

Messgeräte im Straßenverkehr	PTB-A 18.11
Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte	Dezember 2014

Die PTB-Anforderungen (PTB-A) an Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte 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 und ersetzen die bisherigen PTB-A 18.11, Ausgabe Dezember 2013.

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

Die Bauart eines Geschwindigkeitsüberwachungsmessgerätes, 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 Allgemeine Anforderungen an das Messgerät
 - 3.1 Messwert
 - 3.2 Zuordnung von Messwerten zu Fahrzeugen
 - 3.3 Dokumentation der Verkehrssituation und der Messdaten
 - 3.3.1 Allgemein
 - 3.3.2 Anzeigeeinheit
 - 3.3.3 Dokumentationseinheit
 - 3.3.4 Auswerteeinheit
 - 3.4 Anbindung an Wechselverkehrszeichenanlagen
 - 3.5 Uhrzeitabhängige Bildauslösegrenzwerte
 - 3.6 Funktions- und Speicherprüfung
 - 3.6.1 Funktionsprüfung
 - 3.6.2 Speicherprüfung
 - 3.7 Robustheit gegenüber unkorrekter Aufstellung
 - 3.8 Signaleingang für eichtechnische Prüfungen
 - 3.9 Software-Anforderungen
 - 3.10 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 Konformitätserklärung
 - 3.12 Übereinstimmung mit der zugelassenen Bauart
 - 3.13 Gebrauchsanweisung
- 4 Schulung des Bedienpersonals
- 5 Besondere Anforderungen an Verkehrsradargeräte
 - 5.1 Mikrowellenteil
 - 5.1.1 Konformitätserklärung
 - 5.1.2 Richtcharakteristik der Antenne
 - 5.1.3 Langzeitstabilität der Sendefrequenz

- 5.1.4 Fahrtrichtungsselektion
- 5.1.5 Effektiver Messwinkel
- 5.1.6 Geometrischer Messwinkel
- 5.2 Signalauswertung im Niederfrequenzteil
 - 5.2.1 Modulation des Dopplersignals
 - 5.2.2 Signalanalysestrecke
 - 5.2.3 Bandbreite des Dopplerkanals
- 5.3 Dokumentationseinheit
- 5.4 Auswertung
- 5.5 Antennenhalterung, Visiereinrichtung
- 6 Besondere Anforderungen an Weg-Zeit-Messgeräte
 - 6.1 Mehrfachmessung
 - 6.2 Länge der Messbasis
 - 6.3 Anzeige der Sensorsignale
 - 6.4 Rechenzeit
 - 6.5 Anforderungen an die Messstelle
 - 6.6 Lebensdauer der Sensoren
 - 6.7 Besondere Anforderungen an Weg-Zeit-Messgeräte mit Lichtschranken als Messbasis
 - 6.7.1 Lichtsender
 - 6.7.2 Lichtempfänger
 - 6.7.3 Ausrichtung der Lichtschranken parallel zur Fahrbahnoberfläche
 - 6.8 Besondere Anforderungen an Weg-Zeit-Messgeräte mit Drucksensoren als Messbasis
 - 6.8.1 Bauarten von Drucksensoren
 - 6.8.2 Lagestabilität und Verschleiß von auf der Fahrbahn verlegten Sensoren
 - 6.9 Besondere Anforderungen an Weg-Zeit-Messgeräte mit Induktionsschleifen als Messbasis
- 7 Besondere Anforderungen an Laserhandmessgeräte
 - 7.1 Visiereinrichtung
 - 7.2 Anforderungen an Anzeigen
 - 7.3 Abgleiteffekt
 - 7.4 Stufeneffekt
 - 7.5 Anforderungen an Dokumentationseinheiten
- 8 Besondere Anforderungen an Laserscanner-Geschwindigkeitsmessgeräte
 - 8.1 Einsatzarten
 - 8.2 Mechanik des Scanners
 - 8.3 Scanfrequenz und Winkelauflösung
 - 8.4 Messfeld und Fotobereich
 - 8.5 Einflüsse der Fahrzeuggeometrie
- 9 Besondere Anforderungen an sonstige Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte
- 10 Vorschriften und Literatur
- 11 Anhang: Tabelle zur elektromagnetischen Verträglichkeit

