

Messgeräte im Straßenverkehr	PTB-A 18.12
Rotlichtüberwachungsanlagen	Dezember 2013

Die PTB-Anforderungen (PTB-A) an Rotlichtüberwachungsanlagen für die Zulassung zur innerstaatlichen Eichung entsprechen den anerkannten Regeln der Technik. Diese Anforderungen wurden von der Vollversammlung für das Eichwesen 2012 verabschiedet und ersetzen die bisherigen PTB-A 18.12, Ausgabe 2004.

Die Zulassung wird von der PTB erteilt, wenn die Bauart der Rotlichtüberwachungsanlagen den Anforderungen der Eichordnung einschließlich der Anlage 18 Abschnitt 12 (EO 18-12) sowie den nachstehenden Anforderungen entspricht.

Die Bauart einer Rotlichtüberwachungsanlage, 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).

Inhaltsübersicht

- 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 Dokumentationseinheiten
 - 3.5.1 Dokumentation in einem Negativ- oder Umkehrfilm
 - 3.5.2 Dokumentation in einem (Digital-)Video oder Videoprint
 - 3.5.3 Dokumentation in einem Digitalfoto
 - 3.6 Zuordnung von Messwerten zu Fahrzeugen
 - 3.7 Anforderungen an die Software
 - 3.8 Anforderungen an die Störfestigkeit gegenüber Umwelteinflüssen
 - 3.8.1 Klimabeständigkeit
 - 3.8.2 Beständigkeit gegen Spritzwasser und Staub
 - 3.8.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
 - 3.8.4 Mechanische Widerstandsfähigkeit
 - 3.9 Übereinstimmung mit der zugelassenen Bauart
- 4 Gebrauchsanweisung
- 5 Besondere Anforderungen an Anlagen mit Sensoren im Fahrbahnbelag
 - 5.1 Anforderungen an die Messstelle
 - 5.2 Lebensdauer der Sensoren
 - 5.3 Rückrechnung auf die Haltelinie
- 6 Besondere Anforderungen an Anlagen mit Laserscanner
- 7 Fehlergrenzen
- 8 Vorschriften und Literatur
- 9 Tabellen

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.
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	Teil der Anlage zur Speicherung von Messdaten und zur Erfassung der Verkehrssituation mit Bilddokumenten.
Falldaten	Messdaten sowie die Bilddokumentation 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 Fotoregistriereinheit ausgerichtetes Zeichen, das den aktuellen Status des Rotlichtes zweifelsfrei auf dem Registrierfoto 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 Fotos einer Rotlichtüberwachungsanlage. Diese Zeit kann entweder fest vorgegeben oder geschwindigkeitsabhängig während des Messvorganges festgelegt werden. Das zweite Foto 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.

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 Fotos der Verkehrssituation und der vorzuwerfenden Rotzeit dokumentiert.

Die Rotlichtüberwachungsanlage umfasst:

- Anwesenheitssensor(en),
- eine Zentraleinheit (ggf. in einem Wetterschutzgehäuse),
- eine Dokumentationseinheit,
- eine 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 Foto unmittelbar bei der Überfahrt des Fahrzeugs über den Anwesenheitssensor im Bereich der Haltelinie aus. Dieses Foto der Verkehrssituation ermöglicht eine zweifelsfreie Zuordnung des betreffenden Fahrzeugs zu dem Rotlichtverstoß. Das zweite Foto (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 Fotos 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 Zentraleinheit darf an verschiedenen Messstellen betrieben werden.

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 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 Erfassungsbe- reich des Sensors erkannt werden. Einstellmöglichkeiten an der geeichten Anlage dürfen nur zu einer Nichterkennung von Fahrzeugen, nicht aber zu Abweichungen von den Spezifikationen des Erfas- sungsgebietes führen. Bei Induktionsschleifen als Sensoren dürfen die Arbeitsfrequenzen verstellt werden.

Die Rotlichtüberwachungsanlage muss mindestens die Gelbphasendauer, die Rotzeiten der Fotoauslö- sungen, die vorzuwerfende Rotzeit und die Fahrspur des betreffenden Fahrzeugs erfassen und doku- mentieren (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 Foto mit einer eindeutigen Fehlermeldung oder kein Foto zu erstellen.

