

DIN EN 12966



ICS 93.080.30

Entwurf

Einsprüche bis 2023-10-18
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 12966:2019-02

**Vertikale Verkehrszeichen –
Wechselverkehrszeichen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 12966:2023**

Road vertical signs –
Variable message traffic signs;
German and English version prEN 12966:2023

Signaux de signalisation routière verticale –
Panneaux à messages variables;
Version allemande et anglaise prEN 12966:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-08-18 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 nabau@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 Bauwesen (NABau), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 238 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)
DIN-Normenausschuss Lichttechnik (FNL)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12966:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 226 „Straßenausstattung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-10-28 AA „Wechselverkehrszeichen (SpA zu CEN/TC 226/WG 11)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

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

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12966:2019-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anwendungsbereich geändert, indem mobile und vorübergehend installierte VMS gestrichen wurden, obwohl dies im Mandat M111 vorgeschrieben ist;
- b) normativen Verweisungen datiert;
- c) Begriffe AVCP, WPK aus Abschnitt 3 gestrichen;
- d) Titel des Abschnitt 4 von „Produktmerkmale“ in „Merkmale“ geändert;
- e) alles, was nicht mandatiert ist, aus Abschnitt 4 gestrichen;
- f) neue AVCP-Leitlinie, die nicht die ISO 9001-Notiz enthält, verwendet;
- g) Tunnelklassen L1(T) und L2(T) für veraltet befunden und aus 4.4.1 gestrichen;
- h) neuer Wortlaut in der Anmerkung zu Tabelle 11;
- i) Anmerkung zu 4.4.7 mit Verweis auf die DELEGIERTE VERORDNUNG (EU) 2021/1958 hinzugefügt;
- j) 4.5.2.2 „Verschmutzung“ entfernt;
- k) Anmerkung zu 4.5.2.4.3 mit Erläuterungen zur Anwendbarkeit von DSLx-Klassen hinzugefügt;
- l) Anmerkung zur Klärung der Anforderungen an die Leuchtdichte und das Leuchtdichteverhältnis in Tunneln in 5.5.4.4.1 hinzugefügt;
- m) bessere Formulierung in 5.5.5 in Bezug auf die Erläuterung der Prüfwinkel von L3(T);
- n) Klarstellung zu den Prüfwinkeln von L3(T) hinzugefügt;
- o) Formulierung in Abschnitt M.2.2 bezüglich der Elementabstände verbessert.

Vertikale Verkehrszeichen – Wechselverkehrszeichen

Road vertical signs – Variable message traffic signs

Signaux de signalisation routière verticale – Panneaux à messages variables

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	7
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe	12
4 Eigenschaften	16
4.1 Anforderungen an Maße und zulässige Abweichungen	16
4.2 Allgemeine Anforderungen an die konstruktive Gestaltung	16
4.3 Anforderungen an die optische Qualität von kontinuierlichen WVZ	17
4.4 Anforderungen an die optische Qualität von diskontinuierlichen WVZ	17
4.4.1 Klassifizierung	17
4.4.2 Farbe	17
4.4.3 Leuchtdichte	20
4.4.4 Leuchtdichteverhältnis	23
4.4.5 Abstrahlbreite	24
4.4.6 Gleichmäßigkeit der Lichtstärke	26
4.4.7 Sichtbares Flimmern	26
4.4.8 Dauerhaftigkeit der optischen Qualität	27
4.5 Anforderungen an die physikalische Qualität	27
4.5.1 Klassifizierung	27
4.5.2 Beständigkeit gegenüber äußeren Einflüssen	28
4.5.3 Anforderungen an die elektrische Leistung	30
4.5.4 Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit	31
4.6 Freisetzung gefährlicher Stoffe	31
5 Prüf-, Beurteilungs- und Probenahmeverfahren	32
5.1 Reihenfolge der Prüfungen	32
5.2 Dauerhaftigkeit	32
5.3 Prüfmodule	32
5.3.1 Allgemeines	32
5.3.2 Maße der Prüfmodule	33
5.3.3 Funktionsprüfung	34
5.4 Prüfverfahren für die physikalische Qualität	34
5.4.1 Allgemeines	34
5.4.2 Elektrische Prüfungen	35
5.4.3 Umweltprüfungen und mechanische Prüfungen	36
5.4.4 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	41
5.5 Prüfverfahren für die optische Qualität	41
5.5.1 Allgemeines	41
5.5.2 Prüfwinkel	42
5.5.3 Farbe	45
5.5.4 Leuchtdichte und Leuchtdichteverhältnis	46
5.5.5 Abstrahlbreite	49
5.5.6 Gleichmäßigkeit der Lichtstärke	49
5.5.7 Sichtbares Flimmern	50
6 Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit – AVCP	50
6.1 Allgemeines	50
6.2 Bewertung der Leistung	50
6.2.1 Allgemeines	50
6.2.2 Prüfproben, Prüfung und Bewertungskriterien	51
6.3 Überprüfung der Leistungsbeständigkeit	53
6.3.1 Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)	53

6.3.2	Erstinspektion des Werks und der werkseigenen Produktionskontrolle	57
6.3.3	Laufende Überwachung der werkseigenen Produktionskontrolle	58
6.3.4	Stichprobenprüfung von Proben	58
7	Klassifizierung und Bezeichnung	58
7.1	Allgemeines	58
7.2	Kontinuierliche retroreflektierende WVZ	58
7.3	Kontinuierliche, außenbeleuchtete, retroreflektierende WVZ	59
7.4	Diskontinuierliche WVZ	60
8	Kennzeichnung, Beschriftung und Verpackung	61
9	Produktinformationen	61
Anhang A (normativ) Äquivalente Fläche		62
A.1	Allgemeines	62
A.2	Berechnung der Leuchtdichte	62
A.3	Berechnung von nicht zu einer Matrix gehörenden äquivalenten Flächen	65
A.3.1	Äquivalente Fläche für eine Elementlinie	65
A.3.2	Äquivalente Fläche für ein vollständig mit Elementen bedecktes Symbol	66
A.3.3	Äquivalente Fläche für ein teilweise mit Elementen bedecktes Symbol	67
Anhang B (normativ) Kennzeichnungsschlüssel für die Leistungserklärung eines WVZ		68
B.1	Allgemeines	68
B.2	Kennzeichnungsschlüssel für kontinuierliche retroreflektierende WVZ	68
B.3	Kennzeichnungsschlüssel für kontinuierliche retroreflektierende WVZ mit Außenbeleuchtung	69
B.4	Kennzeichnungsschlüssel für diskontinuierliche WVZ	70
Anhang L (informativ) In dieser Europäischen Norm verwendete Terminologie		71
Anhang M (informativ) Leitlinien zur Gestaltung von diskontinuierlichen lichtemittierenden Verkehrszeichen		73
M.1	Allgemeines	73
M.2	Scheinbare Leuchtdichte von Linien- und Zeichenbreiten	73
M.2.1	Allgemeines	73
M.2.2	Weitere technische Erläuterungen der scheinbaren Leuchtdichte	74
M.3	WVZ mit Farbumkehr	75
M.4	WVZ ohne Farbumkehr	80
Anhang N (informativ) Leitlinien zu Maßen, Leuchtdichte, Abstrahlbreite, Lesbarkeit und Wirkungsgrad von diskontinuierlichen WVZ		82
N.1	Allgemeines	82
N.2	Maße	82
N.2.1	Allgemeines	82
N.2.2	Text	83
N.2.3	Kreise	83
N.2.4	Dreiecke	84
N.3	Klassen der Leuchtdichte und der Abstrahlbreite	84
N.4	Abstrahlbreite und Lesbarkeitsabstände	90
N.4.1	Gruppe der WVZ, die mittig über der Straße angebracht sind	90
N.4.2	Gruppe der WVZ, die nicht mittig über der Straße angebracht sind	91
N.4.3	Straßenabschnitte mit Kurven	92
N.4.4	Grenzwerte der Lesbarkeit durch die vertikale Abstrahlbreite	93
N.4.5	Berechnung der Erkennungszeit	95
N.4.6	Allgemeines	95
N.4.7	Abstände in Meter je Sekunde bei verschiedenen Geschwindigkeiten	95
N.4.8	Beispiel für die Berechnung der Erkennungszeit	95
N.4.9	Allgemeines	95
N.4.10	Anwendung der Klasse B2 der Abstrahlbreite	96
N.4.11	Anwendung der Klasse B4 der Abstrahlbreite	97
N.4.12	Anwendung der Klasse B6 der Abstrahlbreite	98
N.4.13	Schlussfolgerungen nach der Berechnung der Erkennungszeit	99
N.4.14	Leuchtdichte und Leuchtdichteverhältnis	99
N.4.15	Abstrahlbreite	100

N.5	Energieeffizienz	100
Anhang O (informativ)	Besondere Aspekte der konstruktiven Gestaltung	101
O.1	Äußerliche Ausführung	101
O.2	Frontplatten	101
O.3	Frontscheiben	101
O.4	Erscheinungsbild	101
O.5	Elektrolytische Verträglichkeit	101
O.6	Schutz gegen thermische Überlastung	101
O.7	Sicherung gegen unbefugten Zugang	101
O.8	Schnittstellen zwischen WVZ, Steuerung und Einrichtungen von höherem Rang	101
O.9	Diagnose	102
Anhang P (informativ)	Hinweise zur Gestaltung von WVZ-Zeicheninhalten	103
P.1.1	Gestaltung von WVZ-Zeicheninhalten	103
P.1.2	Festlegung von Textmaßen	104
Anhang Q (informativ)	Technische Dokumentation	107
Q.1	Verkehrszeichengehäuse	107
Q.2	Elektrische Ausrüstung	107
Q.3	Befestigungsmittel (sofern vorhanden)	107
Q.4	Retroreflektierende und nicht retroreflektierende Bestandteile	107
Anhang R (informativ)	Beispiel einer empfohlenen Kurzdarstellung der Klassenkombinationen	109
Anhang ZA (informativ)	Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Verordnung (EU) Nr. 305/2011	115
ZA.1.	Anwendungsbereich und maßgebende Merkmale	115
ZA.2.	System der Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP; en: Assessment and Verification of Constancy of Performance)	118
ZA.3.	Zuordnung der Aufgaben zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP)	119
ZA.4.	Die folgenden Abschnitte beziehen sich nicht auf die Verordnung (EU) Nr. 305/2011:	119
Literaturhinweise		120

Bilder

Bild 1 — Farbbortbereiche für Farben der Klassen C1 und C2, eingetragen in die CIE-1931-Farbtafel	20
Bild 2 — Beispiele für bestandene und nicht bestandene Leuchtdichteverteilungen	25
Bild 3 — Beispiele für Prüfmodule von Wechselverkehrszeichen in der Vorderansicht (a und c) und in der Seitenansicht (b)	34
Bild 4 — Seitenansicht der Anordnung der Messgeräte für die Leuchtdichte und das Leuchtdichteverhältnis	42
Bild 5 — Beispiele für das Layout eines Prüfmoduls und die Anordnung der Messfläche (Kreis) des Messgeräts für die Leuchtdichte	47
Bild A.1 — Verschmelzen von Elementen	62
Bild A.2 — Zeichen mit einer regelmäßigen rechtwinkligen Matrix mit (5 × 8) Elementen	63
Bild A.3 — Offene Linie	66
Bild A.4 — Geschlossene Linie	66
Bild A.5 — Beispiel eines Symbols mit einer vollständig mit Elementen bedeckten Fläche	67
Bild A.6 — Beispiel für ein Symbol mit einer teilweise von Elementen bedeckten Fläche	67
Bild B.1 — Kennzeichnungsschlüssel der Qualitätsklassen für kontinuierliche retroreflektierende WVZ	68
Bild B.2 — Kennzeichnungsschlüssel der Qualitätsklassen für kontinuierliche retroreflektierende WVZ mit Außenbeleuchtung	69
Bild B.3 — Kennzeichnungsschlüssel der Qualitätsklassen für diskontinuierliche WVZ	70
Bild L.1 — Teile eines WVZ	71
Bild L.2 — Prüfkonfiguration	72

Bild M.1 — Aus kurzer (links), größerer (Mitte) und aus sehr großer (rechts) Entfernung betrachtete Beschriftung	74
Bild M.2 — Beispiel für die Berechnung der Maße eines vorgeschriebenen kreisförmigen WVZ	78
Bild M.3 — Beispiel für die Berechnung der Maße eines vorgeschriebenen kreisförmigen WVZ	78
Bild M.4 — Beispiel für die Berechnung der Maße eines dreieckigen Warn-WVZ	79
Bild M.5 — Beispiel eines WVZ mit (64 × 64) Elementen mit Farbumkehr	80
Bild M.6 — Beispiel eines WVZ mit (48 × 48) Elementen mit Farbumkehr	80
Bild M.7 — Beispiel eines WVZ mit (32 × 32) Elementen mit Farbumkehr	80
Bild M.8 — Beispiel eines WVZ mit (64 × 64) Elementen, ohne Farbumkehr	81
Bild M.9 — Beispiel eines WVZ mit (48 × 48) Elementen, ohne Farbumkehr	81
Bild M.10 — Beispiel eines WVZ mit (32 × 32) Elementen, ohne Farbumkehr	81
Bild N.1 — Beziehung zwischen den Klassen	85
Bild N.2 — Beispiel für die Abdeckung durch die Klasse B1 der Abstrahlbreite	87
Bild N.3 — Beispiel für die Abdeckung durch die Klasse B3 der Abstrahlbreite	88
Bild N.4 — Beispiel für die Abdeckung durch die Klasse B6 der Abstrahlbreite	89
Bild N.5 — Lesbarkeit der WVZ-Gruppe, die mittig an einer Schilderbrücke über der Straße angebracht ist	90
Bild N.6 — Lesbarkeit der WVZ-Gruppe, die an einem Ausleger am Straßenrand angebracht ist	91
Bild N.7 — Lesbarkeit der WVZ-Gruppe, die an einem Ausleger am Straßenrand angebracht ist	93
Bild N.8 — Lesbarkeit der WVZ-Gruppe, die an einem Ausleger am Straßenrand angebracht ist	94
Bild P.1 — Beispiel für die Gestaltung des Buchstabens E in einer regelmäßigen rechtwinkligen Matrix	103
Bild P.2 — Äquivalente Textmaße bei Verwendung von Großbuchstaben	104
Bild P.3 — Äquivalente Textmaße bei Verwendung von Kleinbuchstaben und Großbuchstaben	105
Bild P.4 — Äquivalente Textmaße bei Verwendung proportionaler Schriftzeichenabstände	105

Tabellen

Tabelle 1 — Klassenbezeichnung der Parameter für die optische Qualität von WVZ	17
Tabelle 2 — Eckpunkte (Farbwertanteile x, y nach CIE 1931) der Farbortbereiche für die Farben der Klasse C1	18
Tabelle 3 — Eckpunkte (Farbwertanteile x, y nach CIE 1931) der Farbortbereiche für die Farben der Klasse C2	18
Tabelle 4 — Grenzwerte von L_e und L_a der Leuchtdichte für Weiß auf der Referenzachse	21
Tabelle 5 — Grenzwerte von L_e und L_a der Leuchtdichte für Gelb auf der Referenzachse	22
Tabelle 6 — Grenzwerte von L_e und L_a der Leuchtdichte für Orange auf der Referenzachse	22
Tabelle 7 — Grenzwerte von L_e und L_a der Leuchtdichte für Grün auf der Referenzachse	22
Tabelle 8 — Grenzwerte von L_e und L_a der Leuchtdichte für Rot auf der Referenzachse	23
Tabelle 9 — Grenzwerte von L_e und L_a der Leuchtdichte für Blau auf der Referenzachse	23
Tabelle 10 — Mindestwerte des Leuchtdichteverhältnisses (LR) für verschiedene Farben und die Klassen R1, R2 und R3 bei Prüfwinkeln auf der Referenzachse und außerhalb der Referenzachse	24
Tabelle 11 — Klassen der Abstrahlbreite	25
Tabelle 12 — Klassenbezeichnung	27
Tabelle 13 — Bereiche der Temperaturklassen	28
Tabelle 14 — Klassen der Schutzgrade gegen Eindringen	29
Tabelle 15 — Auswirkungen der Spannungsunterbrechung	31
Tabelle 16 — Betriebsspannungsbereich, Einschaltvorgang und Prüfungen bei zeitweiliger Überspannung	35
Tabelle 17 — Frequenz- und Spannungsprüfungen	35
Tabelle 18 — Schlagprüfung	36
Tabelle 19 — Erschütterungsprüfung	36
Tabelle 20 — Korrosionsprüfung	37
Tabelle 21 — Prüfung hinsichtlich des Eindringens von Wasser — Schweregrad	37
Tabelle 22 — Prüfung hinsichtlich des Eindringens von Staub — Schweregrad	38

