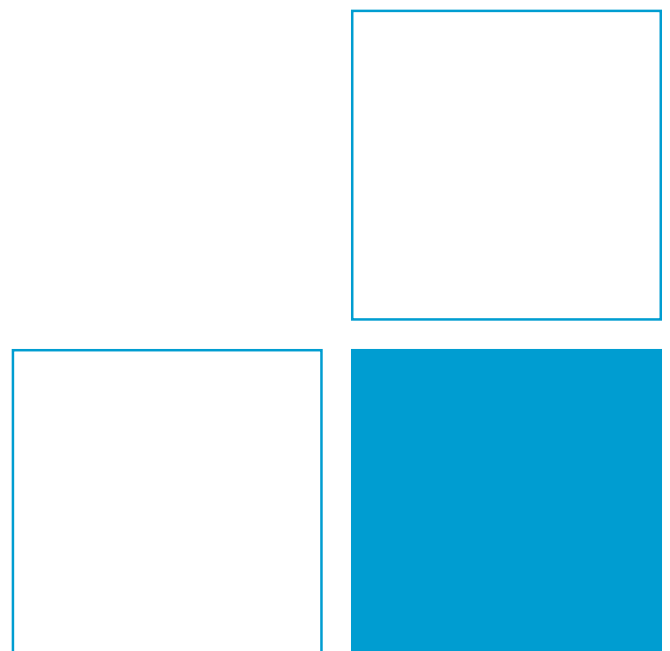


PTB-Anforderungen

Messgeräte im öffentlichen Verkehr

Rotlichtüberwachungsanlagen



PTB-Anforderungen enthalten 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 erfüllen.

Diese PTB-Anforderungen konkretisieren die in Anlage 2 der Mess- und Eichverordnung näher bestimmten wesentlichen Anforderungen an folgende Messgeräte nach § 1 Absatz 1 Nummer 12 Buchstabe a der Mess- und Eichverordnung zur amtlichen Überwachung des öffentlichen Verkehrs: Rotlichtüberwachungsanlagen.

Diese PTB-Anforderungen ersetzen die bisherigen PTB-A 18.12 der Ausgabe Dezember 2014.

¹ MessEG vom 25. Juli 2013 (BGBl. I S. 2722)

² MessEV vom 11. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2010)



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 12.02 „Messgeräte im öffentlichen Verkehr; Rotlichtüberwachungsanlagen“
(10/2015). Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin.
DOI: 10.7795/510.20151031C

Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.7795/510.20151031C>

Inhalt

- 1 Begriffsbestimmungen
- 2 Funktionen, Anwendungsbereich und Zweck
- 3 Anforderungen
 - 3.1 Anforderungen an die Messstellen
 - 3.2 Anforderungen an die Lichtzeichenanlage
 - 3.3 Anforderungen an die Zentraleinheit
 - 3.4 Anforderungen an die vorzuwerfende Rotzeit und Fehlergrenzen
 - 3.5 Anforderungen an die Dokumentationseinheit
 - 3.6 Anforderungen an die Auswerteeinheit
 - 3.7 Zuordnung von Messwerten zu Fahrzeugen
 - 3.8 Funktions- und Speicherprüfung
 - 3.8.1 Funktionsprüfung
 - 3.8.2 Speicherprüfung
 - 3.9 Anforderungen an die Software
 - 3.10 Anforderungen an die Störfestigkeit gegenüber Umwelteinflüssen
 - 3.10.1 Klimabeständigkeit
 - 3.10.2 Beständigkeit gegen Spritzwasser und Staub
 - 3.10.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
 - 3.10.4 Versorgungsspannung
 - 3.10.5 Mechanische Widerstandsfähigkeit
 - 3.11 Übereinstimmung (Konformität) mit der zugelassenen Bauart
 - 3.12 Gebrauchsanweisung
- 4 Besondere Anforderungen an Anlagen mit Sensoren im Fahrbahnbelag
 - 4.1 Anforderungen an die Messstelle
 - 4.2 Lebensdauer der Sensoren
 - 4.3 Rückrechnung auf die Haltelinie
- 5 Besondere Anforderungen an Anlagen mit Laserscanner
 - 5.1 Einsatzarten
 - 5.2 Mechanik des Scanners
 - 5.3 Scanfrequenz und Auflösung
 - 5.4 Messfeld und Fotobereich
 - 5.5 Einflüsse der Fahrzeuggeometrie
 - 5.6 Einflüsse der Geometrie der Messstelle
 - 5.7 Referenzfoto
 - 5.8 Besondere Anforderungen an die Dokumentationseinheit bei Anlagen mit Laserscanner
 - 5.9 Schulung des Bedienpersonals
- 6 Vorschriften und Literatur
- 7 Tabelle zur elektromagnetischen Verträglichkeit