Der Digitalisierungsfehler für die interne Auflösung der Zeitmessung darf höchstens 1/100 s betragen. Die Zeitmessung ist redundant durchzuführen. Sie kann hierzu beispielsweise zweifach (mit zwei unab- hängigen 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 aus- zuführen, der eine eindeutige Überprüfung der Software (z. B. Checksummenbildung) und der wichtigs- ten Baugruppen (insbesondere der Zeitbasis) beinhaltet. Ist ein Schauzeichen an der Lichtzeichenan- lage 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 Genauig- keit des Zeittaktes, die Temperatur und die Betriebsspannung innerhalb der Spezifikationen des Herstel- lers 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 Be- ginn 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 (insbesonde- re Messtoleranzen) automatisch zugunsten des Betroffenen zu berücksichtigen, so dass eine nachträg- liche Korrektur der eingeblendeten vorzuwerfenden Rotzeit um mögliche Unsicherheiten nicht erforder- lich ist. Wird die Rotzeit direkt an der Haltelinie gemessen (t_H), sind bei der Berechnung der vorzuwer- fenden 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 Fotos die- nende Sensor in Fahrtrichtung gesehen hinter der Haltelinie liegt, muss die Anlage eine Rückrechnung auf die Haltelinie vornehmen und dabei entsprechende Toleranzen zugunsten des Betroffenen anwen- den (siehe Abschnitt 5.3).

3.5 Anforderungen an die Dokumentationseinheit

Es sind für jeden Rotlichtverstoß mindestens zwei Beweisfotos auszulösen. Eines davon muss das be- treffende 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 Beweisfotos sind mindestens die Gelbphasendauer, die vorzuwerfende Rotzeit und der Fahrspurcode zu dokumentieren. Zusätzlich sind in den Beweisfotos 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 $D1$ und $D2$ der Sensoren zur Haltelinie) sind zumindest bei den Testfotos zu dokumentieren. Bei manueller Eingabe des Standortcodes ist zusätzlich dieser Code mit jedem Foto 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 Beweisfotos zu dokumentieren.

Die Messdaten müssen untrennbar mit der Bildinformation verbunden sein. Bei einem Negativfilm sind sie in das Foto einzublenden, bei digitaler Fotografie müssen Bild- und Messwertdateien untrennbar zu einer gemeinsamen Datei zusammengefasst sein.

Das Registrierbild muss die Zone der Messwertentstehung abbilden (z. B. Verlauf der Messbasis).

3.5.1 Dokumentation in einem Negativ- oder Umkehrfilm

Die entsprechend der Vorgabe in Abschnitt 3.5 eingeblendeten Werte müssen für Prüfzwecke ohne größeren Aufwand abgelesen werden können (z. B. durch Beobachten des Einblendefeldes mit einer Videokamera). Eine Ablesung über einen entwickelten Film ist grundsätzlich unzulässig.

Der Kamera-Verschluss, die Vorrichtung zur Dateneinblendung und die Einrichtungen zum Filmtransport müssen so beschaffen sein, dass auch im Fehlerfall (insbesondere Klemmen des Verschlusses oder des Filmtransports) entweder

- a) trotzdem eine eindeutige Zuordnung des Messwertes zum betreffenden Fahrzeug gewährleistet ist
- b) die Messung durch eine entsprechende Einblendung (Fehlermeldung) im Bild annulliert wird oder
- c) die Auslösung eines Fotos automatisch verhindert wird.

3.5.2 Dokumentation in einem (Digital)Video

Für Videoaufzeichnungen, die archiviert und später zur Beweisführung verwendet werden sollen, muss die Integrität und Authentizität sichergestellt werden, um unzulässige Veränderungen der Bildinhalte und Messdaten oder falsche Zuordnungen zu vermeiden. Entsprechende Anforderungen finden sich in den im Abschnitt 7 aufgeführten Dokumenten.

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

3.5.3 Dokumentation in einem Digitalfoto

Bei digitaler Fotografie müssen Bild- und Messwertinformation einer Übertretung untrennbar zu einer Gesamtdatei zusammengefasst werden. Zusätzlich sind die Werte in die Pixelstruktur des Digitalfotos zu integrieren.