Tabelle 23 — Temperaturprüfung	38
Tabelle 24 — Prüfwinkel (in Grad, in Bezug auf die Referenzachse) für die Messung der Leuchtdichte und des Leuchtdichteverhältnisses mit Außenbeleuchtung	43
Tabelle 25 — Prüfwinkel (in Grad, in Bezug auf die Referenzachse) für die Messung der Leuchtdichte ohne Außenbeleuchtung	43
Tabelle 26 — Prüfwinkel (in Grad, in Bezug auf die Referenzachse) für die Messung der Abstrahlbreite und der Gleichmäßigkeit der Lichtstärke und der Farbe von monochromatischen Elementen	43
Tabelle 27 — Prüfwinkel (in Grad, in Bezug auf die Referenzachse) für die Messung der Gleichmäßigkeit der Lichtstärke und der Farbe von Elementen, die durch Mischen von Farben gebildet werden	44
Tabelle 28 — Eigenschaften von kontinuierlichen WVZ	51
Tabelle 29 — Eigenschaften von diskontinuierlichen WVZ	52
Tabelle 30 — Mindestprüfhäufigkeit von kontinuierlichen WVZ für die Produktprüfung und -bewertung als Teil der WPK	55
Tabelle 31 — Mindestprüfhäufigkeit von diskontinuierlichen WVZ für die Produktprüfung und -bewertung als Teil der WPK	56
Tabelle M.1 — Parameter für verbindlich vorgeschriebene Verkehrszeichen mit einem roten Ring	76
Tabelle M.2 — Parameter für vorgeschriebene Zeichen mit einem roten Dreieck	77
Tabelle N.1 — Mindestmaße für den Text	83
Tabelle N.2 — Mindestmaße für Kreise	84
Tabelle N.3 — Mindestmaße für Dreiecke	84
Tabelle N.4 — Anwendungsbeispiele für die Klassen der Abstrahlbreite	85
Tabelle N.5 — Beispiele für die Erkennungszeit in Abhängigkeit von der Schriftzeichenhöhe, der Fahrgeschwindigkeit und der vertikalen Abstrahlbreite	95
Tabelle N.6 — Umrechnung der Geschwindigkeit von km/h in m/s	95
Tabelle R.1 — Beispiel für eine Kurzdarstellung der Produkteigenschaften	109
Tabelle R.1 — Beispiel 1 für Klassenkombinationen der optischen Qualität	110
Tabelle R.2 — Beispiel 2 für Klassenkombinationen der optischen Qualität	112
Tabelle R.3 — Beispiel 3 für Klassenkombinationen der optischen Qualität	113
Tabelle R.4 — Beispiel 4 für Klassenkombinationen der optischen Qualität	114
Tabelle ZA.1 — Maßgebende Abschnitte für kontinuierliche WVZ	115
Tabelle ZA.2 — Maßgebende Abschnitte für diskontinuierliche WVZ	117
Tabelle ZA.3 — Zuordnung der Aufgaben zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP) für WVZ unter System 1	119

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12966:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 226 „Straßenausstattung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 12966:2014+A1:2018 ersetzen.

Die wesentlichen Änderungen gegenüber der vorherigen Ausgabe EN 12966:2014+A1:2018 sind nachstehend aufgelistet:

- Anwendungsbereich wurde durch Entfernen mobiler und temporärer WVZ geändert, obwohl in Mandat M111 gefordert;
- normative Verweisungen wurden datiert;
- Benennungen AVCP, CPR, WPK wurden aus Abschnitt 3 entfernt;
- Titel von Abschnitt 4 wurde von „Produkteigenschaften“ in „Eigenschaften“ geändert;
- alles, was nicht Teil des Mandats ist, wurde aus Abschnitt 4 gelöscht;
- neues Dokument mit AVCP-Leitlinien, das keine Anmerkung zu ISO 9001 enthält, wird verwendet;
- Tunnelklassen L1(T) und L2(T) wurden als veraltet identifiziert und aus 4.4.1 entfernt;
- Anmerkung zu Tabelle 11 wurde neu formuliert;
- Anmerkung zu 4.4.7 mit Bezug auf die DELEGIERTE VERORDNUNG (EU) 2021/1958 wurde hinzugefügt;
- 4.5.2.2 „Verschmutzung“ wurde entfernt;
- Anmerkung zu 4.5.2.4.3 mit Erklärung zur Anwendbarkeit von DSLx-Klassen wurde hinzugefügt;
- Anmerkung zur Klarstellung der Anforderungen hinsichtlich Leuchtdichte und Leuchtdichteverhältnis in Tunneln wurde in 5.5.4.4.1 hinzugefügt;
- bessere Formulierung der Erklärung der Prüfwinkel von L3(T) in 5.5.5;
- Klarstellung der Prüfwinkel von L3(T) wurde hinzugefügt;
- Formulierung in M.2.2 hinsichtlich Elementabstand wurde verbessert.

ANMERKUNG Die Struktur des Dokuments entspricht den vom CEN HAS Consultant geforderten Anforderungen während der Erstellung des Dokuments.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der Verordnung (EU) 305/2011.

Zum Zusammenhang mit der Verordnung (EU) 305/2011 [1] siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

– Entwurf –

E DIN EN 12966:2023-09
prEN 12966:2023 (D)

EN 12966, *Vertikale Verkehrszeichen — Wechselverkehrszeichen*, umfasst die Produktnorm, die Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP) einschließlich Typprüfung und die werkseigene Produktionskontrolle.

Sie leitet sich von Leistungsanforderungen und Prüfverfahren ab, die in CEN-, CENELEC-, CIE-, IEC- und ISO-Dokumenten veröffentlicht sind.

Einleitung

Dieses Dokument ist für die Anwendung durch Hersteller gedacht, die ihre Wechselverkehrszeichen auf den Markt bringen, und für Straßenbauämter und private Bauträger, die Wechselverkehrszeichen verwenden wollen. Es legt die Leistungsanforderungen an die Merkmale dieser Verkehrszeichen, Prüf- und Beurteilungsverfahren sowie das Verfahren der Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP) fest.

Bei diesem Dokument handelt es sich um eine Produktnorm, in der die Anforderungen an Wechselverkehrszeichen (WVZ) behandelt werden. Ein WVZ ist ein Verkehrszeichen, auf dem die abgebildete Information verändert bzw. an- oder abgeschaltet werden kann. Diese Information kann aus Text und/oder Symbolen bestehen.

WVZ werden in zwei verschiedene Arten unterschieden, d. h. in kontinuierliche WVZ und in diskontinuierliche WVZ. Kontinuierliche WVZ stellen Signalbilder auf verschiedenen Oberflächen in der Art ortsfester Verkehrszeichen dar, wie in EN 12899 definiert. Diskontinuierliche WVZ verwenden leuchtende Elemente, um verschiedene Zeicheninhalte in einer einzigen Signalbildoberfläche darzustellen.

Es gibt zahlreiche unterschiedliche WVZ. Einige Verkehrszeichen bestehen aus Elementen, die zur Darstellung vorbestimmter Zeicheninhalte platziert sind, während die Elemente anderer Verkehrszeichen regelmäßig auf der Anzeigefläche angeordnet sind. Einige Verkehrszeichen können Zeicheninhalte darstellen, bei denen alle Elemente annähernd dieselbe Lichtstärke aufweisen, während andere Verkehrszeichen die Lichtstärke individuell verändern können. Einige Verkehrszeichen können bestimmte vorher festgelegte Farben darstellen, während andere eine Farbpalette darstellen können. Einige Verkehrszeichen können nur bestimmte Textzeichen anzeigen, während andere Verkehrszeichen ein breiteres Spektrum darstellen können.

Die genaue Form und Konfiguration eines WVZ wird in diesem Dokument nicht beschrieben. Da einige WVZ nicht in ihrer vollständigen Ausführung geprüft werden können, werden für den Nachweis der Übereinstimmung mit den Anforderungen dieses Dokuments Prüfmodule verwendet, die das WVZ repräsentieren.

Aufgrund der hohen Anforderungen an ein Verkehrszeichen hinsichtlich der guten Lesbarkeit und Sichtbarkeit im gesamten erforderlichen Sichtbereich werden die Haupteigenschaften des Verkehrszeichens beschrieben. Diese Eigenschaften können je nach Situation unterschiedlich sein. So ist die Anforderung an eine Mindesttemperatur von -40 °C in Griechenland z. B. nicht erforderlich, muss jedoch in Lappland in Betracht gezogen werden. Hinsichtlich der optischen Qualität besteht ein Unterschied darin, ob das Verkehrszeichen auf Fernverkehrsstraßen — mit einer guten Fernsicht und einer geringen Abstrahlbreite — oder in Städten aufgestellt wird, wo die Verkehrszeichen nur von Nahem gelesen werden können und eine breite Abstrahlcharakteristik erforderlich sein kann.

In diesem Dokument werden die Leistungsanforderungen an die Merkmale behandelt, die nicht technologieabhängig sind. Optische Qualität und umweltbezogene Qualität werden an einem Prüfmodul nachgewiesen, das das WVZ repräsentiert. Diese Europäische Norm enthält eine Reihe von festgelegten Anforderungen an WVZ, von denen einige am Prüfmodul nachgewiesen werden müssen, andere hingegen vom Hersteller nachzuweisen sind. Es liegt in der Verantwortung des Herstellers, sicherzustellen, dass das WVZ vollständig durch das Prüfmodul repräsentiert wird.

Die Qualität der Wesentlichen Merkmale von diskontinuierlichen WVZ wird mithilfe von Klassen angegeben, die je nach den Anforderungen des Abnehmers durch die Auswahl einer Kombination von Klassen bestimmt werden muss. Kombinationen dieser Klassen entsprechend den Erfordernissen vor Ort können in Nationalen Anhängen festgelegt sein. Durch diese Kombination werden nicht nur die gesetzlichen Anforderungen des Bestimmungsorts berücksichtigt, sondern es werden auch Fragen der Lebensdauer, Qualität, Wartung und Ausführung behandelt, die Auswirkungen auf die Fähigkeit eines Verkehrszeichens haben, bei dessen jeweiliger Anwendung die Sicherheitsbestimmungen und die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit zu erfüllen. Für Personen, die Kaufverträge für Verkehrszeichen oder Verkehrszeichensysteme aufsetzen, werden in den informativen Anhängen als nützliche Leitlinien Einzelheiten zu den zusätzlichen Aspekten von WVZ angegeben.

Aufgestellte diskontinuierliche WVZ müssen im Hinblick auf das Umgebungslicht und die Linienbreite der Zeichen eingestellt werden können, um die vorgesehene sichtbare Leuchtdichte und den Farbgleich zu erhalten.

- Entwurf -

E DIN EN 12966:2023-09
prEN 12966:2023 (D)

Symbole und Schriften für Beschriftungen müssen so gestaltet sein, dass die bestmögliche Lesbarkeit erreicht wird.

Das Umfeld, in dem WVZ zum Einsatz kommen, kann relativ rau sein, und von einer Straßenausstattung, die als „gebrauchstauglich“ angesehen wird, wird erwartet, dass sie dieser ungeschützten, korrodierend wirkenden Umgebung mindestens zehn Jahre standhält. Es ist von wesentlicher Bedeutung, dass diese Tatsache bei allen Materialien und Fertigungsprozessen berücksichtigt wird.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument enthält Festlegungen zu zwei Arten von Wechselverkehrszeichen (WVZ); d. h. zu kontinuierlichen (siehe 3.3) und diskontinuierlichen (siehe 3.6) Wechselverkehrszeichen.

Dieses Dokument behandelt dauerhaft aufgestellte WVZ, die auf Verkehrsflächen, auf öffentlichem und privatem Gelände, einschließlich in Tunneln, zur Information, als Leitlinie, Warnhinweis und/oder Richtungsanzeige verwendet werden. Prüfmodule werden verwendet, um die Übereinstimmung mit den Anforderungen nachzuweisen.

Dieses Dokument legt die visuellen und physikalischen Merkmale von WVZ sowie deren Dauerhaftigkeitsaspekte fest. Es enthält außerdem die maßgeblichen Anforderungen und die entsprechenden Prüfverfahren, die Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP) und die Kennzeichnung.

ANMERKUNG Die Bestimmungen zur Bewertung der Konformität im Hinblick auf die Typprüfung werden ausführlicher in 6.2 beschrieben; Bestimmungen im Hinblick auf die werkseigene Produktionskontrolle (WPK) werden ausführlicher in 6.3.1 beschrieben.

Dieses Dokument behandelt nicht:

- a) Schilderbrücken, Ausleger, Maste (Träger) und Fundamente;
- b) Signalgeber;
- c) Größen und Formen von WVZ-Zeicheninhalten;
- d) Bedienungs- und Überwachungseinheiten, es sei denn, sie befinden sich im WVZ;
- e) Steuerung der Leuchtdichte von Verkehrszeichen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 12899-1:2007, *Ortsfeste, vertikale Straßenverkehrszeichen — Teil 1: Ortsfeste Verkehrszeichen*

EN 12899-4:2007, *Ortsfeste, vertikale Straßenverkehrszeichen — Teil 4: Werkseigene Produktionskontrolle*

EN 50293:2012, *Straßenverkehrs-Signalanlagen — Elektromagnetische Verträglichkeit*

EN 50556:2018, *Straßenverkehrs-Signalanlagen*

EN 60068-2-1:2007, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-1: Prüfverfahren — Prüfung A: Kälte (IEC 60068-2-1)*

EN 60068-2-2:2007, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-2: Prüfverfahren — Prüfung B: Trockene Wärme (IEC 60068-2-2)*

EN 60068-2-5, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-5: Prüfverfahren — Prüfung S: Nachgebildete Sonnenbestrahlung in Bodennähe und Leitfaden zur Sonnenstrahlung (IEC 60068-2-5)*

EN 60068-2-14:2009, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-14: Prüfverfahren — Prüfung N: Temperaturwechsel (IEC 60068-2-14)*

EN 60068-2-30:2005, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-30: Prüfverfahren — Prüfung Db: Feuchte Wärme, zyklisch (12 + 12 Stunden) (IEC 60068-2-30)*

EN 60068-2-64:2008+A1:2019, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-64: Prüfverfahren — Prüfung Fh: Schwingen, Breitbandrauschen (digital geregelt) und Leitfaden (IEC 60068-2-64)*

EN 60529:1991+A1:2000+A2:2013, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989/A2:2013/COR1:2019)*

EN 60598-1:2021, *Leuchten — Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen*

EN 62368-1:2020, *Einrichtungen für Audio/Video-, Informations- und Kommunikationstechnik — Teil 1: Sicherheitsanforderungen (IEC 62368-1:2018, modifiziert)*

EN ISO 9227:2017-07, *Korrosionsprüfungen in künstlichen Atmosphären — Salzsprühnebelprüfungen (ISO 9227:2012)*

IEC 60417-1, *Graphical symbols for use on equipment — Part 1: Overview and application*

ISO 7000:2014, *Graphical symbols for use on equipment — Registered symbols*

CIE 015:2018, *Colorimetry*

CIE S 017:2020, *International lighting vocabulary*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach CIE 015:2018 und CIE S 017:2020 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

Kontrastblende

Einfassung des WVZ, die in Abhängigkeit von örtlichen Gegebenheiten eingesetzt wird, was durch die Erweiterung der Größe und durch einen geeigneten Kontrast zum WVZ-Hintergrund die Sichtbarkeit des WVZ verbessert

3.2

Auslegervorrichtung

Trägersystem mit einem einzelnen Mast und einem Ausleger, der das (die) WVZ trägt, das (die) über dem Fahrstreifen (den Fahrstreifen) angebracht ist (sind)

3.3

CCM, en: compliance criteria met
Konformitätskriterien erfüllt

3.4

kontinuierliches WVZ

vergleichbar mit ortsfesten Verkehrszeichen, mit dem einzigen Unterschied, dass sie mithilfe elektronischer und/oder mechanischer Vorrichtungen zwischen Zeicheninhalten wechseln können

BEISPIEL Wechselverkehrszeichen in Prismentechnik, Rollotechnik usw.

