

DIN EN 15153-1

ICS 45.060.10

Einsprüche bis 2017-11-15
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 15153-1:2017-04

Entwurf

**Bahnanwendungen –
Externe optische und akustische Warneinrichtungen –
Teil 1: Frontscheinwerfer, Spitzensignale und Zugschlussignale für
Eisenbahnfahrzeuge;
Deutsche und Englische Fassung prEN 15153-1:2017**

Railway applications –
External visible and audible warning devices –
Part 1: Head, marker and tail lamps for mainline rail;
German and English version prEN 15153-1:2017

Applications ferroviaires –
Dispositifs d'avertissement optiques et acoustiques –
Partie 1: Signaux de face avant, signaux d'extrémité avant et signaux de face arrière pour les
grandes lignes;
Version allemande et anglaise prEN 15153-1:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-09-15 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs
besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-
Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de,
sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fsf@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im
Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-
Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF), Panoramaweg 1,
34131 Kassel.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 49 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15153-1:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 087-00-08 AA „Fahrzeugkopf/Führerraum“ im DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF).

Dieses Dokument beruht auf der Grundlage einer englischen Referenzfassung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfs gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 15153-1:2017-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Angleichung technischer Anforderungen an die Interoperabilitätsspezifikationen (TSI);
- b) Überarbeitung von Anforderungen, um neue Technologien zuzulassen.

Bahnanwendungen — Externe optische und akustische Warneinrichtungen — Teil 1: Frontscheinwerfer, Spitzensignale und Zugschlussignale für Eisenbahnfahrzeuge

Applications ferroviaires — Dispositifs d'avertissement optiques et acoustiques — Partie 1 : Signaux de face avant, signaux d'extrémité avant et signaux de face arrière pour les grandes lignes

Railway applications — External visible and audible warning devices — Part 1: Head, marker and tail lamps for mainline rail

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.8l

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	7
5 Anforderungen	8
5.1 Allgemeines	8
5.2 Bereitstellung der Leuchten	8
5.3 Scheinwerfer	8
5.3.1 Position der Scheinwerfer	8
5.3.2 Abmessungen der Scheinwerfer	8
5.3.3 Lichtfarbe der Scheinwerfer	8
5.3.4 Lichtstärke der Scheinwerfer	9
5.3.5 Ausrichtung der Scheinwerfer	10
5.4 Spitzensignale	10
5.4.1 Position der Spitzensignale	10
5.4.2 Abmessungen der Spitzensignale	11
5.4.3 Lichtfarbe der Spitzensignale	11
5.4.4 Lichtstärke der Spitzensignale	12
5.4.5 Ausrichtung der Spitzensignale	13
5.5 Zugschlussignale	13
5.5.1 Position der Zugschlussignale	13
5.5.2 Abmessungen der Zugschlussignale	13
5.5.3 Lichtfarbe der Zugschlussignale	13
5.5.4 Lichtstärke der Zugschlussignale	14
5.5.5 Ausrichtung der Zugschlussignale	14
5.6 Steuerung der Leuchten	14
5.7 Betriebsüberwachung	14
6 Prüfungsanforderungen	15
6.1 Allgemeines	15
6.2 Allgemeine Prüfungsanforderungen	15
6.2.1 Anzahl der Probestücke	15
6.2.2 Prüfungskonfiguration	15
6.2.3 Prüfungsumgebung	15
6.2.4 Kalibrierung der Messeinrichtung	15
6.2.5 Goniometer	15
6.2.6 Prüfspannung	15
6.2.7 Alterung und Stabilisierung	16
6.2.8 Prüfbericht	16
6.3 Besondere Anforderungen an die kolorimetrischen Prüfungen	16
6.3.1 Zweck und Anwendung der kolorimetrischen Prüfungen	16
6.3.2 Für die kolorimetrischen Prüfungen verwendete Messeinrichtung	17
6.3.3 Geometrie für die kolorimetrischen Prüfungen	17
6.3.4 Prüfverfahren für die kolorimetrischen Prüfungen	17
6.3.5 Erforderliche Ergebnisse	17
6.4 Besondere Anforderungen an die photometrischen Prüfungen	17