1 Begriffsbestimmungen

Rotlicht- überwachungs- anlagen	Rotlichtüberwachungsanlagen dienen bei der amtlichen Verkehrsüberwachung zur Messung und Dokumentation der Zeit, die vom Beginn der Rotphase einer Verkehrsampel (auch Wechsellichtzeichenanlage oder Wechsellichtzeichen genannt) bis zur Überfahrt eines Fahrzeuges über die Haltelinie mindestens verstrichen ist. Zudem wird dokumentiert, dass das Fahrzeug in den Gefährdungsbereich hineingefahren ist.
Verkehrssituation	Betreffendes Fahrzeug einschließlich Umfeld, soweit dieses bauartbedingt Einfluss auf die Messwertbildung oder Zuordnung haben könnte.
Zentraleinheit	Die Zentraleinheit ist der Teil der Rotlichtüberwachungsanlage, der die Signale der Sensoren (der Wechsellichtzeichen und der Anwesenheitssensoren) sowie die Verkehrssituation erfasst, auswertet und dokumentiert.
Dokumentations- einheit	Geräteteil zur Erfassung der Verkehrssituation mit digitalen Bilddokumenten. Die Bilddokumente können dabei aus einer Bildsequenz, einem Einzelbild oder mehreren Einzelbildern bestehen.
Bildsequenz	Als Bildsequenz wird eine Folge von Einzelbildern mit einem festen Aufnahmetakt bezeichnet.
Geeichte Messgröße	Als geeichte Messgrößen werden die eichrechtlich relevanten Messgrößen bezeichnet (z.B. Rotzeit)
Hilfsgröße	Als Hilfsgrößen werden vom Gerät ermittelte Messgrößen bezeichnet, deren Messfehler bei der Bauartzulassung und bei der Eichung nicht näher untersucht werden.
Falldaten	Messdaten, Bilddaten und ggf. ergänzende Daten (z.B. Standortparameter).
Wetterschutz- gehäuse	Das Wetterschutzgehäuse ist ein massives, fest an der Messstelle installiertes Gehäuse, das die Zentraleinheit und die Dokumentationseinheit vor Witterungseinflüssen und Vandalismus schützt.
Anwesenheits- sensor	Die Anwesenheitssensoren (z.B. Induktionsschleife, faseroptische oder piezoelektrischer Drucksensor) dienen dazu, Durchfahrten von Fahrzeugen zu erkennen.
Erfassungsbereich des Sensors	Der Erfassungsbereich eines Sensors ist der Bereich, in dem alle Fahrzeuge verschiedenster Ausführungen vom Sensor detektiert werden. Die Größe dieses Bereiches wird bei der Berechnung der vorzuwerfenden Rotzeit als Toleranzbereich zugunsten des Betroffenen berücksichtigt.
Schauzeichen	Das Schauzeichen ist ein an der zu überwachenden Wechsellichtzeichenanlage angebrachtes, zur Dokumentationseinheit ausgerichtetes Zeichen, das den aktuellen Status des Rotlichtes zweifelsfrei auf dem Bild wiedergibt.
Rotzeit, vorzuwerfende Rotzeit	Die Rotzeit ist die Zeit vom Beginn der Rotphase einer Wechsellichtzeichenanlage bis zum Stopp der Zeitmessung durch ein Signal eines Anwesenheitssensors. Die vorzuwerfende Rotzeit ist die von der Rotlichtüberwachungsanlage ermittelte Zeitdauer vom Beginn der Rotphase bis zum Überfahren der Haltelinie durch das vom Anwesenheitssensor detektierte Fahrzeug.
Gelbphasendauer, Rotphasendauer	Die Gelbphasendauer ist die Zeitdauer vom Wechsel der Grünphase nach Gelb bis zu dem anschließenden Wechsel von Gelb nach Rot. Entsprechend gibt es eine Rotphasendauer als Zeitdauer vom Wechsel von Gelb auf Rot bis zum nächsten Wechsel der Ampelphase. Die Rotphasendauer spielt bei der Verkehrsüberwachung keine Rolle.

Rotlicht- verzögerungszeit	Die Rotlichtverzögerungszeit ist eine vom Betreiber wählbare Zeitdauer nach Beginn der Rotphase, in der die Rotlichtüberwachungsanlage noch keine Rotlichtverstöße dokumentiert.
Bildabstandszeit	Die Bildabstandszeit ist die Zeit zwischen dem Auslösen des ersten und zweiten Bildes einer Rotlichtüberwachungsanlage. Diese Zeit kann entweder fest vorgegeben oder geschwindigkeitsabhängig während des Messvorganges festgelegt werden. Das zweite Bild kann jedoch auch durch einen zweiten Anwesenheitssensor unmittelbar ausgelöst werden.
Lampen- verzögerungszeit	Die Lampenverzögerungszeit (Abkürzung: t_{lv}) ist die Zeit vom elektrischen Einschalten der Lampe einer Lichtzeichenanlage bis zum sichtbaren Aufleuchten. Die Zeitdauer hängt vom verwendeten Leuchtmittel (z. B. Glühfaden-, Halogen-, Leuchtdioden-Leuchtmittel) ab.
Fahrspurkode	Der Fahrspurkode dient dazu, die zu überwachenden Fahrspuren eindeutig zu unterscheiden und eine eindeutige Zuordnung eines Rotlichtverstößes zu einem Fahrzeug zu gewährleisten.
Messfeld	Bereich in dem die Messwertbildung erfolgt.

