

Messgeräte im Straßenverkehr	PTB-A 18.3
Geschwindigkeitsmessgeräte in Kraftfahrzeugen – Video-Nachfahrssysteme –	Dezember 2014
<p>Die PTB-Anforderungen (PTB-A) an Geschwindigkeitsmessgeräte in Kraftfahrzeugen – Video-Nachfahrssysteme – 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 18.3 Ausgabe Dezember 2013.</p> <p>Die Zulassung wird von der PTB erteilt, wenn die Bauart der Geschwindigkeitsmessgeräte in Kraftfahrzeugen – Video-Nachfahrssysteme – den Anforderungen der Eichordnung einschließlich der Anlage 18 Abschnitt 3 (EO 18-3) sowie den nachstehenden Anforderungen entspricht.</p> <p>Die Bauart eines Geschwindigkeitsmessgerätes in Kraftfahrzeugen – Video-Nachfahrssysteme –, 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).</p>	
Inhaltsübersicht	
1 Begriffsbestimmungen	
2 Anwendungszweck und Erläuterungen zu Betriebsarten	
2.1 Geschwindigkeitsmessung durch Zeitmessung bei bekannter Messstreckenlänge (AUTO 1)	
2.2 Geschwindigkeitsmessung beim Nachfahren mit gleichem Anfangs- und Endabstand durch simultane Zeit- und Wegstreckenmessung (AUTO 2)	
2.3 Geschwindigkeitsbestimmung durch Nachfahren mit ungleichem Anfangs- und Endabstand durch getrennte Messung von Zeit und Wegstrecke (MAN)	
2.4 Momentangeschwindigkeit	
2.5 Zeit	
2.6 Wegstrecke	
3 Anforderungen	
3.1 Messgrößen und Anzeigen	
3.2 Grundlegende Messfunktionen	
3.2.1 Manuelle Auslösung von Start-/Stoppfunktionen	
3.2.2 Geschwindigkeitsmessung	
3.2.3 Zeitmessfunktion	
3.2.4 Wegmessfunktion	
3.2.5 Einsatz mit Motorrad	
3.3 Wegstreckensignale	
3.3.1 Anpassung an das Fahrzeug	
3.3.2 Wegimpulsgeber	
3.3.3 Impulsteiler	
3.3.4 Wegstreckensignalkonverter	
3.4 Prüfschnittstelle für die Eichung	
3.5 Kamera	
3.6 Integrität und Authentizität der Aufzeichnungen	
3.7 Schnittstellen und Zusatzeinrichtungen	
3.8 Software und Selbsttest	
3.9 Störfestigkeit gegenüber Umgebungseinflüssen	
3.9.1 Klimabeständigkeit	
3.9.2 Mechanische Widerstandsfähigkeit	
3.9.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	
3.10 Gebrauchsanweisung	
4 Schulung des Bedienpersonals	
5 Aufschriften	
5 Literatur	
Anhang	

1 Begriffsbestimmungen

Videonachfahr-system	Ein Video-Nachfahrssystem ist ein Messgerät zur amtlichen Überwachung der Geschwindigkeit von Fahrzeugen im fließenden Verkehr. Das in ein Einsatzfahrzeug installierte Video-Nachfahrssystem umfasst i. a. drei Komponenten: Zentraleinheit, Wegimpulsgeber und Video-System.
Zentraleinheit	Die Zentraleinheit des Video-Nachfahrsystems realisiert vier Grundfunktionen: Berechnung der Durchschnittsgeschwindigkeit, Berechnung der Wegstrecke anhand der von einem Wegimpulsgeber gelieferten Wegstreckenimpulse, Zeitmessung und Einblendung der Messgrößen in das Video-System.
Wegimpulsgeber	Der Wegimpulsgeber des Video-Nachfahrsystems erzeugt bei jeder Umdrehung der Fahrzeugräder eine konstante Anzahl von Wegstreckenimpulsen. Diese Wegstreckenimpulse dienen zur Wegstrecken- und Geschwindigkeitsmessung.
Gerätekonstante k	Die Gerätekonstante k ist eine vom Wegimpulsgeber und vom Abrollumfang der Reifen des Fahrzeugs abhängige Kenngröße. Die Gerätekonstante k kennzeichnet die Anzahl von Wegstreckenimpulsen, die einer Wegstrecke von 1 km entspricht (Einheit Impulse je Kilometer $k = \dots \text{Imp/km}$).
Impulsteiler	Ein Wegimpulsteiler liefert nach jeweils n Impulsen am Eingang einen Impuls am Ausgang.
Wegstrecken-signalkonverter	Ein Wegstreckensignalkonverter wertet laufend die Datentelegramme mit Wegstreckeninformationen am fahrzeugeigenen Feldbus aus. Auf der Basis der Wegstreckeninformationen (u. a. Radimpulszählerstand) simuliert er entsprechende Wegimpulse für die Zentraleinheit. Zusätzlich sind automatische Überwachungsfunktionen realisiert.
Geeichte Messgröße	Als geeichte Messgrößen werden die eichrechtlich relevanten Messgrößen bezeichnet
Hilfsgröße	Als Hilfsgrößen werden vom Gerät ermittelte Messgrößen bezeichnet, deren Messfehler bei der Bauartzulassung und bei der Eichung nicht näher untersucht werden.
Video-System	Ein Video-System besteht typischerweise aus Kamera, Rekorder und Monitor. Das laufende Bild der Kamera wird zusammen mit den Messwerten auf einem Monitor dargestellt und mit einem Rekorder aufgezeichnet.
Bildsequenz	Als Bildsequenz wird eine Folge von elektronisch erfassten und aufgezeichneten Bildern mit fester Frequenz bezeichnet.

2 Anwendungszweck und Erläuterungen zu Betriebsarten

Video-Nachfahrssysteme dienen der amtlichen Überwachung der Geschwindigkeit von Fahrzeugen. Sie können hierzu die Durchschnittsgeschwindigkeit, zusätzlich ggf. auch die Momentangeschwindigkeit ermitteln. Darüber hinaus können Video-Nachfahrssysteme auch über Funktionen zur Messung von Wegstrecke und Zeit verfügen.

