

Motoren und Systeme



Abgasgesetzgebung Diesel- und Gasmotoren





Ein aktuelles PDF der Broschüre
finden Sie online unter:
mus.vdma.org/emission

Im Überblick

Inhalt

2	Schiffe
15	Stationäre Anlagen
44	Mobile Maschinen und Geräte
56	Eisenbahnen
60	Prüfzyklen
67	Kraftstoffe
69	Umrechnung
72	Glossar

Alle Angaben ohne Gewähr

Diese Broschüre dient nur der Information. Sie ersetzt nicht die offiziellen Gesetze, Regelungen und Normen.

Stand: Januar 2017

IMO – Seeschiffe

MARPOL (MARine POLLution) der IMO ist ein internationales Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe und legt Umweltschutzregelungen für die internationale Schifffahrt fest. Der Text der Konvention bzw. des Protokolls an sich regelt nur die generellen Rahmenbedingungen, die praktisch relevanten Festsetzungen werden in den Anhängen getroffen.

Eingehalten werden muss MARPOL in erster Linie von Schiffen, die unter Flagge von Mitgliedstaaten der Konvention fahren. Falls ein Schiff unter anderer Flagge, jedoch in Gewässern der Mitgliedstaaten verkehrt, muss auch dieses Schiff MARPOL einhalten.

Stickstoffoxide (NO_x)

Betroffen sind Schiffsdieselmotoren, die eine Leistung von über 130 kW haben, in Abhängigkeit des Datums ihrer Kiellegung. Ausgenommen sind Motoren in Lebensrettungsbooten oder anderem Notfall-Equipment und Schiffe, die ausschließlich in nationalen Gewässern verkehren.

n_n [1/min]	NO _x [g/kWh]
Stufe I, ab 1.1.2000	
< 130	17,0
$130 \leq n_n < 2000$	$45,0 \cdot n_n^{(-0,2)}$
≥ 2000	9,8
Stufe II, ab 1.1.2011	
< 130	14,4
$130 \leq n_n < 2000$	$44,0 \cdot n_n^{(-0,23)}$
≥ 2000	7,7
Stufe III, ab 1.1.2016^A in Emission Control Areas (ECAs)	
< 130	3,4
$130 \leq n_n < 2000$	$9 \cdot n_n^{(-0,2)}$
≥ 2000	2,0

^A Zum 1.1.2016 existiert nur eine ECA in US-Gewässern. Weitere ECAs werden in der Nordsee zum 1.1.2021 und in der Ostsee zum 1.1.2021 eingerichtet. Weitere ECAs können nach einer Beantragung durch Anrainerstaaten eingeführt werden.

Als erstes Stickoxid-Überwachungsgebiet mit Grenzwerten nach Tier III wurden nordamerikanische Küstenlinien festgelegt.

Existierende Schiffe sollen auf Tier I Niveau gebracht werden, wenn

- sie zwischen 1990 und 2000 gebaut wurden,
- ≥ 90 l Hubraum je Zylinder und
- > 5.000 kW haben und
- ein Nachrüst-Kit vom Motorhersteller freigegeben, von der Behörde zertifiziert und im Preis angemessen ist.

Austauschmotoren, zusätzliche Motoren:

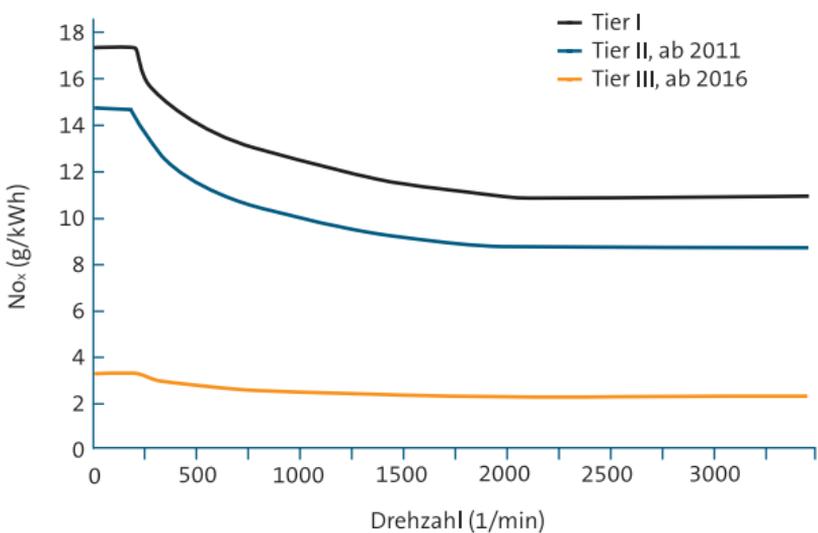
- Bei Ersatz durch einen identischen neuen Motor gelten die Emissionsbestimmungen, die für den ursprünglichen Motor heranzuziehen waren.
- Bei nicht identischem Motor oder zusätzlichen Motoren werden die zum Zeitpunkt der Installation geltenden Regelungen angewandt.
- Für Austauschmotoren, die nach dem 1. Januar 2016 installiert werden, gilt TIER II, wenn nachweislich TIER III nicht erreicht werden kann.

Grundlegende Modifikationen (Major Conversion):

Bei grundlegenden Modifikationen der Motoren auf Schiffen

- mit Kiellegung vor dem 1. Januar 2000 gilt Tier I,
- mit Kiellegung nach dem 1. Januar 2000 gelten weiterhin die Bestimmungen zum Zeitpunkt der Kiellegung des Schiffes.

IMO, No_x-Kurve



- Der NO_x-Grenzwert ist von der Motor-Nenn Drehzahl abhängig.
- Prüfzyklus: ISO 8178-4, E2/E3/D2/C1 (entsprechend Motorbetrieb).
- Keine HC-, CO-, Partikel- und Rußgrenzwerte.
- Partikel- und SO_x-Emissionen werden über die Kraftstoffqualität gesteuert.

Schwefeloxide (SO_x)

Der SO_x-Ausstoß wird über den Schwefelgehalt im Kraftstoff limitiert. Folgende Obergrenzen wurden im Oktober 2008 verabschiedet.

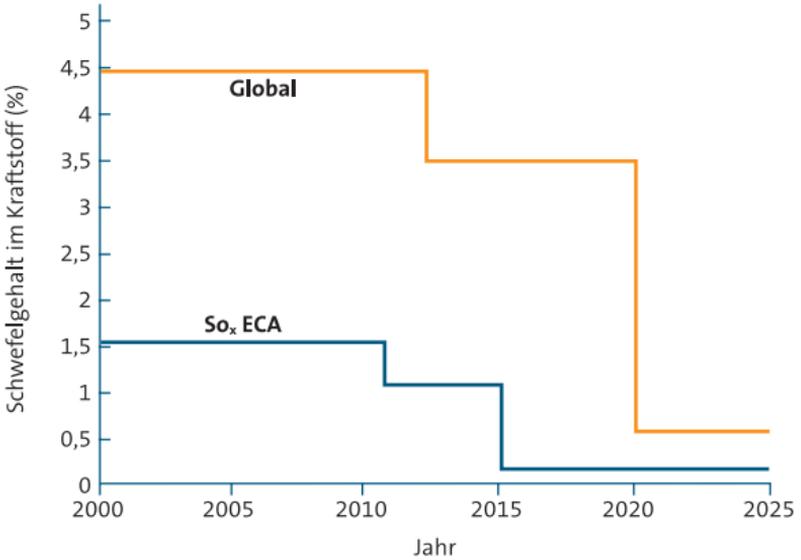
Globale Obergrenze von:

- 4,50 % (45.000 ppm) bis 2012
- 3,50 % (35.000 ppm) ab 2012
- 0,50 % (5.000 ppm) ab 2020

In SO_x-Emission-Control-Areas (SECAs):

- 1,50 % (15.000 ppm) vor dem 1.7.2010
- 1,00 % (10.000 ppm) ab 1.7.2010
- 0,10 % (1.000 ppm) ab 1.1.2015
- Alternative Verfahren (z. B. Scrubber) sind zulässig

IMO, Schwefel-Grenzwerte



EU – Binnenschiffe

Die Emissionsgrenzwerte nach der EU-Nonroad-Richtlinie **97/68/EG** (geändert durch 2004/26/EG) gelten für Antriebsmotoren von Binnenschiffen auf EU-Gewässern. Grenzwerte und Einteilung der Motoren entsprechen der Stufe 2 (Tier 2) der US-EPA Schiffsvorschrift.

Kategorie	Hubraum/Zyl. [L] Leistung [kW]	CO [g/kWh]	HC + NO _x [g/kWh]	Partikel [g/kWh]	Datum ^A
V 1:1	$V_{h,z} < 0,9$	5,0	7,5	0,40	2007
	$P_n \geq 37$				
V 1:2	$0,9 \leq V_{h,z} < 1,2$	5,0	7,2	0,30	2007
V 1:3	$1,2 \leq V_{h,z} < 2,5$	5,0	7,2	0,20	2007
V 1:4	$2,5 \leq V_{h,z} < 5,0$	5,0	7,2	0,20	2009
V 2:1	$5,0 \leq V_{h,z} < 15,0$	5,0	7,8	0,27	2009
V 2:2	$15,0 \leq V_{h,z} < 20,0$	5,0	8,7	0,50	2009
	$P_n < 3300$				
V 2:3	$15,0 \leq V_{h,z} < 20,0$	5,0	9,8	0,50	2009
	$P_n \geq 3300$				
V 2:4	$20,0 \leq V_{h,z} < 25,0$	5,0	9,8	0,50	2009
V 2:5	$25,0 \leq V_{h,z} < 30,0$	5,0	11,0	0,50	2009

^A Gilt für das Inverkehrbringen von Motoren; Typgenehmigung ein Jahr früher.

- Alternativ gelten die Grenzwerte der RheinSchUO (vereinbart ist gegenseitige Anerkennung) bis zum Datum der Inverkehrbringung der Stufe V Motoren.
- Prüfzyklus: ISO 8178-4, E2/E3/D2/C1 (entspr. Motorbetrieb), ebenfalls bei (EU) 2016/1628 (Stufe V).

Mit der Verordnung **(EU) 2016/1628** wurde die Richtlinie 97/68/EG abgelöst und die Grenzwerte weiter verschärft, sie gelten gleichermaßen für Antriebs- und Hilfsmotoren.

Leistung [kW]	CO [g/kWh]	HC ^A [g/kWh]	NO _x [g/kWh]	Partikel [g/kWh]	Partikel [#/kWh]	Datum ^B
		NMHC + NO _x				
Stufe V						
19 ≤ P_n < 75	5,00	4,70		0,30	–	2019
75 ≤ P_n < 130	5,00	5,40		0,14	–	2019
130 ≤ P_n ≤ 300	3,50	1,00	2,10	0,10	–	2019
P_n > 300	3,50	0,19	1,80	0,015	1*10 ¹²	2020

^A Für Gasmotoren ist zur Bestimmung der HC Grenzwerte ein A-Faktor von 6,00 zu verwenden. Die HC Grenzwerte ergeben sich demnach aus $HC = 0,19 + (1,5 \times A \times GER)$, dürfen jedoch maximal $HC = 0,19 + A$ betragen. Für kombinierten HC+NO_x Grenzwert wird der kombinierte Grenzwert um 0,19 g/kWh vermindert und gilt nur für NO_x. GER (Gas Energy Ratio) ist das durchschnittliche Gas-Energie-Verhältnis während des jeweiligen Prüfzyklus.

^B Gilt für das Inverkehrbringen von Motoren; Typgenehmigung ein Jahr früher.

Ausgenommen von (EU) 2016/1628 sind folgende Schiffe:

- Wasserfahrzeuge mit einer Rumpflänge von 2,5 m bis 24 m, die für Sport- und Freizeitwecke bestimmt sind (siehe 2013/53/EU),
- Wassermotorräder mit Rumpflänge < 4 m (siehe 2013/53/EU),
- Fähren und
- Militärschiffe.
- Seeschiffe, einschließlich Seeschleppboote und -schubboote, die auf Seeschiffahrtsstraßen fahren oder halten oder die sich vorübergehend auf Binnenwasserstraßen aufhalten, sofern sie ein gültiges Seefähigkeits- oder Sicherheitszeugnis mit sich führen.
- Alle übrigen Fahrzeuge im Sinne der Richtlinie (EU) 2016/1629, die nicht in ihren Geltungsbereich fallen.

EU – Sportboote

Konstruktions- und Bauvorschriften nach EU-Richtlinie **2013/53/EU** (Aufhebung der Richtlinie 94/25/EG – geändert durch Richtlinie 2003/44/EG) für **Sportboote von 2,5 bis 24 m** Rumpflänge und **Wassermotorräder** (Personal Water Crafts) mit einer Rumpflänge **kleiner 4 m**. Emissionsgrenzwerte sind gültig für Antriebsmotoren, die in diese Fahrzeuge eingebaut werden sollen, aber auch für bereits eingebaute Motoren, die eine größere Modifikation erfahren und durch diese die Grenzwerte potenziell überschreiten oder deren Leistung durch die Veränderung um mehr als 15% wächst. Die Richtlinien gelten nicht für Tauchfahrzeuge, Luftkissenboote, Tragflügelboote, Rennboote (nur für Rennen bestimmt), Versuchsboote (solange sie nicht auf dem Gemeinschaftsmarkt in Verkehr gebracht werden), Boote zur Beförderung von Fahrgästen und Originale oder einzelne Nachbauten von vor 1950 entworfenen Wasserfahrzeugen.

Grenzwerte für Selbstzündungsmotoren nach 2013/53/EU (gültig seit 18.01.2016)

Hubraum/ Zylinder [L]	Leistung [kW]	CO [g/kWh]	HC	NO _x	PM [g/kWh]
			[g/kWh]	[g/kWh]	
V_{h,z} < 0,9	P _n < 37	5,0	1,5 + 2/P _n ^{0,5}	9,8	1,00
	37 ≤ P _n < 75 ^A	5,0	4,7		0,30
	75 ≤ P _n < 3700	5,0	5,8		0,15
0,9 ≤ V_{h,z} < 1,2	P _n < 3700	5,0	5,8		0,14
1,2 ≤ V_{h,z} < 2,5		5,0	5,8		0,12
2,5 ≤ V_{h,z} < 3,5		5,0	5,8		0,12
3,5 ≤ V_{h,z} < 7,0		5,0	5,8		0,11

^A Alternativ einen PM-Emissionsgrenzwert von 0,20 g/kWh und einen kombinierten HC+NO_x-Emissionsgrenzwert von 5,8 g/kWh nicht überschreiten.

- Zur Messung der Abgasemissionen sind die Prüfzyklen der harmonisierten Norm ISO 8178-4:2007 anzuwenden.
- Für drehzahlveränderliche Selbstzündungsmotoren gilt Prüfzyklus E1 oder E5; alternativ kann bei einer Leistung von mehr als 130 kW der Prüfzyklus E3 angewendet werden.

Rheinschiffahrts-Untersuchungsordnung

Die Emissionsgrenzwerte von Verbrennungsmotoren werden im § 8a der RheinSchUO festgelegt.

Stufe I (ab 2003)

Leistung [kW]	n_n [1/min]	CO [g/kWh]	HC [g/kWh]	NO _x [g/kWh]	PM [g/kWh]
$37 \leq P_n < 75$	–	6,5	1,3	9,2	0,85
$75 \leq P_n < 130$	–	5,0	1,3	9,2	0,70
$P_n \geq 130$	500 – 2800	5,0	1,3	$45 \cdot n_n^{(-0,2)}$	0,54
	≥ 2800	5,0	1,3	9,2	0,54

Stufe II (Indienststellung des Schiffes ab dem 1.7.2007)

Leistung [kW]	n_n [1/min]	CO [g/kWh]	HC [g/kWh]	NO _x [g/kWh]	PM [g/kWh]
$19 \leq P_n < 37$	–	5,5	1,5	8,0	0,8
$37 \leq P_n < 75$	–	5,0	1,3	7,0	0,4
$75 \leq P_n < 130$	–	5,0	1,0	6,0	0,3
$130 \leq P_n < 560$	–	3,5	1,0	6,0	0,2
$P_n \geq 560$	< 343	3,5	1,0	11,0	0,2
	343–3150	3,5	1,0	$45 \cdot n_n^{(-0,2)} - 3$	0,2
	≥ 3150	3,5	1,0	6,0	0,2

- Die Grenzwerte sind gültig für Motoren mit einer Nennleistung (P_n) von 19 kW oder mehr, die in Fahrzeugen oder in Maschinen an Bord eingebaut sind, sofern nicht einschlägige Richtlinien der Europäischen Gemeinschaft hinsichtlich der Emissionen von gasförmigen Schadstoffen oder Partikeln gelten.
- Alternativ gelten die Grenzwerte der EU-Richtlinie 97/68/EG, zuletzt geändert durch 2004/26/EG für Schiffsmotoren (vereinbart ist gegenseitige Anerkennung).
- Nur Verbrennungsmotoren, die Brennstoffe nutzen, deren Flammpunkt über 55°C liegt, dürfen eingebaut sein.
- Die Prüfverfahren werden in Dienstanweisung Nr. 16 nach §1.07 RheinSchUO beschrieben.
- Prüfzyklus: ISO 8178-4, E2/E3/D2/C1 (entspr. Motorbetrieb).
- Die ZKR (Zentralkommission für die Rheinschiffahrt) plant die Verordnung (EU) 2016/1628 unverändert anzuerkennen.

Bodensee Schifffahrtsordnung (BSO)

Stufe I

Otto- und Diesel-Motoren, die bis 31.12.1995 gebaut wurden

Leistung [kW]	CO		HC		NO _x	
	A·P _n ^{-m} [g/kWh]	m	A·P _n ^{-m} [g/kWh]	m	A·P _n ^{-m} [g/kWh]	m
P _n < 4	600	0,5	60,0	0,7747	15	0
4 ≤ P _n ≤ 100	600	0,5	39,39	0,4711	15	0
P _n > 100	60	0	10,13	0,1761	15	0

P_n = Nennleistung

- Die berechneten Massenemissionen dürfen bei Ottomotoren der Gruppe A (Vergnügungsfahrzeuge) und der Gruppe B (gewerbliche Fahrzeuge und nicht Gruppe A) sowie bei Dieselmotoren der Gruppe A nicht größer sein als:
 - 4500 g/h für Kohlenmonoxid CO
 - 290 g/h für Kohlenwasserstoffe HC
 - 1100 g/h für Stickstoffoxide NO_x
- Die Abgastrübung (Rauch) bei Dieselmotoren darf bei Saugmotoren nicht größer sein als K=2,1 m⁻¹, bei Motoren mit Abgasturbolader nicht größer als K=1,0 m⁻¹.

Stufe II (Motoren, die nach dem 1.1.1996 gebaut werden)

Für Ottomotoren gelten folgende Grenzwerte:

Leistung [kW]	CO		HC		NO _x	
	A·P _n ^{-m} [g/kWh]	m	A·P _n ^{-m} [g/kWh]	m	A·P _n ^{-m} [g/kWh]	m
P _n < 4	400	0,6505	30	0,6505	10	0,1505
4 ≤ P _n ≤ 100	400	0,6505	30	0,6505	10	0,1505
P _n > 100	20	0	3,375	0,1761	5	0

P_n = Nennleistung

Für Dieselmotoren gelten folgende Grenzwerte:

Leistung [kW]	CO		HC		NO _x	
	A·P _n ^{-m} [g/kWh]	m	A·P _n ^{-m} [g/kWh]	m	A·P _n ^{-m} [g/kWh]	m
P _n < 4	400	0,6505	30	0,6505	10	0
4 ≤ P _n ≤ 100	400	0,6505	30	0,6505	10	0
P _n > 100	20	0	3,375	0,1761	10	0

P_n = Nennleistung

- Die berechneten Massenemissionen dürfen bei Ottomotoren der Gruppe A und der Gruppe B sowie bei Dieselmotoren der Gruppe A nicht größer sein als:
 - 1500 g/h für Kohlenmonoxid CO
 - 95 g/h für Kohlenwasserstoffe HC
 - 360 g/h für Stickstoffoxide NO_x

- Die Abgastrübung (Rauch) bei Dieselmotoren darf bei Saugmotoren nicht größer sein als $K=1,3 \text{ m}^{-1}$, bei Motoren mit Abgasturbolader nicht größer als $K=0,8 \text{ m}^{-1}$.
- Der Absorptionskoeffizient (Rauch) von Dieselmotoren ist im Volllastpunkt (Drehzahl bei der größten Leistung) nach ISO 8178-3 zu ermitteln.
- Prüfzyklus: ISO 8178-4, E4 (Ottomotoren), E5 (Dieselmotoren).

