

Verordnung des EJPD über Abgasmessmittel für Verbrennungsmotoren¹ (VAMV)

vom 19. März 2006 (Stand am 1. Januar 2015)

*Das Eidgenössische Justiz- und Polizeidepartement (EJPD),
gestützt auf die Artikel 5 Absatz 2, 8 Absatz 2, 11 Absatz 2, 16 Absatz 2,
17 Absatz 2, 24 Absatz 3 und 33 der Messmittelverordnung vom 15. Februar 2006²
(Messmittelverordnung),³*

verordnet:

1. Abschnitt: Allgemeine Bestimmungen

Art. 1 Gegenstand

Diese Verordnung regelt:

- a.⁴ die Anforderungen an Messmittel für Gasgemischanteile für Motoren mit Fremdzündung, Messmittel für Dieselrauch für Motoren mit Selbstzündung und Messmittel für Nanopartikel aus Verbrennungsmotoren;
- b. die Verfahren für das Inverkehrbringen dieser Messmittel⁵;
- c. die Verfahren zur Erhaltung der Messbeständigkeit dieser Messmittel.

Art. 2 Geltungsbereich

Dieser Verordnung unterstehen Messmittel für Gasgemischanteile, Messmittel für Dieselrauch und Messmittel für Nanopartikel, die für:⁶

- a. die Abgaswartung durch Betriebe nach Artikel 35 der Verordnung vom 19. Juni 1995⁷ über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS) eingesetzt werden;
- b. die Abgasnachkontrolle nach Artikel 36 VTS durch die Zulassungsbehörde sowie die Abgasnachkontrolle durch die Polizei eingesetzt werden;

AS 2006 1599

¹ Fassung gemäss Ziff. I der V des EJPD vom 22. Aug. 2012, in Kraft seit 1. Jan. 2013 (AS 2012 5371).

² SR 941.210

³ Fassung gemäss Ziff. I 14 der V des EJPD vom 7. Dez. 2012 (Neue gesetzliche Grundlagen im Messwesen), in Kraft seit 1. Jan. 2013 (AS 2012 7183).

⁴ Fassung gemäss Ziff. I der V des EJPD vom 22. Aug. 2012, in Kraft seit 1. Jan. 2013 (AS 2012 5371).

⁵ Ausdruck gemäss Ziff. I der V des EJPD vom 22. Aug. 2012, in Kraft seit 1. Jan. 2013 (AS 2012 5371). Die Anpassung wurde im ganzen Text vorgenommen.

⁶ Fassung gemäss Ziff. I der V des EJPD vom 22. Aug. 2012, in Kraft seit 1. Jan. 2013 (AS 2012 5371).

⁷ SR 741.41

- c.⁸ die Abgasnachuntersuchung oder die Abgasnachkontrolle nach der Verordnung vom 13. Dezember 1993⁹ über die Abgasemissionen von Schiffsmotoren auf schweizerischen Gewässern und den Ausführungsbestimmungen vom 9. Januar 2009¹⁰ zur Verordnung über die Abgasemissionen von Schiffsmotoren auf schweizerischen Gewässern eingesetzt werden;
- d. die Abgaswartung oder Abgasnachuntersuchung nach Artikel 13.11a Absatz 7 der Verordnung vom 17. Januar 1976¹¹ über die Schifffahrt auf dem Bodensee eingesetzt werden;
- e.¹² die Emissionsmessungen und -kontrollen nach Artikel 13 der Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985¹³ bei Baumaschinen eingesetzt werden;
- f.¹⁴ die Ermittlung von Referenzwerten von Zulassungsbehörden eingesetzt werden.

Art. 3 Begriffe

In dieser Verordnung bedeuten:

- a. *Messmittel für Gasgemischanteile*: Messmittel, das die Volumenanteile von Abgasbestandteilen aus einem Teilstrom des Abgases eines im Stationärbetrieb laufenden Motors mit Fremdzündung bei vorhandener Feuchtigkeit bestimmt;
- b. *Messmittel für Dieselrauch*: Messmittel, das den Spitzenwert der optischen Trübung aus einem Teilstrom des Abgases eines Motors mit Selbstzündung bei freier Beschleunigung, die Leerlaufdrehzahl und die Abregeldrehzahl bestimmt;
- c.¹⁵ *Messmittel für Nanopartikel aus Verbrennungsmotoren*: Messmittel, das die Anzahlkonzentration von Nanopartikeln aus einem Teilstrom des Abgases eines Verbrennungsmotors bestimmt.

⁸ Fassung gemäss Ziff. I der V des EJPD vom 22. Aug. 2012, in Kraft seit 1. Jan. 2013 (AS 2012 5371).

⁹ SR 747.201.3

¹⁰ SR 747.201.31

¹¹ SR 747.223.1

¹² Fassung gemäss Ziff. I der V des EJPD vom 22. Aug. 2012, in Kraft seit 1. Jan. 2013 (AS 2012 5371).

¹³ SR 814.318.142.1

¹⁴ Eingefügt durch Ziff. I der V des EJPD vom 22. Aug. 2012, in Kraft seit 1. Jan. 2013 (AS 2012 5371).