Im Folgenden werden typische Betriebsarten von Video-Nachfahrssystemen zur Bestimmung der Durchschnittsgeschwindigkeit näher erläutert:

- Geschwindigkeitsmessung durch Zeitmessung bei bekannter Messstreckenlänge (AUTO 1),
- Messung der Eigengeschwindigkeit beim Nachfahren mit gleichem Anfangs- und Endabstand durch simultane Zeit- und Wegstreckenmessung (AUTO 2),
- Geschwindigkeitsbestimmung durch Nachfahren mit ungleichem Anfangs- und Endabstand durch getrennte Messung von Zeit und Wegstrecke (MAN).

2.1 Geschwindigkeitsmessung durch Zeitmessung bei bekannter Messstreckenlänge (AUTO 1)

Bei der Betriebsart „AUTO 1“ wird die Geschwindigkeit über eine im Voraus mit einem geeichten Messgerät ausgemessene und somit bekannte Wegstrecke s ermittelt. Die Länge dieser Wegstrecke wird vom Bediener manuell am Gerät eingestellt. Dann wird die vom Zielfahrzeug zum Zurücklegen der Strecke benötigte Zeit manuell gestoppt und daraus anschließend automatisch die Geschwindigkeit des Zielfahrzeuges ermittelt (siehe Bild 1). Die Zeitmessung erfolgt aus einem

stehenden oder einem das Zielfahrzeug verfolgenden Einsatzfahrzeug.

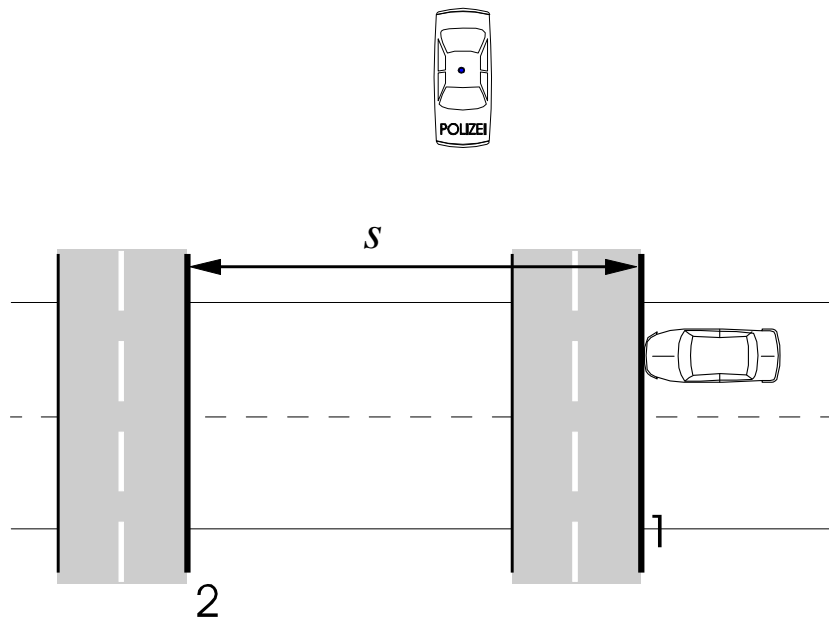


Bild 1: Geschwindigkeitsüberwachung auf einer Strecke s mit markanten Punkten am Anfang 1 und am Ende 2

2.2 Geschwindigkeitsmessung beim Nachfahren mit gleichem Anfangs- und Endabstand durch simultane Zeit- und Wegstreckenmessung (AUTO 2)

Bei der Betriebsart „AUTO 2“ wird die Geschwindigkeitsmessung durch manuelle Betätigung einer Taste gestartet, nachdem zuvor die Geschwindigkeit des Einsatzfahrzeugs der des Zielfahrzeugs angepasst worden ist. Das Gerät startet hierzu simultan eine Zeit- und eine Wegstreckenmessung. Der Messvorgang wird dann entweder automatisch (nachdem eine zuvor vorgegebene Wegstrecke erreicht ist) oder durch eine erneute manuelle Tastenbetätigung beendet. Am Ende der Messung wird automatisch die Durchschnittsgeschwindigkeit des Einsatzfahrzeugs berechnet und angezeigt.

Die so gemessene Durchschnittsgeschwindigkeit des Einsatzfahrzeugs kann dann als die Mindestgeschwindigkeit des Zielfahrzeugs verwendet werden. Voraussetzung hierfür ist, dass der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug am Ende der Messung nicht kleiner ist als am Beginn. Dies lässt sich erforderlichenfalls mit der aufgezeichneten Bildsequenz belegen.

2.3 Geschwindigkeitsbestimmung durch Nachfahren mit ungleichem Anfangs- und Endabstand durch getrennte Messung von Zeit und Wegstrecke (MAN)

Bei der Betriebsart „MAN“ werden die Messungen von Zeit und Wegstrecke nicht simultan, sondern getrennt gestartet und gestoppt. Die Wegstreckenmessung erfolgt beim Nachfahren des Zielfahrzeugs durch Abfahren der Strecke mit dem Einsatzfahrzeug; die Zeitmessung erfasst die Zeit, die das Zielfahrzeug für dieselbe Strecke benötigt. Starten und Stoppen der beiden Messungen erfolgen an markanten Punkten, bzw. Linien quer zur Fahrtrichtung durch manuelle Tastenbetätigungen (siehe Bilder 2 bis 5). Diese Betriebsart hat den Vorteil, dass zur Geschwindigkeitsmessung kein gleich bleibender Abstand zwischen Einsatz- und Zielfahrzeug erforderlich ist. So ist z.B. auch eine Messung möglich, wenn eines der Fahrzeuge das andere überholt bzw. sich die Fahrzeuge einander nähern oder voneinander entfernen.