USA – Schiffsmotoren

Die Gesetzgebung für Schiffsmotoren regelt in den USA den kommerziellen oder freizeitorientierten Einsatz. Die Emissionsgrenzen beziehen sich auf Antriebs- und Hilfsmotoren und wurden von US EPA in der Vergangenheit schrittweise verschärft. Die relevanten Teile der des „Title 40: Protection of the Environment“ sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Teil	Inhalt
40 CFR part 89	Emissionsgrenzwerte und Zertifizierungsanforderungen für Tier 1 und Tier 2 Motoren mit $P_n < 37 \text{ kW}$
40 CFR part 94	Emissionsgrenzwerte und Zertifizierungsanforderungen für Tier 1 und Tier 2 Motoren mit $P_n \geq 37 \text{ kW}$
40 CFR part 1042	Emissionsgrenzwerte und Zertifizierungsanforderungen für Tier 3 und Tier 4 Motoren
40 CFR part 1065	Abgasmessverfahren

Motorenkategorien:

Kat.	Hubraum/Zylinder [L]	
	Tier 1-2	Tier 3-4
C1	$V_{h,z} < 5^A$	$V_{h,z} < 7$
C2	$5 \leq V_{h,z} < 30$	$7 \leq V_{h,z} < 30$
C3	$V_{h,z} \geq 30$	

^A $P_n \geq 37 \text{ kW}$

Stufe 1 (Tier 1):

Kat.	Leistung und Hubraum	Drehzahl [min^{-1}]	Baujahr	NO_x [g/kWh]	$\text{HC}+\text{NO}_x$ [g/kWh]	PM [g/kWh]	CO [g/kWh]
Small	$P_n < 8 \text{ kW}$	–	2000	–	10,5	1,0	8,0
	$8 \text{ kW} \leq P_n < 19 \text{ kW}$	–	2000	–	9,5	0,80	6,6
	$19 \text{ kW} \leq P_n < 37 \text{ kW}$	–	1999	–	9,5	0,80	5,5
C1, C2, C3, Rec.	$P_n \geq 37 \text{ kW}$ $V_{h,z} \geq 2,5 \text{ L}$	$n_n \geq 2000$	2004	9,8	–	–	–
		$130 \leq n_n < 2000$	2004	$45,0 \cdot n_n^{-0,20}$	–	–	–
		$n_n < 130$	2004	17,0	–	–	–

Stufe 2 (Tier 2):

Kat.	Hubraum/ Zylinder [L]	Leistung [kW]	Baujahr	HC+NO _x [g/kWh]	PM [g/kWh]	CO [g/kWh]
Small	–	$P_n < 8$	2005	7,5	0,80	8,0
	–	$8 \leq P_n < 19$	2005	7,5	0,80	6,6
	–	$19 \leq P_n < 37$	2004	7,5	0,60	5,5
C1	$V_{h,z} < 0,9$	$P_n \geq 37$	2005	7,5	0,40	5,0
	$0,9 \leq V_{h,z} < 1,2$	–	2004	7,2	0,30	5,0
	$1,2 \leq V_{h,z} < 2,5$	–	2004	7,2	0,20	5,0
	$2,5 \leq V_{h,z} < 5$	–	2007	7,2	0,20	5,0
C2	$5 \leq V_{h,z} < 15$	–	2007	7,8	0,27	5,0
	$15 \leq V_{h,z} < 20$	$P_n < 3300$	2007	8,7	0,50	5,0
	$15 \leq V_{h,z} < 20$	$P_n \geq 3300$	2007	9,8	0,50	5,0
	$20 \leq V_{h,z} < 25$	–	2007	9,8	0,50	5,0
	$25 \leq V_{h,z} < 30$	–	2007	11,0	0,50	5,0
Rec.	$V_{h,z} < 0,9$	$P_n \geq 37$	2007	7,5	0,40	5,0
	$0,9 \leq V_{h,z} < 1,2$	–	2006	7,2	0,30	5,0
	$1,2 \leq V_{h,z} < 2,5$	–	2006	7,2	0,20	5,0
	$2,5 \leq V_{h,z} < 5,0$	–	2009	7,2	0,20	5,0

Stufe 2 (Tier 2) und Stufe 3 (Tier 3) für C3-Motoren:

Tier	Leistung [kW]	Drehzahl [min ⁻¹]	Baujahr	NO _x [g/kWh]	HC [g/kWh]	CO [g/kWh]
2	–	$n_n \geq 2000$	2011	7,7	2,0	5,0
		$130 \leq n_n < 2000$		$44,0 \cdot n_n^{-0,23}$		
		$n_n < 130$		14,4		
3	–	$n_n \geq 2000$	2016	2,0	2,0	5,0
		$130 \leq n_n < 2000$		$9,0 \cdot n_n^{-0,20}$		
		$n_n < 130$		3,4		

Stufe 3 (Tier 3) für C1 Dieselmotoren in kommerziellen und Freizeitschiffen:

Leistung [kW]	Hubraum/ Zylinder [L]	Baujahr	HC+NO _x [g/kWh]	PM [g/kWh]	CO [g/kWh]
$P < 8$	$V_{h,z} < 0,9$	2009	7,5	0,40	8,0
$8 \leq P < 19$		2009	7,5	0,40	6,6
$19 \leq P < 37$		2009	7,5	0,40	5,5
		2014	4,7 ^A	0,30 ^A	5,0
$37 \leq P < 75$		2009	7,5	0,40	5,0
		2014	4,7 ^A	0,30 ^A	5,0

^A Option: PM 0,2 g/kWh; NO_x 5,8 g/kWh ab 2014.

Stufe 3 (Tier 3) für C1 Dieselmotoren in kommerziellen Schiffen (normale Leistungsdichte, < 35 kW/l):

Leistung [kW]	Hubraum/Zylinder [L]	Baujahr	HC+NO _x ^A [g/kWh]	PM [g/kWh]	CO [g/kWh]
P ≥ 75	V _{h,z} < 0,9	2012	5,4	0,14	8,0 (P < 8 kW) 6,6 (8 ≤ P < 19 kW) 5,5 (19 ≤ P < 37 kW) 5,0 (P ≥ 37 kW)
-	0,9 ≤ V _{h,z} < 1,2	2013	5,4	0,12	
	1,2 ≤ V _{h,z} < 2,5	2014	5,6	0,11 ^B	
	2,5 ≤ V _{h,z} < 3,5	2013	5,6	0,11 ^B	
	3,5 ≤ V _{h,z} < 7	2012	5,8	0,11 ^B	

^A Die Tier 3 NO_x+HC Grenzwerte gelten nicht für Motoren mit einer Leistung von 2000–3700 kW.

^B Für Motoren <600 kW fällt dieser Wert auf 0,10 g/kWh ab 2018.

Stufe 3 (Tier 3) für C1 Dieselmotoren in kommerziellen und Freizeitschiffen (hohe Leistungsdichte, > 35 kW/L):

Leistung [kW]	Hubraum/Zylinder [L]	Baujahr	HC+NO _x ^A [g/kWh]	PM [g/kWh]	CO [g/kWh]
P ≥ 75	V _{h,z} < 0,9	2012	5,8	0,15	8,0 (P < 8 kW) 6,6 (8 ≤ P < 19 kW) 5,5 (19 ≤ P < 37 kW) 5,0 (P ≥ 37 kW)
-	0,9 ≤ V _{h,z} < 1,2	2013	5,8	0,14	
	1,2 ≤ V _{h,z} < 2,5	2014	5,8	0,12	
	2,5 ≤ V _{h,z} < 3,5	2013	5,8	0,12	
	3,5 ≤ V _{h,z} < 7	2012	5,8	0,11	

^A Die Tier 3 NO_x+HC Grenzwerte gelten nicht für Motoren mit einer Leistung von 2000–3700 kW.

Stufe 3 (Tier 3) für C2^A Dieselmotoren in Schiffen:

Leistung [kW]	Hubraum/Zylinder [L]	Baujahr	HC+NO _x ^A [g/kWh]	PM [g/kWh]	CO [g/kWh]
P < 2000	7 ≤ V _{h,z} < 15	2013	6,2	0,14	5,0
2000 ≤ P < 3700			7,8	0,14	5,0
P < 2000	15 ≤ V _{h,z} < 20	2014	7,0	0,34	5,0
	20 ≤ V _{h,z} < 25	2014	9,8	0,27	5,0
	25 ≤ V _{h,z} < 30	2014	11,0	0,27	5,0

^A Option für C2-Motoren ≥ 1400 kW: Tier 3 PM/NO_x+HC bei 0,14/7,8 g/kWh ab 2012, und Tier 4 Grenzwerte ab 2015.

Stufe 4 (Tier 4) für C1 und C2 Dieselmotoren in Schiffen^A:

Leistung [kW]	Baujahr	HC [g/kWh]	NO _x [g/kWh]	PM [g/kWh]	CO [g/kWh]
P ≥ 3700	2014 ^B	0,19	1,8	0,12 ^C	5,0
	2016 ^{B, D}	0,19	1,8	0,06	5,0
2000 ≤ P < 3700	2014 ^B	0,19	1,8	0,04 ^E	5,0
1400 ≤ P < 2000	2016 ^B	0,19	1,8	0,04	5,0
600 ≤ P < 1400	2017 ^D	0,19	1,8	0,04	5,0

^A Dieselmotoren in Freizeitschiffen sind von der Stufe 4 ausgenommen.

^B Option für C2-Motoren: Tier 3 PM/NO_x+HC bei 0,14/7,8 g/kWh ab 2012, und Tier 4 Grenzwerte ab 2015.

^C Dieser Grenzwert beträgt für C2 Motoren mit $15 \leq V_{h,z} < 30$ L 0,25 g/kWh.

^D Optional können innerhalb dieser Baujahre andere Einhaltdaten genutzt werden (s. originalen Gesetzestext).

^E Für Baujahr 2014 und 2015 gelten andere PM Grenzwerte: C1 Motoren, Tier 3 PM; C2 Motoren mit $V_{h,z} < 15$ L, Tier 3 PM; C2 Motoren mit $V_{h,z} \geq 15$ L, Interim Tier 4 PM Grenzwerte von 0,34 g/kWh für Motoren bis 3300 kW und 0,27 g/kWh für Motoren ab 3300 kW.

- Prüfzyklus: ISO 8178-4, C1/ D2/E2/E3 (entspr. Motorbetrieb).
- Für Sportboote gilt Testzyklus E5 nach ISO 8178-4.
- NTE (Not to exceed): Ab 2007 dürfen die Emissionen in bestimmten Bereichen des Motorkennfeldes das 1,2- bis 1,5-fache (Tier 1/2) bzw. das 1,2- bis 1,9-fache (Tier 3/4) des Zyklusgrenzwertes nicht überschreiten. Gilt nicht für C3-Motoren.
- ABT (Averaging, Banking and Trading): Emissionsguthaben (NO_x +HC und Partikel) können ausgeglichen, angespart und gehandelt werden.

China – Seeschiffe

Das chinesische Verkehrsministerium hat im Dezember 2015 neue Regelungen zum Schwefelinhalt von Treibstoffen für Seeschiffe in chinesischen Hoheitsgewässern erlassen. Die Küstengebiete und elf Häfen in den Bereichen des Yangtse Deltas, der Bohai See sowie des Deltas des Perlfusses werden als Schwefel-Kontrollgebiete ausgewiesen.

Inkrafttreten	Häfen	Hoheitsgewässer
1.1.2016	Freiwillige Anwendung eines Grenzwerts von 0,5% auf Schiffen an den Liegeplätzen	–
1.1.2017	Die freiwillige Anwendung wird verpflichtend	–
1.1.2019	–	Seeschiffe in diesen Kontrollgebieten dürfen keinen Treibstoff mit einem Anteil von 0,5% Schwefel oder mehr verwenden
	2019 wird eine Entscheidung darüber erwartet, ob die chinesischen Behörden die Schwefelgrenzwerte auf 0,1% reduzieren	

China – Binnenschiffe

Stufe I

Kategorie	Hubraum/ Zylinder [L]	Leistung [kW]	CO [g/kWh]	HC + NO _x [g/kWh]	CH ₄ ^A [g/kWh]	Partikel [g/kWh]	Datum ^B
Category 1	$V_{h,z} < 0,9$	$P_n \geq 37$	5,0	7,5	1,5	0,40	7/2019
	$0,9 \leq V_{h,z} < 1,2$		5,0	7,2	1,5	0,30	7/2019
	$1,2 \leq V_{h,z} < 5$		5,0	7,2	1,5	0,20	7/2019
Category 2	$5 \leq V_{h,z} < 15$		5,0	7,8	1,5	0,27	7/2019
	$15 \leq V_{h,z} < 20$	$P_n < 3300$	5,0	8,7	1,6	0,50	7/2019
		$P_n \geq 3300$	5,0	9,8	1,8	0,50	7/2019
	$20 \leq V_{h,z} < 25$		5,0	9,8	1,8	0,50	7/2019
	$25 \leq V_{h,z} < 30$		5,0	11,0	2,0	0,50	7/2019

^A Für Gasmotoren.

^B Gilt für das Inverkehrbringen von Motoren; Typgenehmigung ein Jahr früher.

Stufe II

Kategorie	Hubraum/ Zylinder [L]	Leistung [kW]	CO [g/kWh]	HC + NO _x [g/kWh]	CH ₄ ^A [g/kWh]	Partikel [g/kWh]	Datum ^B
Category 1	$V_{h,z} < 0,9$	$P_n \geq 37$	5,0	5,8	1,0	0,3	7/2022
	$0,9 \leq V_{h,z} < 1,2$		5,0	5,8	1,0	0,14	7/2022
	$1,2 \leq V_{h,z} < 5$		5,0	5,8	1,0	0,12	7/2022
Category 2	$5 \leq V_{h,z} < 15$	$P_n < 2000$	5,0	6,2	1,2	0,14	7/2022
		$2000 \leq P_n < 3700$	5,0	7,8	1,5	0,14	7/2022
		$P_n \geq 3700$	5,0	7,8	1,5	0,27	7/2022
	$15 \leq V_{h,z} < 20$	$P_n < 2000$	5,0	7,0	1,5	0,34	7/2022
		$2000 \leq P_n < 3300$	5,0	8,7	1,6	0,50	7/2022
		$P_n \geq 3300$	5,0	9,8	1,8	0,50	7/2022
	$20 \leq V_{h,z} < 25$	$P_n < 2000$	5,0	9,8	1,8	0,27	7/2022
		$P_n \geq 2000$	5,0	9,8	1,8	0,50	7/2022
	$25 \leq V_{h,z} < 30$	$P_n < 2000$	5,0	11,0	2,0	0,27	7/2022
		$P_n \geq 2000$	5,0	11,0	2,0	0,50	7/2022

^A Für Gasmotoren.

^B Gilt für das Inverkehrbringen von Motoren; Typgenehmigung ein Jahr früher.

Türkei – Binnenschiffe

Die Emissionsgrenzwerte nach der Richtlinie 97/68/AT (Änderung durch 2004/26/AT) gelten für Antriebsmotoren von Binnenschiffen in türkischen Gewässern. Grenzwerte und Einteilung der Motoren entsprechen den Stufen in der europäischen Richtlinie 97/68/EG bzw. 2004/26/EG und der Stufe 2 (Tier 2) der US-EPA Binnenschiffsvorschrift. Der Einführungszeitpunkt ist für alle Kategorien einheitlich im Jahr 2010, d. h. 1 bzw. 3 Jahre später als in der europäischen Richtlinie angegeben.

Kategorie	Hubraum pro Zyl. / Leistung	CO [g/kWh]	HC + NO _x [g/kWh]	Partikel [g/kWh]	Datum ^A
V 1:1	$V_{h,z} < 0,9 \text{ L}$	5,0	7,5	0,4	2010
	$P_n \geq 37 \text{ kW}$				
V 1:2	$0,9 \text{ L} \leq V_{h,z} < 1,2 \text{ L}$	5,0	7,2	0,3	2010
V 1:3	$1,2 \text{ L} \leq V_{h,z} < 2,5 \text{ L}$	5,0	7,2	0,2	2010
V 1:4	$2,5 \text{ L} \leq V_{h,z} < 5,0 \text{ L}$	5,0	7,2	0,2	2010
V 2:1	$5,0 \text{ L} \leq V_{h,z} < 15,0 \text{ L}$	5,0	7,8	0,27	2010
V 2:2	$15,0 \text{ L} \leq V_{h,z} < 20,0 \text{ L}$	5,0	8,7	0,5	2010
	$P_n < 3300 \text{ kW}$				
V 2:3	$15,0 \text{ L} \leq V_{h,z} < 20,0 \text{ L}$	5,0	9,8	0,5	2010
	$P_n \geq 3300 \text{ kW}$				
V 2:4	$20,0 \text{ L} \leq V_{h,z} < 25,0 \text{ L}$	5,0	9,8	0,5	2010
V 2:5	$25,0 \text{ L} \leq V_{h,z} < 30,0 \text{ L}$	5,0	11,0	0,5	2010

^A Gilt für das Inverkehrbringen von Motoren.

Russland – Schiffe

Datum	CO [g/kWh]	HC [g/kWh]	n_n [1/min]	NO _x ^A [g/kWh]
< 1.1.2016	3,5	1,0	< 130	17,0
			130–2000	$45,0 \cdot n_n^{(-0,2)}$
			> 2000	9,8
≥ 1.1.2016	1,5	0,4	< 130	14,4
			130–2000	$44,0 \cdot n_n^{(-0,23)}$
			> 2000	7,7

^A Die NO_x Grenzwerten gelten bis bzw. ab 2011.

Weltbank – Allgemeine Gesundheitsanforderungen

Die Weltbankgruppe besteht aus fünf Organisationen, deren Kernaufgabe darin besteht, die wirtschaftliche Entwicklung von weniger entwickelten Mitgliedsländern durch finanzielle Hilfe, Beratung und technische Hilfe zu fördern.

Die Grenzwerte sind gültig für Kraftwerke mit einer Kapazität von $3 \leq P < 50 \text{ MW}_{\text{th}}$. Die Grenzwerte gelten für motorbetriebene Kraftwerke (Gas- und Dieselmotoren) und sind bezogen auf trockenes Abgas mit 15 % Restsauerstoffgehalt.

Die Grenzwerte treten in Kraft, wenn in dem Land, in dem das Kraftwerk gebaut wird, keine nationalen Grenzwerte existieren bzw. wenn diese weniger streng sind als die der Weltbank.

NO_x -Grenzwertboni werden für Kraftwerke mit hohem Wirkungsgrad (derzeit keine Definition von der Weltbank, wird projektbezogen festgelegt) gewährt. Die Grenzwerte gelten für Kraftwerke, die mehr als 500 Stunden im Jahr betrieben.

Gasmotoren

Betriebsmodus	PM [mg/m_n^3]	SO_2 [mg/m_n^3]	NO_x [mg/m_n^3]
Fremdzündungsmodus	–	–	200
Dual Fuel-Modus	–	–	400
Selbstzündungsmodus	–	–	1600

Dieselmotoren

Bohrung [mm]	PM [mg/m_n^3]	SO_2 [mg/m_n^3]	NO_x [mg/m_n^3]
< 400	50 oder 100 ^A	1,5–3 % ^B	1460
< 400 und hoher Wirkungsgrad			1600
≥ 400			1850

^A Wenn durch projektspezifische Betrachtungen gerechtfertigt (z. B. Wirtschaftlichkeit oder Gebrauch von Kraftstoff mit geringem Ascheanteil oder Einsatz von Abgasnachbehandlung um $50 \text{ mg}/\text{m}_n^3$ zu erreichen).

^B Wenn durch projektspezifische Betrachtungen gerechtfertigt (z. B. Wirtschaftlichkeit oder Gebrauch von Kraftstoff mit geringem Schwefelanteil oder Einsatz von Abgasnachbehandlung, um Grenzwerte wie beim Einsatz von Kraftstoff mit 1,5 % Schwefel zu erreichen).

Weltbank – branchenspezifische EHS-Richtlinien für Kraftwerke mit $P_n \geq 50 \text{ MW}_{\text{th}}$

Die Grenzwerte sind gültig für Kraftwerke mit einer thermischen Kapazität von $P_n \geq 50 \text{ MW}_{\text{th}}$ und mehr als 500 Betriebsstunden im Jahr.

Falls sich nationale Grenzwerte von den EHS (Environmental Health and Safety)-Richtlinien unterscheiden, sollen die Projekte die jeweils strengeren Werte einhalten. Werden die Grenzwerte überschritten, wird eine detaillierte Begründung für die anlagenspezifische Umweltverträglichkeitsprüfung gefordert.

Es wird unterschieden zwischen Anlagen in

- **Degraded Airsheds (DA)** (Gebiete mit schlechter Luftqualität): keine nationalen Grenzwerte oder bei Nichteinhaltung bestehender nationaler Regelungen und
- **Non-degraded Airsheds (NDA)**.

Anlagen in Degraded Airsheds (DA), Gebiete mit schlechter Luftqualität

Kraftstoff	Technologie ^A / Leistung [MW_{th}]	PM [mg/m^3] ^B	S ^C [%]	NO _x [mg/m^3] ^B
Erdgas	SI	–	–	200
	CI/DF			400
Flüssige Kraftstoffe	$50 \leq P_n < 300$	30	0,5	400
	$P_n \geq 300$		0,2	
Andere gasförmige und Biokraftstoffe	SI, Erdgas	30	–	200
	Andere			400

^A SI = Spark Ignition, CI = Compression Ignition, DF = Dual-Fuel.

^B Trockenes Abgas mindestens 15 % Restsauerstoff.

^C S = Schwefelgehalt im Kraftstoff, in Prozent.

Anlagen in Non-Degraded Airsheds

Kraftstoff / Leistung [MW_{th}]	Technologie ^A / Bohrung [mm]	PM [mg/m^3] ^B	SO ₂ [mg/m^3] ^B	NO _x [mg/m^3] ^B
Erdgas	SI	–	–	200
	CI, DF			400 ^C
Flüssige Kraftstoffe $50 \leq P_n < 300$	CI / < 400 mm	50	1170 oder < 2% S ^D	1460
	CI / ≥ 400 mm			1850
	DF			2000
Flüssige Kraftstoffe $P_n \geq 300$	–	50	585 oder < 1% S ^D	740
Andere gasförmige und Biokraftstoffe	–	50	–	30% höhere Werte als für Erdgas und flüssige Kraftstoffe

^A SI = Spark Ignition, CI = Compression Ignition, DF = Dual-Fuel.

^B Trockenes Abgas mindestens 15 % Restsauerstoff.

^C Kompressionsgezündete Motoren (CI) können unter Umständen andere Grenzwerte erfüllen, die im Rahmen der individuellen Umweltverträglichkeitsprüfung zu ermitteln sind.

^D S = Schwefelgehalt im Kraftstoff, in Prozent.

UN – ECE Göteborg-Protokoll

In der „Convention on Long-range Transboundary Air Pollution“, die 1979 verabschiedet wurde, werden für die Vertragsstaaten Obergrenzen für die Gesamtemission und NO_x -Grenzwerte von Anlagen mit stationären Motoren festgelegt. Im Göteborg-Protokoll zur Vermeidung von Versauerung und Eutrophierung sowie des Entstehens von bodennahem Ozon (1999 verabschiedet, am 17.5.2005 in Kraft getreten) werden die Grenzwerte festgelegt. Vertragsstaaten sind unter anderem alle EU-Staaten, weitere Länder Ost-Europas sowie USA und Kanada.

Grenzwerte (Anhang 5, Punkt 12)

Motortyp	Kraftstoff / Betriebsart	NO_x [mg/m ³]
Fremdzündung (Gasmotoren) $P_n > 1 \text{ MW}_{th}$	Magermotoren	250
	Sonstige	500
Kompressionszündung (Diesel / Dualfuel) $P_n > 5 \text{ MW}_{th}$	Erdgas (Zündstrahl)	500
	Schweröl	600
	Diesel oder Gasöl	500

- Für regenerative Gase wie Bio-, Klär- und Deponiegas gelten ebenfalls die Grenzwerte für Gasmotoren.
- Grenzwerte gelten nicht für Motoren, die weniger als 500 Stunden pro Jahr in Betrieb sind.
- Schadstoffgehalt bezieht sich auf trockenes Abgas mit 5 % Restsauerstoff.
- Wahlweise können die Vertragsstaaten andere Vorgaben machen, wenn insgesamt die gleichen Emissionswerte erreicht werden.

EU – Richtlinie über Industrieemissionen

Seit dem 06.01.2011 ist die Industrial Emissions Directive (2010/75/EU) in Kraft. Geregelt werden unter anderem die Emissionen von Feuerungsanlagen mit einer Wärmeleistung $P_n \geq 50 \text{ MW}_{\text{th}}$ und mehr. Die Grenzwerte werden kontinuierlich durch den Prozess (BREF Prozess) zur Bestimmung der besten verfügbaren Technologien angepasst.

