

**Nr. 133 Richtlinie zur Kalibrierung von Abgasmessgeräten, die für die Untersuchung der Abgase von Kraftfahrzeugen nach Nummer 6.8.2 der Anlage VIIIa StVZO eingesetzt werden („AU-Geräte Kalibrierrichtlinie“)**

Bonn, den 04. Mai 2021  
StV 23/7355.2/2

Im Benehmen mit den zuständigen obersten Landesbehörden gebe ich bekannt:

1. Die Neufassung der Richtlinie zur Kalibrierung von Abgasmessgeräten, die für die Untersuchung der Abgase von Kraftfahrzeugen nach Nummer 6.8.2 der Anlage VIIIa StVZO eingesetzt werden (AU-Geräte Kalibrierrichtlinie). Sie ist spätestens ab dem 1.1.2023 anzuwenden.
2. Die Richtlinie zur Kalibrierung von Abgasmessgeräten, die für die Untersuchung der Abgase von Kraftfahrzeugen nach Nummer 6.8.2 der Anlage VIIIa StVZO eingesetzt werden (AU-Geräte Kalibrierrichtlinie) vom 23. Mai 2018 (VkBli. 2018, Nr. 100) tritt mit Ablauf des 31.12.2022 außer Kraft.

Bundesministerium für  
Verkehr und digitale Infrastruktur  
Im Auftrag  
Guido Zielke

**Inhalt**

0.	Vorbemerkungen	3
1.	Allgemeines	3
1.1	Anwendungsbereich	3
1.2	Aufstellung, Gebrauch und Wartung (informativ)	4
1.3	Inkrafttreten der Richtlinie	4
2.	Häufigkeit und Fristen	5
2.1	Häufigkeit der Kalibrierung, Fristen	5
2.1.1	Erstmalige Kalibrierung	5
2.1.2	Regelmäßige Kalibrierung, Kalibrierungsfrist	5
2.1.3	Vorzeitiges Enden der Frist für die Kalibrierung	5
2.1.4	Außerordentliche Kalibrierung	5
3.	Ablauf der Kalibrierung	6
3.1	Überprüfung der Kalibrierfähigkeit	6
3.1.1	Sichtprüfung der allgemeinen Beschaffenheit und äußerlichen Unversehrtheit	6
3.1.2	Prüfung auf Vorhandensein der Baumusterprüfbescheinigung bzw. Bauartzulassung	6
3.2	Ermittlung der Messabweichung, Kalibrierung	7
3.2.1	Umgebungsbedingungen	7
3.2.2	Konditionierung	7
3.2.3	Abgasmessgeräte für Fremdzündungsmotoren (Abgasanalysatoren)	7

3.2.4 Abgasmessgeräte für Selbstzündungsmotoren (Opazimeter) ..... 10

3.2.5 Abgasmessgeräte für Verbrennungsmotoren (Partikelzählgeräte) ..... 13

3.3 Konformitätsbewertungen..... 15

3.4 Justierung ..... 15

3.5 Dokumentation..... 16

4. Mitgeltende Dokumente..... 17

**0. Vorbemerkungen**

Diese Richtlinie basiert auf den Anforderungen der Richtlinie 2014/45/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 3. April 2014 über die regelmäßige technische Überwachung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern und zur Aufhebung der Richtlinie 2009/40/EG und richtet sich an Stellen und Personen, die für die Kalibrierung der im Anwendungsbereich genannten Messgeräte verantwortlich sind.

Für die Kalibrierungen gelten die allgemeinen Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien nach DIN EN ISO/IEC 17025.

Zur Sicherstellung der Gleichmäßigkeit und Gleichwertigkeit der Kalibrierungen konkretisiert diese Richtlinie die Anforderungen.

Die weiteren Anforderungen, die sich aus den in Nummer 4 (mitgeltende Dokumente) dieser Richtlinie genannten Dokumenten ergeben, sind zu beachten.

Jedes Abgasmessgerät muss mit geeigneten Mitteln kalibrierfähig sein. Die für die Kalibrierung und Justierung notwendigen Informationen und Messmittel werden den akkreditierten Kalibrierlaboren durch den Gerätehersteller bzw. einem von ihm autorisierten Vertreter auf nichtdiskriminierende Weise zur Verfügung gestellt. Dies beinhaltet ebenfalls den Zugang zu den hierfür relevanten Gerätefunktionen (einschließlich Hard- oder Softwareschnittstelle, Datenprotokollen). Die entsprechenden Anforderungen aus der Mess- und Eichverordnung bleiben davon unberührt.

**1. Allgemeines**

**1.1 Anwendungsbereich**

Diese Richtlinie gilt für die Anwendung und die Durchführung von Kalibrierungen an AU-Abgasmessgeräten, die im Rahmen der Untersuchungen der Abgase von Kraftfahrzeugen nach Nummer 6.8.2 der Anlage VIIIa zur StVZO eingesetzt werden. Die Anforderungen nach 3.2.5 gelten zunächst nur für Fahrzeuge mit Selbstzündungsmotor.