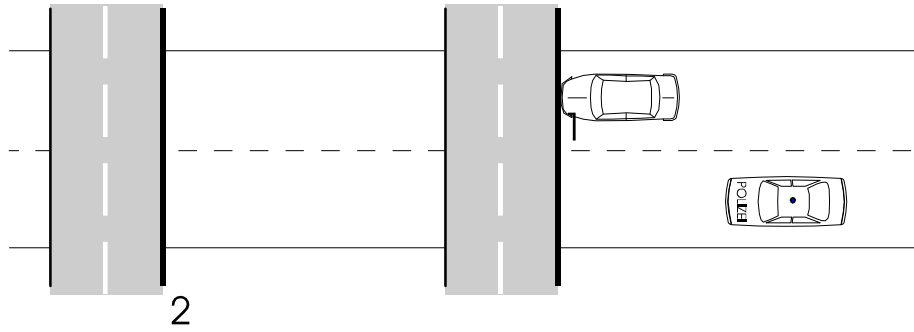


Bild 2: Die Zeitmessung beginnt, sowie das Zielfahrzeug den markanten Punkt 1 erreicht hat.

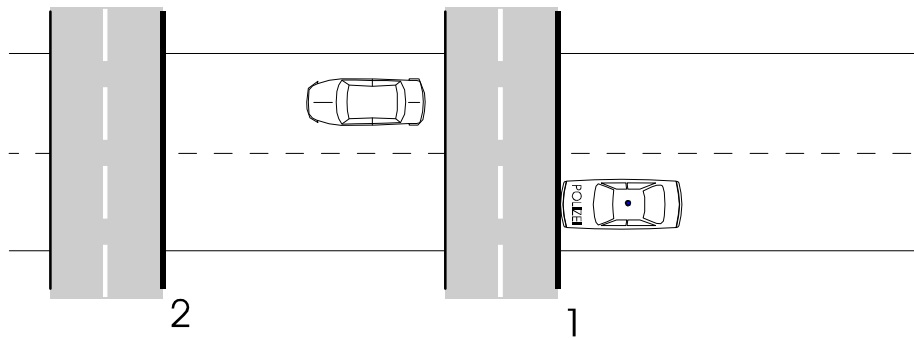


Bild 3: Die Wegstreckenmessung beginnt, wenn das Einsatzfahrzeug den markanten Punkt 1 erreicht hat.

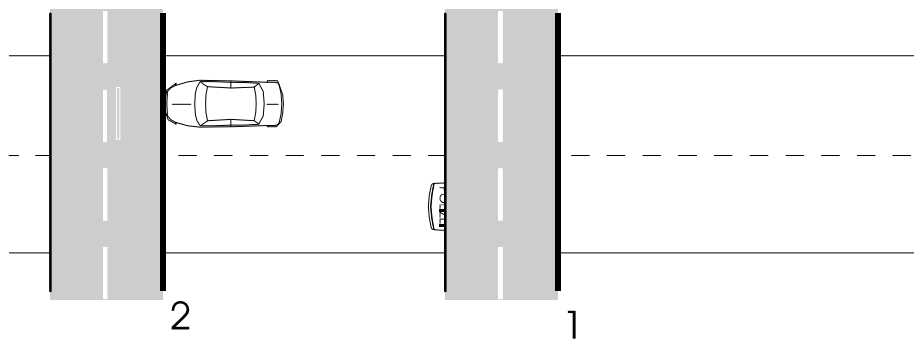


Bild 4: Die Zeitmessung endet, sowie das Zielfahrzeug den markanten Punkt 2 erreicht hat.

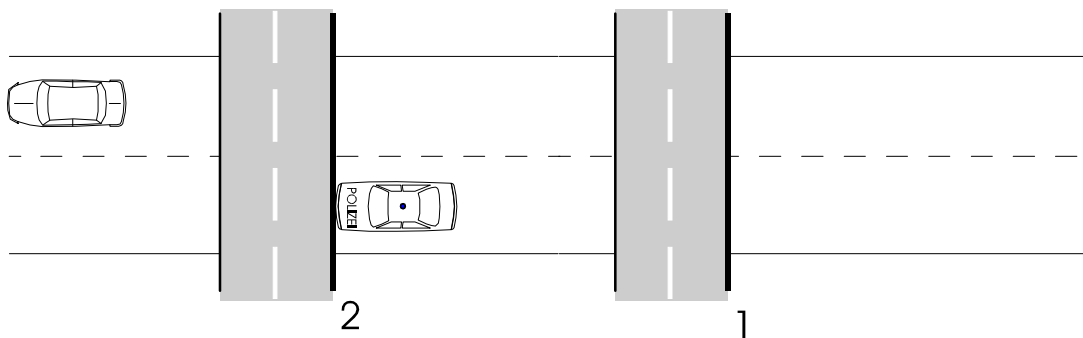


Bild 5: Die Wegstreckenmessung endet, wenn das Einsatzfahrzeug den markanten Punkt 2 erreicht hat.

2.4 Momentangeschwindigkeit

Sofern die Momentangeschwindigkeit des Einsatzfahrzeugs als geeichte Messgröße verwendet wird, darf sie dem Fahrzeugführer des zu messenden Zielfahrzeugs vorgehalten werden, wenn der Abstand zwischen den Fahrzeugen konstant bleibt (oder sich zu Gunsten des Betroffenen ändert). Dies lässt sich erforderlichenfalls mit der aufgezeichneten Bildsequenz belegen.

2.5 Zeit

Die Zeitmessung kann als Video-Stoppuhr (mit manueller Start/Stopp-Funktion) und/oder als Video-Uhr realisiert sein. Die geeichte Zeitmessung darf zur amtlichen Verkehrsüberwachung herangezogen werden. Ein typisches Einsatzgebiet der Uhren stellt die Ermittlung der Durchschnittsgeschwindigkeit anhand eines Messverfahrens auf der Basis der geeichten Zeitmessung dar.

Bei einem Einsatz als geeichte Video-Stoppuhr kann eine Durchschnittsgeschwindigkeit ermittelt werden, (ähnlich AUTO 1), indem für eine Wegstrecke s bekannter Länge die benötigte Zeit gemessen wird. Der Geschwindigkeitswert wird dabei nicht wie bei AUTO 1 vom Gerät automatisch ermittelt, sondern muss anhand eines Messverfahrens bestimmt werden.

