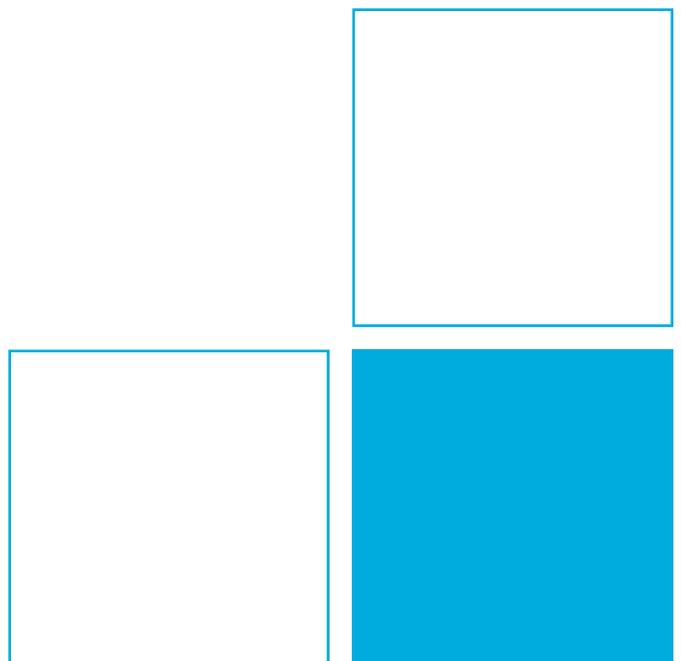


PTB-Anforderungen

Messgrößen im öffentlichen Verkehr zur amtlichen Überwachung

Partikelzähler



PTB-Anforderungen enthalten Anforderungen zu technischen Spezifikationen und Verwendungspflichten für Messgeräte, die den Regelungen des Mess- und Eichrechts unterliegen. Sie werden von der PTB unter Beteiligung der betroffenen Kreise erstellt. PTB-Anforderungen bestehen aus zwei Teilen.

Der erste Teil behandelt Regeln und technische Spezifikationen für Messgeräte, um die wesentlichen Anforderungen an Messgeräte nach § 6 des Mess- und Eichgesetzes¹ i. V. m. § 7 der Mess- und Eichverordnung² zu konkretisieren.

Der zweite Teil behandelt Regeln und Erkenntnisse zur näheren Bestimmung der Pflichten von Personen, die Messgeräte oder Messwerte verwenden, nach §§ 31 und 33 Mess- und Eichgesetz und §§ 22 und 23 Mess- und Eichverordnung.

Diese PTB-Anforderungen enthalten Konkretisierungen für die Teile 1 und 2 für folgende Messgeräte nach § 1 Absatz 1 Nummer 12 Buchstabe a der Mess- und Eichverordnung zur Bestimmung von Messgrößen im öffentlichen Verkehr zur amtlichen Überwachung: Partikelzähler.

¹ MessEG vom 25. Juli 2013 (BGBl. I S. 2722, 2723), in der zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser PTB-Anforderungen geltenden Fassung.

² MessEV vom 11. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2010, 2011), in der zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser PTB-Anforderungen geltenden Fassung.



Diese Veröffentlichung steht unter der Lizenz CC BY-ND 3.0 DE

"Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 3.0 Deutschland",
siehe <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/de/legalcode>.

Diese Lizenz erlaubt die Weiterverbreitung - auch kommerziell -, solange dies ohne Veränderungen und vollständig mit Quellenangabe und derselben CC-Lizenz geschieht.

Eine Kurzübersicht der Lizenzbedeutung ist zu erreichen über
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/de>

Zitiervorschlag für die Quellenangabe:

PTB-Anforderungen 12.16 „Partikelzähler“ (05/2021). Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin. <https://doi.org/10.7795/510.20210623>

Inhalt

I	Begriffsbestimmungen	3
II	Anwendungsbereich, Zweck und Funktionen	5
Teil 1:	Konkretisierung der wesentlichen Anforderungen an das Messgerät, Kennzeichnung und Aufschriften	6
1.1	Fehlergrenzen und Umgebungsbedingungen	6
1.1.1	Fehlergrenzen	6
1.1.2	Umgebungsbedingungen	6
1.1.2.1	Klimatische Umgebungsbedingungen	6
1.1.2.2	Mechanische Umgebungsbedingungen	7
1.1.2.3	Elektromagnetische Umgebungsbedingungen	7
1.1.2.4	Weitere Einflussgrößen	7
1.1.3	Durchführung der Prüfungen	7
1.2	Reproduzierbarkeit der Messergebnisse	7
1.3	Wiederholbarkeit der Messergebnisse	7
1.4	Ansprechschwelle und Empfindlichkeit des Messgeräts	8
1.5	Messbeständigkeit	8
1.6	Einfluss eines Defekts auf die Genauigkeit der Messergebnisse	8
1.7	Eignung des Messgeräts	9
1.7.1	Erschweren betrügerischer Nutzung und Falschbedienung	9
1.7.2	Eignung für beabsichtigte Nutzung	9
1.7.3	Versorgungsmessgeräte: einseitige Messabweichung	11
1.7.4	Unempfindlichkeit gegenüber kleinen Messgrößenschwankungen	11
1.7.5	Robustheit	11
1.7.6	Kontrollierbarkeit der Messvorgänge	11
1.7.7	Software-Identifikation und Unbeeinflussbarkeit durch andere Software	12
1.8	Schutz gegen Verfälschungen	12
1.8.1	Anschluss von Zusatzeinrichtungen; rückwirkungsfreie Schnittstellen	12
1.8.2	Sicherung vor Eingriffen; Nachweisbarkeit eines Eingriffs	12
1.8.3	Kennzeichnung und Sicherung der Software; Nachweisbarkeit eventueller Eingriffe	12
1.8.4	Schutz von Messdaten und Software gegen Verfälschung	12
1.8.5	Versorgungsmessgeräte: keine Rücksetzbarkeit der Sichtanzeige	12
1.9	Anzeige des Messergebnisses	12
1.9.1	Sichtanzeige oder Ausdruck des Ergebnisses und Ausnahmen	12
1.9.2	Anzeige klar und eindeutig; zusätzliche Anzeigen	12
1.9.3	Ausdruck gut lesbar und unauslöschlich	13
1.9.4	Direktverkauf	13