1 Begriffsbestimmungen

<i>Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte</i>	Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte dienen bei der amtlichen Verkehrsüberwachung zur Geschwindigkeitsmessung vorbeifahrender Fahrzeuge. Optional können Messdaten und die zugehörige Verkehrssituation dokumentiert werden.
<i>Verkehrsradargeräte</i>	Verkehrsradargeräte (Kurzbezeichnung: Radargeräte) messen die Geschwindigkeit auf der Basis des Dopplereffektes bei elektromagnetischen Wellen im GHz-Bereich und bestimmen simultan die Entfernung zum betreffenden Fahrzeug.
<i>Weg-Zeit-Messgeräte</i>	Weg-Zeit-Messgeräte bestimmen die Geschwindigkeit durch Messung der Zeit zur Durchfahrt einer bekannten Wegstrecke zwischen Sensoren.
<i>Laserhandmessgeräte</i>	Bei Laserhandmessgeräten wird die Geschwindigkeit von Fahrzeugen als deren Entfernungsänderung in Fahrtrichtung während einer bekannten Messzeit ermittelt. Der Bediener visiert das Fahrzeug über ein Fernrohr mit integrierter Zielmarke an und löst die Geschwindigkeitsmessung aus, worauf das Gerät eine Folge von Laserimpulsen aussendet und jeweils die vom Fahrzeug reflektierten Laserimpulse empfängt, um aus der Laufzeit die Entfernung zu berechnen. Der Geschwindigkeitsmesswert wird am Ende der Messung angezeigt. Das Laserhandmessgerät besitzt keine Dokumentationseinrichtung, die den Messwert oder das anvisierte Fahrzeug dokumentiert. Die Gewährleistung einer eindeutigen Messwertzuordnung zum anvisierten Fahrzeug liegt daher im Verantwortungsbereich des Bedieners.
<i>Laserscanner-Geschwindigkeitsmessgeräte</i>	Bei Laserscanner-Geschwindigkeitsmessgeräten wird die Geschwindigkeit von Fahrzeugen aus deren Winkel- und Entfernungsänderung während einer bekannten Messzeit ermittelt. Das am Fahrbahnrand aufgestellte Gerät scannt hierzu die Fahrbahn über mehrere Fahrstreifen hinweg horizontal ab und erfasst dabei die Bewegungen aller Fahrzeuge während der Vorbeifahrt. Für den Scanvorgang sendet das Gerät in definierten Winkeln jeweils kurze Laserimpulse aus und empfängt den vom jeweiligen Fahrzeug reflektierten Anteil, um für den betreffenden Winkel die Laufzeit der Pulse und damit die Entfernung des erfassten Fahrzeugteils zu ermitteln.
<i>Verkehrssituation</i>	Betreffendes Fahrzeug einschließlich Umfeld, soweit dieses bauartbedingt Einfluss auf die Messwertbildung oder Zuordnung haben könnte.
<i>Dokumentationseinheit</i>	Geräteteil zur Erfassung der Verkehrssituation mit digitalen Bilddokumenten. Die Bilddokumente können dabei aus einer Bildsequenz, einem Einzelbild oder mehreren Einzelbildern bestehen.
<i>Bildsequenz</i>	Als Bildsequenz wird eine Folge von Einzelbildern mit einem festen Aufnahmetakt bezeichnet.
<i>Geeichte Messgröße</i>	Als geeichte Messgrößen werden die eichrechtlich relevanten Messgrößen bezeichnet
<i>Hilfsgröße</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>Wechselverkehrszeichenanlage (WVA)</i>	Gesamtanlage aller logisch zusammenarbeitenden Anzeigequerschnitte sowie der zugehörigen Steuerung und Sensoren, gelegentlich auch Verkehrsbeeinflussungsanlage, Streckenbeeinflussungsanlage oder Linienbeeinflussungsanlage genannt.
<i>Anzeigequerschnitt</i>	Brücke mit einem oder mehreren Wechselzeichengebern (Einrichtung zur Darstellung von Wechselverkehrszeichen).
<i>Wechselverkehrszeichen (WVZ)</i>	Verkehrszeichen, das bei Bedarf (computergesteuert) gezeigt, geändert und aufgehoben werden kann.
<i>Anhaltekommando</i>	Anhalten von Fahrzeugen aus dem fließenden Verkehr durch Einsatzkräfte nach Geschwindigkeitsüberschreitungen, um dem Betroffenen den Messwert

vorzuwerfen und ggf. die Ordnungswidrigkeit unmittelbar vor Ort abschließend zu ahnden.

<i>Bildauslösegrenzwert</i>	Geschwindigkeitswert, ab dem das Geschwindigkeitsüberwachungsgerät ein Bilddokument erstellt.
<i>Messfeld</i>	Bereich in dem die Messwertbildung erfolgt.

2 Funktionen, Anwendungsbereich und Zweck

Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte dienen bei der amtlichen Überwachung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit zur Messung der Geschwindigkeit vorbeifahrender Fahrzeuge. Die Überwachung kann

- dauerhaft an einem ausgewähltem Standort (stationär),
- an variabel auswählbaren Standorten (transportabel) oder
- aus einem fahrenden Fahrzeug heraus (moving)

durchgeführt werden. Das Geschwindigkeitsüberwachungsgerät umfasst funktional:

- Sensor(en),
- Zentraleinheit,
- Bedieneinheit,
- Anzeigeeinheit,
- Dokumentations- und Auswerteeinheit (optional).

Die Sensoren liefern beim Vorbeifahren des Fahrzeugs Signale, aus denen die Zentraleinheit mit Hilfe der Hard- und Software einen geeichten Geschwindigkeitsmesswert des Fahrzeugs ermittelt.

Die Bedieneinheit und die Anzeigeeinheit dienen zur Bedienung des Gerätes bzw. zum Ablesen der Mess- und anderer Gerätedaten.

Die von der Dokumentationseinheit erfasste Verkehrssituation wird zusammen mit dem zugehörigen Messwert in einer Falldatei abgelegt. Die Falldaten können anschließend vom Messgerät abgerufen und ausgewertet werden.

Beim Einsatz eines Geschwindigkeitsüberwachungsgerätes sind folgende Auswertemöglichkeiten zu unterscheiden:

- Arbeiten mit Anhaltekommando vor Ort, unter Verwendung der Falldatei oder der geeichten Anzeige
- Übertragung von Mess- und Bilddaten in eine zentrale Auswertestelle.

3 Allgemeine Anforderungen an das Messgerät

3.1 Messwert

Die Abweichung des Geschwindigkeitsmesswertes vom wahren Wert darf bei Einhaltung der in der Gebrauchsanweisung getroffenen Festlegungen - auch unter besonderen Einflüssen (z. B. Karosserieform, Verkehrsdichte, Klima, EMV) - die Verkehrsfehlergrenzen nicht überschreiten.

Für den geeichten Geschwindigkeitsmesswert gelten die Fehlergrenzen der Anlage 18 Abschnitt 11 der Eichordnung (EO 18-11). Der geeichte Geschwindigkeitsmesswert muss auch bei Beschleunigungs- und Abbremsvorgängen die entsprechenden Fehlergrenzen einhalten. Das Messgerät sollte auch bei geringfügigen Beschleunigungen ($\pm 1,5 \text{ m/s}^2$) in der Lage sein, einen gültigen Geschwindigkeitsmesswert in der Mehrzahl der Fälle auszugeben.

