



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Umwelt BAFU
Abteilung Luftreinhaltung und Chemikalien

Bern, März 2019

Entwicklung der schweizerischen Gesetzgebung im Bereich der Abgasemissionen von Motorfahrzeugen und Maschinen

Disclaimer:

Dieses Dokument hat keinen Rechtscharakter und dient nur der Information.

Es ersetzt keine offiziellen Normen, Gesetze, Richtlinien und Verordnungen.

Inhalt

Zusammenfassung	4
1 Entwicklung der Abgasvorschriften	5
1.1 Allgemeines	5
1.2 Personenwagen mit Fremdzündungsmotor	6
1.3 Personenwagen mit Kompressionszündungsmotor	8
1.4 Leichte Nutzfahrzeuge mit Fremdzündungsmotor	9
1.5 Leichte Nutzfahrzeuge mit Kompressionszündungsmotor	11
1.6 Schwere Motorwagen	13
1.7 Motorräder	15
1.8 Motorfahräder	16
1.9 Motoren von mobilen Maschinen und Geräten mit Kompressionszündungsmotor	17
1.10 Traktoren und Motorkarren mit Kompressionszündungsmotor:	19
1.11 Benzinbetriebene Kleingeräte mit Fremdzündungsmotoren	21
1.12 Motoren von Schienenfahrzeugen mit Kompressionszündungsmotor	22
1.13 Motoren für den Antrieb von Vergnügungsschiffen und Sportbooten	22
1.14 Kompressions- und Fremdzündungsmotoren für den Antrieb von Schiffen	23
1.15 Weitere Kategorien	24
2 Periodische Nachkontrolle	25
2.1 Zentralisierte periodische Nachprüfung	25
2.2 Dezentralisierte Abgaswartung und Nachkontrolle	25
2.3 Künftige Entwicklung	26
3 Treibstoffqualität	27
3.1 Benzin	27
3.2 Diesel	28
3.3 Lenkungsabgabe auf schwefelhaltigen Treibstoffen	29
3.4 Rückgewinnung von Benzindämpfen	29
Anhang	30
A1 Chronologische Entwicklung der Abgasvorschriften	30
A2 Allgemeine Bemerkungen zu den Reglementen	34
A3 Bei der Typenprüfung durchgeführte Tests	35
A4 Darstellung der bei der Genehmigung durchgeführten Fahrzyklen	36
A5 Abkürzungen	47
Verzeichnisse	55

Zusammenfassung

Dieses Dokument bietet einen Überblick über die Entwicklung der schweizerischen Gesetzgebung im Bereich

- der Abgasvorschriften für Motorfahrzeuge und Maschinen,
- der periodischen Abgaswartung und Nachkontrolle für diese Fahrzeuge und
- der qualitativen Anforderungen an die Treibstoffe.

Bei der Entwicklung der *Abgasvorschriften* in der Schweiz lassen sich drei Phasen unterscheiden:

- Zu Beginn der siebziger Jahre wurden in der Schweiz die ersten Abgasvorschriften eingeführt. 1971 trat eine erste teilweise Begrenzung der Abgasemissionen in Kraft (CO im Leerlauf für Fremdzündungsmotoren, Rauchemissionen für Kompressionszündungsmotoren), welche 1974 durch die ersten Grenzwerte für einen vollständigen Typenprüfzyklus ergänzt wurde. Während dieser Anfangsphase kamen in der Schweiz die Reglemente der Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (ECE/UNO) zur Anwendung, die in der Folge wiederholt verschärft wurden.
- Da die Schweiz im Rahmen der ECE nicht in der Lage war, ihre lufthygienischen Ziele zu realisieren, erarbeitete sie ab 1982 ihre eigene Gesetzgebung in diesem Bereich. Diese stützte sich auf bereits bestehende Messverfahren (amerikanische Normen für Personenwagen, ECE-Verfahren für Fahrzeuge anderer Kategorien), legte jedoch strengere Grenzwerte fest als in den meisten anderen europäischen Ländern.
- Ab 1995 schliesslich begann die Schweiz, ihre Normen mit denjenigen der Europäischen Union in Einklang zu bringen, indem sie die nationalen Vorschriften durch die jeweils entsprechenden EU-Richtlinien ersetzte und die Daten für die Inkraftsetzung übernahm.

Seit 1971 beinhalten die obligatorischen, zentralisierten *periodischen Nachkontrollen* eine Emissionsmessung bei Leerlaufdrehzahl. Diese Nachprüfungen wurden seit 1986 für Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotoren und seit 1995 für Fahrzeuge mit Kompressionszündungsmotoren um eine obligatorische, dezentralisierte «Abgaswartung» erweitert, die alle zwei Jahre durchgeführt werden muss (jährlich für Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotor ohne Katalysator). Ab 2003 gilt ein vereinfachtes Verfahren für Fahrzeuge mit OBD (On-Board-Diagnose) System. Am 1.1.2013 wurde die periodische Abgaswartungspflicht für Fahrzeuge mit vorgeschriebenem OBD generell aufgehoben und durch die Verpflichtung ersetzt, das Fahrzeug instand stellen zu lassen, wenn ein abgasrelevanter Fehler angezeigt wird.

Im Bereich der *Treibstoffe* wurden die Vorschriften für den Maximalgehalt an Blei im Benzin bzw. Schwefel im Diesel seit Beginn der siebziger Jahre wiederholt verschärft. 1985 wurde das sogenannte «Bleifrei»-Benzin eingeführt. Die schweizerischen Bestimmungen hinsichtlich der Treibstoffe sind ab dem 1. Januar 2000 denjenigen der Europäischen Union angeglichen worden. Seit dem 1. Januar 2004 wurde eine Lenkungsabgabe eingeführt für Treibstoffe mit mehr als 10 ppm Schwefelgehalt. Mit den LRV-Revisionen vom 19. September 2008 und vom 18. Juni 2010 wurde der Schwefelgehalt im Dieselöl (LRV, Anhang 5, Ziffer 6, in Kraft seit 1.1.2009) und im Motorenbenzin (LRV, Anhang 5, Ziffer 5, in Kraft seit 15. Juli 2010) auf 10 mg/kg begrenzt.

1 Entwicklung der Abgasvorschriften

1.1 Allgemeines

Serienmässig hergestellte Motorfahrzeuge (und Motorfahrzeuganhänger) müssen einer Typenprüfung unterzogen werden (Art. 12 Abs. 1 SVG). Hinsichtlich der Abgasemissionen muss der Hersteller bei der Typenprüfung den Nachweis erbringen, dass der entsprechende Fahrzeugtyp die geltenden Normen erfüllt. Ausserdem muss er garantieren, dass sämtliche weiteren Fahrzeuge dieses Typs ebenfalls den Vorschriften entsprechen. Diese Vorschriften sind in der Vergangenheit sukzessive verschärft worden. Eine detaillierte chronologische Aufstellung dieser Entwicklung ist in Anhang A1 enthalten.

Von einer Verschärfung der Abgasvorschriften sind bis heute nur Neufahrzeuge betroffen, die bei der ersten Inverkehrsetzung den jeweils neuesten und strengsten in Kraft stehenden Vorschriften entsprechen müssen. Im Gegensatz zu anderen Bereichen (z. B. industrielle Anlagen) müssen bereits zugelassene Fahrzeuge den neuen Vorschriften nicht nachträglich angepasst werden.

Die Zulassungskriterien, Anwendungsbereiche, Messmethoden und -zyklen sind je nach Reglement verschieden definiert (siehe Anhang A2). Zudem werden sie laufend weiterentwickelt, was einen Vergleich erschwert, da scheinbar unbedeutende Änderungen weitreichende Auswirkungen auf die Abgasemissionen haben können.

Bei einer Typenprüfung oder Produktionsüberprüfung werden verschiedene Tests bei national anerkannten Prüflaboren unter standardisierten und reproduzierbaren Bedingungen durchgeführt, die allerdings je nach Fahrzeugkategorie variieren können (siehe Anhang A3). Auch hier sind die Anforderungen kontinuierlich verschärft worden. An dieser Stelle sollen jedoch nur jene Grenzwerte behandelt werden, die bei den Zulassungszyklen massgebend sind. Unter dem Eindruck der Abgasskandale in den USA und in der EU, in den Jahren 2015-2016, wurden in der EU die neu vorgesehenen Emissionstests unter realen Bedingungen für Personenwagen und leichte Nutzfahrzeuge mit Konformitätsfaktoren noch einmal überprüft und zusätzlich verschärft (sog. RDE, Real Driving Emissions, mit portablen Emissionsmessgeräten, PEMS).

Bei diesen Fahrzyklen unter realen Bedingungen, die bei der Typenprüfung zur Anwendung kommen, werden spezifische Fahrmodi (oder, bei schweren Motorwagen, eine Abfolge verschiedener Betriebszustände des Motors) simuliert. Diese decken jedoch nicht unbedingt sämtliche Verkehrsbedingungen ab, die auf der Strasse auftreten können. Zudem bestehen auch bei diesen Zyklen, die in der Vergangenheit mehrmals modifiziert worden sind, kategorienspezifische Unterschiede (siehe Anhang A4).

Die Grenzwerte sind demnach als Maximalwerte zu verstehen, die unter Typenprüfbedingungen nicht überschritten werden dürfen. Sie werden für die verschiedenen Schadstoffe je nach Fahrzeug- oder Maschinenkategorie in Gramm pro gefahrenen Kilometer (g/km) oder in Gramm pro Kilowattstunde (g/kWh) ausgedrückt.

Diese Vorschriften sind somit unter festgelegten Betriebs- und Unterhaltsbedingungen auf einzelne Fahrzeuge oder Maschinen anwendbar. Wie aus den Tabellen und grafischen Darstellungen ersichtlich wird, sind die Grenzwerte im Laufe der Zeit erheblich verschärft worden. Um jedoch das globale Ausmass der Verschmutzung bestimmen zu können, die von der Gesamtheit der Transportleistungen verursacht wird, müssen die Emissionsfaktoren sämtlicher Fahrzeuge und Maschinen, die sich zurzeit in Betrieb befinden, sowie die Entwicklung des Fahrzeug- oder Maschinenparks und die Gesamtzahl der gefahrenen Kilometer sämtlicher Fahrzeugkategorien oder die Betriebsstunden aller Maschinen und Geräte ermittelt werden. Auf diesen Aspekt wird im vorliegenden Dokument jedoch nicht eingegangen (siehe Berichte «Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des Non-road-Sektors»; Umwelt-Wissen; BAFU, Bern 2015 und «Luftschadstoff-Emissionen des Strassenverkehrs der Schweiz 1990–2050»; Infrac, Bern, 2017).

Aufgrund der Unterschiede zwischen den diversen Reglementen und der Änderungen in der Gesetzgebung sind die sukzessiv eingeführten und in den nachstehenden Tabellen und Grafiken dargestellten Grenzwerte nicht immer in jeder Hinsicht miteinander vergleichbar. Für detailliertere Informationen wird auf die jeweils massgebenden Normen und Richtlinien verwiesen (siehe Anhang A5).

1.2 Personenwagen mit Fremdzündungsmotor

Tab. 1: Personenwagen mit Fremdzündungsmotor: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte

Norm	Etappe	Inkrafttreten ^a	Prüfzyklus	Grenzwerte						
				CO [g/km]	NMHC [g/km]	THC [g/km]	NO _x [g/km]	THC+NO _x [g/km]	PM ^b [mg/km]	PN ^c [#/km]
ECE 15	ECE 15.00	01.1974	ECE 15	30–65	-	5.1–8.2	-	-	-	-
	ECE 15.01	09.1975	ECE 15	24–52	-	4.3–7.0	-	-	-	-
	ECE 15.02	10.1977	ECE 15	24–52	-	4.3–7.0	3.0–4.7	-	-	-
	ECE 15.03	10.1980	ECE 15	19–42	-	3.8–6.2	2.5–4.0	-	-	-
AGV	AGV 82	10.1982	FTP 72	24.20	-	2.10	1.90	-	-	-
	AGV 86	10.1986	FTP 72	9.30	-	0.90	1.20	-	-	-
FAV 1	FAV 1–1	10.1987	FTP 75	2.10	-	0.25	0.62	-	-	-
TAFV 1	EURO 2	10.1995/96	NEFZ	2.20	-	-	-	0.50	-	-
	EURO 3	01.2000/01	NEFZm	2.30	-	0.20	0.15	-	-	-
	EURO 4	01.2005/06	NEFZm	1.00	-	0.10	0.08	-	-	-
	EURO 5	09.2009/01.2011	NEFZm	1.00	0.068	0.10	0.06	-	5.0/4.5 ^d	-
	EURO 6	09.2014/15	NEFZm / WLTP	1.00	0.068	0.10	0.06	-	4.5	6.0x10 ¹¹ ^e

^a Erster Termin: Gültig für neue Fahrzeugtypen. Zweiter Termin: Gültig für die 1. Inverkehrsetzung von Neufahrzeugen.

^b Die Grenzwerte für die Partikelmasse (PM) für Fremdzündungsmotoren gelten nur für Fahrzeuge mit Direkteinspritzung.

^c Die Grenzwerte für die Partikelanzahl (PN) für Fremdzündungsmotoren gelten nur für Fahrzeuge mit Direkteinspritzung.

^d Der Wert (PM) von 4.5 mg/km gilt ab 1. Sept. 2011 (neue Fahrzeugtypen) bzw. 1. Jan. 2013 (1. Inverkehrsetzung von Neufahrzeugen).

^e Der Wert (PN) von 6.0x10¹¹ #/km gilt ab 1. Sept. 2014 (neue Fahrzeugtypen) bzw. 1. Sept. 2015 (1. Inverkehrsetzung von Neufahrzeugen).

Auf Antrag können die Hersteller für Fremdzündungsmotoren mit Direkteinspritzung während max. drei Jahren einen Grenzwert von 6.0x10¹² #/km einhalten.

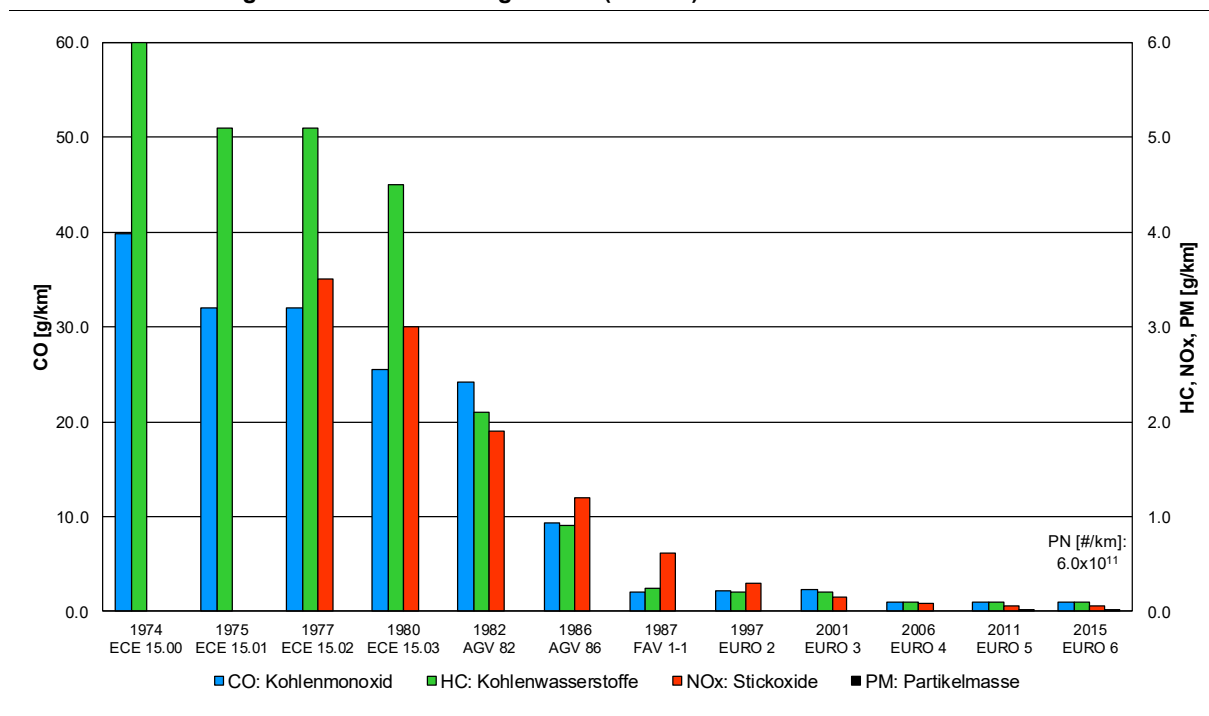
Stufenweise Einführung von EURO 6:

- EURO 6a: Aufnahme des PMP Messverfahrens für die Partikelmasse (PM) und -anzahl (PN) und den Tief-Temperatur Emissionstest bei Flex-Fuel Fahrzeugen mit Biotreibstoff (diese Phase ist anwendbar auf Fahrzeuge, welche bereits den EURO 6 Standard vor den regulatorischen Terminen einhalten);
- EURO 6b (Einführung 09.2015): EURO 6 Emissionsanforderungen inkl. PMP Messverfahren für die Partikelmasse (PM) und -anzahl (PN), Standard (vorläufige Grenzwerte für Fremdzündungsmotoren mit Direkteinspritzung) und Tief-Temperatur Emissionstest bei Flex-Fuel Fahrzeugen mit Biotreibstoff (E10 und B7);
- EURO 6c (Einführung 09.2018): Vollständige EURO 6 Emissionsanforderungen, jedoch ohne RDE Prüfung, d.h., EURO 6b Emissionsvorschrift und endgültiger Partikelanzahl-Grenzwert (PN) für Fahrzeuge mit direkteingespritzten Fremdzündungsmotoren;
- EURO 6d-TEMP (Einführung 09.2019): Vollständige EURO 6 Emissionsanforderungen, d.h., EURO 6c Emissionsvorschrift und RDE Prüfung mit temporärem Konformitätsfaktor für Stickoxid (2.1 x Grenzwert);
- EURO 6d (Einführung 09.2021): Vollständige EURO 6 Emissionsanforderungen, d.h., EURO 6c Emissionsvorschrift und RDE Prüfung mit endgültigem Konformitätsfaktor für Stickoxid (1.5 x Grenzwert).

Anmerkungen

Aufgrund der unterschiedlichen Messmethoden und -zyklen sind die Grenzwerte nicht immer direkt miteinander vergleichbar (siehe Anhang A2). So beziehen sich beispielsweise die im ECE-Reglement Nr. 15 (vor 1982) festgelegten Grenzwerte auf Fahrzeuge aus Serienproduktion und die Originalwerte für HC-NDIR wurden in die entsprechenden Werte HC-FID umgewandelt (multipliziert mit Faktor 2). In der untenstehenden Grafik beziehen sich die Grenzwerte des ECE-Reglements Nr. 15 auf eine Schwungmasse von 1020–1250 kg, während das Verhältnis THC:NO_x in Bezug auf die TAFV 1 (1996) auf 40:60 geschätzt wird.

Abb. 1: Personenwagen mit Fremdzündungsmotor (Benzin)



1.3 Personenwagen mit Kompressionszündungsmotor

Tab. 2: Personenwagen mit Kompressionszündungsmotor: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte

Norm	Etappe	Inkrafttreten ^a	Prüfzyklus	Grenzwerte					
				CO [g/km]	THC [g/km]	NO _x [g/km]	THC+NO _x [g/km]	PM [mg/km]	PN [#km]
FAV 1	FAV 1-1	01.10.1987	FTP 75	2.10	0.25	0.62	-	370	-
	FAV 1-2	01.10.1988	FTP 75	2.10	0.25	0.62	-	124	-
TAFV 1	EURO 2	10.1995/96	NEFZ	1.00	-	-	0.70 ^b	80 ^c	-
	EURO 3	01.2000/01	NEFZm	0.64	-	0.50	0.56	50	-
	EURO 4	01.2005/06	NEFZm	0.50	-	0.25	0.30	25	-
	EURO 5	09.2009/01.2011	NEFZm	0.50	-	0.18	0.23	5.0/4.5 ^d	6.0x10 ¹¹ ^e
	EURO 6	09.2014/15	NEFZm / WLTP	0.50	-	0.08	0.17	4.5	6.0x10 ¹¹

^a Erster Termin: Gültig für neue Fahrzeugtypen. Zweiter Termin: Gültig für die 1. Inverkehrsetzung von Neufahrzeugen.

^b 0.90 g/km für Kompressionszündungsmotoren mit Direkteinspritzung.

^c 100 mg/km für Kompressionszündungsmotoren mit Direkteinspritzung.

^d Der Wert (PM) von 4.5 mg/km gilt ab 1. Sept. 2011 (neue Fahrzeugtypen) bzw. 1. Jan. 2013 (1. Inverkehrsetzung von Neufahrzeugen).

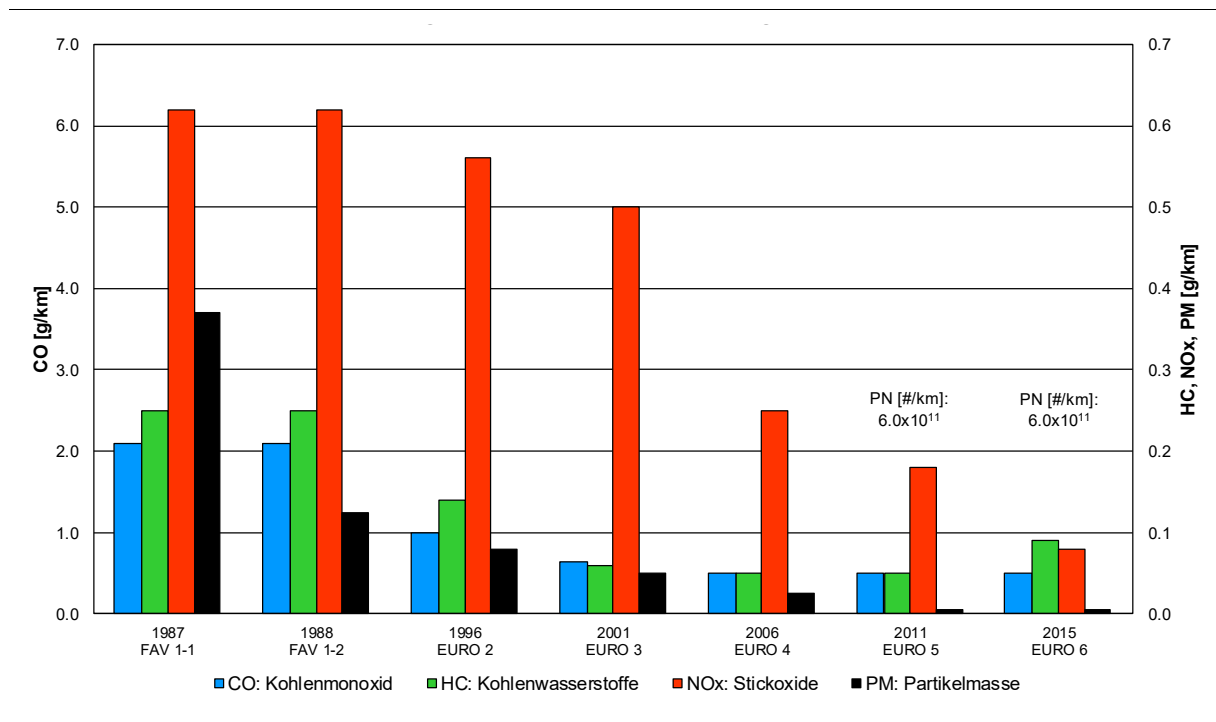
^e Der Wert (PN) von 6.0x10¹¹ #/km gilt ab 1. Sept. 2011 (neue Fahrzeugtypen) bzw. 1. Jan. 2013 (1. Inverkehrsetzung von Neufahrzeugen).