Gasmotoren, $P_n \geq 50 \text{ MW}_{\text{th}}$

Kategorie	NO_x^{A} [mg/m_n^3]	CO^{A} [mg/m_n^3]
Genehmigung vor dem 7.1.2013 oder Antragsstellung vor dem 7.1.2013 für Inbetriebnahme ab 7.1.2014	100	100
Genehmigung oder Antragstellung nach dem 7.1.2013	75	100

^A Restsauerstoffgehalt 15%.

- Ausgenommen sind Gasmotoren für den Notbetrieb ($< 500 \text{ h/a}$) und auf Offshore-Plattformen.
- Für Dieselmotoren wurden keine Grenzwerte veröffentlicht.
- Ab 2016 sind von den Mitgliedsstaaten die jährlichen Emissionen aller von der Richtlinie betroffenen Anlagen zu erfassen.
- Voraussichtlich 2017 wird ein Aktualisierungsschritt im BREF Prozess für Große Feuerungsanlagen abgeschlossen sein.
- Erwartet werden neue Grenzwerte für: SO_x , NO_x , Kohlenmonoxid, Ammoniak, Staub, Methan und andere flüchtige organische Stoffe.
- Nach der Veröffentlichung müssen EU Mitgliedsstaaten innerhalb von vier Jahren ihre Regularien anpassen.

EU – Richtlinie über mittelgroße Feuerungsanlagen

Seit dem 19.12.2015 ist die Medium Combustion Plant Directive (MCPD 2015/2193/EU) in Kraft. Geregelt werden die Emissionen von Feuerungsanlagen mit einer Wärmeleistung $1 \leq P_n < 50 \text{ MW}_{\text{th}}$. Der Restsauerstoffgehalt beträgt 15%. Neue Anlagen müssen die Anforderungen der MCPD ab dem 20.12.2018 erfüllen. Die Gültigkeit für Altanlagen ist ab 2025 für $P_n > 5 \text{ MW}_{\text{th}}$ und ab 2030 für $P_n \leq 5 \text{ MW}_{\text{th}}$.

Gasmotoren, $1 \leq P_n < 50 \text{ MW}_{\text{th}}$

Brennstoff	Kategorie	NO _x [mg/m _n ³]	Staub [mg/m _n ³]	SO _x [mg/m _n ³]	CO [mg/m _n ³]
Erdgas	Altanlagen	190 ^A	–	–	Wird nur überwacht, es gibt keinen Emissionsgrenzwert
	Neuanlagen	95 ^B	–	–	
andere Gase	Altanlagen	190 ^A	–	15 (Biogas: 60)	
	Neuanlagen	190	–	15 (Biogas: 40)	

^A 380 mg/m_n³ für Dual Fuel Motoren im Gas-Modus.

^B 190 mg/m_n³ für Dual Fuel Motoren im Gas-Modus.

Motoren, die mit flüssigen Brennstoffen betrieben werden, $1 \leq P_n < 50 \text{ MW}_{\text{th}}$

Brennstoff	Kategorie	Leistung [MW _{th}]	NO _x [mg/m _n ³]	Staub [mg/m _n ³]	SO _x [mg/m _n ³]	CO [mg/m _n ³]
Diesel	Altanlagen	$P_n > 5$	190 ^A	–	–	Wird nur überwacht, es gibt keinen Emissionsgrenzwert
		$1 \leq P_n \leq 5$	250 ^A	–	–	
	Neuanlagen	$P_n > 5$	190 ^B	–	–	
		$1 \leq P_n \leq 5$	190 ^B	–	–	
andere flüssige Brennstoffe	Altanlagen	$P_n > 20$	190 ^A	10	120	
		$5 < P_n \leq 20$	225 ^B	20	120	
		$1 \leq P_n \leq 5$	250 ^A	20	120	
	Neuanlagen	$P_n > 20$	190 ^{B,C}	10 ^D	120 ^E	
		$5 < P_n \leq 20$	190 ^{B,C}	10 ^D	120 ^E	
		$1 \leq P_n \leq 5$	190 ^{B,C}	20 ^D	120 ^E	

^A 1850 mg/m_n³ für folgende Fälle:

a) Dieselmotoren, deren Konstruktion vor dem 18.5.2006 begonnen wurde;

b) für Dual Fuel-Motoren im Flüssig-Modus

^B 225 mg/m_n³ für Dual Fuel-Motoren im Flüssig-Modus

^C 225 mg/m_n³ bei Dieselmotoren mit einer Gesamtfeuerungswärmeleistung von höchstens $P_n \leq 20 \text{ MW}$ mit $\leq 1200 \text{ U/min}$.

^D Bis 1. Januar 2025 75 mg/m_n³ bei Dieselmotoren, die Teil kleiner isolierter Netze oder isolierter Kleinstnetze sind.

^E Bis 1. Januar 2025 590 mg/m_n³ bei Dieselmotoren, die Teil kleiner isolierter Netze oder isolierter Kleinstnetze sind.

- Grenzwerte für SO_x, NO_x und Staub werden definiert, Kohlenmonoxid wird nur überwacht.
- Die MCPD schreibt eine Registrierungspflicht aller betroffenen Anlagen vor.
- Die MCPD sieht keine Aggregation von Einzelanlagen mit $P_n < 1 \text{ MW}_{\text{th}}$ vor
- Den Mitgliedsstaaten wird freigestellt, Anlagen die weniger als 500 Std pro Jahr betrieben werden von den Regelungen auszunehmen. Für Anlagen in Insellage oder zur Wärmeproduktion während kaltem Wetter kann diese Regelung auf 1000 Std erweitert werden.
- Bis zum 19.12.2017 müssen die Minimalanforderungen in nationales Recht umgesetzt worden sein. Dabei kann die nationale Umsetzung über die in der MCPD gestellten Anforderungen hinausgehen.

Deutschland

Die **Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft** (TA Luft) ist eine allgemeine Verwaltungsvorschrift der deutschen Bundesregierung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG). Sie enthält Grenzwerte für Emission und Immission von Schadstoffen aus stationären Anlagen und schreibt die entsprechenden Messverfahren und Berechnungsverfahren vor.

Der TA Luft unterliegen Anlagen mit Verbrennungsmotoren für den Einsatz von

- Altöl, Deponiegas unabhängig von der Leistung;
- Biogas, Erdgas, Klärgas mit $P_n > 1 \text{ MW}_{\text{th}}$;
- anderen Kraftstoffen (Dieselkraftstoff) mit $P_n > 1 \text{ MW}_{\text{th}}$.
- Die Emissionswerte beziehen sich auf trockenes Abgas mit 5 % Restsauerstoff.
- Staub bedeutet Gesamtstaub, einschließlich der Anteile an krebserzeugenden, erbgutverändernden oder reproduktionstoxischen Stoffen.
- Grenzwerte gelten für bestimmungsgemäßen Betrieb (meist Nennleistung).
- Verbrennungsmotoranlagen, die ausschließlich dem Notantrieb dienen, oder bis zu 300 h pro Jahr zur Abdeckung der Spitzenlast (z. B. bei der Stromerzeugung, der Gas- oder Wasserversorgung) betrieben werden, haben einen Staubgrenzwert von 80 mg/m_n^3 . Die Grenzwerte für NO_x - und CO-Emissionen gelten dann nicht.
- Bei Zweitaktmotoren gilt ein NO_x -Grenzwert von 800 mg/m_n^3 .

Gasmotoren

Gasart	Motorart	Leistung [MW_{th}]	CO [mg/m_n^3]	NO_x [mg/m_n^3]
Erdgas	Magergasmotor		300	500
	Sonstige		300	250
Grubengas	Magergasmotor		650	500
	Sonstige		650	250
Bio-/Klärgas	Zündstrahl	$P_n < 3$	2000	1000
		$P_n \geq 3$	650	500
	Fremdzündung	$P_n < 3$	1000	500
		$P_n \geq 3$	650	500
Deponiegas	Magergasmotor		650	500
	Sonstige		650	250

Dieselmotoren (Selbstzündungsmotoren)

Leistung [MW _{th}]	Staub [mg/m _n ³]	CO [mg/m _n ³]	NO _x [mg/m _n ³]
P _n < 3	20	300	1000
P _n ≥ 3	20	300	500

- Für 2017 wird mit einer novellierten Fassung der TA Luft gerechnet.
- Die Grenzwerte für Formaldehyd wurden durch eine Vollzugsempfehlung verschärft. Für neue Anlagen gilt ab dem 5.2.2016 ein Grenzwert von 30 mg/m_n³, ab dem 1.1.2020 gilt ein Grenzwert von 20 mg/m_n³. Altanlagen mit Emissionswerten > 40 mg/m_n³ bzw. < 40 mg/m_n³ müssen ab dem 5.2.2018 bzw. dem 5.2.2019 einen Grenzwert von 30 mg/m_n³ einhalten.

USA – Stationäre Dieselmotoren

Die EPA hat am 11.7.2006 ein neues Gesetz für stationäre Dieselmotoren veröffentlicht (40 CFR Parts 60 Subpart IIII), das am 11.9.2006 in Kraft getreten ist.

- Die Inbetriebnahme un zertifizierter Motoren ist nicht erlaubt. Emissionsmessungen vor Ort ersetzen keine Hersteller-Zertifizierung der US EPA.
- Die Übersteuerung der Abgasnachbehandlung ist für zertifizierte Motoren nur bei einer Fehlfunktion zulässig, die einen Motorschaden hervorrufen könnte. Während der Übersteuerung müssen die Motoren trotzdem noch die Tier-I-Grenzwerte (Tier-I ≙ Herstellungsjahre 1996 – 2001/2002) einhalten.
- Regelungen für Motoren mit einem Hubraum V_{h,z} ≥ 30 Liter je Zylinder: Die US EPA Regelungen für stationäre Dieselmotoren wurden mit dem revidiertem IMO MARPOL Annex VI für Schiffsmotoren harmonisiert (die entsprechenden NO_x-Grenzwerte finden sich im Kapitel "IMO-Seeschiffe").
- Die EPA hat die Grenzwerte für Schwefel im Dieselmotorkraftstoff zur Verwendung in stationären Motoren mit einem Zylinderhubvolumen V_{h,z} ≥ 30 L ab dem 1.6.2012 auf maximal 1000 ppm festgelegt.

Dieselmotoren < 10 Liter Hubraum je Zylinder^A

Maximale Motorleistung [kW]	Herstellungsjahr	NMHC + NO _x [g/kWh]	NMHC [g/kWh]	NO _x [g/kWh]	CO [g/kWh]	Partikel [g/kWh]
P < 8	2007	7,5	–	–	8	0,80
	2008+	–	–	–	–	0,40
8 ≤ P < 19	2007	–	–	–	6,6	0,80
	2008+	–	–	–	–	0,40
19 ≤ P < 37	2007	7,5	–	–	5,5	0,60
	2008–2012	–	–	–	–	0,30
	2013+	4,7	–	–	–	0,03
37 ≤ P < 56	2007	7,5	–	–	5,0	0,40
	2008–2012	4,7	–	–	–	0,30 ^B
	2013+	–	–	–	–	0,03
56 ≤ P < 75	2007	7,5	–	–	–	0,40
	2008–2011	4,7	–	–	–	–
	2012–2013	–	0,19 ^C	0,40 ^C	5,0	0,02
	2014+	–	0,19	0,40	5,0	0,02
75 ≤ P < 130	2007	4,0	–	–	–	0,30
	2008–2011	4,0	–	–	–	0,30
	2012–2013	–	0,19 ^C	0,40 ^C	5,0	0,02
	2014+	–	0,19	0,40	5,0	0,02
130 ≤ P ≤ 560	2007–2010	4,0	–	–	3,5	0,20
	2011–2013	–	0,19 ^C	0,40 ^C	–	0,02
	2014	–	0,19	0,40	–	0,02
P > 560	2007–2010	6,4	–	–	3,5	0,20
ausgenommen Aggregate zur Stromerzeugung	2011–2014	–	0,40	3,5	–	0,10
	2015+	–	0,19	3,5	–	0,04
Aggr. zur Stromerz. 560 < P ≤ 900	2007–2010	6,4	–	–	3,5	0,20
	2011–2014	–	0,40	3,5	–	0,10
	2015+	–	0,19	0,67	–	0,03
Aggr. zur Stromerz. P > 900	2007–2010	6,4	–	–	3,5	0,20
	2011–2014	–	0,40	0,67	–	0,10
	2015+	–	0,19	–	–	0,03

^A Grenzwerte gelten für Motoren, die nicht im Notfall zum Einsatz kommen

^B Der Motorenhersteller hat die Wahl, den PM-Wert 0,30 g/kWh für alle Motoren mit 37 ≤ P_n < 56 kW auszulassen. Der PM-Wert in Höhe von 0,03 g/kWh würde dann ein Jahr früher, nämlich 2012, in Kraft treten. Der Tier-3-Grenzwert (0,40 g/kWh) wäre dann bis 2012 gültig.

^C 50 % der produzierten Motoren müssen den NO_x+NMHC-Grenzwert einhalten, 50 % müssen separate NO_x- und NMHC-Grenzwerte einhalten.

Tier 1 Anforderungen für Dieselmotoren < 10 Liter Hubraum je Zylinder

Maximale Motorleistung [kW]	Herstellungsjahr	NMHC + NO _x [g/kWh]	NMHC [g/kWh]	NO _x [g/kWh]	CO [g/kWh]	Partikel [g/kWh]
P < 8	2000	10,5	–	–	8,0	1,0
8 ≤ P < 19	2000	9,5	–	–	6,6	0,8
19 ≤ P < 37	1999	9,5	–	–	5,5	0,8
37 ≤ P < 75	1998	–	–	9,2	–	–
75 ≤ P < 130	1997	–	–	9,2	–	–
130 ≤ P < 225	1996	–	1,3-	9,2	11,4	0,54
225 ≤ P < 450	1996	–	1,3-	9,2	11,4	0,54
450 ≤ P ≤ 560	1996	–	1,3	9,2	11,4	0,54
P > 560	2000	–	1,3	9,2	11,4	0,54

Dieselmotoren < 10 Liter Hubraum je Zylinder

Maximale Motorleistung [kW]	NMHC + NO _x [g/kWh]	NMHC [g/kWh]	NO _x [g/kWh]	CO [g/kWh]	Partikel [g/kWh]
P < 8	10,5	–	–	8,00	1,00
8 ≤ P < 19	9,5	–	–	6,60	0,80
19 ≤ P < 37	9,5	–	–	5,50	0,80
37 ≤ P < 56	–	–	9,20	–	–
56 ≤ P < 75	–	–	9,20	–	–
75 ≤ P < 130	–	–	9,20	–	–
130 ≤ P < 225	–	1,30	9,20	11,40	0,54
225 ≤ P < 450	–	1,30	9,20	11,40	0,54
450 ≤ P ≤ 560	–	1,30	9,20	11,40	0,54
P > 560	–	1,30	9,20	11,40	0,54

Dieselmotoren 10–30 Liter Hubraum je Zylinder (Herstellungsjahr ab 2007)

Zylinderhubvolumen [L] Maximale Motorleistung [kW]	THC + NO _x [g/kWh]	CO [g/kWh]	Partikel [g/kWh]
5 ≤ V _{h,z} < 15 Alle Leistungsbereiche	7,8	5,0	0,27
15 ≤ V _{h,z} < 20 P < 3300 kW	8,7	5,0	0,50
15 ≤ V _{h,z} < 20 P ≥ 3300 kW	9,8	5,0	0,50
20 ≤ V _{h,z} < 25 Alle Leistungsbereiche	9,8	5,0	0,50
25 ≤ V _{h,z} < 30 Alle Leistungsbereiche	11,0	5,0	0,50

Tier 1 Anforderungen für Dieselmotoren mit einem Hubraum von $10 \leq V_{h,z} \leq 30$ Liter je Zylinder

Hubraum/Zylinder [L]	Maximale Motorleistung [kW]	PM [g/kWh]	NO _x + HC [g/kWh]	Herstellungsjahr
$10 \leq V_{h,z} < 15$	$P < 2000$	0,14	6,2	2013+
$10 \leq V_{h,z} < 15$	$2000 \leq P < 3700$	0,14	7,8	2013+
$15 \leq V_{h,z} < 20$	$P < 2000$	0,34	7,0	2014+
$20 \leq V_{h,z} < 25$	$P < 2000$	0,27	9,8	2014+
$25 \leq V_{h,z} < 30$	$P < 2000$	0,27	11,0	2014+

Tier 2 Anforderungen für Dieselmotoren mit einem Hubraum von $10 \leq V_{h,z} \leq 30$ Liter je Zylinder

Hubraum/Zylinder [L]	Maximale Motorleistung [kW]	PM [g/kWh]	NO _x [g/kWh]	HC [g/kWh]	Herstellungsjahr
Alle	$600 \leq P < 1400$	0,04	1,8	0,19	2017 ^A
Alle	$1400 \leq P < 2000$	0,04	1,8	0,19	2016 ^B
Alle	$2000 \leq P < 3700$	0,04	1,8	0,19	2014 ^B
< 15	$P \geq 3700$	0,12	1,8	0,19	2014-2015 ^B
$15 \leq V_{h,z} < 30$		0,25	1,8	0,19	2014-2015 ^B
alle		0,06	1,8	0,09	2016 ^A

^A Optionale Starttermine zur Erfüllung der Vorschriften können für diese Herstellungsjahre genutzt werden; siehe 40 CFR 1042.101(a)(8).

^B Option: Erste Stufe PM/NO_x+HC bei 0.14/7.8 g/kWh in 2012 und zweite Stufe in 2015.

Dieselmotoren für stationäre Feuerlöschpumpen

Maximale Motorleistung [kW]	Herstellungsjahr	NMHC + NO _x [g/kWh]	CO [g/kWh]	Partikel [g/kWh]
P < 8	2010 und früher	7,8	6,0	0,75
	2011 +	5,6	–	0,30
8 ≤ P < 19	2010 und früher	7,1	4,9	0,60
	2011 +	5,6	–	0,30
19 ≤ P < 37	2010 und früher	7,1	4,1	0,60
	2011 +	5,6	–	0,22
37 ≤ P < 75	2010 und früher	7,8	3,7	0,60
	2011 + ^A	3,5	–	0,30
75 ≤ P < 130	2009 und früher	7,8	3,7	0,60
	2010 + ^A	3,0	–	0,22
130 ≤ P < 450	2008 und früher	7,8	2,6	0,40
	2009 + ^A	3,0	–	0,15
450 ≤ P ≤ 560	2008 und früher	7,8	2,6	0,40
	2009 +	3,0	–	0,15
P > 560	2007 und früher	7,8	2,6	0,40
	2008 +	4,8	–	0,15

^A Motoren mit einer Nenn Drehzahl von mehr als 2650 rpm, müssen die Grenzwerte erst nach einer Übergangsfrist von drei Jahren erfüllen.

Dezentrale Energieerzeugungseinheiten (Distributed Generation [DG] Units), Diesel- und Gasmotoren (Kalifornien):

Inkrafttreten	NO _x	VOC	CO	Einheit
1.1.2003	0,50 ^A	1,00	6,00	lbm/MW-hr
	0,23	0,45	2,70	g/kWh
1.1.2007 ^B	0,07	0,02	0,10	lbm/MW-hr
	0,03	0,01	0,05	g/kWh

^A Mit Kraft-Wärme-Kopplung erhöht sich der Wert auf 0,70.

^B Mit Kraft-Wärme-Kopplung wird die Wärme wie elektrische Energie behandelt.

- Distributed Generation Certification Program: Aufnahme der Abschnitte 94200-94214, in Artikel 3, Abschnitt 8, Kapitel 1, Teil 3, Titel 17 des California Code of Regulations aus dem Jahr 2002.
- Partikelemission nicht höher als bei Erdgas mit einem Schwefelgehalt von 1 grain / 100 scf (d. h. PM < 0,5 mg/kWh).

USA – stationäre Fremdzündungsmotoren

Am 18.1.2008 hat die US EPA ein neues Gesetz für stationäre Fremdzündungsmotoren veröffentlicht (40 CFR Part 60 Subpart JJJJ), das am 18.3.2008 in Kraft trat.

Das Gesetz beinhaltet Grenzwerte für Fremdzündungsmotoren, die mit Benzin, LPG, Erd-, Deponie- und Biogas betrieben werden. Es unterscheidet Motoren, die im Notfall und im regulären Einsatz betrieben werden.

Die Inbetriebnahme un zertifizierter Motoren ist nicht erlaubt.

Emissionsmessungen vor Ort ersetzen keine Hersteller-Zertifizierung der US EPA.

Stationäre Fremdzündungsmotoren $P \leq 19$ kW

Motorenkategorie ^A	HC + NO _x ^B [g/kWh]	NMHC + NO _x ^{B,C} [g/kWh]	CO ^B [g/kWh]
I	16,1	14,8	610
I-A	50	–	610
I-B	40	37	610
II	12,1	11,3	610

- ^A Motorenklasse I-A: $V_h < 66 \text{ cm}^3$;
 Motorenklasse I-B: $66 \leq V_h < 100 \text{ cm}^3$;
 Motorenklasse I: $100 \leq V_h < 225 \text{ cm}^3$;
 Motorenklasse II: $V_h \geq 225 \text{ cm}^3$.

- ^B Motoren, die vor dem 1.7.2008 modifiziert und wiederaufbereitet wurden, müssen die Grenzwerte einhalten, die für Motoren, die nach dem 1.7.2008 hergestellt wurden, vorgesehen sind.