¹⁵ Eingefügt durch Ziff. I der V des EJPD vom 22. Aug. 2012, in Kraft seit 1. Jan. 2013 (AS 2012 5371).

2. Abschnitt: Messmittel für Gasgemischanteile

Art. 4 Grundlegende Anforderungen

Messmittel für Gasgemischanteile müssen die grundlegenden Anforderungen nach Anhang 1 der Messmittelverordnung und nach Anhang 1 der vorliegenden Verordnung erfüllen.

Art. 5 Verfahren für das Inverkehrbringen

Die Konformität der Messmittel für Gasgemischanteile mit den grundlegenden Anforderungen nach Artikel 4 wird nach Wahl der Herstellerin nach einem der folgenden Verfahren nach Anhang 2 der Messmittelverordnung bewertet und bescheinigt:

- a. Bauartprüfung (Modul B), gefolgt von der Erklärung der Konformität mit der Bauart auf der Grundlage der Qualitätssicherung für die Produktion (Modul D);
- b. Bauartprüfung (Modul B), gefolgt von der Erklärung der Konformität mit der Bauart auf der Grundlage einer Prüfung der Produkte (Modul F);
- c. Konformitätserklärung auf der Grundlage einer umfassenden Qualitätssicherung, ergänzt durch eine Entwurfsprüfung (Modul H1).

Art. 6¹⁶ Verfahren zur Erhaltung der Messbeständigkeit

Messmittel für Gasgemischanteile müssen jährlich nach Anhang 7 Ziffer 1 der Messmittelverordnung und nach Anhang 3 Ziffer 1 der vorliegenden Verordnung durch die kantonalen Eichämter nachgeeicht werden.

3. Abschnitt: Messmittel für Dieselrauch

Art. 7 Grundlegende Anforderungen

Messmittel für Dieselrauch müssen die grundlegenden Anforderungen nach Anhang 1 der Messmittelverordnung und nach Anhang 2 der vorliegenden Verordnung erfüllen.

Art. 8 Verfahren für das Inverkehrbringen

Messmittel für Dieselrauch bedürfen einer ordentlichen Zulassung und einer Ersteinrichtung nach Anhang 5 der Messmittelverordnung.

¹⁶ Fassung gemäss Ziff. I der V des EJPD vom 19. Nov. 2014, in Kraft seit 1. Jan. 2015 (AS 2014 4551).

Art. 9¹⁷ Verfahren zur Erhaltung der Messbeständigkeit

Messmittel für Dieselrauch müssen jährlich nach Anhang 7 Ziffer 1 der Messmittelverordnung und nach Anhang 3 Ziffer 1 der vorliegenden Verordnung durch die kantonalen Eichämter nachgeeicht werden.

3a. Abschnitt:¹⁸ Messmittel für Nanopartikel aus Verbrennungsmotoren**Art. 9a** Grundlegende Anforderungen

Messmittel für Nanopartikel aus Verbrennungsmotoren müssen die grundlegenden Anforderungen nach Anhang 1 der Messmittelverordnung und nach Anhang 4 Buchstabe B Ziffern 1–5 der vorliegenden Verordnung erfüllen.

Art. 9b Verfahren für das Inverkehrbringen

Die Konformität der Messmittel für Nanopartikel aus Verbrennungsmotoren mit den Anforderungen nach Artikel 9a wird nach folgenden Verfahren nach Anhang 2 der Messmittelverordnung bewertet und bescheinigt:

- a. Bauartprüfung (Modul B); und
- b. Erklärung der Konformität mit der Bauart auf der Grundlage einer Prüfung der Produkte (Modul F).

Art. 9c Verfahren zur Erhaltung der Messbeständigkeit

Messmittel für Nanopartikel aus Verbrennungsmotoren müssen folgenden Verfahren zur Erhaltung der Messbeständigkeit unterzogen werden:

- a. Nacheichung nach Anhang 7 Ziffer 1 der Messmittelverordnung und nach Anhang 4 Buchstabe B Ziffer 6 der vorliegenden Verordnung jährlich durch das Eidgenössische Institut für Metrologie oder eine ermächtigte Eichstelle; und
- b. Instandhaltung nach Anhang 7 Ziffer 7 der Messmittelverordnung und nach Anhang 4 Buchstabe B Ziffer 6 der vorliegenden Verordnung mindestens jährlich durch eine fachkompetente Person.

Art. 9d Kennzeichnung

Messmittel für Nanopartikel aus Verbrennungsmotoren müssen mit dem Konformitätskennzeichen und dem Metrologie-Kennzeichen nach Anhang 5 versehen sein.

¹⁷ Fassung gemäss Ziff. I der V des EJPD vom 19. Nov. 2014, in Kraft seit 1. Jan. 2015 (AS 2014 4551).

¹⁸ Eingefügt durch Ziff. I der V des EJPD vom 22. Aug. 2012, in Kraft seit 1. Jan. 2013 (AS 2012 5371).

4. Abschnitt: Pflichten der Verwenderin

Art. 10

Zusätzlich zur Verantwortung nach Artikel 21 Absatz 1 der Messmittelverordnung trägt die Verwenderin auch die Verantwortung dafür, dass:

- a. die Anweisungen der Herstellerin zum Einbau und zur Inbetriebnahme des Messmittels befolgt werden;
- b. die Messmittel gemäss den Vorgaben der Herstellerin in Stand gehalten werden.