2 Funktionen, Anwendungsbereich und Zweck

Rotlichtüberwachungsanlagen dienen bei der amtlichen Überwachung der Beachtung des Gebotes der StVO „Halt vor der Kreuzung“ bei Rot einer Wechsellichtzeichenanlage. Bei Missachtung wird der Rotlichtverstoß mit zwei oder mehreren Bildern der Verkehrssituation und der vorzuwerfenden Rotzeit dokumentiert.

Die Rotlichtüberwachungsanlage umfasst:

- Anwesenheitssensor(en),
- elektronische Einrichtung zum Abgriff des Status der Lichtzeichenanlage
- Zentraleinheit (ggf. in einem Wetterschutzgehäuse),
- Dokumentationseinheit,
- Auswerteeinheit,
- elektronische Einrichtung zum Abgriff des jeweiligen Status der Lichtzeichenanlage.

Zunächst ist die Gelbphasendauer zu erfassen und dahingehend auszuwerten, dass bei einer entsprechend der StVO und zugehöriger Verwaltungsvorschrift unzulässig kurzen Gelbphasendauer kein Messwert ausgegeben wird. Bei Beginn der Rotphase wird in der Rotlichtüberwachungsanlage durch das Rotlichtsignal eine Zeitmessung gestartet und durch die Überfahrt durch ein Fahrzeug über einen Anwesenheitssensor gestoppt. Befindet sich der Sensor nicht direkt an der Haltelinie, muss der gemessene Zeitwert dahingehend umgerechnet werden, dass der Zeitpunkt bei der Überfahrt der Haltelinie ermittelt wird. Hierzu ist eine Durchfahrtsgeschwindigkeit zu ermitteln (z. B. mit einem zweiten Sensor nach dem Prinzip der Weg-Zeit-Messung). Die an der Haltelinie gemessene Zeit bzw. der umgerechnete Zeitwert stellt nach Berücksichtigung von Toleranzen zugunsten des Betroffenen die vorzuwerfende Rotzeit dar.

Die Dokumentationseinheit löst das erste Bild unmittelbar bei der Überfahrt des Fahrzeugs über den Anwesenheitssensor im Bereich der Haltelinie aus. Dieses Bild der Verkehrssituation ermöglicht eine zweifelsfreie Zuordnung des betreffenden Fahrzeugs zu dem Rotlichtverstoß. Das zweite Bild (und ggf. die weiteren), ausgelöst nach einer (einstellbaren oder automatisch geschwindigkeitsabhängig berechneten) Bildabstandszeit oder durch einen zweiten Sensor, dient dem Beweis, dass das Fahrzeug tatsächlich in den Gefährdungsbereich hineingefahren ist (und nicht nur die Haltelinie und den ersten Anwesenheitssensor überfahren hat, dann aber angehalten hat). In die Bilder werden zusätzlich zu den Bildinformationen sich ergänzende Messdaten eingeblendet.

In ähnlicher Weise können auch Rotlichtverstöße weiterer Fahrzeuge bei der gleichen roten Ampelphase erfasst und dokumentiert werden.

3 Anforderungen

3.1 Anforderungen an die Messstellen

Die Anwesenheitssensoren müssen an jeder Messstelle so verlegt bzw. ausgerichtet sein, dass mindestens über den Zeitraum der Eichgültigkeitsdauer eine Beständigkeit in Bezug auf Lage und messtechnische Eigenschaften unter den Bedingungen, mit denen in der Praxis zu rechnen ist (z. B. Witterung, Belastung durch Gewicht, Bremsvorgänge und Straßenreinigung), gewährleistet ist.

Zur eindeutigen Zuordnung eines Messwertes zu einem Fahrzeug sind die Sensoren so zu installieren, dass die Fahrspur, auf der der Rotlichtverstoß stattgefunden hat, automatisch erkannt und dokumentiert wird.

3.2 Anforderungen an die Lichtzeichenanlage

Die Rotlichtüberwachungsanlagen dürfen nur an DIN VDE 0832-100-konformen Lichtzeichenanlagen eingesetzt werden.

Es ist sicherzustellen, dass die realisierte Gelbphasendauer den unter Berücksichtigung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit vorgesehenen Mindestwert einhält. Die Rotlichtüberwachungsanlage muss so an die Wechsellichtzeichenanlage angeschlossen werden, dass bei der Erkennung von Beginn und Ende der Gelbphase und von Beginn der Rotphase höchstens Verzögerungen von 0,01 s (halbe Phasendauer bei 50 Hz Wechselspannung) berücksichtigt werden müssen. Kann anhand dieser Signale nicht zweifelsfrei erkannt werden, dass das rote Lichtzeichen tatsächlich leuchtet (z.B. über Stromwandler im Lampenstrompfad), so ist dies mit einem Schauzeichen (in der Regel ein quadratisches Weißlichtzeichen) oder auf anderem Weg zu dokumentieren.

Beim Erkennen des Signals ist sicherzustellen, dass einerseits das Nutzsignal (Wechsel der Ampelphase) sicher erkannt wird, andererseits ein Störsignal sich nicht fälschlicherweise wie ein Nutzsignal auswirkt. Falls eine einfache Triggerung über die Spannungsamplitude verwendet wird, muss die Triggerschwelle zwischen 2/3 und 3/4 des Nutzsignalpegels (z.B. 160 V \pm 5 V bei 230-V-Wechsellichtzeichenanlagen) liegen.

