

PTB-Anforderungen

Physikalisch-
Technische
Bundesanstalt

| | |
|-------------------------------------|----------------------|
| Messgeräte im Straßenverkehr | PTB-A 18.19 |
| Verkehrs-Kontrollsysteme | Dezember 2014 |

Die PTB-Anforderungen (PTB-A) an Verkehrs-Kontrollsysteme für die Zulassung zur innerstaatlichen Eichung entsprechen den anerkannten Regeln der Technik. Diese Anforderungen wurden von der Vollversammlung der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) für das Eichwesen 2014 verabschiedet.

Die Zulassung wird von der PTB erteilt, wenn die Bauart der Verkehrs-Kontrollsysteme den Anforderungen der Eichordnung (EO) einschließlich der Anlage 18 Abschnitt 11 (EO 18-11) sowie den nachstehenden Anforderungen entspricht.

Die Bauart eines Verkehrs-Kontrollsystems, die von diesen Anforderungen abweicht, wird zugelassen, wenn die gleiche Messsicherheit auf andere Weise gewährleistet ist. In diesem Fall werden die Anforderungen an die Bauart bei der Zulassung festgelegt (§ 16 Abs. 3 der EO).

Inhalt

- 1 Begriffsbestimmungen
- 2 Funktionen, Anwendungsbereich und Zweck
- 3 Anforderungen an die Messstelle
- 4 Anforderungen an die Aufnahmeeinheit
 - 4.1 Zeitüberwachung
 - 4.2 Synchronität
 - 4.3 Archivierung von Falldateien
- 5 Anforderungen an die Auswerteeinheit
 - 5.1 Signaturprüfung von Messstellendatei und Falldatei
 - 5.2 Zuordnung von Messstellendatei und Falldatei
 - 5.3 Auslesen von Zeitinformationen
- 6 Anforderungen an die Messgenauigkeit
 - 6.1 Geschwindigkeitsmessung
 - 6.2 Abstandsmessung
 - 6.3 Geschwindigkeitsdifferenzmessung
- 7 Gebrauchsanweisung
- 8 Speicherprüfung
- 9 Robustheit gegenüber unkorrekter Kameraaufstellung
- 10 Signaleingang für eichtechnische Prüfungen
- 11 Software-Anforderungen
- 12 Störfestigkeit gegenüber Umwelteinflüssen
 - 12.1 Klimabeständigkeit der Aufnahmeeinheit des Verkehrs-Kontrollsystems
 - 12.2 Beständigkeit gegen Spritzwasser und Staub
 - 12.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
 - 12.4 Versorgungsspannung der Aufnahmeeinheit
 - 12.5 Mechanische Widerstandsfähigkeit der Aufnahmeeinheit
- 13 Konformitätserklärung
- 14 Übereinstimmung mit der zugelassenen Bauart
- 15 Schulung des Bedienpersonals
- 16 Vorschriften und Literatur
- 17 Anhang: Tabelle zur elektromagnetischen Verträglichkeit