Der Betrieb als geeichte Video-Uhr, die synchron zum Bildtakt aktualisiert wird, kann z.B. in Verbindung mit einer gleichzeitig laufenden geeichten Wegstreckenanzeige zur Ermittlung der Durchschnittsgeschwindigkeit mit einem Messverfahren herangezogen werden. Durch geeignete Auswahl der Anfangs- und Endbilder aus der Sequenz ist dabei sicherzustellen, dass der Abstand der Fahrzeuge voneinander gleich ist. Ist die Uhr als Bildzähler realisiert, lässt sich die Zeitdifferenz als Produkt der Bildwiederholfrequenz mit der Zählerdifferenz berechnen. Die Uhr kann zusätzlich auch zur Dokumentation der Vollständigkeit einer Bildsequenz herangezogen werden.

2.6 Wegstrecke

Die Wegstreckenmessung kann mit manueller Start/Stopp-Funktion und/oder auf der Basis einer laufenden Wegstreckenanzeige realisiert sein. Die geeichte Wegstreckenmessung darf zur amtlichen Verkehrsüberwachung herangezogen werden.

Die geeichte Wegstreckenmessung mit Start/Stopp-Funktion kann beispielsweise zur Bestimmung der Länge einer Wegstrecke s mit markanten Punkten am Anfang und am Ende herangezogen werden (siehe Bild 1), um spätere Messungen in der Betriebsart "AUTO 1" vorzubereiten.

Die geeichte Wegstreckenmessung auf der Basis einer laufenden Wegstreckenanzeige, die synchron zum Bildtakt aktualisiert wird, kann in Verbindung mit der geeichten Uhr (wie bereits im Abschnitt *Zeit* beschrieben) zur Ermittlung der Durchschnittsgeschwindigkeit anhand eines Messverfahrens herangezogen werden.

3 Anforderungen

3.1 Messgrößen und Anzeigen im Einsatzfahrzeug und in der Bildsequenz

Die folgenden Anforderungen gelten sowohl für die Anzeige während der Aufnahme im Einsatzfahrzeug, als auch für die nachträgliche Darstellung der aufgezeichneten Bildsequenzen.

In den aufgezeichneten Bildsequenzen dürfen zusätzlich zu den im Einsatzfahrzeug angezeigten geeichten Messgrößen weitere geeichte Messgrößen verwendet werden (z.B. Bildzähler).

Bei einem Video-Nachfahrssystem müssen die geeichten Messgrößen (Zahlenwert und Einheit) mit einer Mindesthöhe von 5 mm und deutlich lesbar dargestellt werden. Für geeichte Messgrößen gilt:

Geeichte Messgrößen	Einheit	Auflösung	Bemerkungen
Geschwindigkeit	km/h	1 km/h	Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit
Zeit	s	0,01 s	Verwendung weiterer Einheiten zulässig, sofern die Darstellung auf Grundlage der DIN EN 28601 erfolgt
Wegstrecke	m	1 m	für einen vollständigen Messablauf
		0,1 m	für die laufende Strecke
Bildzähler	-	1	zur Berechnung der Zeitdifferenzen

Der Messbereich für die Geschwindigkeit beträgt 3 km/h bis 250 km/h bzw. bis zur Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs (wenn diese geringer als 250 km/h ist). Bei Messwerten oberhalb des Messbereichs für die Geschwindigkeit muss anstelle eines Messwertes ein entsprechender Hinweis eingeblendet werden (z.B. Striche).

Die geeichten Messgrößen müssen eindeutig von den Hilfsgrößen unterscheidbar sein. Die jeweils verwendete Betriebsart muss eindeutig erkennbar sein.

Geeichte Messgrößen, die über einen vollständigen Messablauf gebildet werden (insbesondere die Durchschnittsgeschwindigkeit, die zurückgelegte Messstrecke und/oder die Zeit) müssen spätestens innerhalb von 0,1 s nach Ende des Messvorgangs angezeigt werden. Sie müssen für eine Dauer von mindestens 2 s angezeigt werden, es sei denn, es wird vorher eine neue Messung gestartet.

Die Einblendungen der aktuellen geeichten Messwerte für Momentangeschwindigkeit, laufende Zeit und laufende Wegstrecke müssen synchron zu den Bildern der aktuellen Verkehrssituation erfolgen. Messwerte und Bilder müssen dabei eindeutig einander zugeordnet sein (z.B. bei Videoaufzeichnungen durch eine direkte Einblendung).

3.2 Grundlegende Messfunktionen

3.2.1 Manuelle Auslösung von Start-/Stoppfunktionen

Eine manuelle Auslösung von Start-/Stoppfunktionen durch den Bediener muss beim Messgerät mit einer Verzögerung von maximal 40 ms zu einer Auslösung der entsprechenden Messfunktionen führen. Alle Auslösezeitpunkte (manuelle und automatische) müssen für den Bediener und in der aufgezeichneten Bildsequenz eindeutig erkennbar sein (z.B. durch akustisches Signal und Markierung entsprechender Start- u. Stopp-Bilder).

3.2.2 Geschwindigkeitsmessung

Das Video-Nachfahrssystem muss bei der Messung der Durchschnittsgeschwindigkeit zusätzlich die für den Messablauf zurückgelegte Wegstrecke als geeichte Messgröße anzeigen und dokumentieren.

Wird die Momentangeschwindigkeit des Einsatzfahrzeugs als eichpflichtige Größe verwendet, muss sie Geschwindigkeitsänderungen bis zu 2 m/s innerhalb der Eich- bzw. Verkehrsfehlergrenzen folgen.

3.2.3 Zeitmessfunktion

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

Die Überprüfung muss kontinuierlich erfolgen, so dass Abweichungen um mehr als 0,02 % spätestens nach 1 Minute erkannt werden. Bei solchen Abweichungen muss eine Fehlermeldung erfolgen, das Gerät muss dann automatisch die Durchführung weiterer Messungen blockieren.

Für Video-Uhren und Video-Stoppuhren gelten die PTB-Anforderungen Videouhren (PTB-A 18.13).