Stufenweise Einführung von EURO 6: siehe oben unter 1.2 Personenwagen mit Fremdzündungsmotor.

Anmerkungen

Aufgrund der unterschiedlichen Messmethoden und -zyklen sind die Grenzwerte nicht immer direkt miteinander vergleichbar (siehe Anhang A2). Die in der untenstehenden Grafik eingezeichneten Werte für die TAFV 1 (1996) sind auf Motoren mit Direkteinspritzung nicht anwendbar. Das Verhältnis THC:NO_x wird in Bezug auf dieselbe Norm auf 20:80 geschätzt.

Abb. 2: Personenwagen mit Kompressionszündungsmotor (Diesel)



1.4 Leichte Nutzfahrzeuge mit Fremdzündungsmotor

Tab. 3: Leichte Nutzfahrzeuge mit Fremdzündungsmotor: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte

Norm	Etappe	Inkraft-treten ^a	Prüf-zyklus	Treib-stoff	Grenzwerte						
					CO [g/km]	NMHC [g/km]	THC [g/km]	NO _x [g/km]	THC+NO _x [g/km]	PM ^b [mg/km]	PN ^c [# /km]
ECE 15	ECE 15.00	01.1974	ECE 15	B	30–65	-	5.1–8.2	-	-	-	-
	ECE 15.01	09.1975	ECE 15	B	24–52	-	4.3–7.0	-	-	-	-
	ECE 15.02	10.1977	ECE 15	B	24–52	-	4.3–7.0	3.8–5.9	-	-	-
	ECE 15.03	10.1980	ECE 15	B	19–42	-	3.8–6.2	3.8–5.9	-	-	-
AGV	AGV 82	10.1982	FTP 72	B	24.20	-	2.10	1.90	-	-	-
	AGV 86	10.1986	FTP 72	B	9.30	-	0.90	1.20	-	-	-

FAV 1

Gruppe I	FAV 1–1	10.1987	FTP 75	B	2.10	-	0.25	0.62	-	-	-
Gruppe II	FAV 1–1	10.1988	FTP 75	B	6.20	-	0.50	1.40	-	-	-
	FAV 1–2	10.1990	FTP 75	B	6.20	-	0.50	1.10	-	-	-

TAFV 1

Klasse 1	EURO 2	10.1996/97	NEFZ	B	2.20	-	-	-	0.50	-	-
Klasse 2	EURO 2	10.1997/98	NEFZ	B	4.00	-	-	-	0.60	-	-
Klasse 3	EURO 2	10.1997/98	NEFZ	B	5.00	-	-	-	0.70	-	-
Klasse 1	EURO 3	01.2000/01	NEFZm	B	2.30	-	0.20	0.15	-	-	-
Klasse 2	EURO 3	01.2001/02	NEFZm	B	4.17	-	0.25	0.18	-	-	-
Klasse 3	EURO 3	01.2001/02	NEFZm	B	5.22	-	0.29	0.21	-	-	-
Klasse 1	EURO 4	01.2005/06	NEFZm	B	1.00	-	0.10	0.08	-	-	-
Klasse 2	EURO 4	01.2006/07	NEFZm	B	1.81	-	0.13	0.10	-	-	-
Klasse 3	EURO 4	01.2006/07	NEFZm	B	2.27	-	0.16	0.11	-	-	-
Klasse 1	EURO 5	09.2009/ 01.2011	NEFZm	B	1.00	0.068	0.10	0.060	-	5.0/4.5 ^d	-
Klasse 2	EURO 5	09.2010/ 01.2012	NEFZm	B	1.81	0.090	0.13	0.075	-	5.0/4.5 ^d	-
Klasse 3	EURO 5	09.2010/ 01.2012	NEFZm	B	2.27	0.108	0.16	0.082	-	5.0/4.5 ^d	-
Klasse 1	EURO 6	09.2014/15	NEFZm / WLTP	B	1.00	0.068	0.10	0.060	-	4.5	6.0x10 ¹¹ e
Klasse 2	EURO 6	09.2015/16	NEFZm / WLTP	B	1.81	0.090	0.13	0.075	-	4.5	6.0x10 ¹¹ e
Klasse 3	EURO 6	09.2015/16	NEFZm / WLTP	B	2.27	0.108	0.16	0.082	-	4.5	6.0x10 ¹¹ e

^a Erster Termin: Gültig für neue Fahrzeugtypen. Zweiter Termin: Gültig für die 1. Inverkehrsetzung von Neufahrzeugen.

^b Die Grenzwerte für die Partikelmasse (PM) für Fremdzündungsmotoren gelten nur für Fahrzeuge mit Direkteinspritzung.

^c Die Grenzwerte für die Partikelanzahl (PN) für Fremdzündungsmotoren gelten nur für Fahrzeuge mit Direkteinspritzung.

^d Der Wert (PM) von 4.5 mg/km gilt ab 1. Sept. 2011 (neue Fahrzeugtypen) bzw. 1. Jan. 2013 (1. Inverkehrsetzung von Neufahrzeugen).

^e Der Wert (PN) von 6.0x10¹¹ #/km gilt ab 1. Sept. 2014 (neue Fahrzeugtypen) bzw. 1. Sept. 2015 (1. Inverkehrsetzung von Neufahrzeugen).

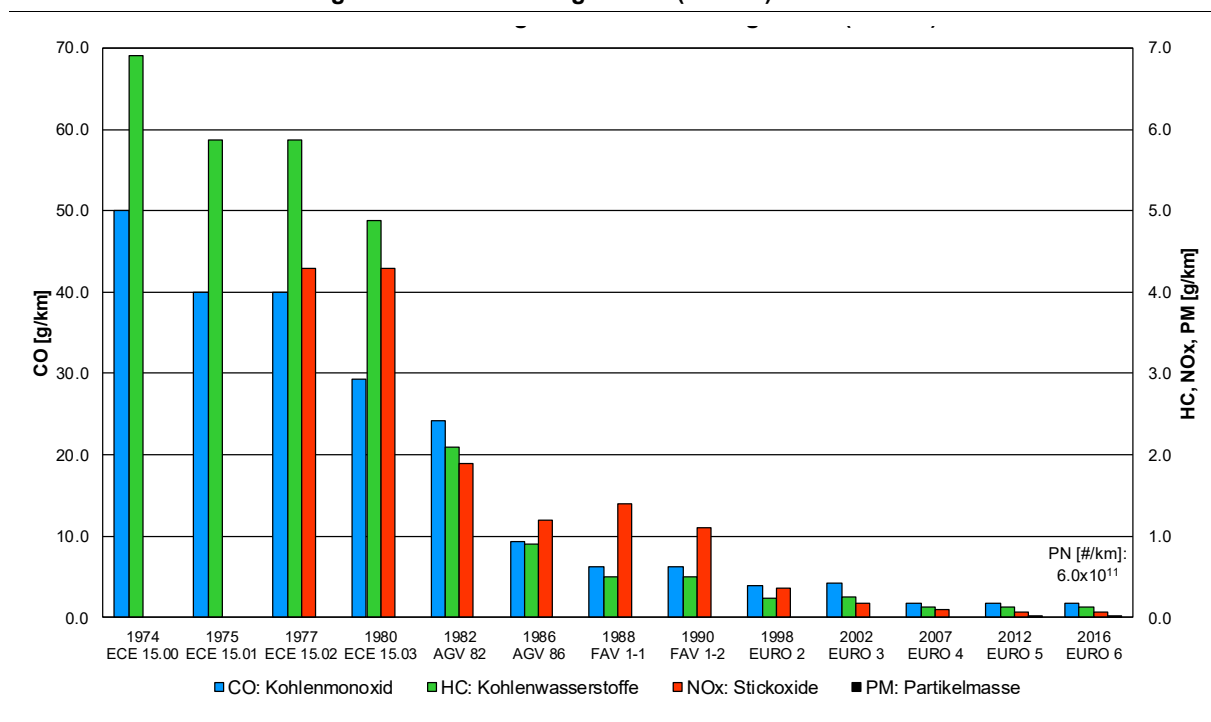
Auf Antrag können die Hersteller für Fremdzündungsmotoren mit Direkteinspritzung während max. drei Jahren einen Grenzwert von 6.0x10¹² #/km einhalten.

Stufenweise Einführung von EURO 6: siehe oben unter 1.2 Personenwagen mit Fremdzündungsmotor.

Anmerkungen

Aufgrund der unterschiedlichen Messmethoden und -zyklen sind die Grenzwerte nicht immer direkt miteinander vergleichbar (siehe Anhang A2). So beziehen sich beispielsweise die im ECE-Reglement Nr. 15 (vor 1982) festgelegten Grenzwerte auf Fahrzeuge aus Serienproduktion, und die Originalwerte für HC NDIR wurden in die entsprechenden Werte für HC-FID umgewandelt (multipliziert mit Faktor 2). Die in der AGV festgelegten Grenzwerte sind nur auf Fahrzeuge mit einem Gewicht unter 2500 kg anwendbar. In der untenstehenden Grafik beziehen sich die Grenzwerte des ECE-Reglements Nr. 15 auf eine Schwungmasse von 1020–1250 kg. Die für die FAV 1 eingezeichneten Werte beziehen sich auf die «Gruppe II», diejenigen für die TAFV 1 auf die «Klasse 2» (Definition siehe Anhang A5). Das Verhältnis THC:NO_x in Bezug auf die TAFV 1 wird auf 40:60 geschätzt.

Abb. 3: Leichte Nutzfahrzeuge mit Fremdzündungsmotor (Benzin)



1.5 Leichte Nutzfahrzeuge mit Kompressionszündungsmotor

Tab. 4: Leichte Nutzfahrzeuge mit Kompressionszündungsmotor: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte

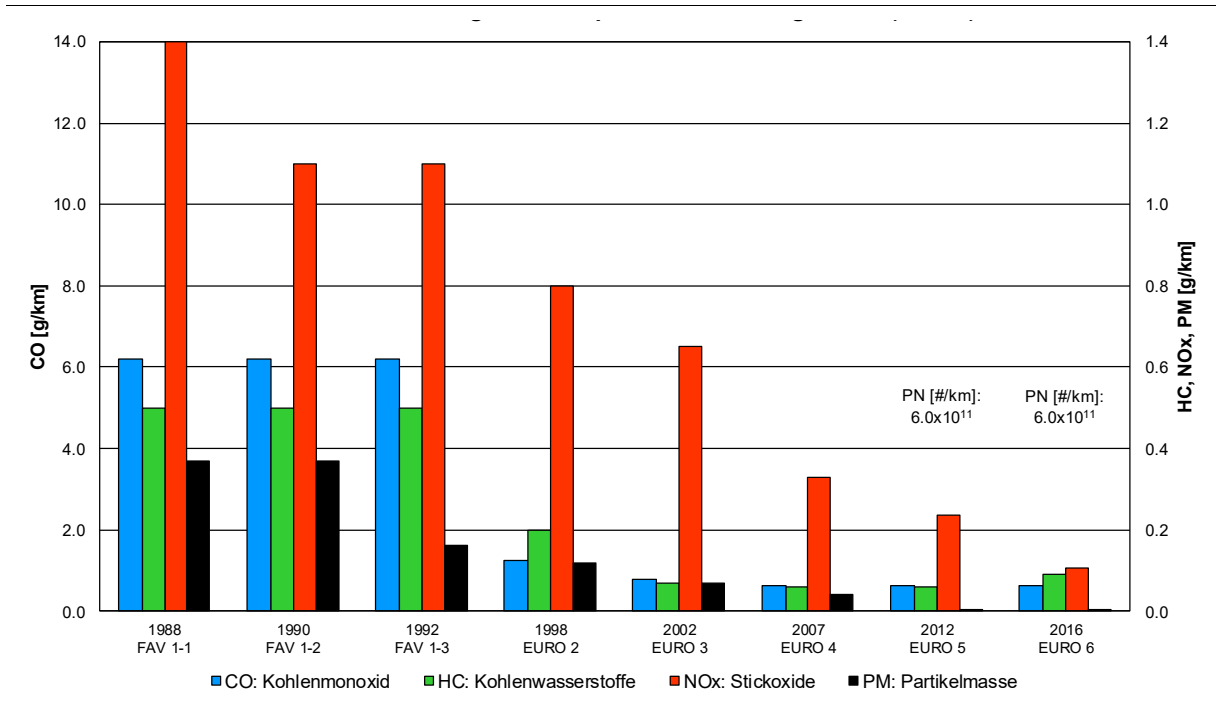
Norm	Etappe	Inkrafttreten ^a	Prüf- zyklus	Treib- stoff	Grenzwerte					
					CO [g/km]	THC [g/km]	NO _x [g/km]	THC+NO _x [g/km]	PM [mg/km]	PN [#/km]
FAV 1										
Gruppe I	FAV 1-1	10.1987	FTP 75	D	2.10	0.25	0.62	-	370	-
Gruppe I	FAV 1-2	10.1988	FTP 75	D	2.10	0.25	0.62	-	124	-
Gruppe II	FAV 1-1	10.1988	FTP 75	D	6.20	0.50	1.40	-	370	-
Gruppe II	FAV 1-2	10.1990	FTP 75	D	6.20	0.50	1.10	-	370	-
Gruppe II	FAV 1-3	10.1992	FTP 75	D	6.20	0.50	1.10	-	162	-
TAFV 1										
Klasse 1	EURO 2	10.1996/97	NEFZ	D	1.00	-	-	0.70	80	-
Klasse 2	EURO 2	10.1997/98	NEFZ	D	1.25	-	-	1.00	120	-
Klasse 3	EURO 2	10.1997/98	NEFZ	D	1.50	-	-	1.20	170	-
Klasse 1	EURO 3	01.2000/01	NEFZm	D	0.64	-	0.50	0.56	50	-
Klasse 2	EURO 3	01.2001/02	NEFZm	D	0.80	-	0.65	0.72	70	-
Klasse 3	EURO 3	01.2001/02	NEFZm	D	0.95	-	0.78	0.86	100	-
Klasse 1	EURO 4	01.2005/06	NEFZm	D	0.50	-	0.25	0.30	25	-
Klasse 2	EURO 4	01.2006/07	NEFZm	D	0.63	-	0.33	0.39	40	-
Klasse 3	EURO 4	01.2006/07	NEFZm	D	0.74	-	0.39	0.46	60	-
Klasse 1	EURO 5	09.2009/01.2011	NEFZm	D	0.50	-	0.180	0.230	5.0/4.5 ^b	6.0x10 ^{11 c}
Klasse 2	EURO 5	09.2010/01.2012	NEFZm	D	0.63	-	0.235	0.295	5.0/4.5 ^b	6.0x10 ^{11 c}
Klasse 3	EURO 5	09.2010/01.2012	NEFZm	D	0.74	-	0.280	0.350	5.0/4.5 ^b	6.0x10 ^{11 c}
Klasse 1	EURO 6	09.2014/15	NEFZm / WLTP	D	0.50	-	0.080	0.170	4.5	6.0x10 ¹¹
Klasse 2	EURO 6	09.2015/16	NEFZm / WLTP	D	0.63	-	0.105	0.195	4.5	6.0x10 ¹¹
Klasse 3	EURO 6	09.2015/16	NEFZm / WLTP	D	0.74	-	0.125	0.215	4.5	6.0x10 ¹¹

^a Erster Termin: Gültig für neue Fahrzeugtypen. Zweiter Termin: Gültig für die 1. Inverkehrsetzung von Neufahrzeugen.
^b Der Wert (PM) von 4.5 mg/km gilt ab 1. Sept. 2011 (neue Fahrzeugtypen) bzw. 1. Jan. 2013 (1. Inverkehrsetzung von Neufahrzeugen).
^c Der Wert (PN) von 6.0x10¹¹ #/km gilt ab 1. Sept. 2011 (neue Fahrzeugtypen) bzw. 1. Jan. 2013 (1. Inverkehrsetzung von Neufahrzeugen).

Anmerkungen

Aufgrund der unterschiedlichen Messmethoden und -zyklen sind die Grenzwerte nicht immer direkt miteinander vergleichbar (siehe Anhang A2). Die in der untenstehenden Grafik eingezeichneten Werte für die drei Phasen der FAV 1 beziehen sich auf die «Gruppe II» und für die nachfolgenden Jahre auf die «Klasse 2» (Definition siehe Anhang A5). Für die Etappe EURO 2 wird das Verhältnis THC:NO_x auf 20:80 geschätzt, der Grenzwert für HC für die nachfolgenden Jahre ergibt sich aus der Differenz zwischen der Summe (THC+NO_x) und dem erlaubten Höchstwert für NO_x.

Abb. 4: Leichte Nutzfahrzeuge mit Kompressionszündungsmotor (Diesel)



1.6 Schwere Motorwagen

Tab. 5: Schwere Motorwagen: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte

Norm/ Etappe	Inkraft- treten ^a	Prüfzyklus	Grenzwerte							
			CO [g/kWh]	THC [g/kWh]	NMHC [g/kWh]	CH ₄ [g/kWh]	NO _x [g/kWh]	NH ₃ [ppm]	PM [g/kWh]	PN [#/kWh]
FAV 2										
FAV 2-1	10.1987	ECE 49	8.40	2.10	-	-	14.4	-	-	-
FAV 2-2	10.1991	ECE 49	4.90	1.23	-	-	9.0	-	0.70	-
FAV 2-3	10.1992/93	ECE 49	4.90	1.23	-	-	9.0	-	0.40	-
TAFV 1										
EURO II	10.1995/96	ECE 49	4.00	1.10	-	-	7.0	-	0.15	-
Kompressionszündungsmotoren (Dieselmotoren):										
EURO III	10.2000/01	ESC/ETC ^b	2.1/5.45	0.66/-	-/0.78	-/-	5.0/5.0	-/-	0.10/0.16	-/-
EURO IV	10.2005/06	ESC/ETC	1.5/4.00	0.46/-	-/0.55	-/-	3.5/3.5	-/-	0.02/0.03	-/-
EURO V	10.2008/09	ESC/ETC	1.5/4.00	0.46/-	-/0.55	-/-	2.0/2.0	-/-	0.02/0.03	-/-
EEV ^c	-	ESC/ETC	1.5/3.00	0.25/-	-/0.40	-/-	2.0/2.0	-/-	0.02/0.02	-/-
EURO VI	01.2013/14	WHSC/ WHTC	1.5/4.00	0.13/0.16	-/-	-/-	0.40/0.46	10/10	0.01/0.01	8.0x10 ¹¹ / 6.0x10 ¹¹
Fremdzündungsmotoren (Gasmotoren):										
EURO III	10.2000/01	ETC	5.45	-	0.78	1.60	5.0	-	-	-
EURO IV	10.2005/06	ETC	4.00	-	0.55	1.10	3.5	-	-	-
EURO V	10.2008/09	ETC	4.00	-	0.55	1.10	2.0	-	-	-
EEV ^c	-	ETC	3.00	-	0.40	0.65	2.0	-	0.02	-
EURO VI	01.2013/14	WHTC	4.00	-	0.16	0.50	0.46	10	0.01	^d

^a Erster Termin: Gültig für neue Fahrzeugtypen. Zweiter Termin: Gültig für die 1. Inverkehrsetzung von Neufahrzeugen.

^b Nur für Kompressionszündungsmotoren mit Partikelfilter und/oder DeNO_x-Katalysator.

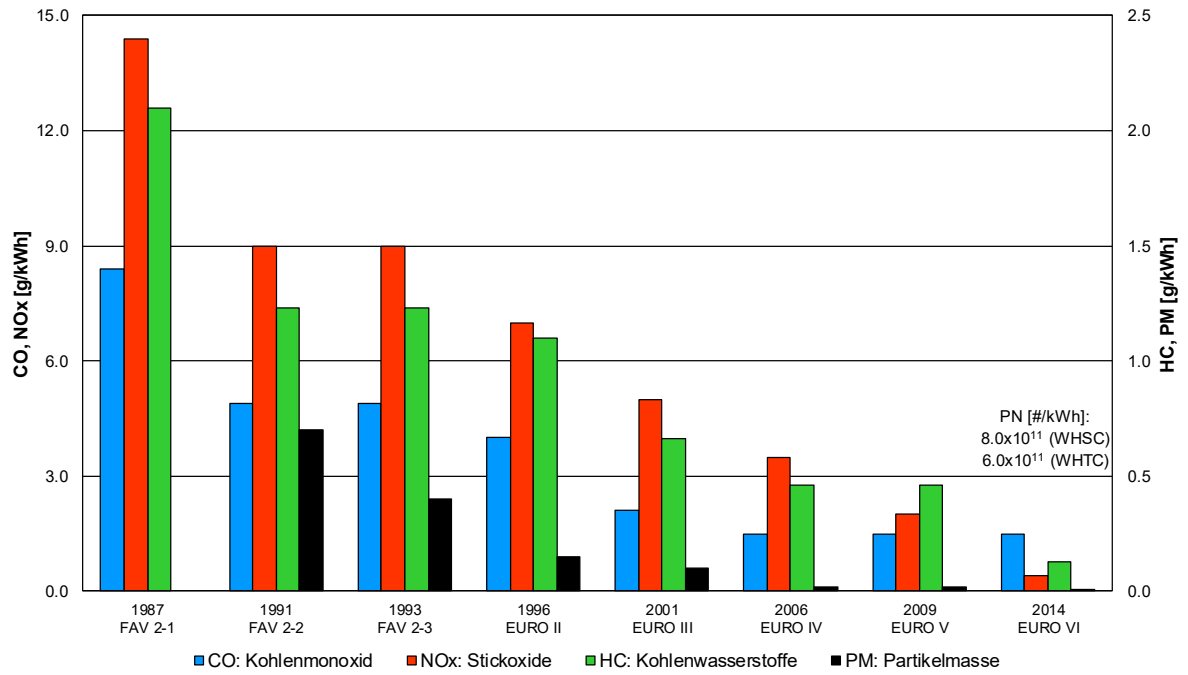
^c Enhanced Environmentally friendly Vehicle (besonders umweltfreundliche Fahrzeuge).

^d Ein Partikel-Anzahl-Grenzwert für Gasmotoren wird zu einem späteren Zeitpunkt festgelegt.

Anmerkungen

Aufgrund der unterschiedlichen Messmethoden und -zyklen sind die Grenzwerte nicht immer direkt miteinander vergleichbar. In der untenstehenden Grafik beziehen sich die Werte für die Normen EURO III bis EURO VI auf den ESC-Zyklus.