1 Begriffsbestimmungen

| | |
|--------------------------------|--|
| <i>Verkehrs-Kontrollsystem</i> | Verkehrs-Kontrollsysteme ermöglichen es, Verkehrssituationen aufzuzeichnen und durch Auswertung der Bildaufzeichnung Geschwindigkeiten von Fahrzeugen und deren Abstände zu vorausfahrenden Fahrzeugen zu bestimmen. |
| <i>Verkehrssituation</i> | Die Verkehrssituation beschreibt den Bereich, in dem sich die betreffenden Fahrzeuge mit dem zugehörigen Umfeld befinden. |
| <i>Aufnahmeeinheit</i> | Geräteteil zur Erfassung der Verkehrssituation mit digitalen Bilddokumenten. Die Bilddokumente können dabei aus einer Bildsequenz oder mehreren Einzelbildern bestehen. |
| <i>Auswerteeinheit</i> | Geräteteil zur Auswertung der digitalen Bilddokumente. |
| <i>Bildsequenz</i> | Als Bildsequenz wird eine Folge von Einzelbildern mit einem bekannten Aufnahmetakt bezeichnet. |
| <i>Geeichte Messgrößen</i> | Als geeichte Messgrößen werden die eichrechtlich relevanten Messgrößen bezeichnet |
| <i>Hilfsgrößen</i> | Als Hilfsgrößen werden vom Gerät ermittelte Messgrößen bezeichnet, deren Messfehler bei der Bauartzulassung und bei der Eichung nicht näher untersucht werden. |
| <i>Falldaten</i> | Messdaten, Bilddaten und ggf. ergänzende Daten (z.B. Standortcode). |
| <i>Bildauslöse-grenzwert</i> | Geschwindigkeits- oder Abstandsmesswert, ab dem das Verkehrs-Kontrollsystem ein Bilddokument des betreffenden Fahrzeugs erstellt. |
| <i>Passpunkte</i> | Begriff aus der Photogrammetrie für auf der Fahrbahn angebrachte Punkte, deren reale Koordinaten nach einem festgelegten Verfahren vermessen wurden. |

2 Funktionen, Anwendungsbereich und Zweck

Das Verkehrs-Kontrollsystem ermöglicht es, Verkehrssituationen aufzuzeichnen und durch Auswertung der Bilddokumente die folgenden Messgrößen automatisch zu ermitteln:

- Geschwindigkeiten von Fahrzeugen
- Abstand eines Fahrzeugs zum vorausfahrenden Fahrzeug
- Differenzgeschwindigkeit zweier Fahrzeuge

Beim Verkehrs-Kontrollsystem wird der Straßenverkehr auf einem Fahrbahnabschnitt, mit geometrisch bekannten Punkten, mittels einer Kamera von einem festen Standort (z.B. Brücke) aufgenommen und in Form von digitalen Bilddokumenten abgespeichert. Messtechnisch relevante Punkte (Passpunkte) werden dabei auf der Fahrbahn nach einem festgelegten Verfahren exakt dokumentiert. Die Passpunkte müssen später im aufgezeichneten Bild erkennbar sein.

Das Verkehrs-Kontrollsystem umfasst funktional:

- Aufnahmeeinheit
- Auswerteeinheit

In der Aufnahmeeinheit wird jedes Bilddokument mit einer Zeitinformation versehen. Diese Zeitinformation muss in den Bildinhalt integriert werden und zusätzlich in elektronisch lesbarer Form zusammen mit dem Bild in einer signierten Falldatei abgelegt werden.

Mit Hilfe der Auswerteeinheit werden die aufgezeichneten Bilddokumente durch einen Bediener ausgewertet. Der Bediener bestimmt dabei an Hand einer Visierlinie die Positionen ausgewählter Fahrzeuge, die in den Bilddokumenten abgebildet sind. Das Anvisieren nimmt der Bediener entweder manuell selbst vor oder dieses erfolgt softwaregestützt automatisch mit abschließender Bewertung durch den Bediener. Die Auswerteeinheit transformiert anschließend diese Fahrzeugpositionen in reale Koordinaten. Dabei wird auf die Passpunkte zurückgegriffen, die der Bediener vor Beginn der Auswertung zunächst manuell anvisieren muss. Alternativ ist auch hier eine softwaregestützte automatische Anvisierung mit abschließender Bewertung durch den Bediener zulässig. An Hand der

Fahrzeugpositionen kann die Auswerteeinheit automatisch den Abstand eines Fahrzeuges zu dem vorausfahrenden Fahrzeug bestimmen. Mit Hilfe der Zeitstempel und den in mehreren Bilddokumenten bestimmten Fahrzeugpositionen errechnet die Auswerteeinheit außerdem automatisch Fahrzeuggeschwindigkeiten und Differenzgeschwindigkeiten.