5. Abschnitt: Fehlergrenzen bei Kontrollen

Art. 11¹⁹

Bei Beanstandungen im Sinne von Artikel 29 Absatz 1 der Messmittelverordnung oder bei der amtlichen Kontrolle von Messmitteln ausserhalb der Eichung gelten die in den Anhängen 1, 2 und 4 der vorliegenden Verordnung festgelegten Fehlergrenzen.

6. Abschnitt: Schlussbestimmungen

Art. 12 Aufhebung bisherigen Rechts

Die Verordnung vom 20. Oktober 1993²⁰ über Abgasmessgeräte für Verbrennungsmotoren wird aufgehoben.

Art. 13 Übergangsbestimmungen

¹ Messmittel für Gasgemischanteile und Messmittel für Dieselrauch, die vor dem Inkrafttreten dieser Verordnung geeicht wurden, dürfen weiterhin der Nacheichung unterzogen werden. Die Messmittel müssen bei der Nacheichung die Fehlergrenzen nach den bisherigen Bestimmungen einhalten.

² Messmittel für Gasgemischanteile und Messmittel für Dieselrauch, die nach bisherigem Recht zugelassen wurden, können noch während zehn Jahren nach dem Inkrafttreten dieser Verordnung in Verkehr gebracht und der Ersteichung nach Anhang 5 Ziffer 2 der Messmittelverordnung unterzogen werden. Sie dürfen auch nach Ablauf der zehn Jahre nachgeeicht werden.

Art. 14 Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am 30. Oktober 2006 in Kraft.

¹⁹ Fassung gemäss Ziff. I der V des EJPD vom 22. Aug. 2012, in Kraft seit 1. Jan. 2013 (AS 2012 5371).

²⁰ [AS 1993 2985, 1998 1796 Art. 1 Ziff. 23]

Anhang I
(Art. 4)

Spezifische Anforderungen an Messmittel für Gasgemischanteile

A Begriffsbestimmungen und Erläuterungen

Messmittel für Gasgemischanteile

Messmittel zur Ermittlung der Volumenanteile bestimmter Bestandteile des Abgases eines Motorfahrzeugmotors mit Fremdzündung bei vorhandener Feuchtigkeit der analysierten Probe.

Bei diesen Abgasbestandteilen handelt es sich um Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO₂), Sauerstoff (O₂) und Kohlenwasserstoffe (HC).

Der Kohlenwasserstoff-Anteil ist als äquivalente Konzentration von n-Hexan (C₆H₁₄) anzugeben; die Messung erfolgt mit Nahinfrarot-Absorptionstechniken.

Die Volumenanteile der Abgasbestandteile CO, CO₂ und O₂ werden als Prozentsatz (% vol) ausgedrückt, die Volumenanteile der HC-Abgasbestandteile als Teile pro Million (ppm vol)²¹.

Lambda-Wert

Dimensionsloser Wert zur Darstellung des Verbrennungswirkungsgrades eines Motors als Luft/Treibstoff-Verhältnis in den Abgasen. Er wird mit einer genormten Referenzformel bestimmt.

Der Lambda-Wert wird vom Messmittel für Gasgemischanteile aus den Volumenanteilen der Abgasbestandteile errechnet.

B Messtechnische Anforderungen

1 Geräteklassen

Für Messmittel für Gasgemischanteile sind zwei Geräteklassen (0 und I) definiert. Die jeweiligen Mindestmessbereiche für diese Klassen sind in Tabelle 1 angegeben.

Geräteklassen und Messbereiche

Tabelle 1

Parameter	Klasse 0 und I
CO-Anteil	von 0 bis 5 % vol
CO ₂ -Anteil	von 0 bis 16 % vol
Kohlenwasserstoff-Anteil	von 0 bis 2000 ppm vol

²¹ Stoffmengenanteile von Abgasbestandteilen sind in dieser Verordnung den Volumenanteilen gleichgesetzt.

Parameter	Klasse 0 und I
O ₂ -Anteil	von 0 bis 21 % vol
λ	von 0,8 bis 1,2

2 Nennbetriebsbedingungen

Die Werte der Nennbetriebsbedingungen sind von der Herstellerin wie folgt anzugeben:

- 2.1 Für die klimatischen und mechanischen Einflussgrößen:
 - Mindesttemperaturbereich von 35 °C für die klimatische Umgebung;
 - mechanische Umgebungsklasse M1.
- 2.2 Für die Einflussgrößen der elektrischen Leistung:
 - Spannungs- und Frequenzbereich für die Wechselspannungsversorgung;
 - Grenzwerte der Gleichspannungsversorgung.
- 2.3 Für den Umgebungsdruck:
 - Die Mindest- und Höchstwerte des Umgebungsdrucks betragen für beide Klassen: $p_{\min} \leq 860 \text{ hPa}$, $p_{\max} \geq 1060 \text{ hPa}$.