Bei betrieblichen Prüfungen im öffentlichen Straßenverkehr mit der PTB-Referenzanlage müssen die Verkehrsfehlergrenzen vom zuzulassenden Messgerät mit einer statistischen Sicherheit von mindestens 5 Standardabweichungen eingehalten werden. Es gilt daher:

$$\left| \frac{|\overline{\Delta x}| - |f|}{\sigma} \right| \geq 5$$

Hier bezeichnet $\overline{\Delta x}$ die mittlere Abweichung der Messwerte des zuzulassenden Messgerätes von der Referenz und f die Verkehrsfehlergrenze. Die Standardabweichung der Messwertabweichungen des zuzulassenden Messgerätes wird hier mit σ bezeichnet.

3.2 Zuordnung von Messwerten zu Fahrzeugen

Die Konstruktion des Geschwindigkeitsüberwachungsgerätes muss eine eindeutige Zuordnung eines Geschwindigkeitsmesswertes zu einem Fahrzeug gewährleisten.

Werden innerhalb eines Messvorgangs die Geschwindigkeiten mehrerer Fahrzeuge gemessen und dokumentiert, sind die Werte den Fahrzeugen eindeutig zuzuordnen (z. B. durch Angabe der Fahrspur).

Laserhandmessgeräte müssen eine eindeutige Zuordnung eines Fahrzeuges zu einem Messwert durch den Benutzer ermöglichen (z. B. durch einen markierten Bereich in einer Zieleinrichtung).

3.3 Dokumentation der Verkehrssituation und der Messdaten

3.3.1 Allgemein

Der Geschwindigkeitsmesswert muss ganzzahlig und dreistellig angegeben werden. Die obere Grenze des Messbereichs muss mindestens 200 km/h betragen. Der maximal anzeigbare Geschwindigkeitsmesswert darf höchstens 300 km/h betragen. Messwerte oberhalb des maximal anzeigbaren Messwertes für die Geschwindigkeit dürfen nicht angegeben werden. Stattdessen darf ggf. anstelle eines Messwertes ein entsprechender Hinweis eingeblendet werden (z. B. „>250 km/h“ oder „gültiger Wert größer 250 km/h“). Kombinierte Rotlicht- und Geschwindigkeitsüberwachungsanlagen sind von diesen Anforderungen ausgenommen.

Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte müssen sicherstellen, dass anhand der Messdaten und der in den zugehörigen Bilddokumenten abgebildeten Fahrzeugposition der Geschwindigkeitsmesswert eindeutig einem Fahrzeug zugeordnet werden kann. Für Ausnahmefälle (z. B. ein stark schräg fahrendes Fahrzeug) sind ergänzende Regelungen zur Auswertung der Bilddokumente in der Gebrauchsanweisung zulässig.

3.3.2 Anzeigeeinheit

Zusätzlich zu den o. a. allgemeinen Angaben gelten für Anzeigen am Gerät folgende speziellen Anforderungen. Die Höhe der Ziffern für die eichrechtlich relevanten Größen muss mindestens 8 mm betragen. Bei Geräten ohne Dokumentationseinheit muss sich die Anzeige nicht nur von einer Person, sondern unter allen Bedingungen von zwei Personen gleichzeitig ablesen lassen. Der jeweils letzte angezeigte Messwert darf automatisch frühestens nach 1 Minute gelöscht werden, um Strom zu sparen.

3.3.3 Dokumentationseinheit

Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte müssen grundsätzlich mit einer Dokumentationseinheit zur Erstellung von Einzelbilddokumenten oder zur Aufzeichnung einer Bildsequenz versehen werden. Diese Anforderung gilt nicht für Laserhandmessgeräte, da bei diesen Messgeräten auf Grund des aktiven Anvisierens des betreffenden Fahrzeugs durch den Bediener eine eindeutige Messwertzuordnung gegeben ist.

In das Einzelbild oder die Bildsequenz sind alle Informationen und Messwerte einzublenden, die für die Auswertung insbesondere die Messwertzuordnung benötigt werden. Außerdem sind das Datum und die Uhrzeit (mit einer Auflösung in Sekunden) einzublenden. Werden von der Dokumentationseinheit Bildsequenzen erstellt, so sind Messbeginn und Messende eindeutig identifizierbar in die Bildsequenz einzublenden. Die eingeblendeten Messdaten müssen mit dem jeweils zugehörigen Einheitenzeichen versehen sein.

Die eingeblendeten Messwerte müssen immer zur abgebildeten Verkehrssituation gehören. Dies gilt insbesondere für in Bildsequenzen eingeblendete Messwerte.

Das Bilddokument muss die Bauartbezeichnung des Geschwindigkeitsüberwachungsgerätes enthalten (z. B. in Form eines Kürzels).

Bei Geschwindigkeitsüberwachungsgeräten mit Fahrtrichtungserkennung ist zusätzlich neben anderen eichrelevanten Werten (z. B. Fahrspurinformation bei in der Fahrbahn eingelassenen Sensoren) ein Fahrtrichtungszeichen einzublenden.

Das Bild bzw. die Bildsequenz muss die Zone der Messwertentstehung soweit abbilden (z. B. Verlauf der Messbasis, Verlauf der Messstrahlung bei Verkehrsradargeräten), dass ausgeschlossen werden kann, dass der Messwert einem Fahrzeug zuzuordnen ist, das nicht im Bild abgebildet ist. Eventuell muss der Bereich der Messwertbildung im Einzelbild bzw. in der Bildsequenz markiert sein.

Bei Messgeräten, die eine Justiereinrichtung der optischen Achse der Dokumentationseinheit relativ zur Sensoranordnung besitzen, ist diese so stabil auszuführen, dass bei normalem Gebrauch eine Verstellung der Justierung auszuschließen ist.

Eine Dokumentationseinheit zur Erstellung von einem oder mehreren Einzelbilddokumenten muss die Verkehrssituation mit dem erfassten Fahrzeug so rechtzeitig (typischerweise nach dem Verlassen des Erfassungsbereichs der Sensoren oder nach einer geschwindigkeitsabhängigen Verzögerungszeit zur Realisierung einer festen Fotoposition) abbilden, dass eine Fehlzuordnung von Messwert und Fahrzeug

durch Extrapolation der Fahrzeugbewegung bis zur Fotoposition ausgeschlossen werden kann.

