

R RTE 26201

Beleuchtung Bahninfrastruktur

Herausgeber VöV	Ausgabedatum 04.11.2020	Anpassungen 01.04.2022 (siehe Seite 3)	Zuordnung –
Erarbeitet durch Arbeitsgruppe VöV	Freigabe PL RTE		Ersatz für –
Verteiler Bahnunternehmen des VöV Bundesamt für Verkehr BAV VöV Extranet / RTE-Webshop (rte.voev.ch)	Inkrafttreten Das Datum des Inkrafttretens dieser Regelung legt jedes Bahnunternehmen für sich selbst fest.		Sprachfassungen d, f, i Anzahl Seiten 76

Beleuchtung Bahninfrastuktur



Anwendungsbedingungen für das Regelwerk Technik der schweizerischen Eisenbahnen (RTE)

Bei der Anwendung der Dokumente ist zu beachten, dass sie ausschliesslich für die Bedürfnisse der Schweizer Eisenbahnen und Unternehmen im Bereich öV verfasst und für diesen Gebrauch bestimmt sind. Eine korrekte Anwendung setzt somit eine entsprechende Ausbildung und Praxis voraus. Das Regelwerk RTE beschränkt sich auf zwei Arten von Dokumenten:

- Die R-Regelungen sind Ergänzungen bzw. Lösungsvorschläge zu hoheitlichen Erlassen und Normen mit Regelungs- bzw. Weisungscharakter.
- Die D-Regelungen umfassen Handbücher und Dokumentationen als Empfehlungen und Hilfsmittel zur Arbeitsunterstützung oder bilden in Ausnahmefällen den Stand der Technik und die gelebte Praxis im Hinblick auf eine Standardisierung ab.

Arbeitsgruppe VöV**Leitung**

Tobias Iannaccone, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern

Mitglieder

Markus Allenspach, Schweizerische Südostbahn (SOB), Herisau

Maurus Cotti, Rhätische Bahn (RhB), Landquart

Jonas Fedier, Sihltal Zürich Uetliberg Bahn (SZU), Zürich

Marc Hächler, BLS Netz AG, Bern

Marc Kaufmann, Zentralbahn (ZB), Stansstad

Thomas Luginbühl, Regionalverkehr Bern-Solothurn (RBS), Worblaufen (ab Mai 2020)

Andreas Tobler, Appenzeller Bahnen (AB), Appenzell

Andreas Werren, Regionalverkehr Bern–Solothurn (RBS), Worblaufen (bis Mai 2020)

Lektorat

Martin Strobel, Verband öffentlicher Verkehr (VöV), Bern

Herausgeber

VöV Verband öffentlicher Verkehr

Technik Bahn

Dählhölzliweg 12, CH-3000 Bern 6

www.voev.ch, RTE@voev.ch

RTE-Webshop

rte.voev.ch

ISBN 978-3-906225-73-9

Änderungsgeschichte

Ausgabe-Datum	Änderungen
04.11.2020	1. Ausgabe Anpassungen 01.04.2022: – Anhang A5: Änderung bei der Lichtfarbtemperatur im Bahnzugang bei der SBB

Vorwort

«Wo viel Licht ist, ist starker Schatten.»

Johann Wolfgang von Goethe (1749 – 1832)

Künstliches Licht ist allgegenwärtig in unserer modernen Gesellschaft. Es hat die Art und Weise, wie wir heute leben, massgeblich beeinflusst und in dieser Form überhaupt erst möglich gemacht. Licht ist ein zentrales Element für die Sicherheit der Menschen. Es kann Wohlbefinden schaffen, die subjektiv wahrgenommene Sicherheit erhöhen und die Orientierung erleichtern. Richtig angewendet, hat das Licht somit viele gute Eigenschaften und eine positive Wirkung auf den Menschen.

Goethes obiges Zitat stammt zwar aus einer Zeit, in der künstliches Licht noch kaum Auswirkungen auf die Umwelt hatte, das elektrische Licht war damals schliesslich noch gar nicht erfunden. Dennoch scheint dieses Zitat in die heutige Zeit zu passen. Denn so viele positive Eigenschaften das Licht auch haben kann, Licht hat auch seine Schattenseiten. Zunehmend werden die negativen Effekte der sich immer weiter ausbreitenden künstlichen Beleuchtung bemerkbar. Schlaf- und Gesundheitsprobleme bei Menschen, das Insektensterben, die Aufhellung des Nachthimmels und der Energieverbrauch sind nur einige Beispiele jener negativen Effekte.

Das Schweizer Umweltschutzgesetz (USG) verpflichtet jeden Betreiber einer Emissionsquelle zum Vorsorgeprinzip. Demnach sind die Emissionen so weit wie technisch möglich und wirtschaftlich tragbar zu begrenzen. Die Technologie hat im Bereich der Beleuchtung in den vergangenen Jahren entscheidende Fortschritte gemacht, welche mehr Möglichkeiten im Rahmen des Vorsorgeprinzips zulassen. Diese gilt es, gezielt zu nutzen.

Die oberste Priorität einer Beleuchtungsanlage liegt darin, die Sicherheit der Menschen zu gewährleisten. In zweiter Priorität muss die Beleuchtung aber auch den Spagat zwischen den Ansprüchen und dem Wohlbefinden der Nutzenden einer Anlage auf der einen Seite und dem Schutzbedürfnis der Menschen, der Natur und der Umwelt auf der anderen Seite schaffen. Bisweilen kann dies zu einem Zielkonflikt führen. Es gilt daher sowohl die Vorgaben aus den geltenden Normen zu erfüllen als auch die negativen Auswirkungen mittels intelligenter Massnahmen soweit als möglich zu reduzieren.

Mit der vorliegenden Regelung sollen die Beleuchtungsanlagen der Bahnen in der Schweiz diesem Prinzip gerecht werden.

Olten, 4. November 2020

1	Allgemeines	9
1.1	Ziele der Regelung.....	9
1.2	Anwendung.....	9
1.2.1	Gültigkeitsbereich.....	9
1.2.2	Ersatz der bisherigen Regelungen	9
2	Grundlagen	10
2.1	Hoheitliche Regelungen	10
2.2	Normen	11
2.3	RTE- und Regelungen der Bahnen	12
2.4	Richtlinien und Merkblätter.....	12
2.5	Weitere, eingeschränkt verwendete Grundlagen.....	13
3	Abkürzungen und Begriffe	14
3.1	Abkürzungen.....	14
3.2	Begriffe	15
4	Grundsätze	19
4.1	Vorschriftenkonformität und Nachweise	19
4.2	Sichtbarkeit fahrdienstlicher Signale	19
4.3	Blendung.....	19
4.4	Beleuchtete Flächen und Beleuchtungszeiten.....	20
4.5	Lichtimmissionen durch Streulicht im Aussenraum	20
4.6	Störlicht durch Reflexionen	21
4.7	Materialisierung.....	21
4.8	Farbtemperatur	21
4.9	Farbwiedergabeindex.....	22
4.10	Klassifizierung der Bahnhöfe und Haltestellen	22
4.11	Ausleuchtung der Perronkante.....	22
4.11.1	Ausleuchtung der Perronkante bei überdachten Perrons	22
4.11.2	Ausleuchtung der Perronkante bei nicht überdachten Perrons	23
4.11.3	Anmerkung zu der Platzierung der Messflächen	23
4.12	Beleuchtung im Kontext mit hindernisfreiem Bauen und BehiG.....	23
4.12.1	Blendungsbegrenzung	24
4.12.2	Beleuchtungsplanung.....	24
4.12.3	Materialisierung.....	24
4.13	Beleuchtung im Kontext mit Umweltschutz (USG).....	24
5	Lichtvorgaben im Bereich Bahnzugang	26
5.1	Betriebsarten der Beleuchtung.....	26
5.1.1	Beschreibung Hauptfrequentierung (HF)	26
5.1.2	Beschreibung Nebenfrequentierung (NF)	26
5.1.3	Beschreibung Betriebsschluss (BS) aus Sicht der Beleuchtung	26
5.1.4	Grundsatz zur Beleuchtung nach Betriebsschluss.....	26
5.1.5	Ausnahmen.....	26
5.1.6	Präsenzgesteuerte Beleuchtung	27
5.2	Beleuchtung von Innenanlagen.....	27
5.3	Beleuchtung von überdachten Aussenanlagen	28

5.4	Beleuchtung von nicht überdachten Aussenanlagen	28
5.5	Spezielle Bereiche	29
5.6	Beleuchtete Signaletikschilde	29
5.6.1	Beleuchtete Signaletikschilde im Innenraum	30
5.6.2	Beleuchtete Signaletikschilde im Aussenraum	30
6	Lichtvorgaben im Bereich Gleisfelder	31
6.1	Beleuchtung von überdachten Aussenanlagen	31
6.2	Beleuchtung von nicht überdachten Aussenanlagen	31
6.3	Beleuchtungsprinzip nicht überdachte Anlagen	34
6.4	Technische Vorgaben	34
6.5	Planung	35
7	Lichtvorgaben im Bereich Tunnel	36
8	Lichtvorgaben weitere Bereiche und Räume	37
9	Lichtvorgaben Bau- und Instandhaltungsarbeiten	38
10	Notbeleuchtung im Bahnzugang	39
10.1	Ausgangslage	39
10.2	Abgrenzung	39
10.3	Sicherheitsbeleuchtung	40
10.3.1	Ziel	40
10.3.2	Allgemeine Anforderungen	40
10.3.3	Anforderungen für bestimmte Nutzungen und Gebäudearten (VKF 17-15)	40
10.3.4	Anwendung im Bahnzugangsbereich	41
10.3.5	Anforderungen an die Stromversorgung	41
10.3.6	Anforderungen an die Kabelanlage	42
10.4	Sicherheitsbeleuchtung für Rettungswege	42
10.4.1	Beleuchtungsstärke und Ungleichmässigkeit	42
10.4.2	Blendung	43
10.4.3	Übersichtstabelle für Rettungswege nach SN EN 1838	44
10.5	Antipanikbeleuchtung	45
10.5.1	Anwendungsbereich	45
10.5.2	Beleuchtungsstärke und Ungleichmässigkeit	45
10.5.3	Blendung	45
10.5.4	Übersichtstabelle Antipanikbeleuchtung nach SN EN 1838	45
10.6	Sicherheitszeichen	46
10.6.1	Allgemeines	46
10.6.2	Montageorte von Sicherheitsschildern	46
10.6.3	Übersichtstabelle Sicherheitszeichen nach SN EN 1838	47

11	Wartungsfaktor	48
11.1	Bestimmen des Wartungsfaktors	49
11.1.1	LLWF – Lampenlichtstrom-Wartungsfaktor	49
11.1.2	LLF – Lampenlebensdauerfaktor	50
11.1.3	LWF – Leuchten-Wartungsfaktor in Innenräumen	51
11.1.4	LWF – Leuchten-Wartungsfaktor in Aussenräumen	51
11.1.5	RWF – Raum-Wartungsfaktor (Innenbereich)	52
11.1.6	FWF – Flächen-Wartungsfaktor (Aussenbereich)	56
11.2	Beispiele für Wartungsfaktoren	57
12	Beleuchtungsberechnungen	58
13	Messen und Einpegeln von Beleuchtungsanlagen	59
13.1	Allgemeine Anforderungen an die Beleuchtungsmessung	59
13.2	Dokumentation der Beleuchtungsmessung	59
13.3	Praxistipps für die Platzierung der Messpunkte beim Einpegeln	60
13.3.1	Überdachte Perrons	60
13.3.2	Nicht überdachte Perrons	62
13.3.3	Rampen	63
13.3.4	Treppen	65
13.3.5	Personenunterführungen	66
13.3.6	Gleisfeldanlagen	68
13.3.7	Andere Bereiche	69
13.4	Berechnungen	69
13.5	Praxistipp für das Einpegeln	69
Anhänge A1 – A3 (Allgemein)		70
A1	Definition der Beleuchtungsklassen P	70
A2	Definition Liftvorplatz	72
A3	Anleitung zum Messprotokoll	73
Anhänge A4 – A6 (SBB-spezifisch)		74
A4	Zuteilung der Bahnhöfe in die Kategorien	74
A5	Farbtemperatur	74
A6	Ausnahmeregelung	74
Vorlage V1		75

1 Allgemeines

1.1 Ziele der Regelung

Die vorliegende RTE-Regelung versteht sich als ein umfassendes, fundiertes und praxisnahes Vorgabedokument im Bereich der Beleuchtung für alle Schweizer Bahnunternehmen. Das erklärte Ziel ist es, schweizweit einheitliche Standards zu schaffen. Dabei stehen insbesondere die Sicherheit, die Aufenthaltsqualität und die ökologische Nachhaltigkeit dieser Anlagen im Fokus.

1.2 Anwendung

1.2.1 Gültigkeitsbereich

Gegenstand dieser Regelung sind die Lichtvorgaben an die Beleuchtung von Bahnhöfen, Haltestellen, Gleisfeldern und Tunneln von Schweizer Bahnen.

Sie umfasst Licht und Beleuchtung in den folgenden Bereichen:

- Beleuchtung von Publikumsanlagen im Zugang zur Bahn
- Beleuchtung von Arbeitsstätten im Freien
- Beleuchtung von Tunneln
- Beleuchtung von technischen Räumen
- Notbeleuchtungsanlagen im Zugang zur Bahn

Das vorliegende Dokument gilt für sämtliche Beleuchtungsanlagen und Notbeleuchtungsanlagen der Schweizer Bahnen und deren Vertragspartner. Es richtet sich an interne und externe Fachplanende im Bereich der Beleuchtungsanlagen. Die Umsetzung erfolgt bei wesentlichen ¹⁾ Veränderungen der Beleuchtungsanlagen:

- Projektierung von neuen Beleuchtungsanlagen ²⁾
- Bei bestehenden Anlagen, wenn es die Sicherheit zwingend erfordert (Art. 10 Abs. 2 EBV)

Weiter gilt diese Regelung auch für folgende Arbeiten:

- Berechnung von Beleuchtungsanlagen
- Messung von Beleuchtungsanlagen
- Einstellen von Beleuchtungsanlagen

1.2.2 Ersatz der bisherigen Regelungen

- SBB I-50103 Beleuchtung der Bahnhöfe, Gleisfelder und Tunnel (01.09.2018).

1) Definition: Als wesentliche Veränderungen ist der Ersatz ganzer Anlagen zu verstehen. I.d.R. ist eine Veränderung dann wesentlich, wenn ein Plangenehmigungsverfahren für den Umbau der Anlage gemacht werden muss.

2) Diese Regelung gilt nur für Neuanlagen. Bestandsanlagen müssen die Vorgaben in diesem Dokument nicht zwingend erfüllen, es besteht kein Anspruch auf Nachbesserung.

2 Grundlagen

2.1 Hoheitliche Regelungen

EBV SR 742.141.1	Verordnung über Bau und Betrieb der Eisenbahnen (Eisenbahnverordnung)	Stand 01.11.2020
AB-EBV SR 742.141.11	Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung	Stand 01.11.2020
FDV SR 742.173.001	Schweizerische Fahrdienstvorschriften R 300.1 – .15	Stand 01.07.2020
RSD SR 742.412	Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter mit Eisenbahnen und Seilbahnen	Stand 01.01.2019
ADR SR 0.741.621	Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse	Stand 19.06.2019
BehiG SR 151.3	Bundesgesetz über die Beseitigung von Benachteiligungen von Menschen mit Behinderungen	Stand 01.07.2020
VAböV SR 151.342	Verordnung des UVEK über die technischen Anforderungen an die behindertengerechte Gestaltung des öffentlichen Verkehrs	Stand 01.11.2020
SR 734.2	Verordnung über elektrische Starkstromanlagen (Starkstromverordnung)	Stand 01.06.2019
ArG SR 822.11	Bundesgesetz über die Arbeit in Industrie, Gewerbe und Handel (Arbeitsgesetz)	Stand 09.12.2018
ArGV 4 SR 822.114	Verordnung 4 zum Arbeitsgesetz	Stand 01.05.2015
BauAV SR 832.311.141	Verordnung über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Bauarbeiten (Bauarbeitenverordnung)	Stand 01.11.2011
NIV SR 734.27	Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (Niederspannungs-Installationsverordnung)	Stand 01.06.2019
SDR SR 741.621	Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse	Stand 01.01.2019
USG SR 814.01	Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz)	Stand 01.07.2020

TSI SRT VO (EU) 1303/2014 (EU) 2019/776	Verordnung (EU) 1303/2014 der Kommission vom 18.11.2014 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität bezüglich der «Sicherheit in Eisenbahntunneln» im Eisenbahnsystem der EU ABl. L 356 vom 12.12.2014, S. 394 zuletzt geändert durch Durchführungsverordnung (EU) 2019/776 vom 16.05.2019 ABl. L 139 I vom 27.5.2019, S. 108	Stand 16.05.2019
--	--	---------------------

Internetlinks:

Schweizerische Eidgenossenschaft, Systematische Sammlung des Bundesrechts (SR):
www.fedlex.admin.ch

(Obenstehend verwiesene Dokumente, ausser AB-EBV, FDV und TSI)

Bundesamt für Verkehr (BAV): bav.admin.ch (AB-EBV, FDV)

Technische Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI):

www.era.europa.eu/activities/technical-specifications-interoperability_en

Hinweis:

Gemäss NNTV CH-TSI-PRM-002 finden funktionale und technische Anforderungen ohne Einfluss auf das Funktionieren des interoperablen Verkehrs keine Anwendung.

2.2 Normen

SN EN 1838	Angewandte Lichttechnik – Notbeleuchtung	Ausgabe 2013
SN EN 12464-1	Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen	Ausgabe 2013
SN EN 12464-2	Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 2: Arbeitsplätze im Freien	Ausgabe 2014
SNR 13201-1	Strassenbeleuchtung – Teil 1: Leitfaden zur Auswahl der Beleuchtungsklassen	Ausgabe 2016
SN EN 13201-2	Strassenbeleuchtung – Teil 2: Gütemerkmale	Ausgabe 2016
SN EN 50172	Sicherheitsbeleuchtungsanlagen	Ausgabe 2004
SN 505197/1 (SIA 197/1)	Projektierung Tunnel – Bahntunnel	Ausgabe 2019
SN 586491 (SIA 491)	Vermeidung unnötiger Lichtemissionen im Aussenraum	Ausgabe 2013
SN 521500 (SIA 500)	Hindernisfreie Bauten	Ausgabe 2009

Bezugsquelle: Schweizerische Normenvereinigung (SNV): www.snv.ch

2.3 RTE- und Regelungen der Bahnen

SBB I-20036	Selbstrettungsmassnahmen in Tunnel – Infrastrukturmassnahmen zur Erleichterung der Selbstrettung in Tunnel	gültig ab 01.11.2020
-------------	--	----------------------

Bezugsquelle: RTE-Webshop (VöV): rte.voev.ch

2.4 Richtlinien und Merkblätter

(BAFU)	Vollzugshilfe Lichtemissionen (Entwurf zur Konsultation)	Stand 12.04.2017
(RL BAV)	Richtlinie Sicherheitsanforderungen für bestehende Eisenbahntunnel	Stand 10.08.2009
VKF 1-15	Brandschutznorm (VKF-Brandschutzvorschriften)	Ausgabe 2015
VKF 17-15	Brandschutzrichtlinie – Kennzeichnung von Fluchtwegen Sicherheitsbeleuchtung Sicherheitsstromversorgung (VKF-Brandschutzvorschriften)	Ausgabe 2017
(SLG)	Notbeleuchtung – Stand der Technik Papier Version 1.6	Ausgabe 01.01.2019
RID (OTIF)	Übereinkommen über den internationalen Eisenbahnverkehr (COTIF) Anhang C – Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter	Ausgabe 2019
CIE 97 (Internationale Beleuchtungskommission)	The maintenance of indoor electric lighting systems, Technical Report (Wartung von Innenbeleuchtungsanlagen)	Ausgabe 2005
CIE 146 (Internationale Beleuchtungskommission)	CIE equations for disability glare (Vergleiche von physiologischer Blendung)	Ausgabe 2002
CIE 147 (Internationale Beleuchtungskommission)	Glare from small, large and complex sources (Blendung durch kleine, grosse und komplexe (Licht-) Quellen)	Ausgabe 2002
CIE 150 (Internationale Beleuchtungskommission)	Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations, Technical Report (Leitfaden zur Begrenzung der Störlichtwirkungen von Aussen-Beleuchtungsanlagen)	Ausgabe 2017

CIE 154 (Internationale Beleuchtungs- kommission)	The maintenance of outdoor lighting systems, Technical Report (Wartung von Aussenbeleuchtungsanlagen)	Ausgabe 2003
--	--	-----------------

Bezugsquellen:

Bundesamt für Verkehr (BAV): bav.admin.ch (RL BAV)

Bundesamt für Umwelt (BAFU) zum Thema Lichtemissionen: bafu.admin.ch

Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF):
www.bsvonline.ch (Brandschutzvorschriften BSV)

Schweizer Licht Gesellschaft (SLG): www.slg.ch

Zwischenstaatliche Organisation für den internationalen Eisenbahnverkehr (OTIF):
www.otif.org (COTIF, RID)

Internationale Beleuchtungskommission (CIE): www.cie.co.at

2.5 Weitere, eingeschränkt verwendete Grundlagen

SN EN 60598-2-22	Leuchten – Teil 2-22: Besondere Anforderungen – Leuchten für Notbeleuchtung	Ausgabe 2014
SN EN ISO 7010	Graphische Symbole – Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen – Registrierte Sicherheitszeichen	Ausgabe 2020
ISO 3864-1	Graphische Symbole – Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen – Teil 1: Gestaltungsgrundlagen für Sicherheitszeichen und Sicherheitsmarkierungen	Ausgabe 2011
ISO 3864-4	Graphische Symbole – Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen – Teil 4: Farb- und photometrische Eigenschaften von Trägermaterialien für Sicherheitszeichen	Ausgabe 2011