6.4.1	Zweck und Anwendung der photometrischen Prüfungen	17
6.4.2	Für die photometrischen Prüfungen verwendete Messeinrichtung	17
6.4.3	Geometrie für die photometrischen Prüfungen.....	18
6.4.4	Prüfverfahren für die photometrischen Prüfungen	18
6.4.5	Erforderliche Ergebnisse.....	18
Anhang A	(informativ) Zusammenfassung der Prüfungsanforderungen.....	19
Anhang ZA	(informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2008/57/EG.....	20
Literaturhinweise.....		23

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15153-1:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 15153-1:2013+A1:2016 ersetzen.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie 2008/57/EG siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Die wesentlichen Änderungen in Bezug auf die vorherige Ausgabe sind:

- technische Anforderungen wurden mit den konventionellen TSIs in Einklang gebracht, und
- Anforderungen wurden überarbeitet, um neue Technologien zu erlauben.

Diese Dokumentenreihe *Bahnanwendungen — Externe optische und akustische Warneinrichtungen* besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Frontscheinwerfer, Spitzensignale und Zugschlussignale für Eisenbahnfahrzeuge* (dieses Dokument)
- *Teil 2: Signalthörner für Eisenbahnfahrzeuge*
- *Teil 3: Externe optische Warneinrichtungen für städtische Schienenbahnen*
- *Teil 4: Signalthörner für städtische Schienenbahnen*

Einleitung

Diese Europäische Norm wurde infolge der Erstellung von prEN 15153-3 für städtische Schienenbahnen angefertigt. Diese Europäische Norm wurde umbenannt, um eine klare Unterscheidung zwischen Eisenbahnfahrzeugen und städtischen Schienenbahnen vorzunehmen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die funktionellen und technischen Anforderungen an Frontscheinwerfer, Spitzensignale und Zugschluss-signale von Hochgeschwindigkeits- und konventionellen Eisenbahnfahrzeugen fest und schließt Straßenbahnen, U-Bahnen und netzunabhängige Systeme aus.

Diese Europäische Norm legt auch die Anforderungen für die Prüfung und Konformitätsbewertung fest.

Tragbare Leuchten sind vom Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm ausgeschlossen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 16186-2:2017, *Bahnanwendungen — Führerraum — Teil 2: Integration von Displays, Bedien- und Anzeigeelementen*

CIE 15:2004, *Farbmessung*¹⁾

CIE 69:1987, *Methods of characterizing illuminance meters and luminance meters; performance, characteristics and specifications*¹⁾

CIE 70:1987, *Bestimmung der absoluten Lichtstärkeverteilung durch Messung*¹⁾

ISO 11664-1:2007, *Colorimetry — Part 1: CIE standard colorimetric observers*¹⁾

ANMERKUNG ISO 11664-1 wurde zuvor als ISO 10527:2007 veröffentlicht, die zurückgezogen wurde.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Hochgeschwindigkeitszug

Zug, der für Geschwindigkeiten von 190 km/h oder mehr konstruiert ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies schließt Hochgeschwindigkeitszüge der Klasse 1 und der Klasse 2 nach der EU-Richtlinie 1302/2014 (2. TSI LOC&PAS) ein.

3.2

konventioneller Zug

Zug, der für eine Geschwindigkeit von maximal 190 km/h oder weniger konstruiert ist und der für Reisen auf allen oder auf Teilen der konventionellen Strecken des TEN (transeuropäisches Eisenbahnsystem) vorgesehen ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch TSI LOC&PAS §2.1.

3.3

Scheinwerfer

an der Front des Zugs installierte Einrichtung, die weißes Licht ausstrahlt, als sichtbare Warnung eines sich nähernden Zugs und/oder zur Beleuchtung der Strecke

¹⁾ Erhältlich bei: International Commission on Illumination, CIE Central Bureau, Babenbergerstraße 9/9A, A-1010 Wien.

