung	
	Luftleiteinrichtung	nein ^{h)}
	Gebläse	nein ^{h)}
	Temperaturregelungseinrichtung	nein
9	Elektrische Ausrüstung	
	Generator	Ja, serienmäßig ⁱ⁾
	Zündverteiler	Ja, serienmäßig
	Spule	Ja, serienmäßig
	Kabel	Ja, serienmäßig
	Zündkerzen	Ja, serienmäßig
	Elektronisches Kontrollsystem mit Klopfensensoren/ Zündverstellung	Ja, serienmäßig

10	Lader Entweder direkt durch den Motor und/oder durch die Auspuffgase angetriebener Lader Ladeluftkühler Kühlmittelpumpe oder -lüfter vom Motor angetrieben Kühlmittelthermostat	Ja, serienmäßig Ja, serienmäßig oder Prüfstands-ausrüstung^{j,k)} nein^{h)} Ja, serienmäßig
11	Zusätzlicher Prüfstands-lüfter	Ja, falls notwendig
12	Einrichtung zur Abgasreinigung	Ja, serienmäßig ^{l)}
13	Startausrüstung	Prüfstands-ausrüstung ^{m)}
14	Schmierölpumpe	Ja, serienmäßig

a) Das komplette Einlasssystem ist entsprechend der beabsichtigten Verwendung einzubeziehen,

wenn eine erhebliche Auswirkung auf die Motorleistung zu befürchten ist,

bei nicht aufgeladenen Fremdzündungsmotoren;

wenn der Hersteller darum ersucht.

In anderen Fällen darf ein gleichwertiges System verwendet werden und sollte eine Nachprüfung durchgeführt werden, damit sichergestellt ist, dass der Druck an der Ansaugleitung um nicht mehr als 100 Pa von dem vom Hersteller für einen sauberen Luftfilter genannten oberen Grenzwert abweicht.

b) Das komplette Abgasschalldämpfersystem ist entsprechend der beabsichtigten Verwendung einzubeziehen,

wenn eine erhebliche Auswirkung auf die Motorleistung zu befürchten ist, bei nicht aufgeladenen Fremdzündungsmotoren;

wenn der Hersteller darum ersucht.

In anderen Fällen darf ein gleichwertiges System eingebaut werden, sofern der gemessene Druck von dem vom Hersteller angegebenen oberen Grenzwert nicht mehr als 1000 Pa abweicht.

c) Wenn der Motor eine Auspuffbremse hat, ist deren Klappe in vollständig geöffneter Stellung zu fixieren.

d) Der Kraftstoffförderdruck darf erforderlichenfalls nachgeregelt werden, um die bei dem betreffenden Verwendungszweck vorhandenen Drücke zu reproduzieren (insbesondere, wenn ein System mit Kraftstoffrückführung verwendet wird).

e) Der Luftdruckfühler ist der Geber für die luftdruckabhängige Regelung der Einspritzpumpe. Regler oder Einspritzanlage können weitere Einrichtungen enthalten, die die Menge des eingespritzten Kraftstoffs beeinflussen.

f) Die Umwälzung der Kühlflüssigkeit darf ausschließlich durch die Wasserpumpe des Motors bewirkt werden. Die Abkühlung der Kühlflüssigkeit darf über einen externen Kreislauf erfolgen, vorausgesetzt, dass der Druckverlust des externen Kreislaufs und der Druck am Pumpeneintritt im wesentlichen dem des Kühlsystems des Motors entsprechen.

g) Der Thermostat darf vollständig geöffnet fest eingestellt sein.

h) Falls während der Prüfung der Lüfter oder das Gebläse angebracht ist, muss die dadurch verbrauchte Leistung zu dem Prüfungsergebnis addiert werden. Davon ausgenommen sind Motoren, bei denen solche Hilfseinrichtungen integraler Bestandteil sind (beispielsweise bei luftgekühlten Motoren direkt an der Kurbelwelle angebrachte Lüfter). Die Gebläse- und/oder Lüfterleistung ist bei den bei der Prüfung verwendeten Motordrehzahlen zu bestimmen. Dies kann entweder durch Berechnung der Standardcharakteristika oder durch in der Praxis bewährte Tests erfolgen.