1.9.5	Versorgungsmessgeräte: Anzeige.....	13
1.10	Weiterverarbeitung von Daten zum Abschluss des Geschäftsvorgangs	13
1.11	Konformitätsbewertung	13
1.12	Kennzeichnung und Aufschriften	14
Teil 2:	Verwendungspflichten.....	15
2.1	Verkehrsfehlergrenzen (§ 22 Absatz 2 MessEV)	15
2.2	Einhaltung der Anforderungen bei der Zusammenschaltung mit anderen Geräten (§ 31 Absatz 2 Nummer 1 MessEG)	15
2.3	Sicherstellung der Eignung für die vorgesehenen Umgebungsbedingungen (§ 23 Absatz 1 Nummer 1 Buchstabe b MessEV).....	15
2.4	Sicherstellung des Einsatzes innerhalb des zulässigen Messbereichs (§ 23 Absatz 1 Nummer 1 Buchstabe c MessEV).....	15
2.5	Aufstellung, Anschluss, Handhabung und Wartung (§ 23 Absatz 1 Nummer 2 MessEV)	15
2.6	Darstellung der Messergebnisse (§ 23 Absatz 1 Nummer 2 MessEV).....	15
	Quellenverzeichnis	16
	Anhang A: Tabellen zur Störfestigkeit	18

I Begriffsbestimmungen

Aerosol:	Heterogenes Gemisch aus festen und/oder flüssigen Schwebeteilchen in einem Gas, wie z. B. Abgas von Verbrennungsmotoren mit festen Rußpartikeln.
Condensation Particle Counter (CPC) / Kondensationspartikelzähler:	Partikelzähler, bei dem das Messprinzip auf Kondensation an Partikeln in einer gesättigten Umgebung beruht, um die Partikel für eine optische Detektion geeignet zu vergrößern.
Diffusion Charger Particle Counter (DCC) / Partikelzähler mit Diffusionsaufladeprinzip:	Partikelzähler, bei dem das Messprinzip auf Anlagerung von Ladungsträgern an die Partikel beruht (z. B. durch Ionisation). Das Verfahren kombiniert die partikelgrößenabhängige elektrische Diffusionsaufladung von Partikeln mit der anschließenden Messung des durch die geladenen Partikel hervorgerufenen elektrischen Stroms. Dabei lagern sich Gasionen einer Polarität, die auf unterschiedliche Art und Weise erzeugt werden können, durch Diffusion an die Aerosolpartikel an.
Gebrauchsanweisung: (Gebrauchsanleitung, Bedienungsanleitung)	Die Gebrauchsanweisung beinhaltet alle Informationen und Anweisungen zur bestimmungsgemäßen Verwendung des Messgerätes. Der Verwender muss diese Informationen berücksichtigen und sämtliche Anweisungen einhalten. Deshalb werden der im MessEG verwendete Begriff der <i>Gebrauchsanleitung</i> und der in der MessEV verwendete Begriff der <i>Bedienungsanleitung</i> präzisiert und die Benennung Gebrauchsanweisung verwendet.
HEPA-Filter (High Efficiency Particulate Air-Filter):	Filter, der Partikel aus der Luft filtert mit einem Wirkungsgrad von mindestens 99,95 % (d. h. Klasse H13 oder höher nach DIN EN 1822-1:2019-10).
Messbereich:	Wertebereich von Partikelanzahlkonzentrationen, die angezeigt werden und deren Messabweichungen bei der Konformitätsbewertung untersucht werden.
Partikel:	Im Kontext dieser PTB-Anforderungen: feste thermostabile Partikel z. B. von Verbrennungsmotoren, Rußpartikelgeneratoren oder Salzpartikelgeneratoren.
Partikelgröße:	Größenangabe von unregelmäßig geformten Rußpartikeln basierend auf dem berechneten Durchmesser, den ein kugelförmiges Teilchen bei einem vergleichbaren Messprinzip hätte. Als Bezugsgröße für die Partikelgröße wird der elektrische Mobilitätsdurchmesser verwendet. Ein Aerosol, das Partikel mit vielen verschiedenen Partikelgrößen enthält, wird in diesem Zusammenhang als polydispers bezeichnet. Ein Aerosol das Partikel mit einer sehr schmalen Verteilung um eine Partikelgröße enthält, wird als monodispers bezeichnet.

Probenentnahmeeinrichtung:	Baueinheit des Messgerätes mit der eine repräsentative Probe des Aerosols entnommen wird, z. B. eine Sonde mit Schlauch zur Entnahme der Probe direkt im Auspuff des Kraftfahrzeugs.
PTI-Particle Number Counter (PTI-PNC) / Partikelzähler:	Messgerät zur Messung der Partikelanzahlkonzentration in einem Aerosol, in diesem Fall dem Abgas von Verbrennungsmotoren, das bei einer periodisch technischen Inspektion im Auspuffendrohr eines Kraftfahrzeugs entnommen wird. Angegeben wird die Partikelanzahl pro Volumen des zu messenden Aerosols unter Referenzbedingungen.
Volatile Particle Remover (VPR) / Abscheider für flüchtige Partikel:	Vorrichtung zum Entfernen volatiler (flüchtiger) Partikel.
Zähleffizienz (detection efficiency) η:	Quotient aus der vom Messgerät angezeigten Partikelanzahlkonzentration und der mit einem Referenzpartikelzähler bestimmten Partikelanzahlkonzentration.
Zusätzliche Wertebereiche:	Bereiche von Werten der Partikelanzahlkonzentration, die angezeigt werden, aber bei der Konformitätsbewertung nicht näher untersucht werden. Zusätzliche Wertebereiche sind unterhalb- und oberhalb des Messbereichs möglich.

II Anwendungsbereich, Zweck und Funktionen

Anwendungsbereich

Partikelzähler sind Messgeräte zur Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration in einem Aerosol, hier in Abgasen von Verbrennungsmotoren im Auspuffrohr eines Kraftfahrzeugs.

Die Messgröße Partikelanzahlkonzentration wird in cm^{-3} angegeben¹.

Aufbau

Partikelzähler umfassen folgende Baueinheiten:

- Probenentnahmeeinrichtung (z. B. Sonde mit Schlauch): entnimmt eine repräsentative Probe des Aerosols, z. B. direkt im Endrohr des Auspuffs eines Kraftfahrzeugs.
- Konditionierer: sorgt für definierte Messbedingungen des Aerosols vor dem Sensor.
- Messeinheit bzw. Sensor: misst z. B. die elektrische Ladung zuvor aufgeladener Partikel oder eine Lichtstreuung an Partikeln (Impulszählung), die z. B. durch Kondensation vergrößert wurden.
- Zentraleinheit: steuert den Messablauf, führt automatische Überwachungen durch (z. B. Messvorgänge, Selbsttests, ggf. automatische Spülvorgänge, Nullpunkttest, Dichtigkeitstest), berechnet Messwerte aus den Eingangsgrößen und sorgt für eine geeignete Darstellung.
- Bedieneinheit (z. B. PC, Tastatur): Einheit für die Bedienung durch den Verwender.
- Anzeigeeinheit (z. B. Monitor, Display): zur Anzeige der Messwerte und der Angaben, die dem Mess- und Eichrecht unterliegen.