Bezugsquelle: Schweizerische Normenvereinigung (SNV): www.snv.ch

3 Abkürzungen und Begriffe

3.1 Abkürzungen

BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAV	Bundesamt für Verkehr
BehiG	Behindertengleichstellungsgesetz
CLO	Constant Lumen Output (Lichtstromkonstanthaltung)
DiDok	Dienststellendokumentation öV-Schweiz
DWV	Durchschnittlicher Werktagsverkehr
E_m	Mittlere Beleuchtungsstärke in Lux
E_{min}	Minimale Beleuchtungsstärke in Lux
E_{max}	Maximale Beleuchtungsstärke in Lux
E_v	Vertikale Beleuchtungsstärke in Lux
EVG	Elektronisches Vorschaltgerät
EN	Europäische Norm
FWF	Flächen-Wartungsfaktor
GR _L	Glare rating limit Grenzwert für die Blendung von Beleuchtungsanlagen im Freien
IR	Infrarot
KFZ	Kraftfahrzeug
KVG	Konventionelles Vorschaltgerät
LCC	Life-Cycle-Costing (Lebenszykluskostenrechnung)
LCM	Life-Cycle-Management (Lebenszyklusverwaltung)
LED	Light-emitting diode (Leuchtdiode)
LLF	Lampenlebensdauerfaktor
LLWF	Lampenlichtstrom-Wartungsfaktor
L_s	Mittlere Leuchtdichte in Candela pro Quadratmeter (cd/m^2)
LVK	Lichtstärkeverteilungskurve
LWF	Leuchten-Wartungsfaktor
R_a	Farbwiedergabeindex
RID	Règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses (Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter)
RWF	Raum-Wartungsfaktor
SN EN	Von der Schweiz übernommene, europäische Norm
SNR	Schweizer Regel
TI	threshold increment (Schwellwerterhöhung) in %
TSI	Technical Specifications for Interoperability (Technische Spezifikationen für die Interoperabilität)
U_0	Gleichmässigkeit einer Beleuchtungsanlage, berechnet durch E_{min} / E_m

U _d	Ungleichmässigkeit einer Beleuchtungsanlage, berechnet durch E_{\min} / E_{\max}
UGR _L	Unified glare rating limit Grenzwert für die Blendung von Beleuchtungsanlagen in Innenräumen
UV	Ultraviolett
VKF	Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen
VVG	Verlustarmes Vorschaltgerät
V _w	Situativ zu beurteilende Wertigkeiten zur Bestimmung der Beleuchtungsstärkeklasse P (SNR 13201-1)
V _{ws}	Summe der Wertigkeiten V _w
WF	Wartungsfaktor
ZKE	Zug-Kontrolleinrichtung

3.2 Begriffe

Für die Anwendung dieser Regelung gelten folgende Begriffe:

Beleuchtungsstärke [Lux]	<p>Die Beleuchtungsstärke beschreibt den Lichtstrom Φ [lm] einer Lichtquelle, der auf eine bestimmte Fläche A [m²] trifft.</p> $E [\text{Lux}] = \frac{\Phi [\text{lm}]}{A [\text{m}^2]}$ <p>Unterschieden werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Mittlere Beleuchtungsstärke E_m (Mittelwert aller Einzelwerte) – Minimale Beleuchtungsstärke E_{min} (tiefster Einzelwert) – Maximale Beleuchtungsstärke E_{max} (höchster Einzelwert)
Blendung (SN EN 12464-1)	<p><i>Blendung ist eine Empfindung, die durch helle Flächen im Gesichtsfeld, wie beleuchtete Oberflächen, Teile von Leuchten, Fenster und/oder Dachoberlichter hervorgerufen wird.</i></p> <p><i>Blendung kann als psychologische Blendung oder als physiologische Blendung erfahren werden.</i></p> <p>Psychologische (wahrgenommene) Blendung: Als unangenehm oder störend empfundene Blendung, welche die Aufnahme visueller Informationen nicht messbar beeinträchtigt.</p> <p>Physiologische (messbare) Blendung: Blendung, welche die Aufnahme von Informationen messbar reduziert.</p>
Blendungsbegrenzung [–]	<p>Die Blendungsbegrenzung wird für Beleuchtungsanlagen in Innenräumen mit dem Grenzwert UGR_L [–] resp. für Beleuchtungsanlagen im Freien mit dem Grenzwert GR_L [–] beschrieben. Je niedriger der Wert, desto geringer ist die Blendung.</p>
Dienststollen im Tunnel (R RTE 26201)	<p>Im Bereich der Tunnel wird auch der Begriff «Dienststollen» verwendet. Aus Sicht der Beleuchtung ist der Dienststollen entweder dem Zugangsstollen oder dem Zugangstunnel zuzuordnen, je nachdem ob er mit einem KFZ befahrbar ist oder nicht.</p>

Dienstliche Verrichtungen (R RTE 26201)	<p>Die Terminologie «dienstliche Verrichtungen» umschreibt Tätigkeiten, Arbeiten und Aufgaben in Gleisanlagen, die ausserhalb von Fahrzeugen durchgeführt werden müssen. Solche Tätigkeiten sind: An- und Abkoppeln von Rollmaterial, visuelle Kontrolle der Fahrzeuge (inkl. Kontrolle in definierten ZKE-Interventionsgleisen), Bremsproben, Rangierarbeiten, Formation von Zügen, Wassergabe, Reparaturen von Wassersschläuchen und Aussenreinigung im Freien, weitere Tätigkeiten die das Verlassen des Fahrzeuges bedingen, etc. (Aufzählung nicht abschliessend).</p> <p>Bau- und Instandhaltungsarbeiten sind keine dienstlichen Verrichtungen im Sinne dieser Definition.</p>
Farbwiedergabeindex [–]	<p>Der Farbwiedergabeindex R_a (englisch CRI = <i>color rendering index</i>) definiert, wie stark sich die Farbe eines Objektes bei der Beleuchtung mit einem bestimmten Leuchtmittel ändert, verglichen mit einem Bezugsstrahler.</p> <p>Der höchstmögliche Farbwiedergabewert ist 100 [–]. Bei diesem Wert ist eine Lichtquelle praktisch nicht vom Bezugsstrahler zu unterscheiden. Ein tiefer R_a-Wert bedeutet eine schlechte Farbwirkung unter der entsprechenden Kunstlichtquelle. Als Folge davon werden Farben nicht mehr korrekt wiedergegeben oder sind im Extremfall, bei monochromatischem Licht, gar nicht mehr sichtbar.</p>
Fluchtweg im Tunnel (R RTE 26201)	<p>Als Fluchtweg im Tunnel wird jener Bereich bezeichnet, der sich zwischen der Fahrbahn und Tunnelwand befindet. Er dient im Ereignisfall den flüchtenden Personen als Weg zum Verlassen des Tunnels.</p>
Gefährliche Güter (R RTE 26201)	<p>Als gefährliche Güter gelten Stoffe, welche auf Grund ihrer Eigenschaften beim Transport (einschliesslich dem Verpacken, Beladen, Versenden, Befördern, Empfangen und Entladen) eine Gefahr für Mensch, Tier oder Umwelt darstellen und dadurch den Transportvorschriften RSD/RID und SDR/ADR unterliegen.</p>
Gehweg im Gleisbereich (R 300.1)	<p><i>Ein Weg im Gleisbereich ausserhalb von Tunnel, der durch Personal zum Aufenthalt oder Arbeiten genutzt werden darf. Er ist auf Grund seiner Beschaffenheit (feiner Kies bzw. Sand oder asphaltiert, d.h. ohne Schotter) eindeutig erkennbar.</i></p>
Gleichmässigkeit U_0 [–]	<p>Die Gleichmässigkeit U_0 ist der Quotient aus der minimalen und mittleren Beleuchtungsstärke:</p> $U_0 [-] = \frac{E_{\min} [\text{Lux}]}{E_m [\text{Lux}]}$ <p>Kritische Bereiche im Bereich der Gleichmässigkeit sind in der technischen Vorprüfung auszuweisen.</p>

Gobo-Strahler	Gobo-Strahler sind Lichtprojektoren, die häufig bei Fassadenbeleuchtungen eingesetzt werden. Dabei wird vom zu beleuchtenden Objekt eine fotografische Aufnahme gemacht, welche anschließend auf eine Metall- oder Glasplatte aufgetragen wird. Bereiche, die nicht angeleuchtet werden sollen, wie z.B. Fenster, können dadurch abgedeckt (maskiert) werden. So kann ein eindrucksvoller Effekt erzeugt werden, mit minimaler Lichtverschmutzung und ohne Personen innerhalb der Gebäude zu stören.
Öffentliche Beleuchtung (R RTE 26201)	Beleuchtungsanlagen, die Strassen, Wege, Plätze, etc. (öffentliche Bereiche) ausleuchten. Diese Anlagen befinden sich im Besitz und der Verantwortung von Gemeinden oder Kantonen.
Perron	Die Schreibweise in den deutschsprachigen Normen verwendet im Zusammenhang mit den Eisenbahnen das Wort «Bahnsteig». Der Begriff ist in der Schweiz jedoch nicht üblich. Daher wird in dieser RTE-Regelung der äquivalente, schweizerische Ausdruck «Perron» verwendet.
Personalweg (R RTE 26201)	Für dienstliche Zwecke möglichst sicherer Weg innerhalb des Gleiskörpers ab öffentlich zugänglichen Anlagen ins Gleisfeld oder zu Unterhaltsanlagen.
Sehaufgabe (SN EN 12464-1)	<i>Sehrelevante Elemente der auszuführenden Aktivitäten.</i>
Schwellwerterhöhung TI [%]	Die Schwellwerterhöhung TI ist die Masseinheit für den Verlust von Sichtbarkeit eines Sehobjektes infolge der, durch die Leuchten verursachten, physiologischen Blendung.
Sicherheitsstollen im Tunnel (R RTE 26201)	Im Bereich der Tunnel wird auch der Begriff «Sicherheitsstollen» verwendet. Dieser wird auch für die Rettung und die Evakuierung von Personen verwendet. Aus Sicht der Beleuchtung ist der Sicherheitsstollen bei der beschriebenen Verwendung als «Fluchtweg» im Tunnel zu betrachten und entsprechend diesen Werten zu beleuchten.
Ungleichmässigkeit U_d [–]	Die Ungleichmässigkeit U_d ist der Quotient aus der minimalen und maximalen Beleuchtungsstärke: $U_d [-] = \frac{E_{\min} [\text{Lux}]}{E_{\max} [\text{Lux}]}$
Ununterbrochene Arbeitsvorgänge (R RTE 26201)	Als Zonen (Arbeitsplatz mit begrenzter Arbeitsfläche) mit ununterbrochenen Arbeitsvorgängen werden diejenigen Bereiche bezeichnet, an denen ständig Arbeiten verrichtet werden.
Wartungsfaktor WF [–]	Der Wartungsfaktor ist das Verhältnis der Beleuchtungsstärke auf der Nutzebene nach einer gewissen Benutzungsdauer (Wartungswert) einer Beleuchtungsanlage zu der Beleuchtungsstärke der ursprünglichen Neuanlage (Neuwert). Alle in dieser Regelung festgelegten Beleuchtungsstärkewerte sind Wartungswerte.
Wöchentliche Nutzung (R RTE 26201)	Angabe über die Nutzung einer Anlage, welche mindestens wöchentlich, d.h. mindestens einmal pro Woche genutzt werden.

Zeitweilige Arbeitsvorgänge (R RTE 26201)	Als Zonen mit zeitweiligen Arbeitsvorgängen werden diejenigen Bereiche bezeichnet, an denen nicht permanent Arbeiten verrichtet werden müssen. Ein Arbeitsplatz wird häufig zeitweise verlassen. I.d.R. trifft dies für die meisten Gleisfeldanlagen zu, da sich in den jeweiligen Zonen nicht permanent Personen aufhalten. Bsp.: Arbeit in einem grossen Rangierbahnhof.
Zugangsstollen (R RTE 26201)	Zugang zum Tunnelsystem, befahrbar mit KFZ.
Zugangstunnel (R RTE 26201)	Zugang zum Tunnelsystem, nicht befahrbar mit KFZ.

4 Grundsätze

Im Rahmen der Anwendung dieser Regelung sind einige Grundsätze im Planungsprozess zu beachten.

4.1 Vorschriftenkonformität und Nachweise

Beleuchtungsanlagen sind vorschriftenkonform zu erstellen. Für Perrons gelten insbesondere die Vorgaben gemäss AB-EBV zu Art. 34, AB 34.4, Ziff. 2.

Im Plangenehmigungsverfahren ist mindestens zu bestätigen, dass

- die Beleuchtungsanlage konform zu SN EN 12464 Teil 1 und 2 geplant wurde;
- für die Niederspannungsinstallationen die erforderlichen Sicherheitsnachweise gemäss Art. 37 NIV erbracht und den zuständigen Stellen eingereicht werden.

4.2 Sichtbarkeit fahrdienstlicher Signale

Die Beleuchtungen der Publikumsanlagen müssen so installiert werden, dass die Sichtbarkeit fahrdienstlich notwendiger Signale dadurch nicht beeinträchtigt wird.

Die fahrdienstlichen Signale müssen in jedem Fall eindeutig erkennbar sein und zuverlässig zugeordnet werden können. Blendungen durch Lichtquellen oder die Anordnung von Beleuchtungen, welche zu Verwechslungen führen können, sind zwingend zu verhindern.

4.3 Blendung

Bei der Wahl der Leuchte und deren Anordnung ist auf eine gute Entblendung zu achten. Für Bahnanlagen im Freien, inklusive Publikumsanlagen, sind die Grenzwerte GR_L in der SN EN 12464-2, Tabelle 5.12 geregelt. Insbesondere die Blendung von Triebfahrzeugführer/-innen ist zu vermeiden.

Für alle **gleisnahen Bereiche** gilt deshalb zusätzlich zur Blendwertbegrenzung (SN EN 12464) eine maximale Schwellwerterhöhung TI von 15 % (SN EN 12464-2, Abschnitt 4.5), empfohlen werden maximal 10 %.

Um Blendwirkungen bei Reisenden und Anwohnenden zu vermeiden, sind darüber hinaus folgende Hinweise zu beachten:

Für Publikumsanlagen im Gebäudeinnern sind die zulässigen Grenzwerte UGR_L sowie die Mindestabschirmwinkel entsprechend der Lampen-Leuchtdichte in der SN EN 12464-1 geregelt.

In Publikumsanlagen sind die maximalen Werte zu reduzieren, um auch Menschen höheren Alters oder mit einer Sehbehinderung zu berücksichtigen. Bei der Planung von Anlagen im Freien wird empfohlen, GR -Werte zu erfüllen, die um 10 unter dem Grenzwert (SN EN 12464-2) liegen (GR_L-10). In Innenräumen wird empfohlen, UGR -Werte über 22 zu vermeiden (siehe auch Abschnitt 4.12.1).

4.4 Beleuchtete Flächen und Beleuchtungszeiten

Die beleuchteten Flächen sind auf ein Minimum zu reduzieren. Fest installierte Lichtpunkte soll es ausschliesslich im Publikumsbereich, in Bereichen in denen regelmässig dienstliche Verrichtungen ausgeführt werden oder bei entsprechend vorhandenen Gefahren, geben. Für alle anderen Bereiche sind, je nach Verwendungszweck und Bedarf, Ersatzmassnahmen (z.B. mobile Beleuchtungsanlagen) zu verwenden.

Die Sicherheit von Passagieren und Mitarbeitenden muss jederzeit gewährleistet sein.

Die Beleuchtungsanlagen sind bei Nichtverwendung wenn möglich auszuschalten oder auf einen minimalen Wert zu dimmen. Insbesondere für den Zeitraum zwischen 22:00 Uhr und 06:00 Uhr, analog den Bestimmungen für Lärmemissionen, ist das Abschalten oder eine Reduktion anzustreben.

4.5 Lichtimmissionen durch Streulicht im Aussenraum

Bei Beleuchtungsanlagen im Aussenraum soll bei der Planung darauf geachtet werden, dass Lichtimmissionen durch Streulicht auf ein Minimum beschränkt bleiben. Die Norm SN EN 12464-2 macht zu dieser Thematik klare Vorgaben.

Umweltzone	Licht am Immissionsort		Leuchtdichte	
	E_v		L_b	L_s
	Lux		cd/m ²	cd/m ²
	Vor Geltungszeit ^{a)}	Nach Geltungszeit	Gebäudefassade	Schilder
E1	2	0	0	50
E2	5	1	5	400
E3	10	2	10	800
E4	25	5	25	1'000

Erläuterungen:

E1 Dunkle Bereiche, wie z.B. Nationalparks oder geschützte Stätten.

E2 Bereiche mit geringer Gebietshelligkeit, wie z.B. Industriegebiete oder Wohngebiete in ländlicher Umgebung.

E3 Bereiche mit mittlerer Gebietshelligkeit, wie z.B. Industriegebiete oder Wohngebiete in Vororten.

E4 Bereiche mit hoher Gebietshelligkeit, wie z.B. Stadtzentren oder Geschäftszentren.

E_v Ist der Maximalwert der vertikalen Beleuchtungsstärke am Immissionsort in Lux.

L_b Ist die höchste mittlere Leuchtdichte einer Fassade eines Gebäudes in cd/m².

L_s Ist die höchste mittlere Leuchtdichte von Schildern in cd/m².

Tabelle 4-1: Lichtimmissionen durch Streulicht im Aussenraum (vgl. SN EN 12464-2, Tab. 2).

a) Die Geltungszeit wird dem Betriebsschluss der jeweiligen Anlage gleichgesetzt.

4.6 Störlicht durch Reflexionen

Bei zu hohen Leuchtdichten von Leuchten besteht die Gefahr störender Reflexionen, welche die Lesbarkeit von Abfahrtsanzeigern negativ beeinflussen können.

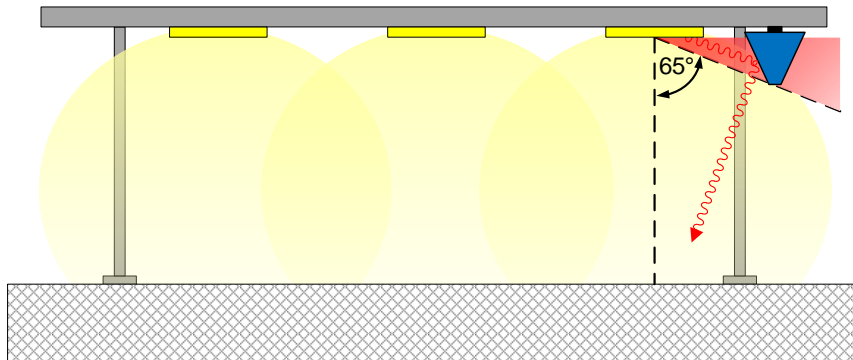


Abbildung 4-2: Störlicht durch Reflexionen.

Um solche negativen Effekte zu vermeiden, wird empfohlen bei Leuchten in Bereichen mit Überkopfanzeigen, z.B. am Perrondach oder in der Personenunterführung, auf eine möglichst tiefe Leuchtdichte in der C0 und C180 Achse (Längsachse) zu achten. Bei einem Winkel von $\geq 65^\circ$ zur Vertikalen soll keine höhere Leuchtdichte als $\sim 3'800 \text{ cd/m}^2$ auftreten.

4.7 Materialisierung

Die Beleuchtung ist insbesondere bei Innenanlagen im Kontext mit der Materialisierung zu betrachten. So sollen die verwendeten Farben und Materialien bei Wänden und Decken die subjektive Wahrnehmung der Helligkeit unterstützen.

Stark glänzende oder spiegelnde Oberflächen sind allgemein zu vermeiden, da diese bei Anstrahlung durch die Sonne oder durch künstliches Licht hohe Leuchtdichten aufweisen und dadurch stark blenden können.

Auf den Einsatz sehr heller Bodenflächen ist zu verzichten, da diese Personen mit Seh Einschränkungen blenden können.

Allgemein ist auf gute Kontraste zu achten, welche die Sichtbarkeit, beispielsweise von Treppenstufen unterstützen.

4.8 Farbtemperatur

Im Bahnumfeld, insbesondere im Aussenraum, wird aufgrund der Betriebssicherheit als Standard eine neutralweisse Farbtemperatur von 4'000 K empfohlen.

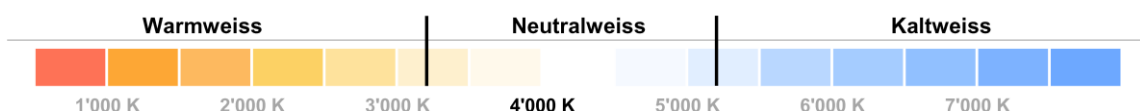


Abbildung 4-3: Farbtemperaturskala

Um die negativen Auswirkungen auf die Umwelt (erhöhter Blauanteil im Licht) zu reduzieren, ist für Arbeitsplatzbeleuchtungen im Aussenraum eine Farbtemperatur $\leq 5'000$ K zu verwenden.

4.9 Farbwiedergabeindex

Bei Neuanlagen wird als Mindestwert für den Farbwiedergabeindex $R_a = 70$ definiert, sofern der jeweilige Bereich nicht einen höheren Wert erfordert. Diese Massnahme unterstützt unter anderem auch die für das Wohlbefinden wichtige Gesichtserkennung.