- ^C NMHC+NO_x Grenzwerte sind nach Wahl des Herstellers nur auf Motoren anzuwenden, die mit Erdgas betrieben werden (anstatt HC+NO_x Grenzwerte)

Stationäre Fremdzündungsmotoren P > 19 kW (25 bhp) (kein Notfallbetrieb, Benzinmotoren und LPG-Motoren mit $\lambda > 1$)

Maximale Motorleistung [bhp]	Herstellungsdatum	HC + NO _x ^{A,B} [g/kWh]	CO ^{A,B} [g/kWh]
25 < P < 500 ^C	1.7.2008	2,7	4,4
	1.7.2008 ^E (Hochleistungsbetrieb)	2,7	130,0
P ≥ 500 ^D	1.7.2007	2,7	4,4
	1.8.2007 ^E (Hochleistungsbetrieb)	2,7	130,0

- ^A Die Motoren können optional auch nach folgender Formel zertifiziert werden: $(HC+NO_x) \times CO^{0,784} \leq 8,57$. Die HC+NO_x und CO Emissionsgrenzwerte, die für die Berechnung in der oben genannten Formel Verwendung finden (gerundet auf 0,1 g/kWh), sind die Grenzwerte, die die entsprechenden Motoren einhalten müssen. Der Grenzwert für HC+NO_x darf nicht höher als 2,7 g/kWh sein und der Grenzwert für CO darf nicht höher als 20,6 g/kWh sein.
- ^B Die Vorschriften der 40 CFR part 1048 erlauben Motoren mit einer maximalen Leistung von ≤ 30 kW und einem Gesamthubvolumen von ≤ 1000 ccm um den Anforderungen der 40 CFR part 90 zu entsprechen.
- ^C Modifizierte und wiederaufbereitete Motoren mit einer Leistung von 25–500 bhp, die vor dem 1.7.2008 hergestellt wurden, müssen die Grenzwerte für Motoren, die nach dem 1.7.2008 hergestellt wurden, einhalten.
- ^D Modifizierte und wiederaufbereitete Motoren mit einer Leistung von ≥ 500 bhp, die vor dem 1.7.2007 hergestellt wurden, müssen die Grenzwerte für Motoren, die nach dem 1.7.2007 hergestellt wurden, einhalten.
- ^E Hochbeanspruchte Motoren sind Motoren, die zum Beispiel in Betonsägen, Betonpumpen und ähnlichen Anwendungen für luftgekühlte Motoren eingesetzt werden.

Stationäre Fremdzündungsmotoren 19 kW < P < 75 kW (25 bhp < P < 100 bhp) (kein Notfallbetrieb, Erdgasmotoren und LPG-Motoren mit $\lambda > 1$)

Maximale Motorleistung [kW]	Herstellungsdatum	HC + NO _x ^{A,B} [g/kWh]	CO ^{A,B} [g/kWh]
19 < P < 75 ^C	1.7.2008	3,8	6,5
	1.7.2008 (Hochleistungsbetrieb)	3,8	200,0

- ^A Anstatt die Grenzwerte aus obiger Tabelle anzuwenden kann auch die folgenden Formel verwendet werden, um alternative Grenzwerte anwenden zu können: $(HC+NO_x) \times CO^{0,781} \leq 16,78$. Die HC+NO_x Emissionen dürfen 3,8 g/kWh und die CO Emissionen 31 g/kWh nicht überschreiten
- ^B Bei Motoren, die mit Erdgas betrieben werden, müssen keine NMHC- oder Gesamt-C-Emissionen gemessen werden, um nachzuweisen, dass die Motoren die Grenzwerte in der obigen Tabelle einhalten.
- ^C Modifizierte und wiederaufbereitete Motoren, die vor dem 1.7.2008 hergestellt wurden, müssen die Emissionsgrenzwerte für Motoren, die nach dem 1.7.2008 hergestellt werden, einhalten.

Stationäre Fremdzündungs- (SI-) Motoren $P \geq 100$ bhp (ausgenommen Betrieb mit Benzin und LPG mit $\lambda > 1$), stationäre SI-Deponie- und Biogas-Motoren und stationäre SI-Motoren $P > 25$ bhp im Notbetrieb

Motorenkategorie und Kraftstoffart	Maximale Motorleistung [bhp]	Herstellungsdatum	NO _x ^A [g/HP-hr (ppmvd bei 15 % O ₂)]	CO ^A [g/HP-hr (ppmvd bei 15 % O ₂)]	VOC ^A [g/HP-hr (ppmvd bei 15 % O ₂)]
Non-emergency SI Erdgasbetrieb und Non-emergency SI Magergas-LPG-Betrieb	100 ≤ P < 500	1.7.2008	2,0 (160)	4,0 (540)	1,0 (86)
		1.1.2011	1,0 (82)	2,0 (270)	0,7 (60)
Non-emergency SI Magergas-Erdgasbetrieb und LPG-Betrieb	500 ≤ P < 1350	1.1.2008	2,0 (160)	4,0 (540)	1,0 (86)
		1.7.2010	1,0 (82)	2,0 (270)	0,7 (60)
Non-emergency SI Erdgasbetrieb und Non-emergency SI Magergas-LPG-Betrieb (außer Magergasbetrieb bei 500 ≤ P < 1350)	P ≥ 500	1.7.2007	2,0 (160)	4,0 (540)	1,0 (86)
		1.7.2010	1,0 (82)	2,0 (270)	0,7 (60)
Deponie- und Biogasbetrieb (außer Magergasbetrieb bei 500 ≤ P < 1350)	P < 500	1.7.2008	3,0 (220)	5,0 (610)	1,0 (80)
		1.1.2010	2,0 (150)	5,0 (610)	1,0 (80)
	P ≥ 500	1.7.2007	3,0 (220)	5,0 (610)	1,0 (80)
		1.7.2010	2,0 (150)	5,0 (610)	1,0 (80)
Deponie- und Biogasbetrieb (Magergasbetrieb)	500 ≤ P < 1350	1.1.2008	3,0 (220)	5,0 (610)	1,0 (80)
		1.7.2010	2,0 (150)	5,0 (610)	1,0 (80)
Notbetrieb	25 < P < 130	1.1.2009	1,0 ^B (-)	387 (-)	- (-)
	P ≥ 130		2,0 (160)	4,0 (540)	1,0 (86)

^A Besitzer und Betreiber von nicht zertifizierten Fremdzündungsmotoren können wählen ob sie die Emissionsgrenzwerte in den Einheiten g/bhp-hr oder ppmvd bei 15 % Sauerstoff angeben möchten.

^B Die Emissionsgrenzwerte für Notbetrieb-Motoren mit 25–130 bhp sind bezüglich NO_x+HC anzuwenden.

USA – NESHAP für bestehende Anlagen

US EPA hat für **bestehende Hubkolbenverbrennungsmotoren** „National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutions“ (NESHAPs) veröffentlicht (40 CFR Part 63, Subpart ZZZZ). Die Grenzwerte sind anzuwenden auf

- Motoren in **Area Sources**. Area Sources sind Anlagen, die weniger als 10 tpy (tons per year) eines einzelnen oder weniger als 25 tpy Schadstoffe insgesamt emittieren.
- Motoren in **Major Sources** mit einer Anlagenleistung ≤ 500 bhp, erbaut oder umgebaut vor dem 12. Juni 2006. Major Sources sind Emissionsquellen, die mehr als 10 tpy eines einzelnen oder mehr als 25 tpy Schadstoffe insgesamt ausstoßen.
- Anlagen < 100 bhp und Notfallaggregate sind ausgenommen.

Selbstzündungsmotoren

Leistung [bhp]	Area Source	Major Source
$P_n < 100$	–	–
$100 \leq P_n < 300$	–	230 ^A ppm CO
$300 \leq P_n \leq 500$	49 ppm CO ^A oder 70% Reduktion	
$P_n > 500^B$	23 ppm CO ^A oder 70% Reduktion	

^A Bei einem Restsauerstoffgehalt von 15%.

^B Motoren in Major Sources erbaut oder umgebaut vor dem 19.12.2002.

- Bei einer Leistung > 300 bhp ist die Verwendung von Ultra-low-Sulfur-Diesel (ULSD) vorgeschrieben, außer in Alaska.
- Systeme zur Verhinderung von Emissionen aus dem Kurbelwellengehäuse sind zu nachzurüsten.

Fremdzündungsmotoren in Area Sources, $P_n > 500$ bhp

Kategorie	Grenzwert
4-Takt-Motor, Magergemisch	47 ppm CO ^A oder 93% CO Reduktion
4-Takt-Motor, fettes Gemisch	270 ppm CO ^A oder 76% Reduktion

^A Bei einem Restsauerstoffgehalt von 15%.

Fremdzündungsmotoren in Major Sources, $100 \leq P_n < 500$ bhp

Kategorie	Nennleistung [bhp]	Grenzwert
2 Takt Magermotor	$100 \leq P_n \leq 500$	225 ppm CO ^A
4-Takt-Motor, Magergemisch	$100 \leq P_n \leq 500$	47 ppm CO ^A
4-Takt-Motor, fettes Gemisch	$100 \leq P_n \leq 500$	10,3 ppm Formaldehyd ^A
4-Takt-Motor, fettes Gemisch	$500 < P_n$	350 ppb HCHO ^A
Deponie-/Biogas	$100 \leq P_n \leq 500$	177 ppm CO*

^A Bei einem Restsauerstoffgehalt von 15%.

Belgien

Das belgische Gesetz Vlare 2 regelt die Emissionen von stationären Motorenanlagen in Abhängigkeit von den Betriebsstunden.

Unterschieden wird außerdem in Motoren, die vor dem 31.12.2007 und nach dem 1.1.2008 installiert wurden. Die Emissionsgrenzwerte sind in mg/m_n^3 angegeben und auf 15 % Restsauerstoff bezogen. Für Anlagen, die simultan mit mehreren Brennstoffen betrieben werden, gilt § 1 unter Artikel 5.43.3.16. Für Anlagen die wechselweise mit verschiedenen Brennstoffen betrieben werden gelten die in den Artikeln 5.43.2.3 bis 5.43.2.14 beschriebenen Grenzwerte für den jeweiligen Brennstoff.

Stationäre Fremdzündungsmotoren (Gasmotoren und Dual-Fuel-Motoren im Gasmodus) mit einer Leistung $P_n < 50 \text{ MW}_{\text{th}}$, die mindestens 500 Stunden pro Jahr betrieben werden:

Erstzulassung	Leistung [MW_{th}]	NO_x [mg/m_n^3]	CO [mg/m_n^3]	Organische Substanzen [mg/m_n^3]
vor 1.1.2000	$0,3 \leq P_n < 50$	$500 \times \eta/30^{\text{A}}$	500	–
zwischen 1.1.2000 und 1.1.2005	$0,3 \leq P_n < 50$	$190 \times \eta/30^{\text{B}}$	250 ^D	–
zwischen 1.1.2005 und 1.1.2010	$0,3 \leq P_n \leq 1$	$190 \times \eta/30^{\text{B}}$	250 ^D	60
	$1 < P_n < 50$	190 ^B	250 ^D	60
zwischen 1.1.2010 und 1.1.2014	$0,3 \leq P_n \leq 1$	$190 \times \eta/30^{\text{B}}$	250 ^D	60
	$1 < P_n < 5$	190 ^B	250 ^D	60
	$5 \leq P_n < 50$	95 ^B	250 ^D	60
ab 1.1.2014	$0,3 \leq P_n \leq 1$	190 ^B	250 ^D	60
	$1 < P_n < 5$	95 ^{B,C}	250 ^D	60
	$5 \leq P_n < 50$	95 ^B	250 ^D	60

η nominale Motoreffizienz

^A Abweichend von diesen Vorgaben gilt:

Bis zum 31.12.2018 kein NO_x -Grenzwert für Gasmotoren, die vor dem 1.1.1993 zugelassen wurden.

Für Gasmotoren, die mit Biogas betrieben werden und zwischen 1.1.1993 und 1.1.2000 zugelassen wurden, gilt ein Grenzwert von $1000 \times \eta/30 \text{ mg}/\text{m}_n^3$.

^B Die NO_x -Grenzwerte für Dual Fuel-Motoren werden mit dem Faktor 2 multipliziert.

^C Für Motoren, die mit Biogas betrieben werden, gilt ein NO_x -Grenzwert von $190 \text{ mg}/\text{m}_n^3$.

^D Für Motoren, die mit Biogas betrieben werden, gilt ein CO-Grenzwert von $500 \text{ mg}/\text{m}_n^3$.

Stationäre Fremdzündungsmotoren (Gasmotoren und Dual-Fuel-Motoren im Gasmodus) mit $P_n < 50 \text{ MW}_{\text{th}}$, die nicht mehr als 500 Stunden pro Jahr betrieben werden:^A

Erstzulassung	Leistung [MW _{th}]	NO _x [mg/m _n ³]	CO [mg/m _n ³]	Organische Substanzen [mg/m _n ³]
vor 1.1.2000	$0,3 \leq P_n < 50$	$500 \times \eta/30^{\text{B}}$	500	–
nach 1.1.2000	$0,3 \leq P_n < 50$	$190 \times \eta/30^{\text{C}}$	250 ^D	–

η nominale Motoreffizienz

^A Der Betreiber dieser Anlagen ist verpflichtet, die Betriebsstunden zu dokumentieren.

^B Abweichend von diesen Vorgaben gilt:

Bis zum 31.12.2018 kein NO_x-Grenzwert für Gasmotoren, die vor dem 1.1.1993 zugelassen wurden.

Für Gasmotoren, die mit Biogas betrieben werden und zwischen 1.1.1993 und 1.1.2000 zugelassen wurden, gilt ein Grenzwert von $1000 \times \eta/30 \text{ mg/m}_n^3$.

^C Die NO_x-Grenzwerte für Dual Fuel-Motoren werden mit dem Faktor 2 multipliziert.

^D Für Motoren, die mit Biogas betrieben werden, gilt ein CO-Grenzwert von 500 mg/m_n^3

Stationäre Selbstzündungsmotoren (Diesel, andere flüssige Brennstoffe oder Dual-Fuel-Motoren im Flüssigmodus) mit $P_n < 50 \text{ MW}_{\text{th}}$, die mindestens 500 Stunden pro Jahr betrieben werden:

Erstzulassung	Leistung [MW _{th}]	Staub [mg/m _n ³]	SO ₂ [mg/m _n ³]	NO _x [mg/m _n ³]	CO [mg/m _n ³]	Organische Substanzen [mg/m _n ³]
vor 1.1.1993	$0,3 \leq P_n < 50$	115	60 ^A	1875	575	–
Zwischen 1.1.1993 und 1.1.2000	$0,3 \leq P_n < 50$	75	60 ^A	1500	375	–
Zwischen 1.1.2000 und 1.1.2005	$0,3 \leq P_n < 3$	20	60 ^A	1500	250	–
	$3 \leq P_n < 5$	20	60 ^A	750	250	–
	$5 \leq P_n < 50$	20	60 ^A	190 ^B	250	–
Zwischen 1.1.2005 und 1.1.2010	$0,3 \leq P_n < 5$	20	60 ^A	375	250	60
	$5 \leq P_n < 50$	20	60 ^A	190 ^B	250	60
Zwischen 1.1.2010 und 1.1.2014	$0,3 \leq P_n < 5$	20	60 ^A	375	250	60
	$5 \leq P_n < 50$	20	60 ^A	130 ^B	250	60
Nach 1.1.2014	$0,3 \leq P_n \leq 1$	20	60	375	250	60
	$1 < P_n < 5$	20	60 ^C	190 ^B	250	60
	$5 \leq P_n < 50$	20	60	130 ^B	250	60

^A Bei schwerölbetriebenen Motoren findet der Grenzwert für SO₂ keine Anwendung. Der maximale massenbezogene Schwefelanteil des Brennstoffs beträgt 1%.

^B Für Dual Fuel-Motoren gilt ein NO_x-Grenzwert von 225 mg/m_n^3 .

^C Abweichend von den Bestimmungen gilt ein SO₂-Grenzwert von 600 mg/m_n^3 . Für schwerölbetriebene Motoren, falls:

- 1) Der Anschluss an das öffentliche Gasnetz nicht möglich ist, und
- 2) bei der Nutzung anderer, umweltfreundlicherer Kraftstoffe der ökologische Nutzen unverhältnismäßig klein gegenüber dem ökonomischen Aufwand ist, und
- 3) der Betreiber die Einhaltung der Bedingungen 1) und 2) nachgewiesen hat.

Stationäre Selbstzündungsmotoren (Diesel, andere flüssige Brennstoffe oder Dual-Fuel-Motoren im Flüssigmodus) mit $P_n < 50 \text{ MW}_{\text{th}}$, die nicht mehr als 500 Stunden pro Jahr betrieben werden:^A

Erstzulassung	Leistung [MW_{th}]	Staub [mg/m_n^3]	SO_2 [mg/m_n^3]	NO_x [mg/m_n^3]	CO [mg/m_n^3]
vor 1.1.2000	$0,3 \leq P < 50$	115	60 ^B	–	575
nach 1.1.2000	$0,3 \leq P < 50$	20	60 ^B	1500	250

^A Der Betreiber dieser Anlagen ist verpflichtet, die Betriebsstunden zu dokumentieren.

^B Bei schwerölbetriebenen Motoren findet der Grenzwert für SO_2 keine Anwendung. Der maximale massenbezogene Schwefelanteil des Brennstoffs beträgt 1%.

Stationäre Fremdzündungsmotoren (Gasmotoren und Dual-Fuel-Motoren im Gasmodus) mit $P_n \geq 50 \text{ MW}_{\text{th}}$, die mindestens 500 Stunden pro Jahr betrieben werden:

Erstzulassung / Inbetriebnahme	Leistung [MW_{th}]	NO_x [mg/m_n^3]	CO [mg/m_n^3]	Organische Substanzen [mg/m_n^3]
Erstzulassung vor dem 7.1.2013 und Inbetriebnahme vor oder am 7.1.2014	$P_n \geq 50$	95	100	60
Erstzulassung nach oder am 7.1.2013 und Inbetriebnahme nach dem 7.1.2014	$P_n \geq 50$	75	100	60

Stationäre Fremdzündungsmotoren (Gasmotoren und Dual-Fuel-Motoren im Gasmodus) mit einer Leistung $P_n \geq 50 \text{ MW}_{\text{th}}$, die weniger als 500 Stunden pro Jahr betrieben werden:^A

Erstzulassung	Leistung [MW_{th}]	NO_x [mg/m_n^3]	CO [mg/m_n^3]
vor 1.1.2000	$P_n \geq 50$	$190 \times \eta/30$	250 ^B

η nominale Motoreffizienz

^A Der Betreiber dieser Anlagen ist verpflichtet, die Betriebsstunden zu dokumentieren.

^B Für Motoren, die mit Biogas betrieben werden, gilt ein CO-Grenzwert von $500 \text{ mg}/\text{m}_n^3$.

Stationäre Selbstzündungsmotoren (Diesel, andere flüssige Brennstoffe oder Dual-Fuel-Motoren im Flüssigmodus) mit $P_n \geq 50 \text{ MW}_{th}$, die mindestens 500 Stunden pro Jahr betrieben werden:

Erstzulassung	Leistung [MW_{th}]	Staub [mg/m^3]	SO_2 [mg/m^3]	NO_x [mg/m^3]	CO [mg/m^3]	Organische Substanzen [mg/m^3]
vor 1.1.2010	$P_n \geq 50$	125	60 ^A	190	250	–
nach 1.1.2010	$P_n \geq 50$	20	60	130	250	60

^A Bei schwerölbetriebenen Motoren findet der Grenzwert für SO_2 keine Anwendung. Der maximale massenbezogene Schwefelanteil des Brennstoffs beträgt 1%.

Stationäre Selbstzündungsmotoren (Diesel, andere flüssige Brennstoffe oder Dual-Fuel-Motoren im Flüssigmodus) mit einer Leistung $P_n \geq 50 \text{ MW}_{th}$, die weniger als 500 Stunden pro Jahr betrieben werden:^A

Erstzulassung	Leistung [MW_{th}]	Staub [mg/m^3]	SO_2 [mg/m^3]	NO_x [mg/m^3]	CO [mg/m^3]	Organische Substanzen [mg/m^3]
vor 1.1.2010	$P_n \geq 50$	125	60 ^B	750 ^C	250	–
nach 1.1.2010	$P_n \geq 50$	20	60 ^B	750	250	–

^A Der Betreiber dieser Anlagen ist verpflichtet, die Betriebsstunden zu dokumentieren.

^B Bei schwerölbetriebenen Motoren findet der Grenzwert für SO_2 keine Anwendung. Der maximale massenbezogene Schwefelanteil des Brennstoffs beträgt 1%.

^C Für Dieselmotoren, die weniger als 250 Stunden pro Jahr betrieben werden gilt ein NO_x -Grenzwert von $1850 \text{ mg}/\text{m}^3$.

Brasilien

Die CONAMA Resolution Nr. 008 setzt auf nationaler Ebene Grenzwerte für die atmosphärische Emission neuer stationärer Quellen, die Kohle oder Öl verbrennen. Die Behörden weisen allen Gebiete bestimmte Emissionsklassen (Class I, II, III) zu, für die unterschiedliche Anforderungen gelten.

Emissionsklasse	Leistung [MW_{th}]	SO_2 [$\text{g}/10^6 \text{ Kcal}^A$]	Staub [$\text{g}/10^6 \text{ Kcal}^A$]	Rauch (Trübung) [Ringelmann 01]
Class I (conservation unit)	$P_n < 70$	Keine Genehmigung neuer Anlagen		
Class I (resort area)		2000	120	20%
Class II, Class III		5000	350	20%
Class I (conservation unit)	$P_n \geq 70$	Keine Genehmigung neuer Anlagen		
Class I (resort area)		2000	120	20%
Class II, Class III		2000	120	20%

^A Die Originalgesetzgebung verwendet die Einheit 106 Kcal . Die Umrechnung in kWh beträgt: $106 \text{ Kcal} = 1163 \text{ kWh}$.

Finnland

Die Emissionsrichtlinie der finnischen Umweltschutzbehörde vom Oktober 2003 gibt Grenzwerte für SO_2 -, NO_x - und Partikelemissionen von **kleinen Verbrennungskraftwerken** vor, die durch Verwendung von so genannten „besten verfügbaren Techniken“ erreicht werden sollen. Ein kleines Verbrennungskraftwerk im Sinne dieser Regelung ist eine Kraftwerkseinheit aus einer oder mehreren Verbrennungskomponenten (Dampfkessel, Motoren, Gasturbinen) an einer Stelle mit $P < 50 \text{ MW}_{\text{th}}$ und einer Abgasabführung durch einen gemeinsamen Kamin. Diese Richtlinie stellt **kein Gesetz** dar, sondern **nur eine Empfehlung**, da in Finnland lokale Behörden die Betriebserlaubnis für Kraftwerke dieser Größe vergeben. Die Behörden sollen sich an den nachfolgenden Grenzwerten orientieren. Alle Grenzwerte beziehen sich auf einen Restsauerstoffgehalt von 15 %. Es ist zu beachten, dass Finnland als EU-Mitgliedsstaat bis Dezember 2018 die MCPD in nationales Recht umgesetzt haben muss und sich dadurch Grenzwerte ändern können.

Grenzwerte für neue Diesel- und Gasmotoren

Motorart	NO_x Primärmeth.		NO_x Sekundärmeth.		SO_2		Partikel	
	mg/MJ	mg/m ³	mg/MJ	mg/m ³	mg/MJ	mg/m ³	mg/MJ	mg/m ³
Öldiesel	< 1400 ^A	< 1600 ^A	< 650 ^B	< 750 ^B	< 500	< 600	< 50	< 60
Gasdiesel	< 1400 ^A	< 1600 ^A	< 650 ^B	< 750 ^B	–	–	–	–
Fremdtdg.	< 150	< 175	–	–	–	–	–	–
Dual-Fuel	< 150	< 175	–	–	–	–	–	–

^A Primärmethoden: innermotorische Maßnahmen (für normale Bereiche).