Abb. 5: Schwere Motorwagen mit Kompressionszündungsmotor (Diesel)



1.7 Motorräder

Tab. 6: Motorräder: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte

Norm	Etappe	Inkraft-treten ^a	Prüfzyklus	Motor	Grenzwerte [g/km]						
					CO (g/km)	HC (g/km)	NMHC (g/km)	NO _x (g/km)	HC+NO _x (g/km)	PM (mg/km)	
ECE 40	ECE 40	01.10.1983	ECE 40	2 T	20–50	13–21	-	-	-	-	
	ECE 40	01.10.1983	ECE 40	4 T	30–60	10–14	-	-	-	-	
FAV 3	FAV 3–1	01.10.1987	ECE 40	2 T	8.0	7.5	-	0.10	-	-	
	FAV 3–1	01.10.1987	ECE 40	4 T	13.0	3.0	-	0.30	-	-	
	FAV 3–2	01.10.1990	ECE 40	2 T	8.0	3.0	-	0.10	-	-	
	FAV 3–2	01.10.1990	ECE 40	4 T	13.0	3.0	-	0.30	-	-	
TAFV 3											
Motor-räder	EURO 1	10.1998/99	ECE 40	2 T	8.0	4.0	-	0.10	-	-	
				4 T	13.0	3.0	-	0.30	-	-	
	EURO 2	04.2002/03	NEFZ EURO 2	2 T / 4 T < 150 ccm	5.5	1.2	-	0.30	-	-	
				2 T / 4 T ≥ 150 ccm	5.5	1.0	-	0.30	-	-	
	EURO 3	01.2005/06	NEFZ EURO 3	2 T / 4 T < 150 ccm	2.0	0.80	-	0.15	-	-	
				2 T / 4 T ≥ 150 ccm	2.0	0.30	-	0.15	-	-	
				WMTC, Phase 2 ^b	< 130 km/h	2.62	0.75	-	0.17	-	-
					≥ 130 km/h	2.62	0.33	-	0.22	-	-
	EURO 4	01.2016/17	WMTC, Phase 2 ^b	PI/PI Hybrid < 130 km/h	1.14	0.38	-	0.07	-	-	
				PI/PI Hybrid ≥ 130 km/h	1.14	0.17	-	0.09	-	-	
				CI/CI Hybrid	1.0	0.1	-	0.30	-	80	
	EURO 5	01.2020/21	überarbeiteter WMTC	PI/PI Hybrid	1.0	0.10	0.068	0.06	-	4.5 ^c	
CI/CI Hybrid				0.5	0.10	0.068	0.09	-	4.5		
Klein-motor-räder ^d	Phase 1	10.1998/99	ECE 47	2 T / 4 T	6.0	-	-	-	3.0	-	
	Phase 2	10.2001/02	ECE 47	2 T / 4 T	1.0	-	-	-	1.2	-	
	EURO 4	01.2017/18	ECE 47	2 T / 4 T	1.0	0.63	-	0.17	-	-	
	EURO 5	01.2020/21	überarbeiteter WMTC	PI/PI Hybrid	1.0	0.10	0.068	0.06	-	4.5 ^c	
				CI/CI Hybrid	0.5	0.10	0.068	0.09	-	4.5	

^a Erster Termin: Gültig für neue Fahrzeugtypen. Zweiter Termin: Gültig für die 1. Inverkehrsetzung von Neufahrzeugen.

^b Worldwide Motorcycle Emissions Test Cycle, 2. Phase.

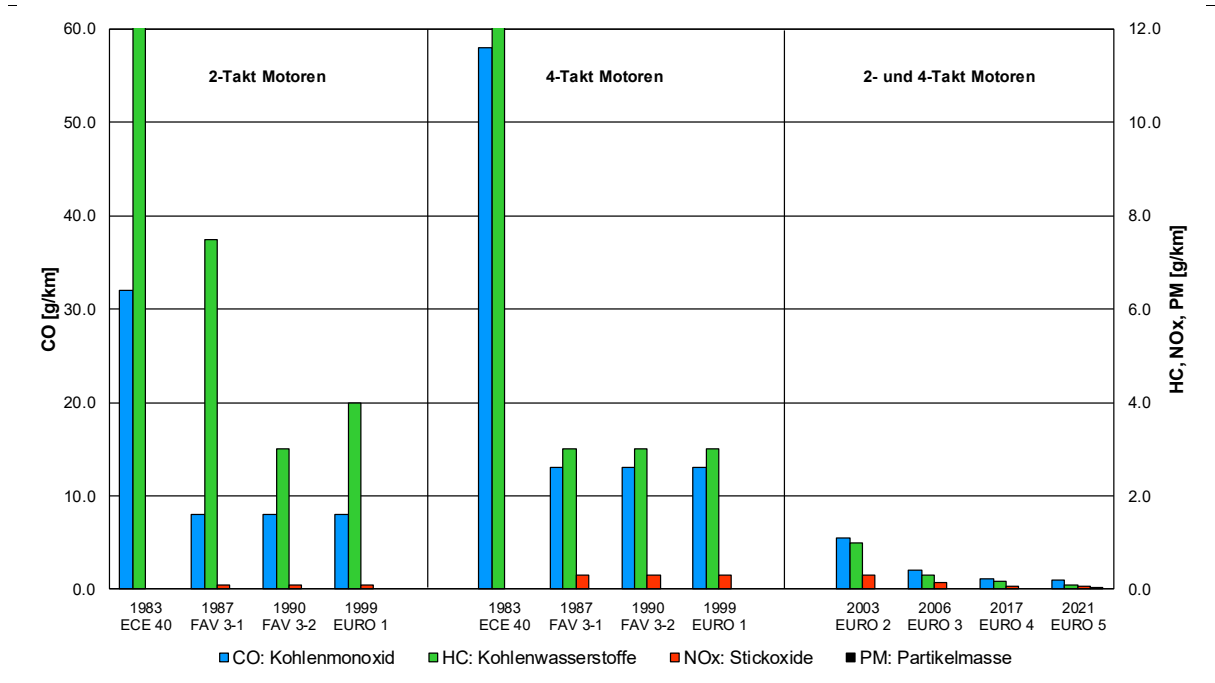
^c Für Benzinmotoren mit Direkteinspritzung.

^d Kleinmotorräder sind Zweiradfahrzeuge mit ≤ 50ccm und einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von max. 45 km/h.

Anmerkungen

Die in der untenstehenden Grafik eingetragenen Grenzwerte für die erste Etappe der Vorschriften (ECE 40) beziehen sich auf Fahrzeuge aus Serienproduktion mit einem Bezugsgewicht von 180 kg für Motorräder mit 2-Takt-Motor bzw. 280 kg für Motorräder mit 4-Takt-Motor.

Abb. 6: Motorräder

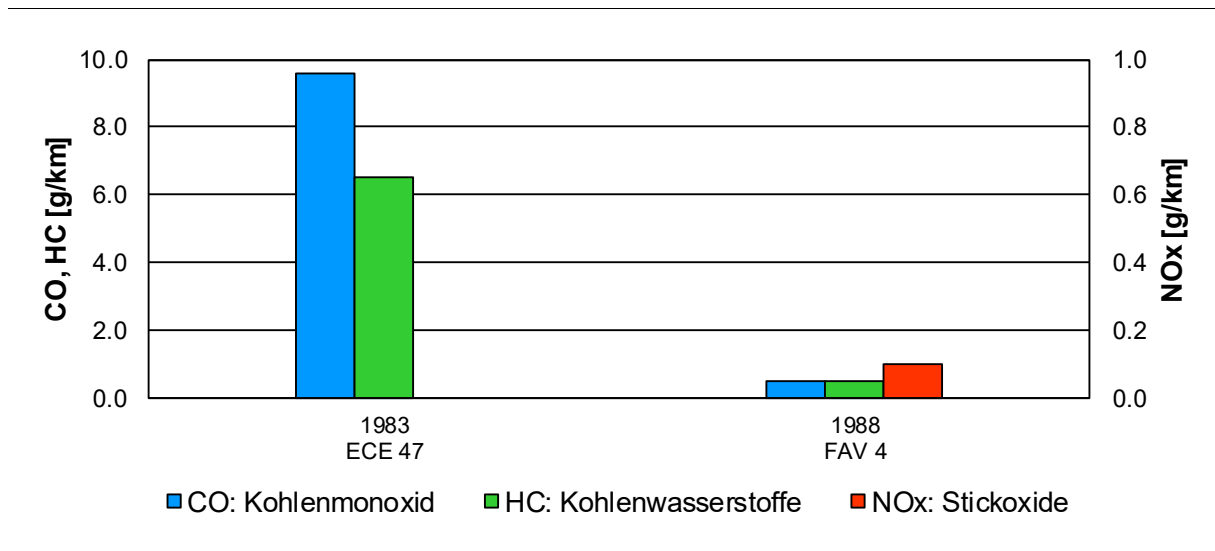


1.8 Motorfahräder

Tab. 7: Motorfahräder: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte

Norm	Etappe	Inkraft-treten	Prüfzyklus	Motor	Grenzwerte [g/km]				
					CO	HC	NO _x	THC+NO _x	PM
ECE 47	ECE 47	01.10.1983	ECE 47	2 T	9.6	6.5	-	-	-
FAV 4	FAV 4	01.10.1988	ECE 47	2 T	0.5	0.5	0.10	-	-

Abb. 7: Motorfahräder



1.9 Motoren von mobilen Maschinen und Geräten mit Kompressionszündungsmotor

Tab. 8: Motoren von mobilen Maschinen und Geräten mit Kompressionszündungsmotor: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte

Norm	Etappe	Kat.	Inkrafttreten ^a	Motorleistung [kW]	Grenzwerte in [g/kWh] resp. in [#kWh] für PN				
					CO	HC	NO _x	PM	PN
VTS (97/68/EG) Prüfzyklus: ISO 8178-4 C1/D2	Stufe I	A	- /01.10.2001	130 ≤ P ≤ 560	5.0	1.3	9.2	0.54	-
		B	01.01.2001/ 01.10.2001	75 ≤ P < 130	5.0	1.3	9.2	0.70	-
		C	01.01.2001/ 01.10.2001	37 ≤ P < 75	6.5	1.3	9.2	0.85	-
	Stufe II	E	01.2001/02	130 ≤ P ≤ 560	3.5	1.0	6.0	0.20	-
		F	01.2002/03	75 ≤ P < 130	5.0	1.0	6.0	0.30	-
		G	01.2003/04	37 ≤ P < 75	5.0	1.3	7.0	0.40	-
		D	01.01.2001/ 01.10.2001	18 ≤ P < 37	5.5	1.5	8.0	0.80	-
2004/26/EG Prüfzyklus: ISO 8178-4 C1/D2 +NRTC (ab Stufe IIIB)	Stufe III A	H	01.2005/06	130 ≤ P ≤ 560	3.5	4.0 (HC+NO _x)		0.20	-
		I	01.2006/07	75 ≤ P < 130	5.0	4.0 (HC+NO _x)		0.30	-
		J	01.2007/08	37 ≤ P < 75	5.0	4.7 (HC+NO _x)		0.40	-
		K	01.2006/07	19 ≤ P < 37	5.5	7.5 (HC+NO _x)		0.60	-
	Stufe III B	L	01.2010/11	130 ≤ P ≤ 560	3.5	0.19	2.0	0.025	-
		M	01.2011/12	75 ≤ P < 130	5.0	0.19	3.3	0.025	-
		N	01.2011/12	56 ≤ P < 75	5.0	0.19	3.3	0.025	-
		P	01.2012/13	37 ≤ P < 56	5.0	4.7 (THC+NO _x)		0.025	-
	Stufe IV	Q	01.2013/14	130 ≤ P ≤ 560	3.5	0.19	0.4	0.025	-
		R	09.2013/14	56 ≤ P < 130	5.0	0.19	0.4	0.025	-
2016/1628	Stufe V	NRE-v/c-1	01.01.2018/19	0 < P < 8	8.00	7.5 (HC+NO _x)		0.40	-
		NRE-v/c-2		9 ≤ P < 19	6.60	7.5 (HC+NO _x)		0.40	-
		NRE-v/c-3		19 ≤ P < 37	5.00	4.7 (HC+NO _x)		0.015	1.0x10 ¹²
		NRE-v/c-4		37 ≤ P < 56	5.00	4.7 (HC+NO _x)		0.015	1.0x10 ¹²
		NRE-v/c-5 ^b	01.01.2019/20	56 ≤ P < 130	5.00	0.19	0.40	0.015	1.0x10 ¹²
		NRE-v/c-6 ^b	01.01.2018/19	130 ≤ P < 560	3.50	0.19	0.40	0.015	1.0x10 ¹²
		NRE-v/c-7 ^b		P > 560	3.50	0.19	3.50	0.045	-

^a Erster Termin: Gültig für neue Motorentypen. Zweiter Termin: Gültig für die 1. Inverkehrsetzung bzw. 1. Inbetriebnahme von neuen Motoren.

^b Die Grenzwerte gelten auch für Motoren mit Fremdzündung (SI).

NRE: Motoren für nicht für den Strassenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte, die dazu bestimmt und dafür geeignet sind, sich - auf der Strasse oder auf andere Weise - zu bewegen oder bewegt zu werden (v: variable Drehzahl; c: konstante Drehzahl).

Anmerkungen

Seit 1.1.2009 müssen in der Schweiz mobile Maschinen und Geräte mit Kompressionszündungsmotoren ab 18 kW, welche auf Baustellen eingesetzt werden, einen Partikel-Anzahl-Grenzwert von 1.0x10¹² #/kWh nach dem Prüfzyklus NRSC und NRTC gemäss 97/68/EG einhalten. Diese Anforderung gilt als eingehalten, wenn die Maschinen mit einem geprüften Partikelfiltersystem gemäss BAFU Filterliste ausgerüstet sind¹. Für Maschinen mit Motor der Stufe V gelten die Anforderungen als erfüllt.

Für die mobilen Motoren von Maschinen und Geräten gilt bis und mit Stufe IV ein sogenanntes Flexibilitätssystem. Im Rahmen dieses Flexibilitätssystems darf eine beschränkte Anzahl Fahrzeuge mit Motoren, welche die neuen Anforderungen noch nicht erfüllen, nachträglich in Verkehr gebracht werden.

¹ Vgl. <http://www.bafu.admin.ch/filterliste>

Die Inanspruchnahme des Flexibilitätssystems setzt eine Bewilligung der zuständigen EU-Genehmigungsbehörde voraus (Einzelheiten siehe Anhang XIII der Richtlinie Nr. 97/68/EG). Diese Bewilligungen sind auch in der Schweiz gültig, es ist aber nicht vorgesehen, dass die Schweiz in eigener Regie zusätzlich analoge Bewilligungen erteilt. Ab der Stufe V ist das Flexibilitätssystem nicht mehr zulässig, hingegen dürfen Motoren, welche vor Inkrafttreten der Stufe V hergestellt wurden, als sogenannte Übergangsmotoren während einer Übergangsfrist noch in Verkehr gebracht werden.

1.10 Traktoren und Motorkarren mit Kompressionszündungsmotor:

Tab. 9: Traktoren und Motorkarren mit Kompressionszündungsmotor: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte

Norm	Etappe	Kat.	Inkrafttreten ^a	Motorleistung [kW]	Grenzwerte in [g/kWh] resp. in [#kWh] für PN				
					CO	HC	NO _x	PM	PN
TAFV 2 / VTS (2000/25/EG)	Stufe I	B	01.07.2002/ 01.10.2002	75 ≤ P < 130	5.0	1.3	9.2	0.70	-
		C	- /01.10.2002	37 ≤ P < 75	5.0	1.3	9.2	0.70	-
	Stufe II	E	01.07.2002/ 01.10.2002	130 ≤ P ≤ 560	3.5	1.0	6.0	0.20	-
		F	07.2002/03	75 ≤ P < 130	5.0	1.0	6.0	0.30	-
		G	01.2003/04	37 ≤ P < 75	5.0	1.3	7.0	0.40	-
	D	01.07.2002/ 01.10.2002	18 ≤ P < 37	5.5	1.5	8.0	0.80	-	
2005/13/EG analog zu 2004/26/EG	Stufe III A	H	01.2005/06	130 ≤ P ≤ 560	3.5	4.0 (HC+NO _x)		0.20	-
		I	01.2006/07	75 ≤ P < 130	5.0	4.0 (HC+NO _x)		0.30	-
		J	01.2007/08	37 ≤ P < 75	5.0	4.7 (HC+NO _x)		0.40	-
		K	01.2006/07	19 ≤ P < 37	5.5	7.5 (HC+NO _x)		0.60	-
	Stufe III B	L	01.2010/11	130 ≤ P ≤ 560	3.5	0.19	2.0	0.025	-
		M	01.2011/12	75 ≤ P < 130	5.0	0.19	3.3	0.025	-
		N	01.2011/12	56 ≤ P < 75	5.0	0.19	3.3	0.025	-
		P	01.2012/13	37 ≤ P < 56	5.0	4.7 (THC+NO _x)		0.025	-
Stufe IV	Q	01.2013/14	130 ≤ P ≤ 560	3.5	0.19	0.4	0.025	-	
	R	09.2013/14	56 ≤ P < 130	5.0	0.19	0.4	0.025	-	
2016/1628 (167/2013)	Stufe V	NRE-v/c-1	01.01.2018/19	0 < P < 8	8.00	7.5 (HC+NO _x)		0.40	-
		NRE-v/c-2		9 ≤ P < 19	6.60	7.5 (HC+NO _x)		0.40	-
		NRE-v/c-3		19 ≤ P < 37	5.00	4.7 (HC+NO _x)		0.015	1.0x10 ¹²
		NRE-v/c-4		37 ≤ P < 56	5.00	4.7 (HC+NO _x)		0.015	1.0x10 ¹²
		NRE-v/c-5 ^b	01.01.2019/20	56 ≤ P < 130	5.00	0.19	0.40	0.015	1.0x10 ¹²
		NRE-v/c-6 ^b	01.01.2018/19	130 ≤ P < 560	3.50	0.19	0.40	0.015	1.0x10 ¹²
		NRE-v/c-7 ^b		P > 560	3.50	0.19	3.50	0.045	-

^a Erster Termin: Gültig für neue Motorentypen. Zweiter Termin: Gültig für die 1. Inverkehrsetzung bzw. 1. Inbetriebnahme von neuen Motoren.

^b Die Grenzwerte gelten auch für den Betrieb mit anderen Treibstoffen (e.g. LPG, CNG).

NRE: Motoren für nicht für den Strassenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte, die dazu bestimmt und dafür geeignet sind, sich - auf der Strasse oder auf andere Weise - zu bewegen oder bewegt zu werden (v: variable Drehzahl; c: konstante Drehzahl).

Anmerkungen

Für die mobilen Motoren von Maschinen und Geräten, sowie für Traktoren und Motorkarren gilt ein sogenanntes Flexibilitätssystem. Im Rahmen dieses Flexibilitätssystems darf eine beschränkte Anzahl Fahrzeuge mit Motoren, welche die neuen Anforderungen noch nicht erfüllen, nachträglich in Verkehr gebracht werden. Die Inanspruchnahme des Flexibilitätssystems setzt eine Bewilligung der zuständigen EU-Genehmigungsbehörde voraus (Einzelheiten siehe Anhang XIII der Richtlinie Nr. 97/68/EG bzw. Anhang der Richtlinie Nr. 2011/88/EU). Diese Bewilligungen sind auch in der Schweiz gültig, es ist aber nicht vorgesehen, dass die Schweiz in eigener Regie zusätzlich analoge Bewilligungen erteilt.

Mit der Verordnung (EU) 2016/1628 des Europäischen Parlaments vom 14. September 2016 wurde die Richtlinie 97/68/EG dahingehend überarbeitet, dass eine zusätzliche Abgasstufe V geschaffen wurde, welche sich an der EURO VI Norm für schwere Nutzfahrzeuge orientiert und einen Partikel-Anzahlgrenzwert für Kompressionszündungsmotoren enthält. Dieser entspricht dem Partikel-Anzahlgrenzwert für Baumaschinen nach der LRV seit 2009. Zudem wurde die Flexibilitätsregelung angepasst und es ist

eine regelmässige Prüfung (Marktüberwachung) der Luftschadstoff-Emissionen unter realen Bedingungen mit portablen Abgasmessgeräten (sog. PEMS) für mobile Geräte, Maschinen und Fahrzeuge festgelegt worden.

1.11 Benzinbetriebene Kleingeräte mit Fremdzündungsmotoren

Tab. 10: Benzinbetriebene Kleingeräte mit Fremdzündungsmotoren: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte

Norm	Etappe	Kategorie	Inkrafttreten	Hubraum [cm ³] resp. Motorleistung [kW]	Grenzwerte in [g/kWh]		
					CO	HC	NO _x
(97/68/EG) 2002/88/EG (P ≤ 19 kW)	Stufe I	SH:1	11.08.2004	cm ³ < 20	805	295	5.36
		SH:2	11.08.2004	20 ≤ cm ³ < 50	805	241	5.36
		SH:3	11.08.2004	56 ≤ P < 75	603	161	5.36
		SN:1	11.08.2004	cm ³ < 66	519	50 (HC+NO _x)	
		SN:2	11.08.2004	66 ≤ cm ³ < 100	519	40 (HC+NO _x)	
		SN:3	11.08.2004	100 ≤ cm ³ < 225	519	16.1 (HC+NO _x)	
		SN:4	11.08.2004	225 > cm ³	519	13.4 (HC+NO _x)	
	Stufe II	SH:1	01.08.2007	cm ³ < 20	805	50 ^a (HC+NO _x)	
		SH:2	01.08.2007	20 ≤ cm ³ < 50	805	50 ^a (HC+NO _x)	
		SH:3	01.08.2008	56 ≤ P < 75	603	72 ^a (HC+NO _x)	
		SN:1	01.08.2004	cm ³ < 66	610	50 ^a (HC+NO _x)	
		SN:2	01.08.2004	66 ≤ cm ³ < 100	610	40 ^a (HC+NO _x)	
		SN:3	01.08.2007	100 ≤ cm ³ < 225	610	16.1 ^a (HC+NO _x)	
		SN:4	01.08.2006	225 > cm ³	610	12.1 ^a (HC+NO _x)	
2016/1628 (P ≤ 56 kW)	Stufe V	NRSh-v-1a	01.01.2018	0 < P < 19	805	50 (HC+NO _x)	
		NRSh-v-1b		0 < P < 19	603	72 (HC+NO _x)	
		NRS-vr-1a NRS-vi-1a	01.01.2018/19	0 < P < 19	610	10 (HC+NO _x)	
		NRS-vr-1b NRS-vi-1b		0 < P < 19	610	10 (HC+NO _x)	
		NRS-v-2a		19 ≤ P < 30	610	8.00 (HC+NO _x)	
		NRS-v-2b NRS-v-3		19 ≤ P < 56 ^c	4.40 ^b	2.70 ^b (HC+NO _x)	

^a Die NO_x-Emissionen dürfen bei allen Motorklassen 10 [g/kWh] nicht übersteigen.

^b Wahlweise stattdessen auch jede Kombination von Werten, die die Gleichung $(HC+NO_x) \times CO^{0.784} \leq 8.57$ sowie die folgenden Bedingungen: $CO \leq 20.6$ g/kWh und $(HC+NO_x) \leq 2.7$ g/kWh erfüllen.

^c ≥ 56 kW gelten die Grenzwerte der Klasse NRE, siehe Tab. 8.

SH: handgehaltene Geräte; SN: nicht handgehaltene Geräte.

NRSh: Handgehaltene Fremdzündungsmotoren mit einer Bezugsleistung unter 19 kW, die ausschließlich zum Einsatz in handgehaltenen Maschinen und Geräten bestimmt sind.

NRS: Fremdzündungsmotoren mit einer Bezugsleistung unter 56 kW, die nicht in der Klasse NRSh inbegriffen sind

(v: variable oder konstante Drehzahl; vr: variable Drehzahl ≥ 3'600 min⁻¹ oder konstante Drehzahl; vi: variable Drehzahl < 3'600 min⁻¹).