Die zu verwendenden Mess- und Prüfgeräte ergeben sich aus Nummer 3 der Anlage VIId zur StVZO in der Tabelle unter den Nummern 19 bis Nummer 21.

Im Folgenden wird diese Untersuchung als „AU“ bezeichnet und das notwendige AU-Abgasmessgerät als „Messgerät“.

Die Regelungen in den folgenden Abschnitten sind in gleicher Weise anzuwenden auf ggf. vorhandene Teilgeräte.

**1.2 Aufstellung, Gebrauch und Wartung (informativ)**

Für die Aufstellung, den Gebrauch und die Wartung ist der Betreiber verantwortlich.

Messgeräte dürfen nur nach erfolgter Kalibrierung mit positiver Konformitätsbewertung für die AU verwendet werden.

Wer ein Messgerät für die AU verwendet, muss weiterhin sicherstellen, dass es:

- (1) über die für den Anwendungsbereich ausreichende Genauigkeit nach Nummer 3.2.3 bzw. Nummer 3.2.4 bzw. Nummer 3.2.5 dieser Richtlinie verfügt,
- (2) innerhalb des zulässigen Messbereichs eingesetzt wird,
- (3) so aufgestellt, angeschlossen, gehandhabt und gewartet wird, dass die Richtigkeit der Messungen und die zuverlässige Ablesung der Anzeigen gewährleistet ist.

Die Messgeräte sind gemäß den Vorgaben des Herstellers zu warten. Datum und Name/Unterschrift der durchführenden Person sind in geeigneter Form zu dokumentieren. Dies kann in Papierform oder in elektronischer Form erfolgen. Zusätzlich ist am Messgerät an einer geeigneten Stelle eine Markierung anzubringen, die das Jahr und den Monat für die nächste Wartung kennzeichnet.

**1.3 Inkrafttreten der Richtlinie**

Diese Richtlinie ist spätestens ab dem 01.01.2023 anzuwenden.

**2. Häufigkeit und Fristen**

**2.1 Häufigkeit der Kalibrierung, Fristen**

**2.1.1 Erstmalige Kalibrierung**

Messgeräte, die erstmalig in Betrieb genommen werden, sind vor der ersten Anwendung für die AU nach den Vorgaben dieser Richtlinie zu kalibrieren. Die Frist für die regelmäßige Kalibrierung beginnt mit dem Datum dieser Kalibrierung.

**2.1.2 Regelmäßige Kalibrierung, Kalibrierungsfrist**

Die Frist für die regelmäßige Kalibrierung beträgt 12 Monate und ist monatsgenau durchzuführen.

Die Frist zur Kalibrierung entspricht den Anforderungen des Anhangs III zur Richtlinie 2014/45/EU.

**2.1.3 Vorzeitiges Enden der Frist für die Kalibrierung**

Die Frist für die Kalibrierung endet vorzeitig, falls:

- (1) ein Eingriff vorgenommen wird, der Einfluss auf die messtechnischen Eigenschaften des Messgerätes haben kann oder dessen Ver-

wendungsbereich erweitert oder beschränkt, wie z. B. im Rahmen einer Reparatur oder Wartung.

- (2) das Messgerät mit einer Einrichtung verbunden wird, deren Anfügung nicht zulässig ist.

#### 2.1.4 Außerordentliche Kalibrierung

Endet die Frist für die Kalibrierung nach Nummer 2.1.3 vorzeitig, so ist vor der weiteren Verwendung des Messgerätes für die AU und nach einer ggf. erfolgten Reparatur eine außerordentliche Kalibrierung durchzuführen.

Ist das Ergebnis der Konformitätsbewertung nach Nummer 3.3 im Rahmen der Kalibrierung positiv, beginnt die Frist für die regelmäßige Kalibrierung nach Nummer 2.1.2 ab dem Datum der außerordentlichen Kalibrierung neu.

Bei negativem Ergebnis ist der Betreiber darauf hinzuweisen, dass die Weiterverwendung des Messgerätes für die AU unzulässig ist. Alle weiteren notwendigen Maßnahmen zur Sperrung bzw. Kenntlichmachung dieser liegen in der Verantwortung des Betreibers.