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 in 3.9 aufgeführten Dokumenten.

3.3.4 Auswerteeinheit

Die Auswerteeinheit ist eine Komponente des Geschwindigkeitsüberwachungsgerätes 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 Messung 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.

3.4 Anbindung an Wechselverkehrszeichenanlagen

Ist das Geschwindigkeitsüberwachungsgerät an eine Wechselverkehrszeichenanlage mit nur einem relevanten Anzeigequerschnitt angebunden, muss das Gerät aus den Meldungen der WVZ automatisch den zum Zeitpunkt der Messwertbildung gültigen Geschwindigkeitsgrenzwert ermitteln, um insbesondere den aktuellen Bildauslösegrenzwert festzulegen. Hierbei ist folgendermaßen vorzugehen. Wird die zulässige Höchstgeschwindigkeit erhöht, so muss das Geschwindigkeitsüberwachungsgerät dies spätestens nach 100 ms entsprechend berücksichtigen; bei Reduzierung des Wertes muss Fahrzeugen, die kurz vor der Reduzierung den Anzeigequerschnitt durchfahren haben und sich noch vor dem Erfassungsbereich der Sensoren (Messort) befinden, eine Räumzeit gewährt werden. Die Räumzeit berücksichtigt die Zeit, die ein Fahrzeug vom Anzeigequerschnitt bis zum Messort benötigt. Die Räumzeit wird aus der Entfernung zwischen dem Anzeigequerschnitt und dem Ort der Messung und dem halben Wert der neuen zulässigen Höchstgeschwindigkeit v_{Anzeige} berechnet.

$$t = \frac{2 \times s}{v_{\text{Anzeige}}}$$

Zulässig sind auch Installationen des Gerätes, bei denen sich der Messort zwischen zwei Anzeigequerschnitten befindet. Liegt der Messort in Sichtweite vor dem zweiten Anzeigequerschnitt (z.B. bei Montage auf der betreffenden Brücke mit Erfassung des Fahrzeugs vor der Brücke), so ist zugunsten des Betroffenen auch die an diesem Anzeigequerschnitt dargestellte zulässige Höchstgeschwindigkeit zu berücksichtigen. Hierzu wird dann der jeweils größte Wert der in Frage kommenden Anzeigequerschnitte (der erste Wert gilt dabei ggf. noch bis zum Ablauf der Räumzeit) herangezogen (maßgebliche Höchstgeschwindigkeit).

Das Gerät hat Dateien zu erstellen, in denen mit Zeitstempeln die Bildauslösungsgrenzwerte und die Stellzustände des Anzeigequerschnittes (ggf. auch die Stellzustände des zweiten Anzeigequerschnittes) protokolliert werden.

In den Bilddokumenten ist zusätzlich zu den im Abschnitt 3.3 aufgeführten Größen die zum Zeitpunkt der Messung für das betroffene Fahrzeug gültige zulässige Höchstgeschwindigkeit einzublenden.

Die WVZ ist selbst nicht Gegenstand von Eichung und Zulassung, wenn die Daten zum Geschwindigkeitsüberwachungsgerät entsprechend den TLS-Spezifikationen (siehe Literatur) übermittelt werden.

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

Im Bereich von Wechselverkehrszeichenanlagen ist die Geschwindigkeitsüberwachung mit Geräten auch ohne Anbindung an diese Wechselverkehrszeichenanlage zulässig. Zur Ermittlung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit kann in diesem Fall entweder ein konstanter Geschwindigkeitswert zugrunde

gelegt werden, der an dieser Stelle nie überschritten wird (z. B. 80 km/h in einem Tunnel) oder es muss individuell die zulässige Höchstgeschwindigkeit durch das Bedienpersonal beobachtet werden.

3.5 Uhrzeitabhängige Bildauslösegrenzwerte

Wenn das Geschwindigkeitsüberwachungsgerät die Funktion besitzt uhrzeitabhängige Bildauslösegrenzwerte zur Anwendung zu bringen, um damit uhrzeitabhängige zulässige Höchstgeschwindigkeiten zu überwachen, dann muss mittels technischer oder regulatorischer Maßnahmen sichergestellt werden, dass es zu keiner Benachteiligung Betroffener kommt.

Als regulatorische Maßnahme gilt zum Beispiel eine Auflage in der Gebrauchsanweisung, welche vorschreibt in welchen regelmäßigen Zeitabständen der Bediener die Uhrzeit des Messgerätes zu kontrollieren hat und welche Karenzzeiten zu Gunsten des Betroffenen einzuhalten sind.

Soll eine technische Maßnahme zum Einsatz kommen, so ist dem Geschwindigkeitsüberwachungsgerät entweder eine mittels digitaler Signatur gesicherte Anbindung an die gesetzliche Uhrzeit zur Verfügung zu stellen, oder es wird auf mehrere ungesicherte Zeitquellen (z.B. Satellitenzeit und DCF-77) zurückgegriffen deren Zeitinformationen vom Messgerät hinsichtlich der Plausibilität geprüft werden.

3.6 Funktions- und Speicherprüfung

3.6.1 Funktionsprüfung

Das Geschwindigkeitsüberwachungsgerät muss automatisch eine interne Funktionsprüfung beim Einschalten durchführen. Stationär eingesetzte Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte müssen zusätzlich in bestimmten Abständen 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.

3.6.2 Speicherprüfung

Das Geschwindigkeitsüberwachungsgerät muss beim Einschalten die nichtflüchtigen Daten (Programm- und Konfigurationsparameter) und den Schreib-Lesespeicher durch Testroutinen automatisch überprüfen. Stationär eingesetzte Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte müssen in bestimmten Abständen die nichtflüchtigen Daten (Programm- und Konfigurationsparameter) und den Schreib-Lesespeicher automatisch überprüfen. Ein erkannter Fehler muss die weitere Bildung von Messwerten blockieren.