Die Gesamtdatei ist mit einer digitalen Signatur zu sichern. Die so signierte Datei kann dann über nicht eichtechnisch gesicherte Wege (z. B. LAN, Internet, Flash-Speicher, Wechselfestplatte, CD, DVD) zu einem Archiv oder zu einer Auswerteeinheit übertragen werden. Durch die Signatur kann die Unversehrtheit des Inhalts der Datei verifiziert werden. Zusätzlich ist die Authentizität der Datei zu bestätigen, d. h. es muss z. B. durch eine eindeutige Absenderkodierung (z. B. die ID einer Gerätekomponente) sichergestellt sein, dass die Datei vom richtigen Absender stammt. Die Auswerteeinheit muss die Richtigkeit der Signatur überprüfen. 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 eichpflichtigen Einheiten exportieren, wenn die signierten Dateien archiviert werden.

Detailliertere Software-Anforderungen ergeben sich aus den im Abschnitt 7 aufgeführten Dokumenten.

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

3.6 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 Rotlichtverstoßes während der gleichen Rotphase.

3.7 Anforderungen an die Software

Die grundlegenden Software-Anforderungen ergeben sich in Anlehnung an den WELMEC 7.2 Softwareleitfaden mit der deutschen Ergänzung für die Risikoklasse „F“, siehe [4]. Sie betreffen insbesondere den Schutz gegen Manipulationen und die Gewährleistung der Konformität zwischen dem Bauartmuster und den Seriengeräten. Bezüglich Manipulationsschutz, Prüftiefe und Konformität ist jeweils das Niveau „hoch“ zu verwenden.

Eichtechnisch relevante Funktionen und Daten einer geeichten Rotlichtüberwachungsanlage dürfen sich nicht mit einfachen Mitteln 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 (insbesondere die Standortparameter) ohne Verletzung einer eichtechnischen Sicherung nicht veränderbar sein, wenn sie als zu sichern gekennzeichnet worden sind,
- müssen die Falldaten für die Datenübertragung durch Signierung geschützt sein, um für Integrität und Authentizität zu sorgen.

3.8 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. Bei den Prüfungen zur Beständigkeit gegenüber Umwelteinflüssen dürfen die Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte auch automatisch in einen Modus übergehen, in dem keine weiteren Messungen mehr möglich sind, oder der eindeutig als gestört erkennbar ist.

3.8.1 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.

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.

3.8.2 Beständigkeit gegen Spritzwasser und Staub

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

3.8.3 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 gibt Tabelle 8-1.

3.8.4 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.

3.9 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.

4 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
- Hinweise auf die Eichpflicht und Eichgültigkeitsdauer
- Messbereich, Eichfehlergrenzen und Nenngebrauchsbedingungen
- Hinweise zur Auswertung der Beweisfotos (insbesondere Aspekte der zweifelsfreien Zuordnung des Messwertes zu einem Fahrzeug).
- Ggf. Schulung des Einsatzpersonals (kann bei einem komplexen Messablauf oder Auswerteverfahren erforderlich sein).
- 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.

5 Besondere Anforderungen an Anlagen mit Sensoren im Fahrbahnbelag

5.1 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 Abstände zueinander jeweils höchstens 5,0 m (ca. eine Fahrzeuglänge) betragen.

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

5.2 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.

5.3 Rückrechnung auf die Haltelinie

Liegt der zur Auslösung des ersten Fotos 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.

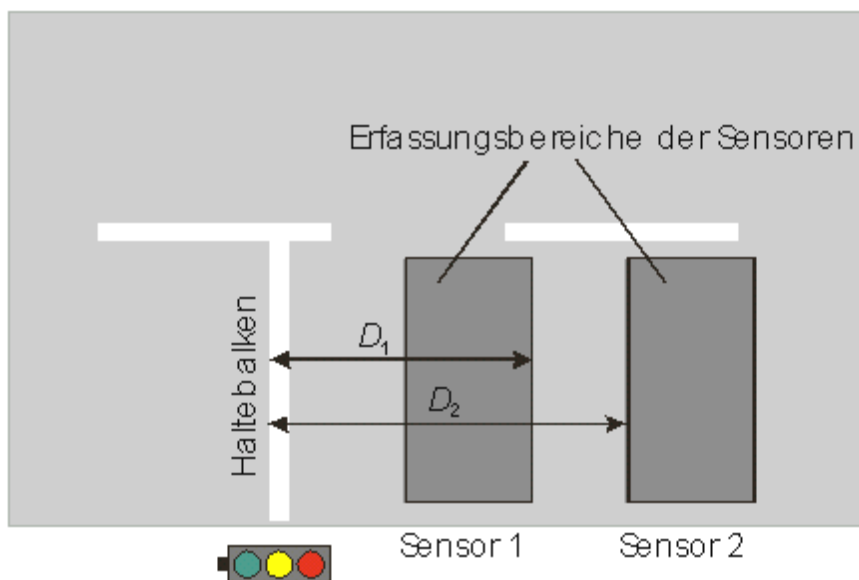


Abb. 1: Wahl der Abstände D_1 und D_2 bei einer Anordnung mit zwei Induktionsschleifen hinter der Haltelinie, wenn für die Signalauswertung eine einfache Triggerung verwendet wird