4.10 Klassifizierung der Bahnhöfe und Haltestellen

Die Beleuchtungswerte in den beiden Normen SN EN 12464-1 und SN EN 12464-2 werden in Abhängigkeit zum Personenaufkommen kategorisiert und sind mit folgenden Wortlauten definiert: «gering», «mittel», «hoch», etc. Diese Beschreibungen werden wie folgt präzisiert:

Bhf. Klasse	Passagieraufkommen als Grundlage der Klassifizierung [DWV] gemäss R RTE 26201	Definition gemäss SN EN 12464 Teil 1 und 2
1	$\geq 20'000$ Passagiere / Tag	Hohes Personenaufkommen
2a	10'000 – 19'999 Passagiere / Tag	Mittleres Personenaufkommen
2b	1'500 – 9'999 Passagiere / Tag	Mittleres Personenaufkommen
3	50 – 1'499 Passagiere / Tag	Geringes Personenaufkommen
4	< 50 Passagiere / Tag	Sehr geringes Personenaufkommen

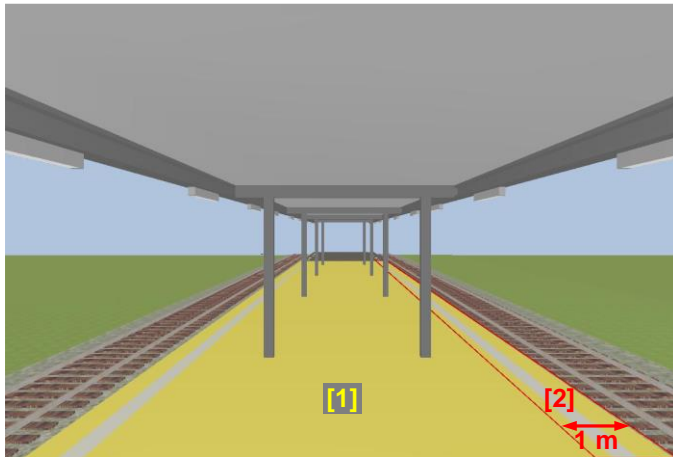
Tabelle 4-4: Klassifizierung der Bahnhöfe und Haltestellen.

4.11 Ausleuchtung der Perronkante

Laut Vorgabe in der SN EN 12464 muss, nebst der Beleuchtung des gesamten Perrons, der Perronkante «besondere Aufmerksamkeit» gewidmet werden. Auch die AB-EBV erwähnen die Perronkante explizit (AB-EBV zu Art. 34, AB 34.4, Ziff. 2) Es ist davon auszugehen, dass hier ein guter Kontrast und eine gute Ausleuchtung erreicht werden soll, da in diesem Bereich der Fehltritt einer Person fatale Folgen haben kann. Die Norm präzisiert diesen Punkt nicht weiter, daher gelten im Rahmen dieser RTE-Regelung folgende Richtwerte.

4.11.1 Ausleuchtung der Perronkante bei überdachten Perrons

Die Vorgabe der Norm für den Bereich der Perronkanten gilt als erfüllt, wenn die mittlere Beleuchtungsstärke eines **1 m** breiten Streifens an der Perronkante [2] noch mindestens $\frac{2}{3}$ des mittleren Beleuchtungsstärkewertes der gesamten überdachten Perronfläche [1] erreicht.

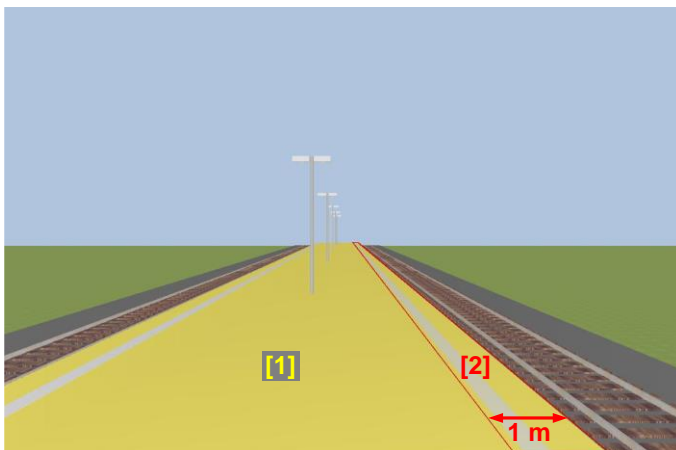
**Vorgehen:**

Auf dem Perron sind zwei Messflächen [1] und [2] zu platzieren. Die gelbe Messfläche [1] wird über die gesamte überdachte Perronfläche platziert. Durch diese wird die Einhaltung der Beleuchtungswerte (gem. Kapitel 5) nachgewiesen. Die Messfläche [2] wird direkt an die Perronkante gelegt und ist **1 m** breit zu dimensionieren.

Abbildung 4-5: Platzierung der Messfelder bei überdachten Perrons.

4.11.2 Ausleuchtung der Perronkante bei nicht überdachten Perrons

Die Vorgabe der Norm für den Bereich der Perronkanten gilt als erfüllt, wenn die mittlere Beleuchtungsstärke eines **1 m** breiten Streifens an der Perronkante [2] noch mindestens $\frac{1}{2}$ des mittleren Beleuchtungsstärkewertes der gesamten nicht überdachten Perronfläche [1] erreicht.

**Vorgehen:**

Auf dem Perron sind zwei Messflächen [1] und [2] zu platzieren. Die gelbe Messfläche [1] wird über die gesamte nicht überdachte Perronfläche platziert. Durch diese wird die Einhaltung der Beleuchtungswerte (gem. Kapitel 5) nachgewiesen. Die Messfläche [2] wird direkt an die Perronkante gelegt und ist **1 m** breit zu dimensionieren.

Abbildung 4-6: Platzierung der Messfelder bei nicht überdachten Perrons.

4.11.3 Anmerkung zu der Platzierung der Messflächen

Bei repetitiver Anordnung der Leuchten und gleichleibender Perrongeometrie kann alternativ zur gesamten Perronfläche auch ein repräsentativer Abschnitt (z.B. zwischen zwei Dachstützen oder zwei Kandelabern) als Messfläche gewählt werden.

4.12 Beleuchtung im Kontext mit hindernisfreiem Bauen und BehiG

Bahnhöfe und Haltestellen sind öffentlich zugängliche Bauten und Anlagen. Sie müssen daher für alle Personen uneingeschränkt nutzbar sein. Dieser Grundsatz betrifft auch die Beleuchtung. Die Wahl der richtigen Leuchte und eine korrekte Lichtplanung mit entsprechender Sensibilisierung auf dieses Thema sind die elementaren Bestandteile zur Erfüllung der Gesetzeskonformität des BehiG.

Im Rahmen dieser RTE-Regelung sollen einige Tipps aufgeführt werden, die helfen eine Beleuchtungsanlage konform zum BehiG zu erstellen.

4.12.1 Blendungsbegrenzung

- Entblendung der Leuchte durch mechanische Abschottung, Diffuselemente, Prismenscheiben, Raster, Siebdruck, etc.
- Möglichst tiefer UGR-Wert
- Grosse Lichtaustrittsflächen zur Reduktion der Leuchtdichte
- Tieferer Blendwert als in der Norm gefordert, helfen älteren Menschen und Menschen mit einer Sehbehinderung zusätzlich eine Anlage sicher nutzen zu können. Als Richtgrösse können dabei folgende Werte verwendet werden:
 - Innenbereiche: UGR_L max. 22 [–]
 - Aussenbereiche: GR_L -10 (GR_L gemäss SN EN 12464-2)



Information:

Die äquivalente Schleierleuchtdichte einer über 80-jährigen Person liegt etwa dreimal höher als jene einer 30-jährigen Person. Dies trifft auch auf viele Personen mit Sehbehinderung zu und ist bei der Blendungsbegrenzung in Publikumsanlagen entsprechend zu beachten.

4.12.2 Beleuchtungsplanung

- Keine zu grossen Hell / Dunkel-Unterschiede (hohe Gleichmässigkeit).
- Die vertikalen Beleuchtungsstärken an Informationsträgern und Bedienelementen (z.B. Automaten) müssen situationsgerecht das Lesen und Bedienen ermöglichen. Als Richtgrösse kann hier ein Wert von $0.3 \cdot E_m$ herangezogen werden (E_m des umgebenden Bereiches gemäss Kapitel 5).
- Leuchten sind so anzuordnen, dass sie die Orientierung unterstützen, z.B. in Reihe zur Verdeutlichung der Wegführung, als Lichtakzente um Etappenziele hervorheben.
- Schattenwurf beachten, Schlagschatten wo möglich vermeiden, insbesondere auf Treppen.
- Leuchten direkt nach unten gerichtet, wenn möglich keine Anstellwinkel.
- Keine im Boden eingebauten, nach oben strahlenden Leuchten, insbesondere auf Gehwegen.
- Wandeinbauleuchten auf Gesichtshöhe wenn möglich vermeiden.

4.12.3 Materialisierung

Siehe Abschnitt 4.7

4.13 Beleuchtung im Kontext mit Umweltschutz (USG)

Die künstliche Beleuchtung in der Nacht hat einen unbestrittenen Einfluss auf den Menschen sowie auf die Flora und Fauna. Für den sicheren Betrieb in der Nacht ist eine ausreichende Beleuchtung unabdingbar.

Die negativen Auswirkungen durch die Beleuchtung sind jedoch so weit als möglich zu reduzieren. Daher sollen insbesondere bei Aussenanlagen folgende Grundsätze berücksichtigt werden.

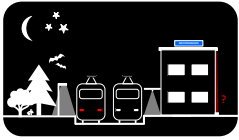

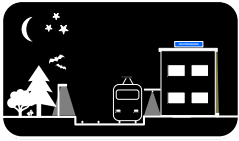

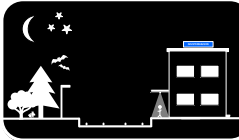
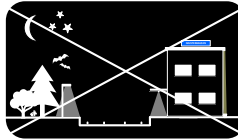


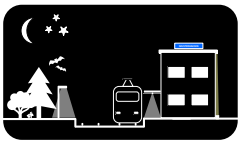
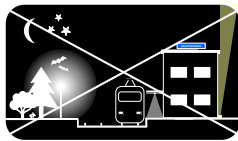

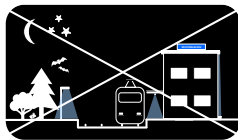
Grundsätze	Mögliche Massnahmen
Nur beleuchten was beleuchtet sein muss  	<ul style="list-style-type: none"> – Beleuchtete Flächen minimieren – Auswirkungen auf angrenzende Flächen / Natur so weit als möglich vermeiden – Dekorative Beleuchtungen, Werbebeleuchtungen reduzieren / zeitlich begrenzen
Korrekte Ausrichtung der Leuchten  	<ul style="list-style-type: none"> – Leuchten korrekt auf die Zielfläche ausrichten – Lichtstärkeverteilungskurve (LVK) optimieren (die richtige Leuchte am richtigen Ort)
Nur dann beleuchten wenn nötig  	<ul style="list-style-type: none"> – Zeitschaltuhr – Dämmerungsschalter (korrekt eingestellt) – Bewegungsmelder (situativ) – Werbebeleuchtungen nach Betriebsschluss ausschalten
Normwerte erfüllen, aber nicht übererfüllen (betrifft insbesondere die Beleuchtungsstärke)  	<ul style="list-style-type: none"> – Anwenden der Normwerte für Flächenbeleuchtungen – Anwenden der Normwerte für Leuchtschilder (Leuchtdichte) – Korrekt gewählter Wartungsfaktor – Lichtstromkonstanthaltung (CLO) – Einsatz von Leuchten mit kleinem Temperaturdrift (z.B. LED)
Kein in den Himmel strahlendes Licht  	<ul style="list-style-type: none"> – Korrekte Ausrichtung der Leuchten – Einsatz von Full-Cutoff Leuchten (keine Lichtabgabe in den oberen Halbraum) – Anstellwinkel von Leuchten wenn immer möglich vermeiden – Verzicht auf Skybeamer o.ä. – Einsatz von Gobo-Projektionsstrahlern bei Fassadenbeleuchtungen
Kein kaltweisses Licht verwenden  	<ul style="list-style-type: none"> – Einsatz von neutralweissem (4'000 K) Licht wird empfohlen – Zusätzlich: Reduktion von IR- und UV-Anteilen im Licht durch Einsatz von LED-Leuchten

Tabelle 4-7: Beleuchtung im Kontext mit Umweltschutz.

5 Lichtvorgaben im Bereich Bahnzugang

5.1 Betriebsarten der Beleuchtung

Für die Beleuchtung im Bahnzugang werden 3 Betriebszeiten definiert:

- Hauptfrequentierung (HF), von 06:00 Uhr bis 22:00 Uhr
- Nebenfrequentierung (NF), von 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr
- Betriebsschluss (BS), individuell je Bahnhof

5.1.1 Beschreibung Hauptfrequentierung (HF)

Als Hauptfrequentierung gilt der Zeitraum zwischen 06:00 Uhr und 22:00 Uhr, in dem der grösste Teil des Passagieraufkommens auftritt.

5.1.2 Beschreibung Nebenfrequentierung (NF)

Als Nebenfrequentierung gilt der Zeitraum zwischen 22:00 Uhr und 06:00 Uhr. Während dieses «Nachtruhezeitraums» wird die Beleuchtungsstärke reduziert und damit an das ebenfalls reduzierte Passagieraufkommen angepasst.

5.1.3 Beschreibung Betriebsschluss (BS) aus Sicht der Beleuchtung

Als Betriebsschluss aus Sicht der Beleuchtung gilt an einem Bahnhof jener Zeitraum, in dem zwischen dem letzten Zug in der Nacht und dem ersten am Morgen keine Züge mehr einen planmässigen Halt zum Ein- und Aussteigenlassen von Passagieren einlegen.

Der Betriebsschluss beginnt **30 Minuten nach** dem Halt des letzten Zuges in der Nacht und endet **30 Minuten vor** dem ersten Halt eines Zuges am Morgen.

5.1.4 Grundsatz zur Beleuchtung nach Betriebsschluss

Nach dem Betriebsschluss ist die Beleuchtung möglichst komplett auszuschalten.

In Anlagen und Bereichen, die nach Betriebsschluss **für die Öffentlichkeit nicht mehr zugänglich (abgeschlossen)** sind, ist die Beleuchtung grundsätzlich **auszuschalten**.

5.1.5 Ausnahmen

Aufgrund situativer Gegebenheiten kann es sein, dass das Licht am gesamten Bahnhof oder Teilen davon nicht gelöscht werden darf (nachfolgende Aufzählung ist nicht abschliessend):

- Angebot von Services (z.B. Billettautomat, Verpflegungsautomat, etc.): der **gesamte sichere Weg**, vom öffentlichen Bereich bis zu diesen Services, muss mindestens **gemäss Regelung** ausgeleuchtet sein (Werte gemäss Betriebsschluss BS)
- Personenunterführung, Perrons, oder Teile des Bahnhofes werden als Verbindungsweg der Gemeinde genutzt (Werte gemäss Betriebsschluss BS), ausgenommen die Gemeinde schaltet im selben Zeitraum auch die angrenzende öffentliche Beleuchtung aus (Zeiten sind zu synchronisieren)
- Ausgewiesener Vandalismus
- Installierte Videoüberwachung
- ...

Ob ein komplettes Ausschalten der Beleuchtung möglich ist, muss situativ beurteilt werden. In jedem Fall soll die Beleuchtung auf das Minimum – nach den Vorgaben gemäss Betriebsschluss – reduziert werden.

Auch betreffend Absenkung der Beleuchtungsstärke in der Nebenfrequentierungszeit (NS) kann es situativ Ausnahmen geben:

An Bahnhöfen und Haltestellen mit regelmässigen Grossanlässen (z.B. Fussballspiele, Konzerte, etc.) ist eine Absenkung der Beleuchtungsstärke fix um 22:00 Uhr unter Umständen nicht zielführend. Daher soll an diesen Bahnhöfen der Zeitpunkt der Absenkung situativ beurteilt werden. Es ist auf die Nutzungszeit der Anlage durch diese Grossanlässe Rücksicht zu nehmen.

5.1.6 Präsenzgesteuerte Beleuchtung

Bei präsenzgesteuerten Beleuchtungsanlagen gelten die in den nachfolgenden Tabellen aufgeführten Beleuchtungswerte. Wird keine Person detektiert, dürfen die Werte tiefer sein. Das Licht ist auf ein Minimum zu dimmen oder auszuschalten.

5.2 Beleuchtung von Innenanlagen

Bereich	E_m HF [Lux]	E_m NF [Lux]	E_m BS [Lux]	U_0 [-]	U_d [-]	UGR_L [-]	R_a [-]	Quelle
Bahnhofshalle, Schalterhalle	200	k.A.	k.A.	≥ 0.50	–	≤ 28	≥ 40	SN EN 12464-1 Ref. Nr. 5.53.5
Eingangshalle, Stationshalle	200	k.A.	k.A.	≥ 0.40	–	–	≥ 80	SN EN 12464-1 Ref. Nr. 5.53.8
Perron vollständig umschlossen Bhf. Klasse [1]; [2a] Bhf. Klasse [2b]; [3]; [4]	200	200	0 / 100	≥ 0.50	–	–	≥ 60	SN EN 12464-1 Ref. Nr. 5.53.2
	100	100	0 / 100	≥ 0.40	–	–	≥ 40	Ref. Nr. 5.53.1
Personenunterführung mit bedienten Kommerzflächen	200	200	0 / 100	≥ 0.50	–	≤ 28	≥ 80	
Personenunterführung, für Bahn und / oder öffentlich genutzt, ohne bediente Kommerzflächen Bhf. Klasse [1]; [2a] Bhf. Klasse [2b]; [3]; [4]								SN EN 12646-1
	100 50	100 50	0 / 50 0 / 50	≥ 0.50 ≥ 0.50	– –	≤ 28 ≤ 28	≥ 40 ≥ 40	Ref. Nr. 5.53.4 Ref. Nr. 5.53.3
Schalter und Büros für Fahrkarten und Gepäck	300	300	0	≥ 0.50	–	≤ 19	≥ 80	SN EN 12464-1 Ref. Nr. 5.53.6
Toiletten	200	200	k.A.	≥ 0.40	–	≤ 25	≥ 80	SN EN 12464-1 Ref. Nr. 5.2.4
Wartehaus Bhf. Klasse [1]; [2a] Bhf. Klasse [2b]; [3]; [4]	200	200	0 / 50	≥ 0.40	–	≤ 22	≥ 80	SN EN 12464-1 Ref. Nr. 5.53.7
	200	100	0 / 50	≥ 0.40	–	≤ 22	≥ 80	Ref. Nr. 5.53.7

Tabelle 5-1: Beleuchtung von Innenanlagen im Bahnzugang.

k.A.: Keine Angabe, situative Einstellung der Anlage in Abhängigkeit der Nutzung.

5.3 Beleuchtung von überdachten Aussenanlagen

Bereich	E_m HF [Lux]	E_m NF [Lux]	E_m BS [Lux]	U_0 [-]	U_d [-]	GR_L [-]	R_a [-]	Quelle
Abstellbereiche für Fahrräder	5	5	0	≥ 0.25	–	≤ 55	≥ 20	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.9.1
Perrons überdacht								
Bhf. Klasse [1]; [2a]	100	100	0 / 50	≥ 0.50	$\geq 1/3$	≤ 45	≥ 40	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.19
Bhf. Klasse [2b]; [3]; [4]	50	50	0 / 50	≥ 0.40	$\geq 1/5$	≤ 45	≥ 40	Ref. Nr. 5.12.17
Treppen, Rampen überdacht								
Bhf. Klasse [1]; [2a]	100	100	0 / 50	≥ 0.50	–	≤ 45	≥ 40	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.20
Bhf. Klasse [2b]; [3]; [4]	50	50	0 / 50	≥ 0.40	–	≤ 45	≥ 40	Ref. Nr. 5.12.15

Tabelle 5-2: Beleuchtung von überdachten Aussenanlagen im Bahnzugang.

5.4 Beleuchtung von nicht überdachten Aussenanlagen

Bereich	E_m HF [Lux]	E_m NF [Lux]	E_m BS [Lux]	U_0 [-]	U_d [-]	GR_L [-]	R_a [-]	Quelle
Bahnhofsbereich (Verkehrsflächen)								
mit langsamem Verkehr (max. 10 km/h)	10	k.A.	k.A.	≥ 0.40	–	≤ 50	≥ 20	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.1.2
mit regelmässigem Verkehr (max. 40 km/h)	20	k.A.	k.A.	≥ 0.40	–	≤ 45	≥ 20	Ref. Nr. 5.1.3
Gehwege im Bahnbereich, nicht überdachte Fussgängerbrücken	10	5	0 / 5	≥ 0.25	–	≤ 50	≥ 20	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.7
Parkplatz								
Geringes Verkehrsaufkommen	5	5	k.A.	≥ 0.25	–	≤ 55	≥ 20	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.9.1
Mittleres Verkehrsaufkommen	10	k.A.	k.A.	≥ 0.25	–	≤ 50	≥ 20	Ref. Nr. 5.9.2
Perrons nicht überdacht								
Bhf. Klasse [1]	50	20	0 / 5	≥ 0.40	$\geq 1/5$	≤ 45	≥ 20	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.16
Bhf. Klasse [2a]; [2b]	20	10	0 / 5	≥ 0.30	$\geq 1/6$	≤ 45	≥ 20	Ref. Nr. 5.12.9
Bhf. Klasse [3]; [4]	10	10	0 / 5	≥ 0.25	$\geq 1/8$	≤ 50	≥ 20	Ref. Nr. 5.12.6
Perrons nicht überdacht situativ								
Alle Bahnhofsklassen	10	10	0 / 5	≥ 0.25	$\geq 1/8$	≤ 50	≥ 20	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.6
Letzte max. 30 m der Perronendbereiche ohne Zugang von extern zum Perron. Z.B. schmale Perronenden.								
Perronzugang über das Gleis	20	20	0 / 10	≥ 0.30	$\geq 1/6$	≤ 45	≥ 20	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.9
Rampen nicht überdacht								
Bhf. Klasse [1]	50	20	0 / 5	≥ 0.40	$\geq 1/5$	≤ 45	≥ 20	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.16
Bhf. Klasse [2a]; [2b]	20	10	0 / 5	≥ 0.30	$\geq 1/6$	≤ 45	≥ 20	Ref. Nr. 5.12.9
Bhf. Klasse [3]; [4]	10	10	0 / 5	≥ 0.25	$\geq 1/8$	≤ 50	≥ 20	Ref. Nr. 5.12.6
Treppen ≤ 3 Stufen^{a)} nicht überdacht (als Niveauausgleich)								
Bhf. Klasse [1]	15	15	0 / 15	≥ 0.20	–	–	–	SNR 13201-1 SN EN 13201-2 Klasse P1
Bhf. Klasse [2a]; [2b]	15	10	0 / 10	≥ 0.20	–	–	–	Klasse P1 / P2
Bhf. Klasse [3]; [4]	10	10	0 / 10	≥ 0.20	–	–	–	Klasse P2
Treppen nicht überdacht								
Bhf. Klasse [1]; [2a]	100	100	0 / 50	≥ 0.50	–	≤ 45	≥ 40	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.20
Bhf. Klasse [2b]; [3]; [4]	50	50	0 / 50	≥ 0.40	–	≤ 45	≥ 40	Ref. Nr. 5.12.15

Tabelle 5-3: Beleuchtung von nicht überdachten Aussenanlagen im Bahnzugang.

k.A.: Keine Angabe, situative Einstellung der Anlage in Abhängigkeit der Nutzung.

a) Siehe auch Anhang A1 Definition der Beleuchtungsklassen P.