### 3. Ablauf der Kalibrierung

Die Kalibrierung beinhaltet:

- Überprüfung der Kalibrierfähigkeit
- Ermittlung der Messabweichung
- Gegebenenfalls Justierung, inklusive Dokumentation der Messwerte vor der Justierung
- Gegebenenfalls erneute Ermittlung der Messabweichung
- Konformitätsbewertung
- Dokumentation der Ergebnisse in einem Kalibrierschein

#### 3.1 Überprüfung der Kalibrierfähigkeit

##### 3.1.1 Sichtprüfung der allgemeinen Beschaffenheit und äußerlichen Unversehrtheit

Hierbei ist insbesondere auf Messwertaufnehmer, Abgasentnahmen (Sonden), Kabel, Leitungen und Schläuche und die Messwertanzeigen zu achten. Diese, sowie das Gehäuse des Messgerätes, dürfen nicht zerstört, beschädigt, verformt oder in irgendeiner Weise in ihrer Funktion eingeschränkt sein. Eine Beeinträchtigung der Messergebnisse muss ausgeschlossen sein.

Sichtprüfung auf Vollständigkeit und Unversehrtheit der Kennzeichnungen.

Kennzeichnungen und Aufschriften müssen gut sichtbar, lesbar und dauerhaft auf dem Messgerät angebracht sein.

Diese Kennzeichnungen beinhalten mindestens folgende Angaben:

- Name des Herstellers oder sein Warenzeichen
- Typbezeichnung

- ggf. Hardwareversion
- Fabrik-/Seriennummer des Messgeräteherstellers oder entsprechende Identifizierungskennzeichnung des Betreibers
- Herstellungsjahr
- Genauigkeitsklasse oder Gerätefehlergrenze

Zusätzlich muss das Datum der letzten Kalibrierung (nur bei Rekalibrierung) auf dem Gerät angebracht sein.

#### 3.1.2 Prüfung auf Vorhandensein der Baumusterprüfbescheinigung bzw. Bauartzulassung

Anhand der Nummer der Baumusterprüfbescheinigung bzw. der Bauartzulassung am Gerät, z. B. Typschild.

### 3.2 Ermittlung der Messabweichung, Kalibrierung

#### 3.2.1 Umgebungsbedingungen

Die Prüfungen nach Nummer 3.2.3 bzw. Nummer 3.2.4 bzw. Nummer 3.2.5 sind unter Nennbetriebsbedingungen nach OIML R99 (Edition 2008 (E)) durchzuführen.

Die Umgebungsbedingungen (Temperatur, Luftfeuchte, Luftdruck) sind während der Dauer der Kalibrierung festzustellen und auf dem Ergebnisbericht nach Nummer 3.5 dieser Richtlinie zu dokumentieren.

Die Feststellung der Umgebungsbedingungen hat mit kalibrierten und metrologisch rückgeführten Messmitteln zu erfolgen.

#### 3.2.2 Konditionierung

Weichen die Umgebungsbedingungen für Lagerung und ggf. Transport des Messgerätes von den Nennbetriebsbedingungen nach Nummer 3.2.1 ab, so ist vor Beginn der Prüfungen nach Nummer 3.2.3 bzw. Nummer 3.2.4 bzw. Nummer 3.2.5 auf eine ausreichende Klimaangleichung zu achten. Sind die Lager-/Transportbedingungen nicht bekannt, ist mindestens eine 2-stündige Klimaangleichung an die Umgebungsbedingungen nach Nummer 3.2.1 sicherzustellen.

#### 3.2.3 Abgasmessgeräte für Fremdzündungsmotoren (Abgasanalytoren)

Um eine Kalibrierung zu ermöglichen, sind ggf. die gerätespezifischen Angaben (z. B. Kalibriermodus) des Geräteherstellers zu beachten.

Die Kalibrierung erfolgt auf Basis der OIML R99 (Edition 2008 (E)).

Nach der Aufwärmphase des Messgerätes sind die Prüfungen nach Nummern 3.2.3.1 bis Nummer 3.2.3.5 durchzuführen.

Die Überprüfungen nach Nummer 3.2.3 können auch ohne angeschlossene Entnahmesonde und Schlauch durchgeführt werden. Dies muss auf dem Ergebnisbericht dokumentiert werden.

### 3.2.3.1 Überprüfung der Selbsttest-Funktionen

Überprüfung der Selbsttest-Funktionen, wie in der Betriebsanweisung des Herstellers beschrieben. Hierbei sind mindestens folgende Funktionen beinhaltet:

- Überprüfung der Dichtheit des Gaslaufsystems
- Überprüfung HC-Rückstände
- Überprüfung der Abschaltfunktion bei niedrigem Gasdurchfluss

### 3.2.3.2 Überprüfung der Ansprechzeit des CO-Kanals und des O<sub>2</sub>-Kanals

Die Überprüfung erfolgt gemäß OIML R99 (Edition 2008 (E)).

Abweichend von OIML R99 (Edition 2008 (E)) wird diese Überprüfung mit Gasgemisch A oder Gasgemisch B nach Nummer 3.2.3.4 durchgeführt.