3.2.4 Wegmessfunktion

Die von einem Wegimpulsgeber gelieferten Wegstreckensignale müssen vom Geschwindigkeitsmessgerät kontinuierlich auf Plausibilität überprüft werden, um grobe Abweichungen der Impulsfolge (z.B. bei Impulsverdopplung) durch Fehler des Signalgebers zu erkennen. Im Fehlerfall muss eine Meldung erfolgen und das Gerät muss automatisch die Durchführung weiterer Messungen blockieren.

Die vom Wegimpulsgeber gelieferten Signale müssen korrekt verarbeitet werden, wenn sie den ausgewiesenen Spezifikationen für das Video-Nachfahrssystem (insbesondere Impulsform und Amplitude) entsprechen.

Die Eichfehlergrenzen für die Wegstreckenmessung betragen 2 % des gemessenen Weges, mindestens jedoch 2 m.

3.2.5 Einsatz mit Motorrad

Im Betrieb mit einem Motorrad muss der Einfluss der Schräglage (auf kurvigen Strecken) für die Erfassung der Wegstrecken berücksichtigt werden.

3.3 Wegstreckensignale

3.3.1 Anpassung an das Fahrzeug

Die untere Grenze des Einstellbereichs der Gerätekonstanten muss mindestens 2 000 Imp/km betragen. Die Gerätekonstante muss mindestens mit einer Genauigkeit von 0,2 % einstellbar sein. Die Einstellung muss eichtechnisch sicherbar sein, der eingestellte Wert der Gerätekonstanten muss sich für die Eichung anzeigen lassen.

Alle zugänglichen lösbaren Verbindungskabel zwischen dem Wegimpulsgeber, ggf. zwischengeschalteten Einrichtungen und der Zentraleinheit müssen sich sichern lassen.

3.3.2 Wegimpulsgeber

Der im Fahrzeug installierte Wegimpulsgeber des Video-Nachfahrsystems muss:

- einen rückwirkungsfreien Ausgang aufweisen,
- mindestens 2 000 Impulse pro Kilometer liefern,
- Impulse mit ausreichender Signalamplitude für Geschwindigkeiten ab 3 km/h liefern bis 250 km/h bzw. bis zur Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs.

Wenn am Wegimpulsgeber kein direkter Signalausgang mit Wegimpulsen entsprechend den Spezifikationen für die Zentraleinheit zur Verfügung steht, dürfen ggf. Signalverstärker und elektrisch entkoppelnde Einrichtungen als zwischengeschaltete Einrichtungen zwischen Wegimpulsgeber und Zentraleinheit eingesetzt werden.

Für Signalverstärker und elektrisch entkoppelnde Einrichtungen gilt:

- Die Impulsfolge muss unverändert bleiben.
- Ggf. resultierende Zeitverzögerungen müssen stets unter 100 µs bleiben.
- Falls sich Änderungen am Wegstreckenimpuls und insbesondere der Impulsfolge z. B. durch Einstellungen vornehmen lassen (Zeitverzögerung, Signalform, Verstärkungsfaktor) muss sich die betreffende Schnittstelle sichern lassen.
- Die Signalverarbeitung muss für den gesamten Geschwindigkeitsmessbereich ab 3 km/h bis 250 km/h bzw. bis zur Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs ordnungsgemäß arbeiten.

Serienmäßig im Fahrzeug eingebaute Wegimpulsgeber, Signalverstärker und elektrisch entkoppelnde Einrichtungen dürfen verwendet werden, sofern sie den o. a. Anforderungen entsprechen.

3.3.3 Impulsteiler

Wenn am Ausgang des Wegimpulsgebers die Anzahl der Impulse pro km nicht im vorgesehenen Einstellbereich der Gerätekonstanten des Videonachfahrsystems liegt, dürfen ggf. Impulsteiler als zwischengeschaltete Einrichtungen zwischen Wegimpulsgeber und Zentraleinheit eingesetzt werden. Solche Impulsteiler sind zulassungspflichtig.

Für Impulsteiler gelten folgende Anforderungen:

- Die Zeitverzögerung zwischen dem n-ten Eingangsimpuls und dem zugehörigen Ausgangsimpuls muss stets unter 100 µs bleiben.
- Falls sich verschiedene Teilungsverhältnisse einstellen lassen, so muss das unter Berücksichtigung des Einstellbereichs der Gerätekonstanten an der Zentraleinheit kleinste mögliche n gewählt werden.
- Falls sich Einstellungen vornehmen lassen (z. B. Teilungsverhältnis, Verstärkungsfaktor) muss sich die betreffende Schnittstelle sichern lassen.
- Der Impulsteiler muss für den gesamten Geschwindigkeitsmessbereich ab 3 km/h bis 250 km/h bzw. bis zur Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs ordnungsgemäß arbeiten.

3.3.4 Wegstreckensignalkonverter

In Fahrzeugen mit integriertem digitalem Signalweg der Wegstreckeninformation über einen Feldbus (z. B. CAN-Bus) darf ein Wegstreckensignalkonverter eingesetzt werden. Solche Wegstreckensignalkonverter sind zulassungspflichtig.

Für den Signalweg mit einem Wegstreckensignalkonverter gelten folgende Anforderungen:

- Es muss ein serienmäßiger Feld-Bus (z. B. CAN) des jeweiligen Fahrzeugherstellers mit Steuergeräten für sicherheitsrelevante Einrichtungen verwendet werden.
- Als Basis für die Nachbildung von Impulsen wertet der Wegstreckensignalkonverter Radimpulszählerstände und ggf. zusätzlich die Raddrehzahl aus.
- Die Signalverarbeitung muss für den gesamten Geschwindigkeitsmessbereich ab 3 km/h bis zur Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs ordnungsgemäß arbeiten.