3.4

Spitzensignal

an der Front des Zugs installierte Einrichtung, die weißes Licht ausstrahlt, um die Anwesenheit eines Zugs anzuzeigen, als sichtbare Warnung eines sich nähernden Zugs und/oder zur Beleuchtung rückstrahlender Streckensignale

3.5

Zugschlusssignal

am Ende des Zugs installierte Einrichtung, die rotes Licht ausstrahlt, um die Anwesenheit eines Zugs und das Ende des kompletten Zugs anzuzeigen

3.6

Lichtquelle

System zur Lichterzeugung in einer Leuchte

3.7

CIE (1931) standardisiertes kolorimetrisches System (x, y, z)

System zur Angabe der Farbe, in dem die Tristimulus-Werte der spektralen Leistungsverteilung eines farbigen Lichts durch Verwendung der Referenzfarbreize [X], [Y], [Z] und der drei CIE-Farbanpassungsfunktionen $x(\lambda)$, $y(\lambda)$, $z(\lambda)$, die 1931 von CIE festgelegt wurden, bestimmt werden (siehe CIE 15)

3.8

optische Achse der Leuchte

vom Hersteller angegebene Achse, anhand derer die Lichtstärke-Anforderungen bewertet werden

3.9

Gleismittellinie

Achse, die parallel und mit gleichem Abstand zu den beiden Schienen eines Gleises verläuft

[QUELLE: EN 13232-1:2003, modifiziert]

3.10

Leuchtfläche

aktive optische Fläche einer Leuchte, die in die Ebene senkrecht zur optischen Achse projiziert wird

3.11

technische Spezifikation

Dokument, das spezifische Eigenschaften und/oder Produktanforderungen zusätzlich zu den Anforderungen dieser Norm beschreibt

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole und Abkürzungen.

cd	Candela, die SI-Einheit für Lichtstärke
CIE	Internationale Beleuchtungskommission
LED	Leuchtdiode
RST	Eisenbahn-Fahrzeuge
TEN	Transeuropäisches Eisenbahnnetz
TSI	Technische Spezifikation für die Interoperabilität, bezogen auf das Fahrzeug-Teilsystem des TEN
UIC	Internationaler Eisenbahnverband

5 Anforderungen

5.1 Allgemeines

Die Bereitstellung der Leuchten ist in 5.2 festgelegt.

Die technischen Anforderungen sind für Scheinwerfer in 5.3, für Spitzensignale in 5.4 und für Zugschluss-signale in 5.5 festgelegt.

Die Prüfanforderungen sind in Abschnitt 6 und im Anhang A festgelegt.

Es wird darauf hingewiesen, dass bestimmte Leuchtmittel im Laufe ihres Betriebslebens altern. Es ist wichtig sicherzustellen, dass die Erfüllung der Anforderungen dieser Europäischen Norm beibehalten wird.

5.2 Bereitstellung der Leuchten

An der Front des Zugs müssen mindestens zwei weiße Scheinwerfer bereitgestellt werden.

Zusätzlich, sofern das in der technischen Spezifikation verlangt ist, dürfen maximal zwei obere Scheinwerfer angebracht werden.

An der Front des Zugs müssen drei weiße Spitzensignale angebracht werden.

Am Ende des Zugs müssen zwei rote Zugschluss-signale angebracht werden.

Wenn die technische Spezifikation dies verlangt, dürfen zusätzliche Zugschluss-signale und Spitzensignale mit speziellen Warn- oder Signalfunktionen installiert werden, vorausgesetzt, dass sie die beschriebenen optischen Anforderungen erfüllen und die in dieser Europäischen Norm angegebenen Parameter nicht nachteilig beeinträchtigen.