Für die Lampenverzögerungszeit der Lichtzeichenanlage ist eine Abschätzung nach oben vorzunehmen (zugunsten des Betroffenen).

3.3 Anforderungen an die Zentraleinheit

Die Zentraleinheit muss an die Situation der jeweiligen Messstelle angepasst werden. Wird die Zentraleinheit an wechselnden Standorten eingesetzt, muss vor Inbetriebnahme an einer neuen Messstelle sichergestellt sein, dass die Zentraleinheit die zu diesem Standort passenden Parameter (z.B. Abstand der Sensoren untereinander und zur Haltelinie, Mindestwert für die Gelbphasendauer, Lampenverzögerungszeit) zur Messwertberechnung benutzt. Diese Standortparameter können entweder fest am Standort oder in der Zentraleinheit (als Datenbank mit den Parametern sämtlicher Messstellen) abgelegt sein. Die eindeutige Zuordnung muss entweder vollautomatisch oder durch die manuelle Eingabe eines maximal dreistelligen Standortkodes erfolgen.

Die Bauweise der Sensoren muss gewährleisten, dass Fahrzeuge nur im spezifizierten Erfassungsbereich des Sensors erkannt werden. Einstellmöglichkeiten an der geeichten Anlage dürfen nur zu einer Nichterkennung von Fahrzeugen, nicht aber zu Abweichungen von den Spezifikationen des Erfassungsbereiches führen. Bei Induktionsschleifen als Sensoren dürfen die Arbeitsfrequenzen verstellt werden.

Die Rotlichtüberwachungsanlage muss mindestens die Gelbphasendauer, die Rotzeiten der Fotoauslösungen, die vorzuwerfende Rotzeit und die Fahrspur des betreffenden Fahrzeugs erfassen und dokumentieren (siehe Abschnitt 3.5). Wird der einstellbare Mindestwert für die Gelbphasendauer um mehr als 0,01 s unterschritten, darf kein Messwert dokumentiert werden. In diesem Fall ist entweder ein Bild mit einer eindeutigen Fehlermeldung oder kein Bild zu erstellen.

Der Digitalisierungsfehler für die interne Auflösung der Zeitmessung darf höchstens 0,01 s betragen. Die Zeitmessung ist redundant durchzuführen. Sie kann hierzu beispielsweise zweifach (mit zwei unabhängigen Zeitbasen) ermittelt werden oder mit einer Baugruppe durchgeführt werden, deren Zeitbasis von einer weiteren Zeitbasis (z. B. Prozessortakt) überprüft wird.

Beim Einschalten der Anlage bzw. bei der Auslösung von Testfotos ist automatisch ein Selbsttest auszuführen, der eine eindeutige Überprüfung der Software (z. B. Checksummenbildung) und der wichtigsten Baugruppen (insbesondere der Zeitbasis) beinhaltet. Ist ein Schauzeichen an der Lichtzeichenanlage installiert (siehe 3.2), ist es bei den Testfotos im leuchtenden und im abgeschalteten Zustand zu dokumentieren. Während der Messungen ist zusätzlich automatisch sicherzustellen, dass die Genauigkeit des Zeittaktes, die Temperatur und die Betriebsspannung innerhalb der Spezifikationen des Herstellers liegen. Ist dies nicht der Fall, darf die Anlage keine Messungen durchführen.

Die Unsicherheiten bei der Ermittlung der Geschwindigkeit dürfen sich auch zugunsten des Betroffenen bei einer Mindestgeschwindigkeit von 10 m/s (36 km/h) nicht zu einem Toleranzbeitrag von mehr als 0,2 s auswirken.

3.4 Anforderungen an die vorzuwerfende Rotzeit und Fehlergrenzen

Die vorzuwerfende Rotzeit t ist die von der Rotlichtüberwachungsanlage ermittelte Zeitdauer vom Beginn der Rotphase bis zum Überfahren der Haltelinie durch das vom Anwesenheitssensor detektierte Fahrzeug. Sie ist mit einer Auflösung von 0,1 s anzuzeigen und zu dokumentieren.

Bei der geräteinternen Berechnung der vorzuwerfenden Rotzeit t sind alle Einflussfaktoren (insbesondere Messtoleranzen) automatisch zugunsten des Betroffenen zu berücksichtigen, so dass eine nachträgliche Korrektur der eingeblendeten vorzuwerfenden Rotzeit um mögliche Unsicherheiten nicht erforderlich ist. Wird die Rotzeit direkt an der Haltelinie gemessen (t_H), sind bei der Berechnung der vorzuwerfenden Zeit t nur die Toleranzen bei der Zeitmessung Δt und ggf. die Lampenverzögerungszeit t_{LV} zu berücksichtigen:

$$t = (t_H - \Delta t) - t_{LV}$$

Wird die Rotzeit nicht direkt an der Haltelinie gemessen, weil der zur Auslösung des ersten Bildes dienende Sensor in Fahrtrichtung gesehen hinter der Haltelinie liegt, muss die Anlage eine Rückrechnung auf die Haltelinie vornehmen und dabei entsprechende Toleranzen zugunsten des Betroffenen anwenden (siehe Abschnitt 4.3).