^B Sekundärmethoden: außermotorische Maßnahmen (für spezielle Bereiche, z. B. städtische Umgebung).

Grenzwerte für bereits existierende Diesel- und Gasmotoren

Motorart	NO_x		SO_2		Partikel	
	mg/MJ	mg/m ³	mg/MJ	mg/m ³	mg/MJ	mg/m ³
Öldiesel	< 2000	< 2300	< 500	< 600	< 60	< 70
Gasdiesel	< 1500	< 1750	–	–	–	–
Fremdtdg.	< 160	< 185	–	–	–	–
Dual-Fuel	< 160	< 185	–	–	–	–

Es gibt keine spezifischen Testzyklen, die Grenzwerte sind für 100 % Last gegeben als höchstens gemessene Werte oder als Werte, die erreicht werden können, wenn die Emissionsreduktion auf einer „besten verfügbaren Technik“ basiert.

Frankreich

Das französische Arrêté 2910 legt Grenzwerte für stationäre Diesel- und Gasmotoren fest. Es ist zu beachten, dass Frankreich als EU-Mitgliedsstaat bis Dezember 2018 die MCPD in nationales Recht umgesetzt haben muss und sich dadurch Grenzwerte ändern können.

Grenzwerte für $2 \leq P_n < 20 \text{ MW}_{\text{th}}$ mit Gültigkeit ab 1.1.2016

Brennstoff	NO _x [mg/m ³]	CO [mg/m ³]	HCHO [mg/m ³]	Staub [mg/m ³]	SO ₂ [mg/m ³]
Erdgas	100 ^{A,B}	250	15	10	10
Heizöl	225 ^C	250	15	30	60
Schweröl	225 ^C	250	15	40	565 ^D

^A Dual Fuel-Motoren im Gas-Modus: 130 mg/m³.

^B 130 mg/m³ für Anlagen, die weniger als 500 Stunden pro Jahr betrieben werden.

^C 750 mg/m³ für Anlagen, die weniger als 500 Stunden pro Jahr betrieben werden.

^D 1130 mg/m³ in Überseegebieten, in denen die Richtlinie 1999/30/EC gilt.

- Die Grenzwerte beziehen sich auf trockenes Abgas mit einem Restsauerstoffanteil von 15 %.
- Es existiert eine Altanlagenregelung.

Grenzwerte für $P_n \geq 20 \text{ MW}_{\text{th}}$ mit Gültigkeit ab August 2013

Brennstoff	Leistung [MW _{th}]	NO _x [mg/m ³]	CO [mg/m ³]	SO ₂ [mg/m ³]	Staub [mg/m ³]
Erdgas	$20 \leq P_n < 50$	100 ^{C,D}	100	10	10
	$50 \leq P_n < 100$	75	100	10	10
	$100 \leq P_n < 300$	75	100	10	10
	$P_n \geq 300$	75	100	10	10
andere Gase	$20 \leq P_n < 50$	100	250	10	10
	$50 \leq P_n < 100$	75	100	10	10
	$100 \leq P_n < 300$	75	100	10	10
	$P_n \geq 300$	75	100	10	10
Heizöl	$20 \leq P_n < 50$	225 ^B	250	60	30
	$50 \leq P_n < 100$	225	250	60	30
	$100 \leq P_n < 300$	225	250	60	30
	$P_n \geq 300$	225	250	60	30
andere flüssige Brennstoffe	$20 \leq P_n < 50$	225 ^B	250	300 ^A	40
	$50 \leq P_n < 100$	225	250	300 ^A	40
	$100 \leq P_n < 300$	225	250	300 ^A	40
	$P_n \geq 300$	225	250	300 ^A	40

^A Für isolierte Systeme (ZNI): 565 mg/m³.

^B Motoranlagen, die weniger als 500 Stunden pro Jahr betrieben werden: 750 mg/m³.

^C Motoranlagen, die weniger als 500 Stunden pro Jahr betrieben werden: 130 mg/m³.

^D Dual Fuel-Motoren im Gas-Modus: 130 mg/m³.

- Die Grenzwerte beziehen sich auf trockenes Abgas mit einem Restsauerstoffanteil von 5 %.
- Für Motoren gilt ein Formaldehyd-Grenzwert von 15 mg/m_n^3 .
- Für Motoren gilt ein Ammoniak-Grenzwert von 20 mg/m_n^3 .
- Im Falle eines Einsatzes von speziellen Brennstoffen (wie z. B. Biogas, Kokereigas) kann der Verantwortliche der zuständigen Aufsichtsbehörde die maximalen Grenzwerte gesondert festlegen.

Indien

Zuständig für die Emissionsgesetzgebung ist die zentrale Umweltschutzbehörde, die dem Ministerium für Umwelt und Forst unterstellt ist. Behandelt werden hier Dieselmotoren, die zur Stromerzeugung eingesetzt werden.

Grenzwerte für Dieselmotoren in Aggregaten zur Stromerzeugung mit $P_n \leq 800 \text{ kW}_{th}$

Leistung [kW]	Einführung	NO _x [g/kWh]	HC [g/kWh]	CO [g/kWh]	PM [g/kWh]	Rauchtrübung ^A [m ⁻¹]
$P_n \leq 19$	1.7.2005	9,2	1,3	3,5	0,3	0,7
$19 < P_n \leq 50$	1.1.2004	9,2	1,3	5	0,5	0,7
	1.7.2004	9,2	1,3	3,5	0,3	0,7
$50 < P_n \leq 176$	1.1.2004	9,2	1,3	3,5	0,3	0,7
$176 < P_n \leq 800$	1.1.2004	9,2	1,3	3,5	0,3	0,7

^A Lichtabsorptionskoeffizient gemessen bei Volllast. Alle anderen Werte gemessen nach Testzyklus ISO 8178-4 D2, 5-Mode.

Grenzwerte für Dieselmotoren in Aggregaten zur Stromerzeugung mit $P_n > 800 \text{ kW}_{th}$

Auftragsdatum	NO _x [ppmV]	NMHC [mg/m _n ³]	CO [mg/m _n ³]	PM [mg/m _n ³]
Vor dem 1.7.2003	1100	150	150	75
Zwischen 1.7.2003 und 1.7.2005	970	100	150	75
Nach dem 1.7.2005	710	100	150	75

Grenzwerte für Fremdzündungsmotoren in Aggregaten zur Stromerzeugung

Hubraum [cm ³]	Einführung	NO _x + HC [g/kWh]	CO [g/kWh]
$V_h \leq 99$	7.8.2013	12	250
$99 < V_h \leq 225$	7.8.2013	10	250
$V_h > 225$	7.8.2013	8	250

Bei folgenden Agenturen lässt sich eine Typgenehmigung durchführen:

- Automotive Research Association of India, Pune
- Vehicle Research and Development Establishment, Ahmednagar

Die Emissionsgrenzwerte beziehen sich auf einen Sauerstoffgehalt von 15 %.

Italien

Verbrennungsmotoren $P_n < 50 \text{ MW}_{\text{th}}$

Motorart	Leistung [MW_{th}]	PM [mg/m_n^3]	CO [mg/m_n^3]	NO_x [mg/m_n^3]
Selbstzündung	$P_n < 3$	130	650	4000
	$P_n \geq 3$	130	650	200
Andere 4-Takter		130	650	500
Andere 2-Takter		130	650	800

- Die Emissionswerte beziehen sich Restsauerstoffgehalt von 5 % im Abgasstrom.
- Die Werte gelten nicht für Notstromaggregate und andere Stationärmotoren im Notfalleinsatz.

Verbrennungsmotoren $P_n \geq 50 \text{ MW}_{\text{th}}$

Kraftstoff	Leistung [MW_{th}]	PM [mg/m_n^3]	CO [mg/m_n^3]	SO_2 [mg/m_n^3]	NO_x [mg/m_n^3]	
Flüssig	$50 \leq P_n < 100$	50	650	850	400	
	$100 \leq P_n \leq 300$	30	650	500-P	200	
	$P_n > 300$	30	650	200	200	
Gasförmig	Erdgas	$50 \leq P_n < 100$	5	100 ^A	35	75 ^{A,B}
		$100 \leq P_n \leq 300$	5	100 ^A	35	75 ^{A,B}
		$P_n > 300$	5	100 ^A	35	75 ^{A,B}
	Flüssiggas	$P_n > 50$	5	100 ^A	5	75 ^{A,B}
	Sonst. Gase	$P_n > 50$	5	100 ^A	35	75 ^{A,B}

^A Grenzwerte wurden 2014 durch die Umsetzung von IED 2010/75/EU verschärft.

^B Für Altanlagen gilt ein Grenzwert von $100 \text{ mg}/\text{m}_n^3$.

- Restsauerstoffgehalt für flüssige Kraftstoffe: Die Emissionswerte beziehen sich Restsauerstoffgehalt von 3 % im Abgasstrom.
- Restsauerstoffgehalt für gasförmige Kraftstoffe: Die Emissionswerte beziehen sich Restsauerstoffgehalt von 15 % im Abgasstrom.

Japan

Dieselmotoren

Bohrung [mm]	NO _x [ppm (13 % O ₂)]	NO _x [mg/m ³ (5 % O ₂)]	Partikel [mg/m ³ (13 % O ₂)]	Partikel [mg/m ³ (5 % O ₂)]
< 400	950	3900	100 ^A	200
≥ 400	1200	4900	100 ^A	200

^A In speziellen Gebieten 80 mg/m³ (13 % O₂).

- Anlagen mit Dieselmotoren und einem Kraftstoffeinsatz > 50 L/h.
- Lokal können niedrigere Werte gelten (Tokio: NO_x = 470 mg/m³).

Gasmotoren

NO _x [ppm (0 % O ₂)]	NO _x [mg/m ³ (5 % O ₂)]	Partikel [mg/m ³ (0 % O ₂)]	Partikel [mg/m ³ (5 % O ₂)]
600	940	50 ^A	38

^A In speziellen Gebieten 40 mg/m³ (0 % O₂).

- Lokal können niedrigere Grenzwerte gelten (Beispiel Tokyo: NO_x = 310 mg/m³ [5 % O₂]).
- Anlagen mit Gasmotoren und einem Kraftstoffeinsatz > 35 L/h.

Niederlande

Das BEMS trat am 1. April 2010 für mittelgroße Anlagen (1 MW_{th} ≤ P_n < 50 MW_{th}) mit mehr als 500 Betriebsstunden pro Jahr in Kraft. Es ersetzt BEES B, während BEES A für Anlagen P_n ≥ 50 MW_{th} weiterhin gilt. Bestehende Anlagen müssen die Grenzwerte ab 1. Januar 2017 einhalten oder ab dem Zeitpunkt einer Überarbeitung.

Kraftstoff	Leistung [MW _{th}]	NO _x [mg/m ³]	SO ₂ [mg/m ³]	Partikel [mg/m ³]	HC [mg/m ³]
Diesel	1 ≤ P _n < 50	450	200	50	–
Biogas	1 ≤ P _n < 50	340	200	–	–
Erdgas	P _n < 2,5	340	200	–	–
	2,5 ≤ P _n < 50	100	200	–	1500

- Offshore-Anlagen und Motoren deren CO₂-Ausstoß in Gewächshäusern genutzt wird (OCAP – organic carbon dioxide assimilation for plants) ab 2019.
- Alle Grenzwerte beziehen sich auf einen Restsauerstoffgehalt von 3% im Abgas.

Österreich

In Österreich wurde die technische Grundlage zur Beurteilung von Stationärmotoren überarbeitet. Der Technischen Grundlage kommt kein verbindlicher Charakter zu. Der Inhalt der Technischen Grundlage stellt den komprimierten Wissensstand der Behörden bezüglich Gefahren, Emissionen oder Beeinträchtigungen dar und zeigt mögliche Abhilfemaßnahmen auf. Im Einzelfall vorliegende Umstände sind vom Technischen Amtssachverständigen zu bewerten. Dadurch lassen sich andere als in der Technischen Grundlage vorgesehene Maßnahmen rechtfertigen.

Grenzwerte für Anlagen, die mit Diesel oder Heizöl EL betrieben werden^A

Mechanische Leistung [kW]	Staub [mg/kWh]	CO [mg/kWh]	NO _x [mg/kWh]	HC [mg/kWh]	NO _x +HC [mg/kWh]	NH ₃ ^B [mg/kWh]
19 ≤ P < 37 ^C	600	5500	–	–	7500	–
37 ≤ P < 56	25	5000	–	–	4700	–
56 ≤ P < 75	25	5000	400	190	–	15
75 ≤ P < 130	25	5000	400	190	–	15
130 ≤ P ≤ 560	25	3500	400	190	–	15
P > 560	25	3000	400	190	–	15

^A Bezogen auf die Ergebnisse eines Prüfzyklus gemäß ISO 8178.

^B Nur bei SCR.

^C (Passive) Diesel Partikel Filter sind zur Nachrüstung verfügbar und verringern auch die CO und HC-Emissionen deutlich.

Grenzwerte für Anlagen, die mit Diesel oder Heizöl EL und weniger als 50 Stunden pro Jahr betrieben werden^A

Mechanische Leistung [kW]	Staub [mg/kWh]	CO [mg/kWh]	NO _x [mg/kWh]
19 ≤ P < 37 ^C	5500	7500	5500
37 ≤ P < 56	5000	4700	5000
56 ≤ P < 75	5000	4700	5000
75 ≤ P < 130	5000	4000	5000
130 ≤ P ≤ 560	3500	4000	3500
P > 560	3500	4000	3500

^A Bezogen auf die Ergebnisse eines Prüfzyklus gemäß ISO 8178.

^B (Passive) Diesel Partikel Filter sind zur Nachrüstung verfügbar und verringern auch die CO und HC-Emissionen deutlich.

Grenzwerte für Gasmotoren

Brennstoff	Mechanische Leistung	CO	NO _x	NMHC]
Erdgas, Flüssiggas	[kW]	[mg/kWh]	[mg/kWh]	[mg/kWh]
	P < 1000	600	700	425
	P ≥ 1000	600	425	140
Klärgas, Deponiegas	[kW]	[mg/m _n ³]	[mg/m _n ³]	[mg/m _n ³]
	P < 100	650	–	–
	P ≥ 100	400	500	150

- Alle Grenzwerte beziehen sich auf einen Restsauerstoffgehalt von 5 % im Abgas.
- Die Anforderungen gelten nicht für Anlagen, die weniger als 50 Stunden pro Jahr betrieben werden. Für diese Anlagen ist keine Abgasnachbehandlung nötig.

Russland – Industriemotoren

Für Industriemotoren gilt der russische Standard GOST 31967-2012.

Herstellungsdatum	CO [g/kWh]	HC [g/kWh]	NO _x [g/kWh]
< 1.1.2016	3,5	1,0	10,0
≥ 1.1.2016	1,5	0,4	6,0

Schweiz

Nach der Luftreinhalteverordnung vom 16.12.1985 (Stand 1.8.2016) gelten für stationäre Verbrennungsmotoren folgende Emissionsgrenzwerte:

Brennstofftyp	Leistung [MW _{th}]	NO _x [mg/m _n ³]	CO [mg/m _n ³]	Partikel [mg/m _n ³]
gasförmig ^A	P ≤ 0,1	250	650	10
	0,1 < P ≤ 1	150	300	10
	P > 1	100	300	10
Sonstige Brennstoffe	P ≤ 0,1	400	650	10
	0,1 < P ≤ 1	250	300	10
	P > 1	250	300	10

^A Biogas, Klärgas, Deponiegas, Erdgas

- Schadstoffgehalt bezieht sich auf trockenes Abgas mit 5 % Restsauerstoff.
- Für Verbrennungsmotoren von Notstromgruppen, die während höchstens 50 Stunden pro Jahr betrieben werden, legt die Behörde die vorsorglichen Grenzwerte nach Artikel 4 fest.
- Für Verbrennungsmotoren von Notstromgruppen, die während höchstens 50 Stunden pro Jahr betrieben werden, gilt ein Staubgrenzwert von 50 mg/m_n³.
- Vorgaben für die bei stationären Verbrennungsmotoren zu verwendenden Brenn- und Treibstoffe sind zu beachten.
- Wird ein SCR-Katalysator verwendet, dürfen die Emissionen an Ammoniak und Ammoniumverbindungen eine Konzentration von 30 mg/m_n³ nicht überschreiten.

Tschechische Republik

Die aktuelle tschechische Gesetzgebung für Stationärmotoren ist mit der Verordnung 415/2012 Sb. aktualisiert worden. Die neuen Grenzwerte in der Verordnung traten am 1.12.2012 in Kraft. Das Emissionsgesetz regelt Altanlagen, die vor dem 17.5.2006 entwickelt worden sind, und weiterhin Neuanlagen, deren Konstruktion und Entwicklung nach dem 17.5.2006 begonnen wurde. Das Gesetz umfasst Anlagen mit Leistungsklassen von $0,3 \leq P_n < 50 \text{ MW}_{\text{th}}$ oder von $P_n \geq 50 \text{ MW}_{\text{th}}$. Der Bezugssauerstoff im ersten Fall entspricht 5%, im zweiten Fall 15%.

Grenzwerte für Altanlagen, deren Konstruktion vor dem 17.5.2006 begonnen wurde.

Motortyp / Leistung	Kraftstoff	SO ₂ [mg/m ³]	NO _x [mg/m ³]	Partikel [mg/m ³]	ΣC ^A [mg/m ³]	CO [mg/m ³]
Fremdzündung $0,3 \leq P_n < 1 \text{ MW}_{\text{th}}$	flüssig	^B	500	–	–	650
	Erdgas	^B	500	–	–	650
	andere Gase	^B	1000	–	–	1300
Selbstzündung $0,3 \leq P_n < 1 \text{ MW}_{\text{th}}$	Schweröl	^B	4000	–	–	650
	Gasöl	^B	4000	–	–	650
	Erdgas, Grubengas ^C	^B	4000	–	–	650
Fremdzündung $1 \leq P_n \leq 5 \text{ MW}_{\text{th}}$	Flüssig	^B	500	130	150	650
	Erdgas	^B	500	–	150	650
	andere Gase	^B	1000	130	150	1300
Selbstzündung $1 \leq P_n \leq 5 \text{ MW}_{\text{th}}$	Schweröl	^B	4000	130	150	650
	Gasöl	^B	4000	130	150	650
	Erdgas, Grubengas ^C	^B	4000	–	150	650
Fremdzündung $P_n > 5 \text{ MW}_{\text{th}}$	Flüssig	^B	500	130	150	650
	Erdgas	^B	500	–	150	650
	andere Gase	^B	500	130	150	650
Selbstzündung $P_n > 5 \text{ MW}_{\text{th}}$	Schweröl	^B	2000	130	150	650
	Gasöl	^B	2000	130	150	650
	Erdgas, Grubengas ^C	^B	2000	–	150	650

^A Gesamtkonzentration aller organischen Substanzen außer Methan mit Massenstrom $> 3 \text{ kg/h}$.

^B Der Schwefelanteil im Kraftstoff soll den Grenzwert gemäß gesonderter Gesetzgebung nicht überschreiten. Für selbstzündende Motoren soll der Schwefelanteil 0,05 % der Masse nicht überschreiten.

^C Mit Kraftstoffeinspritzung.

Altanlagen, deren Konstruktion ab dem 17.5.2006 begonnen wurde. Grenzwerte für Neuanlagen sind gültig bis zum 31.12.2017.

Motortyp / Leistung	Kraftstoff	SO ₂	NO _x	Partikel	ΣC ^A	CO
		[mg/m ³]				
Fremdzündung 0,3 ≤ P _n < 1 MW _{th}	flüssig	^B	500	–	–	650
	Erdgas	^B	500	–	–	650
	andere Gase	^B	1000	–	–	1300
Selbstzündung 0,3 ≤ P _n < 1 MW _{th}	Schweröl	^B	4000	–	–	650
	Gasöl	^B	4000	–	–	650
	Erdgas, Grubengas ^C	^B	4000	–	–	650
Fremdzündung 1 ≤ P _n ≤ 5 MW _{th}	flüssig	^B	500 ^D	130	150	650
	Erdgas	^B	500 ^D	–	150	650
	andere Gase	^B	500 ^D	130	150	1300
Selbstzündung 1 ≤ P _n ≤ 5 MW _{th}	Schweröl	^B	600 ^D	130	150	650
	Gasöl	^B	500 ^D	130	150	650
	Erdgas, Grubengas ^C	^B	500 ^D	–	150	650
Fremdzündung P _n > 5 MW _{th}	flüssig	^B	500 ^D	130	150	650
	Erdgas	^B	500 ^D	–	150	650
	andere Gase	^B	500 ^D	130	150	650
Selbstzündung P _n > 5 MW _{th}	Schweröl	^B	600 ^D	130	150	650
	Gasöl	^B	500 ^D	130	150	650
	Erdgas, Grubengas ^C	^B	500 ^D	–	150	650

^A Gesamtkonzentration aller organischen Substanzen außer Methan mit Massenstrom > 3 kg/h.

^B Der Schwefelanteil im Kraftstoff soll den Grenzwert gemäß gesonderter Gesetzgebung nicht überschreiten. Für selbstzündende Motoren soll der Schwefelanteil 0,05 % der Masse nicht überschreiten.

^C Mit Kraftstoffeinspritzung.

^D Der Emissionsgrenzwert für NO_x gilt seit dem 1.1.2008. Der Emissionsgrenzwert soll nicht bei Motoren zur Anwendung kommen, die weniger als 300 h pro Jahr im Betrieb sind.

**Grenzwerte für Neuanlagen mit Gültigkeit ab dem 1.1.2018
mit $P_n < 50 \text{ MW}_{\text{th}}$:**

Leistung [MW_{th}]	Kraftstoff	SO_2 [mg/m_n^3]	NO_x [mg/m_n^3]	Partikel [mg/m_n^3]	ΣC^A [mg/m_n^3]	CO [mg/m_n^3]
$0,3 \leq P_n < 1$	Flüssige Brennstoffe	B	400	–	–	450
	Gasf. Brennst. und Flüssiggas	B	500	–	–	650
$1 \leq P_n < 5$	Flüssige Brennstoffe	B	400	50	150	450
	Gasf. Brennst. und Flüssiggas	B	500	–	150	650
$5 \leq P_n < 50$	Flüssige Brennstoffe	B	400	20	150	450
	Gasf. Brennst. und Flüssiggas	B	500	–	150	650

^A Gesamtkonzentration aller organischen Substanzen außer Methan mit Massenstrom $> 3 \text{ kg}/\text{h}$.