3 Fehlergrenzen

Es gelten folgende Fehlergrenzen:

- 3.1 Für jeden gemessenen Anteil ist der unter Nennbetriebsbedingungen nach Anhang 1 Ziffer 1.1 der Messmittelverordnung zugelassene Wert der höchsten Abweichung der grössere der beiden in Tabelle 2 dargestellten Werte. Absolute Werte werden in % vol oder ppm vol, Prozentanteile werden in Prozent des wahren Wertes ausgedrückt.

Fehlergrenzen

Tabelle 2

Parameter	Klasse 0	Klasse I
CO-Anteil	$\pm 0,03 \text{ % vol}$ $\pm 5 \text{ %}$	$\pm 0,06 \text{ % vol}$ $\pm 5 \text{ %}$
CO ₂ -Anteil	$\pm 0,5 \text{ % vol}$ $\pm 5 \text{ %}$	$\pm 0,5 \text{ % vol}$ $\pm 5 \text{ %}$
Kohlenwasserstoff-Anteil	$\pm 10 \text{ ppm vol}$ $\pm 5 \text{ %}$	$\pm 12 \text{ ppm vol}$ $\pm 5 \text{ %}$
O ₂ -Anteil	$\pm 0,1 \text{ % vol}$ $\pm 5 \text{ %}$	$\pm 0,1 \text{ % vol}$ $\pm 5 \text{ %}$

- 3.2 Die Fehlergrenze bei der Berechnung des Lambda-Werts beträgt 0,3 %. Die Berechnung des konventionellen wahren Wertes erfolgt nach der Formel in

Abschnitt 5.3.7.3 von Anhang I der Richtlinie 98/69/EG²² des Europäischen Parlaments und des Rates über Massnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Emissionen von Kraftfahrzeugen und zur Änderung der Richtlinie 70/220/EWG des Rates. Die vom Messmittel angezeigten Werte werden zu diesem Zweck für die Berechnung verwendet.

4 Zulässige Auswirkung von Störgrössen

- 4.1 Für jeden durch das Messmittel gemessenen Volumenanteil entspricht der Grenzwert der Fehlergrenze für den betreffenden Parameter.
- 4.2 Eine elektromagnetische Störgrösse darf sich nur so weit auswirken, dass:
 - die Veränderung des Messergebnisses nicht höher ausfällt als der in Ziffer 4.1 festgelegte Grenzwert; oder
 - die Ausgabe des Messergebnisses so erfolgt, dass es nicht als gültiges Ergebnis ausgelegt werden kann.

5 Sonstige Anforderungen

- 5.1 Die Auflösung muss den in Tabelle 3 angegebenen Werten entsprechen bzw. darf um eine Grössenordnung über diesen Werten liegen.

Auflösung *Tabelle 3*

	CO	CO ₂	O ₂	HC
Klassen 0 und I	0,01 % vol	0,1 % vol	*	1 ppm vol

* 0,01 % vol bei Messgrössenwerten kleiner oder gleich 4 % vol, sonst 0,1 % vol.

Der Lambda-Wert ist mit einer Auflösung von 0,001 anzuzeigen.

- 5.2 Die Standardabweichung von 20 Messungen darf einen Drittel der Fehlergrenze des jeweiligen Abgasvolumenanteils nicht überschreiten.
- 5.3 Bei der Messung von CO, CO₂ und HC muss das Messmittel unter Einschluss des vorgegebenen Gaszuführungssystems 95 % des mit Kalibriergasen ermittelten Endwerts innerhalb von 15 s nach Umschalten von einem Nullgas, z. B. Frischluft, anzeigen. Bei der Messung von O₂ muss das Messmittel unter vergleichbaren Bedingungen einen um weniger als 0,1 % vol von Null abweichenden Wert innerhalb von 60 s nach Umschalten von Frischluft auf ein sauerstofffreies Gas anzeigen.
- 5.4 Abgasbestandteile, die neben den zu messenden Bestandteilen im Abgas enthalten sind, dürfen das Messergebnis um höchstens die Hälfte der Fehlergrenze beeinträchtigen, wenn diese Bestandteile in folgenden Höchstvolumenanteilen vorliegen:
 - 6 % vol CO;
 - 16 % vol CO₂;

²² ABl. L 350 vom 28.12.1998, S. 17.

- 10 % vol O₂;
 - 5 % vol H₂;
 - 0,3 % vol NO;
 - 2000 ppm vol HC (als n-Hexan);
 - Wasserdampf bis zur Sättigung.
- 5.5 Ein Messmittel für Gasgemischanteile muss über eine Justiereinrichtung für das Nullstellen, die Gaskalibrierung und die interne Justierung verfügen. Das Nullstellen und die interne Justierung müssen automatisch erfolgen.
- 5.6 Bei automatischen oder halbautomatischen Justiereinrichtungen darf das v eine Messung erst ausführen, nachdem die Justierungen vorgenommen worden sind.
- 5.7 Ein Messmittel für Gasgemischanteile muss Kohlenwasserstoffrückstände im Gaszuführungssystem erkennen. Die Durchführung einer Messung darf nicht möglich sein, wenn die Konzentration der vor einer Messung vorhandenen Kohlenwasserstoffrückstände 20 ppm vol überschreitet.
- 5.8 Ein Messmittel für Gasgemischanteile muss über eine Einrichtung verfügen, die eine Funktionsstörung des Sensors des Sauerstoffkanals aufgrund von Verschleiss oder Beschädigung der Anschlussleitung erkennt.
- 5.9 Kann ein Messmittel für Gasgemischanteile für verschiedene Treibstoffe wie Benzin oder Flüssiggas verwendet werden, muss es möglich sein, die geeigneten Koeffizienten für die Lambda-Berechnung so zu wählen, dass keine Unklarheit in Bezug auf die anzuwendende Formel besteht.