Anmerkung 1 zum Begriff: Ortsfeste Verkehrszeichen werden nach EN 12899-1:2007 spezifiziert.

3.5

Bedienungseinrichtung

Ausrüstung, mit der ein nicht rein manueller Wechsel des Zeicheninhalts vorgenommen wird

3.6

CWFT, en: Classification Without Further Testing

Klassifizierung ohne weitere Prüfung

3.7

diskontinuierliches WVZ

Verkehrszeichen, die Zeicheninhalte mithilfe diskontinuierlicher einzelner Elemente erstellen, die einen von zwei (oder mehr) Zuständen annehmen können und dadurch verschiedene Zeicheninhalte auf demselben Signalbild in folgenden Farben erzeugen können: weiß, gelb, orange, grün, rot und blau, wie in diesem Dokument festgelegt

BEISPIEL Glasfaseroptikzeichen, LED-Zeichen, LCD-Zeichen usw.

3.8

Anzeigefläche

sichtbarer Teil des WVZ, der die Elemente enthält, die zur Darstellung des Zeicheninhalts aktiviert werden können

3.9

Abstand zwischen den Lichtquellen benachbarter Elemente

physischer Abstand zwischen den Lichtquellen benachbarter Elemente

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild A.2.

3.10

Element

eigentliches, lichtemittierendes und/oder reflektierendes Objekt bzw. Objektbündel in der Anzeigefläche des WVZ, das zusammen mit anderen Elementen zur Darstellung des gewünschten Zeicheninhalts aktiviert wird-siehe auch „Pixel“

3.11

Elementabstand

Mittenabstand von benachbarten Elementen

3.12

äquivalente Fläche

Fläche, die benötigt wird, um ein äquivalentes Erscheinungsbild eines WVZ im Vergleich zu einem ortsfesten Verkehrszeichen in Übereinstimmung mit EN 12899-1:2007 zu erreichen

Anmerkung 1 zum Begriff: Weitere Erläuterungen sind in Anhang A enthalten.

3.13

Frontplatte

sichtbarer Teil eines Verkehrszeichens, der die Anzeigefläche umfasst, mit Kontrastblende, wenn diese in die Vorderseite des WVZ integriert ist

3.14

Frontscheibe

Scheibe zum Schutz der Anzeigefläche oder deren Teilen vor Staub, Wasser usw.

3.15

Schilderbrücke

Trägersystem mit einem oder mehreren Mast(en) auf jeder Seite, das eine Fahrbahn überspannt und über den Fahrstreifen montierte WVZ trägt

3.16

horizontale Referenzebene

horizontale Ebene, die die Referenzachse enthält, wenn das WVZ so ausgerichtet wird, dass die Referenzachse horizontal verläuft

3.17

Layout

physische Anordnung von Zeichen (Text) und Symbolen auf der Anzeigefläche

3.18

Leuchtdichte

3.18.1

Leuchtdichte L_{a10} bei Außenbeleuchtung

unter Tageslichtbedingungen, wenn das WVZ eingeschaltet ist und von der Sonne in einem Winkel von 10° über dem Horizont angestrahlt wird, setzt sich die wahrgenommene Leuchtdichte eines WVZ (L_{a10}) aus dem abgestrahlten Licht (L_e) und der Leuchtdichte, die durch die Rückstrahlung des Sonnenlichts (L_{b10}) hervorgerufen wird, zusammen

3.18.2

Leuchtdichte L_{a5} bei Außenbeleuchtung

unter Tageslichtbedingungen, wenn das WVZ eingeschaltet ist und von der Sonne in einem Winkel von 5° über dem Horizont angestrahlt wird, setzt sich die wahrgenommene Leuchtdichte eines WVZ (L_{a5}) aus dem abgestrahlten Licht (L_e) und der Leuchtdichte, die durch die Rückstrahlung des Sonnenlichts (L_{b5}) hervorgerufen wird, zusammen

3.18.3

Leuchtdichte L_{b10} durch Rückstrahlung der Außenbeleuchtung

unter Tageslichtbedingungen, wenn das WVZ ausgeschaltet ist, ist L_{b10} die Leuchtdichte, die durch die Rückstrahlung des Sonnenlichts in einem Winkel von 10° über dem Horizont hervorgerufen wird

3.18.4

Leuchtdichte L_{b5} durch Rückstrahlung der Außenbeleuchtung

unter Tageslichtbedingungen, wenn das WVZ ausgeschaltet ist, ist L_{b5} die Leuchtdichte, die durch die Rückstrahlung des Sonnenlichts in einem Winkel von 5° über dem Horizont hervorgerufen wird

3.18.5

Leuchtdichte ohne Außenbeleuchtung L_e

wenn das WVZ eingeschaltet ist, ist L_e die Leuchtdichte, die ausschließlich durch das abgestrahlte Licht hervorgerufen wird

3.19

Leuchtdichteverhältnis LR ; en: Luminance Ratio

3.19.1

Leuchtdichteverhältnis LR_{10}

Verhältnis der abgestrahlten Leuchtdichte des WVZ im eingeschalteten Zustand (L_e) zur abgestrahlten Leuchtdichte im ausgeschalteten Zustand durch Rückstrahlung (L_{b10})

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Berechnungen siehe 5.5.4.4.2.

3.19.2

Leuchtdichteverhältnis LR_5

Verhältnis der abgestrahlten Leuchtdichte des WVZ im eingeschalteten Zustand (L_e) zur abgestrahlten Leuchtdichte im ausgeschalteten Zustand durch Rückstrahlung (L_{b5})

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Berechnungen siehe 5.5.4.4.3.

3.20

Hersteller

jede natürliche oder juristische Person, die ein Bauprodukt herstellt oder ein solches Produkt entwirft und herstellt und dieses Produkt unter ihrem Namen oder unter ihrem Warenzeichen auf den Markt bringt

3.21

Matrix

Gitter, auf dessen Gitterpunkten die Mittelpunkte der in einem WVZ verwendeten Elemente liegen; eine Matrix kann sich über die gesamte Anzeigefläche oder einen Teil davon erstrecken; die X- und die Y-Achse des Gitters können rechtwinklig oder schiefwinklig verlaufen

3.21.1

unregelmäßige Matrix

Abstände der Schnittpunkte auf der X- und/oder der Y-Achse sind nicht konstant

3.21.2

regelmäßige Matrix

Abstände der Schnittpunkte auf der X- und der Y-Achse sind konstant, können aber für X und Y unterschiedlich ausfallen

3.22

Zeicheninhalt

Konfiguration, die aus Symbolen und/oder Text besteht

3.23

Pixel

eigentliches, lichtemittierendes und/oder reflektierendes Objekt bzw. Objektbündel in der Anzeigefläche des WVZ, das zusammen mit anderen Elementen zur Darstellung des gewünschten Zeicheninhalts aktiviert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 3.11.

3.24

Referenzachse

zur Frontfläche des WVZ senkrechte Achse, die vom Referenzzentrum des WVZ/Prüfmoduls ausgeht, sofern durch den Hersteller nicht anders definiert

3.25

Referenzzentrum

Punkt auf dem WVZ/Prüfmodul, der für die Bestimmung der Qualität als Zentrum der Prüffläche bezeichnet wird und vom Hersteller festgelegt wird

3.26

Träger

Struktur, die dafür bestimmt ist, das WVZ in dessen vorgesehener Position zu halten (Pfosten, Mast, Befestigungsmittel, Säulen)

3.27

Prüfwinkel

der horizontale Prüfwinkel ist der Winkel zwischen der Prüfachse und der vertikalen Referenzebene; der vertikale Prüfwinkel ist der Winkel zwischen der Prüfachse und der horizontalen Referenzebene

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn die Prüfachse unterhalb der horizontalen Referenzebene liegt, wird die vertikale Komponente des Prüfwinkels als negativ bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Wenn die Prüfachse vom Referenzzentrum aus gesehen links der vertikalen Referenzebene liegt, wird die horizontale Komponente als negativ bezeichnet.

3.28

Prüfachse

Linie vom Referenzzentrum des WVZ/Prüfmoduls zum Leuchtdichte-Messkopf

3.29

Prüfmodul

repräsentiert das WVZ zu Prüfzwecken

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 5.3.

3.30

Wechselverkehrszeichen

WVZ

Verkehrszeichen zur Darstellung eines oder mehrerer Zeicheninhalte, zwischen denen je nach Anforderung umgeschaltet werden kann oder die an- bzw. abgeschaltet werden können

3.31

vertikale Referenzebene

vertikale Ebene, die die Referenzachse enthält

3.32

WVZ-Hintergrund

Teil der Umgebung, der aus Sicht des Betrachters das WVZ unmittelbar umgibt

4 Eigenschaften

4.1 Anforderungen an Maße und zulässige Abweichungen

Die Maße, Formen und weiteren physischen Parameter, Schriftzeichengrößen, zulässigen Abweichungen und Schriftzeichenabstände müssen den Anforderungen des Abnehmers entsprechen. Die Maße der Schriftzeichen und Symbole sind unter Anwendung der äquivalenten Fläche nach Anhang A festzulegen.

4.2 Allgemeine Anforderungen an die konstruktive Gestaltung

Alle Teile des WVZ müssen sicher mit dem WVZ-Gehäuse verbunden sein.

ANMERKUNG Hinweise hierzu sind in Anhang O „Besondere Aspekte der konstruktiven Gestaltung“ enthalten.

4.3 Anforderungen an die optische Qualität von kontinuierlichen WVZ

Die optische Qualität von kontinuierlichen WVZ (siehe 3.4) und deren Dauerhaftigkeit müssen die maßgeblichen Anforderungen an die optische Qualität und an die Dauerhaftigkeit nach EN 12899-1:2007, 4.1.1.5, 7.2.2.1.4 oder 7.3.1.8, erfüllen, die für den jeweiligen Typ oder die jeweilige Klasse gelten.

Konformitätskriterium: Keine Abweichung festgestellt; die Abkürzung CCM (Konformitätskriterium erfüllt) ist als Kennzeichnungsschlüssel zu verwenden.

Für retroreflektierende Signalbilder, nicht retroreflektierende Signalbilder, innenbeleuchtete Verkehrszeichen und außenbeleuchtete Verkehrszeichen sind Anforderungen in EN 12899-1:2007, 7.2.1, 7.2.2, 7.3 und 7.4 enthalten.

4.4 Anforderungen an die optische Qualität von diskontinuierlichen WVZ

4.4.1 Klassifizierung

Die Bezeichnungen der relevanten Klassen für die optische Qualität von diskontinuierlichen WVZ müssen nach Tabelle 1 angegeben werden.

Tabelle 1 — Klassenbezeichnung der Parameter für die optische Qualität von WVZ

Parameter für die optische Qualität	Klassenbezeichnung	Bemerkungen
Farbe ^a	C1, C2 ^a	C2 ist die restriktivere Klasse.
Leuchtdichte (L_a) ^b	L1, L2, L3, L1(*), L2(*), L3(*)	L3 besitzt die höchste Leuchtdichte. (*) für bestimmte Situationen (siehe 4.4.3).
	L3(T) ^c	Diese Klasse wird in Tunneln angewendet.
Leuchtdichteverhältnis ^d (LR)	R1, R2, R3	R3 besitzt das höchste Leuchtdichteverhältnis.
Abstrahlbreite	B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7	B7 besitzt die größte Abstrahlbreite.
^a Falls ein WVZ beide Klassen für unterschiedliche Farben anwendet, wird die Farbe zusammen mit der Farbklasse angegeben, z. B. wC1, rC2..., siehe Bild 1. ^b Es darf nur eine Klasse für die Leuchtdichte angegeben werden; die Anforderungen von L1, L2 und L3 werden durch die Klasse L1(*), L2(*) bzw. L3(*) abgedeckt. ^c Die Anforderungen an die Klasse für Tunnel werden durch die Klasse L3 bzw. L3(*) abgedeckt. ^d Es darf nur eine Klasse für das Leuchtdichteverhältnis angegeben werden.		

ANMERKUNG 1 Vorsicht ist geboten, da einige Klassenkombinationen möglicherweise nicht wirkungsvoll sind.

ANMERKUNG 2 Besondere Aspekte der konstruktiven Gestaltung werden in N.3 behandelt, wo ein Leitfaden zu Klassenkombinationen angegeben ist, sowie in Anhang O.

4.4.2 Farbe

Ein WVZ kann in der Lage sein, eine oder mehrere der Farben Rot, Orange, Gelb, Weiß, Grün und Blau anzuzeigen, die in diesem Dokument festgelegt sind.

Die Farbe muss nach 5.5.3 gemessen werden. Die Farbwertanteile der Farben sind entsprechend dem farbmessstechnischen Normalbeobachter CIE 1931 festzulegen, wie in CIE 015:2018 angegeben.

Die Farbwertanteile für die Farben der Klasse C1 müssen Tabelle 2 entsprechen. Die Farbwertanteile für die Farben der Klasse C2 müssen Tabelle 3 entsprechen. In Bild 1 sind diese Farbortbereiche in die CIE-1931-Farbtafel eingetragen.

Die Farbortbereiche von Tabelle 2 und Tabelle 3 für die Farben Rot, Orange, Gelb, Weiß, Grün und Blau entsprechen den empfohlenen Farbortbereichen von CIE S 004/E-2001 [3] für die Farben von Lichtsignalen.

ANMERKUNG 1 Die farbliche Abgrenzung zwischen Orange und Gelb oder Rot ist stets schwierig.

ANMERKUNG 2 Die Farben der Klasse C2 bieten eine bessere farbliche Abgrenzung.

Tabelle 2 — Eckpunkte (Farbwertanteile x, y nach CIE 1931) der Farbortbereiche für die Farben der Klasse C1

Farbe		Farborte der Eckpunkte					
		1	2	3	4	5	6
Rot	x	0,660	0,680	0,735	0,721	—	—
	y	0,320	0,320	0,265	0,259	—	—
Orange	x	0,629	0,610	0,650	0,669	—	—
	y	0,370	0,370	0,331	0,331	—	—
Gelb	x	0,536	0,547	0,613	0,593	—	—
	y	0,444	0,452	0,387	0,387	—	—
Weiß	x	0,300	0,440	0,500	0,500	0,440	0,300
	y	0,342	0,432	0,440	0,382	0,382	0,276
Grün	x	0,310	0,310	0,209	0,026	—	—
	y	0,684	0,562	0,400	0,400	—	—
Blau	X	0,109	0,204	0,233	0,149	—	—
	Y	0,087	0,196	0,167	0,025	—	—

Tabelle 3 — Eckpunkte (Farbwertanteile x, y nach CIE 1931) der Farbortbereiche für die Farben der Klasse C2

Farbe		Farborte der Eckpunkte			
		1	2	3	4
Rot	x	0,660	0,680	0,710	0,690
	y	0,320	0,320	0,290	0,290
Orange	x	0,629	0,610	0,650	0,669
	y	0,370	0,370	0,331	0,331
Gelb	x	0,536	0,547	0,613	0,593
	y	0,444	0,452	0,387	0,387
Weiß	x	0,300	0,440	0,440	0,300
	y	0,342	0,432	0,382	0,276
Grün	x	0,009	0,284	0,209	0,026
	y	0,720	0,520	0,400	0,400

Tabelle 3 (fortgesetzt)

Farbe		Farborte der Eckpunkte			
		1	2	3	4
Blau	x	0,109	0,173	0,208	0,149
	y	0,087	0,160	0,125	0,025

ANMERKUNG 3 Farborte für Gelb sind in Tabelle 2 und Tabelle 3 identisch.

ANMERKUNG 4 Farborte für Orange sind in Tabelle 2 und Tabelle 3 identisch.

Farben und Klassen müssen wie in Bild 1 dargestellt angegeben werden. Falls ein WVZ nur eine Klasse für alle Farben anwendet, muss die Klasse der Farbe als C1 bzw. als C2 angegeben werden.