3 Anforderungen an die Messstelle

Die Passpunkte müssen dauerhaft markiert sein. Die Koordinaten der Passpunkte sind nach einem festgelegten Verfahren zu vermessen und in einer topografischen Lageskizze der Messstelle (z.B. Katasterauszug) festzuhalten. Das Verfahren zur Vermessung der Passpunkte muss eine Prüfung beinhalten mit deren Hilfe die Eignung der Messstelle verifiziert werden kann.

Die Koordinaten der Passpunkte müssen in einer digital signierten Messstellendatei abgelegt werden.

4 Anforderungen an die Aufnahmeeinheit

Werden Steuerungen an der Kamera (Zoom, Scheibenwaschanlage, Heizung einschalten usw.) vorgenommen, dürfen diese keinen unzulässigen Einfluss auf die Messwertbildung haben. Es ist zulässig, dass die entsprechenden Bilder durch eine Einblendung kenntlich gemacht werden.

4.1 Zeitüberwachung

Die Zeitmessung muss so ausgelegt sein, dass sie von einer weiteren Zeitbasis überprüft wird. Sie kann beispielsweise zweifach ermittelt werden (basierend auf zwei unabhängigen Baugruppen) oder mit einer Baugruppe durchgeführt werden, deren Zeitbasis von einer weiteren Zeitbasis (z. B. Prozessortakt) überprüft wird.

Die Überprüfung muss kontinuierlich erfolgen, so dass Abweichungen um mehr als 0,02 % spätestens nach 2 Sekunden erkannt werden. Bei solchen Abweichungen muss eine Fehlermeldung erfolgen, das Gerät muss dann automatisch die Durchführung weiterer Aufnahmen blockieren.

4.2 Synchronität

Die in den Bilddokumenten enthaltene Zeitinformation muss zur abgebildeten Verkehrssituation passen.

Der Beginn der Aufzeichnung der Verkehrssituation muss mit einem Triggerimpuls eingeleitet werden. Der Zeitpunkt des tatsächlichen Aufzeichnungsbegins muss innerhalb von 20 µs erfolgen. Die Belichtungszeit darf maximal 5 ms betragen. Die geeichte Zeitinformation muss dabei aus dem Triggerimpuls abgeleitet werden und in das aufgenommene Bild einblendet werden.

Nicht jedes Bild muss eine geeichte Zeitinformation beinhalten. Bilder ohne geeichte Zeitinformation dürfen im Sinne der Plausibilisierung einer Messung verwendet werden.

Die Bilder, die die geeichte Zeitinformation beinhalten, müssen zusätzlich Angaben von Datum und Uhrzeit (Auflösung in Sekunden) tragen.

4.3 Archivierung von Falldateien

Die erstellten Bilddokumente müssen zusammen mit den geeichten Zeitinformationen, Datum, Uhrzeit und den relevanten Aufstellparametern in einer signierten Falldatei archiviert werden.

5 Anforderungen an die Auswerteeinheit

Die Auswerteeinheit ist eine Komponente des Verkehrs-Kontrollsystems und damit zulassungspflichtig, auch wenn sie sich in einem zentralen Büro befindet und zur nachträglichen Auswertung von übertragenen Falldaten vorgesehen ist. Da die Auswertung in der Zentrale im Gegensatz zur Aufnahme wiederholbar ist, gelten jedoch geeignete reduzierte Anforderungen an den Manipulationsschutz und die Konformität von Hard- und Software. Insbesondere darf die Auswerteeinheit die Falldaten nach Prüfung der Signatur zur weiteren Verwendung zu nicht zulassungspflichtigen Einheiten exportieren, wenn die signierten Dateien archiviert werden.

5.1 Signaturprüfung von Messstellendatei und Falldatei

Die Auswerteeinheit muss die Signatur von Messstellendatei und Falldatei prüfen. Nur bei einer erfolgreichen Prüfung darf die weitere Auswertung erfolgen.

5.2 Zuordnung von Messstellendatei und Falldatei

Mit Hilfe einer entsprechenden Plausibilitätsprüfung muss die Auswerteeinheit verifizieren, dass die vom Bediener ausgewählte Messstellendatei zu der verwendeten Falldatei passt.

