

# PTB-Anforderungen

Physikalisch-  
Technische  
Bundesanstalt

<b>Messgeräte im Straßenverkehr</b>	<b>PTB-A 18.11</b>
<b>Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte</b>	<b>April 1988</b>

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) zum Mess- und Eichwesen 1987 verabschiedet.

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. 2 der EO).

## Inhaltsübersicht:

- 1 Begriffsbestimmungen
- 2 Zugrundeliegende Normen und Vorschriften
- 3 Allgemeine Anforderungen an Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte
- 4 Besondere Anforderungen an Verkehrsradargeräte
- 5 Besondere Anforderungen an Weg-Zeit-Messgeräte
- 6 Besondere Anforderungen an Weg-Zeit-Messgeräte mit Lichtschranken als Messbasis
- 7 Besondere Anforderungen an Weg-Zeit-Messgeräte mit Schwellen als Messbasis

## 1 Begriffsbestimmungen

### 1.1 Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte

Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte (Kurzbezeichnung: v-Messgeräte) dienen bei der amtlichen Verkehrsüberwachung zur Geschwindigkeitsmessung vorbeifahrender Fahrzeuge. Die nachstehenden Anforderungen beschränken sich in ihren Aussagen auf Messgeräte mit Ziffernanzeige. Die Messwertbildung und -verarbeitung wird durch mikrorechnergesteuerte Schaltungen vorgenommen.

#### 1.1.1 Verkehrsradargeräte

Verkehrsradargeräte (Kurzbezeichnung: Radargeräte) messen die Geschwindigkeit aufgrund des Dopplereffektes bei elektromagnetischen Wellen.

#### 1.1.2 Weg-Zeit-Messgeräte

Weg-Zeit-Messgeräte bestimmen die Geschwindigkeit durch Messung der Zeit zur Durchfahrt einer festgelegten Wegstrecke (Messbasis). Die Messbasis wird realisiert durch Schwellen oder durch das berührungslose Abtasten der Fahrzeugkontur mit Lichtschranken.

## 2 Zugrundeliegende Vorschriften und Normen

**2.1** OIML International Recommendation "Measurement of the speed of Vehicles by Radar Equipment"

**2.2** PTB-Anforderungen (PTB-A) 50.10 "Digitale Schnittstellen für Punkt-zu-Punkt-Verbindungen."

**2.3** PTB-Prüfregel, Band 17 "Störfestigkeit, Verfahren zur Prüfung des Einflusses elektromagnetischer Störgrößen auf Messgeräte" 2. überarbeitete Auflage, 1985.<sup>1</sup>

### **3 Allgemeine Anforderungen an Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte**

#### **3.1 Gebrauchsanweisung**

Die v-Messgeräte müssen gemäß den Vorschriften der Gebrauchsanweisung installiert und eingesetzt werden, die vom Hersteller herausgegeben und zusammen mit dem Gerät bei der Zulassung geprüft werden muss. Die Gebrauchsanweisung muss mindestens die Arbeitsweise des Gerätes in den Grundzügen erklären, die Handhabung und Aufstellung des Gerätes unmissverständlich darstellen und Hinweise zu den Fehlermöglichkeiten der Bauart, ihrer Ursache und ihrer Vermeidung enthalten. Änderungen der Gebrauchsanweisung bedürfen der Genehmigung durch die PTB und müssen vom Gerätehersteller allen Betreibern mitgeteilt werden.

#### **3.2 Sicherheit der Fahrzeugidentifizierung**

Die Konstruktion des v-Messgerätes einschließlich der Schaltungslogik und die Gebrauchsanweisung muss sicherstellen, dass eine angezeigte Geschwindigkeit nicht einem falschen Fahrzeug zugeordnet werden kann.

#### **3.3 Ziffernanzeigen für den Messwert am Bedienungsteil**

Die Ziffernanzeigen müssen mindestens dreistellig ausgeführt sein. Der Messwert muss ganzzahlig angezeigt werden. Die Höhe der Ziffern muss mindestens 8 mm betragen. Die Anzeige muss unter allen Bedingungen von zwei Personen gleichzeitig abgelesen werden können. Sie muss bis zur Bildung des nächsten Messwertes bestehen bleiben oder darf nur durch eine Tastenbetätigung gelöscht werden.