Kombinierte Leuchten (d. h., Leuchten, die mehrere verschiedene Funktionen aufweisen) sind zulässig, vorausgesetzt, dass die Anforderungen für die einzelnen Leuchtenfunktionen eingehalten werden.

Alle Leuchten an zwischenliegenden Stellen innerhalb eines Zugs müssen unbeleuchtet sein.

5.3 Scheinwerfer

5.3.1 Position der Scheinwerfer

Die beiden Scheinwerfer sind auf derselben Höhe anzuordnen, und zwar so, dass ihr geometrischer Mittelpunkt jeweils zwischen 1 500 mm und 2 000 mm über der oberen Schienenkante liegt.

Die Anordnung der beiden Scheinwerfer ist so zu gestalten, dass der Abstand zwischen ihren geometrischen Mittelpunkten nicht weniger als 1 000 mm beträgt und ihre geometrischen Mittelpunkte symmetrisch zur Gleismittellinie angeordnet sind.

Wenn obere Scheinwerfer installiert sind, müssen diese oberhalb der Frontscheibe so nah wie möglich an der Fahrzeugmittellinie angebracht sein.

5.3.2 Abmessungen der Scheinwerfer

Jeder Scheinwerfer muss eine maximale Leuchtfläche von 33 400 mm², eine Mindestleuchtfläche von 17 650 mm² und ein Mindestmaß dieser Leuchtfläche von 110 mm aufweisen.

Die gesamte Leuchtfläche des Scheinwerfers muss leuchtend erscheinen, wenn die Leuchte in Einbaulage installiert ist und entlang der optischen Achse betrachtet wird.

5.3.3 Lichtfarbe der Scheinwerfer

Die Farbe des von den Scheinwerfern emittierten Lichts, welche nach 6.3 gemessen wird, muss innerhalb des Farbenraums liegen, der durch die Schnittpunkte nach Tabelle 1 festgelegt und in Bild 1 dargestellt ist.

Tabelle 1 — Farbwertanteile der Schnittpunkte der Farbspezifikation für Scheinwerfer

Lichtfarbe des Scheinwerfers	CIE (1931) Farbwertanteile der Schnittpunkte						
	Punkt	I*	J	J'	K'	K	L*
Weiß	x	0,310	0,440	0,500	0,500	0,440	0,310
	y	0,348	0,432	0,440	0,382	0,382	0,283

ANMERKUNG Diese Spezifikation basiert auf CIE S 004 Weiß, Klasse B, mit eingeschränkter Grenze zu Blau. Die Farbwertanteile, die mit * versehen sind, legen die eingeschränkte Grenze zu Blau fest.