5.3 Auslesen von Zeitinformationen

Die Auswerteeinheit muss die in der Falldatei enthaltenen Zeitinformationen zur Bestimmung der Zeitdifferenz zwischen zwei Bildern automatisch auslesen.

6 Anforderungen an die Messgenauigkeit

6.1 Geschwindigkeitsmessung

Die bei der Bestimmung des Geschwindigkeitsmesswertes verwendete Wegstrecke muss zu Gunsten des Betroffenen angesetzt werden. Vom angezeigten Geschwindigkeitsmesswert sind die gesetzlich vorgeschriebenen Verkehrsfehlergrenzen für die Geschwindigkeit gemäß EO 18-11 abzuziehen.

6.2 Abstandsmessung

Die im System berücksichtigten Toleranzen müssen gewährleisten, dass die Bestimmung des Abstandsmesswertes zu Gunsten des Betroffenen erfolgt.

6.3 Geschwindigkeitsdifferenzmessung

Die bei der Bestimmung des Geschwindigkeitsdifferenzmesswertes verwendeten Wegstrecken müssen zu Gunsten des Betroffenen angesetzt werden. Der angezeigte Geschwindigkeitsdifferenzmesswert ist um den Wert der Verkehrsfehlergrenze zu vergrößern. Die Verkehrsfehlergrenze für den Geschwindigkeitsdifferenzmesswert beträgt +3 km/h.

7 Gebrauchsanweisung

Die Gebrauchsanweisung muss so formuliert werden, dass bei einem Einsatz entsprechend den Festlegungen in der Gebrauchsanweisung die Fehlergrenzen stets eingehalten werden (ein gültig geeichtes Gerät vorausgesetzt). Die vom Hersteller herausgegebene Gebrauchsanweisung wird zusammen mit dem Gerät bei der Zulassung geprüft und ist Bestandteil der Bauartzulassung.

Jedem Verkehrs-Kontrollsystem ist eine Gebrauchsanweisung beizugeben. Sie muss in deutscher Sprache abgefasst sein und mindestens folgende Angaben enthalten:

- Arbeitsweise des Gerätes in den Grundzügen
- unmissverständliche Darstellung der Handhabung und Aufstellung, Hinweise zu den Fehlermöglichkeiten der Bauart, ihrer Ursache und ihrer Vermeidung
- Messbereich, Verkehrsfehlergrenzen und Nenngebrauchsbedingungen
- Hinweise zur Auswertung der Falldateien (insbesondere Aspekte der zweifelsfreien Zuordnung des Messwertes zu einem Fahrzeug)
- Hinweise zur Zulässigkeit des Austauschs von geeichten und nicht geeichten Komponenten
- Definition eines Verfahrens zur Vermessung, Einrichtung und Eignungsprüfung der Messstelle
- Technische Daten
- Schulung des Bedienpersonals

Änderungen der Gebrauchsanweisung bedürfen der Genehmigung durch die PTB und müssen vom Gerätehersteller allen Betreibern mitgeteilt werden.

8 Speicherprüfung

Die Aufnahmeeinheit des Verkehrs-Kontrollsystem muss beim Einschalten die nichtflüchtigen Daten (Programm- und Konfigurationsparameter) und den Schreib-Lesespeicher durch Testroutinen automatisch überprüfen. Die Aufnahmeeinheit von stationär eingesetzten Verkehrs-Kontrollsystemen muss in bestimmten Abständen die nichtflüchtigen Daten (Programm- und Konfigurationsparameter) und den Schreib-Lesespeicher automatisch überprüfen. Ein erkannter Fehler muss die weitere Aufzeichnung blockieren.

9 Robustheit gegenüber unkorrekter Kameraaufstellung

Das Verkehrs-Kontrollsystem muss entweder robust im Umgang mit unkorrekten Kameraaufstellungen sein oder eine einfache Möglichkeit zur nachträglichen Überprüfung der Kameraaufstellung bieten.