#### **3.4 Betriebsart automatisch/manuell**

In der Betriebsart "automatisch" wird der Messwert bei Einfahrt des nächsten Fahrzeuges in den Messbereich gebildet. In der Betriebsart "manuell" wird das Gerät durch einen Schalter zur Messung des nächsten Fahrzeuges freigegeben. Das Manipulieren an Schaltern, insbesondere während eines laufenden Messvorgangs, darf keinen Einfluss auf das Messergebnis und die Messwertzuordnung haben.

#### **3.5 Stromversorgung**

Zum Betrieb des v-Messgerätes sollte eine eigene Batteriestromversorgung angewandt werden. Wird die Fahrzeugbatterie dazu benutzt, muss dafür Sorge getragen werden, dass Störvorgänge aus dem Bordnetz durch Leitungsfiler vom Messgerät ferngehalten werden. Ein Spannungswandler zur Erzeugung eines Fotoblitzes muss getrennt vom Messgerät gespeist werden. Diese Maßnahmen vermindern den Einfluss von leitungsgebundenen Störungen. Die Ausgabe von Messwerten muss verhindert werden, wenn die Versorgungsspannung Werte erreicht, bei denen das richtige Funktionieren des Messgerätes nicht mehr gewährleistet ist. Dieser Zustand muss durch ein deutlich wahrnehmbares Signal angezeigt werden (Spannungsalarm).

#### **3.6 Fototeil zur Registrierung des Messwertes und der Verkehrssituation**

Das Fototeil muss so aufgestellt werden, dass es den Straßenabschnitt abbildet, auf dem Messwerte entstehen können. In dem Dateneinspiegelungsfeld müssen der Messwert, die Zeit mit einer Auflösung

von Sekunden, bei v-Messgeräten mit Fahrtrichtungserkennung ein Fahrtrichtungszeichen und das Datum eingeblendet werden können. Die eingespiegelten Werte müssen für Prüfzwecke ohne größeren Aufwand mit dem Auge abgelesen werden können (eine Ablesung über einen entwickelten Film ist unzulässig). Die eingespiegelten Daten müssen mit dem zugehörigen Einheitenzeichen versehen sein. Bei fehlerhaft oder nicht ausgeführtem Filmtransport muss eine zweite Einspiegelung von Daten auf das Registrierbild unmöglich sein. Die Simulation des Messwertes zur Prüfung der Rechenschaltungen und der Segmenttest (Nr. 3.7.1) muss durch das Fototeil getrennt registriert werden können. Das

---

<sup>1</sup> Anmerkung: seit dem 1.1.1996 sind auf Grund des EMV-Gesetzes die Prüfungen nach Verfahren und mit Prüfgrößen gemäß DIN EN 61 000-6-1 „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV); Fachgrundnorm Störfestigkeit; Teil 2: Industriebereich“ durchzuführen.

Registrierbild muss die Zone der Messwertentstehung abbilden (Verlauf der Messbasis, Verlauf der Messstrahlung bei Verkehrsradargeräten).

### **3.7 Funktions- und Speicherprüfung**

#### **3.7.1 Funktionsprüfung**

Das v-Messgerät muss eine Messsimulation enthalten, mit der beim Einschalten und außerdem nach Wahl des Bedienungspersonals eine Prüfung des Geräts durchgeführt wird. Hiermit soll zumindest jeder permanente Fehler in den das Messergebnis verarbeitenden Schaltungen einschließlich der Schaltungen und Elemente der Ziffernanzeige (Segmenttest) aufgezeigt werden. Die Messwertsimulation muss von den geprüften Schaltungen unabhängig sein.

#### **3.7.2 Speicherprüfung**

Beim Einschalten und in Phasen, in denen das Messgerät nicht mit dem Bearbeiten von Messwerten beschäftigt ist, oder zu festgelegten Zeitpunkten, muss der Programmspeicher und der Schreib-Lesespeicher durch Testroutinen (RAM/ROM-Test) überprüft werden. Ein erkannter Fehler muss die weitere Bildung von Messwerten blockieren. Der Programmspeicher kann z.B. durch Bildung einer Checksumme, das RAM durch Schreib- Leseoperationen überprüft werden.

#### **3.7.3 Datenübertragung an Peripheriegeräte (z.B. Fototeil)**

Die Übertragung von für die Messung relevanten Daten (z.B. Messwert, Fahrtrichtungszeichen) an Peripheriegeräte, deren Ausgaben für amtliche Zwecke verwendet werden, muss Nr. 2.2 der PTB-A 50.10 entsprechen.