Weiterhin umfassen sie optional z. B.:

- Einrichtung zum Spülen: zum Ersetzen von Probenresten durch partikelarmes Spülgas (z. B. mit Umgebungsluft, die durch einen HEPA-Filter gezogen wird).
- Fördermechanismus: zum Fördern von Aerosolen
- Partikelabscheider: zum Abscheiden von größeren Partikeln, um z. B. Schäden an Sensoren zu verhindern und die Vergleichbarkeit für verschiedene Messverfahren zu verbessern.
- Volatile Particle Remover (VPR): zum Entfernen volatiler Partikel.

Zu Partikelzählern gehört jeweils eine Gebrauchsanweisung. Sie ist integraler Bestandteil des Messgerätes. In dieser Gebrauchsanweisung müssen alle Festlegungen getroffen werden, welche die Einhaltung der Fehlergrenzen gewährleisten.

An Partikelzähler dürfen Einrichtungen angeschlossen werden, die nicht dem Mess- und Eichrecht unterliegen (z. B. PC für andere Anwendungen).

Ausführungsarten

Partikelzähler können nach unterschiedlichen Messprinzipien arbeiten, wie z. B. dem eines Condensation Particle Counters oder Diffusion Charger Particle Counters (siehe auch *1 Begriffsbestimmungen*) oder anderen Prinzipien oder Kombinationen davon.

¹ Andere Schreibweisen der Einheit, z. B. $1/\text{cm}^3$, sind im Einzelfall abzustimmen.

Teil 1: Konkretisierung der wesentlichen Anforderungen an das Messgerät, Kennzeichnung und Aufschriften

1.1 Fehlergrenzen und Umgebungsbedingungen

1.1.1 Fehlergrenzen

Die Partikelzähler müssen im Bereich von $5\,000\text{ cm}^{-3}$ bis $500\,000\text{ cm}^{-3}$ die Fehlergrenzen einhalten (Messbereich). Die Partikelanzahlkonzentration muss dabei Partikelgrößen von 23 nm bis 200 nm abdecken, wobei die Partikelgrößen nicht selektiert werden müssen.

Die Fehlergrenzen betragen für die Partikelanzahlkonzentration:

$\pm 75\%$ vom Messwert, mindestens aber $10\,000\text{ cm}^{-3}$.

Bei Baumusterprüfungen (Modul B) müssen die Geräte folgende Fehlergrenzen einhalten:

- Störfestigkeit: $\pm 75\%$ vom Messwert, mindestens aber $10\,000\text{ cm}^{-3}$
- Messrichtigkeit und Messbeständigkeit unter Laborbedingungen außer Störfestigkeit: $\pm 25\%$ vom Messwert, mindestens aber $5\,000\text{ cm}^{-3}$
- Vergleichsmessungen gegenüber einem Referenzgerät an realen Kraftfahrzeugen mit realem Abgas: $\pm 50\%$ vom Messwert, mindestens aber $5\,000\text{ cm}^{-3}$.

1.1.2 Umgebungsbedingungen

Das Gerät muss unter dem Einwirken von Störgrößen die Fehlergrenzen einhalten oder es muss in einen Modus gehen, in dem erkennbar keine Messung möglich ist und anstelle eines Messwertes eine geeignete Meldung angezeigt wird.

Hinweis: Die Basis für die Anforderungen bildet OIML D11 (2013). Eine Übersicht über einzelne Prüfungen und Schärfegrade ist im *Anhang A: Tabellen zur Störfestigkeit* in diesem Dokument beigefügt.

1.1.2.1 Klimatische Umgebungsbedingungen

Partikelzähler müssen in folgender Umgebung ordnungsgemäß arbeiten (Klassen, siehe OIML D11 (2013)):

- a) Temperatur $+5\text{ °C}$ bis $+40\text{ °C}$
- b) Feuchte Klasse H1: kontrollierte Umgebung ohne Kondensation oder Klasse H2: wettergeschützte Umgebung mit Kondensation oder Klasse H3: Umgebung im Freien mit Kondensation
- c) Luftdruck 860 hPa bis 1060 hPa .

Der Hersteller darf auch größere Bereiche für die Umgebungsbedingungen festlegen, wenn die oben angegebenen Bereiche enthalten sind.

1.1.2.2 Mechanische Umgebungsbedingungen

Mechanische Umgebungsbedingungen – Klassen

Es gelten folgende Klassen (siehe OIML D11 (2013)):

- Klasse M2: in Fällen vorbeifahrender Autos, z. B. Partikelzähler in einer Werkstatt oder
- Klasse M3: bei Ankopplung an Maschinen, z. B. Kraftfahrzeug, Rollenprüfstand.

Mechanische Umgebungsbedingungen – Einflussgrößen

Je nach Einsatz sind Einflussgrößen zu berücksichtigen, z. B.:

- Die Geräte müssen robust sein gegenüber Stößen und Vibrationen während des Betriebs.
- Transportable Geräte müssen robust sein gegenüber mechanischen Stößen durch das Aufsetzen auf eine feste Unterlage.

1.1.2.3 Elektromagnetische Umgebungsbedingungen

Partikelzähler müssen auch beim Vorhandensein elektromagnetischer Einflüsse ordnungsgemäß arbeiten, es gilt folgende Klasse:

- Klasse E2, außer wenn am Bordnetz in einem Kfz installiert oder
- Klasse E3, falls am Bordnetz eines Kfz installiert.

1.1.2.4 Weitere Einflussgrößen

Partikelzähler müssen beständig sein gegenüber Umgebungsbedingungen in Kfz-Werkstätten. Dazu zählen auch aggressive Medien wie z. B. Dämpfe, Säuren, Laugen, Kraftstoffe und Öle. Zu diesem Zweck müssen Probenentnahmeeinrichtung und Sensor geschützt werden können, z. B. mit einer Kappe, Blende und/oder Verschlussvorrichtung. Falls Teile von Partikelzählern für Umgebungen vorgesehen sind, bei denen sie der Witterung ausgesetzt sein können, müssen diese Teile zusätzlich wie folgt geschützt sein:

- Schutz gegen Wasser: mindestens gegen Spritzwasser aus allen Richtungen gemäß Schutzart 4 (DIN EN 60529:2014-09)
- Schutz gegen Fremdkörper (z. B. Staub): mindestens gemäß Schutzart 5 (DIN EN 60529:2014-09).

1.1.3 Durchführung der Prüfungen

Bei den Prüfungen zur Störfestigkeit ist jede Einflussgröße gesondert zu überprüfen.

Die Prüfungen an einem realen Kraftfahrzeug mit realem Abgas müssen Messungen in der Nähe des Grenzwerts der Partikelanzahlkonzentration umfassen.

1.2 Reproduzierbarkeit der Messergebnisse

Keine Konkretisierung.