i) Mindestleistung der Lichtmaschine: Die elektrische Leistung der Lichtmaschine ist auf den Wert zu beschränken, der für die Versorgung der für den Betrieb des Motors unverzichtbaren Hilfseinrichtungen unbedingt erforderlich ist. Muss eine Batterie angeschlossen werden, so hat diese vollständig geladen und in ordnungsgemäßem Zustand zu sein.

j) Ladeluftgekühlte Motoren sind mit Ladeluftkühlung zu prüfen, wobei es unerheblich ist, ob diese mit Flüssigkeit oder mit Luft betrieben wird; auf Wunsch des Herstellers darf ein luftgekühlter Kühler durch ein Prüfstandssystem ersetzt werden. In jedem Fall ist die Leistungsmessung bei allen Motordrehzahlen unter maximalem Druck- und minimalem Temperaturabfall für die den Ladeluftkühler durchlaufende Motorluft auf einem Prüfstandssystem, wie es der Hersteller angegeben hat, zu prüfen.

k) Dazu dürfen beispielsweise gehören: Abgasrückführung, Katalysator, Thermoreaktor, Nebenluftzufuhr und Kraftstoffverdampfungsschutz.

l) Die erforderliche Leistung für die elektrische oder andersartige Startausrüstung muss vom Prüfstandssystem bereitgestellt werden."

8. Die Anhänge VII bis X werden Anhänge VIII bis XI.

9. Ein neuer Anhang XII mit folgendem Wortlaut wird eingefügt:

"Anhang XII

Mittelwertbildungs- und Ansparverfahren von Emissionsrechten auf freiwilliger Basis¹⁸

1. EINLEITUNG

1.1 Anstelle der Typgenehmigung aller Motoren nach den Grenzwerten von Anhang I Abschnitt 4.2.2.1 können die Hersteller auch die in diesem Anhang beschriebenen Mittelwertbildungs- und Ansparverfahren von Emissionsrechten anwenden.

1.2 Das in diesem Anhang beschriebene Mittelwertbildungs- und Ansparverfahren darf nur angewendet werden, um die Anforderungen der Stufe II für Fremdzündungsmotoren zu erfüllen.

1.3 Motoren, die die Emissionsgrenzwerte unter Anwendung des Mittelwertbildungs- und Ansparverfahrens von Emissionsrechten einhalten, müssen alle sonstigen Anforderungen dieser Richtlinie erfüllen, einschließlich der CO-Emissionswerte von Anhang I Abschnitt 4.2.2.1.

1.4 Hersteller, die das freiwillige Mittelwertbildungs- und Ansparverfahren anwenden wollen, müssen damit in den folgenden Kalenderjahren beginnen:

Klasse Anfangsjahr (Kalenderjahr)

SH:1 2005

SH:2 2005

¹⁸

Vor seinem Inkrafttreten wird die Kommission die Bestimmungen dieses Anhangs im Hinblick auf verwaltungstechnische Auswirkungen und den Wettbewerb zwischen großen und kleinen Herstellern überprüfen und gegebenenfalls Änderungen vorschlagen.

SH:3 2007
SN:1 2004
SN:2 2004
SN:3 2007
SN:4 2005

1.5 Dem Hersteller ist es freigestellt, das freiwillige System entsprechend diesem Anhang für eine oder mehrere Klassen von Motoren anzuwenden.

2. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

Für die Zwecke dieses Anhangs gelten die folgenden Begriffsbestimmungen:

"Mittelwertbildung": Austausch von Emissionsrechten zwischen Motorfamilien innerhalb einer bestimmten Produktlinie des Herstellers.