3.7 Robustheit gegenüber unkorrekter Aufstellung

Das Messgerät muss entweder robust im Umgang mit unkorrekten Aufstellbedingungen sein oder eine einfache Möglichkeit zur nachträglichen Überprüfung messrelevanter Aufstellparameter bieten.

3.8 Signaleingang für eichtechnische Prüfungen

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

3.9 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 (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 eines geeichten Geschwindigkeitsüberwachungsgerätes 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 Verschlüssel-

ungsverfahren geschützt sein, um für Integrität und Authentizität zu sorgen.

3.10 Störfestigkeit gegenüber Umwelteinflüssen

Die Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte 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.

3.10.1 Klimabeständigkeit

Die Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte 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).

Die Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte müssen 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 vom Geschwindigkeitsüberwachungsgerät automatisch erkannt werden, ggf. muss eine geeignete Meldung erscheinen, der laufende Messvorgang muss abgebrochen werden und das Geschwindigkeitsüberwachungsgerät muss weitere Messungen blockieren. Hierbei ist auch ein Abschalten zulässig. Erreicht die Temperatur wieder den spezifizierten Bereich, muss das Gerät die in 3.6 beschriebenen Prüfungen durchlaufen, bevor weitere Messungen möglich sind.

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

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

3.10.2 Beständigkeit gegen Spritzwasser und Staub

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

3.10.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

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

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 das Geschwindigkeitsüberwachungsgerät 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 3.6 beschriebenen Prüfungen durchlaufen, bevor weitere Messungen möglich sind.

3.10.5 Mechanische Widerstandsfähigkeit

Das Geschwindigkeitsüberwachungsgerät 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.

3.11 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, Laserklasse) entspricht.

3.12 Übereinstimmung mit der zugelassenen Bauart

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

3.13 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 Geschwindigkeitsüberwachungsgerät 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 Beweisfotos (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 Betreibern mitgeteilt werden.

4 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.

5 Besondere Anforderungen an Verkehrsradargeräte

Das Verkehrsradargerät muss neben der Geschwindigkeit simultan den Abstand zum Fahrzeug bestimmen. Diese simultane Abstandsmessfunktion dient der Entbindung des Messpersonals vom so genannten aufmerksamen Messbetrieb. Beim aufmerksamen Messbetrieb beobachtet eine verantwortliche Person die Messsituation direkt und prüft den Messwert und die eindeutige Zuordnung hinsichtlich Plausibilität.

5.1 Mikrowellenteil

5.1.1 Konformitätserklärung

Voraussetzung der Zulassung des Verkehrsradargerätes zur Eichung ist eine Selbsterklärung (Konformitätserklärung) gemäß dem Gesetz über Funkanlagen und Telekommunikation (FTEG) und der Richtlinie 1999/5/EG (R&TTE) in der jeweils gültigen Fassung.

5.1.2 Richtcharakteristik der Antenne

Wenn das Radargerät entsprechend der Gebrauchsanweisung installiert und eingesetzt wird, darf es nicht möglich sein, in den Bereichen der Antennenkeule Messungen vorzunehmen, in denen ein falscher Einstrahlwinkel zu Messfehlern $> 2\%$ der richtigen Geschwindigkeit führen kann. Diese Eigenschaft kann durch eine spezielle Formgebung der Richtcharakteristik erreicht werden. Bei Einstrahlwinkeln von ca. 22° bewirken die folgenden aufgelisteten Anforderungen an die horizontale Richtcharakteristik befriedigende Ergebnisse.

- Halbwertsbreite 3 dB höchstens 7°
- Gesamtkeulenbreite 10 dB höchstens 12°
- Nebenkeulendämpfung mind. 15 dB

Die Anforderungen beziehen sich auf die Einwegcharakteristik der Antenne. Sie wird in einer

Entfernung von 3 m mit einem 16 dB Standard-Gain-Horn ermittelt. Die Messvorschrift gewährleistet, dass die geforderte Richtcharakteristik bereits bei den minimal vorkommenden Messentfernungen ausgeprägt ist. Ein zweiter Weg besteht darin, die einlaufenden Dopplersignale einer intelligenten Signalanalyse zu unterwerfen.

5.1.3 Langzeitstabilität der Sendefrequenz

Die Sendefrequenz des Mikrowellenteils darf innerhalb eines Zeitraumes von 2 Jahren höchstens um 0,2 % des Nennwertes der Sendefrequenz schwanken.

5.1.4 Fahrtrichtungsselektion

Wird eine Ausblendung der zweiten Fahrtrichtung nach dem Quadraturmischprinzip (Erzeugung von zwei um 90° in der Phasenlage vor- oder nacheilenden Dopplersignalen) vorgenommen, so muss zur Entscheidung der Fahrtrichtung die Phasenlage 90° ausgewertet werden. Eine Untersuchung lediglich auf Vor- oder Nacheilen der Phasenlage ist nicht genügend störsicher.

5.1.5 Effektiver Messwinkel

Aufgrund der Verzögerung von Signalprüfschaltungen, der Rückstrahleigenschaften und der Fahrtrichtung der Fahrzeuge, besteht die Möglichkeit, dass der Messwert unter verschiedenen Winkeln im Strahlungsfeld der Antenne ermittelt wird. Durch Angabe eines effektiven Messwinkels kann diese Eigenschaft des Radars berücksichtigt werden. Der effektive Messwinkel gibt den Erwartungswert des Winkels an, unter dem das Fahrzeug sich im Augenblick der Messwertbildung im Strahlungsfeld der Antenne befindet. Bei der Prüfung des Niederfrequenzteils durch simulierte Dopplersignale wird der effektive Messwinkel bei der Berechnung der einzuspeisenden Dopplerfrequenz f_D in folgender Beziehung berücksichtigt:

$$f_D = 2 v / \lambda \cos \beta.$$

v Fahrzeuggeschwindigkeit

λ Wellenlänge

β effektiver Messwinkel

5.1.6 Geometrischer Messwinkel

Unter dem geometrischen Messwinkel versteht man den Schnittwinkel der Strahlachse mit der Fahrbahnachse. Dieser Winkel ergibt sich konstruktionsbedingt durch die Ausrichtung der Strahlachse zum Gehäuse der Antenne, durch die Visiereinrichtung und / oder durch den Befestigungswinkel der Antenne am Messfahrzeug. Die Einstellung des geometrischen Messwinkels darf höchstens zu einem Messfehler von 0,5 % führen. (Bei einem richtigen Wert von 22° dürfen sich die Winkelfehler bei der Ausrichtung der Strahlachse höchstens bis zu einem Betrag von 0,7° aufsummieren). In diesem Fehlerbeitrag sind nicht die Visierfehler oder die Ausrichtfehler des Messfahrzeugs enthalten.