5.5 Spezielle Bereiche

Bereich	E_m [Lux]	E_v [Lux]	U_o [-]	U_d [-]	UGR_L [-]	GR_L [-]	R_a [-]	Quelle
Liftvorplatz^{a)}								SN EN 12464-1
Innenanlagen	200	–	≥ 0.40	–	≤ 25	–	≥ 40	Ref. Nr. 5.1.3
Aussenanlagen überdacht								
Analog überdachte Perrons	div.	–	div.	div.	–	div.	div.	Abschnitt 5.4
Aussenanlagen nicht überdacht								
Analog nicht überdachte Perrons	div.	–	div.	div.	–	div.	div.	Abschnitt 5.4
Bedienelemente	div.	$\geq 0.3 \cdot E_m$						E_m des umgebenden Bereiches

Tabelle 5-4: Beleuchtung spezieller Bereiche.

a) Siehe auch Anhang A2 Definition Liftvorplatz.

5.6 Beleuchtete Signaletiksschilder

Beleuchtete Signaletiksschilder dienen der Information und der Orientierung. Sie müssen daher auffällig sein, dürfen aber nicht störend wirken oder gar blenden. Zu unterscheiden ist dabei die Anwendung im Innenraum und im Aussenraum.

Zentral ist auch, dass die Leuchtdichten verschiedener Elemente wie z.B. auch Reklameschilder oder Firmenanschriften, etc. aufeinander abgestimmt werden. Die Elemente von Dritten dürfen die bahnrelevanten Signaletiksschilder nicht überstrahlen.

5.6.1 Beleuchtete Signaletikschilder im Innenraum

Für beleuchtete Signaletikschilder im Innenraum (z.B. unterirdische Bahnhöfe, Personenunterführungen, etc.) werden folgende Werte empfohlen:

- Leuchtdichte auf weiss: 300 ... 400 cd/m²
- Farbtemperatur: 4'500 K

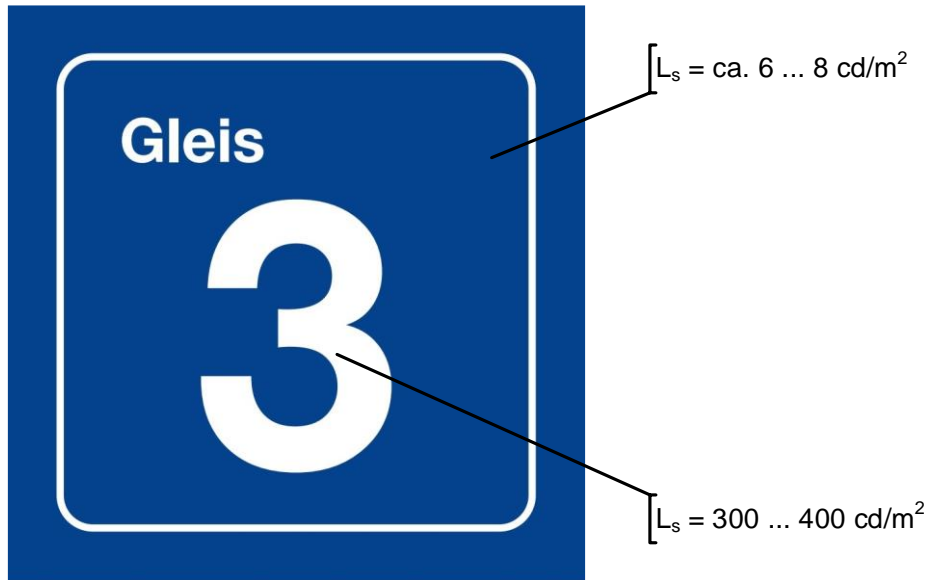


Abbildung 5-5: Leuchtdichte von Signaletikschildern.



Information:

Untersuchungen der Hochschule Luzern (HSLU) im Auftrag der SBB haben ergeben, dass die Lesbarkeit von beleuchteten Signaletikschildern im Innenraum zwischen ca. 200 cd/m² und 1'000 cd/m² ein Plateau erreicht. Sehr hohe Leuchtdichten bringen daher nur einen geringen Zusatznutzen, resp. sind sogar kontraproduktiv.

5.6.2 Beleuchtete Signaletikschilder im Aussenraum

Bei Signaletikschildern im Aussenraum handelt es sich in der Regel um Firmenanschriften oder Werbebeleuchten. Hier sind die situationsabhängigen Vorgaben aus der SN EN 12464-2 zu berücksichtigen, welche in Abschnitt 4.5 aufgeführt sind.

Es wird dringend empfohlen, die beleuchteten Schilder in dimmbarer Ausführung zu beschaffen.

6 Lichtvorgaben im Bereich Gleisfelder

6.1 Beleuchtung von überdachten Aussenanlagen

Bereich	Fest install. Beleuchtung	E_m [Lux]	U_0 [-]	GR_L [-]	R_a [-]	Spezielle Anforderungen	Quelle
Überdachte Perrons in Güterbereichen							SN EN 12464-2
mit zeitweiligen Arbeitsvorgängen (z.B. Laderampe)	Ja	50	≥ 0.40	≤ 45	≥ 20	$U_d \geq 0.20$	Ref. Nr. 5.12.18
mit ununterbrochenen Arbeitsvorgängen (z.B. Laderampe)	Ja	100	≥ 0.50	≤ 45	≥ 40	$U_d \geq 0.33$	Ref. Nr. 5.12.21

Tabelle 6-1: Beleuchtung von überdachten Aussenanlagen im Gleisfeld.

6.2 Beleuchtung von nicht überdachten Aussenanlagen

Bereich	Fest install. Beleuchtung	E_m [Lux]	U_0 [-]	GR_L [-]	R_a [-]	Spezielle Anforderungen	Quelle
Abkoppelbereich							SN EN 12464-2
Nicht automatisiert (bei Ablaufberg)	Ja	30	≥ 0.40	≤ 45	≥ 20	$U_d \geq 0.20$	Ref. Nr. 5.12.14
Ablaufbergbereiche ^{a)}	Ja	10	≥ 0.40	≤ 45	≥ 20	$U_d \geq 0.20$	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.4
Abstellfelder							SN EN 12464-2
stündliche bis monatliche Abstellungen gem. Fahrplan	Ja	10	≥ 0.25	≤ 50	≥ 20	$U_d \geq 0.125$	Ref. Nr. 5.12.5
mit dienstlichen Verrichtungen bei mindestens wöchentlicher Nutzung	Ja	10	≥ 0.25	≤ 50	≥ 20	$U_d \geq 0.125$	Ref. Nr. 5.12.5
mit gefährlichen Gütern	Ja Dauerbetrieb	10	≥ 0.25	≤ 50	≥ 20	$U_d \geq 0.125$	Ref. Nr. 5.12.5 RID 1.10.1.3
Abstellgleise, Wendegleise							SN EN 12464-2
Personenverkehrsbereiche							
ohne dienstliche Verrichtungen bei mindestens wöchentlicher Nutzung	Nein	–	–	–	–	Mobile Leuchte	
mit dienstlichen Verrichtungen bei mindestens wöchentlicher Nutzung	Ja	10	≥ 0.25	≤ 50	≥ 20	$U_d \geq 0.125$	Ref. Nr. 5.12.2
Anschlussgleise							
Falls Beleuchtung vertraglich geschuldet ^{b)}	Ja	div.	div.	div.	div.	div.	SN EN 12464-2
Auszugsgleise							SN EN 12464-2
Generell	Nein	–	–	–	–	Mobile Leuchte	
mit dienstlichen Verrichtungen bei mindestens wöchentlicher Nutzung	Ja	10	≥ 0.25	≤ 50	≥ 20	$U_d \geq 0.125$	Ref. Nr. 5.12.5

Bereich	Fest install. Beleuchtung	E_m [Lux]	U_0 [-]	GR_L [-]	R_a [-]	Spezielle Anforderungen	Quelle
Bahnübergang Beleuchtet mit der Strassen- oder Gehwegbeleuchtung (öffentliche Beleuchtung)	Nein	–	–	–	–		
Bereitstellungsfläche (Plätze, Lagerplätze) mit dienstlichen Verrichtungen bei mindestens wöchentlicher Nutzung	Ja	10	≥ 0.40	≤ 50	≥ 20	$U_d \geq 0.20$ Beleuchtung bei Bedarf EIN, generell AUS	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.3
Dienstübergang und Karren-überfahrt evtl. mit Karrensignal	Ja	20	≥ 0.40	≤ 45	≥ 20		SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.8
Ein- und Ausfahrtbereiche von Bahnhöfen	Nein	–	–	–	–		
Fahrbahnbereiche, Streckengleise, Überholgleise	Nein	–	–	–	–		
Gehwege im Bahnbereich	Ja	10	≥ 0.25	≤ 50	≥ 20		SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.7
Gleisbremsbereiche Nicht automatisiert	Ja	10	≥ 0.40	≤ 50	≥ 20	$U_d \geq 0.20$	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.3
Gütergleisanlagen mit zeitweiligen ^{c)} Arbeitsvorgängen mit ununterbrochenen ^{c)} Arbeitsvorgängen	Ja	10	≥ 0.25	≤ 50	≥ 20	$U_d \geq 0.125$	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.5
	Ja	20	≥ 0.40	≤ 50	≥ 20	$U_d \geq 0.20$	Ref. Nr. 5.12.10
Inspektionsgruben Nutzung von örtlicher Beleuchtung mit geringer Blendung	Ja	100	≥ 0.50	≤ 40	≥ 40		SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.22
Instandhaltungs-Stützpunkt Instandhaltungsfahrzeuge parkieren, Umhängen von Waggons, Zeitweise besetzt (Verwendung bei Arbeitsbeginn und Ende)	Ja	10	≥ 0.25	≤ 50	≥ 20	$U_d \geq 0.125$ Beleuchtung bei Bedarf EIN, generell AUS	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.5
Personalwege (keine Gehwege)	Nein	–	–	–	–	Mobile Leuchte	
Prellböcke in Personen- und Güterverkehrsbereichen	Nein	–	–	–	–		
Schutzstreckensignale	Nein	–	–	–	–		FDV Ref. Nr. 7.1.3
Umschlagbereiche Freiverlad, Laderampen und Entsorgungsstellen mit Press-/Wertstoffcontainern	Ja	30	≥ 0.40	≤ 50	≥ 20	$U_d \geq 0.20$ Beleuchtung bei Bedarf EIN, generell AUS	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.13
Verteilbereiche	Ja	10	≥ 0.40	≤ 50	≥ 20	$U_d \geq 0.20$	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.3

Bereich	Fest install. Beleuchtung	E_m [Lux]	U_0 [–]	GR_L [–]	R_a [–]	Spezielle Anforderungen	Quelle
Wartung von Zügen und Lokomotiven	Ja	20	≥ 0.40	≤ 50	≥ 40	$U_d \geq 0.20$	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.12
Weichen in Bereichen die <u>nicht</u> in dieser Tabelle genannt sind	Nein	–	–	–	–	Generell keine Beleuchtung. Mobile Beleuchtung für Instandhaltungs- und Bauarbeiten.	
ZKE Kontrollgleise Beleuchtung auf gesamter Nutzlänge						Einschalten bei Bedarf	SN EN 12464-2
Gehweg	Ja	10	≥ 0.25	≤ 50	≥ 20		Ref. Nr. 5.12.7
Gleisbereich	Ja	10	≥ 0.25	≤ 50	≥ 20	$U_d \geq 0.125$	Ref. Nr. 5.12.5

Tabelle 6-2: Beleuchtung von nicht überdachten Aussenanlagen im Gleisfeld.

- Nur im spezifischen Bereich dieser Nutzfläche (örtlich begrenzter Arbeitsplatz).
- Werte nach Bedarf der Nutzfläche (zu verrichtende Tätigkeiten) gemäss dieser Tabelle.
- Als Zonen mit zeitweiligen Arbeitsvorgängen werden diejenigen Bereiche bezeichnet, an denen nicht permanent Arbeiten verrichtet werden müssen. I.d.R. trifft dies für die meisten Gleisfeldanlagen zu, da sich in den jeweiligen Zonen nicht permanent Personen aufhalten. Ständig besetzte Arbeitsbereiche sind gemäss Ref. Nr. 5.12.10 auszuleuchten.

6.3 Beleuchtungsprinzip nicht überdachte Anlagen

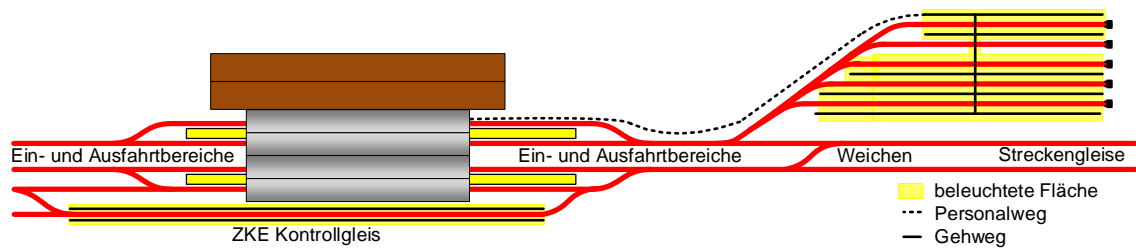


Abbildung 6-3: Beleuchtungsprinzip nicht überdachte Anlagen.

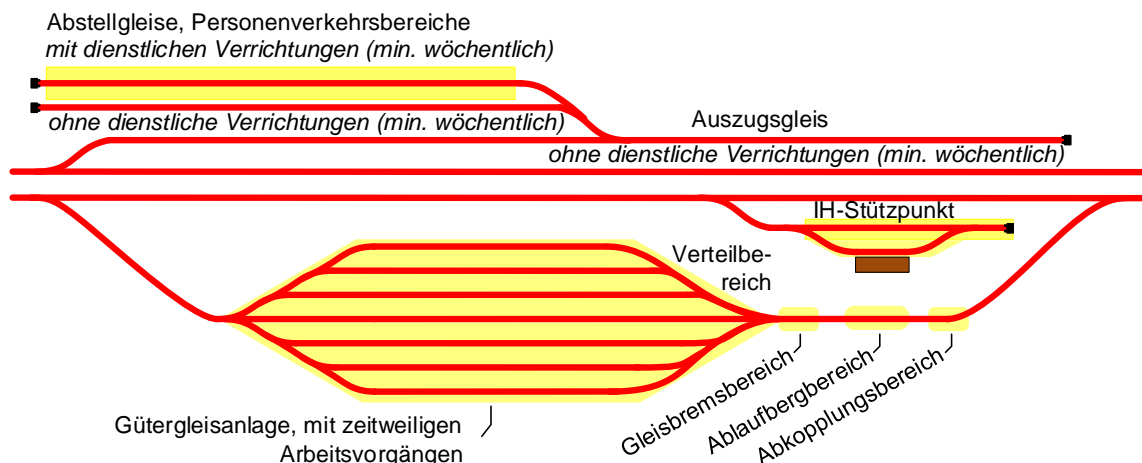


Abbildung 6-4: Beleuchtungsprinzip nicht überdachte Gleisanlagen.

6.4 Technische Vorgaben

Steuerung: Die Schaltung der Beleuchtung ist den dienstlichen Verrichtungen anzupassen (Präsenzdetektion, zeitgesteuert, manuell).

Permanente Beleuchtung bei fahrplanmäßigen Abstellungen und Rangierungen (i.d.R. im Stundenbereich).

Einschalten der Beleuchtung nach Bedarf bei langzeitigen Abstellungen (i.d.R. im Tage-, Wochen-, oder Monatebereich).

Mobile Beleuchtung bei sporadischen Abstellungen (i.d.R. im Jahresbereich).

Träger: **Fahrleitungsmasten und Joche:** ohne Steighilfen (Sprossen).

Kandelaber: Leuchten müssen nach Möglichkeit ohne Abschaltung der Fahrleitung erreichbar sein (z.B. durch Kippen des Kandelabers, durch herunterlassen der Leuchten, etc.) Die Wirtschaftlichkeit (LCC) und Personensicherheit muss gewährleistet sein.

6.5 Planung

Bei Neubau oder Substanzerhalt ist zusammen mit den Bestellern und Nutzern ein Beleuchtungskonzept für eine Anlage zu erarbeiten. In Absprache mit diesen werden dabei sinnvolle Beleuchtungsgruppen gebildet, welche über Zeitschaltprogramme unterschiedlich angesteuert werden können. Dies gilt sowohl in Bezug auf Stunden wie auch Tage. Ebenso sollen verschiedene Zonen gebildet und berücksichtigt werden, wenn dies betrieblich möglich und sinnvoll ist. Beispiele:

- Gütergleisanlage Zone A: Mo – So 18:00 Uhr – 00:00 Uhr
- Gütergleisanlage Zone B: Mo – Fr 19:00 Uhr – 22:00 Uhr
- Rangiergleis C: Do 23:00 Uhr – 02:00 Uhr
- etc.

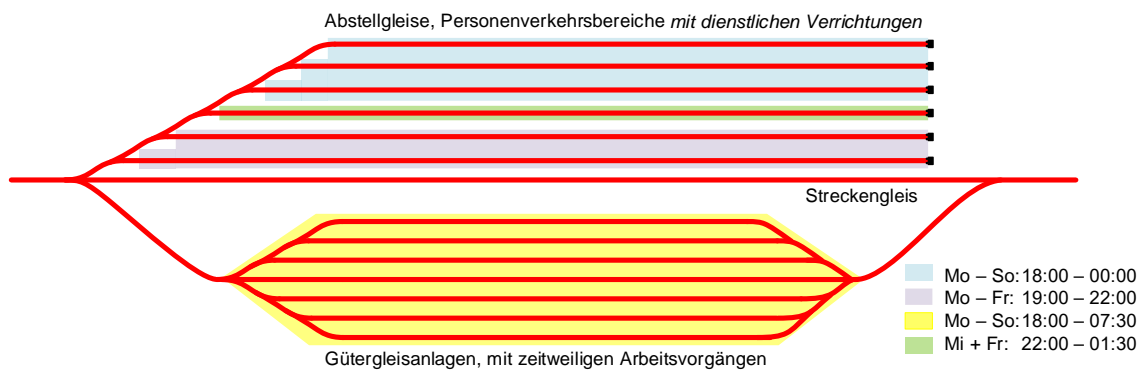


Abbildung 6-5: Beispiel für die Planung von Gleisbeleuchtungsanlagen.

7 Lichtvorgaben im Bereich Tunnel

Bereich	Fest install. Beleuchtung	E_m [Lux]	U_0 [-]	GR_L [-]	R_a [-]	Spezielle Anforderungen	Quelle
Fluchtweg ¹⁾ (Einzelleuchten)	Ja	50	≥ 0.10	–	≥ 70	Wartungsfaktor 1.0 $U_d \geq 1:40$	
Fluchtweg ¹⁾ (Leuchten integriert in Handlauf)	Ja	50	≥ 0.40	–	≥ 70	Wartungsfaktor 1.0 $U_d \geq 1:40$	
Fluchtweg Tunnelportal bis zu einer geeigneten «Sammelstelle»	Ja	–	–	–	≥ 40	$E_{min} \geq 1 \text{ Lux}$ $U_d \geq 1:40$	SN EN 1838
Sammelplatz ausserhalb Tunnel	Ja	10	≥ 0.40	≤ 50	≥ 20		SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.1.2
Spurwechsel	Optional	10	≥ 0.40	≤ 50	≥ 20		SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.3
Schutznische	Optional	50	–	–	≥ 70	Wartungsfaktor 1.0	
Zugangstunnel	Ja	50	≥ 0.40	–	≥ 20	E_m auf Boden	SN EN 12464-1 Ref. Nr. 5.53.10
Zugangsstollen Befahrbar mit KFZ Unterhalt	Ja	–	–	–	≥ 40	$E_{min} \geq 1 \text{ Lux}$ $U_d \geq 1:40$	SN EN 1838

Tabelle 7-1: Lichtvorgaben im Bereich Tunnel.

- 1) Die minimale Beleuchtungsstärke (E_{min}) darf an der dunkelsten Stelle 1 Lux während des gesamten Lebenszyklusses der Beleuchtungsinstallation nicht unterschreiten.