Klasse C1				Klasse C2			
1	Rot	rC1		7	Rot	rC2	
2	Orange	oC1		8	Orange	oC2	
3	Gelb	yC1		9	Gelb	yC2	
4	Weiß	wC1		10	Weiß	wC2	
5	Grün	gC1		11	Grün	gC2	
6	Blau	bC1		12	Blau	bC2	

4.4.3 Leuchtdichte

4.4.3.1 Leuchtdichte bei Außenbeleuchtung

Bei der Prüfung nach 5.5.4 bei Außenbeleuchtung durch einen Sonnenlichtsimulator und bei eingeschaltetem WVZ muss die Leuchtdichte L_a den Anforderungen der Zeile 1 von Tabelle 4, Tabelle 5, Tabelle 6, Tabelle 7, Tabelle 8 und Tabelle 9 entsprechen und der Zeile 2 bei Klasse Lx(*) der Leuchtdichte, falls dies für die Farben maßgeblich ist.

Für die Klassen L1 und L1(*) muss das Verkehrszeichen mindestens die Werte $L_{a(\min)}$ für die Leuchtdichte der Zeile 1 von Tabelle 4, Tabelle 5, Tabelle 6, Tabelle 7, Tabelle 8 und Tabelle 9 mit Außenbeleuchtung (bei ein-

geschaltetem Sonnenlichtsimulator) erreichen. Bei keiner Klasse der Leuchtdichte darf das Verkehrszeichen die Werte $L_{a(max)}$ für die Leuchtdichte der Zeile 1 von Tabelle 4, Tabelle 5, Tabelle 6, Tabelle 7, Tabelle 8 und Tabelle 9 mit Außenbeleuchtung (bei eingeschaltetem Sonnenlichtsimulator) überschreiten.

Sofern erforderlich, müssen in bestimmten Situationen (z. B. bei niedrig stehender Sonne) zusätzliche Leuchtdichten und Leuchtdichteverhältnisse nach 5.5.4 gemessen werden, wobei die Außenbeleuchtung auf 10 000 lx bei 5° eingestellt ist. Dies ist in Zeile 2 von Tabelle 4, Tabelle 5, Tabelle 6, Tabelle 7, Tabelle 8 und Tabelle 9 durch ein (*) angegeben.

Bei Außenbeleuchtung muss die Leuchtdichte bei den in Tabelle 24 angegebenen Prüfwinkeln gemessen werden.

4.4.3.2 Klassen der Leuchtdichte ohne Außenbeleuchtung

Für die Klassen L3, L3(*), L2 und L2(*) muss das Verkehrszeichen mindestens die Werte $L_{e(min)}$ der Leuchtdichte der Zeile 1 von Tabelle 4, Tabelle 5, Tabelle 6, Tabelle 7, Tabelle 8 und Tabelle 9 erreichen, wobei die Außenbeleuchtung abgeschaltet ist (bei abgeschaltetem Sonnenlichtsimulator).

Um die Fähigkeit zu einer entsprechenden Helligkeitsregelung bei Prüfung nach 5.5.4 ohne Beleuchtung durch einen Sonnenlichtsimulator und mit eingeschaltetem WVZ mit den vom Hersteller vorgeschriebenen Einstellungen nachzuweisen, muss die Leuchtdichte den Anforderungen der Zeile 4 und der Zeile 6 von Tabelle 4, Tabelle 5, Tabelle 6, Tabelle 7, Tabelle 8 und Tabelle 9 entsprechen, je nachdem, welche Tabelle für die Farben relevant ist.

Für die Verwendung in Tunneln ist nur eine Verkehrszeichen-Leuchtdichte (ohne Außenbeleuchtung) entsprechend der Verkehrszeichen-Beleuchtungsstärke von Tabelle 4, Tabelle 5, Tabelle 6, Tabelle 7, Tabelle 8 und Tabelle 9, Zeile 4 und Zeile 6/Spalten L3, L3(*), zu berücksichtigen. Dies ist in Tabelle 1 mit (T) gekennzeichnet.

ANMERKUNG 1 Spezifische Angelegenheiten der konstruktiven Gestaltung werden in N.3 behandelt, wo ein Leitfaden für Klassenkombinationen angegeben ist, sowie in Anhang O.

ANMERKUNG 2 Die Zeile 3 und Zeile 5 von Tabelle 4, Tabelle 5, Tabelle 6, Tabelle 7, Tabelle 8 und Tabelle 9 dienen zur Information, siehe M.2.

ANMERKUNG 3 Die Werte von Tabelle 4, Tabelle 5, Tabelle 6, Tabelle 7, Tabelle 8 und Tabelle 9 stellen mögliche Helligkeitsstufen eines aufgestellten WVZ in Abhängigkeit von den Lichtverhältnissen der Umgebung dar.

ANMERKUNG 4 Die Beziehungen zwischen den Anforderungen an die verschiedenen Farben von Tabelle 4, Tabelle 5, Tabelle 6, Tabelle 7, Tabelle 8 und Tabelle 9 spiegeln das natürliche Farbgleichgewicht wider. Eine Beibehaltung dieses Gleichgewichts bei der Darstellung unterschiedlicher Farben auf aufgestellten WVZ bietet die beste Lesbarkeit.

Tabelle 4 — Grenzwerte von L_e und L_a der Leuchtdichte für Weiß auf der Referenzachse

Zeile	Verkehrs- zeichen- Beleuch- tungsstärke lx	Klassen der Leuchtdichte cd/m ²					
		L3, L3(*)		L2, L2(*)		L1, L1(*)	
		$L_{e(min)}$	$L_{a(max)}$	$L_{e(min)}$	$L_{a(max)}$	$L_{a(min)}$	$L_{a(max)}$
1	40 000	12 400	37 200	6 200	18 600	3 100	9 300
2	10 000	12 400 (*)	37 200	6 200 (*)	18 600	3 100 (*)	9 300
3	4 000	2 200	6 600	1 100	3 300	550	1 650
4	400	600	1 800	300	900	150	450
5	40	250	750	200	600	100	300
6	≤ 4	75	225	60	180	30	90

Tabelle 5 — Grenzwerte von L_e und L_a der Leuchtdichte für Gelb auf der Referenzachse

Zeile	Verkehrs- zeichen- Beleuchtungs- stärke lx	Klassen der Leuchtdichte cd/m ²					
		L3, L3(*)		L2, L2(*)		L1, L1(*)	
		$L_{e(min)}$	$L_{a(max)}$	$L_{e(min)}$	$L_{a(max)}$	$L_{a(min)}$	$L_{a(max)}$
1	40 000	7 440	22 320	3 720	11 160	1 860	5 580
2	10 000	7 440 (*)	22 320	3 720 (*)	11 160	1 860 (*)	5 580
3	4 000	1 320	3 960	660	1 980	330	990
4	400	360	1 080	180	540	90	270
5	40	150	450	120	360	60	180
6	≤ 4	45	135	36	108	18	54

Tabelle 6 — Grenzwerte von L_e und L_a der Leuchtdichte für Orange auf der Referenzachse

Zeile	Verkehrs- zeichen- Beleuchtungs- stärke lx	Klassen der Leuchtdichte cd/m ²					
		L3, L3(*)		L2, L2(*)		L1, L1(*)	
		$L_{e(min)}$	$L_{a(max)}$	$L_{e(min)}$	$L_{a(max)}$	$L_{a(min)}$	$L_{a(max)}$
1	40 000	4 800	14 400	2 400	7 200	1 200	3 600
2	10 000	4 800 (*)	14 400	2 400	7 200	1 200	3 600
3	4 000	852	2 556	426	1 278	213	639
4	400	232	696	116	448	58	174
5	40	100	300	50	150	25	75
6	≤ 4	28	84	14	42	7	21

Tabelle 7 — Grenzwerte von L_e und L_a der Leuchtdichte für Grün auf der Referenzachse

Zeile	Verkehrs- zeichen- Beleuchtungs- stärke lx	Klassen der Leuchtdichte cd/m ²					
		L3, L3(*)		L2, L2(*)		L1, L1(*)	
		$L_{e(min)}$	$L_{a(max)}$	$L_{e(min)}$	$L_{a(max)}$	$L_{a(min)}$	$L_{a(max)}$
1	40 000	3 720	11 160	1 860	5 580	930	2 790
2	10 000	3 720 (*)	11 160	1 860 (*)	5 580	930 (*)	2 790
3	4 000	660	1 980	330	990	165	495
4	400	180	540	90	270	45	135
5	40	75	225	60	180	30	90
6	≤ 4	23	69	18	54	9	27

Tabelle 8 — Grenzwerte von L_e und L_a der Leuchtdichte für Rot auf der Referenzachse

Zeile	Verkehrs- zeichen- Beleuchtungs- stärke lx	Klassen der Leuchtdichte					
		cd/m^2					
		L3, L3(*)		L2, L2(*)		L1, L1(*)	
		$L_{e(min)}$	$L_{a(max)}$	$L_{e(min)}$	$L_{a(max)}$	$L_{a(min)}$	$L_{a(max)}$
1	40 000	3 100	9 300	1 550	4 650	775	2 325
2	10 000	3 100 (*)	9 300	1 550 (*)	4 650	775 (*)	2 325
3	4 000	550	1 650	275	825	138	414
4	400	150	450	75	225	38	114
5	40	63	189	50	150	25	75
6	≤ 4	19	57	15	45	7,5	22,5

Tabelle 9 — Grenzwerte von L_e und L_a der Leuchtdichte für Blau auf der Referenzachse

Zeile	Verkehrs- zeichen- Beleuchtungs- stärke lx	Klassen der Leuchtdichte					
		cd/m^2					
		L3, L3(*)		L2, L2(*)		L1, L1(*)	
		$L_{e(min)}$	$L_{a(max)}$	$L_{e(min)}$	$L_{a(max)}$	$L_{a(min)}$	$L_{a(max)}$
1	40 000	1 240	3 720	620	1 860	310	930
2	10 000	1 240 (*)	3 720	620 (*)	1 860	310 (*)	930
3	4 000	220	660	110	330	55	165
4	400	60	180	30	90	15	45
5	40	25	75	20	60	10	30
6	≤ 4	7,5	22,5	6,0	18	3,0	9,0

Ohne Außenbeleuchtung muss die Leuchtdichte bei den in Tabelle 25 festgelegten Winkeln gemessen werden.

4.4.4 Leuchtdichteverhältnis

Das Leuchtdichteverhältnis ist das Gleichgewicht zwischen der Leuchtkraft, L_a , und der Rückstrahlung des Verkehrszeichens, L_b (siehe 5.5.4.4). Im bestmöglichen Fall sollte der Wert von L_b (Rückstrahlung) so niedrig wie möglich gehalten werden. Die Werte des Leuchtdichteverhältnisses müssen nach 5.5.4 gemessen werden. Für die Klassen Rx müssen die in Tabelle 10 festgelegten Mindestwerte für das Leuchtdichteverhältnis erreicht werden.

Die Leuchtdichteverhältnisse LR_{10} , sofern für die jeweilige Farbe geeignet, müssen für die in Zeile 1 von Tabelle 4 bis Tabelle 9 festgelegte Beleuchtungsstärke aufrechterhalten werden; für die Klassen $L_x(*)$ müssen zusätzlich die Werte des Leuchtdichteverhältnisses LR_5 für die in Zeile 2 von Tabelle 4 bis Tabelle 9 festgelegte Beleuchtungsstärke aufrechterhalten werden. Falls die Werte LR_{10} und LR_5 unterschiedlich sind, ergibt sich aus dem niedrigeren Wert die angegebene Klasse des Leuchtdichteverhältnisses. Für Prüfwinkel siehe 5.5.2, Tabelle 24.

ANMERKUNG 1 Die Anforderungen und diesbezüglichen Prüfverfahren für das Leuchtdichteverhältnis sind nur bei starkem Sonnenlicht anwendbar, wie in Zeile 1 und Zeile 2 in Tabelle 4 bis Tabelle 9 festgelegt. Folglich ist weder eine Anforderung an das Leuchtdichteverhältnis noch ein anwendbares Leuchtdichteverhältnis-Prüfverfahren für die Klasse L3(T) der Leuchtdichte möglich.

ANMERKUNG 2 Spezifische Angelegenheiten der konstruktiven Gestaltung werden in N.3 behandelt, wo ein Leitfaden für Klassenkombinationen für die Leuchtdichte und das Leuchtdichteverhältnis angegeben ist.

Tabelle 10 — Mindestwerte des Leuchtdichteverhältnisses (LR) für verschiedene Farben und die Klassen R1, R2 und R3 bei Prüfwinkeln auf der Referenzachse und außerhalb der Referenzachse

Farbe	Mindestklassen des Leuchtdichteverhältnisses					
	R3		R2		R1	
	auf der Referenzachse	außerhalb der vertikalen Referenzachse	auf der Referenzachse	außerhalb der vertikalen Referenzachse	auf der Referenzachse	außerhalb der vertikalen Referenzachse
Weiß	16,7	8,35	10	5	5	3
Gelb	10	5	6	3	3	1,8
Orange	6,5	3,25	3,9	1,95	1,9	1,15
Grün	5	2,5	3	1,5	1,5	0,9
Rot	4,2	2,1	2,5	1,25	1,25	0,75
Blau	1,7	0,85	1	0,5	0,5	0,3

4.4.5 Abstrahlbreite

Die Abstrahlbreite muss nach 5.5.5 gemessen werden. Die Mindestwinkel der Abstrahlbreite müssen Tabelle 11 entsprechen, die sieben Klassen der Abstrahlbreite angibt.

Der Wert der Leuchtdichte darf in allen gemessenen Winkeln innerhalb der horizontalen und vertikalen Abstrahlbreite niemals weniger betragen als 50 % des gemessenen Leuchtdichtewertes auf der Referenzachse.

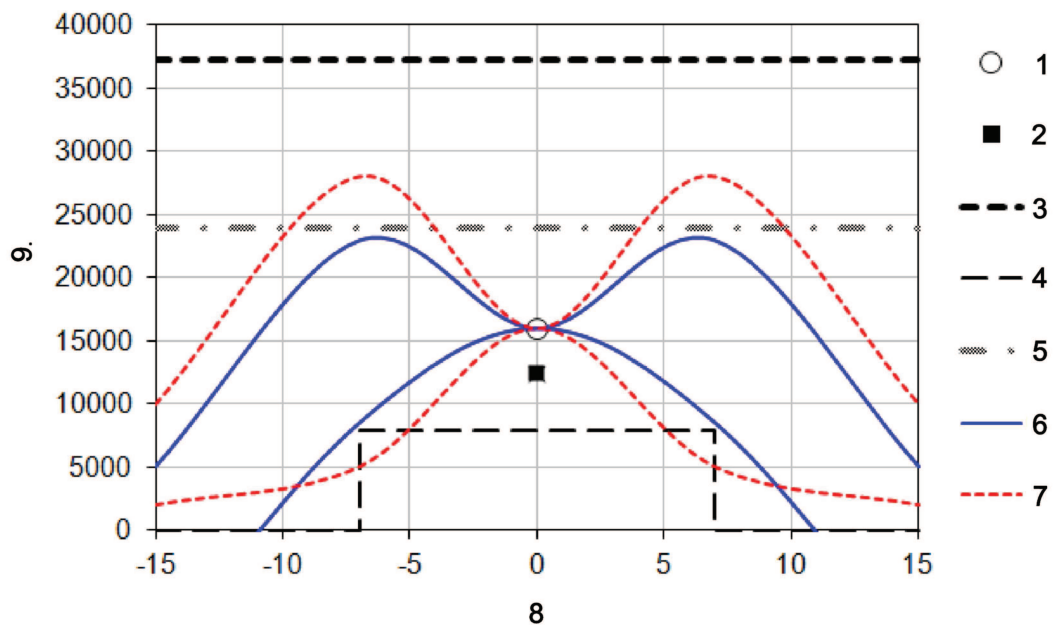
Der Wert der Leuchtdichte darf in allen gemessenen Winkeln innerhalb der horizontalen und vertikalen Abstrahlbreite niemals mehr betragen als 150 % des gemessenen Leuchtdichtewertes auf der Referenzachse.