3.5 Anforderungen an die Dokumentationseinheit

Es sind für jeden Rotlichtverstoß mindestens zwei Beweisbilder auszulösen. Eines davon muss das betreffende Fahrzeug im Bereich der Haltelinie abbilden. Das zweite muss den Nachweis ermöglichen, dass das Fahrzeug tatsächlich in den Gefährdungsbereich hineingefahren ist (siehe Abschnitt 2).

In den Beweisbildern sind mindestens die Gelbphasendauer, die vorzuwerfende Rotzeit und der Fahrspurcode zu dokumentieren. Zusätzlich sind in den Beweisbildern die zur Berechnung der vorzuwerfenden Rotzeit verwendeten Werte des betreffenden Rotlichtverstoßes (insbesondere die Zeitmesswerte t_1 und t_2 sowie ggf. die Geschwindigkeit v in km/h) zu dokumentieren. Die verwendeten Standortparameter (Lampenverzögerungszeit t_{LV} und ggf. die Abstände D_1 und D_2 der Sensoren zur Haltelinie) sind zumindest bei den Testfotos zu dokumentieren. Bei manueller Eingabe des Standortcodes ist zusätzlich dieser Code mit jedem Bild zu dokumentieren. Die eingeblendeten Daten müssen mit dem zugehörigen Einheitenzeichen versehen sein.

Auch für den Fall eines weiteren Rotlichtverstoßes während der gleichen Rotphase sind entsprechende Daten in den zugehörigen Beweisbildern zu dokumentieren.

Das Bilddokument muss die Bauartbezeichnung der Rotlichtüberwachungsanlage enthalten (z.B. in Form eines Kürzels).

Die erstellten Bilddokumente müssen in Form von digitalen Bilddaten zusammen mit den Messdaten untrennbar in einer gemeinsamen Falldatei abgelegt werden. Die Falldatei ist mit einer digitalen Signatur, basierend auf einem asymmetrischen Verschlüsselungsverfahren, zu sichern. Es ist zulässig, wenn die Falldatei sich aus mehreren einzeln signierten Blöcken zusammensetzt (z.B. bei langen Bildsequenzen). Die Auswerteeinheit muss die Richtigkeit der Signatur überprüfen. Durch die Signaturprüfung mit Hilfe des öffentlichen Schlüssels des Messgerätes können die Integrität (Unversehrtheit) des Inhalts der Datei und die Authentizität (Originalität) der Datei zweifelsfrei bestätigt werden. Authentisch heißt in diesem Zusammenhang, dass die Datei vom betrachteten Messgerät stammt.

Bei der Verwendung von verlustbehafteten Kompressionsverfahren (z.B. MPEG oder JPEG) der Bilddaten dürfen keine Artefakte entstehen, die dazu führen, dass der Bildinhalt in verfälschender Weise (z.B. der Inhalt der Zeichenfolge des Nummernschildes) verändert wird.

Detailliertere Software-Anforderungen ergeben sich aus den im Abschnitt 3.9 aufgeführten Dokumenten.

3.6 Anforderungen an die Auswerteeinheit

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

3.7 Zuordnung von Messwerten zu Fahrzeugen

Die Rotlichtüberwachungsanlage einschließlich der Schaltungslogik und des Erfassungsbereiches der Sensoren muss sicherstellen, dass anhand des eingeblendeten Fahrspurcodes und der abgebildeten Fahrzeugposition die vorzuwerfende Rotzeit eindeutig dem erfassten Fahrzeug zugeordnet werden kann. Nur für Ausnahmefälle (z.B. ein stark schrägfahrendes Fahrzeug) sind ergänzende Regelungen in der Gebrauchsanweisung zulässig. Dies gilt auch für den Fall eines weiteren Rotlichtverstößes während der gleichen Rotphase.

3.8 Funktions- und Speicherprüfung

3.8.1 Funktionsprüfung

Die Rotlichtüberwachungsanlage muss beim Einschalten und in bestimmten Abständen automatisch eine interne Funktionsprüfung durchführen. Hiermit soll zumindest jeder permanente Fehler in den das Messergebnis verarbeitenden Schaltungen einschließlich der Schaltungen und Elemente der Anzeige aufgezeigt werden. Ein erkannter Fehler muss die weitere Bildung von Messwerten blockieren.

3.8.2 Speicherprüfung

Die Rotlichtüberwachungsanlage muss beim Einschalten und in bestimmten Abständen automatisch die nichtflüchtigen Daten (Programm- und Konfigurationsparameter) und den Schreib-Lesespeicher überprüfen. Ein erkannter Fehler muss die weitere Bildung von Messwerten blockieren.

3.9 Anforderungen an die Software

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.

Der implementierte Programmcode (Maschinencode) des eingereichten Messgerätes muss nachweisbar aus dem eingereichten Quellcode generiert worden sein.

Die Übertragung von für die Messung relevanten Daten (z.B. Messwert, Fahrtrichtungszeichen) 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 einer geeichten Rotlichtüberwachungsanlage 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.