Für die Messung von CO muss das Messgerät einschließlich des Gaslaufsystems innerhalb von 15 Sekunden 95 % vom Endwert (entsprechend der Deklaration des verwendeten Prüfgases) anzeigen, sobald die Einleitung von einem CO-freien auf das verwendete Kalibriergas gewechselt wird.

Für die Messung von O<sub>2</sub> muss das Messgerät innerhalb von 60 Sekunden einen Endwert von unter 0,1 %-vol. O<sub>2</sub> anzeigen, sobald ein sauerstofffreies Kalibriergas eingeleitet wird.

### 3.2.3.3 Ermittlung der Abweichung der Messwertanzeigen

Bei der Kalibrierung werden die Analyseergebnisse der jeweils verwendeten Kalibriergase nach Nummer 3.2.3.4 mit der jeweiligen Anzeige des Messgerätes verglichen.

Anschließend wird eine Konformitätsbewertung anhand der Fehlergrenzen nach Nummer 3.2.3.5 durchgeführt.

Für Messgeräte der Genauigkeitsklasse 1 sind die Kalibriergasgemische A und B nach Nummer 3.2.3.4 zu verwenden.

Für Messgeräte der Genauigkeitsklasse 0 und 00 sind die Gasgemische A und C nach Nummer 3.2.3.4 zu verwenden.

Für den Abgleich der Nullanzeigen kann wahlweise reiner Stickstoff (N<sub>2</sub>), oder Umgebungsluft verwendet werden.

Der Abgleich der Anzeige für Sauerstoff (O<sub>2</sub>) kann wahlweise an Umgebungsluft (ca. 20,9 %-vol.) erfolgen oder mittels bekanntem Sauerstoff-Gasgemisch.

Bei Abgleich an Umgebungsluft ist durch eine entsprechende Durchlüftung darauf zu achten, dass die Luft der Umgebung nicht mit Kalibriergas oder anderen Gasen belastet ist.

### 3.2.3.4 Kalibriergase

In Anlehnung an die OIML R99 (Edition 2008 (E)) sind folgende Zusammensetzungen der Referenzgasgemische zu verwenden.

Der Wert für die Komponente CO des Gasgemisches C weicht von der oben genannten Regelung ab, um die Prüfung aller AU-Grenzwerte zu ermöglichen.

Komponente	Einheit	Gasgemisch*				
		C	B (E <sup>***</sup> )	A (D <sup>***</sup> )	-	-
CO	%-vol.	0,1	0,5	3,5	-	-
CO <sub>2</sub>	%-vol.	3	6	14	-	-
Propan (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) <sup>**</sup>	ppm vol.	80	200	2000	-	-
O <sub>2</sub> <sup>****</sup>	%-vol.	-	-	-	20,9	
N <sub>2</sub> <sup>****</sup>	%-vol.	-	-	-	-	100

Die Basis für o. g. Gasgemische (Rest) ist i. d. R. Stickstoff N<sub>2</sub>.

\* ± 10 % (relativ) des in der Tabelle angegebenen Wertes

\*\* Die Propankonzentration multipliziert mit dem vom Abgasmessgerätehersteller anzugebenden Propan/Hexanfaktors (P. E. F.) ergibt den vom Abgasmessgerät anzuzeigenden HC-Wert.

\*\*\* Bezeichnungen nach Tabelle B.1, OIML R99 (Edition 2008 (E)). Nach Nummer 8.3.3/Nummer 8.2.3 und Tabelle B.2 dieser Regulierung dürfen auch entsprechende Gasgemische „ohne“ Sauerstoff verwendet werden.

\*\*\*\* Gasgemische sind optional, siehe Nummer 3.2.3.3

Die verwendeten Referenzgasgemische müssen gemäß DAkkS-Merkblatt 71 SD 0 005 rückgeführt sein. Die Rückführungsnachweise hierfür müssen der durchführenden Stelle vorliegen.

Die erweiterte Messunsicherheit (Erweiterungsfaktor k=2) der zu messenden Gaskomponenten der verwendeten Referenzgasgemische – dokumentiert im Rückführungsnachweis – darf maximal ± 2 % relativ betragen.

Die Analyseergebnisse der Referenzgasgemische sind ein wesentliches Element bei der messtechnischen Rückführung der Kalibrierung.

### 3.2.3.5 Fehlergrenzen

Für Abgasmessgeräte für Fremdzündungsmotoren (Abgasanalysatoren) sind nach OIML R99 (Edition 2008 (E)) folgende Fehlergrenzen in Abhängigkeit von der Genauigkeitsklasse heranzuziehen.