10 Signaleingang für eichtechnische Prüfungen

Die Verkehrs-Kontrollsysteme müssen mit einem bei der Eichung leicht zugänglichen Signaleingang ausgestattet sein, über den die zur Eichung erforderlichen normierten Signale eingegeben werden können.

11 Software-Anforderungen

Die grundlegenden Software-Anforderungen ergeben sich in Anlehnung an den Softwareleitfaden WELMEC 7.2 (siehe Literaturliste) mit der deutschen Ergänzung für die Risikoklasse „F“. Unter der

deutschen Ergänzung für die Risikoklasse „F“ ist zu verstehen, dass bezüglich Manipulationsschutz, Prüftiefe und Konformität jeweils das Niveau „hoch“ zu verwenden ist.

Die Übertragung von für die Messung relevanten Daten über Schnittstellen an Peripheriegeräte, deren Ausgaben für amtliche Zwecke verwendet werden, muss WELMEC 7.2 entsprechen.

Der WELMEC 7.2 enthält u. a. Anforderungen an die Manipulationssicherheit. Eichtechnisch relevante Funktionen und Daten der Aufnahmeeinheit eines geeichten Verkehrs-Kontrollsystems dürfen sich nicht verfälschen bzw. stören lassen. Insbesondere

- müssen Schnittstellen entweder rückwirkungsfrei sein oder es sind nur Rückwirkungen zulässig, soweit diese bei der Zulassung geregelt worden sind. Es muss ausgeschlossen sein, dass nicht dokumentierte Befehle im Gerät eine Wirkung erzielen können.
- müssen Programmspeicher durch eichtechnische Sicherungen geschützt sein,
- dürfen Parameter ohne Verletzung einer eichtechnischen Sicherung nicht veränderbar sein, wenn sie als zu sichern gekennzeichnet worden sind,
- müssen Daten bei der Datenübertragung durch Signierung mittels asymmetrischer Verschlüsselungsverfahren geschützt sein, um für Integrität und Authentizität zu sorgen.

12 Störfestigkeit gegenüber Umwelteinflüssen

Die Verkehrs-Kontrollsysteme müssen auch unter den Einflüssen von äußeren Störungen, soweit mit ihnen in der Praxis gerechnet werden muss, funktionssicher arbeiten und die geforderten Fehlergrenzen einhalten. Bei den Prüfungen zur Beständigkeit gegenüber Umwelteinflüssen dürfen die Verkehrs-Kontrollsysteme auch automatisch in einen Modus übergehen, in dem keine weiteren Messungen mehr möglich sind, oder der eindeutig als gestört erkennbar ist.

12.1 Klimabeständigkeit der Aufnahmeeinheit des Verkehrs-Kontrollsystems

Die Aufnahmeeinheit muss dem Lagertemperaturbereich von -25°C bis 70°C standhalten (gemäß des Dokumentes OIML D 11 in der Ausgabe von 2004, Organisation Internationale de Métrologie Légale).

Die Aufnahmeeinheit muss in dem vom Hersteller empfohlenen Umgebungstemperaturbereich (Betriebstemperaturbereich) ordnungsgemäß arbeiten (evtl. Hinweis in der Gebrauchsanweisung). Dieser Bereich muss mindestens 0°C bis 40°C umfassen.

Durch eine geräteinterne Temperaturüberwachung ist sicherzustellen, dass die Messrichtigkeit unabhängig von der Umgebungstemperatur gewährleistet wird. Ein Unter- oder Überschreiten des spezifizierten Temperaturbereichs muss von der Aufnahmeeinheit automatisch erkannt werden, ggf. muss eine geeignete Meldung erscheinen, der laufende Aufnahmevorgang muss abgebrochen werden und das Verkehrs-Kontrollsystem muss weitere Aufnahmen blockieren. Hierbei ist auch ein Abschalten zulässig. Erreicht die Temperatur wieder den spezifizierten Bereich, muss das Gerät die in 8 beschriebenen Prüfungen durchlaufen, bevor weitere Aufnahmen möglich sind.