^B Der Schwefelanteil im Kraftstoff soll den Grenzwert gemäß gesonderter Gesetzgebung nicht überschreiten. Für selbstzündende Motoren soll der Schwefelanteil 0,05 % der Masse nicht überschreiten.

Grenzwerte für Neuanlagen mit $P_n \geq 50 \text{ MW}_{\text{th}}$:

Leistung [MW_{th}]	Kraftstoff	SO_2 [mg/m_n^3]	NO_x [mg/m_n^3]	Partikel [mg/m_n^3]	ΣC [mg/m_n^3]	CO [mg/m_n^3]
$50 \leq P_n < 100$	Flüssig	350	300	20	150	175
	Flüssiggas	5	300	5	150	175
	Sonst.Gase	35	75	5	150	100
	Erdgas	35	75	5	150	100
$100 \leq P_n \leq 300$	Flüssig	200	150	20	150	175
	Flüssiggas	5	150	5	150	175
	Sonst.Gase	35	75	5	150	100
	Erdgas	35	75	5	150	100
$P_n > 300$	Flüssig	150	100	10	150	175
	Flüssiggas	5	150	5	150	175
	Sonst.Gase	35	75	5	150	100
	Erdgas	35	75	5	150	100

Für Anlagen, die weniger als 300h im Jahr betrieben werden, gelten diese Grenzwerte nicht.

EU – Nonroad-Verordnung

Die Emissionsrichtlinie 97/68/EG (zuletzt geändert durch 2012/46/EG) wird durch die Emissionsverordnung (EU) 2016/1628 abgelöst, die ab dem 1.1.2017 anzuwenden ist und die Grenzwerte für Stufe V festlegt.

Dieselmotoren

Leistung [kW]	CO [g/kWh]	HC	NO _x	Partikel [g/kWh]	Partikel [#/kWh]	Datum ^A
		[g/kWh]	[g/kWh]			
NMHC + NO _x						
Stufe I						
37 ≤ P _n < 75	6,5	1,3	9,2	0,85	–	Apr. 99
75 ≤ P _n < 130	5,0	1,3	9,2	0,70	–	1999
130 ≤ P _n ≤ 560	5,0	1,3	9,2	0,54	–	1999
Stufe II						
18 ≤ P _n < 37	5,5	1,5	8,0	0,8	–	2001
37 ≤ P _n < 75	5,0	1,3	7,0	0,4	–	2004
75 ≤ P _n < 130	5,0	1,0	6,0	0,3	–	2003
130 ≤ P _n ≤ 560	3,5	1,0	6,0	0,2	–	2002
Stufe III A						
19 ≤ P _n < 37	5,5	7,5		0,6	–	2007
37 ≤ P _n < 75	5,0	4,7		0,4	–	2008
75 ≤ P _n < 130	5,0	4,0		0,3	–	2007
130 ≤ P _n ≤ 560	3,5	4,0		0,2	–	2006
Stufe III B						
37 ≤ P _n < 56	5,0	4,7		0,025	–	2013
56 ≤ P _n < 75	5,0	0,19	3,3	0,025	–	2012
75 ≤ P _n < 130	5,0	0,19	3,3	0,025	–	2012
130 ≤ P _n ≤ 560	3,5	0,19	2,0	0,025	–	2011
Stufe IV						
56 ≤ P _n < 130	5,0	0,19	0,4	0,025	–	Okt. 2014
130 ≤ P _n ≤ 560	3,5	0,19	0,4	0,025	–	2014
Stufe V						
0 ≤ P _n < 8	8,00	7,50 ^C		0,40 ^B	–	2019
8 ≤ P _n < 19	6,60	7,50 ^C		0,40	–	2019
19 ≤ P _n < 37	5,00	4,70 ^C		0,015	1*10 ¹²	2019
37 ≤ P _n < 56	5,00	4,70 ^C		0,015	1*10 ¹²	2019
56 ≤ P _n < 130	5,00	0,19 ^C	0,40	0,015	1*10 ¹²	2020
130 ≤ P _n ≤ 560	3,50	0,19 ^C	0,40	0,015	1*10 ¹²	2019
P _n > 560	3,50	0,19 ^D	3,50 ^E	0,045 ^F	–	2019

^A Für das Inverkehrbringen von Motoren; Typgenehmigung ein Jahr früher.

^B 0,60 für luftgekühlte Motoren mit Direkteinspritzung und Handstarter.

^C A = 1,10 für Gasmotoren.

^D A = 6,00 für Gasmotoren.

^E 0,67 für Stromerzeugungsaggregate.

^F 0,35 für Stromerzeugungsaggregate.

- Ab Stufe V werden erstmals alle Leistungsklassen reglementiert.
- Ab Stufe V werden Motoren mit variabler und mit konstanter Drehzahl gleichbehandelt.
- HC Grenzwerte für Gasmotoren: Ist ein A-Faktor definiert, ergeben sich die HC Grenzwerte nach der Formel $HC = 0,19 + (1,5 \times A \times GER)$, dürfen jedoch maximal $HC = 0,19 + A$ betragen. Für kombinierten HC+NO_x Grenzwert wird der kombinierte Grenzwert um 0,19 g/kWh vermindert und gilt nur für NO_x. GER (Gas Energy Ratio) ist das durchschnittliche Gas-Energie-Verhältnis während des jeweiligen Prüfzyklus.
- Fremdzündungsmotoren, Stufe V: Für Motoren mit einer Leistung ab 56 kW gelten die oben dargestellten Grenzwerte. Der Leistungsbereich < 56 kW wird in der Stufe V ebenfalls geregelt.
- Prüfzyklus, Motoren mit variabler Drehzahl: C1, für Motoren der Stufe V und kleiner 19 kW alternativ G2, für Motoren von 19 kW bis 560 kW muss ab Stufe III B zusätzlich der NRTC Zyklus erfüllt werden.
- Prüfzyklus, Motoren mit konstanter Drehzahl: D2.
- Für landwirtschaftliche Traktoren gilt die Delegierte Verordnung (EU) 2015/96 zur Ergänzung der Verordnung (EU) 167/2013. Die (EU) 2015/96 muss allerdings noch geändert werden, um auch dort die Vorschriften der Stufe V einzuführen. Dies soll nach den Plänen der EU-Kommission in der ersten Hälfte des Jahres 2017 abgeschlossen werden.
- Ab Stufe III A muss die Einhaltung der Grenzwerte über die übliche Nutzungsdauer nachgewiesen werden (Verschlechterungsfaktoren).
- NTE (Not To Exceed): Ab Stufe IIIB gelten Obergrenzen im Kennfeld (max. plus 100 % des Zyklusgrenzwertes).

USA – EPA Nonroad-Vorschrift

(40 CFR 89, 40 CFR 1039 und 40 CFR 1068)

Dieselmotoren

Leistung [kW]	NO _x [g/kWh]	HC [g/kWh]	CO [g/kWh]	Partikel [g/kWh]	Datum ab Baujahr
	NO _x + NMHC				
Tier 1					
P_n < 8	10,5		8,0	1,0	2000
8 ≤ P_n < 19	9,5		6,6	0,80	2000
19 ≤ P_n < 37	9,5		5,5	0,80	1999
37 ≤ P_n < 75	9,2	–	–	–	1998
75 ≤ P_n < 130	9,2	–	–	–	1997
130 ≤ P_n ≤ 560	9,2	1,3	11,4	0,54	1996
P_n > 560	9,2	1,3	11,4	0,54	2000
Tier 2					
P_n < 8	7,5		8,0	0,80	2005
8 ≤ P_n < 19	7,5		6,6	0,80	2005
19 ≤ P_n < 37	7,5		5,5	0,60	2004
37 ≤ P_n < 75	7,5		5,0	0,40	2004
75 ≤ P_n < 130	6,6		5,0	0,30	2003
130 ≤ P_n < 225	6,6		3,5	0,20	2003
225 ≤ P_n < 450	6,4		3,5	0,20	2001
450 ≤ P_n ≤ 560	6,4		3,5	0,20	2002
P_n > 560	6,4		3,5	0,20	2006
Tier 3					
P_n < 8	keine Verschärfung				
8 ≤ P_n < 19	keine Verschärfung				
19 ≤ P_n < 37	keine Verschärfung				
37 ≤ P_n < 75	4,7		5,0	0,40	2008
75 ≤ P_n < 130	4,0		5,0	0,30	2007
130 ≤ P_n ≤ 560	4,0		3,5	0,20	2006
P_n > 560	keine Verschärfung				
Tier 4 interim					
19 ≤ P_n < 37	7,5		5,5	0,30	2008
37 ≤ P_n < 56	4,7		5,0	0,30 ^A	2008
56 ≤ P_n < 130	3,4	0,19	5,0	0,02	2012 ^{B, C}
130 ≤ P_n ≤ 560	2,0	0,19	3,5	0,02	2011 ^C
P_n > 560	3,5	0,4	3,5	0,10	2011
Tier 4 interim - Genset					
P_n > 900	0,67	0,4	3,5	0,1	2011

Leistung [kW]	NO _x [g/kWh]	HC [g/kWh]	CO [g/kWh]	Partikel [g/kWh]	Datum ab Baujahr
	NO _x + NMHC				
Tier 4					
P_n < 8	7,5		8,0	0,40 ^D	2008
8 ≤ P_n < 19	7,5		6,6	0,40	2008
19 ≤ P_n < 37	4,7		5,5	0,03	2013
37 ≤ P_n < 56	4,7		5,0	0,03	2013
56 ≤ P_n < 130	0,40	0,19	5,0	0,02	2015 ^E
130 ≤ P_n ≤ 560	0,40	0,19	3,5	0,02	2014 ^F
P_n > 560	3,5	0,19	3,5	0,04	2015
Tier 4 - Genset					
P_n > 560	0,67	0,19	3,5	0,03	2015

- A Optional 0,40 g/kWh (Tier 2), im Gegenzug muss der Hersteller ab 2012 0,03 g/kWh (Tier 4) einhalten.
- B Keine Tier 2 Gutschriften wurden in Anspruch genommen. Falls Tier 2 Gutschriften in Anspruch genommen wurden gilt ein NO_x Grenzwert von 2,3 g/kWh bis einschließlich Modelljahr 2013. Tier 4 gilt dann schon ab 2014.
- C Alternative zu NO_x Phase in/ Phase out, alle Motoren müssen auf diese Grenzwerte zertifiziert werden.
- D Handstartfähige, luftgekühlte Motoren mit Direkteinspritzung können bis 2009 nach Tier 2 und ab 2010 optional mit einem PM-Grenzwert von 0,6 g/kWh zertifiziert werden.
- E Alternativ zu Tier 4 interim: PM/CO: vollständig ab 2012 zu erfüllen; NO_x/HC: Option 1 (wenn angesparte Tier 2 Gutschriften benutzt werden) – 50 % der Motoren müssen die Anforderungen 2012–2013 erfüllen; Option 2 (falls keine Tier 2 Gutschriften in Anspruch genommen wurden) – 25 % der Motoren müssen die Anforderungen 2012–2014 erfüllen.
- F Alternativ zu Tier 4 interim: PM/CO: vollständig ab 2011 zu erfüllen; NO_x/HC: 50 % der Motoren müssen die Anforderungen 2011–2013 erfüllen.

- Zusätzlich zur Partikelmessung wird ein transients Rauchttest verlangt; ab Tier 4 gilt dies nur noch bei einer Partikelemission über 0,07 g/kWh; Motoren mit Konstantdrehzahl-Betrieb sind generell ausgenommen.
- Prüfzyklus stationär: ISO 8178-4, C1 /D2 /E3; ab Tier 4 wahlweise auch entsprechend dem „Ramped Modal Cycle“.
- Prüfzyklus transient: NRTC; ab Tier 4 alle Motoren, außer Motoren über 560 kW; Motoren mit Konstantdrehzahl-Betrieb sind generell ausgenommen.
- Einhaltung der Grenzwerte ist über die übliche Nutzungsdauer nachzuweisen.
- ABT (Averaging, Banking and Trading): Emissionsguthaben für CO, NO_x + HC und Partikel können ausgeglichen, angespart und gehandelt werden.
- NTE (Not To Exceed): Ab Tier 4 dürfen die Emissionen das 1,25- bis 1,5-fache des Zyklusgrenzwertes nicht überschreiten.
- Die Vorschriften der Tier 4 erlauben eine offene Kurbelgehäuse-entlüftung, wenn deren Emissionen gemessen und zu den Abgas-emissionen addiert werden.

Brasilien

Am 13.7.2011 hat der brasilianische Umweltrat (CONAMA) mit der Resolution Nr. 433 das erste Gesetz des Landes über Emissionen von neuen Land- und Baumaschinen veröffentlicht. Die Grenzwerte entsprechen der EU Stufe IIIA für mobile Maschinen

Leistung [kW]	HC + NO _x [g/kWh]	CO [g/kWh]	Partikel [g/kWh]
19 ≤ P _n < 37	7,5	5,5	0,6
37 ≤ P _n < 75	4,7	5,0	0,4
75 ≤ P _n < 130	4,0	5,0	0,3
130 ≤ P _n ≤ 560	4,0	3,5	0,2

Einführungstermine:

- Baumaschinen ≥ 37 kW ab dem 1.1.2015, zwischen 19 und 37 kW ab dem 1.1.2017.
- Landmaschinen ≥ 75 kW ab dem 1.1.2017, zwischen 19 und 75 kW ab dem 1.1.2019.

China

Leistung [kW]	CO [g/kWh]	HC	NO _x	Partikel [g/kWh]	Datum ^A
		[g/kWh]	[g/kWh]		
NMHC + NO _x					
Stufe I					
0 < P_n < 8	12,3	18,4		–	Okt. 2007
8 ≤ P_n < 18	8,4	12,9		–	Okt. 2007
18 ≤ P_n < 37	8,4	2,1	10,8	1,0	Okt. 2007
37 ≤ P_n < 75	6,5	1,3	9,2	0,85	Okt. 2007
75 ≤ P_n < 130	5,0	1,3	9,2	0,70	Okt. 2007
130 ≤ P_n ≤ 560	5,0	1,3	9,2	0,54	Okt. 2007
Stufe II					
0 < P_n < 8	8,0	10,5		1,0	Okt. 2009
8 ≤ P_n < 18	6,6	9,5		0,8	Okt. 2009
18 ≤ P_n < 37	5,5	1,5	8,0	0,8	Okt. 2009
37 ≤ P_n < 75	5,0	1,3	7,0	0,4	Okt. 2009
75 ≤ P_n < 130	5,0	1,0	6,0	0,3	Okt. 2009
130 ≤ P_n ≤ 560	3,5	1,0	6,0	0,2	Okt. 2009
Stufe III					
P_n < 37	5,5	7,5		0,60	Okt. 2015
37 ≤ P_n < 75	5,0	4,7		0,40	Okt. 2015
75 ≤ P_n < 130	5,0	4,0		0,30	Okt. 2015
130 ≤ P_n ≤ 560	3,5	4,0		0,20	Okt. 2015
P_n > 560	3,5	6,4		0,20	Okt. 2015
Stufe IV					
P_n < 37	5,5	7,5		0,60	n/a
37 ≤ P_n < 56	5,0	4,7		0,025	n/a
56 ≤ P_n < 75	5,0	0,19	3,3	0,025	n/a
75 ≤ P_n < 130	5,0	0,19	3,3	0,025	n/a
130 ≤ P_n ≤ 560	3,5	0,19	2,0	0,025	n/a
P_n > 560	3,5	0,40	3,5 ^B	0,10	n/a

^A Für die Produktion und das Inverkehrbringen von Motoren; Typgenehmigung ein Jahr früher.

^B 0,67 für Dieselmotoren mit P_n > 900 kW, die in mobilen Stromgeneratoren eingesetzt werden.

- Landesweite Einführungsdaten für Stufe IV wurden noch nicht festgelegt. Falls erforderlich, können einzelne Regionen die Stufe IV vorzeitig einführen.
- Ab 01.04. 2016 dürfen nur noch mobile Maschinen hergestellt, importiert und verkauft werden, die mindestens mit einem Stufe III Motor ausgestattet sind.
- Prüfzyklus variable Drehzahl: ISO 8178-4 C1, für Motoren kleiner 19 kW alternativ G2, für Motoren der Stufe IV mit einer Leistung bis 560 kW muss zusätzlich der NRTC Zyklus erfüllt werden.
- Prüfzyklus konstante Drehzahl: ISO 8178-4 D2.

Indien

Am 21.9.2006 sind die Grenzwerte für dieseltreibene Bau-
maschinen (CEV) in Indien veröffentlicht worden und in Kraft
getreten.

Leistung [kW]	NO _x [g/kWh]	HC [g/kWh]	CO [g/kWh]	Partikel [g/kWh]	Datum
Bharat Stufe II (CEV)					
P_n < 8	9,20	1,30	8,00	1,0	Okt. 2008
8 ≤ P_n < 19	9,20	1,30	6,60	0,85	Okt. 2008
19 ≤ P_n < 37	9,20	1,30	6,50	0,85	Okt. 2007
37 ≤ P_n < 75	9,20	1,30	6,50	0,85	Okt. 2007
75 ≤ P_n < 130	9,20	1,30	5,00	0,70	Okt. 2007
130 ≤ P_n ≤ 560	9,20	1,30	5,00	0,54	Okt. 2007
Bharat Stufe III (CEV)					
	HC + NO_x [g/kWh]				
P_n < 8	7,5		8,0	0,80	Apr. 2011
8 ≤ P_n < 19	7,5		6,60	0,80	Apr. 2011
19 ≤ P_n < 37	7,50		5,50	0,60	Apr. 2011
37 ≤ P_n < 75	4,70		5,0	0,40	Apr. 2011
75 ≤ P_n < 130	4,0		5,0	0,30	Apr. 2011
130 ≤ P_n ≤ 560	4,0		3,50	0,20	Apr. 2011

- Prüfzyklus: ISO 8178-4 C1 und D2.
- Der Motortest soll auf einem Prüfstand mit Generator durchgeführt werden.
- Die Testprozedur für die Messung der Maximalleistung (ohne Lüfter) soll gemäß MoSRT/CMVR/TAP-115/116 Part IV, Chapter 6 durchgeführt werden.
- Die Testprozedur für die Messung von Emissionen sichtbarer und gasförmiger Schadstoffe soll gemäß MoSRT/CMVR/TAP-115/116 Teil X (Unterkapitel B) durchgeführt werden.
- Die COP-Prozedur soll gemäß MoSRT/CMVR/TAP-115/116 Teil VI durchgeführt werden.
- COP-Häufigkeit:
 - a) Für Produkte mit einer Jahresproduktion bis 200 Stück: einmal in zwei Jahren pro Motorenfamilie.
 - b) Für Produkte mit einer Jahresproduktion über 200 Stück: einmal im Jahr pro Motorenfamilie.

Leistung [kW]	Lebensdauer [h] Emissionsbeständigkeit
$P_n < 19$	3000
$19 \leq P_n < 37$ (constant speed)	3000
$19 \leq P_n < 37$ (variable speed)	5000
$P \geq 37$	8000

- Die Emissionsgrenzwerte müssen über die gesamte Lebensdauer hinweg eingehalten werden. Alternativ können die in der folgenden Tabelle dargestellten Verschlechterungsfaktor angewendet werden.

Verschlechterungsfaktoren

CO	HC	NO _x	PM
1,10	1,05	1,05	1,1

Grenzwerte für landwirtschaftliche Traktoren

Leistung [kW]	NO _x [g/kWh]	HC [g/kWh]	CO [g/kWh]	Partikel [g/kWh]	Datum
Bharat Stufe I (Trem)					
alle	18,00	3,50	14,0	–	Okt. 1999
	HC + NO_x [g/kWh]				
Bharat Stufe II (Trem)					
alle	15,0		9,0	1,0	Jun. 2003
Bharat Stufe III (Trem)					
alle	9,50		5,50	0,80	Okt. 2005
Bharat Stufe III A (Trem)					
$P_n < 8$	8,5		5,5	0,80	Apr. 2010
$8 \leq P_n < 19$	8,5		5,5	0,80	Apr. 2010
$19 \leq P_n < 37$	7,5		5,5	0,60	Apr. 2010
$37 \leq P_n < 56$	4,7		5,0	0,40	Apr. 2011
$56 \leq P_n < 75$	4,7		5,0	0,40	Apr. 2011
$75 \leq P_n < 130$	4,0		5,0	0,30	Apr. 2011
$130 \leq P_n \leq 560$	4,0		3,5	0,20	Apr. 2011

- Prüfzyklus: ISO 8178-4, C1.
- Für Stufe III A (Trem) gelten Lebensdauer und Verschlechterungsfaktoren der Stufe III (CEV).

Japan

Schadstoffgrenzwerte des Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) und des Ministry of the Environment (MOE) für "Special Motor Vehicles" und "Nonroad Motor Vehicles".

Leistung [kW]	CO [g/kWh]	NO _x [g/kWh]	HC ^A [g/kWh]	Partikel [g/kWh]	Rauch [%]	Datum ^B	Datum für importierte Fahrzeuge / Maschinen ^C
Stufe I							
19 ≤ P _n < 37	5,0	8,0	1,5	0,80	40	Okt. 03	–
37 ≤ P _n < 56	5,0	7,0	1,3	0,40	40	Okt. 03	–
56 ≤ P _n < 75	5,0	7,0	1,3	0,30	40	Okt. 03	–
75 ≤ P _n < 130	5,0	6,0	1,0	0,30	40	Okt. 03	–
130 ≤ P _n < 560	3,5	6,0	1,0	0,20	40	Okt. 03	–
Stufe II							
19 ≤ P _n < 37	5,0	6,0	1,0	0,40	40	Okt. 07	1.9.2008
37 ≤ P _n < 56	5,0	4,0	0,7	0,30	35	Okt. 08	1.9.2009
56 ≤ P _n < 75	5,0	4,0	0,7	0,25	30	Okt. 08	1.9.2010
75 ≤ P _n < 130	5,0	3,6	0,4	0,20	25	Okt. 07	1.9.2008
130 ≤ P _n < 560	3,5	3,6	0,4	0,17	25	Okt. 06	1.9.2008
Stufe III							
19 ≤ P _n < 37	5,0	4,0	0,7	0,03	25	Okt. 2013	1.9.2015
37 ≤ P _n < 56	5,0	4,0	0,7	0,025	25	Okt. 2013	1.11.2014
56 ≤ P _n < 75	5,0	3,3	0,19	0,02	25	Okt. 2012	1.04.2014
75 ≤ P _n < 130	5,0	3,3	0,19	0,02	25	Okt. 2012	1.11.2013
130 ≤ P _n < 560	3,5	2,0	0,19	0,02	25	Okt. 2011	1.4.2013
Stufe IV							
19 ≤ P _n < 37	5,0	4,0	0,7	0,03	0,5m ⁻³	Okt. 2016	1.9.2017
37 ≤ P _n < 56	5,0	4,0	0,7	0,025	0,5m ⁻³	Okt. 2016	1.9.2017
56 ≤ P _n < 75	5,0	0,4	0,19	0,02	0,5m ⁻³	Okt. 2015	1.9.2017
75 ≤ P _n < 130	5,0	0,4	0,19	0,02	0,5m ⁻³	Okt. 2015	1.9.2017
130 ≤ P _n < 560	3,5	0,4	0,19	0,02	0,5m ⁻³	Okt. 2014	1.9.2016

^A Ab Stufe III gelten die Grenzwerte für NMHC.