Klasse	Fehler-typ*	CO	CO <sub>2</sub>	Hexan (C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> )	O <sub>2</sub>
00	absolut	± 0,02 %-vol.	± 0,3 %-vol.	± 4 ppm	± 0,1 %-vol.
	relativ	± 5 %	± 5 %	± 5 %	± 5 %
0	absolut	± 0,03 %-vol.	± 0,5 %-vol.	± 10 ppm	± 0,1 %-vol.
	relativ	± 5 %	± 5 %	± 5 %	± 5 %

Klasse	Fehler-typ*	CO	CO <sub>2</sub>	Hexan (C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> )	O <sub>2</sub>
1	absolut	± 0,06 %-vol.	± 0,5 %-vol.	± 12 ppm	± 0,1 %-vol.
	relativ	± 5 %	± 5 %	± 5 %	± 5 %

\* Es gilt der jeweils größere Wert hinsichtlich der Grenzen für relative bzw. absolute Fehler.

### 3.2.3.6 Ermittlung der Messunsicherheit

Für die Kalibrierung nach Nummer 3.2.3 ist eine Messunsicherheitsbetrachtung durchzuführen. Die Ermittlung hat nach den allgemeinen Vorgaben und Anforderungen des Dokumentes EA-4/02 M: 2013 zu erfolgen.

Als Einflussgrößen sind hierbei mindestens zu betrachten: Unsicherheiten der verwendeten Referenzgasgemische, Auflösung der Anzeigen (digital) bzw. Ablesung der Anzeigen (analog), sonstige Einflüsse (Dichtheit, Sauberkeit, usw.).

### 3.2.4 Abgasmessgeräte für Selbstzündungsmotoren (Opazimeter)

Um eine Kalibrierung zu ermöglichen, sind ggf. die gerätespezifischen Angaben (z. B. Kalibriermodus) des Geräteherstellers zu beachten.

Nach der Aufwärmphase des Messgerätes ist die Prüfung nach Nummer 3.2.4.1 durchzuführen.

#### 3.2.4.1 Ermittlung der Abweichung der Messwertanzeigen

Bei der Kalibrierung werden die Referenzwerte der jeweils verwendeten Kalibrierfilter nach Nummer 3.2.4.2 mit der jeweiligen Anzeige des Messgerätes verglichen.

Für Messgeräte mit einer Gerätefehlergrenze (FG) von ± 0,3 m<sup>-1</sup> sind mindestens die Filter 1 bis 3 nach Nummer 3.2.4.2 zu verwenden.

Für Messgeräte mit einer Gerätefehlergrenze (FG) von ± 0,1 m<sup>-1</sup> sind mindestens die Filter 0 bis 2 nach Nummer 3.2.4.2 zu verwenden.

#### 3.2.4.2 Kalibrierfilter

Für die Prüfungen werden kalibrierte Neutralgraufilter verwendet, im Folgenden als Kalibrierfilter bezeichnet.

Filter	Spektraler Transmissionsgrad τ bei 560 nm	Trübungsgrad N in % *	Trübungs-koeffizient k in m <sup>-1</sup> */**
0	0,9	10	0,25
1	0,7	30	0,83
2	0,5	50	1,61
3	0,3	70	2,80

\* ± 20 % (relativ) des in der Tabelle angegebenen Wertes

\*\* bezogen auf die Länge der Messkammer d = 0,43 m

Wenn aus technischen Gründen (z. B. Mehrfachdurchleuchtung des Filters) die in der Tabelle genannten Filter nicht verwendet werden können, so kann nach Herstellervorgabe von den vorgegeben Filtern abgewichen werden, um die korrespondierenden Trübungskoeffizienten/Trübungsgrade gemäß Tabelle zu erreichen.

Die verwendeten Kalibrierfilter müssen gemäß DAkkS-Merkblatt 71 SD 0 005 rückgeführt sein. Die Rückführungsnachweise hierfür müssen der durchführenden Stelle vorliegen.

Die erweiterte Messunsicherheit (Erweiterungsfaktor k=2) der verwendeten Kalibrierfilter – dokumentiert im Rückführungsnachweis – darf maximal ± 0,8 % absolut (Trübungsgrad) betragen.

Die Kalibrierergebnisse der verwendeten Kalibrierfilter sind ein wesentliches Element bei der messtechnischen Rückführung der Kalibrierung.

#### 3.2.4.3 Fehlergrenzen

Für Abgasmessgeräte für Selbstzündungsmotoren (Opazimeter) sind folgende Filter und Fehlergrenzen in Abhängigkeit von der Gerätefehlergrenze (FG) zu verwenden.

Gerätefehlergrenze (FG)	Filter	Fehlergrenze für Trübungs-koeffizient k in m <sup>-1</sup>	Fehlergrenze für Trübungs-grad N in % (absolut)
± 0,1 m <sup>-1</sup>	0	± 0,1	± *
	1	± 0,3	± 5
	2	± 0,3	± 5
± 0,3 m <sup>-1</sup>	1	± 0,3	± 5
	2	± 0,3	± 5
	3	± 0,3	± 5

\* Für die Ermittlung der Fehlergrenzen für den Trübungsgrad (%) sind die genauen Werte der jeweiligen Referenzfilter in einem ersten Schritt als Trübungskoeffizient k (m<sup>-1</sup>) zu berechnen, dann die Fehlergrenzen entsprechend der Tabelle zu ermitteln (± 0,1) und in einem zweiten Schritt die ermittelten Fehlergrenzen in die entsprechenden Trübungsgrade (%) umzurechnen.