3.10 Anforderungen an die Störfestigkeit gegenüber Umwelteinflüssen

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

3.10.1 Klimabeständigkeit

Die Rotlichtüberwachungsanlagen müssen 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 [2]).

Die Rotlichtüberwachungsanlagen müssen in dem vom Hersteller spezifizierten 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 Rotlichtüberwachungsanlage automatisch erkannt werden, ggf. muss eine geeignete Meldung erscheinen, der laufende Messvorgang muss abgebrochen werden und die Rotlichtüberwachungsanlage muss weitere Messungen blockieren. Hierbei ist auch ein

Abschalten zulässig. Erreicht die Temperatur wieder den spezifizierten Bereich, muss das Gerät die in 3.8 beschriebenen Prüfungen durchlaufen, bevor weitere Messungen möglich sind.

Die verwendeten Bauteile müssen für den geräteintern überwachten Temperaturbereich spezifiziert sein. Die Rotlichtüberwachungsanlagen müssen sowohl unter Betriebs- als auch unter Lagerungsbedingungen unempfindlich gegen die relative Feuchtigkeit der Umgebungsluft (einschließlich Kondensationen) sein.

3.10.2 Beständigkeit gegen Spritzwasser und Staub

Die Komponenten der Rotlichtüberwachungsanlage, die der Witterung ausgesetzt sind, müssen entsprechend der Schutzart IP 54 staubdicht und spritzwasserfest sein.

3.10.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Die Rotlichtüberwachungsanlagen dürfen durch Einflüsse elektromagnetischer Störungen nicht beeinflusst werden oder müssen definiert (z. B. Reset, Fehlermeldung) auf diese reagieren. Eine Übersicht über die einzelnen EMV-Anforderungen findet sich in Abschnitt 7.

3.10.4 Versorgungsspannung

Bei netzbetriebenen Geräten (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 Geräte 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 Rotlichtüberwachungsanlage zumindest im vom Hersteller spezifizierten Spannungsbereich (U_{\min} und U_{\max}) korrekt arbeiten. Außerhalb des spezifizierten Bereiches muss sich das Gerät abschalten bzw. blockieren oder in einen Zustand übergehen, in dem Messwertbildungen unterdrückt sind. Erreicht die Spannung wieder den spezifizierten Bereich, muss das Gerät die in 3.8 beschriebenen Prüfungen durchlaufen, bevor weitere Messungen möglich sind.

3.10.5 Mechanische Widerstandsfähigkeit

Die Rotlichtüberwachungsanlage muss entsprechend den anerkannten Regeln der Technik solide gebaut sein. Die verwendeten Werkstoffe müssen ausreichende Festigkeit und Stabilität gewährleisten. Die Anlage muss gegen mechanische Stöße gemäß OIML D 11, 11.2 (Schärfegrad 2) verträglich sein.

3.11 Übereinstimmung (Konformität) mit der zugelassenen Bauart

Hard- und Software-Änderungen an der zugelassenen Rotlichtüberwachungsanlage einschließlich des Außengehäuses, selbst wenn sie nicht messtechnischer Natur ist, müssen der PTB erläutert werden und bedürfen der Genehmigung durch die PTB.

3.12 Gebrauchsanweisung

Die Rotlichtüberwachungsanlage muss gemäß den Vorschriften der Gebrauchsanweisung installiert und eingesetzt werden. Die vom Hersteller herausgegebene Gebrauchsanweisung wird zusammen mit dem Gerät bei der Zulassung geprüft und ist Bestandteil der Bauartzulassung.

Jeder Rotlichtüberwachungsanlage 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, Eichfehlergrenzen und Nenngebrauchsbedingungen
- Hinweise zur Auswertung der Beweisbilder (insbesondere Aspekte der zweifelsfreien Zuordnung des Messwertes zu einem Fahrzeug)
- Schulung des Bedienpersonals
- Hinweise zur Zulässigkeit des Austauschs von geeichten und nicht geeichten Komponenten
- Technische Daten

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

4 Besondere Anforderungen an Anlagen mit Sensoren im Fahrbahnbelag

4.1 Anforderungen an die Messstelle

Die Anwesenheitssensoren (z. B. Induktionsschleifen, Drucksensoren) dürfen nur an Stellen installiert werden, wo Einflüsse durch einen nicht homogenen oder unebenen Straßenbelag (z. B. Bodenwellen, Kanaldeckel) unter Berücksichtigung des Messprinzips der Sensoren auszuschließen sind.

Werden Induktionsschleifen oder Drucksensoren eingesetzt, sind sie im Rahmen von Installationstoleranzen parallel zueinander zu verlegen. Um zu gewährleisten, dass sie jeweils vom gleichen Fahrzeug ausgelöst werden, dürfen die Kopfabstände zueinander jeweils höchstens 5,0 m (ca. eine Fahrzeuglänge) betragen.

Bei der Installation von Induktionsschleifen ist entsprechend Anforderungen der TLS [9] vorzugehen.