Die verwendeten Bauteile müssen für den geräteintern überwachten Temperaturbereich spezifiziert sein.

Die Aufnahmeeinheit muss sowohl unter den Betriebs- als auch unter den Lagerbedingungen unempfindlich sein gegenüber der relativen Feuchte der Umgebungsluft.

12.2 Beständigkeit gegen Spritzwasser und Staub

Die Teile des Verkehrs-Kontrollsystems, die der Witterung ausgesetzt sind, müssen entsprechend IP54 staubdicht und spritzwasserfest sein.

12.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Die Aufnahmeeinheit darf durch Einflüsse elektrischer Störungen nicht unzulässig beeinflusst werden oder muss definiert (z.B. Reset, Fehlermeldung) auf diese reagieren. Eine Übersicht über die einzelnen Prüfungen und die jeweiligen Schärfegraden gibt die im Anhang aufgeführte Tabelle.

12.4 Versorgungsspannung der Aufnahmeeinheit

Bei netzbetriebenen Aufnahmeeinheiten (230-V-Netz) ist eine Überwachung dieser externen Betriebsspannung oder der internen Betriebsspannung vorzusehen. Ggf. muss sich das Gerät abschalten bzw. blockieren oder in einen Zustand überführt werden, in dem Messwertbildungen unterdrückt sind. Sollte die Netzspannung des Gerätes nicht aus öffentlichen Netzen kommen sondern durch eine lokale Gerätekomponente (z.B. durch Spannungsumsetzer oder Generatoren) erzeugt werden, so sind diese Komponenten Bestandteil des Gerätes und der Zulassung.

Für mit anderen Wechselspannungsquellen (Zerhacker bzw. Wechselrichter, Generatoren) betriebene Aufnahmeeinheiten ist eine Versorgungsspannungsüberwachung vorzusehen. Das Gerät muss mindestens im Bereich von $\pm 10\%$ um die Nennversorgungsspannung korrekt arbeiten.

Erfolgt die Versorgung mit Gleichspannung, so muss die Aufnahmeeinheit zumindest im vom Hersteller spezifizierten Spannungsbereich (U_{\min} und U_{\max}) korrekt arbeiten. Außerhalb des spezifizierten Bereiches muss sich die Aufnahmeeinheit abschalten bzw. blockieren oder in einen Zustand übergehen, in dem Aufnahmen unterdrückt sind. Erreicht die Spannung wieder den spezifizierten Bereich, muss das Gerät die in 8 beschriebenen Prüfungen durchlaufen, bevor weitere Aufnahmen möglich sind.

12.5 Mechanische Widerstandsfähigkeit der Aufnahmeeinheit

Die Aufnahmeeinheit muss gut und solide gebaut sein. Die verwendeten Werkstoffe müssen ausreichende Festigkeit und Stabilität gewährleisten. Das Gerät muss gegen mechanische Stöße gemäß OIML D 11, 11.2 (Schärfegrad 2) verträglich sein.

13 Konformitätserklärung

Der Hersteller/Zulassungsinhaber muss eine Konformitätserklärung abgeben, sofern das Gerät unter eine entsprechende Richtlinie fällt. Er erklärt hiermit, dass das in Verkehr gebrachte Produkt allen einschlägigen Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen (z.B. CE) entspricht.

14 Übereinstimmung mit der zugelassenen Bauart

Hard- und Software-Änderungen am zugelassenen Verkehrs-Kontrollsystem (einschließlich eines ggf. vorhandenen Außengehäuses oder Fahrzeugeinbaus), selbst wenn sie nicht messtechnischer Natur sind, müssen erläutert werden und bedürfen der Genehmigung durch die PTB.

15 Schulung des Bedienpersonals

Amtliche Messungen dürfen nur von entsprechend geschultem Bedienpersonal vorgenommen werden. Die Schulung muss durch kompetentes Personal (Hersteller oder Aus- und Fortbildungsstelle der Polizei) erfolgen und ist schriftlich zu bestätigen.