Der Wert der Leuchtdichte darf in allen gemessenen Winkeln die maximalen Leuchtdichtewerte nach Tabelle 4 bis Tabelle 9 niemals überschreiten.

ANMERKUNG 1 Tabelle 11 enthält keine Anforderungen für die maximale Abstrahlbreite. Abstrahlbreiten sind als Mindestanforderungen an die Leistungsfähigkeit definiert. Eine höhere Klasse der Abstrahlbreite erfüllt die Anforderungen der niedrigeren Klassen der Abstrahlbreite mit Ausnahme von B5, die lediglich die Anforderungen der Klassen B1, B2 und B3 erfüllt.

ANMERKUNG 2 Bild 2 enthält Beispiele für bestandene und nicht bestandene Leuchtdichteverteilungen für die Farbe Weiß, die Klasse L3 der Leuchtdichte und die Klasse B2 der Abstrahlbreite eines Verkehrszeichens, dessen Leuchtdichtewert so eingestellt ist, dass die Leistung bei einer Beleuchtungsstärke von 40 000 lx erreicht wird. Bei dieser Prüfung ist der Sonnenlichtsimulator außer Betrieb.

ANMERKUNG 3 Spezifische Angelegenheiten der konstruktiven Gestaltung werden in N.3 behandelt, wo ein Leitfaden für Klassenkombinationen angegeben ist.



Legende

- 1 tatsächlich gemessene Leuchtdichte (L_{MES}) auf der Referenzachse
- 2 geringste Leuchtdichte auf der Referenzachse $L_{e(min)}$
- 3 höchste Leuchtdichte bei allen Winkeln $L_{a(max)}$
- 4 untere Grenze (50 % von L_{MES})
- 5 obere Grenze (150 % von L_{MES})
- 6 bestandene Leuchtdichteverteilungen
- 7 nicht bestandene Leuchtdichteverteilungen
- 8 horizontaler Winkel (Grad)
- 9 Leuchtdichte ($cd \cdot m^{-2}$)

Bild 2 — Beispiele für bestandene und nicht bestandene Leuchtdichteverteilungen

BEISPIEL Wie in Tabelle 4 angegeben, muss die Leuchtdichte auf der Referenzachse für die Farbe Weiß im Bereich zwischen $12\,400\,cd/m^2$ [$L_{e(min)}$] und $37\,200\,cd/m^2$ [$L_{a(max)}$] liegen. Es wird angenommen, dass die tatsächlich gemessene Leuchtdichte auf der Referenzachse diese Anforderung erfüllt und $L_{MES} = 16\,000\,cd/m^2$ beträgt. Der Höchstwert der Leuchtdichte ergibt sich für alle anderen Winkel $1,5 \times 16\,000 = 24\,000\,cd/m^2$. Der Mindestwert der Leuchtdichte innerhalb der Winkel der Abstrahlbreite beträgt mindestens $0,5 \times 16\,000 = 8\,000\,cd/m^2$. Außerhalb der Winkel der Abstrahlbreite darf die Leuchtdichte null betragen, jedoch niemals größer als $1,5 \times L_{MES}$ bzw. $L_{a(max)}$ sein.

Tabelle 11 — Klassen der Abstrahlbreite

Klasse der Abstrahlbreite	Abstrahlwinkel (Grad)	
	Horizontal	Vertikal
B1	-5	0
	+5	0
	0	-5
B2	-7	0
	+7	0
	0	-5

Tabelle 11 (*fortgesetzt*)

Klasse der Abstrahlbreite	Abstrahlwinkel (Grad)	
	Horizontal	Vertikal
B3	-10	0
	+10	0
	0	-5
B4	-10	0
	+10	0
	0	-10
B5	-15	0
	+15	0
	0	-5
B6	-15	0
	+15	0
	0	-10
B7	-30	0
	+30	0
	0	-20

ANMERKUNG Klassen der Abstrahlbreite müssen nach der Anwendung ausgewählt werden, ein Leitfaden befindet sich in Anhang N.

4.4.6 Gleichmäßigkeit der Lichtstärke

Die Messungen der Gleichmäßigkeit müssen 5.5.6 entsprechen.

Anforderung A: Bei der Lichtstärke eines jeden beliebigen Einzelelements des WVZ muss das Verhältnis des Mittelwertes der 12 % der Elemente des WVZ mit der höchsten Lichtstärke zu dem der 12 % mit der niedrigsten Lichtstärke unter 3 : 1 liegen.

Anforderung B: Bei der Lichtstärke eines jeden beliebigen Einzelelements des WVZ muss das Verhältnis des Mittelwertes der 4 % der Elemente des WVZ mit der höchsten Lichtstärke zu dem der 4 % mit der niedrigsten Lichtstärke unter 5 : 1 liegen.

Die Anzahl der Elemente, die dabei betrachtet werden, muss auf die nächsthöhere ganze Zahl gerundet werden. Die Gleichmäßigkeit der Lichtstärke muss bei jeder einzelnen Farbe erreicht werden.

Konformitäts- Die Anforderungen A und B müssen erfüllt sein; die Abkürzung CCM
kriterium: (Konformitätskriterium erfüllt) ist als Kennzeichnungsschlüssel zu verwenden.

4.4.7 Sichtbares Flimmern

Während der Prüfung darf kein sichtbares Flimmern des Lichts auftreten, unabhängig davon, ob die Lichtquellen eines WVZ bei voller Beleuchtungsstärke oder mit reduzierter Helligkeit betrieben werden. Im Zweifelsfall ist die niedrigste Frequenz des vom WVZ ausgestrahlten Lichts, das durch das Prüfmodul repräsentiert wird, zu messen und anzugeben. Diese Frequenz muss mindestens 90 Hz betragen.

Konformitätskriterium: Es darf kein Flimmern festgestellt werden; die Abkürzung CCM (Konformitätskriterium erfüllt) ist als Kennzeichnungsschlüssel zu verwenden.

ANMERKUNG Frequenzen über 90 Hz stellen kein sichtbares Flimmern dar¹.

4.4.8 Dauerhaftigkeit der optischen Qualität

Die gestalterische Ausführung von WVZ muss die alterungsbedingten Auswirkungen auf die optische Qualität berücksichtigen (d. h. Farbe, Leuchtdichte und Leuchtdichteverhältnis). Die Anforderungen an die optische Qualität stellen Mindestanforderungen dar, die während der gesamten technischen Lebensdauer des WVZ erfüllt sein müssen. Die Dauerhaftigkeit der optischen Qualität muss mit der Prüfung nach 5.1, Punkt 8), im Anschluss an die Prüffolge nach 5.1 von Punkt 1 bis Punkt 7 nachgewiesen werden.

Konformitätskriterium: Keine Änderung der Klassifizierung nach der Prüfung; die Abkürzung CCM (Konformitätskriterium erfüllt) ist als Kennzeichnungsschlüssel zu verwenden.

4.5 Anforderungen an die physikalische Qualität

4.5.1 Klassifizierung

Die entsprechenden Klassenbezeichnungen für die physikalische Qualität von WVZ müssen angegeben werden. Dies muss mithilfe der Klassenbezeichnungen für die Beständigkeit gegenüber äußeren Einflüssen von Tabelle 12 erfolgen.

Tabelle 12 — Klassenbezeichnung

Äußere Einflüsse	Klassenbezeichnung	Bemerkungen
Temperatur	T1, T2, T3, T4	
Schutz gegen das Eindringen von Wasser und Staub	IP44, IP45, IP54, IP55, IP56	IP56 ist am restriktivsten
Korrosion	SP0, SP1, SP2	SP2 ist am restriktivsten
Winddruckklassen	WL0 – WL9	WL9 ist am restriktivsten
temporäre Verformungen durch Biegung	TDB0 – TDB6	TDB1 ist am restriktivsten
Dynamischer Druck infolge von Schneeräumung	DSL0 – DSL4	DSL4 ist am restriktivsten

1 Die DELEGIERTE VERORDNUNG (EU) 2021/1958 DER KOMMISSION legt Prüfverfahren und technische Anforderungen für die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich ihrer intelligenten Geschwindigkeitsassistenten (en: Intelligent Speed Assistance; ISA) und für die Typgenehmigung entsprechender Systeme fest. Anhang II, Katalog der Verkehrszeichen – Teil 1, Erläuterungen, dieser Delegierten Verordnung enthält folgendes: „Wechselverkehrszeichen dürfen jedes der in der Tabelle für das jeweilige Land enthaltene explizite numerische Geschwindigkeitsbegrenzungszeichen, implizite numerische Geschwindigkeitsbegrenzungszeichen oder implizite nicht-numerische Geschwindigkeitsbegrenzungszeichen anzeigen. Die Bildwiederholrate der Zeichen muss jedoch mindestens 1 000 Hz betragen, damit sichergestellt ist, dass das Bild für eine adäquate Verarbeitung durch das ISA-System korrekt erfasst werden kann.“

4.5.2 Beständigkeit gegenüber äußeren Einflüssen

4.5.2.1 Temperatur

Ein Bereich oder mehrere Bereiche der Temperaturklassen von Tabelle 13 muss/müssen ausgewählt werden:

Tabelle 13 — Bereiche der Temperaturklassen

Temperaturklasse	Umgebungstemperatur °C	
	Niedrigste Temperatur	Höchste Temperatur
T1	–15	+60
T2	–25	+55
T3	–40	+40
T4	–15	+55
ANMERKUNG Die Temperaturklasse T4 erfordert eine Prüfung mit Sonneneinstrahlung.		

Das Temperaturverhalten des WVZ, das durch das Prüfmodul repräsentiert wird, muss nach Tabelle 23 entsprechend der jeweiligen Klasse geprüft werden und muss die darin angegebenen Anforderungen erfüllen.

4.5.2.2 Beständigkeit gegen Korrosion

4.5.2.2.1 Beständigkeit kontinuierlicher WVZ gegen Korrosion

Die Klassen für den Schutz der Gehäuseoberflächen von kontinuierlichen WVZ gegen Korrosion müssen EN 12899-1:2007, 7.1.7, entsprechen.

Eine Schutzbeschichtung muss nach den Anweisungen und Empfehlungen des Herstellers der Schutzbeschichtung aufgebracht werden.

Die für das kontinuierliche WVZ verwendeten Materialien müssen korrosionsbeständig sein und müssen nach EN 12899-1:2007, 7.1.7, Tabelle 15, klassifiziert und angegeben werden.

4.5.2.2.2 Beständigkeit diskontinuierlicher WVZ gegen Korrosion

Diskontinuierliche WVZ müssen gegenüber Korrosion beständig sein; ein Prüfmodul, das das WVZ repräsentiert, ist nach 5.4.3, Tabelle 20, zu prüfen.

Konformitätskriterium: Keine Korrosion festgestellt; die Abkürzung CCM (Konformitätskriterium erfüllt) ist als Kennzeichnungsschlüssel zu verwenden.

4.5.2.3 Schutz gegen das Eindringen von Wasser und Staub (IP-Code) durch das Gehäuse

WVZ mit elektrischer Ausrüstung müssen gegen das Eindringen von Wasser und Staub nach Tabelle 14 (IP-Code nach EN 60529, Kategorie 2) geschützt sein; WVZ oder repräsentative Prüfmodule müssen nach Tabelle 21 und Tabelle 22 geprüft werden und müssen die dort angegebenen Anforderungen erfüllen.

Tabelle 14 — Klassen der Schutzgrade gegen Eindringen

Klasse des Schutzgrads
IP44
IP45
IP54
IP55
IP56

4.5.2.4 Anforderungen an die mechanische Ausführung

4.5.2.4.1 Allgemeines

WVZ müssen so konstruiert sein, dass eine zuverlässige Übertragung sämtlicher statischen und dynamischen Kräfte auf die Befestigungsvorrichtungen und Tragkonstruktionen sichergestellt ist und die statischen Anforderungen erfüllt sind.

4.5.2.4.2 Temporäre Verformungen durch Windlasten

Bei den nach EN 12899-1:2007, 5.3.1, ermittelten Windlasten darf die temporäre Verformung nicht den Höchstwert für die relevante Klasse von EN 12899-1:2007, 5.4.1, überschreiten.

4.5.2.4.3 Dauerhafte Verformungen durch dynamische Lasten

Bei den nach EN 12899-1:2007, 5.3.2, ermittelten dynamischen Schneelasten darf die dauerhafte Verformung 20 % der temporären Verformung mit derselben Last nicht überschreiten.

ANMERKUNG 1 Die dynamische Schneelast ist in EN 12899 als die Last definiert, die bei der Schneeräumung mit einem Schneepflug auf Straßenverkehrszeichen einwirken kann, die in weniger als 2 m Höhe (über der Fahrbahn) am Straßenrand angebracht sind. Alle anderen Anwendungen sind der Klasse DSL0 zugeordnet.

ANMERKUNG 2 Einzellasten sind für WVZ nicht zutreffend.

4.5.2.4.4 Schlagfestigkeit

Die WVZ müssen Schlageinwirkungen standhalten können; repräsentative Prüfmodule müssen nach Tabelle 18 geprüft werden sowie die dort angegebenen Anforderungen erfüllen.

Konformitätskriterium: Keine Korrosion festgestellt; die Abkürzung CCM (Konformitätskriterium erfüllt) ist als Kennzeichnungsschlüssel zu verwenden.

4.5.2.4.5 Beständigkeit gegen Erschütterung

Die WVZ müssen Erschütterungen standhalten können; repräsentative Prüfmodule müssen nach Tabelle 19 geprüft werden sowie die dort angegebenen Anforderungen erfüllen.

Konformitätskriterium: Keine Änderungen festgestellt; die Abkürzung CCM (Konformitätskriterium erfüllt) ist als Kennzeichnungsschlüssel zu verwenden.

4.5.3 Anforderungen an die elektrische Leistung

4.5.3.1 Stromversorgung und Grenzwerte

4.5.3.1.1 Maximaler Stromverbrauch

Der maximale Stromverbrauch des WVZ muss angegeben werden. Vom Abnehmer können Grenzwerte des Stromverbrauchs verlangt werden.

4.5.3.1.2 Nennspannungen

Die genormte Nennspannung für den Anschluss an die öffentliche Versorgung muss eine Einphasen-Wechselspannung mit 230 V (Effektivwert) oder eine Dreiphasen-Wechselspannung mit 400 V (Effektivwert) sein.

Werden andere Spannungen verwendet, müssen diese angegeben werden.

4.5.3.1.3 Betriebsspannungsbereich

Schwankungen in der Versorgungsspannung zwischen -13 % und +10 % dürfen keine Auswirkungen auf die Funktionen des WVZ haben. Dies ist nach Tabelle 16 und Tabelle 17 zu überprüfen und die dort angegebenen Anforderungen müssen erfüllt sein.

4.5.3.1.4 Netzfrequenz

Schwankungen im Frequenzbereich (50 ± 1) Hz dürfen keine Auswirkungen haben. Dies ist nach Tabelle 17 zu überprüfen und die dort angegebenen Anforderungen müssen erfüllt sein.

4.5.3.1.5 Einschaltvorgang

Das WVZ muss für die Aktivierung bereit sein, wenn die Versorgungsspannung einen Wert innerhalb des Betriebsspannungsbereichs erreicht. Zu keinem Zeitpunkt während des Einschaltvorgangs dürfen Zeicheninhalte nur partiell bzw. dürfen unvollständige oder falsche Zeicheninhalte angezeigt werden. Dies ist nach Tabelle 16 und Tabelle 17 zu überprüfen und die dort angegebenen Anforderungen müssen erfüllt sein.

4.5.3.1.6 Unterspannung

4.5.3.1.6.1 Reaktion auf Abschalten der Spannung

Ein Abfall der Nennspannung um mehr als 13 % darf zu keiner partiellen, unvollständigen oder falschen Darstellung von Zeicheninhalten sowie zu Beschädigungen des WVZ führen. Dies ist nach Tabelle 16 zu überprüfen und die dort angegebenen Anforderungen müssen erfüllt sein.

4.5.3.1.6.2 Spannungsunterbrechung

Bei kurzen Unterbrechungen der Versorgungsspannung muss das WVZ nach Tabelle 15 funktionieren und muss nach 5.4.2 geprüft werden, wobei die dort angegebenen Anforderungen erfüllt sein müssen.