1.12 Motoren von Schienenfahrzeugen mit Kompressionszündungsmotor

Tab. 11: Motoren von Schienenfahrzeugen mit Kompressionszündungsmotor: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte

Norm	Etappe	Kategorie	Inkraft-treten ^a	Motorleistung [kW]	Grenzwerte in [g/kWh] resp. in [#kWh] für PN					
					CO	HC	NO _x	PM	PN	
UIC Kodex 624 V	Stufe I A		1982		8.0	2.4	20.0	2.5	-	
	Stufe I B		1993		4.0	1.6	16.0	2.0	-	
	Stufe I C		1997		3.0	0.8	12.0	1.6	-	
	Stufe II			2003	$P \leq 560$	2.5	0.6	6.0	0.25	-
				2003	$P > 560$	3.0	0.8	9.5	0.25	-
	Stufe III			2008	$P \leq 560$	2.0	0.5	4.5	0.15	-
				2008	$P > 560$	2.0	0.5	6.0	0.20	-
(97/68/EG) 2004/26/EG	Stufe III A	Lokomotive	01.2006/07	$130 \leq P \leq 560$	3.5	4.0 (HC+NO _x)		0.2	-	
			01.2008/09	$560 \leq P \leq 2000$	3.5	0.5	6.0	0.2	-	
			01.2008/09	$P > 2000$ Hubraum > 5 [l/Zyl]	3.5	0.4	7.4	0.2	-	
	Stufe IIIB	Lokomotive	01.2011/12	$P > 130$	3.5	4.0 (HC+NO _x)		0.025	-	
			Triebwagen	01.2011/12	$P > 130$	3.5	0.19	2.00	0.025	-
				01.2011/12	$P > 130$	3.5	4.0 (HC+NO _x)		0.2	-
2016/1628	Stufe V	RLL-v/c-1 ^b	01.2020/21	$P > 0$	3.5	4.0 (HC+NO _x)		0.025	-	
		RLR-v/c-1 ^b	01.2020/21	$P > 0$	3.5	0.19	2.00	0.015	1.0×10^{12}	

^a Erster Termin: Gültig für neue Motorentypen. Zweiter Termin: Gültig für die 1. Inverkehrsetzung bzw. 1. Inbetriebnahme von neuen Motoren.

^b Die Grenzwerte gelten auch für Motoren mit Fremdzündung (SI).

RLL: Motoren, die ausschliesslich in Lokomotiven für deren Antrieb eingesetzt werden oder dazu bestimmt sind.

RLR: Motoren, die ausschliesslich in Triebwagen für deren Antrieb eingesetzt werden oder dazu bestimmt sind.

(v: variable Drehzahl; c: konstante Drehzahl)

1.13 Motoren für den Antrieb von Vergnügungsschiffen und Sportbooten

Tab. 12: Motoren für den Antrieb von Vergnügungsschiffen und von Sportbooten: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte

Motor-Typ	Kohlenmonoxid [g/kWh] CO = A + B/P ⁿ			Kohlenwasserstoffe [g/kWh] HC = A + B/P ⁿ			Stickoxide [g/kWh] NO _x	Partikel [g/kWh] PM
	A	B	n	A	B	n		
Zweitakt-Fremdzündungs-Motoren ^a	150.0	600.0	1.0	30.0	100.0	0.75	10.0	-
Viertakt-Fremdzündungs-Motoren	150.0	600.0	1.0	6.0	50.0	0.75	15.0	-
Kompressionszündungs-Motoren	5.0	0	0	1.5	2.0	0.5	9.8	1.0

^a Die Verordnung über die Anforderungen an Schiffsmotoren auf schweizerischen Gewässern (VASm) verlangt, dass die Emissionen von Zweitakt-Fremdzündungsmotoren die Grenzwerte für Viertakt-Fremdzündungsmotoren nicht überschreiten (Art. 19 Abs. 3 VASm).

P: Motornennleistung in [kW].

1.14 Kompressions- und Fremdzündungsmotoren für den Antrieb von Schiffen

Tab. 13: Kompressions- und Fremdzündungsmotoren für den Antrieb von Schiffen: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte

Norm/ Etappe	Inkraft- treten ^a	Kategorie	Hubraum/Nutzleistung (SV/P) resp. Leistungsbereich	Grenzwerte in [g/kWh] resp. in [#kWh] für PN				
			[Liter pro Zylinder/kW] resp. [kW]	CO	HC	NO _x	PM	PN
2004/26/EG/ Stufe IIIA	2007	V 1:1	SV < 0.9 und P ≥ 37	5.0	7.5 (HC+NO _x)	0.40	-	
	2007	V 1:2	0.9 ≤ SV < 1.2	5.0	7.2 (HC+NO _x)	0.30	-	
	2007	V 1:3	1.2 ≤ SV < 2.5	5.0	7.2 (HC+NO _x)	0.20	-	
	2009	V 1:4	2.5 ≤ SV < 5	5.0	7.2 (HC+NO _x)	0.20	-	
	2009	V 2:1	5 ≤ SV < 15	5.0	7.8 (HC+NO _x)	0.27	-	
	2009	V 2:2	15 ≤ SV < 20 und P < 3300	5.0	8.7 (HC+NO _x)	0.50	-	
	2009	V 2:3	15 ≤ SV < 20 und P ≥ 3300	5.0	9.8 (HC+NO _x)	0.50	-	
	2009	V 2:4	20 ≤ SV < 25	5.0	9.8 (HC+NO _x)	0.50	-	
	2009	V 2:5	25 ≤ SV < 30	5.0	11.0 (HC+NO _x)	0.50	-	
2016/1628 Stufe V	01.2018/19	IWP-v/c-1 ^b	37 ≤ P < 75	5.00	4.7 (HC+NO _x)	0.30	-	
		IWP-v/c-2 ^b	75 ≤ P < 130	5.00	5.4 (HC+NO _x)	0.14	-	
		IWP-v/c-3 ^b	130 ≤ P < 300	3.50	1.00	2.10	0.10	-
	01.2019/20	IWP-v/c-4 ^b	300 ≤ P < 1000	3.50	0.19	1.80	0.015	1.0x10 ¹²

^a Erster Termin: Gültig für neue Motorentypen. Zweiter Termin: Gültig für die 1. Inverkehrsetzung bzw. 1. Inbetriebnahme von neuen Motoren.

^b Die Grenzwerte gelten auch für Motoren mit Fremdzündung (SI).

IWP: Motoren, die ausschließlich in Binnenschiffen für deren unmittelbaren oder mittelbaren Antrieb eingesetzt werden oder dazu bestimmt sind und eine Bezugsleistung von 19 kW oder mehr haben (v: variable Drehzahl; c: konstante Drehzahl).

Anmerkungen

Der Partikelaustritt von Selbstzündungsmotoren mit einer Leistung von mehr als 37 kW in Schiffen, die für den gewerbsmässigen Transport eingesetzt werden, ist mit geeigneten Mitteln zu begrenzen (VASm, Art. 9). Die Anzahl der Feststoffpartikel mit einem Durchmesser ab 23 nm darf die Partikelzahl von 1x10¹² #/kWh nicht überschreiten. Als geeignete Mittel zur Begrenzung des Partikelaustrittes gelten:

- Ein System, für das nach dem Programm der UNECE zur Partikelmessung (PMP) in den für Schiffe relevanten Zyklen der Nachweis erbracht wird, dass die oben genannte Anzahl der Feststoffpartikel nicht überschritten wird.
- Ein Partikelfilter-System gemäss der BAFU Filterliste (siehe Anmerkungen in Kapitel 1.9)
- Bezüglich Emissionen gleichwertige Filter.

Beim Einbau eines neuen Kompressionszündungsmotors mit einer Leistung von mehr als 37 kW in bereits zugelassene, für den gewerbsmässigen Transport eingesetzte Schiffe (Nachrüstung), dessen Partikelanzahl den oben genannten festgelegten Grenzwert überschreitet, ist durch die zuständige Behörde zu prüfen, ob eine Nachrüstung der Abgasanlage mit Partikelfilter-Systemen technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar ist. Ist dies der Fall, ist die Abgasanlage mit einem Partikelfilter-System auszurüsten.

1.15 Weitere Kategorien

Tab. 14: Abgasvorschriften für weitere Motorenkategorien:

Norm	Etappe	Kategorie	Inkrafttreten ^a	Motorleistung [kW]	Grenzwerte in [g/kWh]			
					CO	HC	NO _x	PM
2016/1628	Stufe V	SMB	01.2018/19	P > 0	275	75	-	-
2016/1628	Stufe V	ATS	01.2018/19	P > 0	400	8 ^b		-

^a Erster Termin: Gültig für neue Motorentypen. Zweiter Termin: Gültig für die 1. Inverkehrsetzung bzw. 1. Inbetriebnahme von neuen Motoren.

^b HC + NO_x.

SMB: Fremdzündungsmotoren, die ausschliesslich zum Einsatz in Motorschlitten bestimmt sind; Motoren für Motorschlitten, die keine Fremdzündungsmotoren sind, werden in die Klasse NRE einbezogen.

ATS: Fremdzündungsmotoren, die ausschliesslich zum Einsatz in ATV (All Terrain Vehicle) und SbS (Side-by-Side Vehicle) bestimmt sind; Motoren für ATV und SbS, die keine Fremdzündungsmotoren sind, werden in die Klasse NRE einbezogen.

2 Periodische Nachkontrolle

Die schweizerische Gesetzgebung kennt zwei sich ergänzende Arten der periodischen Nachkontrolle von bereits in Verkehr befindlichen Motorfahrzeugen: Einerseits die «periodische Prüfungspflicht» (VTS, Art. 33) und andererseits die «Abgaswartung und -nachkontrolle» (VTS, Art. 35 und 36). Zudem können von der Polizei anlässlich von Unfällen oder Verkehrskontrollen zusätzliche Nachprüfungen angeordnet werden (VTS, Art. 34).

2.1 Zentralisierte periodische Nachprüfung

Jedes zum Verkehr zugelassene Fahrzeug wird durch die kantonale Vollzugsbehörde (Strassenverkehrsamt/Motorfahrzeugkontrolle) oder durch eine andere vom Kanton ermächtigte Stelle zu einer verpflichtenden periodischen Nachprüfung aufgeboten. Diese periodische Nachprüfung, die seit dem 1. Januar 1971 in Kraft ist, umfasste neben der Überprüfung der sicherheitsrelevanten Aspekte des Fahrzeugs von Beginn weg auch eine Abgaskontrolle (CO-Messung im Leerlauf für Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotor und Rauchmessung in freier Beschleunigung für Dieselfahrzeuge). Diese Abgaskontrolle wurde später um eine HC-Messung erweitert und die Messmethode wurde durch eine zusätzliche Messung bei erhöhter Drehzahl ergänzt. Die erste derartige Kontrolle wird bei Personenwagen und Motorrädern fünf, jedoch spätestens sechs Jahre nach der ersten Inverkehrsetzung fällig, anschliessend nach drei Jahren, dann alle zwei Jahre. Für Kleinbusse und Lieferwagen bis 3,5 Tonnen Gesamtgewicht ist die Kontrolle vier Jahre nach der ersten Inverkehrsetzung des Fahrzeugs fällig, die zweite drei Jahre später; danach erfolgt die Kontrolle alle zwei Jahre. Bei Lastwagen, die nicht nur im Binnenverkehr eingesetzt werden sowie bei Fahrzeugen zum berufsmässigen Transport von Personen oder zum Transport von gefährlichen Gütern muss diese Kontrolle jährlich durchgeführt werden (detaillierte Bestimmungen siehe VTS, Art. 33). Aus Kapazitätsgründen wird jedoch die Abgasmessung meistens nur stichprobenartig bzw. im Verdachtsfall durchgeführt.

2.2 Dezentralisierte Abgaswartung und Nachkontrolle

Im Rahmen der Bekämpfung der Luftverschmutzung wurden die vorgängig beschriebenen Kontrollen durch eine obligatorische Abgaswartung und Nachkontrolle ergänzt, die von speziell dafür eingerichteten Garagen vorgenommen wird (VTS, Art. 35). Die Einführung dieser dezentralisierten Kontrolle erfolgte in zwei Phasen:

- Am 1. Januar 1986 wurde die dezentralisierte Abgaswartung für leichte Motorwagen mit Fremdzündungsmotor obligatorisch eingeführt. Die jährliche obligatorische Abgaswartung umfasst die Kontrolle, die Regulierung und im Bedarfsfall den Austausch von Bauteilen, die im Zusammenhang mit den Abgasemissionen stehen. Die Emissionen werden anschliessend im Leerlauf gemessen (CO, HC, CO₂), bei Fahrzeugen mit Katalysator wird zudem eine Messung bei erhöhter Drehzahl durchgeführt (CO, HC).
- Seit dem 1. März 1995 ist die Abgaswartung auch für alle Fahrzeuge mit Kompressionszündungsmotor obligatorisch, wobei die Rauchemissionen in freier Beschleunigung gemessen werden. Die Fahrzeughalter müssen diese Abgaskontrolle alle zwei Jahre durchführen lassen. Um Benachteiligungen zu vermeiden, wurde der Intervall der Durchführung für benzinbetriebene Fahrzeuge, die mit einem Katalysator ausgerüstet sind, ebenfalls auf zwei Jahre erhöht (für benzinbetriebene Fahrzeuge ohne Katalysator wurde das einjährige Intervall jedoch beibehalten).
- Seit dem 1. Januar 2003 gilt für Fahrzeuge, welche mit OBD-System (On Board Diagnosesystem mit Fehlerfunktionsanzeige) ausgerüstet sind, eine vereinfachte Abgaswartung. Bei solchen Fahrzeugen

wird gemäss der Verordnung über die Nachkontrolle von Motorwagen betreffend Abgas- und Rauchemissionen vom 21. August 2002 der Fehlerspeicher auf allenfalls gespeicherte Fehlercodes überprüft und eine Sichtkontrolle der abgasrelevanten Bauteile vorgenommen.

- Seit dem 1. Januar 2013 wurde die Abgaswartungspflicht neu geregelt (VRV, Art. 59a, SR 741.11). Fahrzeuge mit anerkannten OBD-Systemen sind befreit von der Abgaswartungspflicht; neu eingeführt wurde für diese Fahrzeuge aber die Verpflichtung, das abgasrelevante System innert Monatsfrist in Ordnung bringen zu lassen, wenn das OBD-System einen Fehler anzeigt. OBD-Systeme sind anerkannt bei leichten Motorwagen ab EURO 3 (Benzin) und EURO 4 (Diesel) sowie bei schweren Fahrzeugen ab EURO IV, welche nach dem 30.9. 2006 erstmals zum Verkehr zugelassen wurden.

2.3 Künftige Entwicklung

Anlässlich der Regionalen Konferenz über Verkehr und Umwelt, die vom 12. bis zum 14. November 1997 in Wien tagte, wurde im Rahmen der Europäischen Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen (UNO/ECE) ein Übereinkommen über die Annahme einheitlicher Bedingungen für die periodischen technischen Kontrollen von Radfahrzeugen und die gegenseitige Anerkennung solcher Kontrollen abgeschlossen.

Zweck des Übereinkommens ist es, in Zukunft eine regelmässige periodische technische Kontrolle für Radfahrzeuge aller Vertragsparteien vorzuschreiben und deren gegenseitige Anerkennung sicherzustellen. Das Übereinkommen schreibt vor, insbesondere emissions- und lärmrelevante Teile und Einrichtungen an denjenigen Radfahrzeugen zu kontrollieren, welche im internationalen Personen- und Güterverkehr eingesetzt werden. Dem Abkommen unterstehen Personenwagen, sämtliche Nutzfahrzeuge (leichte und schwere Lieferwagen und Lastwagen), Gesellschaftswagen sowie Anhänger mit einem Garantiegewicht über 3,5 Tonnen. Ausgenommen sind Motorräder, Traktoren sowie Anhänger mit einem Garantiegewicht mit höchstens 3,5 Tonnen. Im Vergleich zur Abgaswartung, die in der Schweiz zurzeit in Kraft ist, bestehen Unterschiede hinsichtlich des Prüfungsintervalls (für Motorfahrzeuge über 3,5 Tonnen jährlich gemäss dem Übereinkommen, alle zwei Jahre in der Schweiz), des Umfangs (einfache Messung gemäss dem Übereinkommen, vollständige mechanische Überprüfung in der Schweiz) und Art der Durchführung (zentralisiert gemäss dem Übereinkommen, dezentralisiert bei Garagen in der Schweiz).

Das Übereinkommen ist am 27. Januar 2001 in Kraft getreten. Die Schweiz hat das Übereinkommen von 1997 mit Vorbehalt unterzeichnet, ist dem Übereinkommen jedoch nicht beigetreten. Die EU hat 2008, nach Überprüfung der rechtlichen Situation, den Nicht-Beitritt zum Übereinkommen bekanntgegeben. Die ursprüngliche Richtlinie 96/96/EG, gefolgt von der Richtlinie 2009/40/EG, bis hin zur aktuell geltenden Richtlinie 2014/45/EU (in der EU anzuwenden ab 28. Mai 2018) über die regelmässige technische Überwachung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern, mit Gültigkeit für alle Fahrzeuge, macht einen EU-Beitritt zum UN/ECE Übereinkommen von 1997 überflüssig. Da einige Oststaaten der EU sowie Finnland und die Niederlande dem Übereinkommen individuell beigetreten sind, ist die innereuropäische Situation uneinheitlich. In der Schweiz gelangte bisher die jeweils in Kraft stehende Richtlinie der EG bzw. EU zur Anwendung - aktuell die Richtlinie 2014/45/EU - womit sich ein Beitritt zum besagten Übereinkommen ebenfalls erübrigt.

3 Treibstoffqualität

Die qualitativen Mindestanforderungen an die Treibstoffe sind in der Schweiz durch private Normen geregelt (Normen der Schweizerischen Normenvereinigung, SNV). Allerdings hat der Gesetzgeber nach und nach den Gehalt der Treibstoffe an gewissen problematischen Substanzen (Blei und Benzol im Benzin, Schwefel im Diesel) begrenzt. Mit der Einführung der neuen europäischen Richtlinie in diesem Bereich (98/70/EG) wurde der Handlungsspielraum des Gesetzgebers jedoch erheblich vergrössert.

3.1 Benzin

1947 wurde auf Vorschlag der «Eidgenössischen Bleibenzinkommission» das vordem gültige Verbot der Zusetzung von Blei zum Benzin durch eine Änderung der Lebensmittelverordnung (LMV) aufgehoben. Der Bleigehalt war zunächst frei und wurde 1955 auf maximal 0,63 g/l limitiert.

Die Angelegenheit wurde 1960 von der neugeschaffenen «Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene» wieder aufgenommen. 1971 trat eine Senkung des maximalen Bleigehalts auf 0,57 g/l für Superbenzin sowie 0,54 g/l für Normalbenzin in Kraft. In ihrem 1971 veröffentlichten Bericht schlug diese Kommission eine weitere Senkung des maximalen Bleigehalts auf 0,40 g/l vor, die am 1.1.1975 in Kraft treten sollte. Diese neuerliche Senkung des Bleigehalts wurde in der Verordnung über verbotene giftige Stoffe (GVV) geregelt, welche bereits seit dem 1.4.1972 auch einen maximalen Benzolgehalt von 5 % Vol. im Benzin vorschrieb.

1973 wurde eine «Arbeitsgruppe für Fragen des Motorenbenzins» eingesetzt. In ihrem Bericht, der 1976 veröffentlicht wurde, schlug die Arbeitsgruppe ein zeitlich abgestuftes Programm zur schrittweisen Reduzierung des Bleigehalts auf 0,15 g/l (gültig ab 1.1.1978 für Normalbenzin und ab 1.1.1982 für Superbenzin) und zur Einführung des unverbleiten Benzins ab 1986 vor.

Im Zusammenhang mit der Bekämpfung des Waldsterbens entschied der Bundesrat am 12. März 1984, das sogenannte Bleifrei-Benzin bereits am 1.1.1985 einzuführen und den Verkauf von verbleitem Normalbenzin ab dem 1.7.1986 zu verbieten. Seit 1986 sind die (unveränderten) Qualitätsanforderungen in der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) geregelt.

Tab. 15: Entwicklung des maximal zulässigen Blei-, Benzol-, Aromaten- und Schwefelgehaltes im Benzin

Datum Inkrafttreten	Bleigehalt [g/l]			Benzol [% vol]	Aromaten [% vol]	Schwefel [mg/kg]
	«Normal»	«Super»	«Bleifrei»			
11.04.1947	- ^a	- ^a	-	-	-	-
01.11.1955	0.63	0.63	-	-	-	-
01.10.1971	0.54	0.57	-	5.0 ^b	-	-
01.01.1975	0.40	0.40	-	5.0	-	-
01.01.1978	0.15	0.40	-	5.0	-	-
01.01.1982	0.15	0.15	-	5.0	-	-
01.01.1985	- ^c	0.15	0.013	5.0	-	-
01.01.2000	-	-	0.005	1.0 ^d	42.0	150
01.01.2005	-	-	0.005	1.0	35.0	50
15.07.2010	-	-	0.005	1.0	35.0	10

^a Verbot der Zusetzung vom Blei im Benzin aufgehoben.

^b gültig ab 1.04.1972.

^c Verkauf verboten seit dem 1.07.1986.

^d Übergangsfrist bis zum 30.06.2000 (31.12.2004 für Pflichtlager).

Mit der LRV-Änderung vom 25. August 1999 wurde die EU-Richtlinie 98/70/EG übernommen, welche verschärfte bzw. erweiterte Anforderungen ab dem Jahr 2000 (z.B. maximal 1 Vol-% Benzol, 42 Vol-% Aromaten, 0.015 %-Masse Schwefel, Verbot für bleihaltiges Benzin) bzw. ab dem Jahr 2005 (35 Vol-% Aromaten, 0.005 %-Masse Schwefel) stellt.

Mit der LRV-Revision vom 18. Juni 2010 wurde der Schwefelgehalt im Motorenbenzin (LRV, Anhang 5, Ziffer 5, in Kraft seit 15. Juli 2010) auf 10 mg/kg begrenzt.

3.2 Diesel

Mit den ersten «Richtlinien über die Auswurfbegrenzung bei Haus- und Industriefeuerungen» vom 7. Februar 1972 wurde der maximale Schwefelgehalt im Dieseltreibstoff (der zuvor der Heizölkategorie «extra leicht» zugeordnet war) auf 0,5 % Masse und der Aschegehalt auf 0,01 % Masse begrenzt. Zudem sahen die Richtlinien eine erste Verringerung des Schwefelgehalts auf 0,3 % Masse ab dem 1. Januar 1974 vor. Allfällige Überschreitungen dieser Werte wurden wegen der Ölkrise allerdings nicht sanktioniert.

Mit den «Richtlinien über den Schwefelgehalt von Heizölen und Dieseltreibstoff» vom 7. Juli 1983 wurde der maximale Schwefelgehalt bis zum 31.12.1985 auf 0,5 % Masse begrenzt; mit Wirkung ab dem 1.1.1986 wurde dieser Wert auf 0,3 % Masse weiter gesenkt.

Im Zuge der Einführung der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985 wurde der maximal zulässige Schwefelgehalt im Dieseltreibstoff ab dem 1. Juli 1987 auf 0,2 % Masse begrenzt. Mit der Änderung vom 20. November 1991 wurde dieser Wert schliesslich mit Gültigkeit ab dem 1.1.1994 auf 0,05 % Masse gesenkt.

Mit der Übernahme der EU-Richtlinie 98/70/EG in die LRV am 25. August 1999 wurde der Schwefelgehalt ab dem 1.1.2000 auf 0.035 % Masse, ab dem 1.1.2005 auf 0.005 % Masse erneut herabgesetzt mit zusätzlichen Anforderungen bezüglich Cetanzahl, Dichte oder Gehalt an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe.