### **3.8 Signaleingang für eichtechnische Prüfungen**

Die v-Messgeräte müssen intern mit einem leicht zugänglichen Signaleingang ausgestattet sein, über den die zur Prüfung der Vorverstärker, Rechenschaltungen und Ziffernanzeigen erforderlichen Signale bei der Eichung des Messgerätes eingegeben werden können.

### **3.9 Widerstandsfähigkeit gegenüber Umwelteinflüssen**

Die Wirkung jedes einzelnen im folgenden genannten Umwelteinflusses darf nicht zu Fehlern führen, die die Eichfehlergrenze überschreiten. Die Prüfungen werden weitgehend gemäß DI 11 vorgenommen.

#### **3.9.1 Klimatische Einflüsse**

##### **3.9.1.1 Temperatur**

Wenn die v-Messgeräte außer Betrieb sind, müssen sie Umgebungstemperaturen von -25 °C bis 70 °C standhalten. Der Hersteller muss die Umgebungstemperaturgrenzen angeben, innerhalb derer das v-Messgerät ordnungsgemäß arbeitet.

Prüfung gemäß DI 11, A.2.1.1 Grad 1 (70 °C, 2 h, Gerät ausgeschaltet). Die Prüfung soll die Lagerbedingungen simulieren, das Gerät ist auf ein Stativ montiert, so dass es den Umgebungsbedingungen optimal ausgesetzt ist. Kälte: DI 11, A.2.1.2 Grad 2 (-25 °C, 2 h, Bedingungen wie oben).

##### **3.9.1.2 Einfluss der Feuchte**

Das v-Messgerät muss sowohl unter Betriebs- als auch unter Lagerungsbedingungen unempfindlich gegen die relative Feuchtigkeit der Umgebungsluft sein.

Prüfung: Nach dem Kältetest werden die Anlagenteile, die bei normalen Gebrauchsbedingungen der Kälte ausgesetzt sind (andere Anlagenteile werden durch Plastiktüten geschützt), sofort in einen Raum bei 20 °C mit einer relativen Feuchte von ca. 80 % gebracht und 1 h später eingeschaltet.

##### **3.9.1.3 Einfluss von Spritzwasser und Staub**

Die Teile des v-Messgeräts, die der Witterung ausgesetzt sind, müssen staubdicht und spritzwasserfest sein. Prüfung der Spritzwasserfestigkeit: Die Anlagenteile, die Spritzwasser ausgesetzt sind, werden von jeder Seite, von oben und von unten mit einem 10-l-Wassereimer aus 3 m Entfernung angegossen.

### 3.9.2 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Es werden folgende Prüfungen durchgeführt:

- a) strahlungsgebundene Störungen (elektromagnetische Felder) Amplitudenmodulation, Modulationsgrad 60 %, Modulationsfrequenz abhängig von der zu prüfenden Bauart (z.B. Dopplerkanalbandbreite) von 1 kHz bis 10 kHz  
Feldstärke  $E_{\text{eff}} = 10 \text{ V/m}$   
im Frequenzbereich 100 kHz bis 500 MHz  
 $E_{\text{eff}} = 1 \text{ V/m}$   
im Frequenzbereich 500 MHz bis 1 GHz.
- b) Elektrostatische Entladung  
Entladung eines Kondensators von 150 pF über einen Widerstand von 150 Ohm, Ladespannung 6 kV.

Weitere Festlegungen für die genannten EMV-Prüfungen sind in der PTB-Prüfregel Nr. 17 "Störfestigkeit" enthalten (Nr. 2.3).

### 3.9.3 Mechanische Widerstandsfähigkeit

Das v-Messgerät muss gut und solide gebaut sein. Die verwendeten Werkstoffe müssen ausreichende Festigkeit und Stabilität gewährleisten.

Prüfung auf mechanische Widerstandsfähigkeit gemäß DI 11, A.2.5, mechanischer Stoß, Schräggrad 2 (gekippt auf 50 mm Höhe zur gegenüberliegenden Kante, dann fallen lassen. Ein Fall für jede Kante der Unterseite).