Spezifische Anforderungen an Messmittel für Dieselrauch

1 Anforderungen

- 1.1 Die Messmittel für Dieselrauch müssen die gleichen Resultate liefern wie die Trübungsmessgeräte, die für die Messung nach dem Verfahren der freien Beschleunigung nach EG-Richtlinie 72/306/EWG²³ und ECE-Reglement Nr. 24²⁴ vorgesehen sind.
- 1.2 Die Anforderungen über den Aufbau und die messtechnischen Eigenschaften der Messmittel für Dieselrauch nach Artikel 7 gelten als erfüllt, wenn die Messmittel für Dieselrauch den Anforderungen der Norm ISO 11614²⁵ und den folgenden Bestimmungen genügen.

2 Bauart

- 2.1 Bei den Messmittel für Dieselrauch muss der Messprozess maximal automatisiert sein, damit die subjektiven Einflüsse der Person, welche die Messungen vornimmt, eliminiert werden.
- 2.2 Die Messmittel müssen Teilstrom-Trübungsmessgeräte nach ISO 11614 Ziffern 5.1 und 9.1 sein.
- 2.3 Die Messmittel für Dieselrauch müssen die Rauchmenge nach dem Verfahren der freien Beschleunigung nach ISO 11614 Ziffer 9.4 bestimmen.
- 2.4 Die Messmittel müssen den Anforderungen nach ISO 11614 Ziffern 10.1–10.3 genügen.
- 2.5 Die Messmittel müssen mit einem Drucker ausgerüstet sein. Die Datenübertragung zwischen Instrument und Drucker muss so ausgelegt sein, dass keine Verfälschung möglich ist. Der Ausdruck von Dokumenten mit rechtllichem Charakter muss verhindert werden, wenn die Kontrollvorrichtung eine bedeutende Störung oder einen Funktionsfehler des Instruments ausweist.

²³ Richtlinie des Rates 72/306/EWG vom 2. Aug. 1972 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Massnahmen gegen die Emission verunreinigender Stoffe aus Dieselmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen; ABl. L 190 vom 20.8.1972, S. 1, geändert durch die Richtlinien 89/491/EWG (ABl. L 238 vom 15.8.1989, S. 43) und 97/20/EG (ABl. L 125 vom 16.5.1997, S. 21).

²⁴ Wirtschaftskommission für Europa (ECE): «Übereinkommen über die Annahme einheitlicher Bedingungen für die Genehmigung der Ausrüstungsgegenstände und Teile von Motorfahrzeugen und über die gegenseitige Anerkennung der Genehmigung», Anlage 23: ECE-Reglement Nr. 24 vom 20. April 1986 zum Übereinkommen. Auskunft über das ECE-Reglement Nr. 24 erteilt das Eidgenössische Institut für Metrologie (METAS), 3003 Bern-Wäbern.

²⁵ International Standard ISO 11614, «Reciprocating internal combustion compression-ignition engines – Apparatus for measurement of the opacity and for determination of the light absorption coefficient of exhaust gas», Ausgabe 1999-09-01.

- 2.6 Der offizielle Beleg muss mindestens folgende Angaben enthalten:
- Datum und Zeit der Messung;
 - Name und Adresse der Messstation;
 - eine Geräteidentifikation wie die Seriennummer;
 - die Messgrößen und die Resultate nach Ziffer 3;
 - die Bemerkung «offizielle Messung»;
 - eine Bezeichnung der verwendeten Probenahmesonde wie der Durchmesser;
 - eine Rubrik zum Eintragen einer Fahrzeugidentifikation wie die Chassisnummer.

3 Messgrößen

Die Messmittel für Dieselrauch müssen folgende Messgrößen bei der freien Beschleunigung von Motoren bestimmen:

- maximale Trübungskoeffizienten k [m^{-1}] nach ISO 11614 Ziffer 7;
- Drehzahlen des Motors [min^{-1}] im Leerlauf und die Abregeldrehzahlen.

4 Fehlergrenzen

- 4.1 Für eine dynamische Messung wie bei der freien Beschleunigung betragen die Fehlergrenzen für den Trübungskoeffizienten k [m^{-1}] in Bezug auf das Normal:
- $\pm 0,15 \text{ m}^{-1}$ für $k \leq 1 \text{ m}^{-1}$;
 - $\pm 0,15 \cdot k$ für $k > 1 \text{ m}^{-1}$.
- 4.2 Bei einer statischen Kontrolle des Messmittels mit einem externen System (Linearitätskontrolle nach ISO 11614 Ziffer 7.3.5) betragen die maximalen Abweichungen zu einem vorgegebenen Wert k :
- $\pm 0,05 \text{ m}^{-1}$ für $k \leq 2 \text{ m}^{-1}$;
 - $\pm 0,025 \cdot k$ für $k > 2 \text{ m}^{-1}$.