Tab. 16: Entwicklung des maximalen Schwefelgehalts im Dieseltreibstoff

Datum Inkrafttreten	Maximaler Schwefelgehalt [mg/kg]
07.02.1972	5000
01.01.1986	3000
01.01.1987	2000
01.01.1994	500
01.01.2000 ^a	350
01.01.2005	50
01.01.2009	10

^a Übergangsfrist bis zum 31.12.2004 für Pflichtlager.

Mit der LRV-Revision vom 19. September 2008 wurde der Schwefelgehalt im Dieselöl (LRV, Anhang 5, Ziffer 6, in Kraft seit 1.1.2009) auf 10 mg/kg begrenzt.

3.3 Lenkungsabgabe auf schwefelhaltigen Treibstoffen

Der Bundesrat hat am 20. September 2002 die Botschaft zur Motion Weigelt (00.3462) zur Einführung schwefelfreier Treibstoffe verabschiedet mit dem Antrag zur Einführung einer Lenkungsabgabe auf Treibstoffen mit mehr als 10 ppm Schwefel ab 1.1.2004. Nach Zustimmung des Parlaments wurde die Lenkungsabgabe auf den 1. Januar 2004 eingeführt. Die Einzelheiten sind in der BDSV vom 15. Oktober 2003 festgehalten.

3.4 Rückgewinnung von Benzindämpfen

Ziffer 33, Anhang 2 LRV schreibt vor, dass «beim Betanken von Fahrzeugen mit genormten Tankeinfüllstutzen *«höchstens 10% der in der Verdrängungsluft enthaltenen organischen Stoffe emittiert»* werden dürfen. 1989 wurde in der Schweiz die erste Tankstelle mit einem Rückgewinnungssystem für Benzindämpfe in Betrieb genommen, 1991 zählte man bereits 200 derart ausgerüstete Tankstellen. Heute gelangen in der Schweiz mehr als 95% des Benzins über Tankstellen mit Rückgewinnungsanlagen in den Verkauf.

Anhang

A1 Chronologische Entwicklung der Abgasvorschriften

Am 27. August 1969 wurde mit der Verordnung über Bau und Ausrüstung der Strassenfahrzeuge (BAV) eine erste Begrenzung der Abgasemissionen eingeführt. Diese Verordnung, die am 1. Januar 1971 in Kraft trat, legte für Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotoren einen Grenzwert für die CO-Konzentration im Leerlauf von maximal 4,5°% fest, zudem mussten die Kurbelgehäuseemissionen in den Verbrennungsraum zurückgeführt werden. Bezüglich der Rauchemissionen von Dieselfahrzeugen wurde ebenfalls ein Grenzwert festgelegt.

Im Verlauf der siebziger Jahre wurden in verschiedenen *parlamentarischen Vorstössen* (Initiative Schaller 1970, Motion Urech 1973) die *Einführung* von Vorschriften bezüglich der Abgase von Motorfahrzeugen und die fortlaufende Anpassung dieser Vorschriften an die technische Entwicklung gefordert. In der Folge *übernahm die Schweiz das ECE-Reglement Nr. 15* der Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen, welche eine Begrenzung der Emissionen von leichten Motorwagen nicht mehr nur im Leerlauf, sondern künftig auch im Stadtfahrzyklus festlegte. Die sukzessiven Nachträge zu diesem Reglement wurden in der Schweiz 1975 (ECE 15.01), 1977 (ECE 15.02) bzw. 1980 (ECE 15.03) eingeführt.

Der «Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über Abgase und Lärm der Motorfahrzeuge» vom 20. November 1974 *legte die Ziele fest*, die bis 1982 erreicht werden sollten: Eine Verringerung der CO- und HC-Emissionen um 80°% und der NO_x-Emissionen um 30°% im Vergleich zu den vom ECE-Reglement Nr. 15 vorgeschriebenen Grenzwerten.

Am 26. September 1974 wurde bei der Bundeskanzlei eine *Volksinitiative* gegen die Luftverschmutzung durch die Motorfahrzeuge – die sogenannte «Albatros-Initiative» – eingereicht. Die Initiative verfolgte zwar ähnliche Ziele wie diejenigen, die vom Bundesrat festgelegt worden waren, forderte aber eine raschere Umsetzung (bis 1977 anstatt bis 1982). In der Volksabstimmung am 25. September 1977 wurde die «Albatros-Initiative» mit 1 157 514 «Nein» gegen 740 733 «Ja» abgelehnt.

Trotz wiederholter Vorstösse der Vertreter der Schweiz in der Wirtschaftskommission (ECE) stellte sich heraus, dass die vom Bundesrat formulierten Ziele im Rahmen der Wirtschaftskommission für Europa nicht erreicht werden konnten. Aus diesem Grund wurde eine interne Arbeitsgruppe der Bundesverwaltung eingesetzt. Der Bericht dieser Arbeitsgruppe bildete die Grundlage für die Grundsatzentscheidung des Bundesrates vom 11. Juli 1979, *vom ECE-Reglement Nr. 15 zurückzutreten* und mit der Ausarbeitung eigener Vorschriften für die leichten Motorwagen zu beginnen.

Um einen «Alleingang» in dieser Sache zu vermeiden, wurden die nach 1982 eingeführten schweizerischen Vorschriften in Zusammenarbeit mit Schweden ausgearbeitet, wobei die bereits bestehenden amerikanischen Vorschriften und Messverfahren ebenfalls berücksichtigt wurden. Am 16. September 1981 beauftragte der Bundesrat das Departement für auswärtige Angelegenheiten, den Rücktritt der Schweiz 1981 vom ECE-Reglement Nr. 15 mit Wirkung auf den 21. Oktober einzuleiten. Auf dieses Datum hin trat in der Schweiz die Verordnung über Abgase von Motorwagen mit Benzinmotoren (Abgasverordnung – AGV) in Kraft, welche die Einführung von Grenzwerten in zwei Etappen vorsah: Die erste Etappe, die «AGV 82», entsprach den amerikanischen Normen für sämtliche Fahrzeugmodelle aus den Jahren 1973/1974 und trat am 1.10.1982 in Kraft, die zweite Etappe «AGV 86» übernahm die amerikanischen Normen für sämtliche Fahrzeugmodelle aus den Jahren 1977 bis 1979 und wurde am 1.10.1986 eingeführt.

Am 1. März 1982 beschloss der Bundesrat die Einführung der im Rahmen der ECE ausgearbeiteten neuen Abgasvorschriften für *Motorräder* (ECE-Reglement Nr. 40) und *Motorfahrräder* (ECE-Reglement Nr. 47).

Am 16. September 1985 wurden die *Vorschriften für Personenwagen verschärft*, indem die in den USA seit 1983 geltenden Normen übernommen wurden. Die neue diesbezügliche Verordnung «FAV 1» trat ab dem 1. Oktober 1987 etappenweise in Kraft. Diese Verordnung schreibt einerseits vor, dass Motorfahrzeuge mit Fremdzündungsmotor zwingend mit einem geregelten Drei-Weg-Katalysator ausgerüstet sein müssen, und legt andererseits zum ersten Mal Grenzwerte für die Abgasemissionen von *Fahrzeugen mit Kompressionszündungsmotor fest*.

Am 22. Oktober 1986 führte der Bundesrat die ersten Abgasvorschriften für schwere Nutzfahrzeuge ein und verschärfte die für Motorräder und Motorfahrräder geltenden Vorschriften:

- *Schwere Motorwagen*: Die neue Verordnung «FAV 2» für schwere Motorwagen trat am 1. Oktober 1987 in Kraft. Diese Verordnung stützte sich auf die im Rahmen der ECE ausgearbeiteten Messmethoden (ECE-Reglement Nr. 49), legte aber strengere Grenzwerte fest (-40% CO und HC; -20% NO_x).
- *Motorräder*: Die Anforderungen an die Motorräder wurden durch die Verordnung «FAV 3» verschärft. Die im ECE-Reglement Nr. 40 festgelegte Messmethode wurde beibehalten, die Grenzwerte hingegen wurden um 40 bis 70% gesenkt.
- *Motorfahrräder*: Die Verordnung über die Motorfahrräder «FAV 4» trat am 1.10.1988 in Kraft. Auch hier wurde die im ECE-Reglement Nr. 47 festgelegte Messmethode beibehalten, die Grenzwerte jedoch wurden um 90 bis 94% gesenkt. Diese neue Norm schrieb auch vor, dass Motorfahrräder mit einem Katalysator ausgerüstet und mit unverbleitem Benzin betrieben werden müssen.

Am 24. Februar 1988 entschied der Bundesrat, den Grenzwert für HC für *Motorräder mit 2-Takt-Motoren* demjenigen für Motorräder mit 4-Takt-Motoren anzupassen (3,0 g/km anstatt 7,5 g/km); diese Entscheidung trat am 1.10.1990 in Kraft («FAV 3-2»).

Am 4. Mai 1988 verschärfte der Bundesrat die Abgasvorschriften für *schwere Motorwagen* und legte zum ersten Mal einen Grenzwert für die Partikelemissionen fest, welcher am 1. Oktober 1991 in Kraft trat («FAV 2-2»). Am 13. Januar 1993 wurde dieser Grenzwert weiter gesenkt, womit die Harmonisierung der schweizerischen Vorschriften mit den europäischen Normen sichergestellt wurde («FAV 2-3»).

Im Zusammenhang mit den Massnahmen zur Wiederbelebung der schweizerischen Wirtschaft (Abbau der technischen Handelshemmnisse) traf der Bundesrat die *Grundsatzentscheidung, die schweizerische Gesetzgebung im Bereich der Abgasemissionen an jene der Europäischen Union anzugleichen*. Dieser Prozess begann am 1.10.1995. Seither wurde jede Verschärfung der europäischen Normen automatisch auch in die schweizerische Gesetzgebung übernommen. Die Inkraftsetzung erfolgt jeweils zum gleichen Zeitpunkt wie in der EU.

Am 19. Juni 1995 wurde mit der Einführung von vier neuen Verordnungen ein weiterer Schritt in Richtung Harmonisierung der technischen Normen für leichte und schwere Motorwagen getan:

- Die bisher geltende Verordnung über Bau und Ausrüstung der Strassenfahrzeuge (BAV) wurde durch die Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS) ersetzt;
- Die Verordnung über die Typengenehmigung von Strassenfahrzeugen (TGV) regelt die Genehmigung von Fahrzeugen, für die noch keine allgemeine EU-Typenprüfung bzw. kein Konformitätszertifikat der EU vorliegt (z. B. Motorfahrräder);
- Die «TAFV 1» konkretisiert die Harmonisierung der Abgasvorschriften für Personenwagen (Richtlinie 94/12/EG) und schwere Motorwagen (Richtlinie 91/542/EG) ab Erreichen der europäischen Norm «EURO 2»;

- Die TAFV 2 regelt die technischen Anforderungen an landwirtschaftliche Traktoren, enthält jedoch keinerlei Abgasvorschriften für diese Fahrzeuge.

Am 21. April 1997 wurde die neue Norm EURO 2 bezüglich leichter Nutzfahrzeuge (Richtlinie 96/69/EG) im Zuge einer Änderung der TAFV 1 in die schweizerische Gesetzgebung übernommen.

Um ab 1999 auch die Harmonisierung der Vorschriften für Motorräder und Kleinmotorräder (ohne Motorfahrräder) sicherzustellen, erliess der Bundesrat am 2. September 1998 die neue Verordnung «TAFV 3» (Integration der europäischen Richtlinie 97/24/EG).

Mit den Änderungen der TAFV 1 und der VTS vom 6. September 2000 wurden für leichte Motorwagen die Normen EURO 3 und 4, für schwere Motorwagen die Normen EURO 3 bis 5 sowie für Motoren von Arbeitsmotorwagen und Arbeitsanhängern die neuen harmonisierten europäischen Abgasvorschriften (Richtlinie 97/68/EG) in das schweizerische Recht aufgenommen.

Mit den Änderungen der VTS und der TAFV 2 vom 21. August 2002 wurden die für land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen geltenden neuen europäischen Abgasvorschriften (Richtlinie 2000/25/EG) ins schweizerische Recht aufgenommen.

Mit der Inkraftsetzung auf 1. Januar 2003 der Verordnung über Wartung und Nachkontrolle von Motorwagen betreffend Abgas- und Rauchemissionen vom 21. August 2002 wurde sichergestellt, dass die Bestimmungen der Richtlinie 98/69/EG betreffend OBD-Systeme ins schweizerische Recht überführt werden. Die bisherige Verordnung über Wartung und Nachkontrolle von Motorwagen betreffend Abgas- und Rauchemissionen vom 22. Dezember 1993 wurde aufgehoben.

Mit den Änderungen der VTS vom 10. Juni 2005 wurden die für Arbeitsmotorwagen und aufgebaute Arbeitsmotoren sowie für land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen geltenden neuen europäischen Abgasvorschriften (Richtlinie 2004/26/EG und 2005/13/EG) ins schweizerische Recht aufgenommen.

Mit der Änderung der Schifffahrts-Abgasverordnung (SAV) vom 2. Mai 2007 wurden die Richtlinien 94/25/EG und 97/68/EG ins schweizerische Recht übernommen. Zudem wurde die Regelung eingeführt, dass Kompressionszündungsmotoren von gewerbsmässig eingesetzten neuen Fahrgastschiffen mit Partikelfiltern ausgerüstet werden müssen (SAV, Ziffer 3.4.3).

Mit der Änderung der VTS vom 16. Januar 2008 wurde die Verordnung 715/2007/EG (EURO 5 und EURO 6 für leichte Motorwagen) ins schweizerische Recht aufgenommen.

Mit der Änderung der LRV vom 19. September 2008 müssen in der Schweiz mobile Maschinen und Geräte mit Kompressionszündungsmotoren ab 18 kW, welche auf Baustellen eingesetzt werden, einen Partikel-Anzahl-Grenzwert von 1×10^{12} #/kWh nach dem Prüfzyklus NRSC und NRTC gemäss 97/68/EG einhalten. (In Kraft Setzung 1.1.2009)

Mit den Änderungen der TAFV1 und der VTS vom 14. Oktober 2009 wurde die Verordnung 595/2009/EG (EURO VI für schwere Motorwagen) ins schweizerische Recht aufgenommen.

Mit der Änderung der Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (AB-EBV²) vom 31. März 2010 wurde die Richtlinie 97/68/EG in der Fassung 2004/26/EG ins schweizerische Eisenbahnrecht übernommen. Zudem wurden die AB-EBV ergänzt mit einem Artikel zur Ausrüstung neuer thermischer Triebfahrzeuge mit Partikelfiltern (AB-EBV, zu Art. 4, Ziffer 6, in Kraft Setzung 1.7.2010).

² AB-EBV unter <https://www.bav.admin.ch/bav/de/home/rechtliches/rechtsgrundlagen-vorschriften/ab-ebv.html>

Mit der Änderung der LRV vom 18. Juni 2010 wurde die Richtlinie 97/68/EG für Arbeitsgeräte < 19 kW ins schweizerische Recht übernommen.

Im März 2014 wurde die WLTP GTR Nr. 15 auf UNECE-Ebene in Genf verabschiedet (Basis für die Einführung in den einzelnen Regionen, wie beispielsweise in der EU).

Im September 2017 wurden WLTP und RDE für die Typenprüfung von Neuwagen und leichte Nutzfahrzeuge in der EU und in der Schweiz eingeführt (Verordnungen (EU) Nr. 2017/1151 und Nr. 2017/1347 für WLTP, Verordnungen (EU) Nr. 2016/427, Nr. 2016/646 und Nr. 2017/1154 für RDE).

Mit der LRV-Änderung vom 11.03.2017 wurde die Verordnung (EU) Nr. 2016/1628 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. September 2016 über die Anforderungen in Bezug auf die Emissionsgrenzwerte für gasförmige Schadstoffe und luftverunreinigende Partikel und die Typgenehmigung für Verbrennungsmotoren für nicht für den Straßenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte für sämtliche Nonroad-Maschinen und Geräte inkl. Traktoren in der Schweiz übernommen (Abgasstufe V).

A2 Allgemeine Bemerkungen zu den Reglementen

Bei den im Rahmen der Wirtschaftskommission für Europa (ECE) erarbeiteten Reglementen wurden für die Kontrollen zur Produktionsüberprüfung (Fahrzeuge aus Serienproduktion) strengere Grenzwerte festgelegt als für die Typenprüfungen (Prototypen). Bei den späteren Reglementen wurde diese Unterscheidung nicht mehr gemacht. Aus diesem Grund werden in den vorgängig aufgeführten Tabellen und Grafiken die Grenzwerte für die *Kontrollen zur Produktionsüberprüfung* dargestellt.

Die in den Reglementen der ECE für Personenwagen und Motorräder festgelegten Grenzwerte weisen je nach Fahrzeuggewicht erhebliche Unterschiede auf: Für schwerere Fahrzeuge waren höhere Emissionswerte erlaubt als für Fahrzeuge mit einem geringeren Gewicht. Heutzutage besteht dieser Unterschied (ausser bei den leichten Nutzfahrzeugen) nicht mehr. In den Tabellen wurden deshalb die unteren und oberen Grenzwerte aufgeführt, während sich die in den Grafiken eingezeichneten ECE-Grenzwerte auf die am Rand angegebene spezifische Schwungmasse beziehen.

Im Rahmen des ECE-Reglements Nr. 15 (leichte Motorfahrzeuge) wurden *Kohlenwasserstoffemissionen* im Stadtfahrzyklus an Hand eines nicht-dispersiven Infrarot-Absorptionsanalysators (NDIR) bestimmt. Die anderen Reglemente sehen für diese Messung den Einsatz eines Flammenionisationsdetektors (FID) vor. Zur besseren Vergleichsmöglichkeit wurden die NDIR-Grenzwerte nach ECE 15 in die entsprechenden FID-Werte nach ECE 15 umgerechnet und zu diesem Zweck mit dem konstanten und theoretischen Faktor 2 multipliziert.

Seit 1996 sehen die neuen europäischen Richtlinien (EURO 2) *keine getrennten Grenzwerte für THC und NO_x* mehr vor. Stattdessen wird nur noch die Summe der beiden verschmutzenden Gase gemessen. Bei der Erstellung der Grafiken wurde von einem angenommenen Verhältnis THC:NO_x von 40:60 bei Fremdzündungsmotoren bzw. von 20:80 bei Kompressionszündungsmotoren ausgegangen.

Die Inkraftsetzung der europäischen Richtlinien erfolgt in der Regel in zwei Phasen, die jeweils ein Jahr auseinanderliegen. Das erste Inkraftsetzungsdatum betrifft ausschliesslich neue Modelle, das zweite Datum hingegen sämtliche Neuzulassungen. In den Tabellen wurde *das Datum der Einfuhr* (bzw. des Baus in der Schweiz) angegeben, d.h. aufgeführt ist somit das zweite Datum.

Seit 1982 enthalten die Reglemente bei den leichten Motorwagen Mindestanforderungen an die *Haltbarkeit* der emissionsrelevanten Bauteile: Sie müssen so beschaffen sein, dass die Grenzwerte während 80 000 km oder 5 Jahren eingehalten werden. Ab 2005 wurde die Mindestanforderung an die Laufleistung auf 100 000 km erhöht.

In der Regel gilt eine neue Etappe von Vorschriften jeweils für die gesamte davon betroffene Fahrzeugkategorie. Allerdings können für einzelne Fahrzeugtypen, die bestimmte technische Voraussetzungen erfüllen, unterschiedliche Grenzwerte oder längere Übergangsfristen festgelegt werden. So enthalten beispielsweise die seit 1996 geltenden EU-Normen für *Personenwagen* mit Kompressionszündungsmotor höhere NO_x-Grenzwerte als für benzinbetriebene Fahrzeuge. In den Tabellen wird deshalb zwischen Kompressionszündungs- und Fremdzündungsmotoren unterschieden. Für *Motorräder* wird bis zur Einführung von EURO 2 ab 1.4.2003 zwischen 2-Takt- und 4-Takt-Fremdzündungsmotoren unterschieden. Die Grenzwerte für Partikelemissionen beziehen sich auf Kompressionszündungsmotoren und Fremdzündungsmotoren mit Direkteinspritzung.

Angesichts der Unterschiede zwischen den verschiedenen Reglementen sind die in den Tabellen und Grafiken aufgeführten, chronologisch geordneten Grenzwerte nicht immer direkt miteinander vergleichbar. Für vollständige und detaillierte weiterführende Informationen wird deshalb auf die jeweiligen Reglemente, Verordnungen oder Richtlinien verwiesen (siehe Anhang A5).

A3 Bei der Typenprüfung durchgeführte Tests

Bei der Typenprüfung oder bei einer Produktionsüberprüfung wird eine Reihe von Tests durchgeführt. Anhand dieser je nach Fahrzeugkategorie unterschiedlichen Tests können die spezifischen Emissionen ermittelt werden:

- Fahrzyklustest: Während das Fahrzeug auf der Prüfbank eine simulierte Strecke abfährt und dabei verschiedene Beschleunigungs- und Verzögerungsphasen durchläuft, wird der Schadstoffausstoss am Auspuff gemessen.
- Real Driving Emissions Test (RDE-Test): Für Fahrzeuge, welche die Emissionsnorm EURO 6d-TEMP sowie die zukünftige Emissionsnorm EURO 6d erfüllen müssen, ist ein Test im realen Strassenverkehr vorgeschrieben (Emissionen im realen Fahrbetrieb; RDE). Dieser setzt sich aus drei Teilen zusammen, einem städtischen Teil, einem Überland- und einem Autobahnteil. Die Prüfungen der Emissionsnormen EURO 6d-TEMP sowie der strengeren EURO 6d müssen ausschliesslich im Rahmen des WLTP durchgeführt werden.
- Test auf der Motorbank: Bei schweren Motorfahrzeugen wird der Schadstoffausstoss am Auspuff gemessen, während der ausgebaute Motor des Fahrzeugs auf der Motorbank verschiedene zuvor festgelegte Betriebszustände durchläuft.
- Die Grenzwerte dieser Typenprüfungstests sind in den Tabellen und Grafiken in Kapitel 2 angegeben. Die verschiedenen Fahrzyklen sind in Anhang A4 grafisch dargestellt; eine kurze Beschreibung findet sich in Anhang A5.
- Verdampfungstest: Dabei werden die HC-Verdampfungsemissionen aus dem Treibstofftank und der Treibstoffzufuhr des Motors gemessen. Mit der Einführung der FAV 1 wurden die Verdampfungsverluste für Fahrzeuge mit Fremdzündungsmotor auf 2 g/Test begrenzt.
- Leerlaufstest: Bei diesem Test werden die Kohlenmonoxyd- und Kohlenwasserstoffemissionen am Auspuff gemessen, während der Motor bei Leerlaufdrehzahl arbeitet. Der Grenzwert für den CO-Gehalt in den Abgasen beispielsweise wurde nach und nach von 4,5 % auf 0,5 % gesenkt.
- Kurbelgehäusetest: Dabei werden allfällige Kohlenwasserstoffemissionen aus dem Kurbelgehäuse des Fremdzündungsmotors gemessen. Seit 1971 müssen Emissionen aus dem Kurbelgehäuse vollständig zurückgeführt werden.
- Rauchemissionstest: Bei diesem Test werden die Rauchemissionen des Kompressionszündungsmotors unter Vollast und/oder bei freier Beschleunigung gemessen (Anmerkung: Die Messung erfolgt gemäss dem ECE-Reglement Nr. 24 «Einheitliche Vorschriften für die Genehmigung der mit einem Motor mit Kompressionszündung ausgerüsteten Motorfahrzeuge hinsichtlich der Emission sichtbarer luftverunreinigender Stoffe aus dem Motor»).