"Ansparen": Zurückhalten von Emissionsrechten durch den Hersteller, der die Emissionsrechte erwirbt, zur Verwendung im folgenden Kalenderjahr innerhalb des nach diesem Anhang zulässigen Rahmen.

"Familienemissionsgrenzwerte (FEL)": Vom Hersteller anstelle des Emissionsstandards für die Typgenehmigung bzw. Prüfung an der Fertigungsstraße deklarierte Emissionsmenge.

"Emissionsrechte": Umfang der Emissionsunter- bzw. -überschreitung des geltenden HC- und NOX-Emissionsstandards durch eine Motorfamilie. FEL unterhalb des Standards ergeben "positive Rechte", FEL oberhalb des Standards hingegen "negative Rechte". Des Weiteren bezeichnen "Typgenehmigungsrechte" Emissionsrechte, die auf dem anrechnungsfähigen voraussichtlichen Produktionsvolumen der Motorfamilie beruhen. "Angesparte Emissionsrechte" sind Emissionsrechte, die innerhalb eines Kalenderjahres erworben werden und bis zum 30. April des Folgejahres gemeldet werden müssen. "Tatsächliche Emissionsrechte" beziehen sich auf Emissionsrechte, die auf dem bis zum Ende des Kalenderjahres aufgelaufenen anrechnungsfähigen Produktionsvolumen beruhen.

3. ALLGEMEINE VORSCHRIFTEN

3.1 Ein Hersteller darf in die Berechnung von Rechten nur Motoren einbeziehen, die in der EU in Verkehr gebracht werden sollen und im entsprechenden Kalenderjahr gefertigt werden.

3.2 Innerhalb der in diesem Anhang festgelegten Grenzen kann ein Hersteller für Motorfamilien mit Familienemissionsgrenzwerten (FEL) ober- oder unterhalb des geltenden Emissionsstandards die Typgenehmigung erlangen, sofern der nach Abschnitt 7 dieses Anhangs für den Hersteller vorausberechnete Saldo aus allen Transaktionen mit Rechten für alle Motorklassen, für die im Rahmen der Bestimmungen dieses Anhangs in einem bestimmten Kalenderjahr eine Typgenehmigung erteilt wurde, gleich oder größer als Null ist.

3.3 Der Hersteller einer Motorfamilie, deren FEL über dem geltenden Emissionsstandard liegt, muss mittels Mittelwertbildung oder Ansparen ausreichend viele Emissionsrechte erwerben, um den Fehlbetrag auszugleichen.

3.4 Durch eine Motorfamilie, deren FEL unter dem geltenden Emissionsstandard liegt, können positive Emissionsrechte für die Mittelwertbildung oder das Ansparen oder eine Kombination dieser Verfahren erworben werden.

3.5 Die Grenzwerte der Stufe I sind stets von allen Motorfamilien einzuhalten.

4. GELTENDE EMISSIONSSTANDARDS

Ein Hersteller, der das Mittelwertbildungs- und Ansparverfahren für HC und NO_x anwendet, muss folgende Standards (FEL) einhalten (in g/kWh):

Klasse SH:1

Kalenderjahr	2005	2006	2007	ab 2008
Grenzwert (HC+NO _x)	238	175	113	50

Klasse SH:2

Kalenderjahr	2005	2006	2007	ab 2008
Grenzwert (HC+NO _x)	196	148	99	50

Klasse SH:3

Kalenderjahr	2007	2008	2009	ab 2010
Grenzwert (HC+NO _x)	143	119	96	72

Klasse SN:1

Kalenderjahr	2004	2005	2006	ab 2007
Grenzwert (HC+NO _x)	50	50	50	50

Klasse SN:2

Kalenderjahr	2004	2005	2006	ab 2007
Grenzwert (HC+NO _x)	40	40	40	40

Klasse SN:3

Kalenderjahr	2004	2005	2006	ab 2007
Grenzwert (HC+NO _x)	40	40	40	16,1

Klasse SN:4

Kalenderjahr	2006	2007	2008	2009	ab 2010
Grenzwert NO _x	18,0	16,6	15,0	13,6	12,1