### 3.10 Betriebsmäßige Prüfung

Die messtechnischen Prüfungen werden durch eine Betriebsprüfung unter tatsächlichen Verkehrsbedingungen ergänzt. Die betriebsmäßige Prüfung gewährleistet das gleichzeitige Einwirken der möglichen Fehlerquellen. Die unter variablen Geschwindigkeits- und Verkehrsdichtebedingungen und möglicherweise auch bei verschiedenen Temperaturen gemessene Fehlerverteilung darf keinen Wert außerhalb der betrieblichen Fehlergrenzen enthalten.

### 3.11 Übereinstimmung mit der zugelassenen Bauart

Die zugelassene Bauart wird durch die Charakteristika des Geräts festgelegt, die seine messtechnische Zuverlässigkeit bestimmen. Solange die messtechnische Zuverlässigkeit von internen logischen Operationen abhängt, ist nicht der Ursprung der Elemente von Bedeutung, sondern vielmehr der Aufbau der Prüfschaltungen, ihre Funktionsweise und die steuernden Programme. Diese werden bei der Zulassung festgelegt. Aus dieser Überlegung heraus wird folgendes gefordert:

Angaben über die Schaltungslogik sind vom Hersteller offen zulegen. Der das Prozessorsystem steuernde Programmbaustein wird bei der PTB als Muster hinterlegt. Geräte dürfen nur mit amtlich geprüften Programmbausteinen betrieben werden. Änderungen in den Programmen, selbst wenn sie nicht messtechnischer Natur sind, müssen erläutert werden und bedürfen der Genehmigung der PTB.

## 4 Besondere Anforderungen an Verkehrsrادargeräte

### 4.1 Mikrowellenteil

#### 4.1.1 FTZ Zulassung

Voraussetzung der Zulassung des Radars zur Eichung ist eine Zulassung der Antenne durch das Fernmeldetechnische Zentralamt der Bundespost (FTZ).

#### 4.1.2 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.  $22^\circ$  bewirken die im folgenden aufgelisteten Anforderungen an die horizontale Richtcharakteristik befriedigende Ergebnisse.

Halbwertsbreite	3 dB	höchstens $7^\circ$
Gesamtkeulenbreite	10 dB	höchstens $12^\circ$
Nebenkeulendämpfung		mindestens 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.

#### 4.1.3 Sendeleistung und Empfängerempfindlichkeit

Die Sendeleistung und die Empfängerempfindlichkeit müssen so angepasst werden, dass bei normalem Betrieb Messungen über mehr als zwei Fahrspuren selten vorkommen. Müssen in besonderen Situationen größere oder kleinere Reichweiten eingeschaltet werden, so darf dies nur durch festgelegte Empfindlichkeitsstufungen (maximal drei) erfolgen. Die wirksame Empfindlichkeit muss in das Registrierbild eingeblendet werden.

#### 4.1.4 Langzeitstabilität der Sendefrequenz

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

#### 4.1.5 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.

#### 4.1.6 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:

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

v Fahrzeuggeschwindigkeit

$\lambda$  Wellenlänge

$\beta$  effektiver Messwinkel

#### 4.1.7 Geometrischer Messwinkel

Unter dem geometrischen Messwinkel versteht man den Schnittwinkel der Strahlachse mit der Fahrbahnachse. Dieser Winkel wird eingestellt 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, wenn der zulässige Fehler von 0,5 % nicht überschritten werden soll. In diesem Fehlerbeitrag sind nicht die Visierfehler oder die Ausrichtfehler des Messfahrzeugs enthalten.

### 4.2 Signalauswertung im Niederfrequenzteil

#### 4.2.1 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.

#### 4.2.2 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.

#### **4.2.3 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. Die bei einem solchen Vorgang entstehenden Signalharmonischen passieren das Filter und bewirken eine schwerwiegende Messwertverfälschung.

#### **4.3 Fototeil**

Die Ausrichtung der optischen Achse der Kamera muss zur Strahlachse der Antenne in festgelegter Beziehung stehen. Hierdurch wird gewährleistet, dass eine Überprüfung der richtigen Ausrichtung der Strahlachse der Antenne im Registrierbild möglich wird.

#### **4.4 Antennenhalterung, Visiereinrichtung**

Die Visiereinrichtung muss so 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. Der Bereich der Stoßstangen ist zu vermeiden. Die installierte Antenne muss unbehindert strahlen können.