#### Beispielrechnung:

- Optische Dichte (OD) des Referenzfilters = 0,0429
- Trübungsgrad (N) des Referenzfilters = 9,41 %
- Trübungskoeffizient (k) des Referenzfilters bei Absorbtionsmessstrecke (L<sub>A</sub>) 430 mm = 0,230 m<sup>-1</sup>
- untere/obere Fehlergrenze in k (± 0,1) = 0,130 m<sup>-1</sup>/0,330 m<sup>-1</sup>

- untere/obere Fehlergrenze in N = 5,43 %/13,22 %

$$N = 100 \times (1 - 10^{-OD})\%$$

$$k = \frac{-1}{L_A} \ln \left( 1 - \frac{N}{100} \right)$$

$$N = 100 \times \left( 1 - e^{-kL} \times \frac{T_0 \times p}{T \times p_0} \right)$$

**3.2.4.4 Ermittlung der Messunsicherheit**

Für die Kalibrierung nach Nummer 3.2.4 ist eine Messunsicherheitsbetrachtung durchzuführen. Die Ermittlung hat nach den allgemeinen Vorgaben und Anforderungen des Dokumentes EA-4/02 M: 2013 zu erfolgen.

Als Einflussgrößen sind hierbei mindestens zu betrachten: Unsicherheiten der verwendeten Kalibrierfilter, Auflösung der Anzeigen (digital) bzw. Ablesung der Anzeigen (analog), sonstige Einflüsse (Sauberkeit, Positionierungen, usw.).

**3.2.5 Abgasmessgeräte für Verbrennungsmotoren (Partikelzählgeräte)**

Um eine Kalibrierung zu ermöglichen, sind ggf. die gerätespezifischen Angaben (z.B. Kalibriermodus) des Geräteherstellers zu beachten.

Nach der Aufwärmphase des Messgerätes ist die Prüfung nach Nummer 3.2.5.1 durchzuführen.

Die Überprüfungen nach Nummer 3.2.5 müssen mit angeschlossener Entnahmesonde und Schlauch durchgeführt werden.

**3.2.5.1 Überprüfung der Selbsttest-Funktionen**

Überprüfung Selbsttest-Funktionen, wie in der Betriebsanweisung des Herstellers beschrieben. Hierbei sind mindestens folgende Funktionen beinhaltet:

- Überprüfung der Dichtheit des Gaslaufsystems
- Überprüfung der Abschaltfunktion bei niedrigem Gasdurchfluss zwischen Sonde und Messgerät
- Nullpunkttest

**3.2.5.2 Ermittlung der Abweichung der Messwertanzeigen**

Bei der Kalibrierung wird die Anzeige des Referenzpartikelzählers mit der Anzeige des Messgerätes verglichen.

Es wird empfohlen zeitlich gemittelte Werte für die Konformitätsbewertung zu verwenden (z.B. 20 Sekunden). Wenn die Messgeräte bereits zeitlich gemittelte Werte ausgeben, können diese verwendet werden.

Anschließend wird eine Konformitätsbewertung anhand der Fehlergrenzen nach Nummer 3.2.5.4 durchgeführt.

Die Überprüfung der Fehlergrenzen ist mit folgenden Vorgaben durchzuführen:

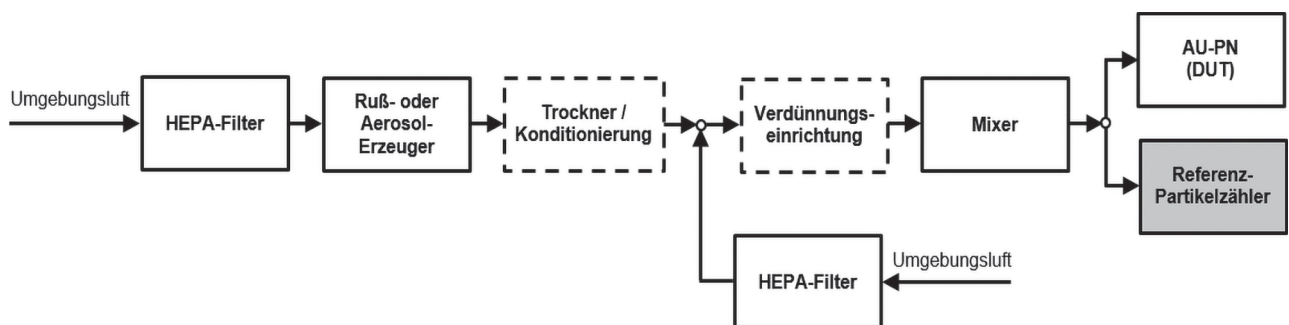
- 1.) polydispersem Aerosol, thermisch stabil (z.B. Ruß, NaCl)
- 2.) monomodale Verteilung mit einer geometrischen Standardabweichung (GSD) von 1,5 bis 2,1
- 3.) Mittlere Partikelgröße von 70 nm (± 20 nm)
- 4.) mindestens 3 Referenzproben, darunter 50.000 Partikel/cm<sup>3</sup> und 250.000 Partikel/cm mit einem Toleranzbereich von jeweils ± 20 % und zusätzlich einen Wert zwischen 300.000 Partikel/cm<sup>3</sup> und 500.000 Partikel/cm<sup>3</sup>