A4 Darstellung der bei der Genehmigung durchgeführten Fahrzyklen

Nachstehend werden die beim Fahrzyklustest oder beim Test auf der Motorbank simulierten Fahrzyklen für die verschiedenen Fahrzeugkategorien dargestellt:

- Leichte Motorwagen:
 - Europäische Zyklen (ECE 15, NEFZ, NEFZm)
 - Amerikanische Zyklen (FTP 72, FTP 75)
 - Globale Zyklen UNECE (WLTC)
- Schwere Motorwagen (ECE 49, ESC, ETC, WHSC, WHTC)
- Motorräder (ECE 40, ECE 40m und NEFZ+) und Motorfahräder (ECE 47)
- Motoren von Arbeitsmotorwagen und -anhängern, sowie Traktoren und Motorkarren (97/68/EG, 2000/25/EG bzw. ECE 96; 8-Stufen-Test).

In der untenstehenden Tabelle werden einige charakteristische Daten für die verschiedenen Fahrzyklen, die bei leichten Motorfahrzeugen zur Anwendung kommen, dargestellt:

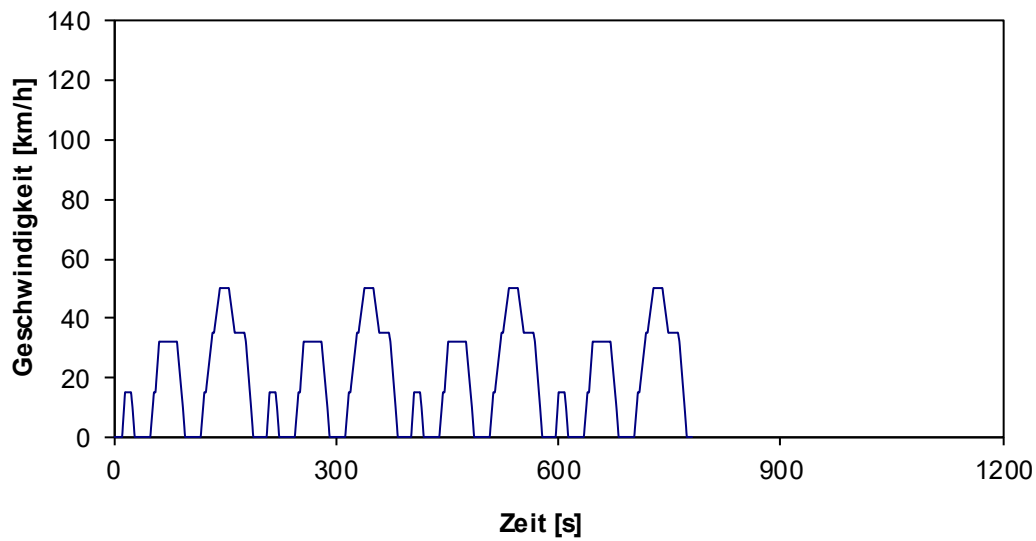
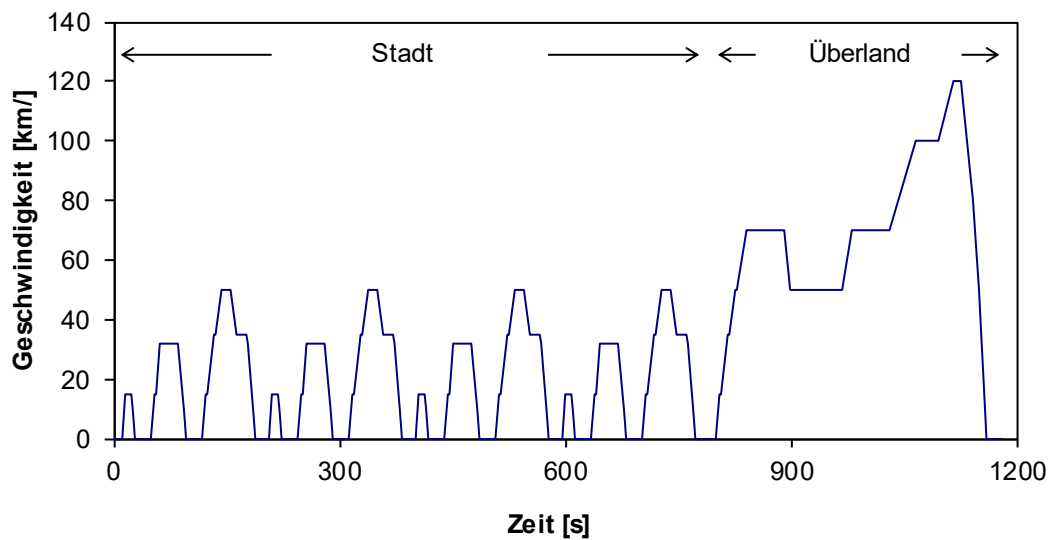
Tab. 17: Fahrzyklusdaten für leichte Motorwagen

Zyklus	Mittlere Geschwindigkeit [km/h]	Höchstgeschwindigkeit [km/h]	Dauer des Zyklus [sec]	Gefahrene Strecke [m]	Anteil Zeit im Leerlauf [%]
ECE 15	18.7	50	780	4'058	32
NEFZ	33.6	120	1'180	11'013	25
• Stadt	18.7	50	780	4'058	32
• Überland	62.6	120	400	6'955	10
WLTC^a	46.5	131.3	1'800	23'266	13.4
• Low	18.9	56.5	589	3'095	26.5
• Medium	39.5	76.6	433	4'756	11.1
• High	56.7	97.4	455	7'162	6.8
• Extra High	92.0	131.3	323	8'254	2.2
FTP 72	31.5	91.2	1'372	11'989	19
• Phase I	41.2	91.2	505	5'779	20
• Phase II	25.8	55.1	867	6'210	19
FTP 75	34.1	91.2	1'372	17'769	19
• Phase I	41.2	91.2	505	5'779	20
• Phase II	25.8	55.1	867	6'210	19
• Phase III	41.2	91.2	505	5'779	20
ECE 40^b	18.7	50	195	1'014	32
ECE 47^c	24.1	30	112	749	0.8

^a Für WLTC Klasse 3b ($v_{max} \geq 120$ km/h).

^b Der Zyklus (ähnlich ECE 15) wird bei warmem Motor bis zu drei Mal wiederholt.

^c Für eine Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h, bis zu drei Wiederholungen bei warmem Motor.

Abb. 8: Leichte Motorwagen: Zyklus ECE 15**Abb. 9: Leichte Motorwagen: Zyklus NEFZ****Anmerkung**

Der neue Zyklus NEFZm (auch EURO 3-Zyklus genannt) ist mit dem oben dargestellten NEFZ-Zyklus identisch, ausser dass auf die Aufwärmphase von 40 Sekunden (Motor im Leerlauf, ohne Schadstoffmessung) vor dem Durchlauf des Zyklus verzichtet wurde.

Abb. 10: Leichte Motorwagen: Zyklus WLTC

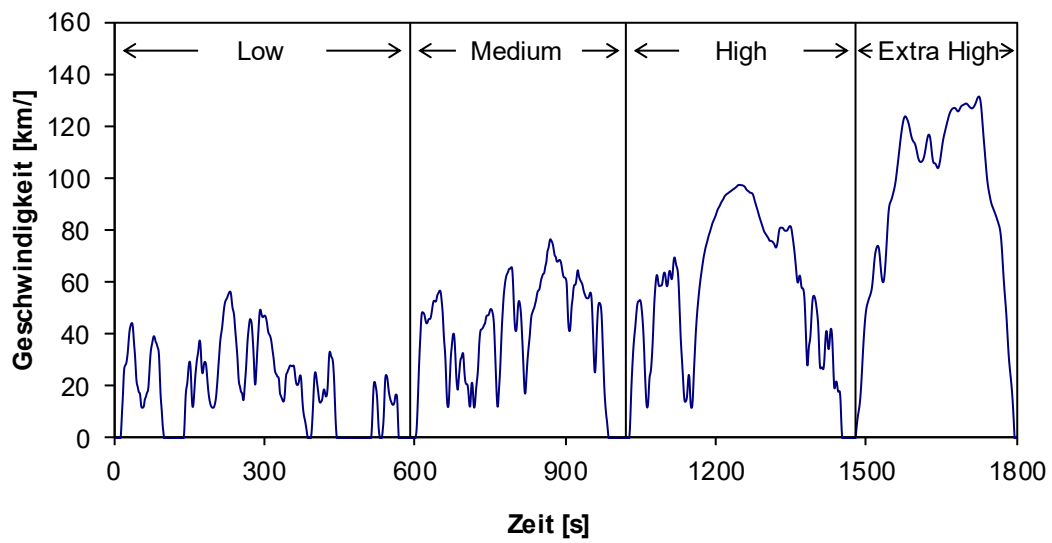


Abb. 11: Leichte Motorwagen: Zyklus FTP 72

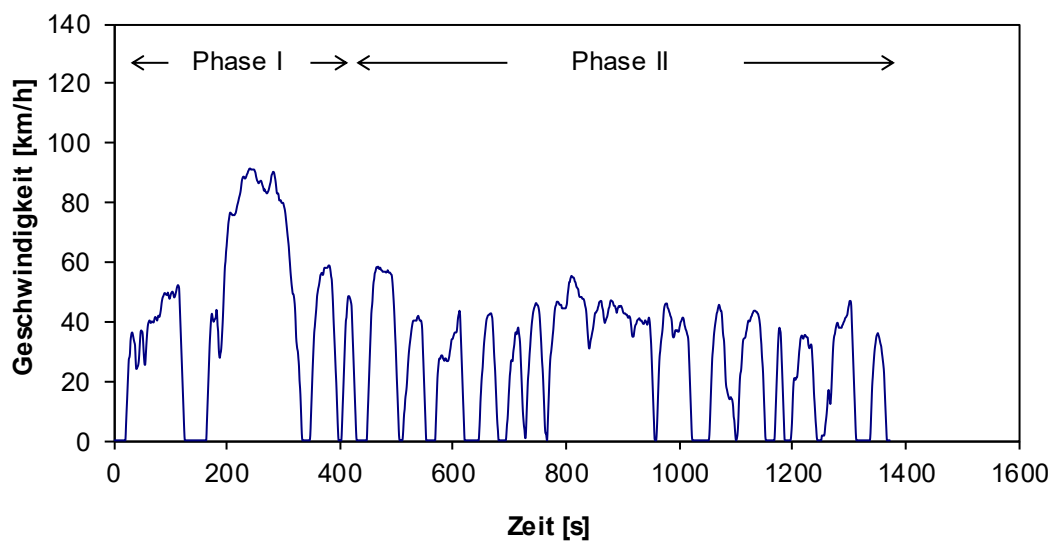
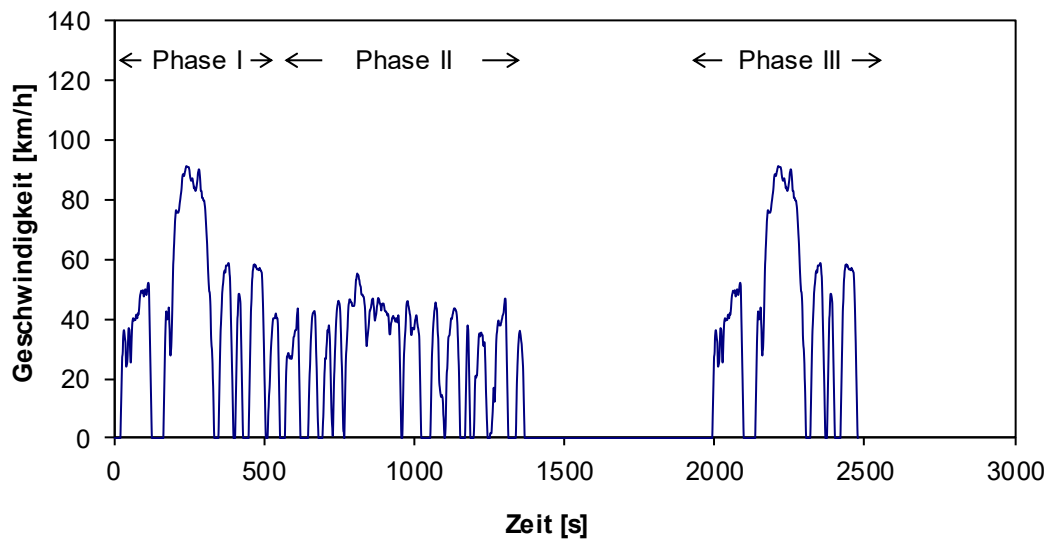
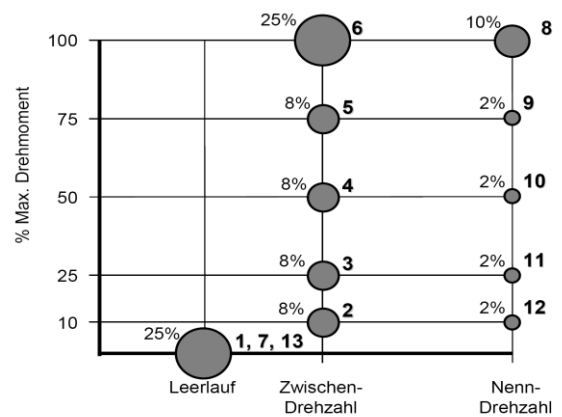


Abb. 12: Leichte Motorwagen: Zyklus FTP 75



Tab. 18: Schwere Motorwagen: Zyklus ECE 49 (13-Stufen-Test)

Prüf-punkte	Motordrehzahl	Max. Dreh-moment [%]	Gewichtungs-faktor
1	Leerlaufdrehzahl	0	0.25 ^a
2	Zwischendrehzahl	10	0.08
3	Zwischendrehzahl	25	0.08
4	Zwischendrehzahl	50	0.08
5	Zwischendrehzahl	75	0.08
6	Zwischendrehzahl	100	0.25
7	Leerlaufdrehzahl	0	0.25 ^a
8	Nenndrehzahl	100	0.10
9	Nenndrehzahl	75	0.02
10	Nenndrehzahl	50	0.02
11	Nenndrehzahl	25	0.02
12	Nenndrehzahl	10	0.02
13	Leerlaufdrehzahl	0	0.25 ^a



^a Alle 3 Leerlaufpunkte zusammen WF= 0.25.

Abb. 13: Schwere Motorwagen: Zyklus ESC

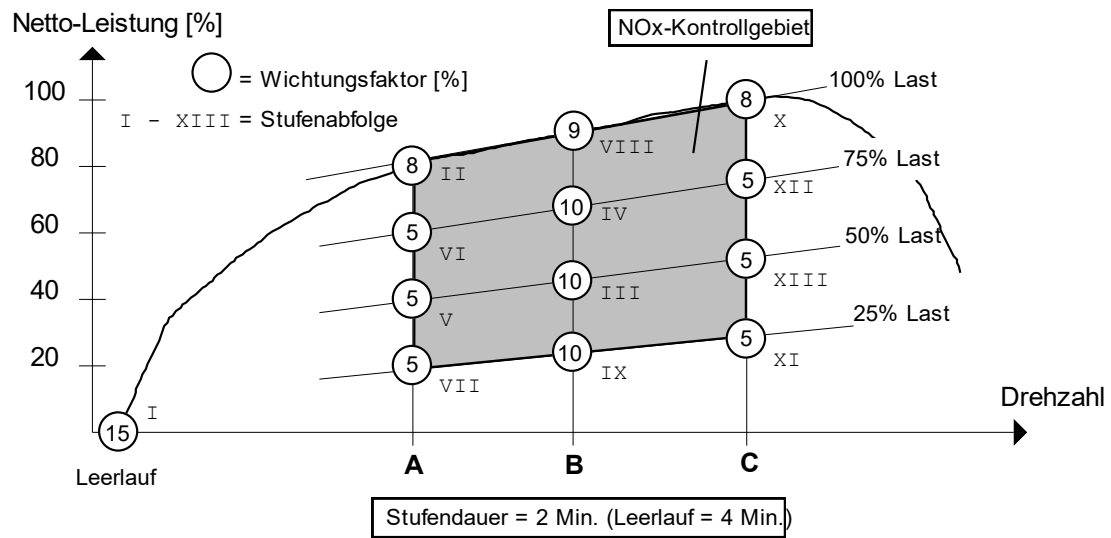
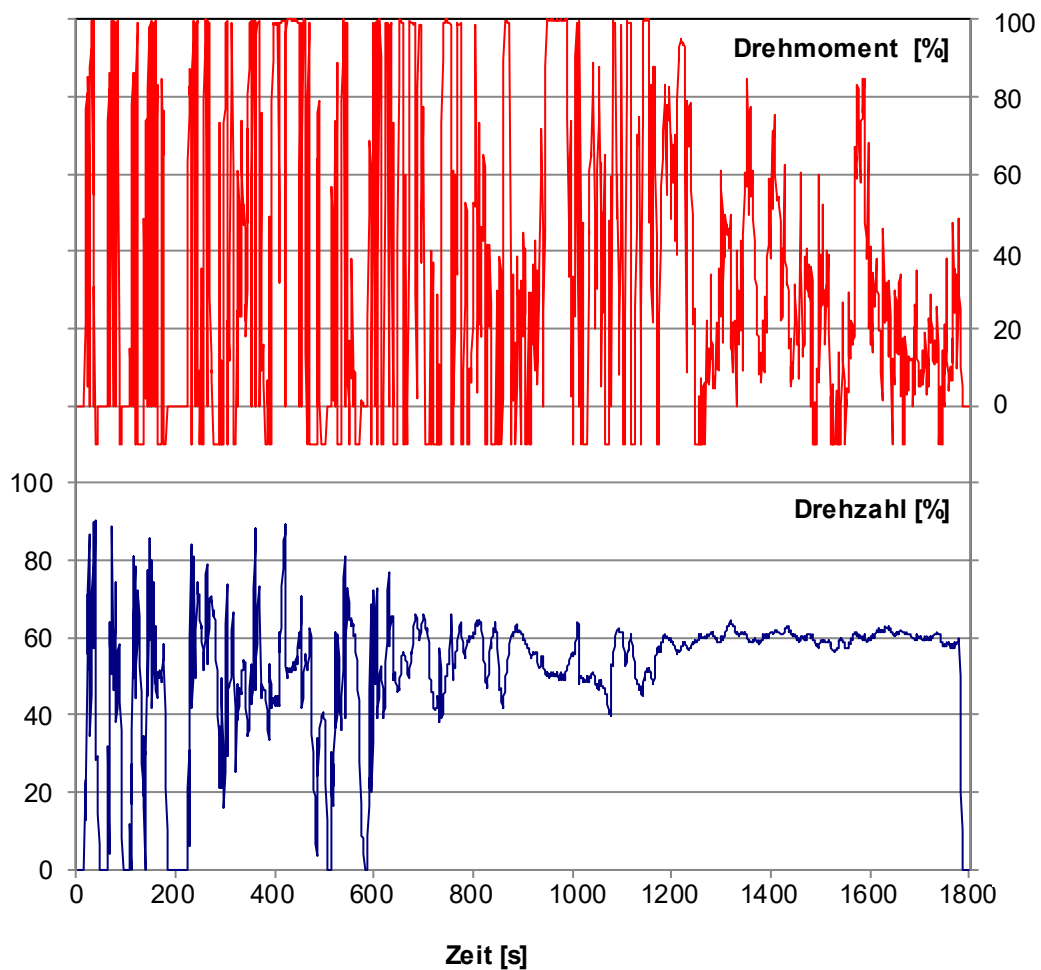


Abb. 14: Schwere Motorwagen: Zyklus ETC



Tab. 19: Schwere Motorwagen: Zyklus WHSC

Prüfpunkte	Motordrehzahl [%]	Last [%]	Gewichtungsfaktor [-]	Dauer der Prüfphase [s]
0	Schleppbetrieb	-	0.24	-
1	Leerlauf	0	0.17/2	210
2	55	100	0.02	50
3	55	25	0.10	250
4	55	70	0.03	75
5	35	100	0.02	50
6	25	25	0.08	200
7	45	70	0.03	75
8	45	25	0.06	150
9	55	50	0.05	125
10	75	100	0.02	50
11	35	50	0.08	200
12	35	25	0.10	250
13	Leerlauf	0	0.17/2	210
Total			1.00	1895

Abb. 15: Schwere Motorwagen: Zyklus WHTC

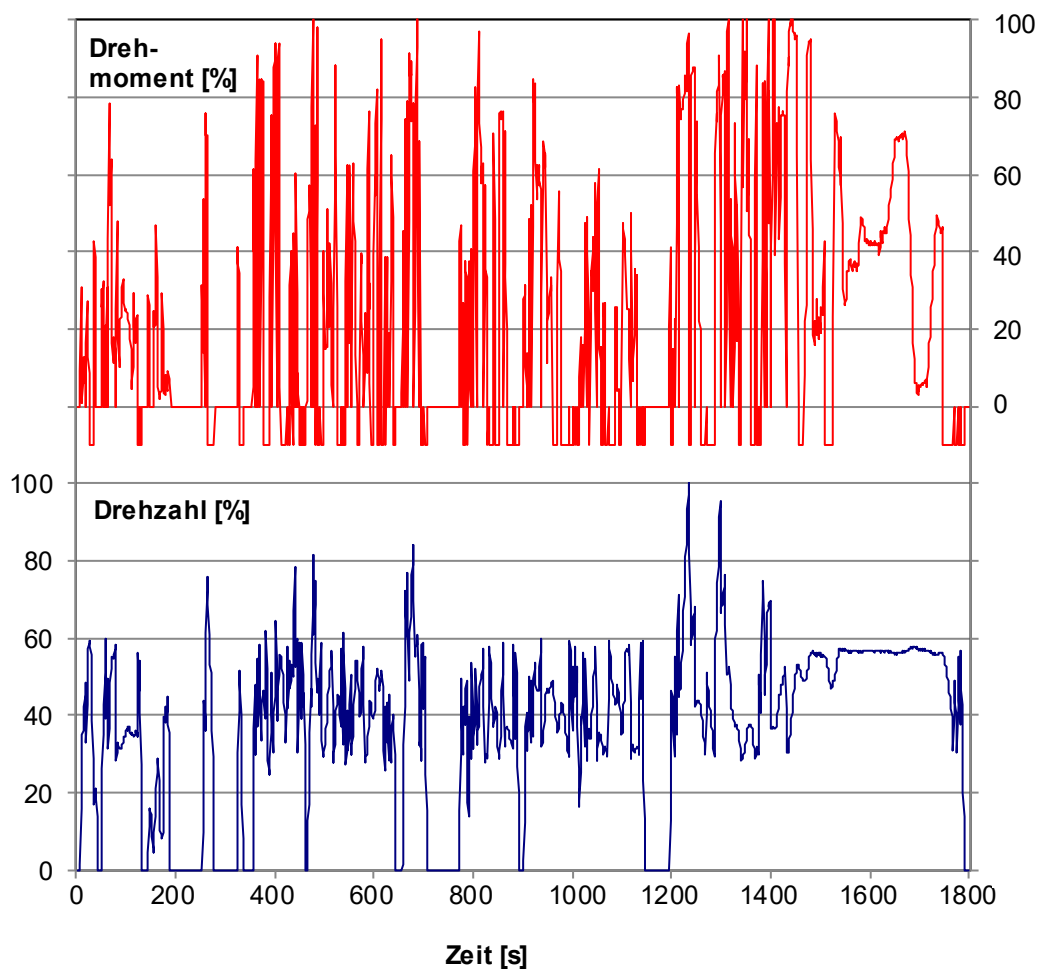
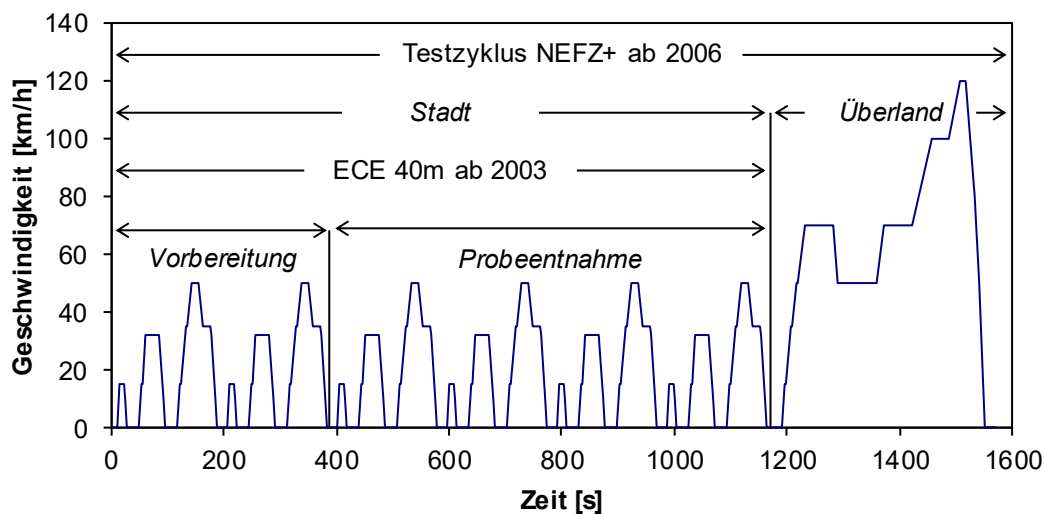


Abb. 16: Motorräder: Zyklen ECE 40 m und NEFZ+



Anmerkung

Der modifizierte Zyklus ECE 40m ist mit dem bisherigen ECE 40 identisch, ausser dass auf die Leerlaufphase von 40 Sekunden vor dem Durchfahren des Zyklus (Vorbereitung und Probentnahme) verzichtet wurde.