Nicht alle Eisenbahntunnel müssen mit einer Fluchtwegbeleuchtung ausgerüstet werden. Die Vorgaben, ob dies nötig ist oder nicht, sind in den einschlägigen Vorgabedokumenten zu finden:

- Bestehende Tunnel: BAV Richtlinie
- Neubautunnel: SN 505197/1 (SIA 197/1) und TSI SRT

8 Lichtvorgaben weitere Bereiche und Räume

Bereich	E_m [Lux]	U_0 [-]	UGR_L [-]	R_a [-]	Spezielle Anforderungen	Quelle
Bahntechnikraum Montagearbeiten mittelfein, z.B. Schalttafeln	500	≥ 0.60	≤ 22	≥ 80		SN EN 12464-1 Ref. Nr. 5.3.5
Maschinenhallen	200	≥ 0.40	≤ 25	≥ 80		SN EN 12464-1 Ref. Nr. 5.20.3
Nebenräume, z.B. Pumpenräume, Kondensatorräume, etc.; Schaltanlagen (in Gebäuden)	200	≥ 0.40	≤ 25	≥ 60		SN EN 12464-1 Ref. Nr. 5.20.4
Stellwerke	500	≥ 0.60	≤ 22	≥ 80		R RTE 26201
Treppen innerhalb von Gebäuden	100	≥ 0.40	≤ 25	≥ 40	Kontrast der Stufen	SN EN 12464-1 Ref. Nr. 5.1.2
Verkehrsflächen und Flure innerhalb von Gebäuden	100	≥ 0.40	≤ 28	≥ 40	Keine Fahrzeuge	SN EN 12464-1 Ref. Nr. 5.1.1
Vorrats- und Lagerräume	100	≥ 0.40	≤ 25	≥ 60	200 Lux, wenn dauernd besetzt	SN EN 12464-1 Ref. Nr. 5.4.1
Wartungs- und Instandsetzungshallen	300	≥ 0.50	≤ 22	≥ 60		SN EN 12464-1 Ref. Nr. 5.53.11

Tabelle 8-1: Lichtvorgaben weitere Bereiche und Räume.

9 Lichtvorgaben Bau- und Instandhaltungsarbeiten

Bereich	E_m [Lux]	U_0 [-]	UGR_L [-]	R_a [-]	Spezielle Anforderungen	Quelle
Baustellen						SN EN 12464-2
Aufräumarbeiten, Ausschachtungen und Beladen	20	≥ 0.25	≤ 55	≥ 20		Ref. Nr. 5.3.1
Baubereiche, Verlegen von Entwässerungsrohren, Transport, Hilfs- und Lagerarbeiten	50	≥ 0.40	≤ 50	≥ 20		Ref. Nr. 5.3.2
Montage von Tragwerkelementen, einfache Bewehrungsarbeiten, Schalungsarbeiten und Fertigteilmontage, Verlegen von elektrischen Leitungen und Kabeln	100	≥ 0.40	≤ 45	≥ 40		Ref. Nr. 5.3.3
Verbinden von Tragwerkelementen, anspruchsvolle Montage von elektrischen Leitungen, Maschinen und Versorgungsleitungen	200	≥ 0.50	≤ 45	≥ 50		Ref. Nr. 5.3.4
Inspektion						SN EN 12464-2
Mechanische und elektrische Anlagen	50	≥ 0.40	≤ 50	≥ 20		Ref. Nr. 5.11.3
Instandhaltungsarbeiten						SN EN 12464-2
Handhabung von Servicewerkzeugen	20	≥ 0.25	≤ 55	≥ 20		Ref. Nr. 5.11.2
Allgemeine Servicearbeiten und Ablesen von Messinstrumenten	100	≥ 0.40	≤ 45	≥ 40		Ref. Nr. 5.11.4
Reparatur von elektrischen Einrichtungen (Nutzung von örtlicher Beleuchtung)	200	≥ 0.50	≤ 45	≥ 40		Ref. Nr. 5.11.5

Tabelle 9-1: Lichtvorgaben weitere Bau- und Instandhaltungsarbeiten.

10 Notbeleuchtung im Bahnzugang

10.1 Ausgangslage

Die Notbeleuchtung erfüllt eine wichtige Funktion in Bezug auf die Personensicherheit. Sie stellt sicher, dass Personen im Ereignisfall ein Gebäude eigenständig verlassen können, ohne sich dabei zu verletzen. Es gilt als verpflichtend die gesetzlichen und normativen Bestimmungen zu erfüllen.

**Information:**

- Es ist in jedem Fall eine **projektspezifische Planung** und **Genehmigung** durchzuführen
- Die nachfolgenden Ausführungen beinhalten eine Übersicht über die wichtigsten Anforderungen, diese sind jedoch **nicht abschliessend**

10.2 Abgrenzung

Die Norm SN EN 1838 unterscheidet unter dem Begriff Notbeleuchtung folgende Teilbereiche:

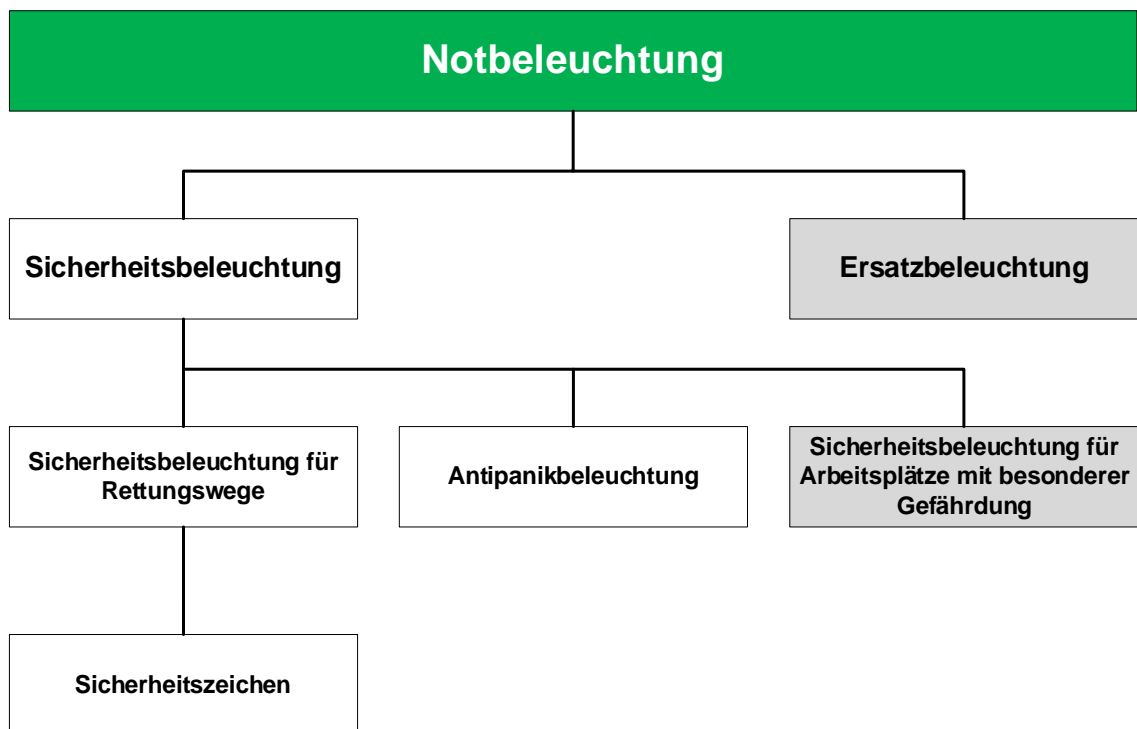


Abbildung 10-1: Bereiche der Notbeleuchtung nach SN EN 1838.

Für die in diesem Dokument abgebildeten Situationen ist der Bereich „Sicherheitsbeleuchtung“ relevant. Nicht Teil des vorliegenden Regelwerkes sind die Bereiche:

- Ersatzbeleuchtung; für diese gibt es normativ keine Pflicht, sie kann aber aus betrieblichen Anforderungen nötig sein
- Sicherheitsbeleuchtung für Arbeitsplätze mit besonderer Gefährdung

10.3 Sicherheitsbeleuchtung

10.3.1 Ziel

Das umfassende Ziel der Sicherheitsbeleuchtung ist, beim Ausfall der allgemeinen Stromversorgung das gefahrlose Verlassen eines Ortes zu ermöglichen und das Aufkommen von Panik zu vermeiden.

10.3.2 Allgemeine Anforderungen

Die Sicherheitsbeleuchtung stellt sicher, dass bei einem Ausfall der allgemeinen Stromversorgung die Beleuchtung unverzüglich, automatisch und für eine vorgegebene Zeit in einem festgelegten Bereich zur Verfügung gestellt wird.

Die Planung und Ausführung müssen dem geltenden Stand der Technik entsprechen und damit sämtliche relevanten Normen vollumfänglich berücksichtigen.

Die Anlage muss insbesondere sicherstellen, dass die Sicherheitsbeleuchtung folgende Funktionen erfüllt (gemäss SN EN 50172):

- Beleuchtung der Rettungswegzeichen.
- Beleuchtung der Wege zu den Ausgängen, um gefahrlos in den sicheren Bereich zu gelangen.
- Ausreichende Beleuchtung der Brandbekämpfungseinrichtungen oder Meldeeinrichtungen entlang der Rettungswege.
- Erlauben von Arbeiten in Verbindung mit Sicherheitsmassnahmen.
- Die Sicherheitsbeleuchtung muss nicht nur bei vollständigem Ausfall der allgemeinen Stromversorgung, sondern auch bei einem örtlichen Ausfall der allgemeinen Beleuchtung wirksam werden, wie z.B. beim Ausfall eines Endstromkreises (Gruppe der Normalbeleuchtung).

Die Sicherheitsbeleuchtung muss von zwei oder mehr Leuchten erfolgen, so dass der Ausfall einer Leuchte den Rettungsweg nicht total verdunkelt oder die Kennzeichnung des Rettungsweges unwirksam macht.

10.3.3 Anforderungen für bestimmte Nutzungen und Gebäudearten (VKF 17-15)

Unterirdische Perrons sowie Personenunterführungen (inkl. Zugänge) mit **zeitgleicher**³⁾ Personenbelegung von > 300 Personen sind gemäss VKF analog mit den Vorgaben für „Bauten mit Räumen mit grosser Personenbelegung, Verkaufsgeschäfte und dergleichen“ einzustufen.

Bemerkungen	Rettungszeichen		Sicherheitsbeleuchtung	
	nicht sicherheitsbeleuchtet	sicherheitsbeleuchtet	für Fluchtwege	für Fluchtwege in Räumen
Gebäude und Anlagen, Räume				
Bauten mit Räumen mit grosser Personenbelegung, Verkaufsgeschäfte und dergleichen		Ja	Ja	Ja

Tabelle 10-2: Anforderungen an die Planung von Notbeleuchtungsanlagen.

3) Die Wahrscheinlichkeit ist gegeben, dass sich zu einem Zeitpunkt innerhalb 24 h gleichzeitig mehr als 300 Personen auf ein und demselben Perron, resp. in ein und derselben Personenunterführung befinden (Auszug aus Tabelle gemäss VKF-Brandschutzrichtlinie 17-15).

Ungedeckte Perrons sind nicht mit Notbeleuchtung auszustatten. Dasselbe gilt für gedeckte Perrons, sofern sie nicht den Charakter eines vollständig umschlossenen Perrons aufweisen und damit der Bezug zum natürlichen Licht gegeben ist.

Nicht aufgeführte Nutzungen oder Gebäudearten sowie provisorische Bauten und Anlagen sind sinngemäss zu beurteilen.

Wesentlich: Tritt keine zeitgleiche Personenbelegung von **> 300 Personen** ein, liegen die Ausführungen der Notbeleuchtungsinstallationen im Ermessen der Anlageneigentümerin, resp. sind sinngemäss (Sicherheit) auszulegen.

10.3.4 Anwendung im Bahnzugangsbereich

In der nachfolgenden Tabelle ist aufgeführt, in welchen Bereichen situativ eine Sicherheitsbeleuchtung installiert werden muss.

Anlagenbereich	≤ 300 Personen	> 300 Personen	Unterirdischer Bahnhof
Ungedeckter Perron	Nein	Nein	-
Gedekter Perron	Nein	Nein ^{a)}	Ja
Personenunterführung inkl. Zugänge (Treppen/Rampen)	Nein	Ja	Ja
Personenüberführung	Nein	Ja	–
Wartehäuser	Nein	Nein	–
Bahnhofs-/Perronhallen	Nein	Ja	Ja
Abstellbereiche für Fahrräder	Nein	Nein	Ja
Parkplätze und Gehwege	Nein	Nein	Ja

Tabelle 10-3: Anwendung der Notbeleuchtung im Bahnzugang.

a) Sofern nicht Charakteristik eines vollständig umschlossenen Perrons und damit Bezug zu natürlichem Licht gegeben ist. Sonst: Ja.

10.3.5 Anforderungen an die Stromversorgung

Bahnhöfe und Haltestellen, welche eine zeitgleiche Personenbelegung von > 300 Personen aufweisen, oder unterirdisch gebaut sind, sind nach der VKF-Brandschutzrichtlinie 17-15 auszulegen. Bezüglich der Stromversorgung gilt folgender Grundsatz:

Sicherheitsbeleuchtung:

Zertifizierte Notstromversorgung (Notlichtanlage, Akkunotleuchten)

Ersatzbeleuchtung:

Nicht zertifizierte Notstromversorgung (50 Hz/16.7 Hz/USV mittels Batterie respektive Dieselaggregat)

Bei der Planung von Stromversorgungsanlagen für Sicherheitsbeleuchtungen sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Zulässige Standorte: Sanitärverteilräume, Telefonzentralen, Räume mit Sicherheitsanlagen, Räume der allgemeinen Stromversorgung

- Abtrennung mit Feuerwiderstand EI 60 oder Mindestabstand von 0.8 m zu Niederspannungsverteilanlagen der allgemeinen Stromversorgung in einem nichtbrennbaren Kasten aus Baustoffen der RF1.

10.3.6 Anforderungen an die Kabelanlage

Der Funktionserhalt für die Kabelanlage der Sicherheitsbeleuchtung muss für mindestens 30 min gewährleistet sein. Ein längerer Funktionserhalt kann durch die Brandschutzbehörde gefordert werden (situativ zu prüfen). Die Verlegeart hat entsprechend der geforderten Dauer des Funktionserhalts zu erfolgen.

10.4 Sicherheitsbeleuchtung für Rettungswege

10.4.1 Beleuchtungsstärke und Ungleichmässigkeit

Entsprechend der Norm SN EN 1838 sind Rettungswege immer auf Streifen von 2 m Breite bezogen.

Die horizontale Beleuchtungsstärke auf dem Boden entlang der Mittellinie eines bis zu **2 m** breiten Rettungsweges muss **mindestens 1 Lux** (Wartungswert) betragen. Mit mindestens 50 % dieses Wertes muss der Mittelbereich, der nicht weniger als die Hälfte der Breite des Weges entspricht, beleuchtet sein.

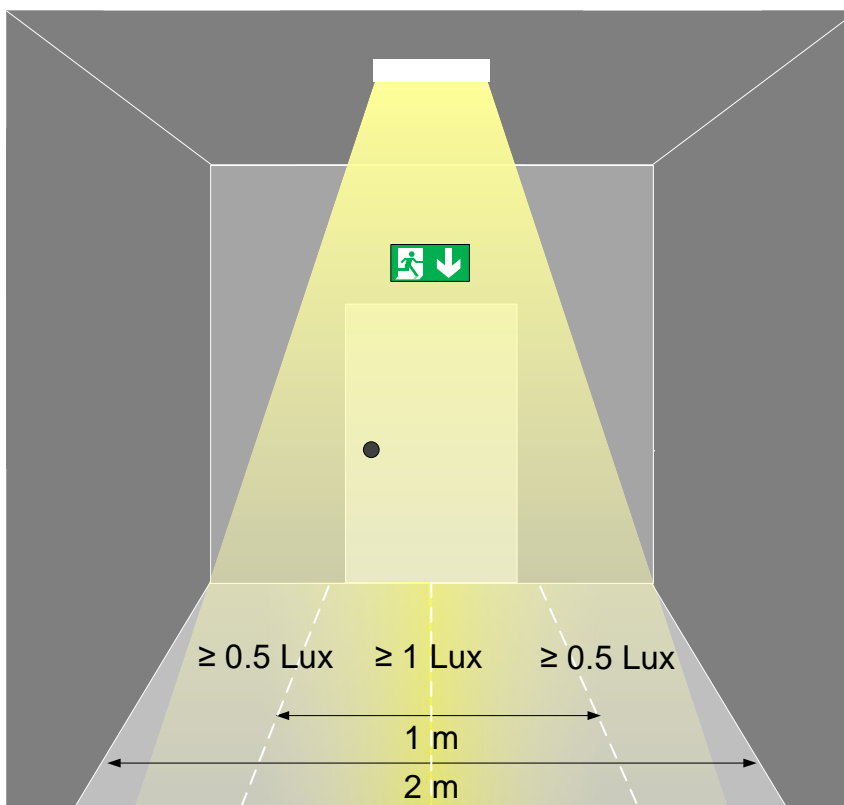


Abbildung 10-4: Beleuchtungsstärke entlang des Rettungsweges.

Breitere Rettungswege als 2 m können als mehrere 2 m breite Streifen betrachtet werden oder mit einer Antipanikbeleuchtung (siehe Abschnitt 10.5) ausgerüstet werden.

Die Ungleichmässigkeit U_d darf **1:40** (0.025) entlang der Mittellinie nicht unterschreiten.

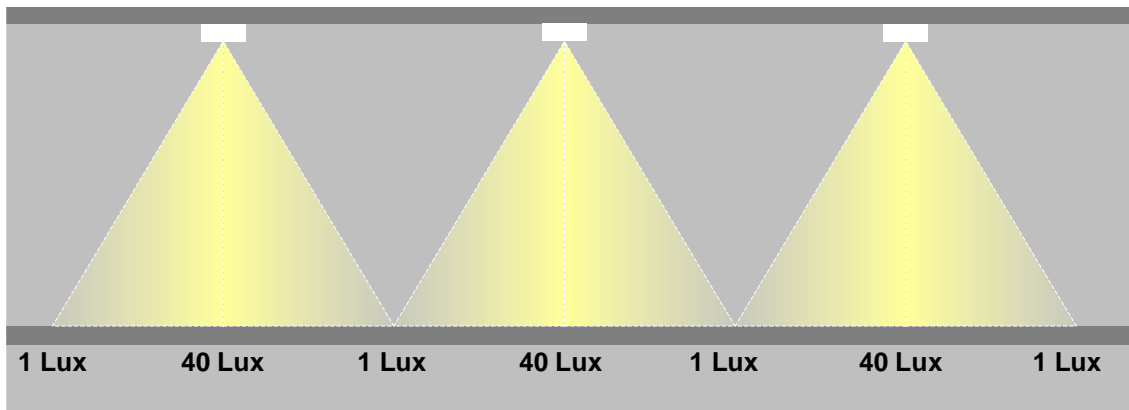


Abbildung 10-5: Ungleichmässigkeit entlang des Rettungsweges.

10.4.2 Blendung

Um eine mögliche physiologische Blendung von flüchtenden Personen zu vermeiden, muss die Leuchtdichte der Leuchten innerhalb des Gesichtsfeldes niedrig gehalten werden. Je nach Verlauf des Rettungsweges werden zwei Situationen unterschieden.

Horizontal verlaufende Rettungswege:

Die Lichtstärke innerhalb der Zone [1] von 60° bis 90° gegen die Vertikale (roter Bereich) darf für alle Azimutwinkel die Werte gemäss Tabelle in Abschnitt 10.4.3 nicht überschreiten.

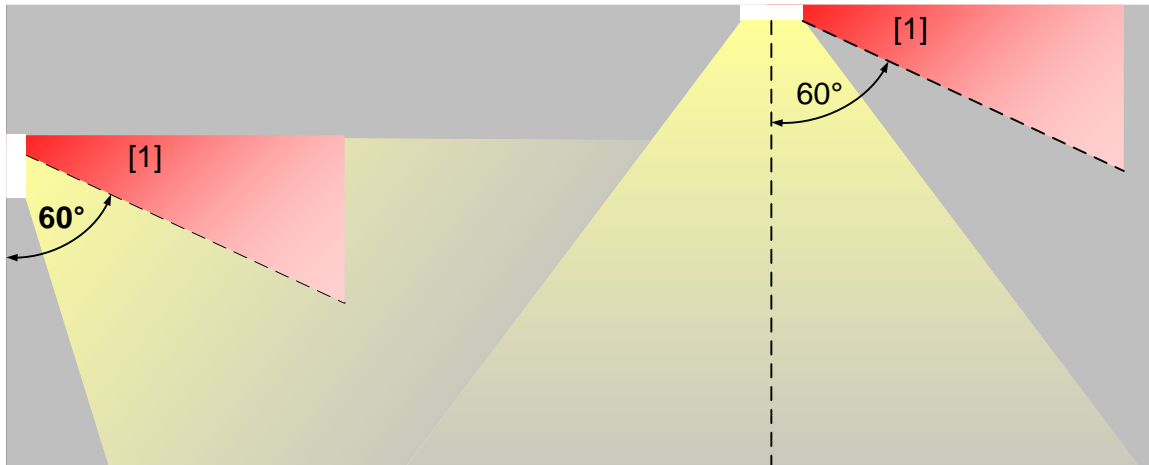


Abbildung 10-6: Blendung bei horizontal verlaufenden Rettungswegen.

Für alle anderen Rettungswege gilt:

Die in Abschnitt 10.4.3 genannten Grenzwerte für die Leuchtdichten dürfen bei keinem Winkel überschritten werden.