Tabelle 15 — Auswirkungen der Spannungsunterbrechung

Dauer ms	Auswirkung
Weniger als 50	Keine Auswirkung
50 bis unter 100	Das WVZ muss den derzeitigen Zeicheninhalt weiterhin anzeigen. Während der Spannungsunterbrechung kann das WVZ durch eine Schwankung der Leuchtdichte beeinträchtigt sein.
100 oder länger	Abschaltung ist zulässig, sofern durch den Abnehmer nicht anders festgelegt. Hieraus darf sich keine nur partielle, unvollständige oder falsche Darstellung der Zeicheninhalte oder Beschädigung des WVZ ergeben. Nach Wiederherstellung der Stromversorgung muss sich das WVZ wie in 4.5.3.1.5 verhalten.

4.5.3.1.6.3 Zeitweilige Überspannung

Wenn ein Schutz gegen zeitweilige (nicht transiente) Überspannung eingebaut ist, muss der Betriebs Spannungsbereich der Schutzvorrichtung angegeben und nach Tabelle 16 geprüft werden, wobei die dort angegebenen Anforderungen erfüllt sein müssen.

4.5.3.2 Elektrische Sicherheit

Das WVZ muss den Anforderungen an die elektrische Sicherheit nach EN 50556:2018 und EN 62368-1:2020, je nachdem, was zutrifft, entsprechen.

4.5.4 Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit

4.5.4.1 Elektromagnetische Emission

Das WVZ muss bei allen Umgebungstypen mit EN 50293:2012 übereinstimmen; repräsentative Prüfmodule müssen dementsprechend geprüft werden.

4.5.4.2 Elektromagnetische Störfestigkeit

Das WVZ muss bei allen Umgebungstypen mit EN 50293:2012 übereinstimmen; repräsentative Prüfmodule müssen dementsprechend geprüft werden.

4.6 Freisetzung gefährlicher Stoffe

Nationale Vorschriften zu gefährlichen Stoffen können bei der Einführung der von dieser Europäischen Norm abgedeckten Bauprodukte auf dem Markt des betreffenden Landes die Vorlage eines Nachweises und einer Deklaration über die Freisetzung von solchen Stoffen und teilweise über deren Gehalt fordern.

Bis harmonisierte europäische Prüfverfahren zur Verfügung stehen, muss der Nachweis und die Deklaration über die Freisetzung von gefährlichen Stoffen bzw. über deren Gehalt unter Berücksichtigung der nationalen Vorschriften, die am Ort der Verwendung gelten, erfolgen.

Die Freisetzung gefährlicher Stoffe kann indirekt durch die Regelung des betroffenen Stoffs beurteilt werden.

ANMERKUNG Eine Informationsdatenbank über europäische und nationale Bestimmungen zu gefährlichen Stoffen ist auf der Internetseite der Kommission EUROPA unter „Construction“ [in englischer Sprache] verfügbar, Zugang über <http://ec.europa.eu/enterprise/construction/cpd-ds/>.

5 Prüf-, Beurteilungs- und Probenahmeverfahren

5.1 Reihenfolge der Prüfungen

Sämtliche Prüfverfahren müssen in der folgenden Reihenfolge an einem einzigen WVZ/Prüfmodul durchgeführt werden. Funktionsprüfungen nach 5.3.3 müssen nach den Prüfungen der Punkte 2), 3), 4), 5), 6) und bei allen Prüfbedingungen von Punkt 7) der Reihenfolge durchgeführt werden:

- a) Prüfung der optischen Qualität;
- b) elektrische Prüfungen;
- c) Schlagversuch;
- d) Erschütterungsprüfung;
- e) Korrosionsprüfung;
- f) Prüfung des Schutzes vor dem Eindringen von Wasser und Staub (IP-Klasse) durch Gehäuse;
- g) Temperaturprüfung (falls vorhanden, müssen thermostatisch geregelte Einrichtungen zur Regelung der Temperatur wie vorgesehen arbeiten können):
 - 1) Kälte;
 - 2) trockene Hitze;
 - 3) Sonneneinstrahlung (nur für Klasse T4 obligatorisch, kann alternativ zur Prüfung mit trockener Hitze für T1 durchgeführt werden);
 - 4) Prüfzyklus bei feuchter Hitze;
 - 5) Veränderung der Temperatur (kann durch die vorstehenden Prüfungen a) und b) ersetzt werden, es sei denn, T3 ist erforderlich);
- h) Farbe, Leuchtdichte und Leuchtdichteverhältnis auf der Referenzachse nach 4.4.2, 4.4.3 und 4.4.4 (gilt nur für diskontinuierliche WVZ).

ANMERKUNG Es ist von Vorteil, die Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit nach 4.5.4 im Anschluss an Prüfung 2) durchzuführen.

5.2 Dauerhaftigkeit

Die Dauerhaftigkeit gegenüber umweltbezogenen Faktoren muss nachgewiesen werden, indem die entsprechenden Prüfanforderungen der in 5.1 aufgestellten Prüfreihenfolge erfüllt werden.

5.3 Prüfmodule

5.3.1 Allgemeines

Um zukünftige Entwicklungen in der Technologie und Verkehrszeichenkonstruktion zu berücksichtigen, verwendet die Norm Qualitätsanforderungen, mit denen so viele Technologien wie möglich abgedeckt werden. Diese Europäische Norm enthält eine Reihe von festgelegten Anforderungen, von denen einige am Prüfmodul nachgewiesen und andere vom Hersteller bestätigt werden müssen.

Es ist nicht möglich, ein einheitliches Wechselverkehrszeichen zu bestimmen, wenn der breit gefächerte Anwendungsbereich und Technologiespielraum, der Bereich der Größen und die verschiedenen Anforde-

rungen hinsichtlich der Schriftzeichen und Symbole berücksichtigt werden. Prüfungen, die aus praktischen Gründen nicht am gesamten WVZ durchgeführt werden können (z. B. aufgrund großer Maße und Masse), werden mithilfe eines Prüfmoduls durchgeführt, um nachzuweisen, dass alle Anforderungen dieser Europäischen Norm erfüllt sind.

Für Prüfmodule, die nach den Anforderungen des vorliegenden Dokuments hergestellt wurden, gilt:

- a) sie müssen vollständig mit allen Teilen oder Vorrichtungen versehen sein (z. B. Stromversorgung, Regelungseinrichtungen, Elemente, Lüftungsöffnungen und Ablauföffnungen, elektrische Sicherheitseinrichtungen, Überspannungsschutz und, sofern zutreffend, Lichtsensoren, Heizer und Lüfter usw.), mit denen eine Produktionseinheit eines WVZ ausgestattet ist und die für die Erfüllung der Qualitätsanforderungen erforderlich sind;
- b) sie müssen vollständig mit allen Einrichtungen ausgestattet sein, die für die Funktionsprüfung während der Prüfungen hinsichtlich der physikalischen und der optischen Qualität erforderlich sind;
- c) sie müssen das für eine Qualitätsprüfung notwendige Bedienungssystem umfassen sowie die „alle-EIN/alle-AUS“-Betriebsart und die „einzelne-EIN-Betriebsart“ mit den entsprechenden Anforderungen an die Beleuchtungsstärke, die für die Messungen der optischen Qualität notwendig sind;
- d) sie müssen Messpunkte für die elektrische Prüfung zur Überwachung der (des) für jede Einstellung bei der Prüfung der optischen Qualität verwendeten Parameter(s) enthalten;
- e) sie müssen genügend Elemente umfassen, um die Übereinstimmung des auf den Markt gebrachten WVZ mit den Anforderungen dieser Europäischen Norm zu belegen.

Es müssen Dokumentations- und Sicherheitsanleitungen bereitgestellt werden, in denen alle notwendigen Montage- und Bedienungsverfahren ausführlich beschrieben werden. Jede einzelne Einstellung muss in den Anleitungen für alle Parameter angegeben werden, die für die verschiedenen Prüfungen maßgeblich sind.

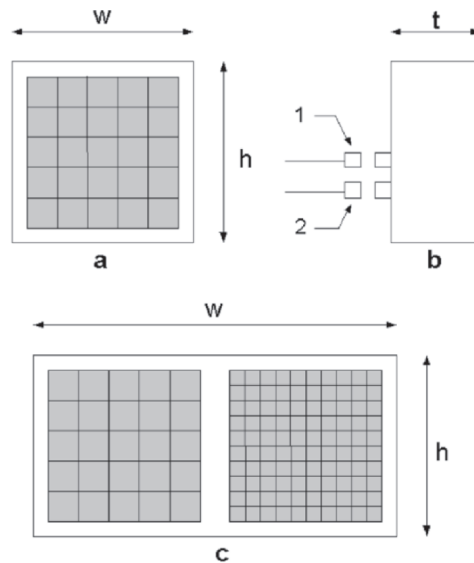
ANMERKUNG Die Prüfverfahren für die optische Qualität von kontinuierlichen Verkehrszeichen einschließlich kontinuierlicher Verkehrszeichen mit Außenbeleuchtung sind in EN 12899-1:2007 enthalten.

5.3.2 Maße der Prüfmodule

Die Größe ($w \times h \times t$) des Prüfmoduls muss innerhalb der maximalen Größe von $1\,350\text{ mm} \times 1\,350\text{ mm} \times 500\text{ mm}$ liegen [siehe Bild 3 a), Bild 3 b)]. Wenn die Maße des Serienzeichens innerhalb dieser Grenzen liegen, können die Maße des Prüfmoduls mit denen des WVZ identisch sein, solange alle anderen Anforderungen von Abschnitt 5 erfüllt sind.

Die Maße jeder optischen Prüffläche eines WVZ/Prüfmoduls müssen mindestens mit den in 5.5.4.2 angegebenen Maßen übereinstimmen. Ein Prüfmodul kann über eine oder mehrere optische Prüfflächen mit einer unterschiedlichen Anzahl von Elementen verfügen [siehe Bild 3 c)].

Wird für die Prüfung ein WVZ verwendet, so muss die Prüffläche entsprechend den Festlegungen von 5.5.4.2 bezeichnet werden.



Legende

- 1 Versorgungsspannungseingang
- 2 Steuerspannungseingang

w Breite
h Höhe
t Dicke

ANMERKUNG Die schattierten Quadrate sind Elemente der äquivalenten Fläche (siehe 3.12) und bilden die optische Prüffläche.

Bild 3 — Beispiele für Prüfmodule von Wechselverkehrszeichen in der Vorderansicht (a und c) und in der Seitenansicht (b)

Die Abstände zwischen den Elementen (Abstände zwischen den Mittelpunkten der Elemente) müssen an den Prüfmodulen gemessen werden, die die Prüfanforderungen erfüllen, und müssen als die „Elementabstände“ angegeben werden. Die Elementabstände des WVZ müssen innerhalb von $\pm 10\%$ der Elementabstände liegen, die bei dem Prüfmodul gemessen wurden.

5.3.3 Funktionsprüfung

5.3.3.1 Allgemeines

Die Funktionsprüfung beruht auf einer abwechselnden Aktivierung/Deaktivierung aller Elemente; sie stellt den zyklischen Übergang aller Elemente von einem Zustand in einen anderen dar.

Die Prüfung muss auf der Stufe durchgeführt werden, die für die höchste anwendbare Qualitätsklasse verwendet wird.

Jeder „EIN/AUS“-Zyklus muss mindestens 1 s EIN umfassen, gefolgt von mindestens 1 s AUS. Die Prüfung muss aus mindestens 10 Zyklen bestehen.

5.3.3.2 Prüfbedingungen

Die Funktionsprüfung muss unter den in 5.4 festgelegten Bedingungen durchgeführt werden.

5.4 Prüfverfahren für die physikalische Qualität

5.4.1 Allgemeines

Während der Prüfung müssen Funktionsprüfungen durchgeführt werden, und zwar zu dem Zeitpunkt und mit der Häufigkeit, wie im Folgenden angegeben.

5.4.2 Elektrische Prüfungen

Vor Beginn der Umweltprüfung müssen die folgenden Prüfungen in Übereinstimmung mit Tabelle 16 durchgeführt werden.

Tabelle 16 — Betriebsspannungsbereich, Einschaltvorgang und Prüfungen bei zeitweiliger Überspannung

Prüfphase	Spannungswert	Messungen
1	kein Strom	keine Stromversorgung
2	Nennspannung	Das WVZ/Prüfmodul ist einzuschalten, und es ist zu überprüfen, ob die Zeicheninhalte nicht partiell, unvollständig oder falsch angezeigt werden.
3	Nennspannung	Funktionsprüfung
4	Abfall auf die Mindestspannung	Es ist zu überprüfen, ob die Zeicheninhalte nicht partiell, unvollständig oder falsch angezeigt werden.
5	Abfall auf 50 % der Nennspannung	Es ist zu überprüfen, ob die Zeicheninhalte nicht partiell, unvollständig oder falsch angezeigt werden.
6	Nennspannung	Es ist zu überprüfen, ob die Zeicheninhalte nicht partiell, unvollständig oder falsch angezeigt werden.
7	Nennspannung	Funktionsprüfung
8	Erhöhung auf die Maximalspannung	Es ist zu überprüfen, ob die Zeicheninhalte nicht partiell, unvollständig oder falsch angezeigt werden.
9	Nennspannung	Es ist zu überprüfen, ob die Zeicheninhalte nicht partiell, unvollständig oder falsch angezeigt werden.
10	Nennspannung	Funktionsprüfung
11 ^a	durch die Schutzvorrichtung zugelassene Maximalspannung	Es ist zu überprüfen, ob die Zeicheninhalte nicht partiell, unvollständig oder falsch angezeigt werden. Keine sichtbaren Schäden am WVZ/Prüfmodul.
12 ^a	Nennspannung	Es ist zu überprüfen, ob die Zeicheninhalte nicht partiell, unvollständig oder falsch angezeigt werden.
13 ^a	Nennspannung	Funktionsprüfung
^a Diese Prüfung wird nur durchgeführt, wenn eine Schutzvorrichtung vorhanden ist.		

Die Funktionsprüfung muss in Übereinstimmung mit Tabelle 17 für unterschiedliche Kombinationen von Spannung und Frequenz wiederholt werden:

Tabelle 17 — Frequenz- und Spannungsprüfungen

Prüfphase	Frequenzwert	Spannungswert
1	Untergrenze	Untergrenze
2	Nennwert	Nennwert
3	Obergrenze	Obergrenze

5.4.3 Umweltprüfungen und mechanische Prüfungen

Die Verfahren für die Umweltprüfungen und für die mechanischen Prüfungen müssen in den folgenden Tabellen 18 bis Tabelle 23 aufgeführt sein.

Tabelle 18 — Schlagprüfung

Schlagprüfung	
Schlag EN 60598	Schlagprüfungen müssen an Frontplatten von horizontal angebrachten WVZ/Prüfmodulen durchgeführt werden, wobei eine Stahlkugel mit einem Durchmesser von 50 mm und einer Masse von 0,51 kg aus einer Höhe h (1,3 m) fallen gelassen wird, um eine Schlagenergie von 6,5 Nm zu entwickeln.
	Das WVZ/Prüfmodul muss bei einer Temperatur von $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ konditioniert und dann drei einzelnen Schlägen ausgesetzt werden, und zwar an der schwächsten Stelle der Frontplatte des WVZ/Prüfmoduls ^a .
	Das WVZ/Prüfmodul muss auf eine Temperatur von $(-5 \pm 2) ^\circ\text{C}$ abgekühlt werden; diese Temperatur ist drei Stunden lang aufrechtzuerhalten. Bei dieser Temperatur ist das WVZ/Prüfmodul drei einzelnen Schlägen am schwächsten Punkt der Frontplatte des WVZ/Prüfmoduls auszusetzen ^a .
	Nach der Prüfung dürfen weder die Frontplatte des WVZ/Prüfmoduls noch Teile davon andere Schäden als kleine Dellen in der Stirnfläche aufweisen; es dürfen keine Risse vorhanden sein. Das WVZ/Prüfmodul muss weiterhin alle Anforderungen dieser Norm erfüllen.
^a Dies wird in der Regel nach der Konsultation des Herstellers festgelegt.	