Abb. 17: Motorräder: Zyklus WMTC+

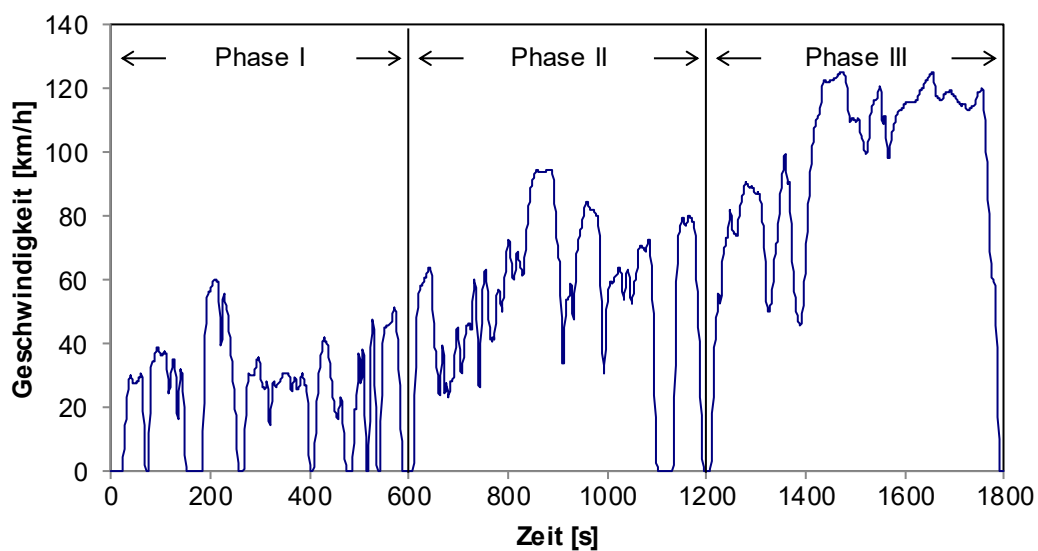
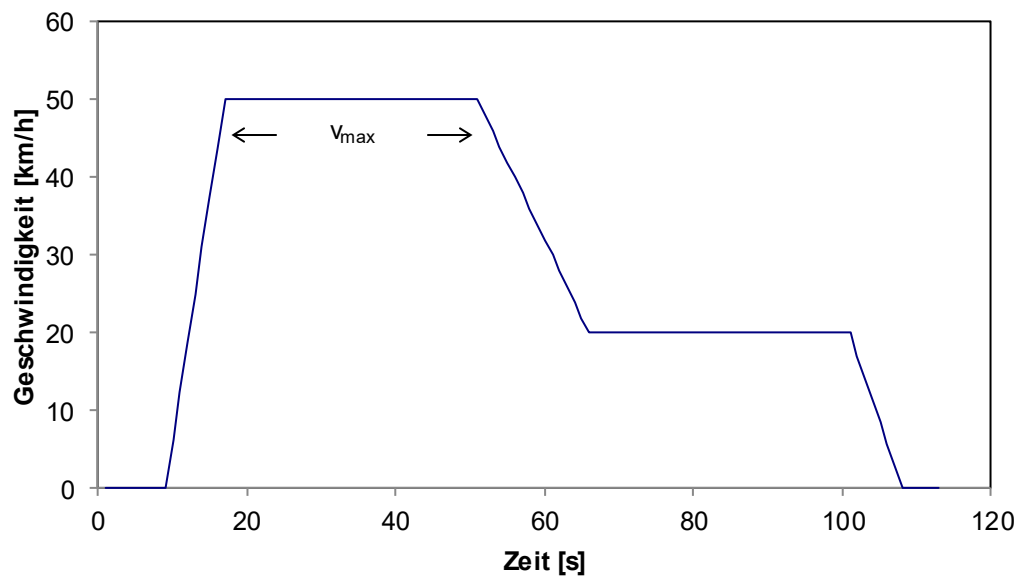


Abb. 18: Motorfahräder: Zyklus ECE 47



Tab. 20: Mobile Arbeitsmaschinen und Geräte: NRSC-Zyklus (8-Stufen-Test)

für Baumaschinen, Arbeitsmotorwagen und -anhänger sowie Traktoren und Motorkarren

Prüfpunkte	Motordrehzahl	Max. Drehmoment [%]	Gewichtungsfaktor [-]
1	Nenndrehzahl	100	0.15
2	Nenndrehzahl	75	0.15
3	Nenndrehzahl	50	0.15
4	Nenndrehzahl	10	0.10
5	Zwischendrehzahl	100	0.10
6	Zwischendrehzahl	75	0.10
7	Zwischendrehzahl	50	0.10
8	Leerlaufdrehzahl	0	0.15

Abb. 19: Mobile Arbeitsmaschinen und Geräte: NRSC-Zyklus (8-Stufen-Test)

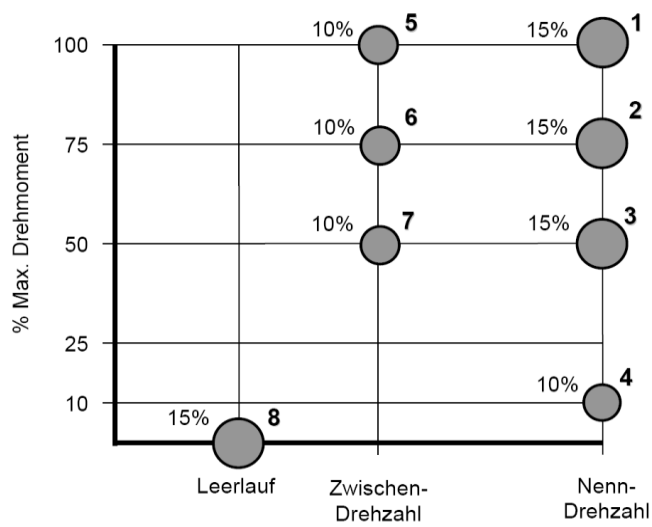
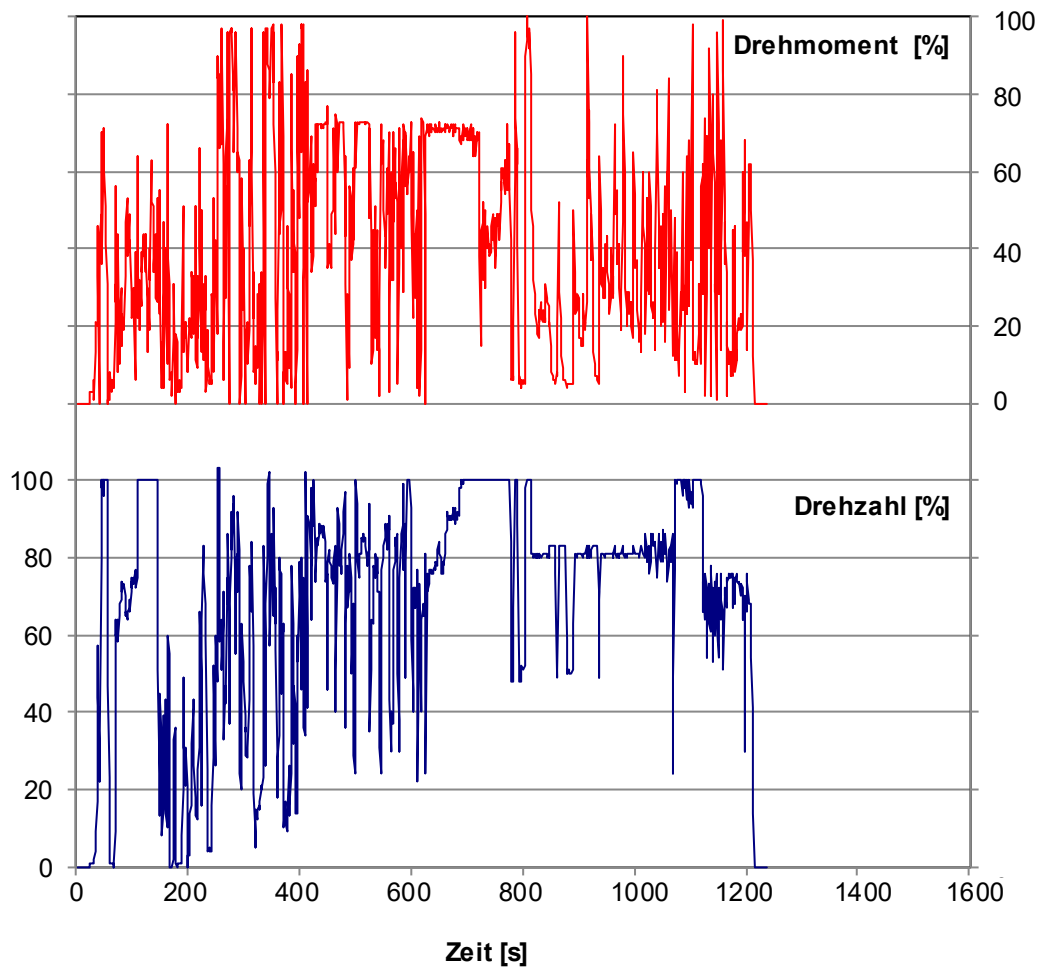


Abb. 20: Mobile Arbeitsmaschinen und Geräte: NRTC-Zyklus



Teil 4 der ISO-Norm 8178 («Hubkolben-Verbrennungsmotoren Abgasmessung») beschäftigt sich mit den «Prüfzyklen für verschiedene Motoranwendungen». Es werden hierin die Prüfzyklen für die Messung und Auswertung von gasförmigen und partikelförmigen Abgasemissionen in Hubkolben-Verbrennungsmotoren festgelegt, wenn die Leistung mit einer Leistungsbremse ermittelt wird. Die Prüfungen werden bei Stationärbetrieb durchgeführt. Die Prüfbedingungen werden in ISO 8178-1 und ISO 8178-2 festgelegt.

Unterteilung der Prüfzyklen nach ISO 8178 Teil 4:

- A** Schwere Dieselmotoren in Strassenfahrzeugen (vgl. ECE R49)
- B** Universal, beinhaltet mit Ausnahme der Prüfstufen in den Prüfzyklen Typ E3, E4 und E5 (deren Grundlage sind Propellerkurven) alle vorkommenden Prüfstufen. Die Emissionswerte aller anderen Prüfzyklen können unter Benutzung der entsprechenden Gewichtungsfaktoren aus den Messdaten des Prüfzyklus Typ B berechnet werden.
- C** Fahrzeuge (ausgenommen Strassenfahrzeuge) und Industriegeräte.
 - C1** Fahrzeuge (ausgenommen Strassenfahrzeuge) und Industriegeräte mit Dieselmotor.
 - C2** Fahrzeuge (ausgenommen Strassenfahrzeuge) und Industriegeräte mit Ottomotoren über 20 kW Leistung.
- D** Konstante Drehzahl
 - D1** Stromerzeugungsanlagen, Bewässerungspumpen.
 - D2** Stromerzeugungsaggregate mit intermittierender Belastung.
- 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 Propellercharakteristik für den Schiffshauptantrieb ohne Längenbegrenzung der Schiffe.
 - E4** Ottomotoren für Boote unter 24 m Länge, ausgenommen Motoren für Schlepp- und Bugsierboote.
 - E5** Dieselmotoren für Boote unter 24 m Länge, ausgenommen Motoren für Schlepp- und Bugsierboote.
- F** Bahnmotoren.
- G** Motoren mit Leistungen üblicherweise unter 20 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.

Tab. 21: Prüfzyklen für verschiedene Motorverwendungen: DIN EN ISO 8178-4

Gewichtungsfaktoren											
Zyklus B: Prüfpunkte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
%Max. Drehmoment	100	75	50	25	10	100	75	50	25	10	0
Motordrehzahl	Nenndrehzahl			Zwischendrehzahl				Leerlaufdrehzahl			
Prüfzyklus											
C1	0.15	0.15	0.15	-	0.10	0.10	0.10	0.10	-	-	0.15
C2	-	-	-	0.06	-	0.02	0.05	0.32	0.30	0.10	0.15
D1	0.30	0.50	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-
D2	0.05	0.25	0.30	0.30	0.10	-	-	-	-	-	-
F	0.25	-	-	-	-	-	-	0.15	-	-	0.60
G1	-	-	-	-	-	0.09	0.20	0.29	0.30	0.07	0.05
G2	0.09	0.20	0.29	0.30	0.07	-	-	-	-	-	-
G3	0.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.10
E1	0.08	0.11	-	-	-	-	0.19	0.32	-	-	0.30
E2	0.20	0.50	0.15	0.15	-	-	-	-	-	-	-
Prüfzyklen basierend auf Propellerkurve (Schiffsmotoren)											
Zyklus E3: Prüfpunkte	1	2	3	4							
Max. Leistung [%]	100	75	50	25							
Motordrehzahl [%]	100	91	80	63							
Gewichtungsfaktor	0.20	0.50	0.15	0.15							
Zyklus E4: Prüfpunkte	1	2	3	4	5						
Max. Leistung [%]	100	80	60	40	0						
Motordrehzahl [%]	100	71.6	46.5	25.3	Leerlauf						
Gewichtungsfaktor	0.06	0.14	0.15	0.25	0.40						
Zyklus E5: Prüfpunkte	1	2	3	4	5						
Max. Leistung [%]	100	75	50	25	0						
Motordrehzahl [%]	100	91	80	63	Leerlauf						
Gewichtungsfaktor	0.06	0.13	0.17	0.32	0.30						

A5 Abkürzungen

ECE-Reglemente

ECE

Reglemente der Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen.

ECE 15

Bundesbeschluss vom 15. März 1973 zur Anwendung eines Abkommens über Ausrüstung und Bestandteile von Motorfahrzeugen, Einheitliche Vorschriften für die Genehmigung der Fahrzeuge hinsichtlich der Emission luftverunreinigender Gase aus Motoren mit Fremdzündung, Reglement Nr. 15 zum Abkommen (AS 1973 1477)

- ECE 15.01: Änderung 01 (RO 1975 520)
- ECE 15.02: Änderung 02 (RO 1977 535)
- ECE 15.03: Änderung 03 (RO 1978 354)

ECE 40

Übereinkommen vom 20. März 1958 über die Annahme einheitlicher Bedingungen für die Genehmigung der Ausrüstungsgegenstände und Teile von Motorfahrzeugen und über die gegenseitige Anerkennung der Genehmigung; Reglement Nr. 40 zum Übereinkommen; Einheitliche Vorschriften für die Genehmigung der Motorfahrzeuge hinsichtlich der Emission luftverunreinigender Gase aus Motoren mit Fremdzündung (AS 1983 473).

ECE 47

Übereinkommen vom 20. März 1958 über die Annahme einheitlicher Bedingungen für die Genehmigung der Ausrüstungsgegenstände und Teile von Motorfahrzeugen und über die gegenseitige Anerkennung der Genehmigung; Reglement Nr. 47 zum Übereinkommen; Einheitliche Vorschriften für die Genehmigung der Motorfahräder hinsichtlich der Emission luftverunreinigender Gase aus Motoren mit Fremdzündungen (AS 1983 474).

ECE 96

Übereinkommen vom 20. März 1958 über die Annahme einheitlicher Bedingungen für die Genehmigung der Ausrüstungsgegenstände und Teile von Motorfahrzeugen und über die gegenseitige Anerkennung der Genehmigung; ECE Reglement Nr. 96 vom 15. Dezember 1995 über einheitliche Vorschriften für die Genehmigung der Motoren mit Kompressionszündung für land- und forstwirtschaftliche Traktoren, sowie für mobile, nicht strassengebundene Maschinen hinsichtlich der Emissionen von Schadstoffen aus dem Motor.

Gesetze

SVG

Strassenverkehrsgesetz vom 19. Dezember 1958 (SR 741.01)

Verordnungen

AGV

Verordnung vom 1. März 1982 über Abgase von Motorwagen mit Benzinmotoren (Abgasverordnung) (SR 741.434)

- «AGV 82»: 1. Etappe ab 1982
- «AGV 86»: 2. Etappe ab 1986

BAV

Verordnung vom 27. August 1969 über Bau und Ausrüstung der Strassenfahrzeuge (AS 1969 841).

BDSV

Verordnung über die Lenkungsabgabe auf Benzin und Dieselöl mit einem Schwefelgehalt von mehr als 0.001 Prozent (SR 814.020)

FAV 1

Verordnung vom 22. Oktober 1986 über die Abgasemissionen leichter Motorwagen (SR 741.435.1)

- «FAV 1–1»: 1. Etappe ab 1987
- «FAV 1–2»: 2. Etappe ab 1988
- «FAV 1–3»: 3. Etappe ab 1990

FAV 2

Verordnung vom 22. Oktober 1986 über die Abgasemissionen schwerer Motorwagen (SR 741.435.2)

- «FAV 2–1»: 1. Etappe ab 1987
- «FAV 2–2»: 2. Etappe ab 1991
- «FAV 2–3»: 3. Etappe ab 1993

FAV 3

Verordnung vom 22. Oktober 1986 über die Abgasemissionen von Motorrädern (SR 741.435.3)

- «FAV 3–1»: 1. Etappe ab 1987
- «FAV 3–2»: 2. Etappe ab 1990

FAV 4

Verordnung vom 22. Oktober 1986 über die Abgasemissionen von Motorfahrädern (SR 741.435.4).

GVV

Verordnung vom 23. Dezember 1971 über verbotene giftige Stoffe (SR 814.839).

LMV

Verordnung vom 26. Mai 1936 über Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände (Lebensmittelverordnung) (SR 817.02).

LRV

Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985 (SR 814.318.142.1).

SNV

Normen der Schweizerischen Normen-Vereinigung:

- Qualitätsrichtlinien für Superbenzin (SN 181 161)
- Qualitätsrichtlinien für unverbleite Motorenbenzine (SN 181 162)
- Qualitätsrichtlinien für Dieseltreibstoff (SN 181 160).

SAV

Verordnung vom 13. Dezember 1993 (Stand am 1. Juni 2007) über die Abgasemissionen von Schiffsmotoren auf schweizerischen Gewässern.

TAFV 1

Verordnung vom 19. Juni 1995 über technische Anforderungen an Transportmotorwagen und deren Anhänger (SR 741.412). Diese gliedert folgende Normen in das schweizerische Recht ein:

- «EURO 2» für leichte Motorwagen (Richtlinie 70/220/EWG in ihrer Fassung 94/12/EG und/oder 96/69/EG) und «EURO II» für schwere Motorwagen (Richtlinie 88/77/EWG in ihrer Fassung 91/542/EG)
- «EURO 3» und «EURO 4» (Richtlinie 98/69/EG für leichte Motorwagen) und «EURO III/IV/V» (Richtlinie 1999/96/EG für schwere Motorwagen)
- «EURO IV/V» für schwere Motorwagen (Richtlinie 2005/55/EG)
- «EURO 5/6» für leichte Motorwagen (Verordnung (EG) Nr. 715/2007)
- «EURO VI» für Schwere Motorwagen (Verordnung (EG) Nr. 595/2009)

TAFV 2

Verordnung vom 19. Juni 1995 über technische Anforderungen an landwirtschaftliche Traktoren (SR 741.413); darin sind unter anderem die europäische Richtlinie 2000/25/EG sowie die Verordnung (EU) 2016/1628 integriert.

TAFV 3

Verordnung vom 2. September 1998 über technische Anforderungen an Motorräder, Leicht-, Klein- und dreirädrige Motorfahrzeuge (SR 741.414); darin sind die Normen «EURO 1» gemäss der europäischen Richtlinie 97/24/EG, sowie EURO 2 und EURO 3 gemäss Richtlinie 2002/51/EG, als auch die Normen EURO 4 und EURO 5 gemäss der Delegierten Verordnung (EU) Nr. 134/2014 integriert.

TGV

Verordnung vom 19. Juni 1995 über die Typgenehmigung von Strassenfahrzeugen (SR 741.511).

VTS

Verordnung vom 19. Juni 1995 über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (SR 741.41). Diese gliedert folgende Abgasnormen in das schweizerische Recht ein:

- 70/220/EWG betreffend Abgasvorschriften für leichte Motorwagen;
- 88/77/EWG betreffend Abgasvorschriften für schwere Motorwagen. Siehe auch Richtlinie 2005/55/EG;
- 97/24/EG betreffend Abgasvorschriften für zwei- oder dreirädrige Motorfahrzeuge;
- 97/68/EG Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Massnahmen zur Bekämpfung der Emission von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln aus Verbrennungsmotoren für mobile Maschinen und Geräte, ABl. L 59 vom 27.2.1998, S. 1; zuletzt geändert durch Verordnung (EU) 2016/1628, ABl. L 252 vom 16.9.2016, S. 53.;
- 2000/25/EG betreffend Abgasvorschriften für Motoren von Traktoren und Motorkarren;
- 2001/56/EG betreffend Heizanlagen für Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger;
- 2002/51/EG betreffend Abgasvorschriften für zwei- oder dreirädrige Motorfahrzeuge;
- 2005/55/EG betreffend Abgasvorschriften für schwere Motorwagen. Diese Richtlinie ersetzt mit Wirkung vom 9. November 2006 die Richtlinie 88/77/EWG;
- 715/2007 Verordnung (EG) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2007 über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Reparatur- und Wartungsinformationen für Fahrzeuge, ABl. L 171 vom 29.6.2007, S. 1; zuletzt geändert durch Verordnung (EU) 2018/858, ABl. L 151 vom 14.6.2018, S. 1.
- 692/2008 Verordnung (EG) der Kommission vom 18. Juli 2008 zur Durchführung und Änderung der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Reparatur- und Wartungsinformationen für Fahrzeuge, ABl. L 199 vom 28.7.2008, S. 1; zuletzt geändert durch Verordnung (EU) 2017/1221, ABl. L 174 vom 7.7.2017, S. 3.