5. MITTELWERTBILDUNG

5.1 Gemäß diesem Anhang müssen negative Emissionswerte von Motorfamilien mit FEL oberhalb des geltenden Emissionsstandards durch positive Emissionswerte von Motorfamilien mit FEL unterhalb des geltenden Emissionsstandards aufgewogen werden. Mit dieser Mittelwertbildung lässt sich feststellen, ob die Grenzwerte des Abschnitts 4 dieses Anhangs eingehalten werden.

5.2 Die klassenübergreifende Mittelwertbildung von Emissionsrechten kann für alle Klassen von nicht für den Straßenverkehr bestimmten Fremdzündungsmotoren erfolgen.

5.3 Zur Mittelwertbildung für ein bestimmtes Kalenderjahr können Emissionsrechte, die im selben Kalenderjahr von einer anderen Motorfamilie erworben worden sind, oder aus früheren Kalenderjahren übertragene Rechte verwendet werden.

6. ANSPAREN

6.1 Ab dem 1. Januar des ersten Jahres, in dem der Hersteller entsprechend diesem Anhang eine Typgenehmigung für eine Motorfamilie mit einem den geltenden Emissionsstandard unterschreitenden FEL erhält, kann der Hersteller für dieses Kalenderjahr Emissionsrechte zur Verwendung bei der Mittelwertbildung ansparen.

6.2 Der Hersteller darf tatsächliche Emissionsrechte erst nach dem Ende des Kalenderjahres und nachdem die Typgenehmigungsbehörde den Jahresabschlussbericht des Herstellers überprüft und als zufriedenstellend bestätigt hat, ansparen.

7. BERECHNUNG VON EMISSIONSRECHTEN UND EINHALTUNG DER EMISSIONSSTANDARDS

7.1 Bei jeder Motorfamilie ist der Stand der Typgenehmigungsemissionsrechte (positiv bzw. negativ) für HC und NO_x nach folgender Gleichung zu berechnen und auf das nächste Gramm zu runden. In der gesamten Gleichung sind die gleichen Einheiten zu verwenden.

$$\text{Emissionsrechte} = \text{Produktion} \times (\text{Standard} - \text{FEL}) \times \text{Leistung} \times \text{EDP} \times \text{Lastfaktor}$$

Hierbei bedeuten:

Produktion = Anrechnungsfähige Produktion. Die Berechnung der für die erste Typgenehmigung verfügbaren Emissionsrechte beruht auf der voraussichtlichen Jahresproduktion. Die Ermittlung der tatsächlichen Rechte, anhand derer die Einhaltung der Vorgaben zum Jahresende bestimmt wird, erfolgt auf der Grundlage des anrechnungsfähigen Produktionsvolumens.

Standard = Derzeit geltender Standard in Gramm je Kilowattstunde gemäß Abschnitt 4

FEL = Familienemissionsgrenzwert für die Motorfamilie in Gramm je Kilowattstunde

Leistung = Maximale Leistung des Stammmotors (in Kilowatt) in der jeweiligen Betriebsart, errechnet anhand des entsprechenden, in dieser Richtlinie beschriebenen Prüfverfahrens

EDP = Emissionsbeständigkeitszeit (in Stunden) entsprechend der EDP-Kategorie, für die die Typgenehmigung für die Motorfamilie erteilt wurde

Lastfaktor = 47 % (d. h. 0,47) für Prüfzyklus (G1) und Prüfzyklus (G2). (85 % (d. h. 0,85) für Prüfzyklus G3)

8. TYPGENEHMIGUNGSVERFAHREN

8.1 Der Hersteller, der das in diesem Anhang beschriebene freiwillige Mittelwertbildungs- und Ansparverfahren anwendet, ist verpflichtet,