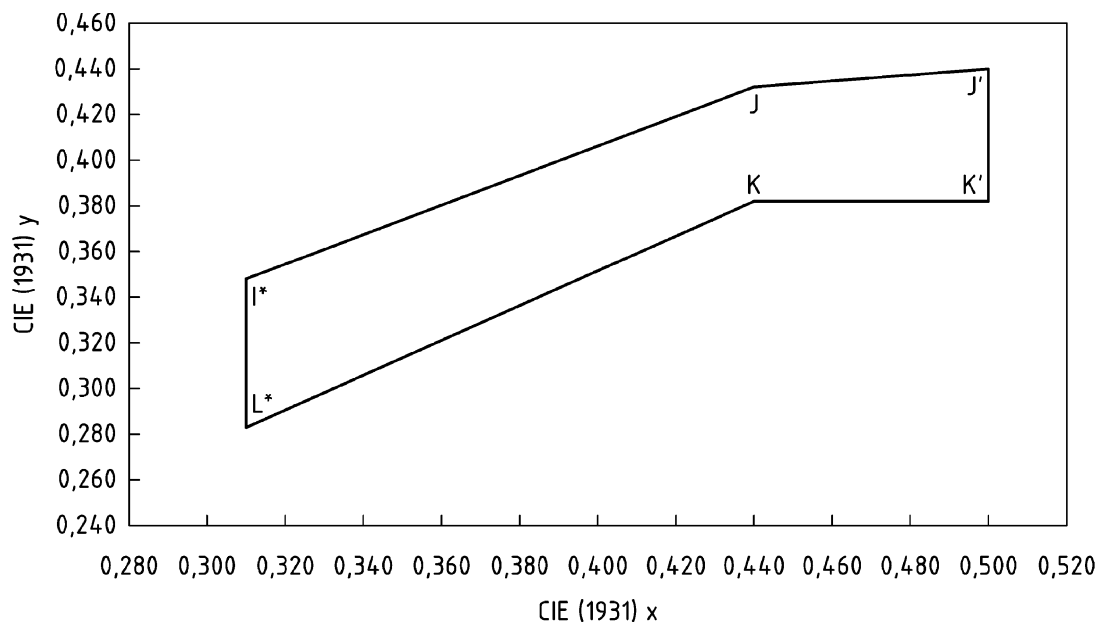


Bild 1 — Farbwertdiagramm zur Darstellung der Farbspezifikation für Scheinwerfer nach Tabelle 1

Wenn in der technischen Spezifikation verlangt, müssen für die Scheinwerfer die Anforderungen an die spektrale Strahlungsverteilung nach 5.4.3.2 angewendet werden.

5.3.4 Lichtstärke der Scheinwerfer

Die Lichtstärken der einzelnen Scheinwerfer müssen Tabelle 2 entsprechen.

Tabelle 2 — Lichtstärke der Scheinwerfer

Funktion des Scheinwerfers	Frontscheinwerfer, gedimmt und oberer Scheinwerfer, sofern installiert	Frontscheinwerfer, aufgeblendet
Lichtstärke (cd), gemessen entlang der optischen Achse des Scheinwerfers	12 000 bis 16 000	40 000 bis 70 000
Lichtstärke (cd) bei Winkeln innerhalb von 5° auf jeder Seite der optischen Achse in der horizontalen Ebene	> 3 000	> 10 000

Im Falle von Frontscheinwerfern an konventionellen Zügen ist nur eine Scheinwerferfunktion (gedimmt oder aufgeblendet) erforderlich.

ANMERKUNG Ob gedimmtes oder aufgeblendetes Licht benutzt wird, hängt von den Betriebsvorschriften im jeweiligen Mitgliedsstaat ab.

Wenn obere Scheinwerfer installiert sind, dürfen die Eigenschaften dieser Scheinwerfer von den Anforderungen dieser Europäischen Norm abweichen.

Sekundärmaxima von Lichtstärken bei Winkeln innerhalb von $\pm 5^\circ$ zur optischen Achse in der horizontalen Ebene sind zulässig, vorausgesetzt, dass:

- a) die maximale angegebene Lichtstärke entlang der Achse nicht überschritten wird,
- und
- b) die Differenz der Lichtstärken zwischen jedem angrenzenden Sekundärmaximum und -minimum nicht mehr als 10 % der entlang der optischen Achse des Scheinwerfers gemessenen Lichtstärke beträgt.

Im Hinblick auf Blendungsbegrenzung müssen die maximalen Lichtstärken für jeden Winkel oberhalb der optischen Achse in der horizontalen Ebene parallel zur Gleismittellinie in eingebautem Zustand nach jeder notwendigen Einstellung, wie in 5.3.5 festgelegt, Tabelle 3 entsprechen.

Tabelle 3 — Lichtstärken bei bestimmten Winkeln für aufgeblendete und gedimmte Scheinwerfer

Winkel oberhalb der horizontalen Achse des Scheinwerfers in der vertikalen Ebene °	Maximale Lichtstärke des Scheinwerfers bei angegebenem Winkel cd
0,25°	58 400
0,50°	14 600
1,00°	3 650
1,50°	1 620
2,00°	912

Eine alternative Blendungsbegrenzung ist die Einstellung der abwärtsgerichteten Ausrichtung der Scheinwerfer, wenn diese am Fahrzeug installiert sind, so dass die vertikale Beleuchtungsstärke jedes Scheinwerfers auf der Oberfläche der Schienenoberkante in einer Entfernung von 100 m weniger als 0,5 lx beträgt. In diesem Fall brauchen die Anforderungen nach Tabelle 3 nicht erfüllt zu werden.