^B Für neu zertifizierte Maschinen.

^C Zuzüglich Maschinen die bereits produziert werden.

- Prüfzyklus und Messmethode: Special Vehicle Diesel 8-Mode.
- Definition „Special Motor Vehicles“: Selbstangetriebene, nonroad Fahrzeuge und mobile Maschinen die auch auf öffentlichen Straßen fahren.
- Definition „Nonroad Motor Vehicles“: Selbstangetriebene nonroad Fahrzeuge und mobile Maschinen die nicht auf öffentlichen Straßen fahren.

Kanada

Kanada hat eine eigene Emissionsverordnung erlassen (Off-Road Compression-Ignition Engine Emission Regulations (SOR/2005-32)), die aber größtenteils auf die US-amerikanische Gesetzgebung verweist, und damit auch deren Grenzwerte sowie Übergangsregelungen übernimmt. Die Einführungszeitpunkte für die einzelnen Stufen können jedoch abweichen und sind insbesondere für Tier 2 und Tier 3 später.

Darüber hinaus werden US EPA Zertifikate anerkannt, wenn mindestens ein Motortyp einer Motorenfamilie sowohl in den USA als auch in Kanada verkauft wird.

Korea (Süd)

Leistung [kW]	NO _x [g/kWh]	HC [g/kWh]	CO [g/kWh]	Partikel [g/kWh]	Datum ab Baujahr
	NO _x + NMHC				
Tier 1^A					
19 ≤ P_n < 37	9,5		5,5	0,8	2004
37 ≤ P_n < 75	9,2	–	5,5	0,6	
75 ≤ P_n < 130	9,2	–	5,0	0,6	
130 ≤ P_n < 225	9,2	1,3	5,0	0,54	
225 ≤ P_n < 560	9,2	1,3	5,0	0,54	
Tier 2^A					
19 ≤ P_n < 37	7,5		5,5	0,6	2005
37 ≤ P_n < 75	7,5		5,0	0,4	
75 ≤ P_n < 130	6,6		5,0	0,3	
130 ≤ P_n < 225	6,6		3,5	0,2	
225 ≤ P_n < 560	6,4		3,5	0,2	
Tier 3					
19 ≤ P_n < 37	7,5		5,5	0,6	2009 ^B
37 ≤ P_n < 75	4,7		5,0	0,4	
75 ≤ P_n < 130	4,0		5,0	0,3	
130 ≤ P_n < 560	4,0		3,5	0,2	
Tier 4					
P_n < 8	7,7		8,0	0,4	2015
8 ≤ P_n < 19	7,5		6,6	0,4	
19 ≤ P_n < 37	4,7		5,5	0,03	
37 ≤ P_n < 56	4,7		5,0	0,03	
56 ≤ P_n < 130	0,40	0,19	5,0	0,02	
130 ≤ P_n < 560	0,40	0,19	3,5	0,02	

^A Gilt nur für Baumaschinen.

^B Für landwirtschaftliche Traktoren ab 2013.

- Prüfzyklus: ISO 8178-4, C1; ab Tier 4 zusätzlich NRTC.

Russland

Für Traktoren wurde ein neuer Standard der Eurasischen Wirtschaftsunion (EAWU) erarbeitet. Die Emissionsgrenzwerte werden in TR-TS 031-2012 "Über die Sicherheit von landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Traktoren sowie den dazugehörigen Anhängern" festgelegt. **Es sollen die Grenzwerte IIIA (kleiner 37 kW) bzw. IIIB übernommen werden und ab 15. Februar 2017 gelten.** Dieser Standard befindet sich zum Zeitpunkt der Drucklegung dieser Broschüre in Überarbeitung, Einführungsdaten und Grenzwerte können daher nicht bestätigt werden.

Schweiz – Baumaschinen

Die Emissionen von Baumaschinen werden in der Schweiz durch die Luftreinhalteverordnung 814.318.142.1 geregelt. Es gelten die Grenzwerte nach der Richtlinie 97/68/EG (geändert durch 2012/46/EG).

Partikel

Die Emissionen dürfen zudem den Anzahlwert von 1×10^{12} pro kWh für Feststoffpartikel mit einem Durchmesser > 23 nm nicht überschreiten. Anforderungen an Partikelfiltersysteme werden in der Verordnung ebenfalls festgeschrieben.

Die Schweiz plant die Verordnung (EU) 2016/1628 (EU Stufe V) unverändert anzuerkennen.

Türkei

Die Türkei hat die Emissionsgrenzwerte für mobile Maschinen gemäß der EU-Richtlinie 97/68/EG bzw. 2004/26/EG übernommen.

Abweichend sind lediglich die Einführungsdaten, die für die Stufen III B und IV zusätzlich um 3 Jahre nach hinten verschoben wurden.

Leistung [kW]	NO _x [g/kWh]	HC [g/kWh]	CO [g/kWh]	Partikel [g/kWh]	Datum ^A
	NO _x + NMHC				
Stufe I (Faz I)					
37 ≤ P_n < 75	9,2	1,3	6,5	0,85	5. Apr. 2003
75 ≤ P_n < 130	9,2	1,3	5,0	0,70	5. Apr. 2003
130 ≤ P_n ≤ 560	9,2	1,3	5,0	0,54	5. Apr. 2003
Stufe II (Faz II)					
18 ≤ P_n < 37	8,0	1,5	5,5	0,8	2007
37 ≤ P_n < 75	7,0	1,3	5,0	0,4	2007
75 ≤ P_n < 130	6,0	1,0	5,0	0,3	2007
130 ≤ P_n ≤ 560	6,0	1,0	3,5	0,2	2007
Stufe III A (Faz III A)					
19 ≤ P_n < 37	7,5		5,5	0,6	2011
37 ≤ P_n < 75	4,7		5,0	0,4	2011
75 ≤ P_n < 130	4,0		5,0	0,3	2011
130 ≤ P_n ≤ 560	4,0		3,5	0,2	2011
Stufe III B (Faz III B)					
37 ≤ P_n < 56	4,7		5,0	0,025	Okt. 2018
56 ≤ P_n < 75	3,3	0,19	5,0	0,025	2012 ^B
75 ≤ P_n < 130	3,3	0,19	5,0	0,025	2012 ^B
130 ≤ P_n ≤ 560	2,0	0,19	3,5	0,025	2011 ^B
Stufe IV (Faz IV)					
56 ≤ P_n < 130	0,4	0,19	5,0	0,025	Okt. 2019
130 ≤ P_n ≤ 560	0,4	0,19	3,5	0,025	2019

^A Gilt für das Inverkehrbringen von Motoren.

^B Einführung der Stufe III B nur optional.

- Prüfzyklus: ISO 8178-4, C1/D2 (entspr. Motorbetrieb).

EU – Eisenbahnen

Die **Richtlinie 97/68/EG** (2004/26/EG) ist gültig für in Schienenfahrzeuge eingebaute Kompressionszündungsmotoren mit einer Nutzleistung von mindestens 130 kW für Antriebsmotoren und mindestens 19 kW für Motoren mit konstanter Drehzahl. Für Motoren mit konstanter Drehzahl gelten die Grenzwerte erst seit 31. 12. 2006. Die Richtlinie 97/68/EG wird von der **Verordnung (EU) 2016/1628** abgelöst.

Motoren zum Antrieb von Lokomotiven

Stufe	Leistung / Hubraum pro Zyl.	NO _x	HC	CO	Partikel	Partikel	Datum ^A
		[g/kWh]	[g/kWh]				
		HC + NO _x [g/kWh]					
IIIA	130 ≤ P _n ≤ 560 kW	4,0		3,5	0,2	–	2007
	P _n > 560 kW	6,0	0,5	3,5	0,2	–	2009
	P _n > 2000 kW V _{h,z} > 5 L	7,4	0,4	3,5	0,2	–	2009
IIIB	P _n > 130 kW	4,0		3,5	0,025	–	2012
V	P _n > 0 kW	4,00 ^B		3,50	0,025	–	2021

^A Gilt für das Inverkehrbringen von Motoren, Typgenehmigung 1 Jahr früher.

^B A = 6,00 für Gasmotoren.

Motoren zum Antrieb von Triebwagen

Stufe	Leistung	NO _x	HC	CO	Partikel	Partikel	Datum ^A
		[g/kWh]	[g/kWh]				
		HC + NO _x [g/kWh]					
IIIA	P _n > 130 kW	4,0		3,5	0,20	–	2006
IIIB	P _n > 130 kW	2,0	0,19	3,5	0,025	–	2012
V	P _n > 0 kW	2,00	0,19 ^B	3,50	0,015	1*10 ¹²	2021

^A Gilt für das Inverkehrbringen von Motoren, Typgenehmigung 1 Jahr früher.

^B A = 6,00 für Gasmotoren.

- Keine Grenzwertstufen I und II.
- Stufe V Prüfzyklus für Lokomotiven: ISO 8178-4, F (variable Drehzahl) bzw. D2 (Konstantdrehzahl).
- Stufe V Prüfzyklus für Triebwagen: ISO 8178-4, C1 (variable Drehzahl) bzw. D2 (Konstantdrehzahl).
- HC Grenzwerte für Gasmotoren: Ist ein A-Faktor definiert, ergeben sich die HC Grenzwerte nach der Formel $HC = 0,19 + (1,5 \times A \times GER)$, dürfen jedoch maximal $HC = 0,19 + A$ betragen. Für kombinierten HC+NO_x Grenzwert wird der kombinierte Grenzwert um 0,19 g/kWh vermindert und gilt nur für NO_x. GER (Gas Energy Ratio) ist das durchschnittliche Gas-Energie-Verhältnis während des jeweiligen Prüfzyklus.
- Einhaltung der Grenzwerte ist über die sinnvolle Lebensdauer nachzuweisen.

UIC – Internationaler Eisenbahnverband

Die UIC (International Union of Railways) hat im UIC – Kodex 624V Emissionsgrenzwerte für Bahnantriebsmotoren festgelegt, die für ihre Mitgliedsbahnen verbindlich sind.

Stufe	Leistung / Drehzahl	NO _x [g/kWh]	HC [g/kWh]	CO [g/kWh]	Partikel [g/kWh]	Datum
UIC II	$P_n \leq 560 \text{ kW}$	6,0	0,6	2,5	0,25	1.1.2003
	$P_n > 560 \text{ kW}$ $n_n > 1000 \text{ U/min}$	9,5	0,8	3,0	0,25	1.1.2003
	$P_n > 560 \text{ kW}$ $n_n \leq 1000 \text{ U/min}$	9,9	0,8	3,0	0,25	1.1.2003

- UIC II: Prüfzyklus ISO 8178-4, F.
- Die UIC-Stufe III entspricht der Stufe IIIA der EU-Nonroad-Richtlinie 97/68/EG (siehe dort).
- UIC III: Prüfzyklus ISO 8178-4, F (C1 für Triebwagenmotoren, analog EU-Nonroad-Richtlinie 97/68/EG).
- Prüfkraftstoff nach ISO 8178-5.
- Ausgenommen sind Motoren mit einer Nennleistung unter 100 kW sowie Motoren von Speziallokomotiven (z. B. Raffinerie- oder Grubenlokomotiven).

USA

Am 30.6.2008 hat die US EPA die „40 CFR Part 1033“ für Lokomotivmotoren mit einem Hubraum kleiner 30 Liter je Zylinder veröffentlicht. Das Regelwerk verschärft die Grenzwerte für Tier 0-2 Motoren für bestehende Lokomotiven und führt neue Tier 3 und Tier 4 Grenzwerte ein.

Lokomotivmotoren im Linienbetrieb

Motorenkategorie	Modelljahr ^c	Gültig ab	PM [g/bhp*hr]	NO _x [g/bhp*hr]	HC [g/bhp*hr]	CO [g/bhp*hr]
Wiederaufbereitete Tier 0 Motoren ^A	1973-1992	2010 ^E	0,22	8,0	1,00	5,0
Wiederaufbereitete Tier 1 Motoren ^A	1993 ^D -2004	2010 ^E	0,22	7,4	0,55	2,2
Wiederaufbereitete Tier 2 Motoren ^A	2005-2011	2010 ^E	0,10	5,5	0,30	1,5
Neue Tier 3 Motoren ^B	2012-2014	2012	0,10	5,5	0,30	1,5
Neue Tier 4 Motoren	2015+	2015	0,03	1,3 ^F	0,14 ^F	1,5

^A Motoren für den Linienbetrieb müssen auch die Grenzwerte der jeweiligen Stufe für den Rangierbetrieb einhalten.

^B Tier 3 Motoren für den Linienbetrieb müssen auch die Tier 2 Grenzwerte für den Rangierbetrieb einhalten.

^C Der Lokomotive.

^D Lokomotiven mit Modelljahr 1993-2001 und Motoren ohne separate Ladeluftkühlung können Tier 0 Grenzwerte einhalten.

^E Falls zugelassene Nachrüstlösungen für Motoren vorhanden sind bereits ab 2008.

^F Alternativ $NO_x + HC \leq 1,4 \text{ g/bhp*hr}$.

Lokomotivmotoren im Rangierbetrieb

Motorenkategorie	Modelljahr ^B	Gültig ab	PM [g/bhp*hr]	NO _x [g/bhp*hr]	HC [g/bhp*hr]	CO [g/bhp*hr]
Wiederaufbereitete Tier 0 Motoren	1973-2001	2010 ^C	0,26	11,8	2,10	8,0
Wiederaufbereitete Tier 1 Motoren ^A	2002-2004	2010 ^C	0,26	11,0	1,20	2,5
Wiederaufbereitete Tier 2 Motoren ^A	2005-2010	2010 ^C	0,13	8,1	0,60	2,4
Neue Tier 3 Motoren	2011-2014	2011	0,10	5,0	0,60	2,4
Neue Tier 4 Motoren	2015+	2015	0,03	1,3 ^D	0,14 ^D	2,4

^A Motoren für den Rangierbetrieb müssen auch die Grenzwerte der jeweiligen Stufe für den Linienbetrieb einhalten.

^B Der Lokomotive.

^C Falls zugelassene Nachrüstlösungen für Motoren vorhanden sind bereits ab 2008

^D Alternativ $NO_x + HC \leq 1,4 \text{ g/bhp*hr}$.

- Prüfspezifikation: US EPA Part 1065 – Test Procedures.

Russland – Lokomotiven

Datum	CO [g/kWh]	HC [g/kWh]	NO _x [g/kWh]
< 1.1.2016	3,5	1,0	12,0
≥ 1.1.2016	1,5	0,4	7,4

Türkei

Richtlinie 97/68/AT (2004/26/AT), gültig für in Schienenfahrzeuge eingebaute Kompressionszündungsmotoren mit einer Nutzleistung von mindestens 130 kW für Antriebsmotoren.

Die Einführungszeitpunkte für die Grenzwerte der Emissionsstufe Faz IIIA sind sowohl für Lokomotiven als auch für Triebwagen einheitlich in 2010, d. h. 1–4 Jahre nach den entsprechenden Zeitpunkten, die in der EU-Gesetzgebung vorgeschrieben sind. Die Einführungszeitpunkte für Grenzwerte gemäß Emissionsstufe Faz IIIB sind identisch mit den entsprechenden Zeitpunkten in der EU-Gesetzgebung.

Motoren zum Antrieb von Lokomotiven

Stufe	Leistung / Hubraum pro Zyl.	NO _x	HC	CO	Partikel	Datum ^A
		[g/kWh]	[g/kWh]			
		NO _x + HC [g/kWh]				
Faz III A	130 ≤ P _n ≤ 560 kW	4,0		3,5	0,2	2010
	560 < P _n ≤ 2000 kW	6,0	0,5	3,5	0,2	2010
	P _n > 2000 kW V _{h,z} > 5 L	7,4	0,4	3,5	0,2	2010
Faz III B	P _n > 130 kW	4,0		3,5	0,025	2012

^A Gilt für das Inverkehrbringen von Motoren.

Motoren zum Antrieb von Triebwagen

Stufe	Leistung	NO _x	HC	CO	Partikel	Datum ^A
		[g/kWh]	[g/kWh]			
III A	P _n > 130 kW	4,0		3,5	0,20	2010
III B	P _n > 130 kW	2,0	0,19	3,5	0,025	2012

^A Gilt für das Inverkehrbringen von Motoren.

- Keine Grenzwertstufen I und II.

ISO 8178

- Die 3. Auflage der ISO 8178-4 enthält stationäre und transiente Prüfzyklen für verschiedene non-road Motoranwendungen.
- Die **Prüfbedingungen** wurden ebenfalls in ISO 8178-4 übernommen.
- Es werden die Prüfzyklen für die Messung und Auswertung von gasförmigen und partikelförmigen Abgasemissionen in Hubkolben-Verbrennungsmotoren festgelegt, wenn die Leistung mit einer Leistungsbremse ermittelt wird.
- Motoren zum Antrieb von Fahrzeugen, die vorrangig für den Betrieb auf öffentlichen Straßen bestimmt sind, werden hier ausgeschlossen.

Unterteilung der stationären Prüfzyklen nach ISO 8178-4:

- C Fahrzeuge (ausgenommen Straßenfahrzeuge) und Industriegeräte
 - C1 Fahrzeuge (ausgenommen Straßenfahrzeuge) und Industriegeräte mit Dieselmotor
 - C2 Fahrzeuge (ausgenommen Straßenfahrzeuge) und Industriegeräte mit Ottomotoren über 19 kW Leistung
- D Konstante Drehzahl
 - D1 Stromerzeugungsanlagen
 - D2 Stromerzeugungsaggregate mit intermittierender Belastung, Bewässerungspumpen
- E Schiffsmotoren
 - E1 Dieselmotoren für Boote mit Längen unter 24 m, ausgenommen Motoren für Schlepp- und Bugsierboote
 - E2 Hoch beanspruchte Motoren für Schiffsantriebe mit konstanter Drehzahl ohne Längenbegrenzung der Schiffe
 - E3 Hoch beanspruchte Motoren mit (auf Propellerkurve) für den Schiffshauptantrieb ohne Längenbegrenzung der Schiffe
 - E4 Ottomotoren (auf Propellerkurve) für Boote < 24m Länge, ausgenommen Motoren für Schlepp- und Bugsierboote
 - E5 Dieselmotoren (auf Propellerkurve) für Boote unter 24 m Länge, ausgenommen Motoren für Schlepp- und Bugsierboote
- F Bahnmotoren
- G Motoren mit Leistungen üblicherweise unter 19 kW für universelle Einsatzzwecke und Geräte für Gartenbearbeitung
 - G1 Nicht handgehaltene Anwendungen mit Zwischendrehzahl
 - G2 Nicht handgehaltene Anwendungen mit Nenndrehzahl
 - G3 Handgehaltene Anwendungen mit Nenndrehzahl
- H Schneemobile
- I Transportable Kühlaggregate

Wichtungsfaktoren

Prüfstufe B-Zyklus	Drehzahl	Dreh- moment ^B	Zyklus									
			C1	C2	D1	D2	E1	E2	F	G1	G2	G3
1	Nenn- Dreh- zahl (oder MTS ^A)	100 %	0,15		0,3	0,05	0,08	0,2	0,15		0,09	0,85
2		75 %	0,15		0,5	0,25	0,11	0,5			0,2	
3		50 %	0,15		0,2	0,3		0,15			0,29	
4		25 %		0,06		0,3		0,15			0,3	
5		10 %	0,1			0,1					0,07	
6	Zwischen- drehzahl	100 %	0,1	0,02						0,09		
7		75 %	0,1	0,05			0,19			0,2		
8		50 %	0,1	0,32			0,32		0,25	0,29		
9		25 %		0,3						0,3		
10		10 %		0,1						0,07		
11	Leerlauf	0 %	0,15	0,15			0,3		0,6	0,05	0,05	0,15

^A Maximum Test Speed.

^B Außer F-Zyklus, dort Leistung.

Zwischendrehzahl:

- Bei Motoren, die für den Betrieb auf der Vollastkurve vorgesehen sind, ist als Zwischendrehzahl die Drehzahl anzugeben, die bei dem größten Drehmoment auftritt, wenn die Drehzahl zwischen 60 und 75 Prozent der Nenn Drehzahl liegt.
- Wenn das größte erklärte Drehmoment bei einer Drehzahl unter 60 Prozent der Nenn Drehzahl liegt, muss die Zwischendrehzahl 60 Prozent der Nenn Drehzahl sein.
- Wenn das größte Drehmoment bei einer Drehzahl über 75 Prozent der Nenn Drehzahl liegt, muss die Zwischendrehzahl 75 Prozent der Nenn Drehzahl sein. Wenn der Motor nur bei Drehzahlen größer 75 Prozent der Nenn Drehzahl betrieben werden kann, ist die Zwischendrehzahl die niedrigste Drehzahl bei der der Motor betrieben werden kann.
- Bei Motoren, die bei stationären Betriebsbedingungen unterhalb der Vollastkurve betrieben werden, liegt die Zwischendrehzahl üblicherweise zwischen 60 und 70 Prozent der Nenn Drehzahl.
- Für Motoren, die nach dem Prüfzyklus G1 geprüft werden, muss die Zwischendrehzahl bei 85 Prozent der höchsten Nenn Drehzahl liegen.

Wichtungsfaktoren (für Prüfzyklen basierend auf Propellerkurve)

Prüfstufe	Drehzahl	Leistung	Zyklus	
			E3	E5
1	100 %	100 %	0,20	0,08
2	91 %	75 %	0,50	0,13
3	80 %	50 %	0,15	0,17
4	63 %	25 %	0,15	0,32
5	Leerlauf	0 %		0,30

- In allen stationären Zyklen muss der **Motor** nach den Empfehlungen des Herstellers **warmlaufen**, um die **Betriebstemperaturen** des Motors zu **stabilisieren**.
- Der Hersteller kann entscheiden, ob der Zyklus im "discrete mode" oder im "ramped-modal cycle" (RMC) durchfahren wird.