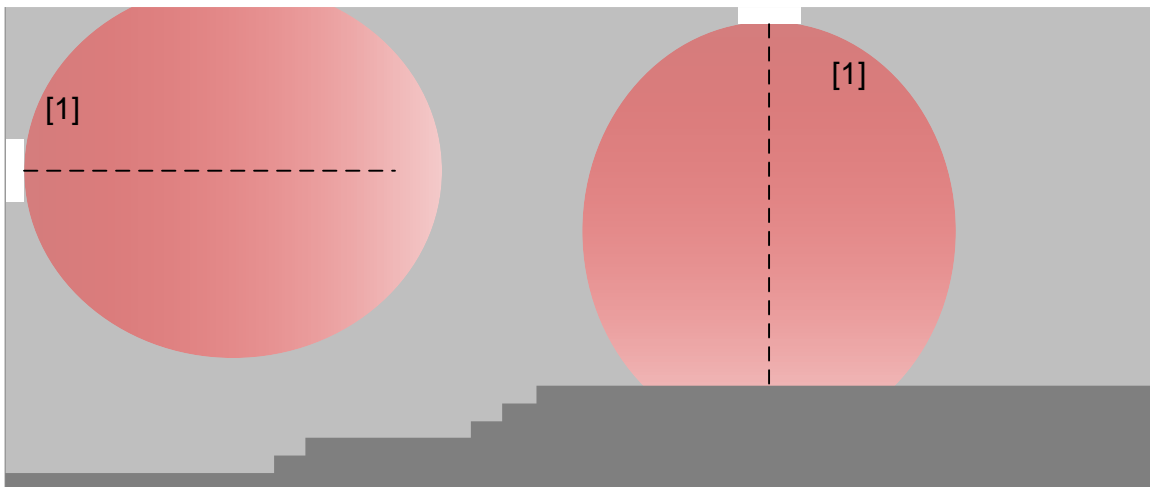


Abbildung 10-7: Blendung bei nicht horizontal verlaufenden Rettungswegen.

10.4.3 Übersichtstabelle für Rettungswege nach SN EN 1838

Parameter	Wert / Beschreibung					
Beleuchtungsstärke	$E_{\min} = 1 \text{ Lux}$ (Wartungswert, minimale Beleuchtungsstärke auf dem Boden)					
Ungleichmäßigkeit	$E_{\min} : E_{\max} \leq 1:40$ (= 0.025) entlang der Mittellinie					
Blendungsbegrenzung						
Montagehöhe h [m]	$h < 2.5$	$2.5 \leq h < 3.0$	$3.0 \leq h < 3.5$	$3.5 \leq h < 4.0$	$4.0 \leq h < 4.5$	$h \geq 4.5$
Max. Leuchtdichte I_{\max} [cd]	500	900	1'600	2'500	3'500	5'000
Farbwiedergabeindex	$R_a \geq 40$					
Nennbetriebsdauer für Rettungswege	1 Stunde (Minimaldauer)					
Response-Time	Innerhalb von 5 Sekunden > 50 %, innerhalb von 60 Sekunden 100 % der geforderten Beleuchtungsstärke					

Tabelle 10-8: Technische Anforderungen an die Beleuchtung von Rettungswegen.

10.5 Antipanikbeleuchtung

10.5.1 Anwendungsbereich

Die Antipanikbeleuchtung ist Teil der Sicherheitsbeleuchtung und soll eine Panik im Falle eines Netzausfalles vermeiden. Das Ziel der Antipanikbeleuchtung ist es, dass die Personen eine Stelle erreichen können, von wo aus der Rettungsweg eindeutig als solcher erkennbar ist.

Eine Antipanikbeleuchtung ist daher in Bereichen ohne festgelegte Rettungswege (z.B. grosse Hallen in denen die gesamte Fläche als Rettungsweg genutzt werden kann), in Räumen mit ortsunkundigen Personen, in Räumen mit hoher Personenbelegung oder in Räumen mit erhöhtem Panikrisiko vorzusehen.

10.5.2 Beleuchtungsstärke und Ungleichmässigkeit

Entsprechend der Norm SN EN 1838 gelten für die Antipanikbeleuchtung folgende Beleuchtungswerte:

- ≥ 0.5 Lux horizontale Beleuchtungsstärke auf der freien Bodenfläche (Randbereiche mit einer Breite von 0.5 m werden nicht berücksichtigt)
- 1:40 maximale Ungleichmässigkeit U_d

10.5.3 Blendung

Es gelten dieselben Vorgaben wie bei der Sicherheitsbeleuchtung (siehe Abschnitt 10.4.2).

10.5.4 Übersichtstabelle Antipanikbeleuchtung nach SN EN 1838

Parameter	Wert / Beschreibung					
Beleuchtungsstärke	$E_{min} = 0.5$ Lux (Wartungswert, minimale Beleuchtungsstärke auf dem Boden) Randbereiche mit einer Breite von 0.5 m werden nicht berücksichtigt					
Ungleichmässigkeit	$E_{min} : E_{max} \leq 1:40 (= 0.025)$					
Blendungsbegrenzung						
Montagehöhe h [m]	$h < 2.5$	$2.5 \leq h < 3.0$	$3.0 \leq h < 3.5$	$3.5 \leq h < 4.0$	$4.0 \leq h < 4.5$	$h \geq 4.5$
Max. Leuchtdichte I_{max} [cd]	500	900	1'600	2'500	3'500	5'000
Farbwiedergabeindex	$R_a \geq 40$					
Nennbetriebsdauer für Rettungswege	1 Stunde (Minimaldauer)					
Response-Time	Innerhalb von 5 Sekunden $> 50 \%$, innerhalb von 60 Sekunden 100 % der geforderten Beleuchtungsstärke					

Tabelle 10-9: Technische Anforderungen an die Antipanikbeleuchtung.

10.6 Sicherheitszeichen

10.6.1 Allgemeines

Die Sicherheitszeichen stellen einen elementaren Bestandteil der Sicherheitsbeleuchtung dar. Sie markieren Flucht- und Rettungswege, sowie Brandschutz- und Erste-Hilfe-Einrichtungen. Gemäss SN EN 1838 müssen alle Schilder und Hinweise beleuchtet werden, um die Auffälligkeit und Lesbarkeit sicherzustellen. Möglich wird dies durch:

- Externe Beleuchtung (Anstrahlen eines Schildes)
- Hinterleuchtung (innenbeleuchtetes Schild)

Die eingesetzten Produkte müssen den einschlägigen Normen für Sicherheitszeichen entsprechen (Photometrie: ISO 3864-1 und ISO 3864-4, Gestaltung: SN EN ISO 7010, Produktnorm SN EN 60598-2-22).

10.6.2 Montageorte von Sicherheitsschildern

Bei der Wahl der Montageorte für die Sicherheitszeichenleuchten oder beleuchteten Sicherheitszeichen auf Rettungswegen sind folgende Vorgaben zu berücksichtigen:

- Montagehöhe: ≥ 2 m
- Bei jeder Richtungsänderung
- Bei jeder Kreuzung von Rettungswegen
- Bei jeder Fluchttüre (Notausgang)

Zu beachten gilt es zudem die Anforderung an die Erkennungsweite (siehe Abschnitt 10.6.3).

10.6.3 Übersichtstabelle Sicherheitszeichen nach SN EN 1838

Parameter	Angestrahlte Schilder	Hinterleuchtete Schilder
Betriebsart	Notbetrieb	
Montagehöhe	$\geq 2 \text{ m}$ (nicht höher als 20° über der horizontalen Sichtachse der max. Erkennungsweite)	
Minimale Leuchtdichte der grünen Sicherheitsfarbe L_{\min}	$\geq 2 \text{ cd/m}^2$	
Ungleichmässigkeit der Leuchtdichte innerhalb einer Farbe	$L_{\min} : L_{\max} \leq 1:10$	
Verhältnis der Leuchtdichte zwischen der Kontrastfarbe (weiss) und der Sicherheitsfarbe (grün)	$\geq 5:1$ bis $\leq 15:1$	
Erkennungsweite l h = Höhe des Sicherheitszeichens Gleiche Masseinheit von l und h	$l = h \cdot 100$	$l = h \cdot 200$
Nennbetriebsdauer für Sicherheitszeichen	1 Stunde (Minimaldauer)	
Response-Time	Innerhalb von 5 Sekunden > 50 %, innerhalb von 60 Sekunden 100 % der geforderten Beleuchtungsstärke	

Tabelle 10-10: Technische Anforderungen an Sicherheitszeichen.

Die Höhe h von Sicherheitszeichen muss in der Schweiz mindestens 150 mm (+/-3 mm) betragen.

11 Wartungsfaktor

Jede Beleuchtungsanlage verliert im Laufe der Betriebszeit an Lichtstrom und damit an Beleuchtungsstärke auf der Nutzfläche. Dieser Rückgang ist der Verschmutzung und Alterung geschuldet. Der Sinn des Wartungsfaktors liegt in der Einhaltung der geforderten Beleuchtungswerte über den gesamten Lebenszyklus einer Anlage. Der Wartungsfaktor muss in der Planungsphase definiert und berücksichtigt werden.

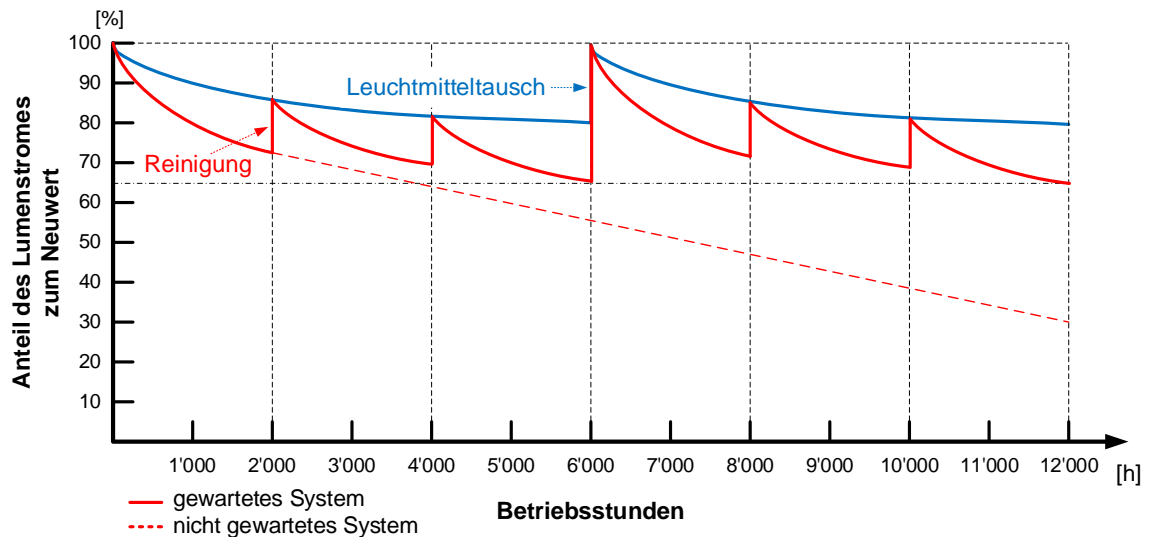


Abbildung 11-1: Prinzip des Wartungsfaktors über den Lebenszyklus.

Die Berechnung des Wartungsfaktors (WF) erfolgt nach den untenstehenden Formeln.

Innenräume: $WF = LLWF \cdot LLF \cdot LWF \cdot RWF$

Aussenräume: $WF = LLWF \cdot LLF \cdot LWF \cdot FWF$

Die einzusetzenden Werte sind abhängig von der verwendeten Leuchte (LLWF und LLF) sowie dem Wartungs- und Unterhaltskonzept (LLF, LWF und RWF resp. FWF). Daher müssen diese individuell, Produkte- und LCM-spezifisch, adaptiert werden.



Information:

Die in den Kapiteln 5 bis 7 aufgeführten mittleren Beleuchtungsstärken E_m entsprechen immer dem Wartungswert, nicht dem Neuwert der Anlage.

11.1 Bestimmen des Wartungsfaktors

11.1.1 LLWF – Lampenlichtstrom-Wartungsfaktor

Der Lampenlichtstrom-Wartungsfaktor ist abhängig von der verwendeten Leuchtmitteltechnologie und deren Qualität. Es ist daher nicht möglich allgemeingültige Angaben zu machen. Um den Wert eindeutig zu bestimmen, muss das Datenblatt des verwendeten Leuchtmittels konsultiert werden, die nachfolgende Tabelle hat darum nur **informativen** Charakter.

Leuchtmittel	Betriebsstunden (in 1'000 [h])											
	1	2	4	8	16	24	32	48	50	70	80	100
LED (Beispiele)												
L70 50'000 h									0.70			
L80 80'000 h											0.80	
L90 100'000 h												0.90
CLO 100'000 h	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Natriumdampf-Hochdrucklampe												
150 W / 400 W												
High Output KVG	0.99	0.98	0.96	0.94	0.91	0.90	†	†	†	†	†	†
Longlife VVG	0.99	0.98	0.96	0.94	0.92	0.90	0.88	0.85	0.85	0.84	†	†
Natriumdampf-Hochdrucklampe												
50 W / 70 W												
High Output KVG	0.98	0.96	0.93	0.89	0.86	0.85	†	†	†	†	†	†
Longlife VVG	0.99	0.98	0.96	0.94	0.92	0.90	0.88	0.85	0.85	0.84	†	†
Halogenmetall-dampf-lampe												
Normal KVG	0.93	0.87	0.78	0.69	0.56	†	†	†	†	†	†	†
Longlife VVG	0.99	0.97	0.95	0.89	0.80	0.77	0.76	0.75	†	†	†	†
Quecksilberdampf-Hochdrucklampe												
50–1'000 W, KVG	0.98	0.96	0.91	0.84	0.75	†	†	†	†	†	†	†
Leuchtstofflampe												
T8 (26 mm), EVG												
Normal	0.97	0.96	0.94	0.93	0.90	0.89	†	†	†	†	†	†
Longlife	0.99	0.98	0.97	0.96	0.94	0.93	0.92	0.90	0.90	0.80	k.A.	†
Leuchtstofflampe												
T5 (16 mm), EVG												
Normal	0.97	0.96	0.94	0.92	0.90	0.89	†	†	†	†	†	†
Longlife	0.99	0.98	0.96	0.94	0.92	0.90	0.89	0.80	0.76	†	†	†
Kompaktleuchtstofflampe												
2G11 18–80 W, EVG	0.98	0.97	0.94	0.91	0.90	†	†	†	†	†	†	†
G24q 10–26 W, EVG	0.95	0.92	0.88	0.82	0.78	†	†	†	†	†	†	†
2G7 5–42 W, EVG	0.96	0.93	0.88	0.82	†	†	†	†	†	†	†	†

Tabelle 11-2: Lampenlichtstrom-Wartungsfaktor

11.1.2 LLF – Lampenlebensdauerfaktor

Auch der Lampenlebensdauerfaktor ist abhängig von der Leuchtmitteltechnologie und deren Qualität. Daher kann auch hier nur eine **informative** Aussage gemacht werden. Um den Wert eindeutig zu bestimmen, muss das Datenblatt des verwendeten Leuchtmittels konsultiert werden.

Leuchtmittel	Betriebsstunden (in 1'000 [h])											
	1	2	4	8	16	24	32	48	50	70	80	100
LED^{a)}	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Natriumdampf-Hochdrucklampe 150 W / 400 W High Output KVG Longlife VVG	1.00 1.00	0.99 1.00	0.99 0.99	0.97 0.99	0.92 0.98	0.72 0.97	† 0.94	† 0.90	† 0.88	† 0.50	† †	† †
Natriumdampf-Hochdrucklampe 50 W / 70 W High Output KVG Longlife VVG	0.99 1.00	0.99 1.00	0.97 0.99	0.94 0.99	0.79 0.98	† 0.97	† 0.94	† 0.90	† 0.88	† 0.50	† †	† †
Halogenmetall-dampf-lampe Normal KVG Longlife VVG	0.97 1.00	0.95 0.99	0.93 0.99	0.87 0.98	0.60 0.96	† 0.92	† 0.88	† k.A.	† †	† †	† †	† †
Quecksilber-dampf-Hochdrucklampe 50–1'000 W, KVG	0.99	0.98	0.96	0.91	0.50	†	†	†	†	†	†	†
Leuchtstofflampe T8 (26 mm), EVG Normal Longlife	1.00 1.00	1.00 1.00	0.99 1.00	0.99 1.00	0.90 1.00	† 0.99	† 0.99	† 0.98	† 0.98	† 0.97	† 0.90	† †
Leuchtstofflampe T5 (16 mm), EVG Normal Longlife	1.00 1.00	1.00 1.00	0.99 1.00	0.99 1.00	0.97 1.00	0.50 1.00	† 1.00	† 0.97	† 0.96	† †	† †	† †
Kompakt-leuchtstofflampe 2G11 18–80 W, EVG G24q 10–26 W, EVG 2G7 5–42 W, EVG	1.00 1.00 1.00	1.00 0.99 0.99	0.99 0.99 0.98	0.98 0.96 0.93	0.90 † †	† † †	† † †	† † †	† † †	† † †	† † †	† † †

Tabelle 11-3: Lampenlebensdauerfaktor

- a) Bei LED-Lichtquellen wird davon ausgegangen, dass die Ausfälle eine eher untergeordnete Rolle spielen. Bei sehr hoher Betriebsdauer kann es zu Einzelausfällen kommen. Es empfiehlt sich Rücksprache mit dem Hersteller zu nehmen.



Information:

Wird ein defektes Leuchtmittel umgehend ersetzt, kann beim Lampenlebensdauerfaktor (LLF) der Wert 1.00 eingesetzt werden.

11.1.3 LWF – Leuchten-Wartungsfaktor in Innenräumen

Umgebungsart	Reinigungsintervall [Jahre]					
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
sehr sauber	0.98	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92
sauber	0.95	0.93	0.91	0.89	0.87	0.85
normal	0.92	0.89	0.87	0.84	0.82	0.79
schmutzig	0.88	0.83	0.80	0.78	0.75	0.73

Tabelle 11-4: Leuchten-Wartungsfaktor in Innenräumen.

11.1.4 LWF – Leuchten-Wartungsfaktor in Aussenräumen

IP-Schutz Leuchte	Verschmutzung	Reinigungsintervall [Jahre]				
		1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
IP 2x	Hoch	0.53	0.48	0.45	0.43	0.42
	Mittel	0.62	0.58	0.56	0.54	0.53
	Niedrig	0.82	0.80	0.79	0.78	0.78
IP 5x	Hoch	0.89	0.87	0.84	0.80	0.76
	Mittel	0.90	0.88	0.86	0.84	0.82
	Niedrig	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88
IP 6x	Hoch	0.91	0.90	0.88	0.85	0.83
	Mittel	0.92	0.91	0.89	0.88	0.87
	Niedrig	0.93	0.92	0.91	0.90	0.90

Tabelle 11-5: Leuchten-Wartungsfaktor in Aussenräumen.

Definition der Verschmutzung

- Hoch** Starke Rauch- oder Staubbelastrung durch Aktivitäten in der unmittelbaren Umgebung der Leuchten.
- Mittel** Mässige Rauch- oder Staubbelastrung durch Aktivitäten in der Nähe. Mässiger bis starker Verkehr. Der Partikelgehalt in der Luft beträgt nicht mehr als 600 Mikrogramm pro m³.
- Tief** Keine Rauch- oder Staubbelastrung durch Aktivitäten in der Nähe und tiefe Umgebungsbelastung. Leichter Verkehr. Im Allgemeinen auf Wohngebiete oder ländliche Gebiete beschränkt. Der Partikelgehalt in der Luft beträgt nicht mehr als 150 Mikrogramm pro m³.

11.1.5 RWF – Raum-Wartungsfaktor (Innenbereich)

Bei den Raum-Wartungsfaktoren wird zwischen direkt-, direkt/indirekt-, und indirekt-strahlenden Leuchten-Charakteristiken unterschieden.

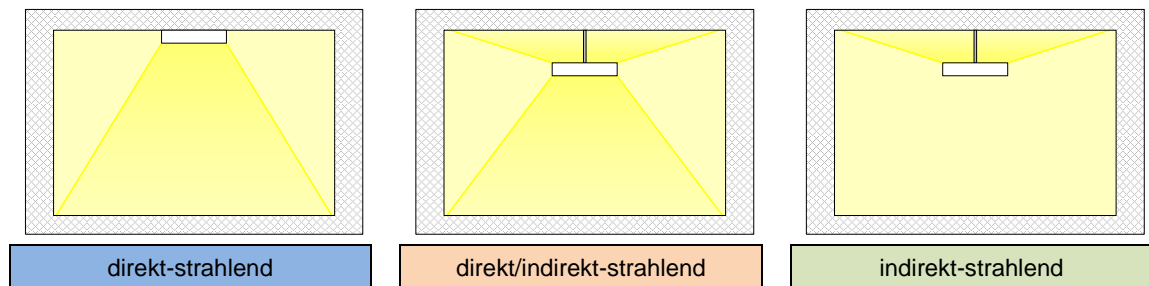


Abbildung 11-6: Leuchten-Charakteristiken

Leuchten-Charakteristik direkt								
Reflexionsgrade Raumoberflächen Rho	Umgebungsart	Wartungsintervalle [Jahre]						
		0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
Decke / Wände / Boden 80 % / 70 % / 20 %	sehr sauber	0.97	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
	sauber	0.93	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
	normal	0.88	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
	schmutzig	0.81	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
80 % / 50 % / 20 %	sehr sauber	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
	sauber	0.95	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
	normal	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	schmutzig	0.86	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
80 % / 30 % / 20 %	sehr sauber	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
	sauber	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
	normal	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
	schmutzig	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
70 % / 70 % / 20 %	sehr sauber	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
	sauber	0.94	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
	normal	0.89	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
	schmutzig	0.83	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
70 % / 50 % / 20 %	sehr sauber	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
	sauber	0.96	0.95	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
	normal	0.92	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	schmutzig	0.87	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86

Reflexionsgrade Raumoberflächen Rho	Umgebungsart	Wartungsintervalle [Jahre]						
		0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
70 % / 30 % / 20 %	sehr sauber	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
	sauber	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
	normal	0.95	0.94	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93
	schmutzig	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
50 % / 70 % / 20 %	sehr sauber	0.98	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
	sauber	0.95	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
	normal	0.91	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
	schmutzig	0.85	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
50 % / 50 % / 20 %	sehr sauber	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97
	sauber	0.97	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
	normal	0.94	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
	schmutzig	0.89	0.89	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
50 % / 30 % / 20 %	sehr sauber	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
	sauber	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
	normal	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
	schmutzig	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92

Tabelle 11-7: Raum-Wartungsfaktor für direkt-strahlende Leuchten.