5.2 Signalauswertung im Niederfrequenzteil

5.2.1 Modulation des Dopplersignals

Weder eine Amplitudenmodulation noch eine zeitliche Beschränkung des Dopplersignals darf zu einer Messwertanzeige führen, die die Eichfehlergrenzen (1 km/h bei Messwerten bis 150 km/h und 2 km/h bei Messwerten über 150 km/h) überschreitet.

5.2.2 Signalanalysestrecke

Zur Erhöhung der Messsicherheit muss die Analyse des Dopplersignals (z. B. Messung und Bewertung der Dopplerperioden) zur Bestimmung des Messwertes mindestens während einer Fahrstrecke des zu messenden Fahrzeuges von 2 m im Strahlungsfeld vorgenommen werden. Die messwirksamen Signale müssen während der gesamten Fahrzeugdurchfahrt erfasst und bewertet werden, insbesondere ist dabei auch die Ausfahrt des Fahrzeugs zu detektieren (z. B. anhand der Signallücke). Einfache Doppelreflexionssituationen mit im Frequenzspektrum sich um den Faktor zwei unterscheidenden Signalen müssen vom Gerät automatisch erkannt werden und automatisch zur Annullation der Messung führen.

5.2.3 Bandbreite des Dopplerkanals

Zur Dämpfung impulsförmiger Störungen muss die Bandbreite des Dopplerkanals entsprechend dem gewählten Anzeigebereich begrenzt sein. Die verwendete Filterschaltung darf nicht unterhalb der unteren Grenzfrequenz übersteuert werden, da die bei einem solchen Vorgang entstehenden Signalharmonischen das Filter passieren und eine schwerwiegende Messwertverfälschung bewirken.

5.3 Dokumentationseinheit

Die Ausrichtung der optischen Achse der Dokumentationseinheit muss zur Strahlachse der Antenne in

festgelegter Beziehung stehen. Hierdurch wird gewährleistet, dass eine Überprüfung der richtigen Ausrichtung der Strahlachse der Antenne im Bilddokument möglich wird.

Falls die Position der Dokumentationseinheit verstellbar ist, muss der korrekte Anschlagpunkt für die gewählte Position gewährleistet werden (z. B. durch einen elektrischen Kontakt oder eine geeignete mechanische Konstruktion), um so ein unbeabsichtigtes Verstellen auszuschließen. Messungen dürfen nur dann ausgeführt werden, wenn sich die Dokumentationseinheit im korrekten Anschlagpunkt befindet.

Bei elektrischem Kontakt muss das Verkehrsradargerät die Messdurchführung in allen anderen Positionen der Dokumentationseinheit unterbinden und eine eindeutige Fehlermeldung ausgeben.

Bei Geräten mit mehreren Positionen der Dokumentationseinheit (insbesondere auch für unterschiedliche Brennweiten) sind diese am Gerät eindeutig anzuzeigen.

5.4 Auswertung

Im Rahmen der Auswertung muss überprüft werden, dass der im Bild eingeblendete Abstandsmesswert zu dem im Bild befindlichen Fahrzeug passt. Die Gebrauchsanweisung muss hierfür ein entsprechendes Verfahren vorschreiben.

5.5 Antennenhalterung, Visiereinrichtung

Die Visiereinrichtung muss es ermöglichen, die Antenne höchstens mit einem durch den Visiervorgang bedingten Winkelfehler von $0,5^\circ$ auf einen Ausrichtungspunkt in 10 m Entfernung einzurichten.

Die Befestigung der Antennenhalterung am Messfahrzeug muss an einem Punkt der Fahrzeugkarosserie vorgenommen werden, der unempfindlich gegen unbeabsichtigte Verformungen ist. Insbesondere ist eine Befestigung am Stoßfänger zu vermeiden. Die installierte Antenne muss unbehindert strahlen können.

6 Besondere Anforderungen an Weg-Zeit-Messgeräte

6.1 Mehrfachmessung

Zur Erkennung der wesentlichsten Messfehler bei Weg-Zeit-Messgeräten, ist es erforderlich, voneinander unabhängige Zwei- oder Mehrfachmessungen der Geschwindigkeit durchzuführen. Durch diese Maßnahmen wird die gleichzeitige Anwesenheit von Fahrzeugen unterschiedlicher Verkehrsrichtung, das ungenaue Ansprechen eines Sensors (Lichtschanke, Koaxialkabel) oder ein Abtastfehler der Fahrzeugkontur (Lichtschanke) erkannt.

6.2 Länge der Messbasis

Die Unsicherheit bei der mechanischen Einstellung der Länge der Messbasis (Abstände der Sensoren) darf nicht zu einem Fehler größer $0,5\%$ des richtigen Wertes führen.

Wird die Einstellung der Länge der Messbasis, wie z.B. bei transportablen Sensoren, bei jeder Messung neu vorgenommen, so ist ein geeichtes Längenmessgerät (z.B. Maßband) zu verwenden.

6.3 Anzeige der Sensorsignale

Die von den Sensoren einlaufenden Signale müssen sich dem Bediener der Anlage anzeigen (z. B. optisch oder akustisch) lassen. An ihnen soll erkannt werden, ob das Messgerät Fehlimpulse infolge eines beginnenden Defekts der Messwertaufnehmer liefert, oder ein neues Einjustieren der Sensoren erforderlich ist.