6 Besondere Anforderungen an Anlagen mit Laserscannern

Spezielle Anforderungen an Rotlichtüberwachungsanlagen mit Laserscannern als Sensoren werden erst bei der Zulassung festgelegt.

7 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

8 Tabellen

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.	Gleichstrom-Netzein- und Ausgänge *
		Abhängig von den Eigenschaften des Prüflings kann die Prüfung eines zusätzlichen Frequenzbereichs erforderlich sein.	Wechselstrom-Netzein- und Ausgänge
		Abhängig von den Eigenschaften des Prüflings kann die Verwendung einer von der Norm abweichenden Modulationsfrequenz erforderlich sein.	Funktionserdeanschlüsse
Die in der Fachgrundnorm in Anmerkung 2 vorgesehene Reduzierung der Amplitude auf 3 V im Rundfunkfrequenzbereich zwischen 47 MHz und 68 MHz entfällt.			
Hochfrequente elektromagnetische Felder	DIN EN 61000-4-3: 2011-04	80 MHz bis 1000 MHz, 1240 MHz bis 1300 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	auf Gehäuse
Abhängig von den Eigenschaften des Prüflings kann die Verwendung einer von der Norm abweichenden Modulationsfrequenz erforderlich sein.			
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
Signalanschlüsse 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: Anmerkung 3 der Fachgrundnorm sieht entsprechende Ausnahmen bei batteriebetriebenen und bei mit einem Wechselstrom-/Gleichstrom-Leistungsumrichter ausgestatteten Geräten vor. Die Prüfung ist nicht auf Gleichstromnetzeingänge anzuwenden, die dafür vorgesehen sind, dauerhaft mit Leitungen verbunden zu werden, deren Länge kleiner als 10 m ist.

** Hinweis: Berücksichtigung eines im Amateurfunk 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: Leitungsgedundene 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: Leitungsgedundene 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

Tabelle 8-1: EMV-Anforderungen an Rotlichtüberwachungsanlagen

Anforderungs-Nr.	Grundlegende Software-Anforderungen
Software-Funktionalität und -Struktur	
A1.1	Die Software eines Messgerätes muss so konstruiert sein, dass eine einfache Auswertung bezüglich der Übereinstimmung mit den folgenden Software-Anforderungen möglich ist.
A1.2	Die eichpflichtige Software muss so konstruiert sein, dass sie nicht unzulässig von anderer Software beeinflusst werden kann.
A1.3	Die eichpflichtige Software muss so konstruiert sein, dass sie nicht unzulässig über die Schnittstellen des Gerätes beeinflusst werden kann.
Software-Schutz	
A2.1	Eichpflichtige Programme und Daten müssen gegen zufällige und unabsichtliche Veränderungen geschützt werden.
A2.2	Eichpflichtige Programme und Daten müssen gegen absichtliche Veränderungen durch nicht autorisierte Personen geschützt werden.
A2.3	Nur die zugelassene und geeichte Software darf für gesetzlich geregelte Zwecke verwendet werden. Es muss klar und eindeutig sein, dass eine Messwert-Darstellung von einem zugelassenen Programm erzeugt wird.
A2.4	Funktionsfehler in Software-gesteuerter Hardware, die Messwerte verfälschen können, müssen erkannt werden und auf den Fehler muss eine Reaktion erfolgen.
Software Konformität	
A3.1	Die Software darf nach der Zulassung nicht unzulässig verändert werden.
A3.2	Für die Durchführung der Eichung der eichpflichtigen Software müssen geeignete Anweisungen zur Verfügung stehen.
Prüfbarkeit	
A4.1	Die Funktionalität des Messgerätes muss prüfbar sein.
Dokumentation für die Zulassungsprüfung	
A5.1	Die eichpflichtige Software muss einschließlich ihrer Hardware- und Software-Umgebung in geeigneter Weise dokumentiert sein.

Tabelle 8-2: Grundlegende Software-Anforderungen (aus WELMEC 7.2)