Es ist zulässig, dass Hersteller oder Aus- und Fortbildungsstelle der Polizei Multiplikatoren autorisieren. Ernannten Multiplikatoren ist die Eignung zur Durchführung von Schulungen schriftlich zu bestätigen.

16 Vorschriften und Literatur

- WELMEC 7.2 Softwareleitfaden Ausgabe 5, 2011, (Europäische Messgeräte Richtlinie 2004/22/EC)
- Gesetz über das Mess- und Eichwesen (Eichgesetz) – zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes zur Umsetzung der Dienstleistungsrichtlinie im Eichgesetz sowie im Geräte- und Produktsicherheitsgesetz und zur Änderung des Verwaltungskostengesetzes, des Energiewirtschaftsgesetzes und des Energieleitungsausbaugesetzes vom 7. März 2011
- Eichordnung – Allgemeine Vorschriften vom 12. August 1988, zuletzt geändert durch die Fünfte Verordnung zur Änderung der Eichordnung vom 6. Juni 2011
- DIN EN 61000-6-2, „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-2: Fachgrundnormen; Störfestigkeit für Industriebereich“, Ausgabe 2006-03 (Deutsche Fassung EN 61000-6-2:2001-04)
- ISO 7637-2 „Road vehicles – Electrical disturbances from conduction and coupling-Part 2: Electrical transient conduction along supply lines only, Third Edition 2011-03-01
- ISO 7637-3 „Road vehicles – Electrical disturbances from conduction and coupling-Part 3: Electrical transient transmission by capacitive and inductive coupling via lines other than supply lines, Second Edition 2007-07-01
- ISO 16750-2 “Road vehicles – Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment – Part 2: Electrical loads”, Third edition 2010-03-15
- International Dokument OIML D 11 Edition 2004 (E); „General requirement for electronic measuring instruments“; Organisation Internationale de Métrologie Légale
- DIN EN 60529, Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989 + A1:1999); Ausgabe: 2000-09; Deutsche Fassung EN 60529:1991 + A1:2000
- Gesetz über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen (FTEG), Datum des Inkrafttretens: 8.2.2001, Ausfertigungsdatum: 31.1.2001, BGBl I 2001, 170, zuletzt angepasst durch Artikel 23 des Post- und telekommunikationsrechtlichen Bereinigungsgesetzes vom 7. Mai 2002