5 Offizielle Messung

- 5.1 Der Ablauf im Modus «Offizielle Messung» muss nach ISO 11614 Ziffern 9.4 und 10.1.6 Buchstabe d erfolgen. Zusätzlich muss die folgende Bedingung für die Leerlauf- und Abregeldrehzahl erfüllt sein: Die Differenz zwischen der grössten und kleinsten der vier berücksichtigten Drehzahlen darf nicht den grösseren Wert von 100 min^{-1} und 10 % des Mittelwertes überschreiten.
- 5.2 Am Ende der offiziellen Messung muss das Messmittel für Dieselrauch den offiziellen Beleg nach ISO 11614 Ziffer 10.1.6 Buchstabe f ergänzt um die Messwerte für die Drehzahl drucken.
- 5.3 Wenn die Messung die Bedingungen nach Ziffer 5.1 nicht erfüllt, muss der offizielle Beleg deutlich als ungültig bezeichnet sein.

6 Angaben auf dem Messmittel für Dieselrauch

In Ergänzung zu Anhang 1 Ziffer 9.1 der Messmittelverordnung müssen auf allen Komponenten des Messmittels folgende zusätzlichen Angaben gemacht werden:

- Baujahr;
- Zulassungszeichen und Ordnungsnummer;
- Seriennummer des Instruments;
- effektive optische Länge L der Messzelle.

7 Bedienungs- und Wartungsanleitung

In Ergänzung zu Anhang 1 Ziffer 9.3 der Messmittelverordnung müssen in der Bedienungsanleitung Angaben gemacht werden zu:

- dem Ablauf einer offiziellen Messung nach der Richtlinie 72/306/EWG²⁶ oder dem ECE-Reglement Nr. 24²⁷, insbesondere zur Vorbereitung des Motors, zur Reinigung des Auspuffsystems und zum Verfahren der freien Beschleunigung;
- falls nötig, den Klassen von Dieselfahrzeugen, an welchen das Messmittel für Dieselrauch für offizielle Messungen benutzt werden darf;
- falls vorhanden, den Gebrauchsbedingungen für jede vorgesehene Sonde.

²⁶ Richtlinie des Rates 72/306/EWG vom 2. Aug. 1972 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Massnahmen gegen die Emission verunreinigender Stoffe aus Dieselmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen; ABl. L 190 vom 20.8.1972, S. 1, geändert durch die Richtlinien 89/491/EWG (ABl. L 238 vom 15.8.1989, S. 43) und 97/20/EG (ABl. L 125 vom 16.5.1997, S. 21).

²⁷ Wirtschaftskommission für Europa (ECE): «Übereink. 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», Anlage 23: ECE-Reglement Nr. 24 vom 20. April 1986 zum Übereink. Auskunft über das ECE-Reglement Nr. 24 erteilt das Eidgenössische Institut für Metrologie (METAS), 3003 Bern-Wabern.

Anhang 3²⁸
(Art. 6 und 9)

Nacheichung von Messmitteln für Gasgemischanteile und Messmitteln für Dieselrauch

- 1 Messmittel für Gasgemischanteile und Messmittel für Dieselrauch werden unter den üblichen Betriebsbedingungen geeicht. Falls messtechnisch möglich, ist die Prüfung am Einsatzort vorzunehmen. Die Beschränkung der Prüfung auf einzelne Teile ist nur gestattet, wenn zwingende Gründe dies erfordern. Das Eidgenössische Institut für Metrologie bestimmt das Vorgehen bei der Nacheichung im Einzelfall aufgrund der Bauart eines Messmittels.
- 2 Wenn sich die messtechnischen Eigenschaften massiv verschlechtern oder wenn die Instandhaltungspflicht nach Artikel 10 Buchstabe b grob verletzt wurde, kann ein Messmittel so plombiert werden, dass es nicht mehr benützt werden kann. Diese Plombierung besteht beispielsweise aus dem Überkleben des Druckers oder Verschiessen der Stromversorgung. Das zuständige Eichamt gibt für die Instandstellung durch eine fachkompetente Person eine angemessene Frist.

²⁸ Fassung gemäss Ziff. II der V des EJPD vom 19. Nov. 2014, in Kraft seit 1. Jan. 2015 (AS 2014 4551).

Anhang 4²⁹
(Art. 9a und 9c)

Spezifische Anforderungen an Messmittel für Nanopartikel aus Verbrennungsmotoren

A Begriffsbestimmungen und Erläuterungen

Beweglichkeitsdurchmesser

Durchmesser eines Partikels, das bei der Messung in einem Bewegungsanalysator gemäss ISO 15900:2009³⁰ die gleiche elektrische Beweglichkeit aufweist wie ein kugelförmiges Partikel, dessen Durchmesser bekannt ist.

Nanopartikel

Feste, kohlenstoffhaltige Bestandteile des heissen Abgases im Auspuffendrohr von Verbrennungsmotoren.