Discrete mode

- Die Prüfstufen (Mode) sind in der im Zyklus genannten Reihenfolge anzufahren.
- Jede Prüfstufe wird für eine Dauer von mindestens 10 Minuten angefahren und kann nach Bedarf verlängert werden, außer bei G-Zyklen, hier sind es 3 Minuten.
- Nach der Stabilisierung der Betriebsparameter des Motors muss die Messung für 1 bis 3 Minuten erfolgen, im G-Zyklus sind es mindestens die letzten 2 Minuten.

Ramped modal cycle (RMC)

- Anwendbar auf die Zyklen C1, C2, D2, E2, E3, E5, F, G1, G2, H und I.
- Die stationären Prüfstufen der jeweiligen Zyklen werden durch lineare 20-sekündige Übergangsphasen (Rampen) miteinander verbunden.
- Die Dauer der Prüfstufen ist unterschiedlich und spiegelt die Wichtungsfaktoren des "Discrete mode" wider.
- Die Emissionsmessung erfolgt kontinuierlich während des gesamten RMC Zyklus.

Transiente Prüfzyklen nach ISO 8178-4:

NRTC (Non-road transient cycle)

- Dynamischer Test für mobile Maschinen und Geräte.
- Kann für Benzin- und Dieselmotoren mit variabler Drehzahl und einer Leistung zwischen 19 kW und 560 kW angewendet werden, für die auch der C1 Zyklus gilt.
- Nach Konditionierung des Motors wird der Zyklus erst mit kaltem Motor, anschließend mit warmem Motor durchfahren.
- Die Ergebnisse beider Durchläufe werden gemittelt, wobei der Kaltstart zu 10 %, der Warmstart zu 90 % gewertet wird.

LSI-NRTC (large spark ignition non-road transient cycle)

- Kann für Benzinmotoren mit variabler Drehzahl ≤ 3400 U/min und einer Leistung zwischen 19 kW und 560 kW angewendet werden, für die auch der C2 Zyklus gilt.
- Nach Konditionierung des Motors sowie einer 3-minütigen Aufwärmphase und einer 30-sekündigen Leerlaufphase wird der Zyklus mit warmem Motor durchfahren.

ECE/EU Rauchmessung

(ECE R 24/03 bzw. 97/20/EG)

Messung des Lichtabsorptionskoeffizienten (Trübung) des Abgases bei allen Fahrzeugen mit Dieselmotor (Nutzfahrzeuge bis Stufe EURO II)

1. Prüfung bei gleichbleibenden Drehzahlen unter Volllast

- Messung des Vollastrauches bei 6 verschiedenen konstanten Drehzahlen zwischen Nenndrehzahl und 45 Prozent der Nenndrehzahl oder 1000 min^{-1}
- Bei ECE R 24/03: 7. Messpunkt bei maximalem Drehmoment

2. Prüfung bei freier Beschleunigung

- Messung des Rauches bei freier Beschleunigung des Motors von Leerlauf auf Höchstdrehzahl
- Grenzwertvorgabe nur bei Motoren mit Abgasturbolader

US – Rauchttest (Nfz- und Nonroad-Motoren)

- Messung der Abgastrübung bei instationärem Motorbetrieb auf dem Prüfstand.
- Ausgehend vom Leerlauf wird der Motor in zwei Phasen mit kurzer Unterbrechung beschleunigt (Acceleration-mode).
- Dann wird er bei Nenndrehzahl und Nennleistung betrieben, um anschließend durch Erhöhung der Last bis zur Zwischendrehzahl gedrückt zu werden (Lugging-mode).
- Daraufhin wird wieder bis auf Leerlauf heruntergefahren.
- Dieser Zyklus wird dreimal wiederholt, wobei aus den Messwerten aller drei Testläufe eine mittlere Trübung bei der Beschleunigung (Acceleration), eine mittlere Trübung beim Drücken (Lugging) und ein Maximalwert für die Trübung (Peak) ermittelt wird.

Rauchttest nach Ringelmann

Glossar Luftverunreinigung, Regionale Veröffentlichung der WHO, Europäische Schriftenreihe Nr. 9, Weltgesundheitsorganisation Regionalbüro für Europa Kopenhagen, 1987

- Hilfsmittel zur Beurteilung des Schwärzungsgrades nach Schwärzungsstufen.
- Die Ringelmann-Skala besteht aus einer Karte mit vier Quadraten, von denen jeder mit einem Gitter aus schwarzen Linien.
- Die Karte wird so in einer Rauchfahne platziert, dass Trübung eintritt.
- Die Linien verschmelzen bei Platzierung der Karte gegen die Rauchfahne zu unterschiedlichen Grautönen.

- Diese Schattierungen entsprechen den Ringelmann-Stufen 1 -4. Der Beobachter stellt fest, welche Stufe der Schwärzung der Rauchfahne am nächsten kommt.
- Bei Stufe 1 entfallen etwa 20 % der Quadratfläche auf die Gitterlinien; die entsprechenden Werte für die Stufen 2, 3 und 4 sind 40 %, 60 % und 80 %. Die Ringelmann -Stufe 0 ist Weiß, und Stufe 5 ist Schwarz.

US – Lokomotiv-Prüfzyklus

Infolge der besonderen Betriebsbedingungen der Lokomotiven in den USA hat die EPA eigene Prüfzyklen erarbeitet (siehe cfr 40 Part 1033).

Steady-state discrete mode Zyklus:

Prüfstufe	Einstellung	Zeitdauer [Minuten] ^A	Messintervall [Sek.] ^A	Wichtungsfaktor Streckenzyklus	Wichtungsfaktor Rangierzyklus
Aufwärmern	Niedrigster Leerlauf	10-15 ^B	0 ^C	0 ^C	0 ^C
A	niedriger Leerlauf ^D	5-10	300±5	0,190	0,299
B	Normaler Leerlauf	5-10	300±5	0,190 ^E	0,299
C	Widerstandsbremse ^D	5-10	300±5	0,125 ^E	0
1	Notch 1	5-10	300±5	0,065	0,124
2	Notch 2	5-10	300±5	0,065	0,123
3	Notch 3	5-10	300±5	0,052	0,058
4	Notch 4	5-10	300±5	0,044	0,036
5	Notch 5	5-10	300±5	0,038	0,036
6	Notch 6	5-10	300±5	0,039	0,015
7	Notch 7	5-10	300±5	0,030	0,002
8	Notch 8	10-15	600±5	0,162	0,008

^A Zeitintervall kann verlängert werden, falls zur Gewinnung einer ausreichend großen PM-Probe erforderlich.

^B Abweichende Aufwärmvorgänge sind möglich.

^C Keine Messung.

^D Entfällt, falls nicht so ausgerüstet.

^E Falls eine Lokomotive nicht mit einer Widerstandsbremse ausgestattet ist, beträgt der Wichtungsfaktor für Prüfstufe B = 0,315 und für Prüfstufe C = 0.

Als Alternative zu dem "discrete mode" Zyklus kann ein "ramped modal cycle" (RMC, siehe ISO 8178) angewendet werden, bei dem verschiedene Einstellungen in einer kontinuierlichen Messung erfasst werden.

RMC für Streckenbetrieb:

RMC Phase	Wichtungsfaktor	RMC Prüfstufe	Einstellung	Zeitdauer [Sekunden]
Aufwärmen	–	–	niedrigster Leerlauf ^A	600-900
Phase 1 (Leerlaufstest)	0,380	A	niedriger Leerlauf ^B	600
		B	normaler Leerlauf	600
Übergang				
Phase 2	0,389	C	Widerstandsbremse ^C	1000
		1	Notch 1	520
		2	Notch 2	520
		3	Notch 3	416
		4	Notch 4	352
		5	Notch 5	304
Übergang				
Phase 3	0,231	6	Notch 6	144
		7	Notch 7	111
		8	Notch 8	600

^A Abweichende Aufwärmvorgänge sind möglich.

^B Betrieb im normalen Leerlauf, falls nicht mit mehrfachen Leerlaufstellungen ausgestattet.

^C Betrieb im normalen Leerlauf, falls nicht so ausgerüstet.

RMC für Rangierbetrieb:

RMC Phase	Wichtungsfaktor	RMC Prüfstufe	Einstellung	Zeitdauer [Sekunden]
Aufwärmen	–	–	niedrigster Leerlauf ^A	600-900
Phase 1 (Leerlaufstest)	0,598	A	niedriger Leerlauf ^B	600
		B	normaler Leerlauf	600
Übergang				
Phase 2	0,377	1	Notch 1	868
		2	Notch 2	861
		3	Notch 3	406
		4	Notch 4	252
		5	Notch 5	252
Übergang				
Phase 3	0,025	6	Notch 6	1080
		7	Notch 7	144
		8	Notch 8	576

^A Abweichende Aufwärmvorgänge sind möglich.

^B Betrieb im normalen Leerlauf, falls nicht mit mehrfachen Leerlaufstellungen ausgestattet.

- Die Dauer der Prüfstufen spiegelt die Wichtungsfaktoren des „Discrete mode“ wider.
- Für jede Phase wird zur Partikelmessung ein separater Filter verwendet.

Übersicht der Einstellungen

Prüfstufe	% der Nennleistung P_n
normaler Leerlauf	0,00
Widerstandsbremse	0,00
Notch 1	4,50
Notch 2	11,50
Notch 3	23,50
Notch 4	35,00
Notch 5	48,50
Notch 6	64,00
Notch 7	85,00
Notch 8	100,00

Berechnung Zykluswert

Der Zykluswert E_x (g/kWh) wird aus den an den Zykluspunkten 1 bis i mit Leistungen P_i und den Wichtungsfaktoren W_i gemessenen Schadstoff-Massenströmen M_{xi} (g/h) folgendermaßen berechnet:

$$E_x = \frac{\sum_{n=1}^i M_{xi} \cdot W_i}{\sum_{n=1}^i P_i \cdot W_i}$$

EU-Richtlinien 98/70/EG (zuletzt geändert durch 2009/30/EG) und 2005/33/EG

- **Dieselmotorkraftstoffe:** Gasöle, die unter den KN-Code 2710 19 41 fallen und zum Antrieb von Fahrzeugen im Sinne der Richtlinien 70/220/EWG und 88/77/EWG verwendet werden.
- **Gasöle, die zur Verwendung für mobile Maschinen und Geräte (einschließlich Binnenschiffe) sowie land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen und Sportboote bestimmt sind:** jeglichen aus Erdöl gewonnenen flüssigen Kraftstoff, der unter die KN-Codes 2710 19 41 und 2710 19 45 fällt und für den Betrieb der in den Richtlinien 94/25/EG, 97/68/EG und 2000/25/EG genannten Kompressionszündungsmotoren bestimmt ist.
- Die Mitgliedstaaten stellen sicher, dass Dieselmotorkraftstoff in ihrem Hoheitsgebiet nur in Verkehr gebracht wird, wenn er den unten angegebenen Spezifikationen genügt.

Merkmal ^A	Einheit	Mindestwert ^B	Höchstwert ^B
Cetanzahl		51,0	–
Dichte bei 15°C	kg/m ³ (C)	–	845,0
Siedeverlauf 95 % (v/v) rückgewonnen bei	°C	–	360,0
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	% m/m	–	8,0
Schwefelgehalt	mg/kg	–	10,0
FAME-Gehalt – EN 14078	% v/v	–	7,0 ^C

^A Prüfverfahren nach EN 590:2004.

^B „Tatsächliche Werte“ nach ISO 4259:2006.

^C Mitgliedsstaaten können zulassen, dass Dieselmotorkraftstoffe mit höherem FAME-Gehalt in Verkehr gebracht werden. FAME erfüllt die Anforderungen der Norm EN 14214.

- Weiterhin sollen die Mitgliedstaaten sicherstellen, dass in Verkehr gebrachte Gasöle, die zur Verwendung in **mobilen Maschinen und Geräten (einschließlich Binnenschiffe)** sowie in **land- und forstwirtschaftlichen Zugmaschinen und Sportbooten** bestimmt sind, ab dem **1.1.2008** einen maximalen Schwefelanteil von 1000 mg/kg haben.
- Ab dem **1.1.2011** liegt der maximal zulässige Schwefelgehalt von oben genannten Gasölen bei 10 mg/kg.
- Die Anforderungen für **Seeschiffe** legt die Richtlinie 2012/33/EU als Überarbeitung der Richtlinie 2005/33/EG fest. In Hoheitsgewässern oder ausschließlichen Wirtschaftszonen der EU dürfen bis zum 31.12.2019 ohne emissionsmindernde Maßnahme Kraftstoffe mit einem maximalen Schwefelanteil von 3,5% der Masse eingesetzt werden. Ab dem 1.1.2020 gilt ein Wert für 0,5%.

In Schwefelüberwachungsgebieten (sog. SO_x-Emissions-Überwachungsgebiete – SECA) wie der Nordsee und der Ostsee darf ein maximaler Massenanteil von 0,1 % Schwefel verwendet werden. Für Passagier- und Linienschiffe, die zwischen EU-Häfen verkehren gilt bis zum 31.12.2019 ein Wert von 1,5%. Für Schiffe an Liegeplätzen in EU-Häfen gilt ein Grenzwert von 0,1%. Für emissionsmindernde Maßnahmen sind die den Schwefelgehalten äquivalenten Emissionswerte in einer Tabelle angegeben.

USA 40 CFR

- Für Mobile Maschinen gilt ein Schwefelgehalt von 500 ppm ab Juni 2007 und 15 ppm ab Juni 2010.
- Für Bahnen und Schiffe ein Schwefelgehalt von 15 ppm ab Juni 2012.

IMO Schiffskraftstoffe

Die IMO reduziert den Schwefelanteil in Schiffskraftstoffen weiter. Einzelheiten siehe Kapitel „Schiffe“.

UMRECHNUNG

Bei Verwendung von schwefelfreiem Dieselkraftstoff (10 ppm Schwefel) nach EN 590 mit der Dichte $\rho = 830 \text{ kg/m}^3$ (15° C) gilt näherungsweise:

Umrechnung g/m_n^3 (5 % O₂) – g/kWh:

$$EP_i = EA_i \cdot b_{\text{eff}} \cdot \frac{m_N^3}{73\text{g}} \qquad EA_i = EP_i \cdot \frac{73\text{g}}{m_N^3 \cdot b_{\text{eff}}}$$

Umrechnung bei verschiedenen Restsauerstoffgehalten (nach TA Luft):

$$EA_i = EX_i \cdot \frac{21-5}{21-X}$$

Umrechnung ppm – g/kWh:

$$EP_i = EV_{i,d} \cdot \frac{M_i}{M_{\text{Exh,d}}} \cdot \frac{\dot{m}_{\text{Exh,d}}}{P_{\text{eff}}} = EV_{i,w} \cdot \frac{M_i}{M_{\text{Exh,w}}} \cdot \frac{\dot{m}_{\text{Exh,w}}}{P_{\text{eff}}}$$

- EP_i Masse der Schadstoffkomponente i auf P_{eff} bezogen (g/kWh)
- EA_i Masse der Schadstoffkomponente i auf Abgasvolumen (trockenes Abgas mit 5 % Restsauerstoff bei Normbedingungen) bezogen (g/m_n³)
- EX_i Masse der Schadstoffkomponente i auf Abgasvolumen (trockenes Abgas mit X % Restsauerstoff bei Normbedingungen) bezogen (g/m_n³)
- EV_i Abgasemissionswert der Komponente i als Volumenanteil (ppm)
- M_i Molmasse der Komponente i (kg/kmol)
- M_{Abg} Molmasse des Abgases (kg/kmol)
- \dot{m}_{Abg} Abgasmassenstrom (kg/h)
- P_{eff} Motorleistung (kW)
- b_{eff} Kraftstoffverbrauch, spezifisch (g/kWh)
- Index d: trocken
- Index w: feucht

Komponente	Molmasse kg/kmol	Bemerkung
NO ₂	46,006	NO _x wird als NO ₂ behandelt
CO	28,0104	
HC	13,876	HC 1
SO ₂	64,061	
Abgas trocken	30,21 / 29,84	5 % O ₂ / 9,6 % O ₂
Abgas feucht	28,84 / 28,82	5 % O ₂ / 9,6 % O ₂

- Bei 5 % Restsauerstoff (entsprechend einem Luftverhältnis von ca. 1,3) und $b_{\text{eff}} = 210 \text{ g/kWh}$ gilt näherungsweise:

$$\frac{\dot{m}_{\text{Abg,t}}}{P_{\text{eff}}} = 3873 \text{ g/kWh}$$

$$\frac{\dot{m}_{\text{Abg,f}}}{P_{\text{eff}}} = 4160 \text{ g/kWh}$$

- 1000 ppm NO_x ,
feucht gemessen entsprechen 2310 mg/m^3 , t, 5 % (6,60 g/kWh)
- 100 ppm HC,
feucht gemessen entsprechen 70 mg/m^3 , t, 5 % (0,20 g/kWh)
- 100 ppm CO ,
trocken gemessen entsprechen 125 mg/m^3 , t, 5 % (0,36 g/kWh)
- Bei einem Luftverhältnis von ca. 1,8 (entsprechend einem Restsauerstoffgehalt von ca. 9,6 %) und $b_{\text{eff}} = 210 \text{ g/kWh}$ gilt näherungsweise:

$$\frac{\dot{m}_{\text{Abg,t}}}{P_{\text{eff}}} = 5400 \text{ g/kWh}$$

$$\frac{\dot{m}_{\text{Abg,f}}}{P_{\text{eff}}} = 5710 \text{ g/kWh}$$

- 1000 ppm NO_x ,
feucht gemessen entsprechen $9,10 \text{ g/kWh}$ (3150 mg/m^3 , d, 5 %)
- 100 ppm HC,
feucht gemessen entsprechen $0,27 \text{ g/kWh}$ (95 mg/m^3 , d, 5 %)
- 100 ppm CO , trocken gemessen entsprechen $0,51 \text{ g/kWh}$ (176 mg/mm^3 , d, 5 %)

Einheiten:

Energie	1 J	= 1 Nm	= 1 Ws	= 1 VAs
	1 Wh	= 3,6 kJ		
	1 kWh	= 3,6 MJ		
Leistung	1 W	= 1 VA	= 1 J/s	= 1 Nm/s
Kraft	1 N	= 1 kgm/s ²		
Druck	1 Pa	= 1 N/m ²		
	1 bar	= 10 ⁵ Pa		

Umrechnung von Nicht-SI-Einheiten:

Länge

Inch	1 in	= 25,4 mm	
Foot	1 ft	= 304,8 mm	= 12 in
Yard	1 yd	= 914,4 mm	= 3 ft
Statute mile	1 mi	= 1609,34 m	= 1760 yd
Nautical mile	1 nm	= 1852 m intern.	Seemeile

Fläche

Square inch 1 sq in = 645,16 mm²

Volumen

Cubic inch 1 cu in = 0,016387 Liter
 Gallon (US) 1 gal (US) = 3,78541 Liter
 Gallon (UK) 1 gal (UK) = 4,54609 Liter
 Liquid barrel (US) 1 liq bbl = 119,24 Liter
 Barrel Petroleum 1 bbl = 158,99 Liter für Rohöl

Masse

Grain 1 gr = 64,7989 mg
 Ounce 1 oz = 28,3495 g
 Pound mass 1 lbm = 0,45359 kg = 16 oz = 7000 gr
 Hundredweight (US) 1 cwt (US) = 45,3592 kg = 1 short cwt = 100 lbm
 Hundredweight (UK) 1 cwt (UK) = 50,8023 kg = 1 long cwt = 112 lbm
 Ton (US) 1 ton (US) = 907,185 kg = 1 short ton = 2000 lbm
 Ton (UK) 1 ton (UK) = 1016,05 kg = 1 long ton = 2240 lbm

Kraft

Pound force 1 lbf = 4,44822 N

Druck

Atmosphäre 1 atm = 1,01325 bar
 Wassersäule 1 mm WS = 9,80665 Pa
 Quecksilbersäule 1 mm Hg = 133,322 Pa = 1 Torr
 Psi 1 lbf / in² = 6894,76 Pa pound per square inch

Energie

Kalorie 1 kcal = 4186,8 J
 10⁶ kcal = 1163 kWh
 Foot pound-force 1 ft lbf = 1,35582 J
 British thermal unit 1 Btu = 1055,06 J
 Steinkohleeinheiten 1 kg SKE = 29,3076 MJ = 8,141 kWh
 Öleinheiten 1 kg OE = 41,868 MJ = 11,63 kWh

Leistung

Pferdestärke, metr. 1 PS = 735,499 W
 Horsepower, HP 1 bhp = 745,70 W = 550 ft • lbf/s

Temperatur

T (K) = t (°C) + 273,15
 t (°C) = 5/9 • (t(°F) – 32) .

Glossar

Abgasbestandteile

CO	Kohlenmonoxid
HC	Hydrocarbon, Kohlenwasserstoffe
NO _x	Stickstoffoxide
NMHC	Nicht-Methan Kohlenwasserstoffe
PM	Particulate matter, Partikelemission
SO _x	Schwefeloxid
THC	Total HC, Gesamt HC
VOC	Flüchtige organische Substanzen (entspricht HC)

Vorschriften

BSO	Bodensee Schifffahrtsordnung
CFR	Code of Federal Regulations (Sammlung der US Vorschriften)
RheinSchUO	Rheinschifffahrts-Untersuchungsordnung
TA-Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (deutsche Verwaltungsvorschrift für Genehmigungsbehörden)

Behörden und Organisationen

EAWU	Eurasische Wirtschaftsunion
EC	Europäische Kommission
ECE	Economic Commission for Europe (UN-Wirtschaftsausschuss für Europa)
EPA	Environmental Protection Agency (Umweltbehörde der USA)
EU	Europäische Union
CARB	California Air Resources Board (Umweltbehörde Kalifornien)
IMO	International Maritime Organization (Internationale Seeschifffahrtsorganisation)
UIC	Union International des Chemins de Fer (Internationaler Eisenbahnverband)
UN	United Nations
ZKR	Zentralkommission für die Rheinschifffahrt

Motor-/Anlagen-Parameter und Technologien

CI	Selbstzündler (Compression Ignition)
DF	Dual-Fuel
m _n ³	Normkubikmeter
MW _{th}	Megawatt thermisch
n _n	Motor-Nenn Drehzahl (1/min)
P _n	Motor-Nennleistung
SI	Fremdzünder (Spark Ignition)
V _h	Hubraum (Liter)
V _{h,z}	Hubraum pro Zylinder (Liter)

VDMA

Motoren und Systeme

Lyoner Straße 18

60528 Frankfurt am Main

Telefon +49 69 6603-1378

Fax +49 69 6603-2378

E-Mail mus@vdma.org

Internet mus.vdma.org

Redaktion

Dr. Tobias Ehrhard

Dr. Alexander Widmann

mus.vdma.org