5.3.5 Ausrichtung der Scheinwerfer

Scheinwerfer müssen die Möglichkeit zur Einstellung ihrer Ausrichtung bieten. Im Falle von Scheinwerfern, bei denen die Blendung nach Tabelle 3 begrenzt wird, muss der Winkel zwischen der optischen Achse des Scheinwerfers in eingebautem Zustand und der Gleismittellinie in der horizontalen und vertikalen Ebene 0° betragen. Im Falle von Scheinwerfern, bei denen die Blendung nach der alternativen Methode begrenzt wird, muss der abwärtsgerichtete vertikale Ausrichtungswinkel (Neigungswinkel) für eine gegebene Leuchtenkonstruktion des Scheinwerfers festgelegt werden.

5.4 Spitzensignale

5.4.1 Position der Spitzensignale

Die beiden unteren Spitzensignale sind auf derselben Höhe über der oberen Schienenkante anzuordnen.

Die Mittelpunkte der unteren Spitzensignale müssen zwischen 1 500 mm und 2 000 mm über der oberen Schienenkante liegen.

Der Abstand zwischen den Mittelpunkten der beiden unteren Spitzensignale darf nicht weniger als 1 000 mm betragen, und diese müssen symmetrisch zur Mittellinie des Fahrzeugs angeordnet sein.

Das obere Spitzensignal muss mittig und oberhalb der unteren Spitzensignale angeordnet sein. Der vertikale Abstand zwischen den geometrischen Mittelpunkten des oberen Spitzensignals und den unteren Scheinwerfern und Spitzensignalen muss gleich oder größer als 600 mm sein.

5.4.2 Abmessungen der Spitzensignale

Jedes Spitzensignal muss eine maximale Leuchtfläche von 22 700 mm², eine Mindestleuchtfläche von 9 500 mm² und ein Mindestmaß dieser Leuchtfläche von 110 mm aufweisen.

5.4.3 Lichtfarbe der Spitzensignale

5.4.3.1 Allgemeines

Die Farbe des von den Spitzensignalen emittierten Lichts, welche nach 6.3 gemessen wird, muss innerhalb des Farbenraums liegen, der durch die Schnittpunkte nach Tabelle 4 festgelegt und in Bild 2 dargestellt ist.

Tabelle 4 — Farbwertanteile der Schnittpunkte der Farbspezifikation für Spitzensignale

Lichtfarbe des Spitzensignals	CIE (1931) Farbwertanteile der Schnittpunkte						
	Punkt	I*	J	J'	K'	K	L*
Weiß	x	0,310	0,440	0,500	0,500	0,440	0,310
	y	0,348	0,432	0,440	0,382	0,382	0,283

ANMERKUNG Diese Spezifikation basiert auf CIE S 004 Weiß, Klasse B, mit eingeschränkter Grenze zu Blau. Die Farbwertanteile, die mit * versehen sind, legen die eingeschränkte Grenze zu Blau fest.