6.4 Rechenzeit

Die Rechenzeit muss so kurz sein, dass das gemessene Fahrzeug in der Nähe des Stoppsensors zum Zeitpunkt der Auslösung eines Fotos abgebildet wird. Mit Hilfe der bekannten Fotoverzögerungszeit lässt sich dann nachprüfen, ob der angezeigte Messwert dem Fahrzeug plausibel zugeordnet werden kann.

6.5 Anforderungen an die Messstelle

Die Sensoren 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.

6.6 Lebensdauer der Sensoren

Die Anwesenheitssensoren (z.B. Induktionsschleifen, Drucksensoren) 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.

6.7 Besondere Anforderungen an Weg-Zeit-Messgeräte mit Lichtschranken als Messbasis

Lichtschranken können entweder nach dem Lichtsender/Lichtempfängerprinzip (mit beiden Komponenten auf verschiedenen Fahrbahnseiten oder auf der gleichen) oder als passiv arbeitende Geräte ohne Lichtsender realisiert sein.

6.7.1 Lichtsender

Sinkt die Spannungsversorgung für die lichtaussendenden Elemente unter einen Wert, bei dem ein sicheres Ansprechen der Lichtschranke nicht mehr gewährleistet ist, so muss der Lichtsender ein Signal erzeugen (z.B. Blinken). Beim Defekt eines Elements muss die Abschaltung des kompletten Senders gewährleistet sein.

6.7.2 Lichtempfänger

Bei Lichtschranken, die nach dem Prinzip Lichtsender/Lichtempfänger funktionieren, muss der Lichtempfänger in seinem Signalverhalten weitgehend unabhängig vom Umgebungslicht sein. Ein Signal je Schranke muss bei diesen Geräten den Bediener darauf hinweisen, dass das System richtig einjustiert wurde.

6.7.3 Ausrichtung der Lichtschranken parallel zur Fahrbahnoberfläche

Das Messgerät muss mit einer Einrichtung versehen sein, die es gestattet, die Lichtschranken parallel zur Fahrbahnoberfläche auszurichten (z.B. Nivellierwasserwaage). Ein Nicken des Gerätes ist bei passiv arbeitenden Geräten zulässig.

6.8 Besondere Anforderungen an Weg-Zeit-Messgeräte mit Drucksensoren als Messbasis

6.8.1 Bauarten von Drucksensoren

Es können Sensoren (z.B. piezoelektrische Koaxialkabel, faseroptische Sensoren, Luftschläuche) verwendet werden, die durch Druckbelastung auf den Sensor (piezoelektrischer Effekt bzw. Schwächung des Lichts, Kompression) bei der Fahrzeugüberfahrt Signale zur Zeitmessung erzeugen.

6.8.2 Lagestabilität und Verschleiß von auf der Fahrbahn verlegten Sensoren

Werden Drucksensoren nicht in die Fahrbahn eingelassen, sondern auf der Fahrbahndecke verlegt (d.h. mit transportablen Sensoren), muss ihre Lage ausreichend fixiert sein. Die Bewegung des Kabels bei normalen Überfahrten darf die Messbasis höchstens um 0,5 % des Nennwertes verändern.

Die Drucksensoren müssen bei dieser Einsatzart so beschaffen sein, dass sie eine Verwendung unter normalen Verkehrsbedingungen (Stadtverkehr) über einen Zeitraum von einer Woche ohne Einbußen der Signalqualität und der Oberflächenbeschaffenheit zulassen.

6.9 Besondere Anforderungen an Weg-Zeit-Messgeräte mit Induktionsschleifen als Messbasis

Wird die Messung mit nur zwei Sensoren realisiert, ist statt einer einfachen Triggerung eine intelligente Auswertung des Signalverlaufes erforderlich. So müssen z.B. Unterschiede der Empfindlichkeit detektiert werden.

Die Verlegung der Induktionsschleifen und der Anschluss ist entsprechend der Technischen Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS, BAST) vorzunehmen.

7 Besondere Anforderungen an Laserhandmessgeräte

7.1 Visiereinrichtung

Die Visiereinrichtung bei einem Laserhandmessgerät besteht in der Regel aus einem Fernrohr (mit oder ohne Vergrößerung) mit integrierter Zielmarke.

Die Visiereinrichtung kann entweder in die Sendeoptik (Laserstrahlachse) integriert oder über eine getrennte Optik (z.B. aufgesetztes Fernrohr) realisiert sein. Der sich bei einer getrennten Optik ergebende Versatz der beiden Strahlachsen und die Justierung der beiden Achsen zueinander (z.B. parallel oder am Ende des Messbereichs schneidend) muss so realisiert sein, dass ein eindeutiges Anvisieren des Ziels (z.B. Kennzeichen) im gesamten Messbereich gewährleistet ist.

Die Visiereinrichtung ist so stabil auszuführen, dass bei normalem Gebrauch eine Verstellung der Justierung auszuschließen ist. Sie muss mit einem Visiertest überprüfbar sein, den das Gerät

unterstützen muss (für eine Überprüfung vor jedem Messeinsatz).

Die Justier Vorrichtung (falls vorhanden) der Visiereinrichtung muss eine Sicherung bei der Eichung ermöglichen, so dass ein Nachjustieren nur nach Verletzen eichamtlicher Sicherungen möglich ist.

Die Visiereinrichtung muss eine zweifelsfreie Zuordnung des Geschwindigkeitsmesswertes zu dem Fahrzeug gewährleisten. Zu diesem Zweck muss sie beispielsweise bei Messentfernungen ab 500 m eine mindestens 2 fache Vergrößerung aufweisen.

Die Zielmarke zum Anvisieren des betreffenden Fahrzeugs muss dem Bediener eine Identifizierung des Zielerfassungsbereichs (unter Berücksichtigung der Justiertoleranzen und möglicher Zielungenauigkeiten) ermöglichen.