8.1.1 sich in dem entsprechenden Kalenderjahr für seine gesamte Produktpalette nur an eine einzige nationalen Typgenehmigungsbehörde zu richten. Es obliegt dem Hersteller, dafür

Sorge zu tragen, dass seine Vertreter in der Gemeinschaft für ausgewählte Motoren nicht gesondert verfahren;

8.1.2 eine Erklärung vorzulegen, aus der hervorgeht, dass, werden sämtliche Emissionsrechte für die Motorfamilien des Herstellers zusammengerechnet, er nach bestem Wissen und Gewissen ausschließt, dass bei den Motoren, für die das System zur Anwendung kommt, die Bestimmungen von Abschnitt 7 dieses Anhangs durch ihn nicht eingehalten werden;

8.1.3 für jede Motorfamilie einen FEL für HC und NO_x anzugeben. Der FEL muss die gleiche Anzahl signifikanter Stellen wie der Emissionsstandard aufweisen;

8.1.4 der die entsprechende Genehmigung für die Mittelwertbildung erteilenden Typgenehmigungsbehörde für jede in das Mittelwertbildungs- und Ansparsverfahren einbezogene Motorfamilie Kopien der Typgenehmigungsbögen als Nachweis dafür vorzulegen, dass die Motoren mit einem Emissionsniveau unter dem angegebenen FEL genehmigt worden sind;

8.1.5 die Anzahl von Emissionsrechten, die für diese Familie entsprechend der Vorausberechnung erworben bzw. benötigt werden, das voraussichtliche Jahresabsatzvolumen und die zur Berechnung der Emissionsrechte nach Abschnitt 7 dieses Anhangs erforderlichen Werte anzugeben;

8.1.6 auf der Grundlage der voraussichtlichen Jahresproduktion für jede in das Ausgleich- und Ansparsystem einbezogene Motorfamilie Berechnungen nach Abschnitt 7 dieses Anhangs zum voraussichtlichen Stand der Emissionsrechte (positiv oder negativ) vorzulegen;

8.1.7 für den Fall, dass für die Motorfamilie ein negativer Stand der Emissionsrechte vorausberechnet wird, konkret die Herkunft der Rechte (aus Mittelwertbildung und Ansparen) zu nennen, die notwendig sind, um den Fehlbetrag entsprechend der voraussichtlichen Jahresproduktion abzudecken;

8.1.8 für den Fall, dass für die Motorfamilie ein positiver Stand der Emissionsrechte (durch Mittelwertbildung und Ansparen) vorausberechnet wird, konkret anzugeben, wo diese voraussichtlich zur Verfügung stehenden Rechte zum Einsatz kommen werden.

8.2 Alle im Einklang mit diesem Anhang erteilten Typgenehmigungen unterliegen der Einhaltung der Bestimmungen dieses Anhangs durch den Hersteller sowohl während als auch nach dem Kalenderjahr. Diese gelten bis zum 30. April des folgenden Kalenderjahrs. Eine neue Typgenehmigung kann erst erteilt werden, nachdem der Hersteller einen Jahresabschlussbericht vorgelegt hat, aus dem hervorgeht, dass die Bestimmungen dieses Anhangs erfüllt sind;

8.3 Es obliegt dem Hersteller, zur Zufriedenheit der nationalen Typgenehmigungsbehörde zu belegen, dass die Bedingungen, unter denen die Typgenehmigung erteilt wurde, erfüllt bzw. erlassen wurden.

9. FÜHRUNG DER UNTERLAGEN

9.1 Ein Hersteller, der die Möglichkeit der Mittelwertbildung und des Ansparens gemäß diesem Anhang nutzt, muss für jede Motorfamilie folgende sachgerecht angelegte und geordnete Unterlagen erstellen, führen und aufbewahren:

- die Identifizierungsnummer der Motorfamilie

- den Familienemissionsgrenzwert (FEL) bzw. die FEL, sofern im Laufe des Kalenderjahres andere FEL eingeführt wurden
- die maximale Leistung des Stammmotors in der jeweiligen Betriebsart
- das voraussichtliche Produktionsvolumen für das Kalenderjahr
- Unterlagen, anhand derer die Anzahl von Motoren ermittelt werden kann, die die für den jeweiligen FEL anrechnungsfähige Produktion gemäß Abschnitt 2 dieses Anhangs darstellt.