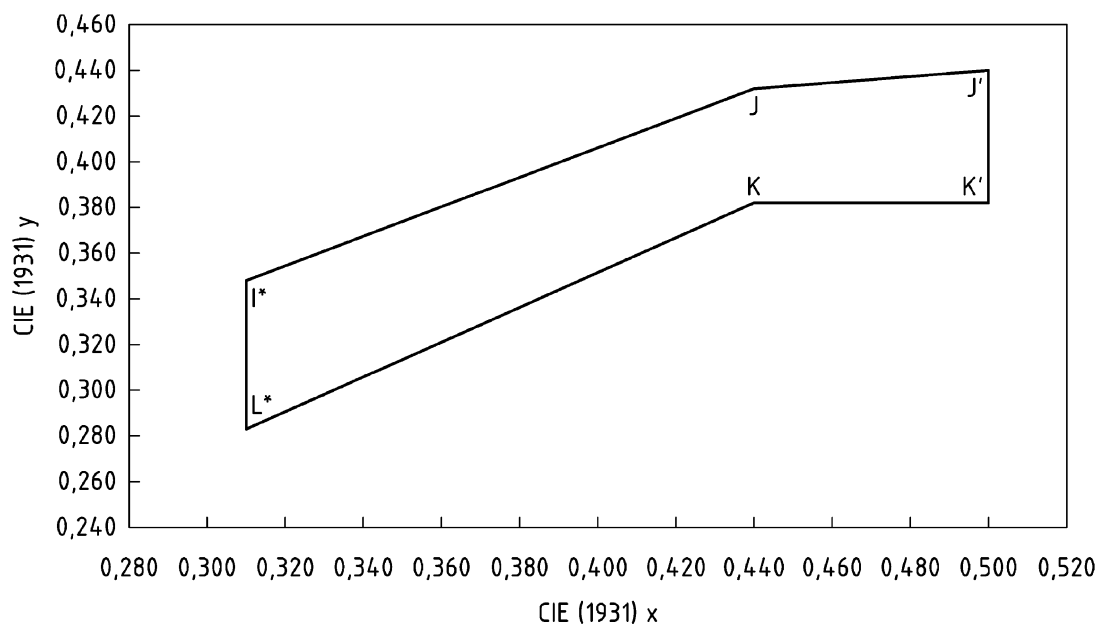


Bild 2 — Farbwertdiagramm zur Darstellung der Farbspezifikation für Spitzensignale nach Tabelle 4

5.4.3.2 Spektrale Strahlungsverteilung des Lichts

Die spektrale Strahlungsverteilung des Lichts vom Spitzensignal muss die Anforderungen für die k_{colour} -Farbverhältnisfaktoren erfüllen, die in Tabelle 5 angegeben sind.

ANMERKUNG Die spektrale Strahlungsverteilung des verwendeten Lichts ist für das genaue Erkennen von Farben und somit für das genaue Lesen und die Interpretation von farbigen Hinweistafeln, Warnkleidung und anderen Objekten von grundlegender Bedeutung. Um nachzuweisen, dass diese Anforderung erfüllt ist, ist das k_{colour} -Farbverhältnis zwischen dem gesamten sichtbaren Bereich des Lichts und den jeweils zu betrachtenden einzelnen Spektralfarbbereichen definiert.

Das k_{colour} -Farbverhältnis muss anhand der folgenden Formel bestimmt werden:

$$k_{\text{colour}} = \frac{\int_{\lambda_{\text{colour}}} S(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{\lambda_{\text{total}}} S(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda}$$

Dabei ist

- $S(\lambda)$ die spektrale Energieverteilung (ermittelt durch Spektralmessung) als spektrale Strahlungsdichte in $\text{W}/\text{m}^2\text{sr}$ oder als spektrale Verteilung der Bestrahlungsstärke in W/m^2 ;
- $V(\lambda)$ der relative spektrale Hellempfindlichkeitsgrad für das Tagessehen (relative Lichtausbeute einer monochromatischen Strahlung der Wellenlänge λ);
- λ_{colour} der Wellenlängenbereich des gesamten Farbbereichs, der zu untersuchen ist (siehe Tabelle 5);
- λ_{total} der Wellenlängenbereich des gesamten sichtbaren Farbbereichs von 380 nm bis 780 nm.