- Der Wegstreckensignalkonverter muss die auf dem Feldbus vorgesehenen Kontrollmechanismen für die korrekte Übertragung der Telegramme anwenden (z. B. Prüfsumme, Fehlerzustände bei den beteiligten Steuergeräten, Fehler bei Telegrammen).
- Der Wegstreckensignalkonverter muss fehlerhafte Telegramme erkennen (z. B. Ausfall und unplausible Inhalte).
- Der Wegstreckensignalkonverter muss das zeitliche Eintreffen der Telegramme automatisch überwachen, so dass auch bei ggf. verspätet eintreffenden Telegrammen die Fehlergrenzen noch eingehalten werden.
- Die simulierten Wegimpulse müssen Änderungen der Geschwindigkeit um bis zu 2 m/s^2 so nachgeführt werden, dass die Fehlergrenzen eingehalten werden.
- Falls ein Überschreiten der Fehlergrenzen nicht ausgeschlossen werden kann (z. B. durch Ausfall oder Verspätung von Telegrammen, Fehlermeldungen oder unplausiblen Wegstreckendaten), ist eine Anzeige eines Momentangeschwindigkeitswertes nicht zulässig, ggf. muss der Wegstreckensignalkonverter in einen definierten Fehlerzustand wechseln (z. B. Unterdrücken der Impulsausgabe für mindestens 3 Sekunden).
- Falls sich über ein Steuergerät Änderungen an der Verarbeitung der metrologisch relevanten Telegramme vornehmen lassen (z. B. Teilungsverhältnis über einen Diagnosestecker), muss der Wegstreckensignalkonverter derartige Änderungen der Einstellungen automatisch erkennen, bei einer Änderung abschalten und sich erst wieder in Betrieb nehmen lassen nach einem Eingriff, der das Verletzen einer eichtechnischen Sicherung erfordert.
- Die Zuschaltung weiterer Komponenten (z.B. Radio) darf nicht zu einer unzulässigen Beeinflussung der Wegstreckensignale (insbesondere der Impulsfolge) führen.
- Der Wegstreckensignalkonverter muss laufend Plausibilitätsprüfungen der Wegstreckendaten zur Erkennung von Störungen durchführen. Dabei sollen Geschwindigkeitssprünge (z. B. durch Vergleich von aufeinander folgenden Zählerständen), Ansprechen von ABS bzw. ESP und ggf. defekte Sensoren (z. B. Vergleich der Zählerstände oder Raddrehzahlen verschiedener Räder bzw. Achsen) erkannt werden.

Ein Wegstreckensignalkonverter muss zusätzlich Funktionen zur Überwachung der Konfiguration gegenüber dem Zustand bei der Eichung umfassen.

Zum Schutz der Konfiguration muss der Wegstreckensignalkonverter die Konfiguration automatisch überwachen und den Messbetrieb verhindern, sobald eine Veränderung gegenüber dem Zustand bei der Eichung erkannt wird. Dazu muss eine Baugruppe des Wegstreckensignalkonverters den Zustand des Messsystems bei der Eichung aufnehmen und sicher speichern, bevor er in den normalen Betriebszustand geht. Der Zustand bei der Eichung umfasst dabei alle Steuergeräte und weitere Komponenten, durch die die Messwerte übertragen werden (einschließlich den Wegstreckensignalkonverter selbst), aller Attribute, die die Steuergeräte und andere relevante Komponenten kennzeichnen (dies umfasst die Hardware- und Software-Version) sowie alle ggf. einstellbaren Parameter o. ä. durch die beteiligten Steuergeräte und ggf. weitere Komponenten.

Der Wegstreckensignalkonverter muss zu diesem Zweck folgende Anforderungen erfüllen:

- Er muss die Möglichkeit zur Aufnahme des System-Istzustands der Konfiguration der beteiligten Steuergeräte (insbesondere anlässlich der ersten Eichung) in einem Sondermodus bieten, der sich mit einem eichtechnisch sicherbaren Schalter mit den beiden Stellungen "Aufnahme Sollwerte, Eichmodus" / "Normalbetrieb" anwählen lässt. Der Istzustand muss die Sollwerte liefern, die in den folgenden Anforderungen benötigt werden.
- Er muss die Erkennung von Änderungen in allen vorgeschalteten metrologisch relevanten Steuergeräten ermöglichen. Das Programm des Wegstreckensignalkonverters muss über Feldbus oder über eine spezielle Diagnose-Schnittstelle des Steuergerätes die Hardware-Kennung (z.B. Seriennummer) und die Software-Identifikation der relevanten Steuergeräte und Komponenten auslesen und sie mit den gespeicherten Referenzwerten vergleichen.
- Er muss Änderungen von relevanten Kalibrierfaktoren erkennen. Der Wegstreckensignalkonverter muss über Feldbus/Diagnoseschnittstelle alle Umrechnungsfaktoren, die Einfluss auf die verwendeten Wegstreckendaten haben, aus dem betreffenden Steuergerät auslesen und sie mit den gespeicherten Referenz-Werten vergleichen.
- Wenn beim Soll-Ist-Vergleich eine Änderung festgestellt worden ist, muss der WSK die Messwertausgabe unterbrechen. Um die Unterbrechung wieder aufzuheben, muss dafür gesorgt werden, dass dabei eine eichtechnische Sicherung verletzt wird.
- Der Soll-Ist-Vergleich muss mindestens einmal pro Fahrt (z.B. vor / beim Starten des Motors) automatisch vom WSK durchgeführt werden.

Mit diesen Maßnahmen lassen sich mechanische eichtechnische Sicherungen der Verbindungen auf dem digitalen Signalweg ersetzen.

Ein Wegstreckensignalkonverter muss zusätzlich ein Prüftool für die Eichung umfassen (s. Abschnitt 3.4).

3.4 Prüfschnittstellen

Für die eichtechnische Prüfung ist bei Messanlagenkonfigurationen ohne Wegstreckensignalkonverter eine Prüfschnittstelle vorzusehen, die mindestens folgende Funktionen unterstützt:

- Einspeisen von simulierten Wegstreckenimpulsen zum Überprüfen der Messrichtigkeit der Wegstreckenmessung und der Geschwindigkeitsmessung
- Abgriff der vom Wegimpulsgeber gelieferten Signale

Bei Messanlagenkonfigurationen mit einem Wegstreckensignalkonverter ist eine Prüfschnittstelle vorzusehen, die mindestens folgende Funktionen unterstützt:

- Bei der Eichung muss sich der Ist-Zustand der Konfiguration aufnehmen lassen, z. B. über einen sicherbaren Schalter. Die so ermittelten Referenzwerte der Konfiguration müssen in nicht proprietären Formaten (z. B. CSV) ausgegeben lassen, so dass eine Dokumentation der Eichung unterstützt wird.
- Für mögliche weitere Prüfungen muss sich eine Prüfprozedur der Funktion des Wegstreckensignalkonverters einen realen Fahrzyklus mit typischen Fahrsituationen (niedrige Geschwindigkeit, hohe Geschwindigkeit, während des Abbremsens) durchführen lassen. Die vom Wegstreckensignalkonverter generierten Impulse müssen erfasst werden. Mit dieser Impulsfolge ist ein Soll-Ist-Vergleich mit den Wegstreckendaten (Radimpulszählerstände) vom Feldbus durchzuführen. Für eine Dauer von mindestens 2 Minuten muss sich ein Referenz-Datensatz aufnehmen lassen, der die Wegstreckendaten (relevante Radimpulszählerstände), eine Geschwindigkeitsinformation (z. B. Raddrehzahl), die Anzahl der erfassten Impulse, eine Zeitinformation und den Soll-Ist-Vergleich umfasst. Derart aufgenommene Referenz-Datensätze müssen sich in nicht proprietären Formaten (z. B. CSV) ausgegeben lassen.

3.5 Kamera

Die Kamera muss Bilder mit einer Frequenz von mindestens 24 Hz liefern.

Wird eine Kamera mit veränderbarer Brennweite verwendet, so müssen Änderungen der Brennweite automatisch durch geeignete Kennzahlen erfasst werden. Diese Kennzahlen müssen in der Anzeige und in der Bildsequenz erscheinen. Eine quantitative Rückführung der Kennzahl auf die entsprechende Brennweite ist nicht erforderlich.

3.6 Integrität und Authentizität der Aufzeichnungen

Für Aufzeichnungen, 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 WELMEC 7.2 „Software Guide“ (Ausgabe 5 vom Mai 2011).

3.7 Schnittstellen und Zusatzeinrichtungen

Als Anforderungen an Schnittstellen gelten die PTB-Anforderungen Schnittstellen an Messgeräten und Zusatzeinrichtungen (PTB-A 50.1), Ausgabe 12/89, sowie die Anforderungen des Leitfadens WELMEC 7.2 „Software Guide“.

Sind die betreffenden Schnittstellen rückwirkungsfrei, so dürfen beliebige, nicht eichpflichtige Zusatzeinrichtungen angeschlossen werden. Andernfalls darf nur eine für das Video-Nachfahrssystem zugelassene Zusatzeinrichtung angeschlossen werden oder die Schnittstelle muss ggf. eichtechnisch gesichert werden.

3.8 Software und Selbsttest

Die Software muss sich identifizieren, z.B. durch Anzeige der Version am Display.

Es muss ein Selbsttest ausführbar sein, der eine eindeutige automatische Überprüfung der eichrechtlich relevanten Software (z. B. durch Bildung einer Checksumme über diese Software) beinhaltet. Bei Abweichungen muss eine Fehlermeldung erfolgen und das Gerät muss weitere Messungen blockieren. Das Gerät muss über eine Möglichkeit zur Überprüfung der korrekten Funktion der Anzeige verfügen. Weitere grundlegende Anforderungen an die Software ergeben sich aus WELMEC 7.2 „Software Guide“. Bezüglich Manipulationsschutz, Prüftiefe und Konformität ist jeweils das Niveau „hoch“ zu verwenden.

Bei einem ggf. zwischengeschalteten Wegstreckensignalkonverter ohne eine eigene Anzeige muss sich die Identifikation der Software bei der Eichung ausgegeben lassen (z. B. über eine Prüfschnittstelle, s. a. Abschnitt 3.4).

3.9 Störfestigkeit gegenüber Umgebungseinflüssen

Das Video-Nachfahrssystem muss 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 darf das Video-Nachfahrssystem auch automatisch in einen Modus übergehen, in dem keine weiteren Messungen mehr möglich sind, oder der eindeutig als gestört erkennbar ist.

3.9.1 Klimabeständigkeit

Ein Video-Nachfahrssystem muss dem Lagertemperaturbereich von -25 °C bis 70 °C standhalten (gemäß Dokument OIML D 11 in der Ausgabe von 2013, Organisation Internationale de Métrologie Légale).

Das Video-Nachfahrssystem muss in dem vom Hersteller spezifizierten Umgebungstemperaturbereich ordnungsgemäß arbeiten. Dieser Bereich muss mindestens 0 °C bis 40 °C umfassen. Ein Unter- oder Überschreiten des spezifizierten Temperaturbereiches muss vom Messgerät automatisch erkannt werden und es muss eine geeignete Meldung erscheinen. Der laufende Messvorgang muss abgebrochen werden und das Gerät muss weitere Messungen blockieren.

Das Video-Nachfahrssystem muss sowohl unter den Betriebs- als auch unter den Lagerungsbedingungen unempfindlich sein gegenüber der relativen Feuchte der Umgebungsluft.

3.9.2 Mechanische Widerstandsfähigkeit

Videonachfahrssysteme werden in Kraftfahrzeugen installiert, d. h. an Maschinen angebracht. Die Geräte müssen gemäß OIML D 11 (2013), 11.1 (Schärfegrad 2) störfest sein.

3.9.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Die Anforderungen zur elektromagnetischen Verträglichkeit basieren auf den folgenden Normen:

- DIN EN 61000-6-2 „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 6-2: Fachgrundnormen – Störfestigkeit Industriebereich“, Ausgabe 2006-03, mit Verweisen auf eine Reihe speziellerer Grundnormen.
- 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

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 Schärfegrade gibt die im Anhang aufgeführte Tabelle.

Ein Unterschreiten der vom Hersteller spezifizierten Versorgungsspannung muss vom Messgerät automatisch erkannt werden. Im Falle der Erkennung muss eine geeignete Meldung erscheinen, der laufende Messvorgang abgebrochen werden und das Gerät weitere Messungen blockieren. Erfolgt die Versorgung mit Gleichspannung, so muss das Gerät zumindest im vom Hersteller spezifizierten Spannungsbereich (U_{\min} und U_{\max}) korrekt arbeiten. Die untere Grenze U_{\min} des Bereichs darf $0,8 U_0$ nicht überschreiten, die obere Grenze muss mindestens $1,2 U_0$ betragen (U_0 ist die Nennspannung der vom Hersteller empfohlenen Spannungsquelle). Oberhalb von U_{\max} muss das Gerät automatisch abschalten.