7.2 Anforderungen an Anzeigen

Die Anzeigen sind so auszuführen, dass die Messwerte für den Bediener in der Visiereinrichtung und zusätzlich für einen zweiten Beobachter von außen ablesbar sind.

Zusätzlich zu der Geschwindigkeit des Fahrzeugs muss das Gerät die Messentfernung (mit Einheit Meter) zu Beginn der Geschwindigkeitsmessung ermitteln und anzeigen, um z.B. den zulässigen Entfernungsbereich kontrollieren zu können. Die zulässige Messunsicherheit der Entfernungsmessung beträgt 1 % des jeweiligen Messwertes, mindestens jedoch 0,2 m. Eine Eichung dieser Entfernungsmessung im Sinne der Anlage 1 der Eichordnung ist nicht erforderlich. Die Anzeige der Entfernung muss sich von der des Geschwindigkeitsmesswertes abheben (z.B. Anzeige der Entfernung mit einer Dezimalstelle), um Verwechslungen zu vermeiden.

Geschwindigkeitsmessungen dürfen auch außerhalb des spezifizierten Entfernungsbereichs durchgeführt werden, sie müssen aber in geeigneter Weise gekennzeichnet sein (z.B. durch Blinken des Geschwindigkeitsmesswertes).

7.3 Abgleiteffekt

Das Gerät muss durch seine optischen oder elektronischen Eigenschaften oder aber über seine Gerätesoftware sicherstellen, dass ein Auftreffen der Laserpulse auf eine schräge Fläche (so genannter Abgleiteffekt) zu keinen unzulässigen Messwertverfälschungen führt.

7.4 Stufeneffekt

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

7.5 Anforderungen an Dokumentationseinheiten

Laserhandmessgeräte besitzen grundsätzlich keine Dokumentationseinheit. Bei Bedarf und unter geeigneten Bedingungen kann eine Dokumentationseinheit eingesetzt werden, um den Zeugenbeweis der Bediener des Laserhandmessgerätes bezüglich der Zuordnung des Geschwindigkeitsmesswertes zu einem Fahrzeug zu unterstützen.

In das Einzelbild oder die Bildsequenz der Dokumentationseinheit sind die Messwerte für Geschwindigkeit und Entfernung einzublenden. Größe und Mitte des Zielerfassungsbereichs müssen im Einzelbild bzw. in der Bildsequenz markiert sein.

Die Justiereinrichtung der optischen Achse der Dokumentationseinheit ist so stabil auszuführen, dass bei normalem Gebrauch eine Verstellung der Justierung auszuschließen ist. Der Visiertest muss eine ggf. vorhandene Dokumentationseinheit einbeziehen.

Eine Dokumentationseinheit zur Erstellung von Einzelbilddokumenten muss die Verkehrssituation mit dem anvisierten Fahrzeug spätestens 0,2 Sekunden nach dem Abschluss der Messung abbilden.

Eine Dokumentationseinheit zur Erstellung von Bildsequenzen muss folgende Anforderungen erfüllen:

- Bildtakt $\leq 0,2$ s
- Markierung von Start und Stopp des Messvorgangs in der Sequenz.

8 Besondere Anforderungen an Laserscanner-Geschwindigkeitsmessgeräte

8.1 Einsatzarten

Ein Laserscanner-Geschwindigkeitsmessgerät kann stationär und/oder transportabel betrieben werden.

8.2 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.

8.3 Scanfrequenz und Winkelauflösung

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

8.4 Messfeld und Fotobereich

Die Länge des Messfeldes muss in Fahrtrichtung mindestens 10 m betragen. Die Verdeckung eines erfassten Fahrzeugs durch ein anderes bei einem Teil des Messfeldes ist zulässig. Sofern die Zuordnung des Messwertes zu einem Fahrzeug in anderer Weise sichergestellt ist, muss das Messfeld nicht vollständig abgebildet sein.

Die erfassten Fahrzeugkoordinaten müssen automatisch der Geometrie der im Foto abgebildeten Messstelle zugeordnet werden. Dies kann entweder durch Erfassung der Geometrie der Messstelle (z.B. der Fahrspurbegrenzungen) erfolgen oder durch eine Markierung im Bild, die die geometrischen Verhältnisse zwischen Sensor und Dokumentationseinheit berücksichtigt. Dabei ist Folgendes zu beachten:

- Erfolgt die Messwertzuordnung mit Hilfe einer Markierung im Bild, so muss sichergestellt sein, dass Fehlzusordnungen aufgrund von Verdeckungen im mehrspurigen Verkehr ausgeschlossen werden können.
- Erfolgt dagegen die Zuordnung über die Geometrie der Messstelle, so ist durch ein geeignetes Referenzbild am Beginn und Ende jeder Messreihe zu dokumentieren, dass sich die geometrischen Verhältnisse zwischen Messgerät und Messstelle im Verlauf der Messreihe nicht verändert haben.

8.5 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.

9 Besondere Anforderungen an sonstige Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte

Für Geschwindigkeitsüberwachungsmessgeräte, auf die die Anforderungen der Abschnitte 5 bis 8 nicht zutreffen, werden die besonderen Anforderungen an die Bauart bei der Zulassung festgelegt (§ 16 Abs. 3 der EO). Dies gilt beispielsweise für alle Geräte mit vollautomatischer Erfassung des Fahrzeugs über einen aufgeweiteten Laserstrahl.

10 Vorschriften und Literatur

- International Recommendation OIML R 91 Edition 1990 (E); "Measurement of the speed of Vehicles by Radar Equipment"; Organisation Internationale de Métrologie Légale
- PTB-Prüfregel Band 19: Verkehrsradargeräte - Verfahren zur Prüfung von Verkehrsradargeräten, Braunschweig, 1990
- 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
- Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS), Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, erhältlich beim Wirtschaftsverlag NW

11 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	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. Die in der Fachgrundnorm in Anmerkung b vorgesehene Reduzierung der Amplitude auf 3 V im Rundfunkfrequenzbereich zwischen 47 MHz und 68 MHz entfällt.	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