Leuchten-Charakteristik direkt / indirekt								
Reflexionsgrade Raumoberflächen Rho	Umgebungsart	Wartungsintervalle [Jahre]						
		0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
80 % / 70 % / 20 %	sehr sauber	0.95	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
	sauber	0.90	0.88	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
	normal	0.81	0.78	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
	schmutzig	0.70	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
80 % / 50 % / 20 %	sehr sauber	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
	sauber	0.93	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	normal	0.85	0.83	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
	schmutzig	0.76	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73

Reflexionsgrade Raumoberflächen Rho Decke / Wände / Boden	Umgebungsart	Wartungsintervalle [Jahre]						
		0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
80 % / 30 % / 20 %	sehr sauber	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
	sauber	0.94	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
	normal	0.89	0.87	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
	schmutzig	0.81	0.79	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
70 % / 70 % / 20 %	sehr sauber	0.96	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
	sauber	0.91	0.89	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
	normal	0.83	0.80	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
	schmutzig	0.72	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
70 % / 50 % / 20 %	sehr sauber	0.97	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
	sauber	0.93	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
	normal	0.87	0.84	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
	schmutzig	0.77	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
70 % / 30 % / 20 %	sehr sauber	0.98	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
	sauber	0.95	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
	normal	0.90	0.88	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
	schmutzig	0.82	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
50 % / 70 % / 20 %	sehr sauber	0.97	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
	sauber	0.93	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	normal	0.86	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
	schmutzig	0.76	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
50 % / 50 % / 20 %	sehr sauber	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
	sauber	0.94	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
	normal	0.89	0.87	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
	schmutzig	0.81	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
50 % / 30 % / 20 %	sehr sauber	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
	sauber	0.96	0.95	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
	normal	0.92	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	schmutzig	0.85	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84

Tabelle 11-8: Raum-Wartungsfaktor für direkt/indirekt-strahlende Leuchten.

Leuchten-Charakteristik indirekt								
Reflexionsgrade Raumoberflächen Rho Decke / Wände / Boden	Umgebungsart	Wartungsintervalle [Jahre]						
		0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
80 % / 70 % / 20 %	sehr sauber	0.93	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	sauber	0.86	0.82	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
	normal	0.72	0.67	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
	schmutzig	0.54	0.50	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
80 % / 50 % / 20 %	sehr sauber	0.94	0.93	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91
	sauber	0.88	0.85	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
	normal	0.76	0.72	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
	schmutzig	0.59	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
80 % / 30 % / 20 %	sehr sauber	0.96	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
	sauber	0.90	0.88	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
	normal	0.80	0.76	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	schmutzig	0.64	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
70 % / 70 % / 20 %	sehr sauber	0.93	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
	sauber	0.86	0.83	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
	normal	0.73	0.68	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
	schmutzig	0.55	0.51	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
70 % / 50 % / 20 %	sehr sauber	0.95	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
	sauber	0.89	0.86	0.85	0.84	0.84	0.84	0.84
	normal	0.77	0.73	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
	schmutzig	0.60	0.56	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
70 % / 30 % / 20 %	sehr sauber	0.96	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
	sauber	0.91	0.88	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
	normal	0.80	0.77	0.76	0.76	0.75	0.75	0.75
	schmutzig	0.65	0.61	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
50 % / 70 % / 20 %	sehr sauber	0.94	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
	sauber	0.87	0.84	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
	normal	0.75	0.70	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
	schmutzig	0.57	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52

Reflexionsgrade Raumoberflächen Rho Decke / Wände / Boden	Umgebungsart	Wartungsintervalle [Jahre]						
		0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
50 % / 50 % / 20 %	sehr sauber	0.95	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
	sauber	0.90	0.87	0.86	0.85	0.85	0.85	0.85
	normal	0.78	0.74	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
	schmutzig	0.61	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
50 % / 30 % / 20 %	sehr sauber	0.96	0.95	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
	sauber	0.91	0.89	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
	normal	0.81	0.78	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
	schmutzig	0.66	0.62	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61

Tabelle 11-9: Raum-Wartungsfaktor für indirekt-strahlende Leuchten.

11.1.6 FWF – Flächen-Wartungsfaktor (Aussenbereich)

Die Sauberkeit der Oberfläche hat keinen Einfluss auf die Beleuchtungsstärke. Daher kann bei diesem Wert immer 1.0 eingesetzt werden.

11.2 Beispiele für Wartungsfaktoren

Die nachfolgenden Beispiele für Wartungsfaktoren können als Richtgrösse verwendet werden.

LLWF	·	LLF	·	LWF	·	RWF / FWF	=	WF
CLO		Einzelersatz		Wartung / Reinigung Leuchte		Wartung / Reinigung Raum / Fläche Innenräume Aussenräume		WF
1.00	·	1.00	·	0.90	·	0.87 ^{a)} 1.00	=	0.78 0.90
L90 / HQI / FL		Einzelersatz		Wartung / Reinigung Leuchte		Wartung / Reinigung Raum / Fläche Innenräume Aussenräume		WF
0.90	·	1.00	·	0.90	·	0.87 ^{a)} 1.00	=	0.70 0.81
L80		Einzelersatz		Wartung / Reinigung Leuchte		Wartung / Reinigung Raum / Fläche Innenräume Aussenräume		WF
0.80	·	1.00	·	0.90	·	0.87 ^{a)} 1.00	=	0.62 0.72
L70		Einzelersatz		Wartung / Reinigung Leuchte		Wartung / Reinigung Raum / Fläche Innenräume Aussenräume		WF
0.70	·	1.00	·	0.90	·	0.87 ^{a)} 1.00	=	0.54 0.63

Tabelle 11-10: Beispiele für Wartungsfaktoren.

- a) Vorschlag für einen Raum (Rho = 70 % / 70 % / 20 %) mit direkt-strahlenden Leuchten, bei normaler Verschmutzung und jährlicher Reinigung. Es ist eine situative Beurteilung vorzunehmen, in Abhängigkeit der Materialisierung, der auftretenden Verschmutzung und der Reinigungsintervalle.

12 Beleuchtungsberechnungen

Zone	Beschreibung
Alle Bereiche	<ul style="list-style-type: none">– Platzierung der Messfläche erfolgt direkt auf der Bodenfläche (Nutzfläche).– Die Berechnungsergebnisse sind als PDF und als Originaldatei (z.B. «.rdf») einzufordern.
Bereich Bahnzugang	<p>Für Perrons:</p> <ul style="list-style-type: none">– Perronanlagen sind über die gesamte Nutzlänge und Breite auszuleuchten.– Für neue Anlagen ist die gesamte Perronfläche für die Einhaltung der Beleuchtungsvorgaben massgebend. Ebenso sind die Bereiche der Perronkanten mit in die Berechnungen einzubeziehen (siehe Abschnitt 4.11). <p>Für Personenunterführungen, Rampen und Treppen und nicht bahnnahe Innenanlagen:</p> <ul style="list-style-type: none">– Es kann ein Freihaltebereich von 0.5 m zu den Wänden eingeplant werden.
Bereich Gleisfeld	<ul style="list-style-type: none">– Die Grösse des Messfeldes ist auf die tatsächlichen Arbeits- oder Gehbereiche zu begrenzen.

Tabelle 12-1: Anforderungen an die Berechnung von Beleuchtungsanlagen.

13 Messen und Einpegeln von Beleuchtungsanlagen

Bezugnehmend auf das Umweltschutzgesetz (USG) sind die Emissionen einer Beleuchtungsanlage auf das Minimum zu reduzieren. Aufgrund situativer Gegebenheiten kann es sein, dass bei der Planung einer Neuanlage ein zu grosser Beleuchtungsstärkewert resultiert.

In diesen Fällen ist es notwendig, die Leuchten nach der Inbetriebnahme auf den korrekten Wert einzustellen. Um diese Arbeiten praxistauglich durchführen und ein einheitliches Qualitätsniveau sicherstellen zu können, sind in den nachfolgenden Kapiteln die Grundlagen dazu aufgeführt.

13.1 Allgemeine Anforderungen an die Beleuchtungsmessung

Bei Messungen zur Ermittlung der mittleren Beleuchtungsstärke E_m und der Gleichmässigkeit U_0 (E_{\min} / E_m) sind folgende Vorgaben zu berücksichtigen:

Parameter	Wert	Beschreibung
Messkopfhöhe ab Boden	0.02 m	Für Zonen in diesem Dokument (Messkopf direkt auf Boden).
Aussentemperatur	-5 °C bis +25 °C	Für Anlagen im Freien müssen die Beleuchtungsstärkewerte (Wartungswerte) bei einer Umgebungstemperatur im nebenstehenden Bereich ermittelt werden. Diese Werte sind für Regionen, in denen die Temperatur regelmässig tiefer ist, neu zu erwägen.
Witterung	trocken nebelfrei	Um das Ergebnis nicht zu verfälschen sind Messungen nur bei trockener, nebel- und schneefreier Witterung durchzuführen.
Messgeräte-Güteklasse	B	Für offizielle Beleuchtungsstärkemessungen müssen die eingesetzten Messgeräte mindestens der nebenstehenden Klasse entsprechen.

Tabelle 13-1: Anforderungen an die Beleuchtungsmessung.

13.2 Dokumentation der Beleuchtungsmessung

Es wird empfohlen, die Ergebnisse der Beleuchtungsmessung zu dokumentieren. Dabei sind folgende Dokumente zu erstellen und aufzubewahren:

- Vollständig ausgefülltes Messprotokoll (z.B. «R-RTE-26201-V1») als Beilage zu dieser RTE-Regelung.
- Planausschnitt / Skizze der Messsituation mit eingetragenen und vermassten Messpunkten.

Das Ziel der Dokumentation ist die spätere Nachvollziehbarkeit und ggf. Überprüfbarkeit der Messung.

13.3 Praxistipps für die Platzierung der Messpunkte beim Einpegeln

Nach der Inbetriebnahme einer Beleuchtungsanlage kann es nötig sein, die Beleuchtungsstärke auf den korrekten Wert einzustellen. Dieser Abschnitt zeigt eine praxistaugliche Messmethodik auf, welche ein belastbares Messergebnis bei einem vertretbaren Aufwand liefert.



Achtung:

Die Messungen finden teils im Gefahrenbereich der Gleise statt. Die Sicherheitsregeln sind stets zu beachten.



Information:

- Die aufgezeigte Messmethodik zeigt ein mögliches Vorgehen, welches mit einem optimalen Aufwand-Nutzen-Verhältnis ein vergleichsweise genaues Messergebnis liefert. Die Methodik ist ausschliesslich für das Einstellen von Beleuchtungsanlagen anzuwenden.
- Der Einfluss von Fremdlicht ist auf ein Minimum zu begrenzen.
- Die nachfolgenden Beispiele gelten für symmetrische Aufbauten. Bei asymmetrischer Anordnung ist die problematischere Seite zu messen oder gegebenenfalls beide Seiten.
- Zu dieser Regelung gibt es als Vorlage das separates Excel-Messprotokoll Beleuchtungsanlagen «R-RTE-26201-V1», welches ein Raster zur Erfassung der Messwerte bietet. Darin werden die relevanten Beleuchtungswerte (vgl. Tabelle 5-2 bis Tabelle 8-1) anhand der gemessenen Werte berechnet.

13.3.1 Überdachte Perrons

13.3.1.1 Einseitige, überdachte Perrons

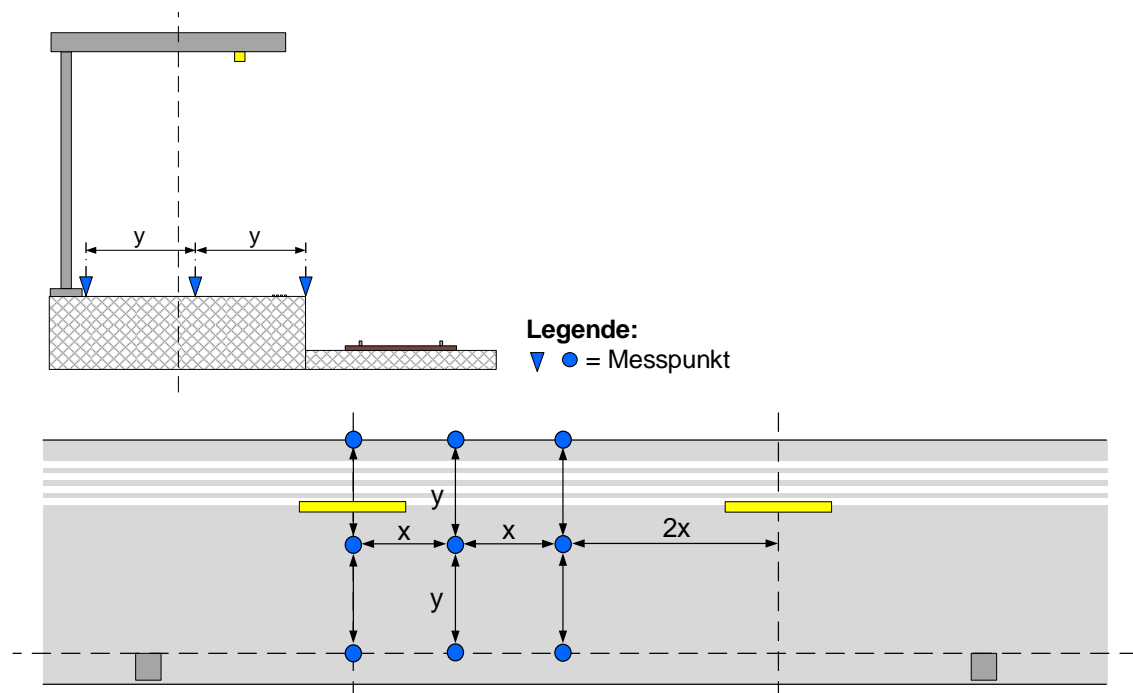


Abbildung 13-2: Anordnung der Messpunkte bei einseitigen, überdachten Perrons.

Bei einseitigen, überdachten Perrons werden 9 Messpunkte symmetrisch auf der halben Fläche zwischen zwei Leuchten platziert und gemessen. Es wird die Hälfte der Fläche zwischen 2 benachbarten Leuchten gemessen.

13.3.1.2 Zweiseitige, überdachte Perrons

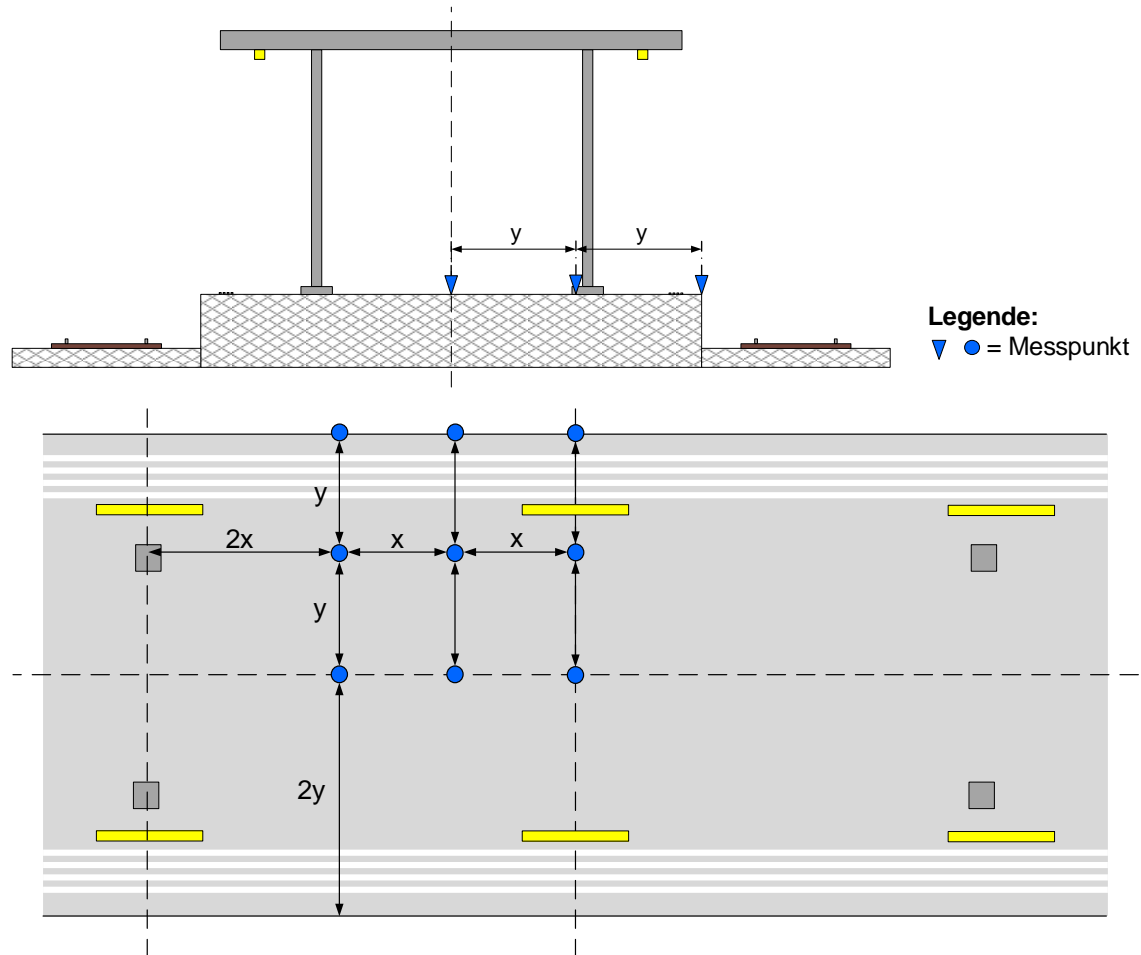


Abbildung 13-3: Anordnung der Messpunkte bei zweiseitigen, gedeckten Perrons.

Bei zweiseitigen, überdachten Perrons werden 9 Messpunkte symmetrisch zwischen je zwei Leuchtenpaaren gemessen. Es wird ein Viertel der Fläche zwischen 4 benachbarten Leuchten gemessen.

13.3.2 Nicht überdachte Perrons

13.3.2.1 Einseitige, nicht überdachte Perrons

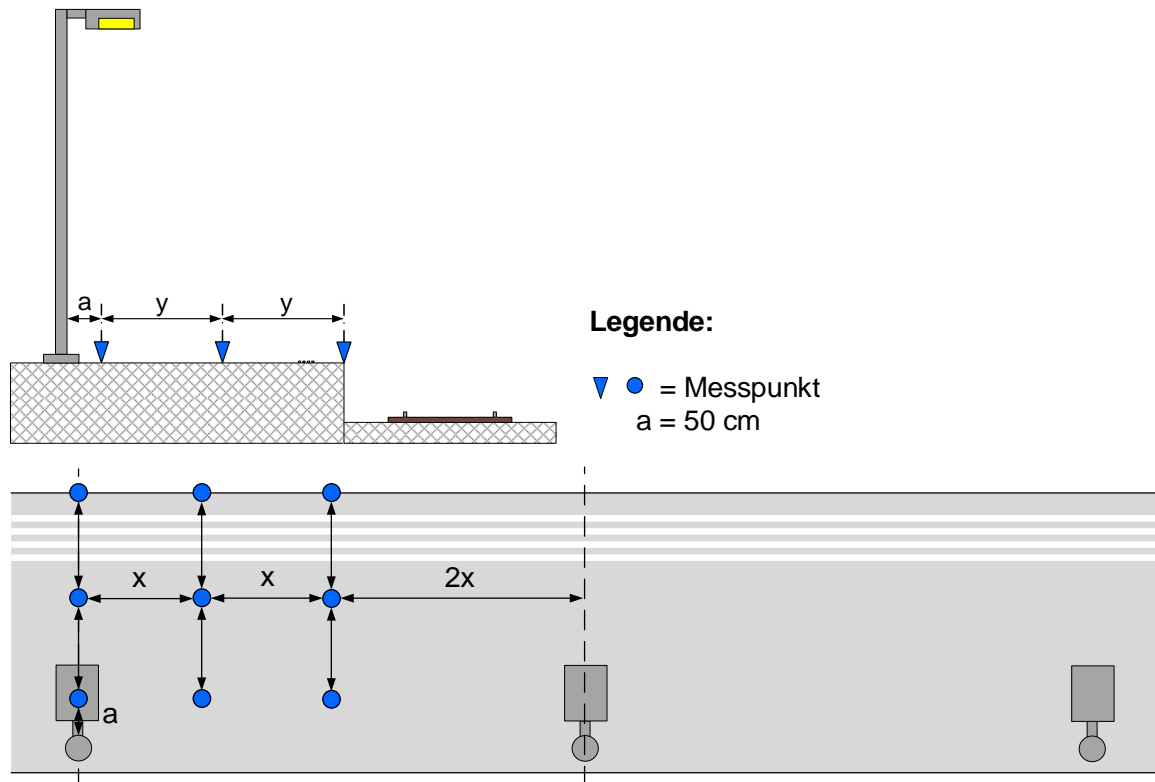


Abbildung 13-4: Anordnung der Messpunkte bei einseitigen, nicht überdachten Perrons.