9.2 Ein Hersteller, der die Möglichkeit der Mittelwertbildung und des Ansparens gemäß diesem Anhang nutzt, muss sämtliche Unterlagen, die entsprechend diesem Abschnitt zu führen sind, über einen Zeitraum von acht Jahren ab dem Fälligkeitsdatum des Jahresberichts aufbewahren. Die Unterlagen können je nach dem Aufbewahrungsverfahren des Herstellers auf Papier oder übertragen auf Mikrofilm, ADP-Disketten usw. aufbewahrt werden, vorausgesetzt, es bleiben stets sämtliche für die Typgenehmigung verwendeten Informationen erhalten.

9.3 Auf Verlangen der Typgenehmigungsbehörde muss ihr der Hersteller die von ihm aufzubewahrenden Informationen vorlegen.

9.4 Die Typgenehmigungsbehörde kann die Typgenehmigung(en) für eine Motorfamilie entziehen, für die der Hersteller nicht die laut diesem Abschnitt erforderlichen Unterlagen aufbewahrt oder der Typgenehmigungsbehörde diese Informationen vorlegt.

10. JAHRESABSCHLUSSBERICHTE

10.1 Die Jahresabschlussberichte müssen folgende Angaben enthalten: die Motorfamilie, die Motorklasse, die tatsächliche Anzahl der in Verkehr gebrachten Motoren, die zur Berechnung der Emissionsrechte gemäß Abschnitt 7 dieses Anhangs erforderlichen Werte sowie die Anzahl der erworbenen/erforderlichen Rechte. Ferner ist von den Herstellern anzugeben, wie und wo überschüssige Emissionsrechte verteilt wurden (oder angespart werden sollen) bzw. wie und auf welche Weise Fehlbeträge an Emissionsrechten aufgefüllt wurden. Der Bericht muss als Nachweis dafür, dass die Gesamtemissionen aller tatsächlich hergestellten Motoren gleich oder größer als Null ist, eine Gesamtberechnung der Emissionsbilanzen enthalten. Zum Nachweis der Einhaltung der Bestimmungen von Anhang XII Abschnitt 4 muss außerdem eine Berechnung des mittleren HC- und NOx-FEL der Produktion enthalten sein.

10.2 Grundlage der Berechnung der für die Jahresabschlussberichte anrechnungsfähigen Produktion sind die Motoren, die in der EU in Verkehr gebracht wurden.

10.3 Die Jahresberichte sind der Typgenehmigungsbehörde bis zum 1. April des Jahres nach der Erteilung der Typgenehmigung vorzulegen.

Ausgehend vom Jahresabschlussbericht stellt die Typgenehmigungsbehörde einen neuen Typgenehmigungsbogen aus.

10.4 Versäumt es der Hersteller, innerhalb der angegebenen Frist einen Jahresabschlussbericht für einen Motor vorzulegen, der den Bestimmungen dieses Anhangs unterliegt, wird die Typgenehmigung aller Motorfamilien, die unter diesen Anhang fallen, automatisch entzogen.

10.5 Geht aus dem Jahresabschlussbericht hervor, dass der tatsächliche Gesamtsaldo negativ ist, wird das Minusguthaben auf das Folgejahr übertragen. Fällt für zwei oder mehr Jahre in Folge ein Minusguthaben an, kann die Typgenehmigungsbehörde dem Hersteller die Mittelwertbildungs- und Anspargenehmigung entziehen. Ist der Saldo vier Jahre in Folge negativ, muss die Typgenehmigungsbehörde die Mittelwertbildungs- und Anspargenehmigung für den Hersteller aussetzen."