1.3 Wiederholbarkeit der Messergebnisse

Unter identischen Messbedingungen müssen bei mindestens drei Messreihen mit je mindestens fünf Minuten Messzeit die Messwerte für die Partikelanzahlkonzentration pro Sekunde die in Nr. 1.1.1 genannte Fehlergrenze für die Laborprüfung einhalten.

1.4 Ansprechschwelle und Empfindlichkeit des Messgeräts

Die Mindestanforderung zur Ansprechschwelle beträgt $5\,000\text{ cm}^{-3}$, kleinere Werte sind ebenfalls möglich.

Das Gerät muss eine Zähleffizienz η bei verschiedenen Partikelgrößen (jeweils monodispers) wie folgt aufweisen (siehe auch nachstehende Abbildung):

Partikelgröße	23 nm	30 nm	50 nm	70 nm	100 nm	200 nm
Zähleffizienz mindestens	20 %	30 %	60 %	70 %	70 %	50 %
Zähleffizienz maximal	60 %	120 %	130 %	130 %	130 %	200 %

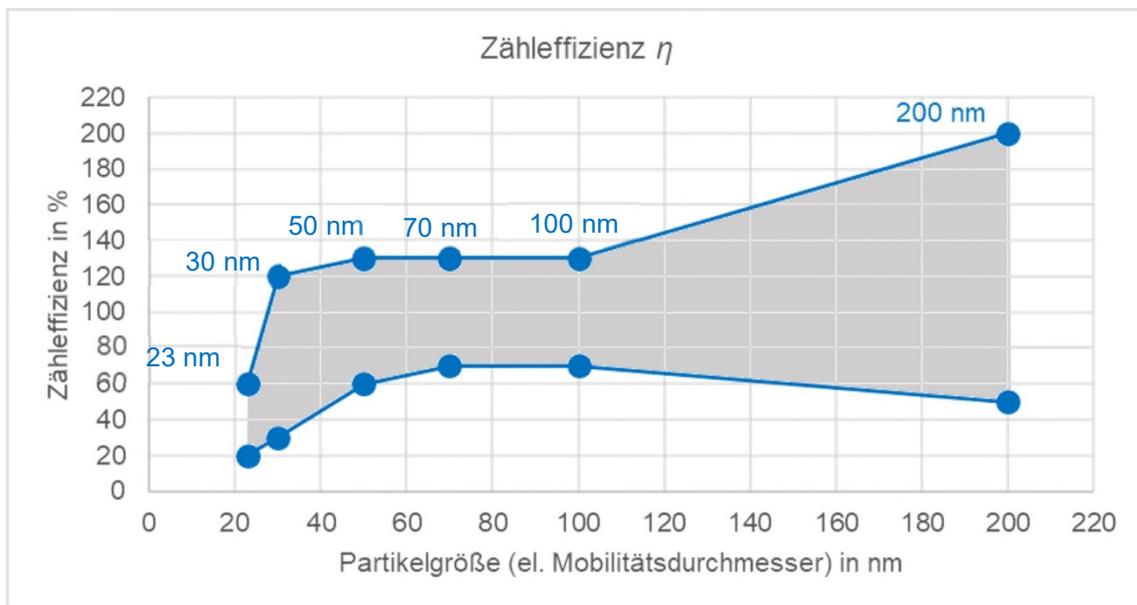


Abbildung: Bereich der geforderten Zähleffizienz für verschiedene Partikelgrößen. Dieser liegt zwischen den beiden Kurven. Zwischen zwei benachbarten Partikelgrößen wird linear interpoliert.

1.5 Messbeständigkeit

Die Partikelzähler müssen mindestens über den Zeitraum von einem Jahr funktionssicher arbeiten und insbesondere die Fehlergrenzen nach Nr. 1.1.1 einhalten und relevante Speicherinhalte bewahren.

1.6 Einfluss eines Defekts auf die Genauigkeit der Messergebnisse

Partikelzähler müssen sich bei jedem Einschalten, spätestens jedoch nach einem Tageswechsel, automatisch auf Defekte bzw. Fehler überprüfen („Selbsttest“). Diese internen Überwachungen müssen bei einem Defekt dafür sorgen, dass die Geräte den weiteren Messbetrieb automatisch beenden.

1.7 Eignung des Messgeräts

1.7.1 Erschweren betrügerischer Nutzung und Falschbedienung

Siehe Nr. 1.7.2.

Zusätzliche Funktionen, die nicht dem Mess- und Eichrecht unterliegen, dürfen nur dann realisiert werden, wenn keine Verwechslungsgefahr mit den mess- und eichrechtlich relevanten Funktionen entsteht. Die mess- und eichrechtlich relevanten Menüs, Funktionen, Bedienung und Anzeigen müssen stets klar als solche erkennbar sein.

1.7.2 Eignung für beabsichtigte Nutzung

Einfache Bewertungsmöglichkeit des Messergebnisses

Die Anzeige des Messergebnisses darf keine Merkmale aufweisen, die Verwechslungen und Missverständnisse provozieren können, siehe auch Nr. 1.9.1.

Die Anzahl der Partikel pro definiertem Gasvolumen muss auf folgende Referenzbedingungen bezogen angegeben werden:

Temperatur:	20 °C
Druck:	1 013,25 hPa

Probenentnahmeeinrichtung

Bei der Probenentnahme muss Folgendes berücksichtigt werden:

- Eine ausreichende Menge des zu prüfenden Aerosols muss entnommen werden.
- Unkontrollierter Aerosoleintrag oder Aerosolverlust sind auszuschließen bzw. in geeigneter Weise zu berücksichtigen und dürfen nicht zu einer Verfälschung von Messwerten führen.
- Sonde mit Schlauch, Temperatur und Volumenfluss müssen geeignet dimensioniert sein.
- Wird der Probenstrom verdünnt, muss der Verdünnungsfaktor für Prüfzwecke anzeigbar und/oder über eine Schnittstelle ausgebbar sein.
- Eine Verfälschung der aktuellen Probe durch Reste einer vorangegangenen Probe ist zu vermeiden. Es kann z. B. mit Umgebungsluft, die durch einen HEPA-Filter gezogen wird, gespült werden. Die Qualität des Spülvorgangs ist sicherzustellen, z. B. kann eine Differenzdrucküberwachung herangezogen werden, um den Zustand des Filters zu erkennen. Wenn ein ordnungsgemäßes Spülen nicht sichergestellt werden kann, ist die Anzeige von Messwerten zu unterdrücken.

Pumpe

Beim Einsatz einer Pumpe dürfen ggf. durch sie verursachte Vibrationen das Messergebnis nicht unzulässig beeinflussen.

Aufwärmzeit

Während der Aufwärmzeit muss für den Verwender der Fortschritt erkennbar sein (z. B. durch Anzeige der Restzeit oder durch einen Fortschrittsbalken). Messwerte dürfen erst nach Ablauf der Aufwärmzeit angezeigt werden.