4.2 Lebensdauer der Sensoren

Die Sensoren müssen an jeder Messstelle so verlegt sein, dass mindestens über den Zeitraum der Eichgültigkeitsdauer eine Beständigkeit in Bezug auf Lage und messtechnische Eigenschaften unter den Bedingungen, mit denen in der Praxis zu rechnen ist (z. B. Witterung, Belastung durch Schwerlastverkehr, Bremsvorgänge oder Straßenreinigung), gewährleistet ist.

4.3 Rückrechnung auf die Haltelinie

Liegt der zur Auslösung des ersten Bildes dienende Sensor in Fahrtrichtung gesehen im Abstand D_1 hinter der Haltelinie, muss die Anlage aus der gemessenen Rotzeit t_1 und einer ermittelten Durchfahrtsgeschwindigkeit v die vorzuwerfende Rotzeit berechnen.

$$t = (t_1 - \Delta t_1) - \frac{D_1}{v} - t_{LV}$$

Für die Durchfahrtsgeschwindigkeit v ist zugunsten des Betroffenen ein Wert heranzuziehen, der keinesfalls über dem wahren Wert liegt.

Wie D_1 zu ermitteln ist, wird unter Berücksichtigung der Besonderheiten des Detektions-Konzeptes festgelegt.

Beispielsweise kann die Geschwindigkeit mittels eines zweiten Sensors, der sich im Abstand s hinter dem ersten Sensor befindet, nach dem Prinzip der Weg-Zeit-Messung ermittelt werden. Hierbei sind die gemessenen Zeiten mit Messtoleranzzuschlägen bzw. -abschlägen Δt_1 und Δt_2 zu versehen. Die Größen D_1 und D_2 und ggf. t_{LV} sind messstellenabhängige Größen (siehe Abb. 1). Es ergibt sich dann:

$$t = (t_1 - \Delta t_1) - \frac{D_1}{D_2 - D_1} [(t_2 + \Delta t_2) - (t_1 - \Delta t_1)] - t_{LV}$$

Werden als Sensoren rechteckige Induktionsschleifen mit einer einfachen Triggerung (d.h. keine intelligente Signalanalyse) verwendet, so sind D_1 und D_2 folgendermaßen festzulegen:

Das Maß D_1 in Metern wird von der Vorderkante der Haltelinie (in Fahrtrichtung gesehen) bis zum Ende (hintere Begrenzungslinie) der 1. Induktionsschleife gemessen. Bei nicht genau parallelem Verlauf der beiden Linien wird der größte Wert herangezogen, es wird auf den nächsten 0,1 m – Wert aufgerundet.

Das Maß D_2 in Metern wird von der Vorderkante der Haltelinie (in Fahrtrichtung gesehen) bis zum Anfang (vordere Begrenzungslinie) der 2. Induktionsschleife gemessen. Bei nicht genau parallelem Verlauf der beiden Linien wird der kleinste Wert herangezogen, es wird auf den nächsten 0,1 m – Wert abgerundet.

Diese Bestimmung der Werte D_1 und D_2 führt zur maximalen Toleranz bezüglich des Erfassungsbereiches der Sensoren zugunsten von Betroffenen.

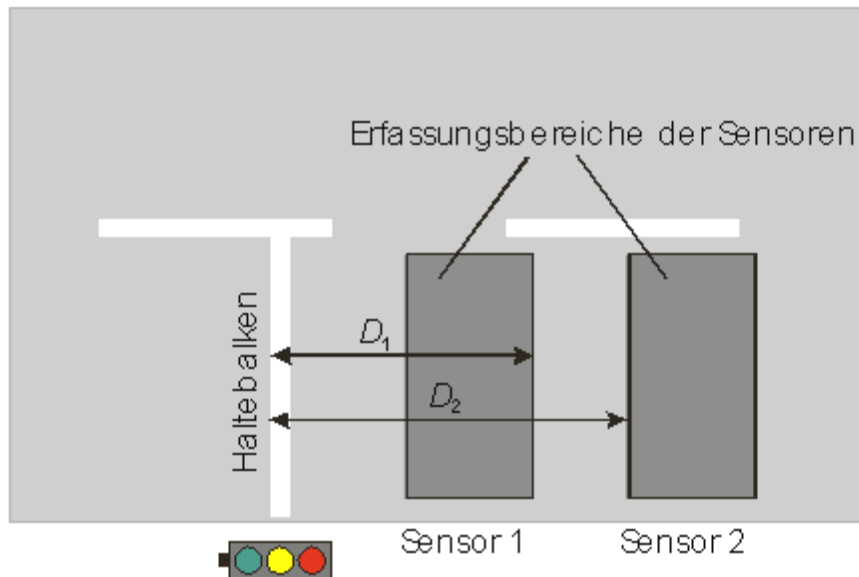


Abb. 1: Wahl der Abstände D_1 und D_2 bei einer Anordnung mit zwei Induktionsschleifen hinter der Haltelinie, wenn für die Signalauswertung eine einfache Triggerung verwendet wird

5 Besondere Anforderungen an Anlagen mit Laserscanner

5.1 Einsatzarten

Laserscanner-basierte Rotlichtüberwachungsanlagen sind als stationäre Anlagen in geometrisch fester Anordnung zu den zu überwachenden Haltelinien zu betreiben.