Die Partikel weisen einen Beweglichkeitsdurchmesser im Bereich von 20 nm bis 300 nm auf.

Die kondensierenden Anteile werden nicht als Nanopartikel qualifiziert.

Partikelanzahlkonzentration

Anzahl Nanopartikel pro Volumeneinheit, angegeben pro Kubikzentimeter (cm³).

Effizienz E

Quotient aus der angezeigten Partikelanzahlkonzentration und der Partikelanzahlkonzentration beim Eintritt in das Messmittel.

B Messtechnische Anforderungen

1 Messbereich

- 1.1 Der Messbereich für die Partikelanzahlkonzentration von Nanopartikeln liegt mindestens zwischen $5 \times 10^4 \text{ cm}^{-3}$ und $5 \times 10^6 \text{ cm}^{-3}$.
- 1.2 Bei Messwerten ausserhalb des Messbereichs muss das Messmittel angeben, ob der Messwert unter oder über dem Messbereich liegt. Ist keine Zuordnung möglich, so darf kein Wert ausgegeben werden.

²⁹ Eingefügt durch Ziff. II der V des EJPD vom 22. Aug. 2012 (AS 2012 5371).
Bereinigt gemäss Ziff. I der V des EJPD vom 30. Jan. 2014, in Kraft seit 1. März 2014 (AS 2014 477).

³⁰ ISO 15900:2009, Determination of particle size distribution – Differential electrical mobility analysis for aerosol particles. Der Text der Norm kann bei der Schweizerischen Normen-Vereinigung (SNV), 8400 Winterthur, www.snv.ch bezogen oder beim Eidgenössischen Institut für Metrologie, 3003 Bern kostenlos eingesehen werden.

- 1.3 Die Partikelanzahlkonzentration muss für die bei der einzelnen Messung herrschenden Umgebungsbedingungen angegeben werden.

2 Nennbetriebsbedingungen

Folgende Nennbetriebsbedingungen müssen erfüllt werden:

- 2.1 Klimatische, mechanische und elektromagnetische Umgebungsbedingungen:
- Bereich für Umgebungstemperatur von -10 °C bis 40 °C ;
 - Bereich für Umgebungsdruck von 860 hPa bis 1060 hPa ;
 - mechanische Umgebungsklasse M2;
 - elektromagnetische Umgebungsklasse E2.
- 2.2 Die elektrischen Nennbetriebsbedingungen richten sich nach den Angaben der Herstellerin zu:
- dem Spannungs- und Frequenzbereich für die Wechselspannungsversorgung;
 - den Grenzwerten der Gleichspannungsversorgung.

3 Fehlergrenzen

Es gelten folgende Fehlergrenzen:

In Abhängigkeit der Partikelgrösse und der Partikelzusammensetzung muss das Messmittel über den ganzen Messbereich eine Effizienz E innerhalb der Grenzwerte nach der Tabelle 1 einhalten.

Effizienz der Messmittel für Nanopartikel

Tabelle 1

Beweglichkeitsdurchmesser	Grenzwerte der Effizienz E
23 nm Nanopartikel	$E < 50\%$
41 nm Nanopartikel	$50\% < E$
80 nm Nanopartikel	$70\% < E < 130\%$
200 nm Nanopartikel	$E < 200\%$
30 nm Tröpfchen aus Tetracontan (Anzahlkonzentration bis 10^5 cm^{-3})	$E < 5\%$

4 Zulässige Auswirkung von Störgrössen

- 4.1 Als Störgrössen gelten:
- Nanopartikel mit einem Durchmesser unter 20 nm , namentlich aus Treibstoff-Additiven für Verbrennungsmotoren;
 - Spritzwasser, korrosive Abgasbestandteile, Staub;
 - Hitze in der Probe und in der Umgebung der Probenahme bei Temperaturen von 300 °C während 5 Minuten;
 - Kondensation von Abgasbestandteilen;

- sehr hohe Partikelkonzentration, wie bei Messung an Motoren ohne oder mit beschädigtem Partikelfilter;
 - Verschmutzung von Sensoren des Messmittels, namentlich durch Ablagerung von Russ und Kondensaten.
- 4.2 Störgrößen dürfen sich nur so weit auswirken, als:
- die Veränderung des Messergebnisses nicht ausserhalb der in Ziffer 3 festgelegten Grenzwerte zu liegen kommt;
 - die Ausgabe des Messergebnisses nicht als gültiges Ergebnis ausgelegt werden kann.
- 4.3 Die Verwenderin muss gewarnt werden und eine offizielle Messung muss unterdrückt werden, wenn Störgrößen sich stärker auswirken, als es nach Ziffer 4.2 zulässig ist.