Tabelle 19 — Erschütterungsprüfung

Beständigkeit gegen Schwingungen		
Schwingung EN 60068-2-64:2008+A1:2019	Aufstellung:	Das WVZ/Prüfmodul muss sicher am Rütteltisch befestigt werden.
	Bezugs- und Prüfpunkte:	Der Bezugspunkt muss am Rütteltisch gewählt werden; falls das WVZ/Prüfmodul größer als der Tisch ist, muss es ein virtueller Punkt sein, an dem der Bezugs-Signalverlauf als arithmetisches Mittel der ASD-Werte (Werte der Beschleunigungs-Spektraldichte, en: Acceleration Spectrum Density) der an den Prüfpunkten gemessenen Signale definiert ist.
	Frequenzbereich:	10 Hz bis 200 Hz
	ASD-Niveau:	0,013 g ² /Hz (10 Hz bis 50 Hz) 0,013 g ² /Hz (50 Hz bis 200 Hz mit negativem Gefälle 3 dB/Oktave) Effektivwert der Gesamt-Beschleunigung 1,2 g
	Dauer der Prüfung:	90 min bei jeder der drei Achsen
	Reproduzierbarkeit:	Gering.
	anfängliche Messungen:	Sichtprüfung und Funktionsprüfung
	Funktion während der Prüfung:	Nein.
	abschließende Messungen:	Sichtprüfung und Funktionsprüfung Nach der Prüfung dürfen sich keine Teile gelockert haben und alle Funktionen müssen unverändert sein.

Tabelle 20 — Korrosionsprüfung

Beständigkeit gegen Korrosion		
Salzsprühnebelprüfung EN ISO 9227:2017-07	anfängliche Messungen:	Sichtprüfung und Funktionsprüfung
	Zustand des WVZ/Prüfmoduls während der Prüfung:	ausgepackt, abgeschlossen, ausgeschaltet
	Dauer der Prüfung:	240 h
	Betriebsbedingungen:	(35 ± 2) °C, neutraler Salzsprühnebel
	Behandlung nach der Prüfung:	mit frischem, entsalztem Wasser spülen
Salzsprühnebelprüfung EN ISO 9227:2017-07	abschließende Messungen:	Sichtprüfung und Funktionsprüfung Nach der Prüfung darf keine Korrosion an Teilen innerhalb und außerhalb des WVZ/Prüfmoduls auftreten.

Tabelle 21 — Prüfung hinsichtlich des Eindringens von Wasser — Schweregrad

Schutz vor Eindringen von Wasser		
Eindringen von Wasser EN 60529	Schweregrad:	In Übereinstimmung mit EN 60529.
	Vorbehandlung:	Keine.
	anfängliche Messungen:	Sichtprüfung und Funktionsprüfung sind vor Beginn der Prüfung durchzuführen.
	Prüfung:	Die Ausrüstung muss an allen Oberflächen unter allen senkrechten und waagerechten Winkeln abgespritzt werden, besonders an den Stellen, an denen mit „höchster Wahrscheinlichkeit“ Wasser eintreten kann.
	Zwischenmessungen:	Die Anlage muss eingeschaltet sein, und die Funktionsprüfung muss während des Prüfvorgangs ständig wiederholt werden.
	abschließende Messungen:	Sichtprüfung und Funktionsprüfung. Annahme in Übereinstimmung mit EN 60529. Das Eindringen von Wasser ist zulässig, sofern es keine nachteiligen Auswirkungen besitzt.

Tabelle 22 — Prüfung hinsichtlich des Eindringens von Staub — Schweregrad

Schutz vor Eindringen von Staub		
Eindringen von Staub EN 60529	Schweregrad:	In Übereinstimmung mit EN 60529, Kategorie 2.
	Vorbehandlung:	Keine.
	anfängliche Messungen:	Sichtprüfung und Funktionsprüfung sind vor Beginn der Prüfung durchzuführen.
	Prüfung:	Die Anlage muss abgeschaltet sein.
	Zwischenmessungen:	Keine.
	abschließende Messungen:	Sichtprüfung und Funktionsprüfung. Annahme in Übereinstimmung mit EN 60529, Kategorie 2.

Tabelle 23 — Temperaturprüfung

Temperaturbeständigkeit					
Prüfung	Beschreibung	Klasse T1	Klasse T2	Klasse T3	Klasse T4
Kälte EN 60068-2-1:2007 Prüfung Ab	Allgemeines: Die meisten WVZ erzeugen bei Normalbetrieb Wärme, wodurch die Temperatur im Innern der Anlage ansteigt. Der Betrieb bei hohen Lufttemperaturen kann eine weitere Erhöhung der Innentemperatur fördern. Wenn die Anlage in einer Umgebung mit direkter Sonneneinstrahlung eingesetzt wird, kann die Sonneneinstrahlung zu einer gegenüber der Lufttemperatur erheblich höheren Temperatur der Oberfläche führen. Für Klasse T1 müssen diese Auswirkungen entweder durch Prüfung mit trockener Hitze oder durch Prüfung bei Sonneneinstrahlung geprüft werden. Klasse T4 erfordert die Prüfung bei Sonneneinstrahlung. Die Prüfungen bei „trockener Hitze“ und „Kälte“ können durch die „Temperaturänderungsprüfung“ ersetzt werden, es sei denn, T3 ist erforderlich.				
	Vorbehandlung:	keine			
	anfängliche Messungen:	Sichtprüfung und Funktionsprüfung			
	Zustand des WVZ/Prüfmoduls während der Prüfung:	Anlage bis zur letzten Stunde ausgeschaltet			
	Prüftemperatur:	-15 °C	-25 °C	-40 °C	-15 °C
	Prüfdauer:	16 h			
	Messungen und/oder Belastungen während der Prüfung:	Während der letzten Stunde bei Prüftemperatur; Einschalten und Funktionsprüfungen sind ständig zu wiederholen. Während der Aufwärmphase sind Funktionsprüfungen ständig zu wiederholen.			
	Regenerierung, sofern nicht der Norm entsprechend:	bei Umgebungsbedingungen im Labor			
	abschließende Messungen:	Sichtprüfung und Funktionsprüfung			
	Abweichungen vom Verfahren:	keine			

Tabelle 23 (fortgesetzt)

Temperaturbeständigkeit					
Prüfung	Beschreibung	Klasse T1	Klasse T2	Klasse T3	Klasse T4
Trockene Hitze EN 60068-2-2:2007 Prüfung Bb	Vorbehandlung:	keine			
	anfängliche Messungen:	Sichtprüfung und Funktionsprüfung			
	Zustand des WVZ/Prüfmoduls während der Prüfung:	Die Anlage ist einzuschalten, und die Funktionsprüfungen sind ständig zu wiederholen.			
	Prüftemperatur:	+60 °C	+55 °C	+40 °C	+55 °C
	Prüfdauer:	16 h			
	Messungen und/oder Belastungen während der Prüfung:	Funktionsprüfungen sind während der Abkühlphase ständig zu wiederholen.			
	Regenerierung, sofern nicht der Norm entsprechend:	bei Umgebungsbedingungen im Labor			
	abschließende Messungen:	Sichtprüfung und Funktionsprüfung			
Prüfzyklen bei feuchter Hitze EN 60068-2-30:2005 Verfahren Db [(12 + 12) h Zyklen]	Abweichungen vom Verfahren:	keine			
	Lufttemperatur:	+40 °C			+55 °C
	Anzahl der Zyklen:	2 Zyklen			
	anfängliche Messungen:	Sichtprüfung und Funktionsprüfung			
Prüfzyklen bei feuchter Hitze EN 60068-2-30:2005 Verfahren Db [(12 + 12) h Zyklen]	Zustand des WVZ/Prüfmoduls während der Prüfung:	ausgepackt, eingeschaltet und gebrauchsfähig			
	Einzelheiten der Aufstellung und der Träger:	keine			
	Variante:	Variante 1.			
	Zwischenmessungen:	Funktionsprüfung während der ersten drei Stunden jedes Zyklus ständig wiederholt; während der letzten Stunde jedes Zyklus bei der für die jeweilige Klasse relevanten Lufttemperatur und während der letzten Abkühlphase des letzten Zyklus.			
	Bedingungen bei der Regenerierung:	bei Umgebungsbedingungen im Labor			
	besondere Vorkehrungen zur Entfernung von Feuchtigkeit von der Oberfläche:	nicht anwendbar			
	Abschließende Messungen:	Sichtprüfung und Funktionsprüfung			
Sonneneinstrahlung EN 60068-2-5:2018 Prüfung S	Vorbehandlung:	keine			
	anfängliche Messungen:	Sichtprüfung und Funktionsprüfung			

Tabelle 23 (fortgesetzt)

Temperaturbeständigkeit						
Prüfung	Beschreibung	Klasse T1	Klasse T2	Klasse T3	Klasse T4	
Sonneneinstrahlung EN 60068-2-5:2018 Prüfung S	Lage des aufgebauten WVZ/Prüfmoduls:	Die Ausrüstung ist in der Lage des Normalbetriebs. Die Frontfläche des WVZ/Prüfmoduls ist dem Sonnenlichtsimulator in einem Winkel von 60° ausgesetzt.				
	Prüfverfahren:	Verfahren B.				
	Prüfgegenstand:	Diese Prüfung kann alternativ zur Prüfung mit trockener Hitze, Prüfung Bb, für Klasse T1 durchgeführt werden. Diese Prüfung ist obligatorisch, um Klasse T4 zu erreichen.				
	Lufttemperatur innerhalb der Prüfkammer während der Bestrahlung:	+40 °C	nicht zutreffend	nicht zutreffend	+55 °C	
	höchste zulässige Luftgeschwindigkeit innerhalb der Prüfkammer:	Zur Erreichung einer stabilen Temperatur ist normale Luftzirkulation erforderlich.				
Sonneneinstrahlung EN 60068-2-5:2018 Prüfung S	Feuchtigkeitsbedingungen:	keine Anforderung				
	Dauer der Prüfung:	1 Zyklus				
Änderung der Temperatur EN 60068-2-14:2009 Prüfung Nb	Messungen und/oder Belastungen während der Prüfung:	Das WVZ/Prüfmodul ist einzuschalten, und die Funktionsprüfung ist während der ersten drei Stunden der Prüfung, der letzten Stunde der Bestrahlung und der Abkühlphase ständig zu wiederholen.				
Sonneneinstrahlung EN 60068-2-5:2018 Prüfung S	Bedingungen bei der Regenerierung:	bei Umgebungsbedingungen im Labor				
	abschließende Messungen:	Sichtprüfung und Funktionsprüfung				
Änderung der Temperatur EN 60068-2-14:2009 Prüfung Nb	Aufstellen oder Stützen des WVZ/Prüfmoduls, sofern anders als vorgeschrieben:	wie vorgeschrieben				
	untere Temperatur TA:	−15 °C	−25 °C	−40 °C	−15 °C	
	obere Temperatur TB:	+60 °C	+55 °C	+40 °C	+55 °C	
	Geschwindigkeit der Temperaturänderung:	1 °C/min				
	Anzahl der Zyklen:	1 Zyklus				
	anfängliche Messungen:	Sichtprüfung und Funktionsprüfung				
	Zustand des WVZ/Prüfmoduls bei Einbringen in die Kammer:	gebrauchsfähig, jedoch ausgeschaltet				
	Aussetzungszeit t1:	16 h				
	Messungen während der Prüfung und der Zeitraum, nach dem sie durchgeführt werden müssen:	Einschalten und Funktionsprüfung sind während der Phase des Aufwärmens von der Labortemperatur ständig zu wiederholen. Einschalten und Funktionsprüfung sind während der letzten Stunde bei TB und während der Phase der Abkühlung auf Labortemperatur ständig zu wiederholen.				
	Regenerierung:	mindestens 1 h bei Laborbedingungen				
	abschließende Messungen:	Sichtprüfung und Funktionsprüfung				

5.4.4 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Das WVZ, das durch das Prüfmodul repräsentiert wird, muss in Übereinstimmung mit den Anforderungen von EN 50293:2012 geprüft werden.

5.5 Prüfverfahren für die optische Qualität

5.5.1 Allgemeines

Alle optischen Prüfungen müssen für jede einzelne Farbe der Farbkategorie wiederholt werden, die das WVZ anzeigen muss.

Die Prüfungen müssen bei einer Umgebungstemperatur von $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$ durchgeführt werden.

ANMERKUNG Die optische Qualität kann von der Umgebungstemperatur abhängen.

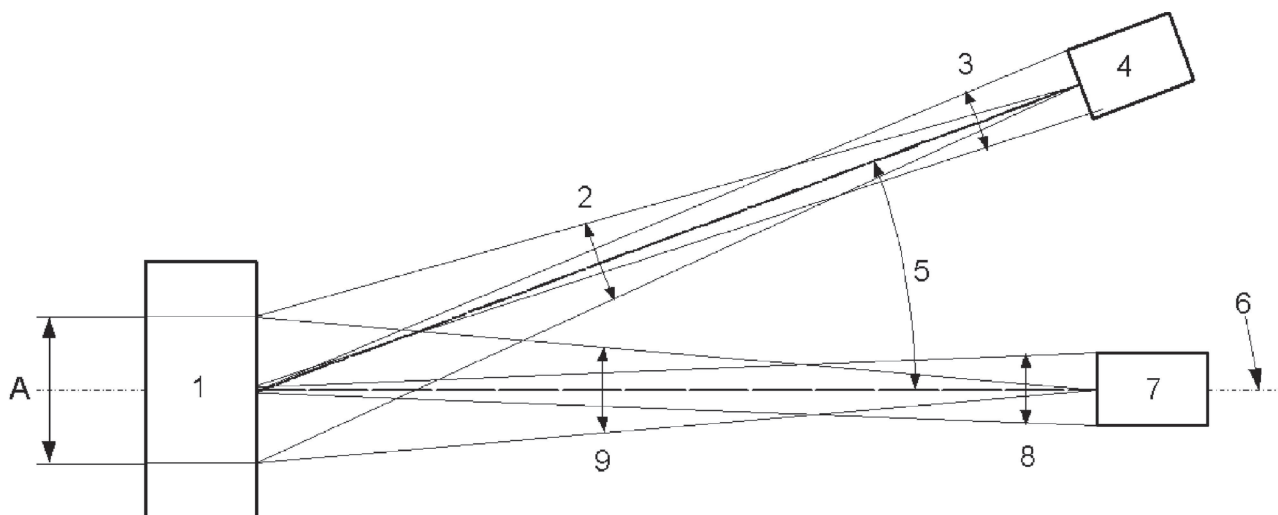
Die Lichtquellen müssen vor der Durchführung der Messungen eine ausreichende Zeit in Betrieb gewesen sein, um sich zu stabilisieren. Die gelieferten Lichtquellen müssen angemessen gealtert sein, damit ihre elektrischen und optischen Eigenschaften so stabil wie möglich sind. Eine Lichtquelle muss als stabil betrachtet werden, wenn ihre Lichtausbeute innerhalb von 15 min um nicht mehr als $\pm 2 \%$ schwankt.

Prüfmodule dürfen mit dem Einverständnis des Herstellers auf jeder Seite betrieben werden, um die Prüfung zu vereinfachen. Es muss auf die richtige optische Ausrichtung der Bestandteile und Oberflächen der Prüf- und Messeinrichtung geachtet werden, um eine repräsentative Bewertung sicherzustellen. Jegliche Abweichungen von der normalen Aufstellung müssen aufgezeichnet werden.

Die Messung muss mit einer photometrischen Detektor- und Messeinheit durchgeführt werden, die im Betrieb stabil ist und keine Ermüdung aufweist, wenn sie dem höchsten Niveau der Leuchtdichte ausgesetzt ist. Die Kombination aus Detektor und Messeinheit muss in allen Messbereichen bis zum höchsten Niveau der Leuchtdichte linear ansprechen. Die spektrale Empfindlichkeit des Detektors muss der spektralen Hellempfindlichkeitskurve V_λ nach CIE 018.2-1983 [4] weitgehend entsprechen.

Bei allen photometrischen Messungen muss das Streulicht eliminiert werden.

Die Messanordnung des Prüfmoduls, das das WVZ repräsentiert, des Sonnenlichtsimulators und des Messgeräts für die Leuchtdichte muss Bild 4 entsprechen.