Ansprechzeit

Das Gerät (einschließlich Probenentnahmeeinrichtung mit Sonde) muss bei einem sprunghaften Anstieg der Partikelanzahlkonzentration, z. B. Umgebungsluft/Abgas, innerhalb von 15 s mindestens 95 % des Endwerts erreichen.

Volatile Partikel

Eine unzulässige Beeinflussung des Messwertes durch volatile Partikel muss durch geeignete Maßnahmen verhindert werden, z. B. mit einem Volatile Particle Remover (VPR), über den eine Abscheiderate von wenigstens 90 % erreicht wird.

Verschmutzung

Verschmutzung darf nicht zu einem Überschreiten von Fehlergrenzen führen. Das Gerät muss automatisch erkennen, wenn Verschmutzungen zu einem Überschreiten von Fehlergrenzen führen. Falls die Reinigung nicht automatisch erfolgt, muss das Gerät weitere Messungen blockieren, bis die ggf. manuell veranlasste Reinigung durchgeführt worden ist.

Integrierte Überprüfungen

Folgende Überprüfungen müssen integriert sein:

Test	Beschreibung	Häufigkeit
Überwachung relevanter Parameter	Das Gerät muss automatisch relevante Parameter überwachen, die für das verwendete Messprinzip einen wesentlichen Einfluss haben (z. B. Probenvolumenstrom). Treten nicht tolerierbare Abweichungen auf, darf kein Messwert angezeigt werden.	Laufend
Selbsttest	Speichertest mit eindeutiger Überprüfung der Software (z. B. über Prüfsummen) und Funktion der wichtigsten Baugruppen.	Automatisch nach jedem Einschalten, dann spätestens jeweils nach Tageswechsel
Nullpunkt-Drift-Test (wenn für das Messprinzip relevant)	Mit HEPA-Filter an der Messeinheit muss der Messwert mindestens 30 s unter $5\,000\text{ cm}^{-3}$ bleiben.	Automatisch mindestens mit jedem Selbsttest, empfohlen vor jeder Messung
Nullpunkttest	Mit HEPA-Filter vor der Probenentnahmeeinrichtung muss der Messwert mindestens 30 s unter $5\,000\text{ cm}^{-3}$ bleiben. Wenn Bedienschritte erforderlich sind (z. B. an der Sonde), darf das Gerät erst wieder messbereit werden, wenn der Test abgeschlossen ist.	Mindestens mit jedem Selbsttest, empfohlen vor jeder Messung
Ansprechtest	Wird ein partikelhaltiges Aerosol nach dem Nullpunkttest eingeleitet, muss das Gerät das Ansprechen signalisieren, z. B. indem der Messwert merklich ansteigt.	Bei Bedarf

Anforderungen an die Gebrauchsanweisung

Partikelzählern ist eine Gebrauchsanweisung mit eindeutiger Versionsbezeichnung beizugeben. Die Gebrauchsanweisung muss so formuliert sein, dass bei einem Einsatz entsprechend den Festlegungen in der Gebrauchsanweisung die Fehlergrenzen stets eingehalten werden (ein geeichtes Gerät vorausgesetzt).

Die Gebrauchsanweisung muss in deutscher Sprache abgefasst sein und mindestens folgende Angaben enthalten:

- Arbeitsweise des Gerätes in den Grundzügen
- Unmissverständliche Darstellung der Handhabung
- Angaben zu den Fehlermöglichkeiten der Bauart, ihrer Ursachen und Vorgaben zu ihrer Vermeidung
- Messbereich, Fehlergrenzen und Umgebungsbedingungen
- Technische Daten
- Unmissverständliche Anweisungen für Aufstellung, Wartung, Reparaturen und Prüfungen, wenn nicht davon auszugehen ist, dass dies in anderen dem Gerät beizufügenden Informationen beschrieben wird (siehe § 17 MessEG).

1.7.3 Versorgungsmessgeräte: einseitige Messabweichung

Nicht anzuwenden.

1.7.4 Unempfindlichkeit gegenüber kleinen Messgrößenschwankungen

Der Partikelzähler muss gegenüber kleinen Schwankungen der Partikelanzahlkonzentration unempfindlich sein oder angemessen reagieren.

1.7.5 Robustheit

Siehe Nr. 1.1.2.2 *Mechanische Umgebungsbedingungen* und Nr. 1.1.2.4 *Weitere Einflussgrößen*.

Partikelzähler müssen qualitativ gut und solide gebaut sein. Die verwendeten Werkstoffe müssen ausreichende Festigkeit und Stabilität gewährleisten.

1.7.6 Kontrollierbarkeit der Messvorgänge

Die Partikelzähler müssen an der Sonde mit einer Anschlussmöglichkeit für ein Prüfmittel ausgestattet sein, um über die Sonde eine Prüfung des Gerätes mit Aerosolgeneratoren und Referenzpartikelzähler durchführen zu können.

Für Prüfungszwecke müssen sich die Bedingungen des Aerosols am Sensor, die Messwerte und ggf. einstellbare Parameter anzeigen und ausgeben lassen, d. h.:

- Gasdruck
- ggf. Temperatur
- ggf. Feuchte
- Durchfluss
- für CPC: Temperaturdifferenz über den Sättiger und über den Kondensator, Pulsrate
- für DCC: Aufladungsspannung und gemessener Strom
- ein Messwert für die Partikelanzahlkonzentration pro Sekunde (über dieses Zeitintervall darf gemittelt sein) mit einem Zeitstempel nach DIN ISO 8601-1:2020
- ggf. eingestellte Parameter.

1.7.7 Software-Identifikation und Unbeeinflussbarkeit durch andere Software

Siehe Nr. 1.8.4 *Schutz von Messdaten und Software gegen Verfälschung*.

Es gelten die Anforderungen des Leitfadens WELMEC 7.2 für die Risikoklasse C.

1.8 Schutz gegen Verfälschungen

1.8.1 Anschluss von Zusatzeinrichtungen; rückwirkungsfreie Schnittstellen

Es gelten die Anforderungen des Leitfadens WELMEC 7.2 für die Risikoklasse C.

1.8.2 Sicherung vor Eingriffen; Nachweisbarkeit eines Eingriffs

Baueinheiten, die für die messtechnischen Merkmale wesentlich sind, sowie alle lösba-
ren Verbindungen zwischen solchen Baueinheiten, die in getrennten Gehäusen unter-
gebracht sind, müssen derart gesichert werden können, dass ein Eingriff nachgewiesen
werden kann (z. B. mechanische Siegel, elektronische Siegel nach WELMEC 7.2).

Gleiches gilt hinsichtlich Justiereinrichtungen, falls vorhanden und nicht ausgeschlossen
werden kann, dass diese während der Verwendung verstellt werden können.