Wenn sichergestellt werden kann, dass die vorgenannten Konzentrationen der Referenzproben eingehalten werden, kann für den Fall, dass reales Abgas eines Verbrennungsmotors verwendet wird, auf den Nachweis der o.g. Punkte 1.) und 2.) verzichtet werden.

**3.2.5.3 Kalibrieranordnung**

Die Kalibrieranordnung besteht mindestens aus einem geeigneten Aerosolerzeuger und ggf. einem Trockner/Konditionierer welche ein thermisch stabiles Aerosol ermöglichen, ggf. einer Verdünnungseinrichtung, einem Referenzpartikelzähler und einer Verteilereinrichtung/Mixer zur homogenen Verteilung des erzeugten Aerosols auf Referenzpartikelzähler und dem zu kalibrierenden Messgerät.

Beispielhafte Darstellung für eine Kalibrieranordnung:



Für den Fall, dass reales Abgas als Aerosol verwendet wird, ersetzt ein Verbrennungsmotor den Ruß-/Aerosolzeuger in der obigen Darstellung. In diesem Fall kann auf den HEPA-Filter vor dem Verbrennungsmotor verzichtet werden.

Der verwendete Referenzpartikelzähler muss gemäß DAkKS-Merkblatt 71 SD 0 005 rückgeführt sein. Die Rückführungsnachweise hierfür müssen der durchführenden Stelle vorliegen.

Die erweiterte Messunsicherheit (Erweiterungsfaktor  $k=2$ ) des verwendeten Referenzpartikelzählers – dokumentiert im Rückführungsnachweis – darf maximal  $\pm 50\%$  relativ betragen.

Das Kalibrierergebnis des verwendeten Referenzpartikelzählers ist ein wesentliches Element bei der messtechnischen Rückführung der Kalibrierung.

### 3.2.5.4 Fehlergrenzen

Für die Prüfungen nach Nummer 3.2.5.3 ist eine Fehlergrenze von  $\pm 75\%$  einzuhalten, bezogen auf die jeweilige Anzeige des Referenzpartikelzählers.

### 3.2.5.5 Ermittlung der Messunsicherheit

Für die Kalibrierung nach Nummer 3.2.5 ist eine Messunsicherheitsbetrachtung durchzuführen. Die Ermittlung hat nach den allgemeinen Vorgaben und Anforderungen des Dokumentes EA-4/02 M: 2013 zu erfolgen.

Als Einflussgrößen sind hierbei mindestens zu betrachten: Unsicherheiten des verwendeten Referenzpartikelzählers, Auflösung der Anzeigen (digital) bzw. Ablesung der Anzeigen (analog), Wiederholungen/Wiederholbarkeit, sonstige Einflüsse (Dichtheit, Sauberkeit, usw.).

## 3.3 Konformitätsbewertungen

Konformitätsbewertungen werden anhand der jeweiligen Abweichungen der Messwertanzeigen und der jeweiligen Fehlergrenzen durchgeführt.

Für eine positive Konformitätsbewertung (als „in Ordnung“ bzw. „i. O.“ bezeichnet) sind für alle aufgenommenen Messergebnisse die folgenden zwei Kriterien zu erfüllen.

- a) Das Messergebnis ist ohne Betrachtung der Messunsicherheit innerhalb der jeweils vorgegebenen Fehlergrenze.
- b) Unter Berücksichtigung der Messunsicherheit ist das spezifische Risiko (Falsch-Gut-Bewertungsrisiko) kleiner gleich  $50\%$ .

Dabei ist das spezifische Risiko nach JCGM 106: 2012 zu berechnen.

Das Kriterium b) kann als erfüllt angesehen werden, wenn das Kriterium a) erfüllt ist und die erweiterte Messunsicherheit mit einem Vertrauensbereich von  $95\%$  (mit Erweiterungsfaktor von  $k=2$ ) kleiner gleich der jeweils vorgegebenen Fehlergrenze ist.