3.10 Gebrauchsanweisung

Die Gebrauchsanweisung muss so formuliert sein, dass bei einem Einsatz entsprechend den Festlegungen in der Gebrauchsanweisung die Fehlergrenzen stets eingehalten werden (ein gültig geeichtes Gerät vorausgesetzt).

Die Gebrauchsanweisung muss in deutscher Sprache verfasst sein und mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- Detaillierte Beschreibung der geeichten Messgrößen (bzw. Hilfsgrößen) und der zugehörigen Betriebsarten mit Angabe der Messbereiche,
- Beschreibung sämtlicher Komponenten mit Erläuterung zur korrekten Bedienung einschließlich der Betriebs- und Einsatzbedingungen,
- Hinweise zu Fehlermöglichkeiten, deren Ursache und Vermeidung,
- Schulung des Bedienpersonals,

- Betriebs- und Einsatzbedingungen für das Einsatzfahrzeug (z.B. Luftdruck, Beladung,...), sowie ggf. Bedingungen für zulässige Reifenwechsel ohne Nacheichung (z.B. innerhalb einer Größe, verschiedene Hersteller, Sommer- und Winterreifen).

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 Aufschriften

Die Geschwindigkeitsmessgeräte müssen zusätzlich zu den Angaben nach § 42 Abs. 1 der EO eine Aufschrift tragen mit der Angabe des Bereichs der Gerätekonstanten.

6 Literatur

- 1 DIN EN 28601, Datenelement und Austauschformate; Informationsaustausch; Darstellung von Datum und Uhrzeit, Ausgabe 1993-02 (entspricht EN 28601:1992)
- 2 PTB-Anforderungen Video-Uhren (PTB-A 18.13), Ausgabe Dezember 2013
- 3 WELMEC 7.2 „Software Guide“ Ausgabe 5, 2011 (Measuring Instruments Directive 2004/22/EC)
- 4 PTB-Anforderungen Schnittstellen an Messgeräten und Zusatzeinrichtungen (PTB-A 50.1), Ausgabe 12/89
- 5 Dokument OIML D 11 der Organisation Internationale de Métrologie Légale, 2013
- 6 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)
- 7 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
- 8 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
- 9 ISO 16750-2 “Road vehicles – Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment – Part 2: Electrical loads”, Third edition 2010-03-15
- 10 DIN EN 61000-4-6, „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren; Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder“, Ausgabe 2014-08
- 11 DIN EN 61000-4-3, „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren; Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder“, Ausgabe 2011-04
- 12 DIN EN 61000-4-2, „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-2: Prüf- und Messverfahren; Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität“, Ausgabe 2009-12)
- 13 DIN EN 61000-4-4, „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-4: Prüf- und Messverfahren; Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst“, Ausg. 2013-04
- 14 DIN EN 61000-4-5, „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren; Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen“, Ausgabe 2007-06
- 15 DIN EN 61000-4-11, „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-11: Prüf- und Messverfahren; Prüfung der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen“, Ausgabe 2005-02.
- 16 DIN EN 61000-4-8, „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-8: Prüf- und Messverfahren; Prüfung der Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen“, Ausgabe 2010-11

Anhang: Tabelle zur elektromagnetischen Verträglichkeit

Teilprüfung	Prüfaufbau nach	Grenzwerte Prüfschärfegrad	Bemerkung
Hochfrequente elektromagnetische Felder	DIN EN 61000-4-6: 2014-08	150 kHz bis 80 MHz, 20 V 1 %-Schritte Bei batteriebetriebenen Geräten ist die Startfrequenz aus Bild B.1 der Norm zu ermitteln. Abhängig von den Eigenschaften des Prüflings kann die Prüfung eines zusätzlichen Frequenzbereichs erforderlich sein. Abhängig von den Eigenschaften des Prüflings kann die Verwendung einer von der Norm abweichenden Modulationsfrequenz erforderlich sein.** Die in der Fachgrundnorm in Anmerkung b vorgesehene Reduzierung der Amplitude auf 3 V im Rundfunkfrequenzbereich zwischen 47 MHz und 68 MHz entfällt.	Signalanschlüsse mit Leitungslänge >3 m
			Gleichstrom-Netzein- und Ausgänge *
			Wechselstrom-Netzein- und Ausgänge
Hochfrequente elektromagnetische Felder	DIN EN 61000-4-3: 2011-04	80 MHz bis 1 000 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: 2013-04	Signalanschlüsse: ±1 kV	Signalanschlüsse mit Leitungslänge > 3 m
		Gleich- bzw. Wechselstromversorgungsleitungen: ±2 kV	Gleichstrom-Netzein- und -ausgänge mit Leitungslänge > 3 m * Wechselstrom-Netzein- und Ausgänge
Stoßspannungen/ Surge	DIN EN 61000-4-5: 2007-06	unsym.: ±1 kV	Signalanschlüsse mit Leitungslänge > 30 m
		unsym.: ±0,5 kV sym. ±0,5 kV	Gleichstrom-Netzein- und -ausgänge *
		unsym.: ±2 kV sym. ±1 kV	Wechselstrom-Netzein- und Ausgänge
Spannungseinbrüche	DIN EN 61000-4-11: 2005-02	Spannungseinbruch: 30 % und 60 %	Wechselstrom-Netzein- und Ausgänge
Spannungsunterbrechungen	DIN EN 61000-4-11: 2005-02	Spannungsunterbrechung: >95 %	Wechselstrom-Netzein- und Ausgänge

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

**Hinweis: Die Modulationsfrequenz muss in dem für das Video-Nachfahrssystem spezifizierten Frequenzbereich für den Fahrzeugimpulsgeber liegen.

***Hinweis: Berücksichtigung eines im Amateurfunk genutzten Frequenzbereiches

****Hinweis: Berücksichtigung eines vom militärischen Funk 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