1.8.3 Kennzeichnung und Sicherung der Software; Nachweisbarkeit eventueller Eingriffe

Es gelten die Anforderungen des Leitfadens WELMEC 7.2 für die Risikoklasse C.

1.8.4 Schutz von Messdaten und Software gegen Verfälschung

Es gelten die Anforderungen des Leitfadens WELMEC 7.2 für die Risikoklasse C.

1.8.5 Versorgungsmessgeräte: keine Rücksetzbarkeit der Sichtanzeige

Nicht anzuwenden.

1.9 Anzeige des Messergebnisses

1.9.1 Sichtanzeige oder Ausdruck des Ergebnisses und Ausnahmen

Das Messergebnis ist in Form einer Sichtanzeige oder eines Ausdrucks darzustellen.

Die Sichtanzeige darf auch über eine separate Baueinheit erfolgen, wie z. B. einem han-
delsüblichen PC, der zum Partikelzähler gehört.

Wird die Visualisierung des Messergebnisses z. B. über eine Software für die Durchfüh-
rung der Untersuchungen nach der AU-Richtlinie realisiert, muss dies gemäß WELMEC
7.2/U8 erfolgen, damit sichergestellt ist, dass die Darstellung durch rechtlich relevante
Software geschieht.

1.9.2 Anzeige klar und eindeutig; zusätzliche Anzeigen

Partikelanzahlkonzentrationen als Messergebnisse müssen gut lesbar, klar und eindeu-
tig mit Einheit angezeigt werden und für den Verwender zweifelsfrei als solche erkennbar
sein.

Zusätzliche Anzeigen auf der gleichen Anzeigeeinheit, z. B. durch eine Software für die
Durchführung der Untersuchungen nach der AU-Richtlinie, sind gestattet, solange Ver-
wechslungen mit der mess- und eichrechtlich relevanten Anzeige ausgeschlossen sind.

Die mess- und eichrechtlich relevante Anzeige des Partikelzählers muss hinreichend
lange angezeigt werden können (z. B. durch Abspeichern oder „Einfrieren“).

Der Partikelzähler muss die Messergebnisse mit mindestens sechs Stellen oder in Ex-
ponentialschreibweise mit mindestens drei signifikanten Stellen anzeigen können.

Sind mehrere Betriebsarten realisiert, so müssen diese eindeutig unterscheidbar sein, um eine Verwechslungsgefahr auszuschließen.

Eine Anzeige von Werten außerhalb des Messbereichs, die nicht Gegenstand der Baumusterprüfung sind, darf innerhalb vom Hersteller anzugebender Wertebereiche erfolgen. Damit stehen dem Verwender bei sehr kleinen und bei sehr großen Messwerten Hinweise zur Verfügung, um z. B. bei defektem Filter weitere Messungen abzubrechen. Angaben in zusätzlichen Wertebereichen müssen für den Verwender als solche erkennbar und von Messwerten innerhalb des Messbereichs klar unterscheidbar sein. Zulässig sind zusätzliche Wertebereiche unterhalb und oberhalb des Messbereichs.

1.9.3 Ausdruck gut lesbar und unauslöschlich

Werden Messergebnisse ausgedruckt oder aufgezeichnet muss der Ausdruck oder die Aufzeichnung gut lesbar und unauslöschlich sein. Die Messwerte als solche müssen eindeutig erkennbar und mit Einheiten versehen sein.

1.9.4 Direktverkauf

Nicht anzuwenden.

1.9.5 Versorgungsmessgeräte: Anzeige

Nicht anzuwenden.

1.10 Weiterverarbeitung von Daten zum Abschluss des Geschäftsvorgangs

Nicht anzuwenden.

1.11 Konformitätsbewertung

Partikelzähler sind so auszulegen, dass eine Bewertung ihrer Konformität mit den Anforderungen des Mess- und Eichgesetzes und der Mess- und Eichverordnung möglich ist. Partikelzähler müssen entsprechend prüfbar sein.

Ein Betrieb mit Referenz-Aerosolen muss ermöglicht werden. Auch ein Vergleich mit einem Referenzgerät muss unterstützt werden. Der Messwert und ggf. in geeigneter Form zusätzliche Informationen müssen über eine Prüf-Schnittstelle ausgegeben werden, damit sie z. B. für eine automatisierte Auswertung zur Verfügung stehen.

Der Partikelzähler muss mindestens folgende Angaben an einer Schnittstelle in einem standardisierten Protokoll und Datenformat (z. B. xml) ausgeben können:

- Messgerätetyp
- Seriennummer
- Software-Version(en) mit Prüfsummen
- Ggf. Hardware-Version
- ein Messwert für die Partikelanzahlkonzentration pro Sekunde (über dieses Zeitintervall darf gemittelt sein) mit Zeitstempel nach DIN ISO 8601-1:2020.

Diese Daten dürfen an eine Software für die Durchführung von Abgas-Untersuchungen (z. B. nach AU-Richtlinie, AU-Geräteleitfaden) weitergegeben werden.

Wenn spezielle Einrichtungen zur Ausgabe oder zur Anzeige von Speicherinhalten, vorhandenen Einstellungen oder Software-Identifikationen oder zum Prüfen von Schnittstelleneigenschaften erforderlich sind, müssen diese zur Prüfung auf Verlangen zur Verfügung gestellt werden, sofern keine standardisierte Abfragemöglichkeit besteht.

Die technische Dokumentation für Partikelzähler muss Unterlagen zu allen Baueinheiten umfassen.

1.12 Kennzeichnung und Aufschriften

Kennzeichnungen und Aufschriften müssen gut sichtbar, lesbar und dauerhaft auf Partikelzählern angebracht sein; sie müssen klar, unauslöschlich und eindeutig sein und dürfen nicht übertragbar sein. Für Kennzeichnungen und Aufschriften müssen lateinische Buchstaben und arabische Ziffern verwendet werden. Andere Buchstaben oder Ziffern dürfen zusätzlich verwendet werden.

Partikelzähler sind mit dem Zeichen oder dem Namen oder der Fabrikmarke des Herstellers, mit einer zustellungsfähigen Anschrift des Herstellers sowie Angaben zur Messgenauigkeit zu versehen. Zusätzlich darf eine Internetadresse, unter der der Hersteller erreichbar ist, angegeben werden.

Partikelzähler sind zusätzlich mit den folgenden Angaben zu versehen:

- Identitätskennzeichnung
- Nummer der Baumusterprüfbescheinigung
- Messbereich
- Temperaturbereich
- Druckbereich
- Feuchtebereich, wenn relevant
- Aufwärmzeit

Wenn zusätzliche Wertebereiche (siehe dazu / *Begriffsbestimmungen*) vorgesehen sind, ist ein entsprechender Hinweis vorzusehen.

Empfohlen werden weiterhin Angaben zum Messprinzip und ggf. zur Verdünnung.