Jedes Messergebnis, welches mindestens eines der beiden Kriterien nicht erfüllt, ist zu kennzeichnen, z. B. mit „nicht in Ordnung“ bzw. „n. i. O.“.

## 3.4 Justierung

Justierungen sind gemäß der Betriebsanleitung des Geräteherstellers durchzuführen.

Vor jeglicher Justierung, sind die Messwerte gemäß Nummer 3.2 aufzunehmen und zu dokumentieren.

Nach einer Justierung hat in jedem Fall eine Kalibrierung nach Nummer 3.2 dieser Richtlinie zu erfolgen.

## 3.5 Dokumentation

Die durchgeführten Kalibrierungen nach dieser Richtlinie sind in geeigneter Weise zu dokumentieren und zu archivieren.

Der Ergebnisbericht ist als Kalibrierschein nach den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2018 (Abschnitte 7.8.1, 7.8.2, 7.8.4 und, sofern anwendbar, 7.8.6) sowie den Festlegungen zur Darstellung von Kalibrierergebnissen des Dokumentes 71 SD 0 025 der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkKS) auszuführen. Kalibrierscheine und Kalibrierzertifikate, die von akkreditierten Kalibrierlaboratorien außerhalb Deutschlands, aber mit Sitz in der EU, ausgestellt werden, sind gleichwertig, wenn sie das Akkreditierungssymbol der im Sitzstaat zuständigen Nationalen Akkreditierungsstelle gemäß der VO (EG) 765/2008 tragen.

Neben diesen allgemeinen Anforderungen sind alle Überprüfungen und Messwerte inkl. Messunsicherheit nach Nummer 3.2.3.1 bis Nummer 3.2.3.3 für Abgasmessgeräte für Fremdzündungsmotoren (4-Gas Abgasanalysatoren) bzw. nach Nummer 3.2.4.1 für Abgasmessgeräte für Selbstzündungsmotoren (Opazimeter) bzw. nach Nummer 3.2.5.1 bis Nummer 3.2.5.2 für Abgasmessgeräte für Verbrennungsmotoren (Partikelzählgeräte) auf dem Kalibrierschein zu dokumentieren.

Es ist zu dokumentieren, welche Anzeige bei der Kalibrierung verwendet wurde. Z. B. eigene Anzeige am Messgerät, Anzeige Software am PC (mit Nennung des Anzeigemodus).

Falls eine Justierung nach Nummer 3.4 durchgeführt wurde, sind zusätzlich die Messwerte vor der Justierung aufzunehmen und entweder auf dem Kalibrierschein oder auf einem separaten Kalibrierschein zu dokumentieren.

Auf dem Ergebnisbericht sind sowohl die Konformitätsbewertungen der Messergebnisse nach Nummer 3.3 zu dokumentieren, als auch eine Konformitätsaussage über das summarische Gesamtergebnis der Kalibrierung. Diese Konformitätsaussage darf nur dann positiv sein, wenn jede Einzelbewertung nach Nummer 3.3 positiv ist.

**4. Mitgeltende Dokumente**

- EA-4/02 M 2013 – Ermittlung der Messunsicherheit bei Kalibrierungen (deutsche Übersetzung, im Zweifelsfall gilt das englische Originaldokument)
- 71 SD 0 006 (DAkKS-DKD-4) – Rückführung von Mess- und Prüfmitteln auf nationale Normale
- 71 SD 0 025 – Anleitung zur Darstellung von Kalibrierergebnissen und die Verwendung der DAkKS-Kalibriermarke
- Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML), Internationale Empfehlung R99-1&2 (Edition 2008 (E)) – Instruments for measuring vehicle exhaust emissions, <http://www.oiml.org>
- 71 SD 0 005 – Merkblatt zur metrologischen Rückführung im Rahmen von Akkreditierungsverfahren
- Leitfaden zur Begutachtung der Bedienungsführung von AU-Abgasmessgeräten (AU-Geräteleitfaden)
- Joint Committee for Guides in Metrology (BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP und OIML), JCGM 106:2012 – Evaluation of measurement data – The role of measurement uncertainty in conformity assessment [https://www.bipm.org/utils/common/documents/jcgm/JCGM\\_106\\_2012\\_E.pdf](https://www.bipm.org/utils/common/documents/jcgm/JCGM_106_2012_E.pdf)
- VDI-Richtlinie 5901 Blatt 1 – Kalibrierung von Prüf- und Messmitteln im Kraftfahrwesen. Ausgabe 04/2021
- EA MLA: European Accreditation multilateral agreement; basierend auf der Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates; <https://european-accreditation.org/>
- Richtlinie 2014/45/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 3. April 2014 über die regelmäßige technische Überwachung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern und zur Aufhebung der Richtlinie 2009/40/EG

(VkBl. 2021 S. 640)