5.2 Mechanik des Scanners

Erfolgt der Scanvorgang mechanisch (z.B. durch einen sich drehenden Spiegel), so muss das Gerät die tatsächliche Stellung der Mechanik während jedes Scans fortlaufend erfassen um sicherzustellen, dass die Empfangssignale der tatsächlichen Strahlrichtung zugeordnet werden. Bei mechanischen Schäden müssen Messungen automatisch unterbunden werden. Der Fehlerbeitrag der Winkelmessung zur Positionsbestimmung muss kleiner sein als der Fehlerbeitrag der Entfernungsmessung.

5.3 Scanfrequenz und Auflösung

Die Scanfrequenz, die Winkelauflösung und die Entfernungsauflösung müssen so hoch gewählt sein, dass auch bei dichtem Verkehr eine Trennung der Fahrzeuge ermöglicht wird.

5.4 Messfeld und Fotobereich

Die Länge des Messfeldes muss mindestens 10 m betragen. Das Messfeld muss die Haltelinie vollständig beinhalten, wobei der Zeitpunkt des Überfahrens der Haltelinie unmittelbar an dieser zu erfassen ist.

5.5 Einflüsse der Fahrzeuggeometrie

Das Gerät muss durch seine optischen oder elektronischen Eigenschaften oder über seine Gerätesoftware automatisch sicherstellen, dass ein Auftreffen der Laserimpulse auf eine Stufe (so genannter Stufeneffekt), eine schräge Front oder die Seite des Fahrzeugs zu keinen unzulässigen Messwertverfälschungen führt.

5.6 Einflüsse der Geometrie der Messstelle

Die Lage der Haltelinie muss im Koordinatensystem der Messeinheit eingemessen sein. Die geometrischen Parameter sind in der Messanlage nichtflüchtig zu speichern und eichtechnisch zu sichern (Standorteichung). Toleranzen müssen beim geräteinternen Toleranzabzug zugunsten des Betroffenen berücksichtigt werden (siehe 3.4).

Auch bei Messstellen mit schrägen oder versetzten Haltelinien sowie beim Überfahren der Haltelinien auf mehr als einer Spur dürfen keine unzulässigen Messwertverfälschungen auftreten.

5.7 Referenzfoto

Zur Überprüfung und Dokumentation der Unverändertheit des von der Dokumentationseinheit erfassten

Bildausschnitts ist ein Referenzfoto im Rahmen der Eichung anzufertigen.

5.8 Besondere Anforderungen an die Dokumentationseinheit bei Anlagen mit Laserscanner

Die Justiereinrichtung der optischen Achse der Dokumentationseinheit relativ zur Sensoranordnung ist so stabil auszuführen, dass bei normalem Gebrauch eine Verstellung der Justierung auszuschließen ist.

5.9 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.

6 Vorschriften und Literatur

- [1] § 13 des Gesetzes über das Mess- und Eichwesen (Eichgesetz) vom 23. März 1992 (BGBl. I S. 711), zuletzt geändert am 07.03.2011 (BGBl. I S. 338)
- [2] Allgemeine Vorschriften der Eichordnung (EO-AV) vom 12. August 1988 (BGBl. I S. 1657), zuletzt geändert durch die Fünfte VO zur Änderung der EO vom 6. Juni 2011 (BGBl. I S. 1035)
- [3] Anlage 18 zur Eichordnung (EO) vom 12. August 1988, zuletzt geändert durch die Vierte VO zur Änderung der EO vom 8. Februar 2007 (BGBl. I S. 70)
- [4] WELMEC 7.2: Softwareleitfaden (Europäische Messgeräte-richtlinie 2004/22/EC), Ausgabe 5 vom Mai 2011
- [5] International Dokument OIML D 11 Edition 2004 (E); „General requirement for electronic measuring instruments“; Organisation Internationale de Métrologie Légale
- [6] DIN EN 50556; VDE 0832-100:2011-09:2011-09, Titel (deutsch): Straßenverkehrs-Signalanlagen; Deutsche Fassung EN 50556:2011
- [7] DIN EN 60529, Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989 + A1:1999); Ausgabe: 2000-09; Deutsche Fassung EN 60529:1991 + A1:2000
- [8] Richtlinien für Lichtzeichenanlagen RiLSA, Lichtzeichenanlagen für den Straßenverkehr, Ausgabe 2010; Forschungsgruppe für Straßen- und Verkehrswesen – Arbeitsgruppe Verkehrsmanagement
- [9] Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS), Ausgabe 2002, Bundesamt für Straßenwesen bast

7 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	Signalanschlüsse mit Leitungslänge >3 m
		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.	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
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: 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 energie technischer Frequenz	DIN EN 61000-4-8: 2010-11	50 Hz 30 A/m			auf Gehäuse
Kfz: Leitungsgebun- dene impuls- förmige 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-Versor- gungsleitungen
Kfz: Leitungsgebun- dene impuls- förmige Störgrößen beim Startvorgang	ISO 16750-2 2010-03-15	Level III	3 V	6 V	auf 12-V- und 24-V-Versor- gungsleitungen
Kfz: Übertragung von impulsförmigen elektrischen Stör- größen 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



Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Bundesallee 100
38116 Braunschweig

www.ptb.de