Weitere Aufschriften dürfen nur dann angebracht werden, wenn eine Verwechslung ausgeschlossen ist.

Partikelzähler sind zu kennzeichnen mit der Zeichenfolge „DE-M“, die von einem Rechteck mit einer Höhe von mindestens 5 Millimetern eingerahmt ist, nachfolgend mit den beiden letzten Ziffern der Jahreszahl des Jahres, in dem die Kennzeichnung angebracht wurde, und mit der Kennnummer der Konformitätsbewertungsstelle, die in der Fertigungsphase beteiligt war. War in der Fertigungsphase keine Konformitätsbewertungsstelle zu beteiligen, so ist auch keine Kennnummer anzugeben.

Bestehen Partikelzähler aus mehreren zusammenarbeitenden Geräten, so werden die Kennzeichnungen auf dem Hauptgerät angebracht.

Teil 2: Verwendungspflichten

2.1 Verkehrsfehlergrenzen (§ 22 Absatz 2 MessEV)

Die Verkehrsfehlergrenzen für die Partikelanzahlkonzentration entsprechen den Fehlergrenzen aus Teil 1, Nr. 1.1.1.

2.2 Einhaltung der Anforderungen bei der Zusammenschaltung mit anderen Geräten (§ 31 Absatz 2 Nummer 1 MessEG)

Die Gebrauchsanweisung ist zu beachten.

2.3 Sicherstellung der Eignung für die vorgesehenen Umgebungsbedingungen (§ 23 Absatz 1 Nummer 1 Buchstabe b MessEV)

Die Festlegungen zu den Umgebungsbedingungen in der Gebrauchsanweisung sind zu beachten.

2.4 Sicherstellung des Einsatzes innerhalb des zulässigen Messbereichs (§ 23 Absatz 1 Nummer 1 Buchstabe c MessEV)

Die Gebrauchsanweisung und die entsprechenden Aufschriften auf dem Partikelzähler sind hierzu vom Verwender zu beachten.

2.5 Aufstellung, Anschluss, Handhabung und Wartung (§ 23 Absatz 1 Nummer 2 MessEV)

Die Gebrauchsanweisung ist zu beachten.

2.6 Darstellung der Messergebnisse (§ 23 Absatz 1 Nummer 2 MessEV)

Die Gebrauchsanweisung ist zu beachten.

Quellenverzeichnis

DIN EN 1822-1:2019-10, Schwebstofffilter (EPA, HEPA und ULPA) – Teil 1: Klassifikation, Leistungsprüfung, Kennzeichnung

DIN EN 60529:2014-09; VDE 0470-1:2014-09, Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989 + A1:1999 + A2:2013)

DIN EN 61000-4-2:2009-12; VDE 0847-4-2:2009-12, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-2: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität (IEC 61000-4-2:2008)

DIN EN 61000-4-3:2011-04; VDE 0847-4-3:2011-04, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder (IEC 61000-4-3:2006 + A1:2007 + A2:2010)

DIN EN 61000-4-4:2013-04; VDE 0847-4-4:2013-04, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-4: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst (IEC 61000-4-4:2012)

DIN EN 61000-4-5:2019-03; VDE 0847-4-5:2019-03, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen (IEC 61000-4-5:2014 + A1:2017)

DIN EN 61000-4-6:2014-08; VDE 0847-4-6:2014-08, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren – Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder (IEC 61000-4-6:2013)

DIN EN 61000-4-8:2010-11; VDE 0847-4-8:2010-11, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-8: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen (IEC 61000-4-8:2009)

DIN EN 61000-4-11:2019-06; VDE 0847-4-11:2019-06, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-11: Prüf- und Messverfahren – Prüfungen der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen (IEC 61000-4-11:2004 + A1:2017)

DIN EN IEC 61000-6-2:2019-11; VDE 0839-6-2:2019-11, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 6-2: Fachgrundnormen – Störfestigkeit für Industriebereiche (IEC 61000-6-2:2016)

DIN ISO 8601-1:2020 Datum und Uhrzeit - Darstellung für den Informationsaustausch - Teil 1: Grundlegende Regeln

ISO 16750-2:2012-11, Road vehicles – Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment – Part 2: Electrical loads

ISO 7637-2:2011-03, Road vehicles – Electrical disturbances from conduction and coupling – Part 2: Electrical transient conduction along supply lines only

ISO 7637-3:2016-07, Road vehicles – Electrical disturbances from conduction and coupling – Part 3: Electrical transient transmission by capacitive and inductive coupling via lines other than supply lines

International Document OIML D 11 Edition 2013 (E), General requirements for measuring instruments – Environmental conditions, International Organization of Legal Metrology (Hrsg.)

WELMEC 7.2 Softwareleitfaden (Europäische Messgeräte-richtlinie 2014/32/EU), 2015

AU-Geräteleitfaden: Leitfaden zur Begutachtung der Bedienerführung von AU-Abgasmessgeräten (AU-Geräteleitfaden)

AU-Richtlinie: Richtlinie für die Durchführung der Untersuchung der Abgase von Kraftfahrzeugen nach Nummer 6.8.2 der Anlage VIIIa Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) (AU-Richtlinie)

Anhang A: Tabellen zur Störfestigkeit

Jede Einflussgröße wird einzeln überprüft.

Tabelle A 1: Wärme, Kälte, Feuchte und mechanische Umgebung

Einflussgröße	Prüfung	Schärfegrade	Bemerkung
Wärme	OIML D11, Tabelle 6	Level 2 +40 °C, 2 h	Funktionsprüfung bei T_{max}
Kälte	OIML D11, Tabelle 7	Level 1 +5 °C, 2 h	Funktionsprüfung bei T_{min}
Feuchte	OIML D11, Tabelle 8	Level 1 85 % relative Feuchte, 2 Tage	Für H1, H2 und H3 Funktionsprüfung
	OIML D11, Tabelle 9	Level 1 95 % relative Feuchte, 40 °C, 2 Tage	Für H2 und H3 Funktionsprüfung
	OIML D11, Tabelle 10	Level 2 Durchflussrate 0,07 l/min, 10 min, $\pm 180^\circ$	Für H3 Funktionsprüfung
Mechanischer Stoß	OIML D11, Tabelle 17	Falltest aus 25 mm Höhe	Funktionsprüfung danach, Test entfällt, wenn Gerät fest montiert
Vibration	OIML D11, Tabelle 15	10 Hz bis 150 Hz -3 dB/Oktave 1,6 ms ⁻² und 0,05 m ² s ⁻³ für M2 7 ms ⁻² und 1 m ² s ⁻³ für M3	Funktionsprüfung während Beaufschlagung