Tabelle 5 — Farbverhältnissfaktoren

	λ_{colour} nm	k_{colour}
k_{rot}	610 bis 780	$\geq 0,14$
k_{orange}	560 bis 660	$\geq 0,50$
k_{gelb}	505 bis 780	$\geq 0,90$
k_{blau}	380 bis 505	$\leq 0,10$

5.4.4 Lichtstärke der Spitzensignale

Die Lichtstärken der einzelnen Spitzensignale müssen denen in Tabelle 6 entsprechen. Die Anforderungen für abgeblendete Spitzensignale, die in Tabelle 6 festgelegt sind, müssen angewendet werden, wenn die zuständigen Aufsichtsbehörden für spezielle Umfeldbedingungen den Betrieb mit verringerter Lichtstärke zulassen.

Tabelle 6 — Lichtstärken für Spitzensignale

Funktion des Spitzensignals	Unteres Spitzensignal aufgeblendet	Oberes Spitzensignal aufgeblendet	Unteres Spitzensignal abgeblendet	Oberes Spitzensignal abgeblendet
Lichtstärke (cd) entlang der optischen Achse	300 bis 700	150 bis 350	100 bis 300	50 bis 150
Lichtstärke (cd) bei 10° auf beiden Seiten der optischen Achse in der horizontalen Ebene	keine Anforderung	30 bis 350	keine Anforderung	10 bis 150
Lichtstärke (cd) bei 45° auf beiden Seiten der optischen Achse in der horizontalen Ebene	15 bis 40	keine Anforderung	3 bis 40	keine Anforderung

Sekundärmaxima von Lichtstärken bei Winkeln innerhalb von $\pm 5^\circ$ zur optischen Achse in der horizontalen Ebene sind zulässig, vorausgesetzt, dass:

a) die maximale angegebene Lichtstärke entlang der Achse nicht überschritten wird;

und

b) die Differenz der Lichtstärken zwischen jedem angrenzenden Sekundärmaximum und -minimum nicht mehr als 20 % der entlang der optischen Achse des Spitzensignals gemessenen Lichtstärke beträgt.

5.4.5 Ausrichtung der Spitzensignale

Der Winkel zwischen der optischen Achse des Spitzensignals im eingebauten Zustand und der Gleismittellinie muss $0^\circ \pm 1^\circ$ in der horizontalen Ebene und $0^\circ \pm 1^\circ$ in der vertikalen Ebene betragen.

5.5 Zugschlussignale

5.5.1 Position der Zugschlussignale

Die beiden Zugschlussignale sind auf derselben Höhe über der oberen Schienenkante anzuordnen.

Die Mittelpunkte der Zugschlussignale müssen zwischen 1 500 mm und 2 000 mm über der oberen Schienenkante liegen.

Der Abstand zwischen den Mittelpunkten der Zugschlussignale darf nicht weniger als 1 000 mm betragen, und diese müssen symmetrisch zur Mittellinie des Fahrzeugs angeordnet sein.

5.5.2 Abmessungen der Zugschlussignale

Jedes Zugschlussignal muss eine maximale Leuchtfläche von 22 700 mm², eine Mindestleuchtfläche von 9 500 mm² und ein Mindestmaß dieser Leuchtfläche von 110 mm aufweisen.

5.5.3 Lichtfarbe der Zugschlussignale

Die Farbe des von den Zugschlussignalen emittierten Lichts, die nach Abschnitt 6 gemessen wird, muss innerhalb des Farbenraums liegen, der durch die Schnittpunkte nach Tabelle 7 festgelegt und in Bild 3 dargestellt ist.

Tabelle 7 — Farbwertanteile der Schnittpunkte der Farbspezifikation für Zugschlussignale

Lichtfarbe des Zugschlussignals	CIE (1931) Farbwertanteile der Schnittpunkte				
	Punkt	A*	B*	D	C
Rot	x	0,675	0,695	0,721	0,735
	y	0,305	0,305	0,259	0,265

ANMERKUNG Diese Spezifikation basiert auf CIE S 004 Rot, Klasse A, mit eingeschränkter Grenze zu Gelb. Die Farbwertanteile, die mit * versehen sind, legen die eingeschränkte Grenze zu Gelb fest.