5 Sonstige Anforderungen

- 5.1 Der Messprozess muss so automatisiert sein, dass die subjektiven Einflüsse der Verwenderin eliminiert werden.
- 5.2 Bei der offiziellen Messung nach Ziffer 7 darf die Sprungantwort des Messwerts von 10 Prozent auf 90 Prozent bei einer rechteckförmigen, aufsteigenden oder absteigenden Änderung der Eingangskonzentration maximal 5 s (Ansprechzeit) dauern.
- 5.3 Die Dauer des Abgaseintritts bei der Probenahme bis zur Anzeige der Anzahlkonzentration muss kleiner sein als 10 s (Verzögerungszeit).
- 5.4 Für die Bauartprüfung ist eine elektronische Ausgabe der Messdaten in eine Textdatei mit Zeitstempel und Anzahlkonzentration und eine Erfassungsrate von mindestens 10 Hz vorzusehen. Die Datei muss via Schnittstelle an handelsübliche Computer herausgegeben werden können.
- 5.5 Das Messmittel ist für den portablen Betrieb im Freien auszulegen.

6 Messbeständigkeit

- 6.1 Die Informationen über die Funktionsweise des Messmittels enthalten nach Anhang 1 Ziffer 9.3 der Messmittelverordnung insbesondere detaillierte Angaben über die Instandhaltungspflicht des Halters, die Instandhaltungsarbeiten, deren Intervalle und Nachweis.
- 6.2 Mindestens folgende Arbeiten gehören zu den Instandhaltungsarbeiten:
- Reinigung der mit Partikeln in Berührung kommenden Komponenten;
 - Kontrolle der eingebauten Sensoren, namentlich für Temperatur und Druck;
 - bei Bedarf eine Justierung der zur Messung der Partikelanzahl relevanten Sensoren.
- 6.3 Das Messmittel muss so ausgelegt sein, dass die Instandhaltungsarbeiten ausreichen, um die messtechnischen Eigenschaften während der Eichfrist innerhalb der Fehlergrenzen zu erhalten.

- 6.4 Erfolgt nach der Instandhaltung eine Justierung des Messmittels, so ist eine Nacheichung erforderlich.
- 6.5 Das Eidgenössische Institut für Metrologie bestimmt das Vorgehen bei der Nacheichung im Einzelfall aufgrund der Bauart eines Messmittels.

7 **Offizielle Messung**

- 7.1 Als offizielle Messung gilt der für die offizielle Abgasmessung reglementierte Messablauf.
- 7.2 Die offizielle Messung muss:
- von der Verwenderin ein- und ausgeschaltet werden;
 - ohne Unterbruch durchgeführt werden;
 - maximal 5 Minuten dauern;
 - aus den Messwerten den Mittelwert bestimmen;
 - mindestens folgende Werte anzeigen: aktueller Messwert, Mittelwert sowie Messdauer nach Einschalten der offiziellen Messung in Sekunden.
- 7.3 Am Ende der offiziellen Messung muss das Messmittel folgende Angaben dauerhaft aufzeichnen:
- Bezeichnung «offizielle Messung»;
 - Datum und Zeit der Messung;
 - Mittelwert der Anzahlkonzentration;
 - Dauer der Messung.

Konformitätskennzeichen und zusätzliche erforderliche Aufschriften für Messmittel für Nanopartikel

Kennzeichen und Aufschriften

1 Symbol

Messmittel für Nanopartikel müssen versehen sein mit:

- a. folgendem Konformitätskennzeichen und folgender Kennnummer:
 1. Konformitätskennzeichen, dargestellt durch folgendes Symbol, mit einer Mindesthöhe von 5 mm:

CH

2. Kennnummer(n) der Konformitätsbewertungsstelle(n), die die Produktprüfung(en) vorgenommen hat (haben);
- b. folgendem Metrologie-Kennzeichen: Buchstabe «M» und die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem das Kennzeichen angebracht wurde, eingerahmt durch ein Rechteck, wobei die Höhe des Rechtecks der Höhe des Konformitätskennzeichens entspricht; das Metrologie-Kennzeichen steht unmittelbar hinter dem Konformitätskennzeichen;
- c. folgenden Aufschriften:
 1. Name der Herstellerin,
 2. Nummer des Bauartprüfzertifikats,
 3. Modell und Seriennummer des Messmittels.

2 Einrichtung zum Anbringen des Konformitätskennzeichens

Am Messmittel sind geeignete Einrichtungen zum Anbringen des Konformitätskennzeichens und der Aufschriften vorzusehen. Sie müssen so beschaffen sein, dass sich die Kennzeichen und Aufschriften nicht entfernen lassen, ohne beschädigt zu werden, und dass die Kennzeichen und Aufschriften bei normaler Gebrauchslage des Messmittels gut sichtbar sind. Das Kennzeichen und die Aufschriften sind einander deutlich zugeordnet am Messmittel anzubringen.

3 Verwendung eines Kennzeichnungsschilds

Wird ein Kennzeichnungsschild verwendet, so muss es gesichert werden können, es sei denn, es lässt sich nicht entfernen, ohne zerstört zu werden. Ist das Kennzeichnungsschild zu sichern, so muss ein Sicherungstempel angebracht werden können.

³¹ Eingefügt durch Ziff. II der V des EJPD vom 22. Aug. 2012 (AS 2012 5371). Bereinigt gemäss Ziff. I 14 der V des EJPD vom 7. Dez. 2012 (Neue gesetzliche Grundlagen im Messwesen), in Kraft seit 1. Jan. 2013 (AS 2012 7183).