Tabelle A 2: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Einflussgröße	Prüfung	Schärfegrade	Bemerkung
Hochfrequente elektromagnetische Felder	OIML D11, Tabelle 31 DIN EN 61000-4-6: 2014-08	Level 3 150 kHz bis 80 MHz, 10 V 1 %-Schritte	Signalanschlüsse mit Leitungslänge > 3 m (s. Fachgrundnorm DIN EN IEC 61000-6-2:2019-11 Tab. 2 Anm. b)
		Bei batteriebetriebenen Geräten ist die Startfrequenz aus Bild B.1 der Norm zu ermitteln.	Gleichstrom-Versorgungseingänge und -ausgänge mit Leitungslänge > 3 m, (s. Fachgrundnorm DIN EN IEC 61000-6-2: 2019-11 Tab. 3 Anm. g)
		Abhängig von den Eigenschaften des Prüflings kann die Prüfung eines zusätzlichen Frequenzbereichs und die Verwendung einer abweichenden Modulationsfrequenz erforderlich sein.	Wechselstrom-Versorgungseingänge und -ausgänge
			Funktionserdeanschlüsse
Hochfrequente elektromagnetische Felder	OIML D11, Tabellen 32, 33 und 34 DIN EN 61000-4-3: 2011-04	Level 4 80 MHz bis 6000 MHz 30 V/m Schrittweite 1 % 4 Seiten Abhängig von den Eigenschaften des Prüflings kann die Verwendung einer abweichenden Modulationsfrequenz erforderlich sein.	auf Gehäuse

Einflussgröße	Prüfung	Schärfegrade	Bemerkung
Entladung statischer Elektrizität (ESD)	OIML D11, Tabelle 35 DIN EN 61000-4-2: 2009-12	Level 3 ±6 kV Kontaktentladung ±8 kV Luftentladung	auf Gehäuse
Schnelle transiente elektrische Störgrößen / Burst	OIML D11, Tabelle 28 DIN EN 61000-4-4: 2013-04	Level 3 Amplitude ±1 kV Wiederholungsfrequenz 5 kHz	Signal- und Steueranschlüsse mit Leitungslänge > 3 m (s. Fachgrundnorm DIN EN IEC 61000-6-2:2019-11 Tab. 2 Anm. b)
	OIML D11, Tabelle 26 DIN EN 61000-4-4: 2013-04	Level 3 Amplitude ±2 kV Wiederholungsfrequenz 5 kHz	Stromversorgungsanschlüsse, Erdungsanschluss (PE) Entfällt bei Verbindung mit (wiederaufladbarer) Batterie, welche zum Wiederaufladen getrennt werden muss (s. Fachgrundnorm DIN EN IEC 61000-6-2:2019-11 Tab. 3 Anm. c). Falls ein Wechselstrom-/Gleichstrom-Leistungsumrichter für Gleichstromversorgung eingesetzt wird, so ist am Wechselstrom-Netzeingang desselben zu prüfen (s. Fachgrundnorm DIN EN IEC 61000-6-2: 2019-11 Tab. 3 Anm. d) Falls die Leitungslänge zwischen Gleichstrom-Versorgungseingang und Wechselstrom-/Gleichstrom-Leistungsumrichter > 3 m beträgt, ist die Prüfung zusätzlich am Gleichstrom-Versorgungseingang durchzuführen.
Spannungseinbrüche	OIML D11, Tabelle 23 DIN EN 61000-4-11: 2019-06	Level 1 0,5 Zyklus auf 0 % 1 Zyklus auf 0 % 25/30 Zyklen auf 70 % 250/300 Zyklen auf 0 %	Wechselstrom-Versorgungseingänge- und -ausgänge
Stoßspannungen / Surge	OIML D11, Tabelle 28 DIN EN 61000-4-5: 2019-03	Level 3 Unsymmetrisch Line to line 1.0 kV Line to ground 2.0 kV Symmetrisch Line to ground: 2 kV	Signalanschlüsse für Leitungslängen > 30 m, (s. Fachgrundnorm DIN EN IEC 61000-6-2: 2019-11 Tab. 2 Anm. c)
	OIML D11, Tabelle 27 DIN EN 61000-4-5: 2019-03	Level 3 Line to line 1.0 kV Line to ground 2.0 kV D11 Shielded 2 kV	Gleichstrom-Versorgungseingänge und -ausgänge: Prüfung entfällt für Verbindung mit einer (wiederaufladbaren) Batterie, welche zum Wiederaufladen getrennt werden muss (s. Fachgrundnorm DIN EN IEC 61000-6-2: 2019-11 Tab. 3 Anm. b) Mit Wechselstrom-/Gleichstrom-Leistungsumrichter für

Einflussgröße	Prüfung	Schärfegrade	Bemerkung
			Gleichstromversorgung ist am Wechselstrom-Netzeingang desselben zu prüfen (s. Fachgrundnorm DIN EN IEC 61000-6-2:2019-11 Tab. 3 Anm. f)
		Level 3 Line to ground: ± 2 kV Line to Line: ± 1 kV	Wechselstrom-Versorgungseingänge und -ausgänge
Gleichstrom	OIML D11, Tabelle 18	Level 1 Funktionsprüfung mit Spannung einer neuen bzw. voll geladenen Batterie des Typs, an unterer Grenze wie spezifiziert	Gleichstrom-Netzeingänge
Magnetfelder mit energietechnischer Frequenz	OIML D11, Tabelle 30 DIN EN 61000-4-8: 2010-11	Level 4 50 Hz 30 A/m	auf Gehäuse, sofern das Messgerät gegenüber Magnetfeldern mit energietechnischer Frequenz empfindlich ist

Falls am Bordnetz eines Kraftfahrzeugs:

Einflussgröße	Prüfung	Schärfegrade			Bemerkung
Kfz: Leitungsbundene impulsförmige Störgrößen beim Startvorgang	ISO 16750-2:2012-11	Start-Profil Level II Für Load dump: Test B mit Extremwerten aus Tabelle 6			auf 12-V- und 24-V-Versorgungsleitungen
Kfz: Leitungsbundene impulsförmige Störgrößen	ISO 7637-2: 2011-03		12-V-Netz	24-V-Netz	auf 12-V- und 24-V-Versorgungsleitungen
		Imp. 1	-150 V	-600 V	
		Imp. 2a	+112 V	+112 V	
		Imp. 2b	+10 V	+20 V	
		Imp. 3a	-220 V	-300 V	
Kfz: Übertragung von impulsförmigen elektrischen Störgrößen durch Kopplung	ISO 7637-3: 2016-07		12-V-Netz	24-V-Netz	Steuer-, Regel- und Datenleitungen
		Fast a (DCC and CCC)	-110 V	-150 V	
		Fast b (DCC and CCC)	+75 V	+150 V	
		DCC slow +	+30 V	+45 V	
		DCC slow -	-30 V	-45 V	
		ICC slow +	+6 V	+10 V	
		ICC slow -	-6 V	-10 V	



Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Bundesallee 100
38116 Braunschweig
www.ptb.de