09.03.01**Beschluss****des Bundesrates**

Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 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

KOM(2000) 840 endg.; Ratsdok.14877/00

Der Bundesrat hat in seiner 760. Sitzung am 9. März 2001 gemäß §§ 3 und 5 EUZBLG die folgende Stellungnahme beschlossen:

1. Der Bundesrat begrüßt den Vorschlag für eine Richtlinie zur Änderung der Richtlinie 97/68/EG. Damit werden einheitliche Standards geschaffen, die es ermöglichen, sowohl den europäischen Umweltschutzzielen als auch den wirtschaftlichen Handelsbedürfnissen insbesondere gegenüber den USA gerecht zu werden.

Der Bundesrat sieht in der vorgesehenen Erweiterung des Anwendungsbereiches der Richtlinie 97/68/EG auf kleinere Fremdzündungsmotoren einen geeigneten Beitrag zur Minderung der Luftschadstoffbelastung, insbesondere im Hinblick auf die Reduktion der Emissionen der Ozon-Vorläuferstoffe Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide.

2. Die vorgesehene zweistufige Lösung ist zu begrüßen, weil sie ökologische und ökonomische Belange in sinnvoller und handhabbarer Weise in Einklang bringt. Durch die erste Stufe kann eine umweltschonende Regelung technisch und administrativ schnellstmöglich eingeführt werden. Die neuen Anforderungen an die Prüftechnik und deren Überwachung können damit beschleunigt eingeführt

werden. Die zweite Stufe gibt gerade auch kleinen und mittleren Unternehmen, die bisher nur auf dem europäischen Markt tätig waren, den notwendigen Spielraum, ihre Produkte auf die strengeren Vorschriften umzustellen.

Die Grenzwerte sind an der internationalen Gesetzgebung (vor allem an den Vorschriften der USA) auch im Hinblick auf 2-Takt-Motoren auszurichten, da die globale Angleichung der Vorschriften wesentlicher Bestandteil eines international funktionierenden Wettbewerbs ist. Abweichungen hiervon hätten Zusatzkosten zur Folge, die den Wettbewerb verzerren würden, ohne dass damit ein messbarer umweltwirksamer Effekt verbunden wäre.

Auch in den übrigen Punkten ist sicherzustellen, dass die Grenzwerte wie auch die Definitionen mit anderen Richtlinien und internationalen Vorschriften bzw. Normen im Einklang stehen, um gleiche Wettbewerbsbedingungen zu erreichen.

Der Bundesrat wendet sich gegen Bestrebungen, die vorgeschlagene Richtlinie zu verschärfen, weil dies Wettbewerbsverzerrungen zu Lasten der europäischen Hersteller nach sich ziehen würde und insbesondere zu einer Überforderung kleiner und mittlerer Unternehmen führen könnte.

3. Der Bundesrat spricht sich jedoch gegen die Einführung eines "Mittelwertbildungs- und Ansparverfahrens für Emissionsrechte" als Alternative bzw. Ergänzung zum System der Grenzwerte des Typgenehmigungsverfahrens für kleinere Fremdzündungsmotoren mobiler Maschinen und Geräte auf freiwilliger Basis aus. Er bittet die Bundesregierung, sich bei den weiteren Beratungen in der EU gegen die Einführung des Anhangs XII und der diesbezüglichen in Artikel 1 des Vorschlags für eine Richtlinie zur Änderung der Richtlinie 97/68/EG aufgeführten Änderungen auszusprechen und sich für eine Streichung dieser Passagen einzusetzen. Dies insbesondere im Hinblick darauf, dass die Kommission gemäß Fußnote 18 diesen Anhang noch im Hinblick auf verwaltungstechnische Auswirkungen und den Wettbewerb zwischen großen und kleinen Herstellern zu überprüfen hat.