Legende

- A Durchmesser der Messfläche
- 1 WVZ/Prüfmodul
- 2 $\leq 3^\circ$
- 3 $\leq 2^\circ$
- 4 Sonnenlichtsimulator
- 5 $(10 \pm 0,1)^\circ$ und $(5 \pm 0,1)^\circ$ für $L_x(^*)$
- 6 Referenzachse
- 7 Leuchtdichte-Messgerät
- 8 $\leq 0,5^\circ$
- 9 $\leq 3^\circ$

Bild 4 — Seitenansicht der Anordnung der Messgeräte für die Leuchtdichte und das Leuchtdichteverhältnis

Wie in Bild 4 dargestellt, sind einige Winkel begrenzt, um Messfehler zu vermeiden. Der Öffnungswinkel des Messgeräts für die Leuchtdichte darf nicht größer als 3° sein. Die Strahldivergenz des Sonnenlichtsimulators darf im interessierenden Bereich nicht größer als 3° sein. Die Öffnung des Sonnenlichtsimulators und die des Messgeräts für die Leuchtdichte dürfen vom WVZ/Prüfmodul aus betrachtet nicht größer als 2° bzw. $0,5^\circ$ sein.

Der Sonnenlichtsimulator muss eine spektrale Verteilung ähnlich der des natürlichen Tageslichts und eine ähnlichste Farbtemperatur im Bereich zwischen 5 000 K und 6 500 K aufweisen.

Der Sonnenlichtsimulator muss, in Verbindung mit einer Einrichtung zur Abschwächung, in der Lage sein, den Bereich der geforderten Beleuchtungsstärke zu erreichen, der innerhalb der Messfläche gleichmäßig ($\pm 10\%$) sein muss.

Die Beleuchtung ist im Referenzzentrum senkrecht zur Referenzachse zu messen.

5.5.2 Prüfwinkel

Prüfwinkel für die Messung der Leuchtdichte mit Außenbeleuchtung und des Leuchtdichteverhältnisses müssen Tabelle 24 entsprechen und Prüfwinkel für die Messung der Leuchtdichte ohne Außenbeleuchtung müssen Tabelle 25 entsprechen, Prüfwinkel für die Messung der Abstrahlbreite müssen Tabelle 26 entsprechen genau wie die Prüfwinkel zur Messung der Gleichmäßigkeit der Lichtstärke und Farbe im Fall von monochromatischen Elementen und die Prüfwinkel zur Messung der Gleichmäßigkeit der Lichtstärke und Farbe im Fall von farbigen Elementen, die durch Mischen von Farben gebildet werden (z. B. mit RGB), sind in Tabelle 27 aufgeführt.

Tabelle 24 — Prüfwinkel (in Grad, in Bezug auf die Referenzachse) für die Messung der Leuchtdichte und des Leuchtdichteverhältnisses mit Außenbeleuchtung

	Sonnenlichtsimulator		Leuchtdichte-Messgerät	
	Horizontal	Vertikal	Horizontal	Vertikal
L1, L2, L3	0	+10/40 000 lx	0	0
L1(*), L2(*), L3(*)	0	+10/40 000 lx	0	-2,5
L1(*), L2(*), L3(*)	0	+5/10 000 lx	0	0
	0	+5/10 000 lx	0	-2,5

ANMERKUNG 1 Die Prüfwinkel für den Sonnenlichtsimulator sind für alle Klassen der Abstrahlbreite die gleichen.

ANMERKUNG 2 Um die Werte für L_a zu ermitteln, müssen Messungen mit allen Elementen des Prüfbereichs im eingeschalteten Zustand durchgeführt werden, und um die Werte für L_b zu ermitteln, müssen Messungen mit allen Elementen des Prüfbereichs im abgeschalteten Zustand durchgeführt werden, siehe 5.5.4.

Tabelle 25 — Prüfwinkel (in Grad, in Bezug auf die Referenzachse) für die Messung der Leuchtdichte ohne Außenbeleuchtung

	Tabelle 4 bis Tabelle 9	Sonnenlichtsimulator	Leuchtdichte-Messgerät	
	Zeilenverweisung		Horizontal	Vertikal
L1, L2, L3 L1(*), L2(*), L3(*)	Zeile 1	AUS	0	0
L1(*), L2(*), L3(*)	Zeile 2	AUS	0	0
L1, L2, L3 L1(*), L2(*), L3(*)	Zeile 4	AUS	0	0
L3(T)	Zeile 6	AUS	0	0

Tabelle 26 — Prüfwinkel (in Grad, in Bezug auf die Referenzachse) für die Messung der Abstrahlbreite und der Gleichmäßigkeit der Lichtstärke und der Farbe von monochromatischen Elementen

Klasse der Abstrahlbreite	Photometer	
	Horizontal	Vertikal
B1	0	0
	-5	0
	+5	0
	0	-5
B2	0	0
	-7	0
	+7	0
	0	-5
B3	0	0
	-10	0
	+10	0
	0	-5

Tabelle 26 (*fortgesetzt*)

Klasse der Abstrahlbreite	Photometer	
	Horizontal	Vertikal
B4	0	0
	-10	0
	+10	0
	0	-10
B5	0	0
	-15	0
	+15	0
	0	-5
B6	0	0
	-15	0
	+15	0
	0	-10
B7	0	0
	-30	0
	+30	0
	0	-20

Tabelle 27 — Prüfwinkel (in Grad, in Bezug auf die Referenzachse) für die Messung der Gleichmäßigkeit der Lichtstärke und der Farbe von Elementen, die durch Mischen von Farben gebildet werden

Klasse der Abstrahlbreite	Photometer	
	Horizontal	Vertikal
B1	0	0
	-5	0
	+5	0
	-2,5	-2,5
	+2,5	-2,5
	0	-5
B2	0	0
	-7	0
	+7	0
	-3,5	-2,5
	+3,5	-2,5
	0	-5

Tabelle 27 (fortgesetzt)

Klasse der Abstrahlbreite	Photometer	
	Horizontal	Vertikal
B3	0	0
	-10	0
	+10	0
	-5	-2,5
	+5	-2,5
	0	-5
B4	0	0
	-10	0
	+10	0
	-5	-5
	+5	-5
	0	-10
B5	0	0
	-15	0
	+15	0
	-7,5	-2,5
	+7,5	-2,5
	0	-5
B6	0	0
	-15	0
	+15	0
	-7,5	-5
	+7,5	-5
	0	-10
B7	0	0
	-30	0
	+30	0
	-15	-10
	+15	-10
	0	-20

5.5.3 Farbe

Die Messungen müssen in Übereinstimmung mit dem in CIE 015:2018 festgelegten Verfahren und in der richtigen Reihenfolge nach 5.1 durchgeführt werden. Die Ergebnisse sind als Farbwertanteile anzugeben.

Alle Farbmessungen sind ohne Außenbeleuchtung durchzuführen.

Messungen der Farbe des ausgestrahlten Lichts müssen nach 4.4.3 für die höchste und niedrigste vom Hersteller festgelegte Einstellung durchgeführt werden.

Bei Anwendung von monochromatischen Elementen muss die Farbe des ausgestrahlten Lichts bei den in Tabelle 26 festgelegten, für die Klasse der Abstrahlbreite angemessenen Prüfwinkeln gemessen werden.

Bei Anwendung von Elementen, die durch Mischfarben gebildet werden, muss die Farbe des ausgestrahlten Lichts bei den in Tabelle 27 festgelegten, für die Klasse der Abstrahlbreite angemessenen Prüfwinkeln gemessen werden.

5.5.4 Leuchtdichte und Leuchtdichteverhältnis

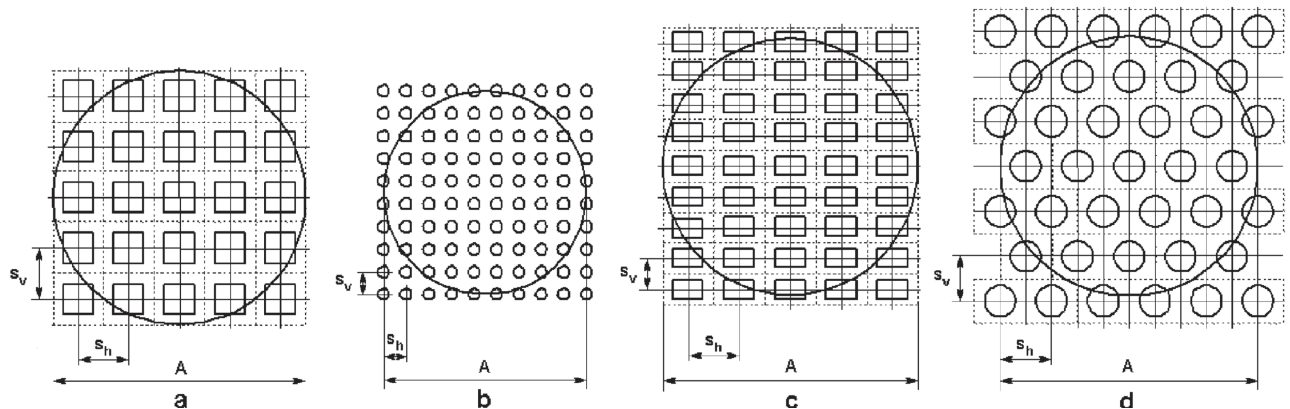
5.5.4.1 Allgemeines

Die Prüfungen sind in der richtigen Reihenfolge, wie in 5.1 angegeben, durchzuführen.

5.5.4.2 Prüffläche zur Messung des Leuchtdichteverhältnisses

Die Prüffläche muss die folgenden Kriterien erfüllen:

- sie muss Elemente in der Form einer regelmäßigen Matrix enthalten;
- sie muss vollständig mit Elementen bedeckt sein;
- sie muss eine Mindestgröße von 100 mm × 100 mm besitzen, einschließlich der Außenmaße der äquivalenten Flächen der Elemente;
- sie muss mindestens $5 \times 5 = 25$ Elemente enthalten;
- die Abstände zwischen den Elementen müssen in jeder Richtung des Matrixsystems konstant sein, wobei diese Abstände jedoch nicht gleich groß sein müssen [siehe Bild 5 c) und Bild 5 d)];
- die Abstände der Elemente müssen repräsentativ für die Abstände auf dem tatsächlichen WVZ sein.



Legende

s_v vertikaler Abstand

s_h horizontaler Abstand

A Durchmesser der Messfläche

Die äquivalenten Flächen der Elemente sind durch gepunktete Linien angegeben.

ANMERKUNG In Bild 5 sind Beispiele angegeben, bei denen Folgendes gilt: $A \geq 100$ mm; $a = 5 \times 5$ Matrix ($s_v = s_h$); $b = 10 \times 10$ Matrix ($s_v = s_h$); $c = 5 \times 9$ Matrix ($s_v = 0,6 \times s_h$); $d =$ sechseckiges Gitter ($s_v = 0,5 \times \sqrt{3} \times s_h$).

Bild 5 — Beispiele für das Layout eines Prüfmoduls und die Anordnung der Messfläche (Kreis) des Messgeräts für die Leuchtdichte

Besteht das WVZ/Prüfmodul aus (5×5) Elementen, so darf die Messfläche nur die äußeren Ränder der äquivalenten Flächen der fünf Elemente in horizontaler und vertikaler Richtung umfassen [Bild 5 a)].

Besteht das WVZ/Prüfmodul aus mehr als (5×5) Elementen, so muss die Messfläche einen Kreis mit einem Durchmesser von mindestens 100 mm darstellen [Bild 5 b)].

Sind die Abstände zwischen den Elementen in horizontaler und vertikaler Richtung nicht gleich, so darf die Messfläche nur die äußeren Ränder der äquivalenten Flächen der fünf Elemente in der Richtung mit den größten Abständen umfassen [Bild 5 c)].

Es ist auch gestattet, ein nicht rechtwinkliges Gitter zu verwenden, wenn es möglich ist, es in ein rechtwinkliges Gitter umzuwandeln, indem Elementreihen entlang horizontaler und vertikaler Linien verschoben werden [Bild 5 d)].

5.5.4.3 Messung der Leuchtdichte

Die Leuchtdichte muss an der Achse ohne Außenbeleuchtung nach Tabelle 4 bis Tabelle 9, Zeile 1, Zeile 4 und Zeile 6, gemessen werden, um die Fähigkeit zur entsprechenden Helligkeitsregelung nachzuweisen.

Für den Fall, dass bei Tunnelanwendungen die Klasse mit der Bezeichnung L3(T) gemessen wird, muss die Leuchtdichte der zu prüfenden Fläche ohne Außenbeleuchtung entsprechend den Anforderungen von Tabelle 4 bis Tabelle 9, Zeile 4 und Zeile 6, gemessen werden.

5.5.4.4 Berechnung des Leuchtdichteverhältnisses

5.5.4.4.1 Allgemeines

Um die Klassen L1, L2 oder L3 zu erreichen, sind die Leuchtdichte L_{a10} und die Rückstrahlung L_{b10} der zu prüfenden Fläche mit einer Außenbeleuchtung von $40\,000 \text{ lx}/10^\circ$ zu messen, und das Leuchtdichteverhältnis LR_{10} muss nach 5.5.4.4.2 berechnet werden.

Um die Klassen L1(*), L2(*) oder L3(*) zu erreichen, muss die Leuchtdichte L_{a5} und die Rückstrahlung L_{b5} der zu prüfenden Fläche zusätzlich mit einer Außenbeleuchtung von 10 000 lx/5° gemessen werden, und das Leuchtdichteverhältnis LR_5 ist in Übereinstimmung mit 5.5.4.4.3 zu berechnen.

Die Klassen L1(*), L2(*) und L3(*) decken alle Anforderungen von L1, L2 bzw. L3 mit zusätzlicher Messung bei niedriger Sonneneinstrahlung ab.

Um herauszufinden, ob das WVZ, das durch das Prüfmodul repräsentiert wird, Licht in einer geeigneten Menge abstrahlt, wird die Leuchtdichte L_e für die Klassen L3(*), L3, L2(*) und L2 ohne Außenbeleuchtung gemessen.

Die angegebene Klasse des LR muss den niedrigeren Wert von LR_{10} und LR_5 berücksichtigen.

ANMERKUNG L3(T) berücksichtigt nur eine Umgebungsbeleuchtungsstärke von 400 lx oder weniger und ignoriert den Bestrahlungswinkel der Lichtquelle (Sonnenlichtsimulator), weshalb das Leuchtdichteverhältnis in Tunneln niemals ein Problem sein kann.

5.5.4.4.2 Messung des Leuchtdichteverhältnisses LR_{10} bei 40 000 lx/10° Bestrahlungswinkel

Messungen der Leuchtdichte sind bei folgenden Zuständen des WVZ/Prüfmoduls vorzunehmen:

- a) alle Elemente der Prüffläche sind eingeschaltet;
- b) alle Elemente der Prüffläche sind ausgeschaltet.

Das Leuchtdichteverhältnis LR_{10} ist wie folgt zu berechnen:

$$LR_{10} = \frac{La_{10} - Lb_{10}}{Lb_{10}} \quad (1)$$

und

$$LR_{10} = \frac{Le}{Lb_{10}} \quad (2)$$

Dabei ist

La_{10} die gemessene Leuchtdichte des eingeschalteten WVZ/Prüfmoduls bei Beleuchtung in einem Winkel von 10° mit 40 000 lx; siehe 3.17.1;

L_e die gemessene Leuchtdichte des eingeschalteten WVZ/Prüfmoduls ohne Außenbeleuchtung; siehe 3.17.5;

Lb_{10} die gemessene Leuchtdichte des ausgeschalteten WVZ/Prüfmoduls bei Beleuchtung in einem Winkel von 10° mit 40 000 lx; siehe 3.17.3.

Die Leuchtdichte des WVZ, das durch das Prüfmodul repräsentiert wird, muss bei den in Tabelle 24 angegebenen Prüfwinkeln gemessen werden.

5.5.4.4.3 Berechnung des Leuchtdichteverhältnisses LR_5 bei 10 000 lx/5° Bestrahlungswinkel

Messungen der Leuchtdichte sind bei folgenden Zuständen des WVZ/Prüfmoduls vorzunehmen:

- a) alle Elemente der Prüffläche sind eingeschaltet;
- b) alle Elemente der Prüffläche sind ausgeschaltet.