17 Anhang: Tabelle zur elektromagnetischen Verträglichkeit

| Teilprüfung | Prüfaufbau nach | Grenzwerte Prüfschärfegrad | Bemerkung |
|--|----------------------------|--|--|
| Hochfrequente elektromagnetische Felder | DIN EN 61000-4-6: 2009-12 | 150 kHz bis 80 MHz, 20 V 1 %-Schritte Bei batteriebetriebenen Geräten ist die Startfrequenz aus Bild B.1 der Norm zu ermitteln. Abhängig von den Eigenschaften des Prüflings kann die Prüfung eines zusätzlichen Frequenzbereichs erforderlich sein. Abhängig von den Eigenschaften des Prüflings kann die Verwendung einer von der Norm abweichenden Modulationsfrequenz erforderlich sein. Die in der Fachgrundnorm in Anmerkung b vorgesehene Reduzierung der Amplitude auf 3 V im Rundfunkfrequenzbereich zwischen 47 MHz und 68 MHz entfällt. | Signalanschlüsse mit Leitungslänge >3 m |
| | | | Gleichstrom-Netzein- und Ausgänge* |
| | | | Wechselstrom-Netzein- und Ausgänge |
| | | | Funktionserdeanschlüsse |
| Hochfrequente elektromagnetische Felder | DIN EN 61000-4-3: 2011-04 | 80 MHz bis 1000 MHz, 1240 MHz bis 1300 MHz** 1300 MHz bis 1700 MHz*** 1710 MHz bis 1784 MHz 1805 MHz bis 1980 MHz 2110 MHz bis 2170 MHz 2320 MHz bis 2484 MHz 3400 MHz bis 3475 MHz** 5150 MHz bis 5350 MHz 5470 MHz bis 5875 MHz 5875 MHz bis 5905 MHz**** 20 V/m 1 %-Schritte 4 Seiten Abhängig von den Eigenschaften des Prüflings kann die Verwendung einer von der Norm abweichenden Modulationsfrequenz erforderlich sein. | auf Gehäuse |
| Entladung statischer Elektrizität (ESD) | DIN EN 61000-4-2: 2009-12 | ±8 kV Luftentladung ±6 kV Kontaktentladung | auf Gehäuse |
| Schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst | DIN EN 61000-4-4: 2010-11 | Signalanschlüsse: ±1 kV | Signalanschlüsse mit Leitungslänge > 3 m |
| | | Gleich- bzw. Wechselstromversorgungsleitungen: ±2 kV | Gleichstrom-Netzein- und -ausgänge* |
| | | Funktionserdeanschlüsse: ±1 kV | Wechselstrom-Netzein- und Ausgänge Funktionserdeanschlüsse mit Leitungslänge >3 m |
| Stoßspannungen/ Surge | DIN EN 61000-4-5: 2007-06 | unsym.: ±1 kV | Signalanschlüsse mit Leitungslänge > 30 m |
| | | unsym.: ±0,5 kV sym. ±0,5 kV | Gleichstrom-Netzein- und -ausgänge* |
| | | unsym.: ±2 kV sym. ±1 kV | Wechselstrom-Netzein- und Ausgänge |
| Spannungseinbrüche | DIN EN 61000-4-11: 2005-02 | Spannungseinbruch: 30 % und 60 % | Wechselstrom-Netzein- und Ausgänge |
| Spannungsunterbrechungen | DIN EN 61000-4-11: 2005-02 | Spannungsunterbrechung: >95 % | Wechselstrom-Netzein- und Ausgänge |

*Hinweis: Siehe Tabelle 3 der Fachgrundnorm 61000-6-2

**Hinweis: Berücksichtigung eines im Amateurfunk genutzten Frequenzbereiches

***Hinweis: Berücksichtigung eines vom militärischen Funkdienst genutzten Frequenzbereiches

****Hinweis: Berücksichtigung eines für Funkanwendungen für intelligente Verkehrssysteme genutzten Frequenzbereiches

| Teilprüfung | Prüfaufbau nach | Grenzwerte Prüfschärfegrad | | | Bemerkung |
|---|---------------------------|--|--|--|---|
| Magnetfelder mit energietechnischer Frequenz | DIN EN 61000-4-8: 2010-11 | 50 Hz 30 A/m | | | auf Gehäuse |
| Kfz: Leitungsgebundene impulsförmige Störgrößen | ISO 7637-2 2011-03-01 | Imp. 1 Imp. 2a Imp. 2b Imp. 3a Imp. 3b | 12-V-Netz: -150 V +112 V +10 V -220 V +150 V | 24-V-Netz: -600 V +112 V +20 V -300 V +300 V | auf 12-V- und 24-V-Versorgungsleitungen |
| Kfz: Leitungsgebundene impulsförmige Störgrößen beim Startvorgang | ISO 16750-2 2010-03-15 | Level III | 3 V | 6 V | auf 12-V- und 24-V-Versorgungsleitungen |
| Kfz: Übertragung von impulsförmigen elektrischen Störgrößen durch Kopplung | ISO 7637-3: 2007-07-01 | Fast a (DCC and CCC) Fast b (DCC and CCC) DCC slow + DCC slow – ICC slow + ICC slow - | 12-V-Netz: -60 V +40 V +30 V -30 V +6 V -6 V | 24-V-Netz: -80 V +80 V +45 V -45 V +10 V -10 V | auf Steuer-, Regel und Datenleitungen |