- 630/2012 Verordnung (EU) der Kommission vom 12. Juli 2012 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 bezüglich der Anforderungen für die Typgenehmigung von mit Wasserstoff und Gemischen aus Wasserstoff und Erdgas betriebenen Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen und bezüglich der Aufnahme spezifischer Informationen zu Fahrzeugen mit Elektroantrieb in den Beschreibungsbogen für die EG-Typgenehmigung, Fassung gemäss ABl. L 182 vom 13.7.2012, S. 14.
- 134/2014 Delegierte Verordnung (EU) der Kommission vom 16. Dezember 2013 zur Ergänzung der Verordnung (EU) Nr. 168/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Anforderungen an die Umweltverträglichkeit und die Leistung der Antriebseinheit sowie zur Änderung ihres Anhangs V, ABl. L 53 vom 21.2.2014, S. 1; zuletzt geändert durch Verordnung (EU) 2018/295, ABl. L 56 vom 28.2.2018, S. 1.
- 2016/1628 Verordnung (EU) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. September 2016 über die Anforderungen in Bezug auf die Emissionsgrenzwerte für gas-förmige Schadstoffe und luftverunreinigende Partikel und die Typgenehmigung für Verbrennungsmotoren für nicht für den Strassenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte, zur Änderung der Verordnungen (EU) Nr. 1024/2012 und (EU) Nr. 167/2013 und zur Änderung und Aufhebung der Richtlinie 97/68/EG, ABl. L 252 vom 16.9.2016, S. 53; geändert durch Verordnung (EU) 2017/656, ABl. L 102 vom 13.4.2017, S. 364.

Europäische Richtlinien sowie europäische Verordnungen

70/220/EWG

Richtlinie 70/220/EWG des Rates vom 20. März 1970 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Massnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Emissionen von Kraftfahrzeugen (ABl. Nr. L76 vom 6.4.1970), geändert durch die Richtlinien:

- 74/290/EWG (ABl. Nr. L 159 vom 15.6.1974)
- 77/102/EWG (ABl. Nr. L 32 vom 3.2.1977)
- 78/665/EWG (ABl. Nr. L 223 vom 14.8.1978)
- 83/351/EWG (ABl. Nr. L 197 vom 20.7.1983)
- 88/76/EWG (ABl. Nr. L 36 vom 9.2.1988)
- 88/436/EWG (ABl. Nr. L 214 vom 6.8.1988, L103 vom 8.11.1988)
- 89/458/EWG (ABl. Nr. L 226 vom 3.8.1989, L 270 vom 19.9.1989)
- 89/491/EWG (ABl. Nr. L 238 vom 15.8.1989)
- 91/441/EWG (ABl. Nr. L 242 vom 30.8.1991)
- 93/59/EWG (ABl. Nr. L 186 vom 28.6.1993)
- 94/12/EWG (ABl. Nr. L 100 vom 23.3.1994)
- 96/44/EG (ABl. Nr. L 210 vom 20.8.1996)

- 96/69/EG (ABl. Nr. L 282 vom 1.11.1996, L 83 vom 25.3.1997)
- 98/69/EG (ABl. Nr. L 350 vom 28.12.98)
- 98/77/EG (ABl. Nr. L 286 vom 23.10.98)
- 1999/102/EG (ABl. Nr. L 334 vom 28.12.99)
- 2001/1/EG (ABl. Nr. L 35 vom 6.2.2001)
- 2001/100/EG (ABl. Nr. L 16 vom 18.1.2002)
- 2002/80/EG (ABl. Nr. L 291 vom 28.10.2002)
- 2003/76/EG (ABl. Nr. L 206 vom 15.8.2003)

88/77/EWG

Richtlinie 88/77/EWG des Rates vom 3. Dezember 1987 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Massnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel auf Dieselmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen und die Emission gasförmiger Schadstoffe aus mit Erdgas oder Flüssiggas betriebenen Fremdzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen (ABl. Nr. L 36 vom 9.2.1988), geändert durch die Richtlinien

- 91/542/EWG (ABl. Nr. L 295 vom 25.10.1991)
- 96/1/EG (ABl. Nr. L 40 vom 17.2.1996)
- 1999/96/EG (ABl. Nr. L 44 vom 6.2.2000)
- 2001/27/EG (ABl. Nr. L 107 vom 18.4.2001)

Siehe auch Richtlinie 2005/55/EG.

94/25/EG

Richtlinie 94/25/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Juni 1994 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Sportboote (ABl. Nr. L 164 vom 30.6.1994), geändert durch

- 2003/44/EG (ABl. Nr. L 214 vom 26.8.2003)
- 1882/2003/EWG (ABl. Nr. L 284 vom 31.10.2003)
- 1137/2008/EWG (ABl. Nr. L 311 vom 21.11.2008)

96/96/EG

Richtlinie 96/96/EG des Rates vom 20. Dezember 1996 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die technische Überwachung der Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger (ABl. L 46 vom 17.2.1997).

97/24/EG

Richtlinie 97/24/EG des Parlaments und des Rates vom 17. Juni 1997 zu bestimmten Bauteilen oder Eigenschaften von zwei- oder dreirädrigen Motorfahrzeugen (ABl. Nr. L 226 vom 18.8.97, L 65 vom 5.3.1998).

Die Richtlinien 97/24/EG und 2002/51/EG sind mit Datum vom 1. Januar 2016 aufgehoben worden.

97/68/EG

Richtlinie 97/68/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Massnahmen zur Bekämpfung der Emission von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln aus Verbrennungsmotoren für mobile Maschinen und Geräte (Abi Nr. L 59 vom 27.2.1998), geändert durch die Richtlinien:

- 2001/63/EG (ABI Nr. L 227 vom 23.8.2001)
- 2002/88/EG (ABI Nr. L 35 vom 11.2.2003)
- 2004/26/EG (ABI Nr. L 146 vom 30.4.2004, L 225 vom 25.6.2004)
- 2011/88/EU (ABI Nr. L 305 vom 23. November 2011)
- 2012/46/EU (ABI Nr. L 353 vom 21. Dezember 2012)

98/70/EG

Richtlinie 98/70/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 1998 über die Qualität von Otto- und Dieselmotoren und zur Änderung der Richtlinie 93/12/EWG des Rates (ABI L 350 vom 28.12.98), geändert durch die:

- Berichtigung ohne Nummer (ABI Nr. L 124 vom 25.5.2000)
- Richtlinie 2000/71/EG (ABI Nr. L 287 vom 14.11.2000)
- Richtlinie 2003/17/EG (ABI Nr. L 76 vom 22.3.2003)
- Verordnung 1882/2003/EG (ABI Nr. L 284 vom 31.10.2003)

2000/25/EG

Richtlinie 2000/25/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Mai 2000 über Massnahmen zur Bekämpfung der Emission von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln aus Motoren, die für den Antrieb von land- und forstwirtschaftlichen Zugmaschinen bestimmt sind, und zur Änderung der Richtlinie 74/150/EWG des Rates (ABI Nr. L 173 vom 12.7.2000), geändert durch die Richtlinie:

- 2005/13/EG (ABI Nr. L 55 vom 1.3.2005)

2001/56/EG

Richtlinie 2001/56/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. September 2001 über Heizanlagen für Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger, geändert durch die Richtlinien:

- 2004/78/EG (ABI Nr. L 231 vom 30.6.2004)
- 2006/119/EG (ABI Nr. L 330 vom 28.11.2006)
- 2006/96/EG (ABI Nr. L 363 vom 20.12.2006)

2002/51/EG

Richtlinie 2002/51/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Juni 2002 zur Verminderung der Schadstoffemissionen von zweirädrigen und dreirädrigen Kraftfahrzeugen und zur Änderung der Richtlinie 97/24/EG (ABI Nr. L 252 vom 20.9.2002). Die Richtlinien 97/24/EG und 2002/51/EG sind mit Datum vom 1. Januar 2016 aufgehoben worden.

2005/55/EG

Diese Richtlinie ersetzt mit Wirkung vom 9. November 2006 die Richtlinie 88/77/EWG.

Richtlinie 2005/55/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. September 2005 über Massnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Kompressionszündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen und die Emission gasförmiger Schadstoffe aus mit Flüssiggas oder Erdgas betriebenen Fremdzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen (ABI Nr. L 275 vom 20.10.2005), geändert durch die Richtlinien:

- 2005/78/EG (ABI Nr. L 313 vom 29.11.2005)
- 2006/51/EG (ABI Nr. L 152 vom 7.6.2006)
- 2006/81/EG (ABI Nr. L 362 vom 20.12.2006)

715/2007/EG

Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2007 über die Typengenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Reparatur- und Wartungsinformationen für Fahrzeuge (ABI Nr. L 171 vom 29.6.2007), geändert durch die Verordnungen:

- 692/2008/EG (ABI Nr. L 199 vom 28.7.2008)
- 566/2011/EU (ABI Nr. L 158 vom 16.6.2011)
- 459/2012/EU (ABI Nr. L 142 vom 1.6.2012)
- 136/2014/EU (ABI Nr. L 43 vom 13.2.2014)

595/2009/EG

Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2009 über die Typengenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von schweren Nutzfahrzeugen (Euro VI) und über den Zugang zu Fahrzeugreparatur- und -wartungsinformationen, zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 und der Richtlinie 2007/46/EG sowie zur Aufhebung der Richtlinien 80/1269/EWG, 2005/55/EG und 2005/78/EG geändert durch die Verordnungen:

- 582/2011/EG (ABI Nr. L 167 vom 25.6.2011)
- 64/2012/EG (ABI Nr. L 28 vom 31. Januar 2012)
- 133/2014/EU (ABI Nr. L 47 vom 18. Februar 2014)

2009/40/EG

Richtlinie 2009/40/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Mai 2009 über die technische Überwachung der Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger (Neufassung) Abl. Nr. L 141 vom 6.6.2009, geändert durch die Richtlinie:

- 2010/48/EU der Kommission vom 5. Juli 2010 (ABl. Nr. L 173 vom 8.7.2010)

167/2013/EG

Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Februar 2013 über die Genehmigung und Marktüberwachung von land- und forstwirtschaftlichen Fahrzeugen (ABl. Nr. L 60 vom 2. März 2013)

168/2013/EG

Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Januar 2013 über die Genehmigung und Marktüberwachung von zwei- oder drei- und vierrädrigen Fahrzeugen (ABl. Nr. L 60 vom 2. März 2013)

2018/858/EU

Verordnung (EU) 2018/858 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 über die Genehmigung und die Marktüberwachung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern sowie von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge, zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 715/2007 und (EG) Nr. 595/2009 und zur Aufhebung der Richtlinie 2007/46/EG (ABl. Nr. L 151 vom 14. Juni 2018)

Sonstige Richtlinie**UIC Kodex 624V**

Der Internationale Eisenbahnverband UIC ist die weltweite Organisation für die grenzüberschreitende Kooperation der Bahnen und die globale Förderung des Schienenverkehrs. Die UIC hat im UIC-Kodex 624V «Emissionsgrenzwerte für Traktionsdieselmotoren» festgelegt, die für ihre Mitgliedsbahnen verbindlich sind. Die UIC-Stufe III entspricht der Stufe IIIA der EU-Nonroad-Richtlinie 97/68/EG.

Fahrzeugkategorien

Gruppe I

Leichte Motorwagen zum Personentransport (höchstens 9 Sitzplätze) und/oder zum Sachentransport mit einer Nutzlast von höchstens 760 kg.

Gruppe II

Leichte Motorwagen zum Personentransport (mehr als 9 Sitzplätze) und/oder zum Sachentransport mit einer Nutzlast von mehr als 760 kg, einschliesslich geländegängiger Motorwagen.

Klasse 1

Leichte Motorwagen zum Transport von Personen (Gesamtgewicht von über 2500 kg der Klasse M) oder zum Sachentransport (Gesamtgewicht unter 3500 kg der Klasse N), deren Bezugsmasse³ 1305 kg nicht übersteigt.

Klasse 2

wie Klasse 1, jedoch mit einem Bezugsmasse zwischen 1305 kg und 1760 kg.

Klasse 3

wie Klasse 1, jedoch mit einem Bezugsmasse über 1760 kg.

Kleinmotorrad

Motorrad mit einem Hubraum von höchstens 50 cm³, dessen Höchstgeschwindigkeit nicht mehr als 45 km/h beträgt.

Prüfzyklen

ECE 15

Stadtfahrzyklus nach Kaltstart (20 °C) für *leichte Motorwagen* (siehe Anhang A4).

ECE 40

Stadtfahrzyklus mit warmem Motor für *Motorräder* (siehe Anhang A4); er weist grosse Ähnlichkeit mit dem Zyklus ECE 15 auf und muss bis zu drei Mal wiederholt werden.

ECE 40m

wie ECE 40, jedoch ohne 40 Sekunden Leerlaufphase vor dem Zyklus (Vorbereitung und Probeentnahme; siehe Anhang A4)

ECE 47

Stadtfahrzyklus mit warmem Motor für *Motorfahräder*, der bis zu drei Mal wiederholt werden muss (siehe Anhang A4).

ECE 49

Stationärer Zyklus mit 13 Betriebsmodi bei warmem Motor für Motoren von *schweren Motorwagen* (siehe Anhang A4).

ECE 96

Stationärer Zyklus mit 8 Betriebsmodi bei warmem Motor für *Motoren von Arbeitsmotorwagen und -anhängern, von Traktoren und Motorkarren* (siehe Anhang A4), sowie von mobilen Maschinen und Geräten.

ESC

European Steady state Cycle: Neuer stationärer Zyklus mit 13 Betriebsmodi, der von der «Organisation Internationale des Constructeurs Automobiles» entwickelt wurde (siehe Anhang A4). Er entspricht einer Anpassung des Zyklus ECE 49 an die heutigen Verkehrsbedingungen für *schwere Motorwagen*. Zudem wurde er um einen vollständigen Rauchmesszyklus bei plötzlichem Lastwechsel des Motors («ELR», European Load Response test) erweitert.

ETC

European Transient Cycle: Nicht-stationärer Zyklus für schwere Motorwagen, der auf Grund tatsächlicher Fahrbewegungen (Beschleunigen/Verzögern) auf der Strasse entwickelt wurde (siehe Anhang A4). Er kommt zum Einsatz bei der Genehmigung von Kompressionszündungsmotoren, die mit einer neuen Generation von Abgasnachbehandlungssystemen (Partikelfilter, DeNO_x, ...) ausgerüstet sind, sowie bei der Genehmigung von gasbetriebenen Motoren.

³ Bezugsmasse: Masse des fahrbereiten Fahrzeugs abzüglich der Pauschalmasse des Fahrers von 75 kg zuzüglich einer Pauschal-

masse von 100 kg (Verordnung (EG) 715/2007, ABI Nr. L 171 vom 29. Juni 2007, S. 5)

FTP 72

Stadtfahrzyklus (**Federal Test Procedure**) nach Kaltstart (20 °C) für leichte Motorwagen, in den USA angewendet seit 1972 (siehe Anhang A4).

FTP 75

Stadtfahrzyklus (**Federal Test Procedure**) nach Kaltstart (20 °C) für leichte Motorwagen, in den USA angewendet seit 1975 (Erweiterung des Zyklus FTP 72 wie in Anhang A4 beschrieben).

NEFZ

Fahrzyklus für leichte Motorwagen (**Neuer Europäisches Fahrzyklus**, entspricht dem Zyklus ECE 15, jedoch erweitert um einen Extra-Stadtfahrzyklus, genannt «EUDC», siehe Anhang A4).

NEFZm

Auch Zyklus «EURO 3» genannt. Er ist mit dem Zyklus NEFZ fast identisch, ausser dass auf die Aufwärmphase von 40 Sekunden (Motor im Leerlauf, ohne Emissionsmessung) vor Beginn des Zyklus verzichtet wurde.

NEFZ+

Für Motorräder adaptierter PW-Zyklus mit 2 zusätzlichen Stadtzyklen. Er wird ab 2006 für EURO 3 verwendet und mit kaltem Motor von Beginn weg gefahren. (vgl. Anhang A4).

NRSC

Non-Road Steady Cycle, auch «8-Stufen-Test» genannt und entspricht dem ISO 8178-C1-Zyklus. Stationärer Test für mobile Maschinen und Geräte (RL 97/68/EG geändert durch 2004/26/EG) und Traktoren (RL 2000/25/EG geändert durch 2005/13/EG bzw. ECE 96). Der NRSC-Zyklus ist zu verwenden für die Stufen I, II und IIIA und für Motoren mit konstanter Drehzahl sowie im Fall gasförmiger Schadstoffe für die Stufen IIIB und IV.

NRTC

Non-Road Transient Cycle: dynamischer Test für mobile Maschinen und Geräte (RL 97/68/EG geändert durch 2004/26/EG). der NRTC-Zyklus ist zu verwenden zur Messung von Partikel-Emissionen für die Stufen IIIB und IV bei allen Motoren mit Ausnahme von Motoren mit konstanter Drehzahl. Es steht dem Hersteller frei, diesen Test auch für Stufe IIIA und für gasförmige Schadstoffe in den Stufen IIIB und IV zu verwenden.

WHDC

Worldwide harmonized Heavy-Duty Certification procedure for engine exhaust emissions; weltweit harmonisiertes Homologationsprozedere für Schwere Nutzfahrzeuge

WHSC

World Harmonised Steady state Cycle; Weltweit harmonisierter stationärer Testzyklus für schwere Nutzfahrzeuge

WHTC

World Harmonized Transient Cycle; Weltweit harmonisierter transienter Testzyklus für Schwere Nutzfahrzeuge

WMTC

Worldwide harmonized Motorcycle emission Test Cycle; Weltweit harmonisierter Emissions-Testzyklus für Motorräder

WLTC

Worldwide harmonized Light vehicles Test Cycle; Weltweit harmonisierter Emissions-Testzyklus für Personenwagen und leichte Nutzfahrzeuge

WLTP

Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure; Weltweit harmonisiertes Emissions-Testverfahren für Personenwagen und leichte Nutzfahrzeuge - Oberbegriff welcher den WLTC sowie weitere Bestimmungen enthält.

RDE

Real Driving Emissions; Emissionen im realen Fahrbetrieb

Treibstoffe/Motoren**B**

Benzin (Motoren mit Fremdzündung)

D

Diesel (Motoren mit Kompressionszündung)

DI

Motor mit Direkteinspritzung

G

Gas

2T

2-Takt-Fremdzündungsmotor

4T

4-Takt-Fremdzündungsmotor

Schadstoffe/Messeinheiten**CO**

Kohlenmonoxyd

HCKohlenwasserstoffe (als C₁H_{1,85})**CH₄**

Methan

FID

Flammenionisationsdetektor zur Messung organischer Verbindungen

NDIR

Nichtdispersiver Infrarotsensor für Gasmessungen

NMHC

Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe

THC

gesamte Kohlenwasserstoffe

NO_xStickoxide (als NO₂)**PM**

Partikelmasse

PN

Partikelanzahl

[g/km]

Gramm pro gefahrenen Kilometer

[g/kWh]

Gramm pro Kilowattstunde

[/km]

Anzahl pro gefahrenen Kilometer

[/kWh]

Anzahl pro Kilowattstunde

Verzeichnisse

Abbildungen

Abb. 1: Personenwagen mit Fremdzündungsmotor (Benzin)	7
Abb. 2: Personenwagen mit Kompressionszündungsmotor (Diesel)	8
Abb. 3: Leichte Nutzfahrzeuge mit Fremdzündungsmotor (Benzin)	10
Abb. 4: Leichte Nutzfahrzeuge mit Kompressionszündungsmotor (Diesel)	12
Abb. 5: Schwere Motorwagen mit Kompressionszündungsmotor (Diesel)	14
Abb. 6: Motorräder	16
Abb. 7: Motorfahrräder	16
Abb. 8: Leichte Motorwagen: Zyklus ECE 15	37
Abb. 9: Leichte Motorwagen: Zyklus NEFZ	37
Abb. 10: Leichte Motorwagen: Zyklus WLTC	38
Abb. 11: Leichte Motorwagen: Zyklus FTP 72	38
Abb. 12: Leichte Motorwagen: Zyklus FTP 75	39
Abb. 13: Schwere Motorwagen: Zyklus ESC	40
Abb. 14: Schwere Motorwagen: Zyklus ETC	40
Abb. 15: Schwere Motorwagen: Zyklus WHTC	41
Abb. 16: Motorräder: Zyklen ECE 40 m und NEFZ+	42
Abb. 17: Motorräder: Zyklus WMTC+	42
Abb. 18: Motorfahrräder: Zyklus ECE 47	43
Abb. 19: Mobile Arbeitsmaschinen und Geräte: NRSC-Zyklus (8-Stufen-Test)	44
Abb. 20: Mobile Arbeitsmaschinen und Geräte: NRTC-Zyklus	44

Tabellen

Tab. 1: Personenwagen mit Fremdzündungsmotor: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte	6
Tab. 2: Personenwagen mit Kompressionszündungsmotor: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte	8
Tab. 3: Leichte Nutzfahrzeuge mit Fremdzündungsmotor: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte	9
Tab. 4: Leichte Nutzfahrzeuge mit Kompressionszündungsmotor: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte	11
Tab. 5: Schwere Motorwagen: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte	13
Tab. 6: Motorräder: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte	15
Tab. 7: Motorfahrräder: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte	16
Tab. 8: Motoren von mobilen Maschinen und Geräten mit Kompressionszündungsmotor: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte	17
Tab. 9: Traktoren und Motorkarren mit Kompressionszündungsmotor: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte	19
Tab. 10: Benzinbetriebene Kleingeräte mit Fremdzündungsmotoren: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte	21
Tab. 11: Motoren von Schienenfahrzeugen mit Kompressionszündungsmotor: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte	22
Tab. 12: Motoren für den Antrieb von Vergnügungsschiffen und von Sportbooten: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte	22
Tab. 13: Kompressions- und Fremdzündungsmotoren für den Antrieb von Schiffen: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte	23
Tab. 14: Abgasvorschriften für weitere Motorenkategorien:	24
Tab. 15: Entwicklung des maximal zulässigen Blei-, Benzol-, Aromaten- und Schwefelgehaltes im Benzin	27
Tab. 16: Entwicklung des maximalen Schwefelgehaltes im Dieseltreibstoff	28
Tab. 17: Fahrzyklusdaten für leichte Motorwagen	36
Tab. 18: Schwere Motorwagen: Zyklus ECE 49 (13-Stufen-Test)	39
Tab. 19: Schwere Motorwagen: Zyklus WHSC	41
Tab. 20: Mobile Arbeitsmaschinen und Geräte: NRSC-Zyklus (8-Stufen-Test)	43
Tab. 21: Prüfzyklen für verschiedene Motorverwendungen: DIN EN ISO 8178-4	46