### **5 Besondere Anforderungen an Weg-Zeit-Messgeräte**

#### **5.1 Mehrfachmessung**

Zur Erkennung der wesentlichsten Messfehler bei Weg-Zeit-Messgeräten, ist es erforderlich, Zweifachmessungen der Geschwindigkeit mit anschließendem Vergleich durchzuführen. Mit zwei unabhängigen Quarzgeneratoren müssen die Durchfahrtszeiten bestimmt werden. Durch diese Maßnahmen wird die gleichzeitige Anwesenheit von Fahrzeugen unterschiedlicher Verkehrsrichtung, das ungenaue Schalten einer Schranke (Lichtschranke, Koaxialkabel) oder ein Abtastfehler der Fahrzeugkontur (Lichtschranke) erkannt. Die Ausgabe eines Messwerts muss verhindert werden, wenn die Abweichung größer als die betriebliche Fehlergrenze ausfällt. Zur Anzeige soll immer das kleinere Messergebnis gelangen.

#### **5.2 Einstellung der Messbasis**

Die Unsicherheit bei der mechanischen Einstellung der Messbasisbegrenzung (Schranken) darf nicht zu einem Fehler größer  $0,5\%$  des richtigen Wertes führen. Wird die Einstellung der Messbasisbegrenzung bei jeder Messung neu vorgenommen, so ist ein geeichtes Längenmessgerät (z.B. Maßband) zu verwenden.

#### **5.3 Anzeige der Schrankensignale**

Die von den Schranken einlaufenden Signale müssen durch Leuchtsignale dem Bediener der Anlage angezeigt werden. An ihnen soll erkannt werden, ob das Messgerät Fehlimpulse infolge eines beginnenden Defekts der Messwertaufnehmer liefert, oder ein neues Einjustieren der Schranken erforderlich ist.

#### **5.4 Verriegelung der Zeitregister und Rechenregister**

Das Zeitregister muss für Messvorgänge, die den Anzeigebereich unterschreiten, gegen Überlaufen verriegelt werden. Eine Messwertausgabe darf nicht erfolgen. Messwerte über 400 km/h dürfen ebenfalls nicht ausgegeben werden. Auf den Eintritt dieser Zustände sollte durch Lampensignale aufmerksam gemacht werden.

#### **5.5 Rechenzeit**

Die Rechenzeit muss so kurz sein, dass das gemessene Fahrzeug in der Nähe der Stoppschranke 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 Besondere Anforderungen an Weg-Zeit-Messgeräte mit Lichtschranken als Messbasis**

### **6.1 Lichtsender**

Die lichtaussendenden Elemente (Luminiszenzdioden, Lampen, Halbleiterlaser) müssen in einer Reihenschaltung vom Betriebsstrom durchflossen werden, damit beim Defekt eines Elementes der Ausfall des kompletten Senders gewährleistet ist. Der Ausfall des Lichtsenders darf nur bei außergewöhnlich hellen Fahrzeugen und Sonnenbeleuchtung zu weiteren Messungen führen. Sinkt die Spannungsversorgung unter einen Wert, bei dem ein sicheres Ansprechen der Lichtschranke nicht mehr gewährleistet ist, so muss der Lichtsender ein Signal erzeugen (z.B. Blinken), so dass der Bediener am Bedienteil ein Signal erhält, das auf diesen Zustand hinweist.

### **6.2 Lichtempfänger**

Der Lichtempfänger muss in seinem Signalverhalten weitgehend unabhängig vom Umgebungslicht sein. Ein Signal je Schranke muss den Bediener darauf hinweisen, dass das System richtig einjustiert wurde.

### **6.3 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).

## **7 Besondere Anforderungen an Weg-Zeit-Messgeräte mit Schwellen als Messbasis**

### **7.1 Bauarten von Schwellen**

Es können Koaxialkabel verwendet werden, die durch Druckbelastung des Isoliermaterials (piezoelektrischer Effekt) bei der Fahrzeugüberfahrt Signale zur Zeitmessung erzeugen.

### **7.2 Lagestabilität**

Die Schwellen müssen so verlegt werden, dass ihre Lage auf der Fahrbahndecke ausreichend fixiert ist. Die Bewegung des Kabels bei normalen Überfahrten darf die Messbasis höchstens um 0,5 % des Nennwertes verändern. Werden die Kabel in die Fahrbahn versenkt, darf sich ihre Lage nicht durch in die Fahrbahnoberfläche eingeleitete Bremskräfte verschieben.

### **7.3 Verschleißfestigkeit**

Die Kabel müssen 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.