Bei einseitigen, nicht überdachten Perrons werden 9 Messpunkte symmetrisch zwischen zwei Leuchten gemessen. Es wird die Hälfte der Fläche zwischen 2 benachbarten Leuchten (Kandelabern) gemessen. Vom Kandelaber aus ist ein Abstand $[a]$ von 50 cm einzusetzen.

13.3.2.2 Zweiseitige, nicht überdachte Perrons

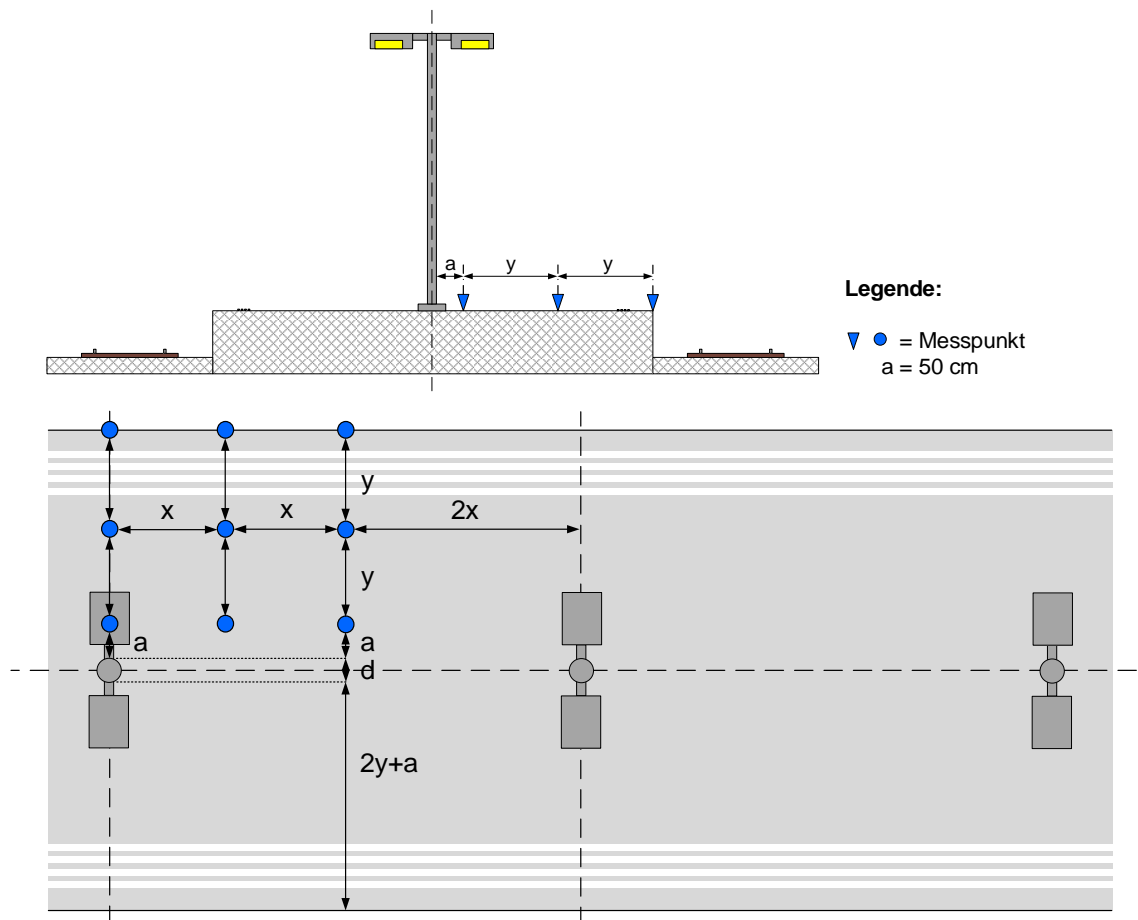


Abbildung 13-5: Anordnung der Messpunkte bei zweiseitigen, nicht überdachten Perrons.

Bei zweiseitigen, nicht überdachten Perrons werden 9 Messpunkte symmetrisch zwischen zwei Leuchten gemessen. Es wird ein Viertel der Fläche zwischen 2 benachbarten Leuchten (Kandelabern) gemessen. Vom Kandelaber aus ist ein Abstand [a] von 50 cm einzusetzen.

13.3.3 Rampen

13.3.3.1 Rampen mit Beleuchtung von oben

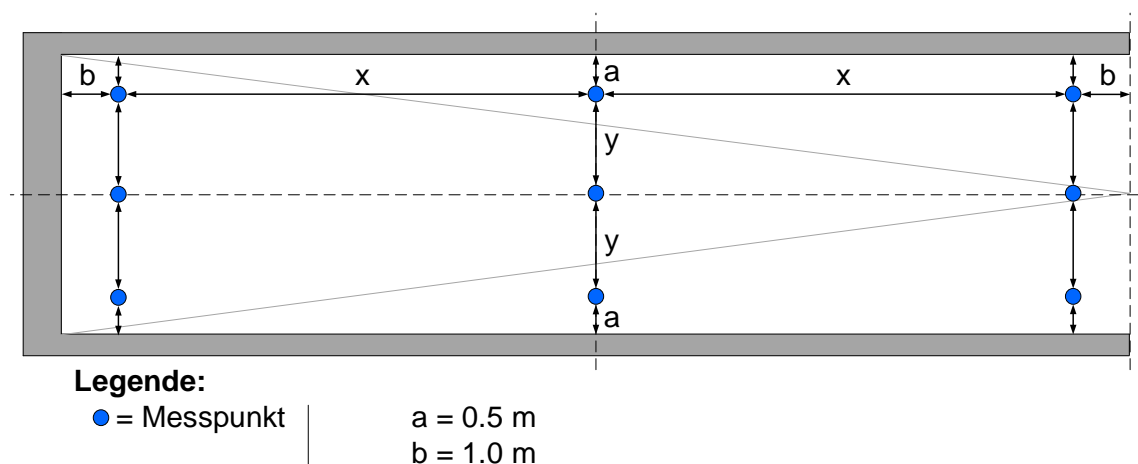


Abbildung 13-6: Anordnung der Messpunkte bei Rampen mit Beleuchtung von oben.

Bei Rampen mit Beleuchtung von oben (z.B. Perrondach) werden mit 9 verteilten Messpunkten gemessen. Jeweils 1 m [b] vom oberen und unteren Ende der Rampe sind 3 Messpunkte zu platzieren. Es ist ein Abstand [a] von jeweils 0.5 m von der Seitenwand einzuhalten. In der Mitte zwischen den beiden Messpunktzeilen wird die dritte Messpunktzeile platziert.

13.3.3.2 Rampen mit Beleuchtung aus Handlauf einseitig

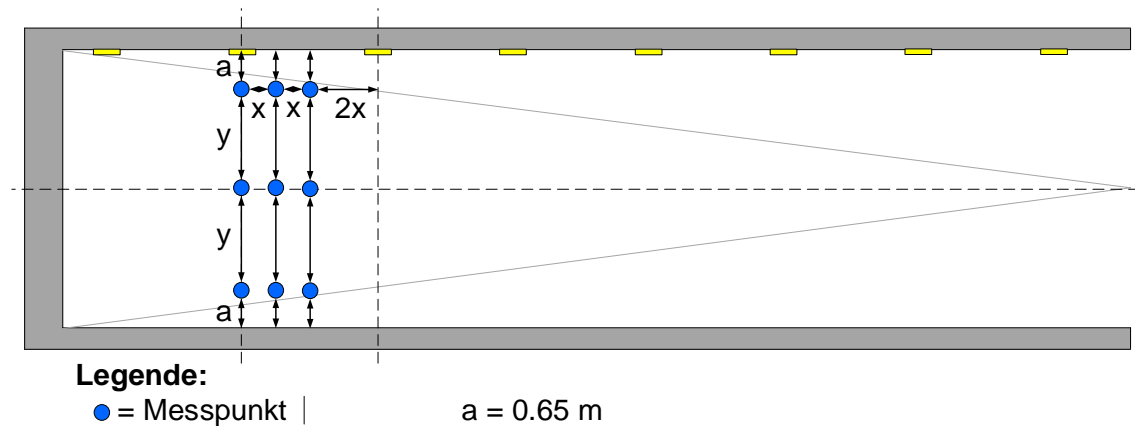


Abbildung 13-7: Anordnung der Messpunkte bei Rampen mit Beleuchtung aus Handlauf einseitig.

Bei Rampen mit Beleuchtung aus dem Handlauf werden 9 Messpunkte symmetrisch zwischen zwei Leuchtmodulen auf der gesamten Rampenbreite gemessen. Es wird die Hälfte der Fläche zwischen 2 benachbarten Leuchtmodulen gemessen. Von der Seitenwand aus ist ein Abstand [a] von 65 cm einzusetzen.

13.3.3.3 Rampen mit Beleuchtung aus Handlauf zweiseitig

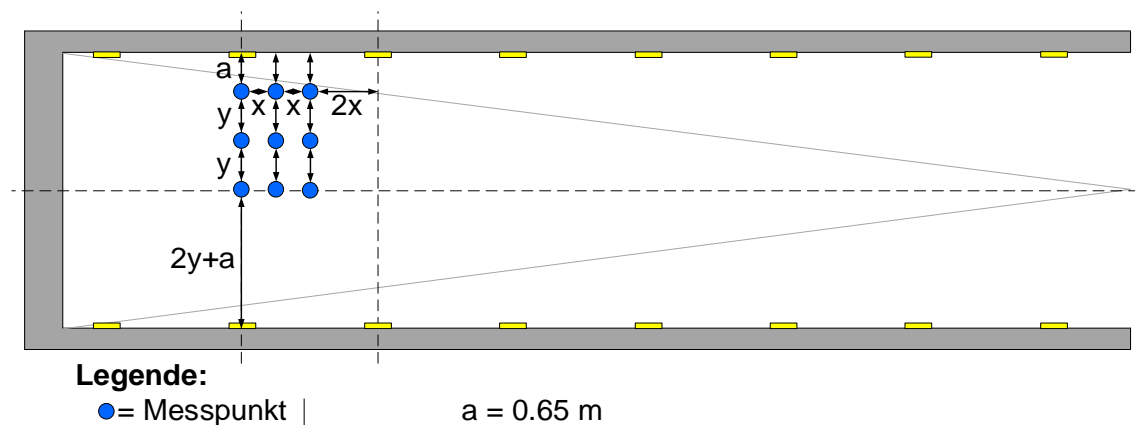


Abbildung 13-8: Anordnung der Messpunkte bei Rampen mit Beleuchtung aus Handlauf zweiseitig.

Bei Rampen mit Beleuchtung aus dem Handlauf werden 9 Messpunkte symmetrisch zwischen zwei Leuchtmodulen auf der halben Rampenbreite gemessen. Es wird ein Viertel der Fläche zwischen 4 benachbarten Leuchtmodulen gemessen. Von der Seitenwand aus ist ein Abstand [a] von 65 cm einzusetzen.

13.3.4 Treppen

13.3.4.1 Treppen mit Beleuchtung von oben

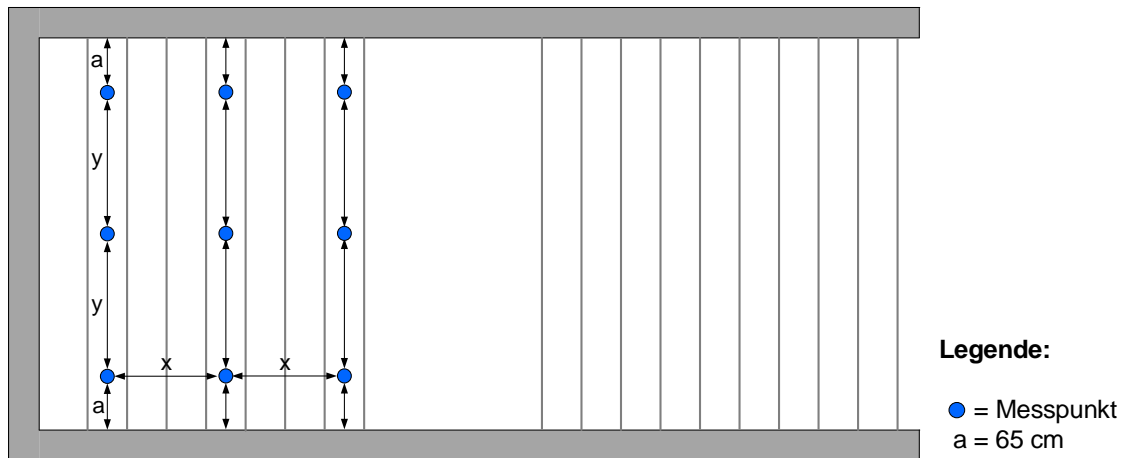


Abbildung 13-9: Anordnung der Messpunkte bei Treppen mit Beleuchtung von oben.

Bei Treppen mit Beleuchtung von oben werden 9 Messpunkte symmetrisch verteilt im unteren Treppenbereich (kritischster Bereich) auf der gesamten Treppenbreite gemessen. Es wird die unterste, die mittlere und die oberste Stufe des unteren Treppenabschnittes gemessen. Von der Seitenwand aus ist ein Abstand [a] von 65 cm einzusetzen.

13.3.4.2 Treppen mit Beleuchtung aus Handlauf einseitig

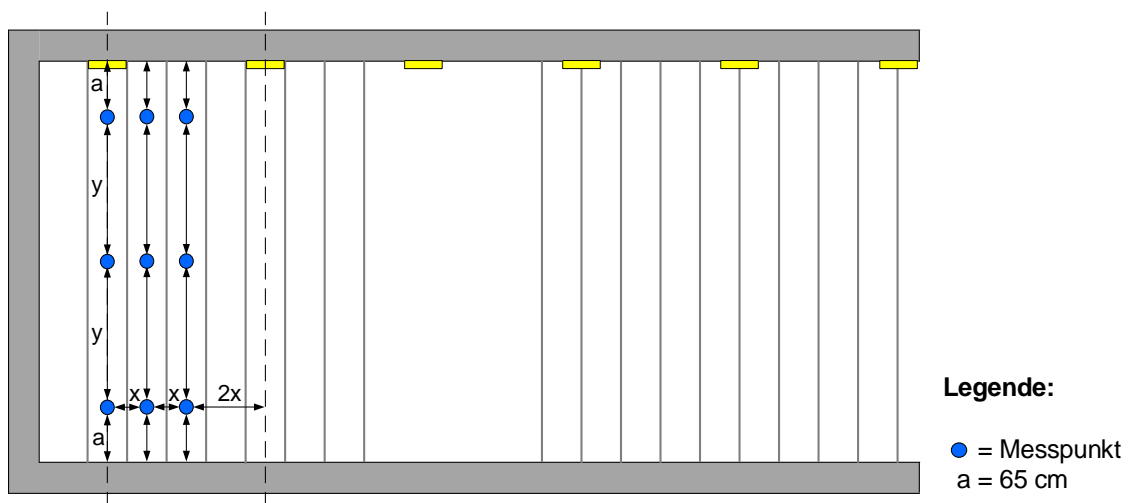


Abbildung 13-10: Anordnung der Messpunkte bei Treppen mit Beleuchtung aus Handlauf einseitig.

Bei Treppen mit Beleuchtung aus dem Handlauf werden 9 Messpunkte symmetrisch zwischen zwei Leuchtmodulen auf der gesamten Treppenbreite gemessen. Es wird die Hälfte der Fläche zwischen 2 benachbarten Leuchtmodulen gemessen. Von der Seitenwand aus ist ein Abstand [a] von 65 cm einzusetzen.

13.3.4.3 Treppen mit Beleuchtung aus Handlauf zweiseitig

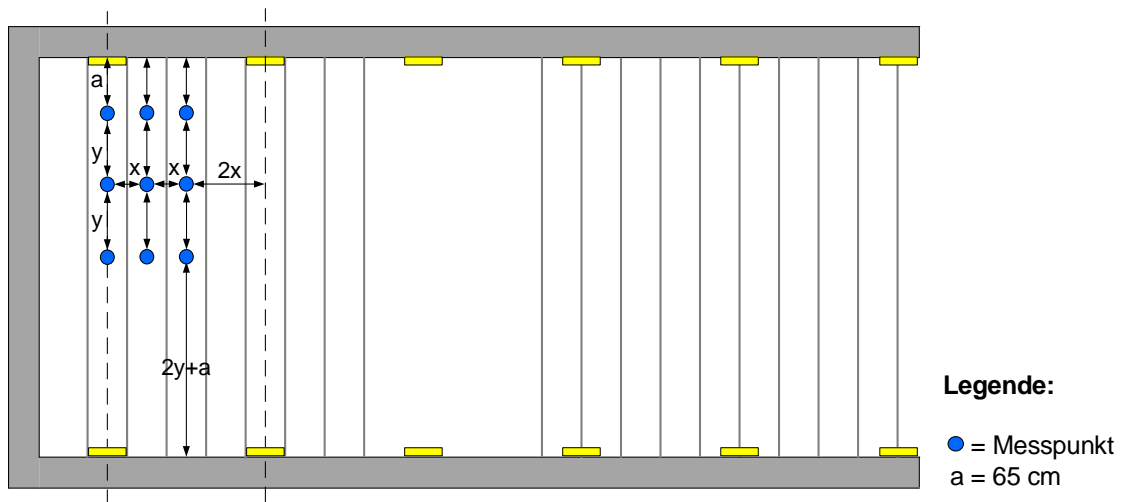


Abbildung 13-11: Anordnung der Messpunkte bei Treppen mit Beleuchtung aus Handlauf zweiseitig.

Bei Treppen mit Beleuchtung aus dem Handlauf werden 9 Messpunkte symmetrisch zwischen zwei Leuchtmodulen auf der halben Treppenbreite gemessen. Es wird ein Viertel der Fläche zwischen 4 benachbarten Leuchtmodulen gemessen. Von der Seitenwand aus ist ein Abstand [a] von 65 cm einzusetzen.

13.3.5 Personenunterführungen

13.3.5.1 Einseitig beleuchtete Personenunterführungen

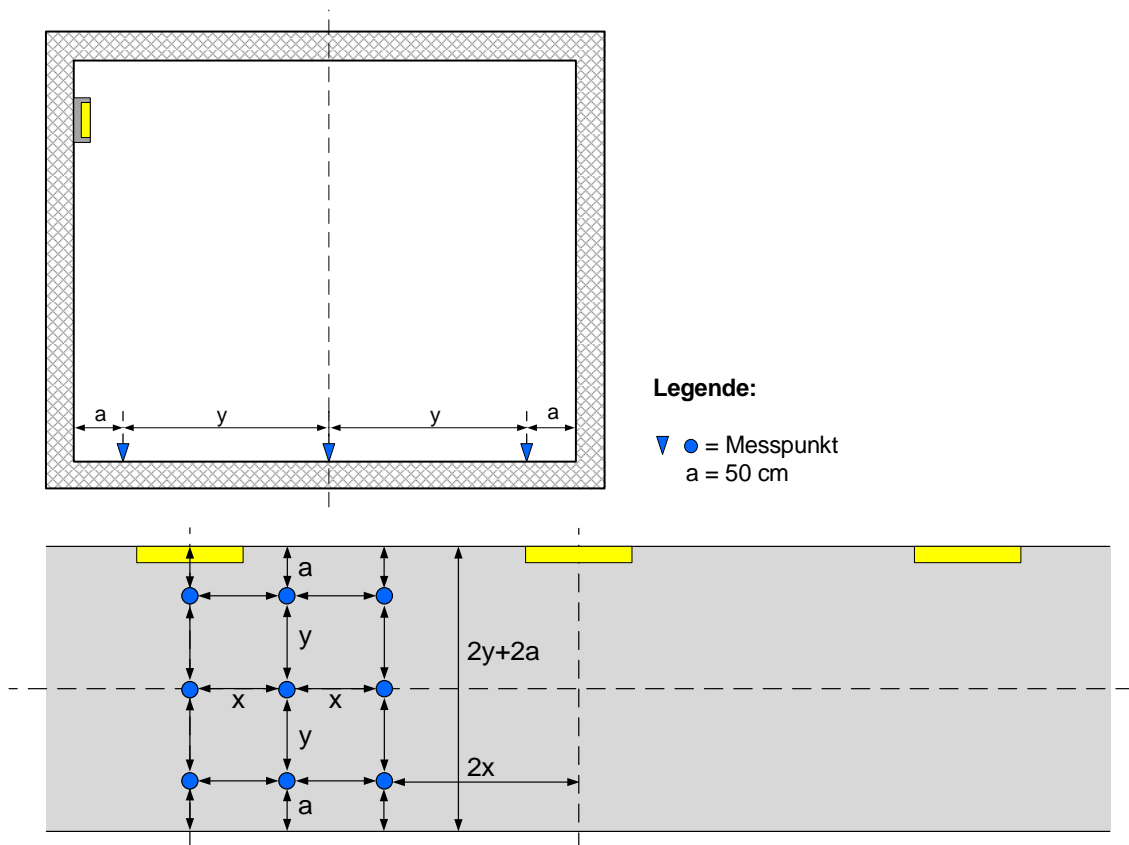


Abbildung 13-12: Anordnung der Messpunkte bei einseitig beleuchteten Personenunterführungen.

Bei einseitig beleuchteten Personenunterführungen werden 9 Messpunkte symmetrisch zwischen zwei Leuchten gemessen. Es wird die Hälfte der Fläche zwischen 2 benachbarten Leuchten gemessen. Von der Seitenwand der Unterführung aus ist ein Abstand [a] von 50 cm einzusetzen.

13.3.5.2 Zweiseitig beleuchtete Personenunterführungen

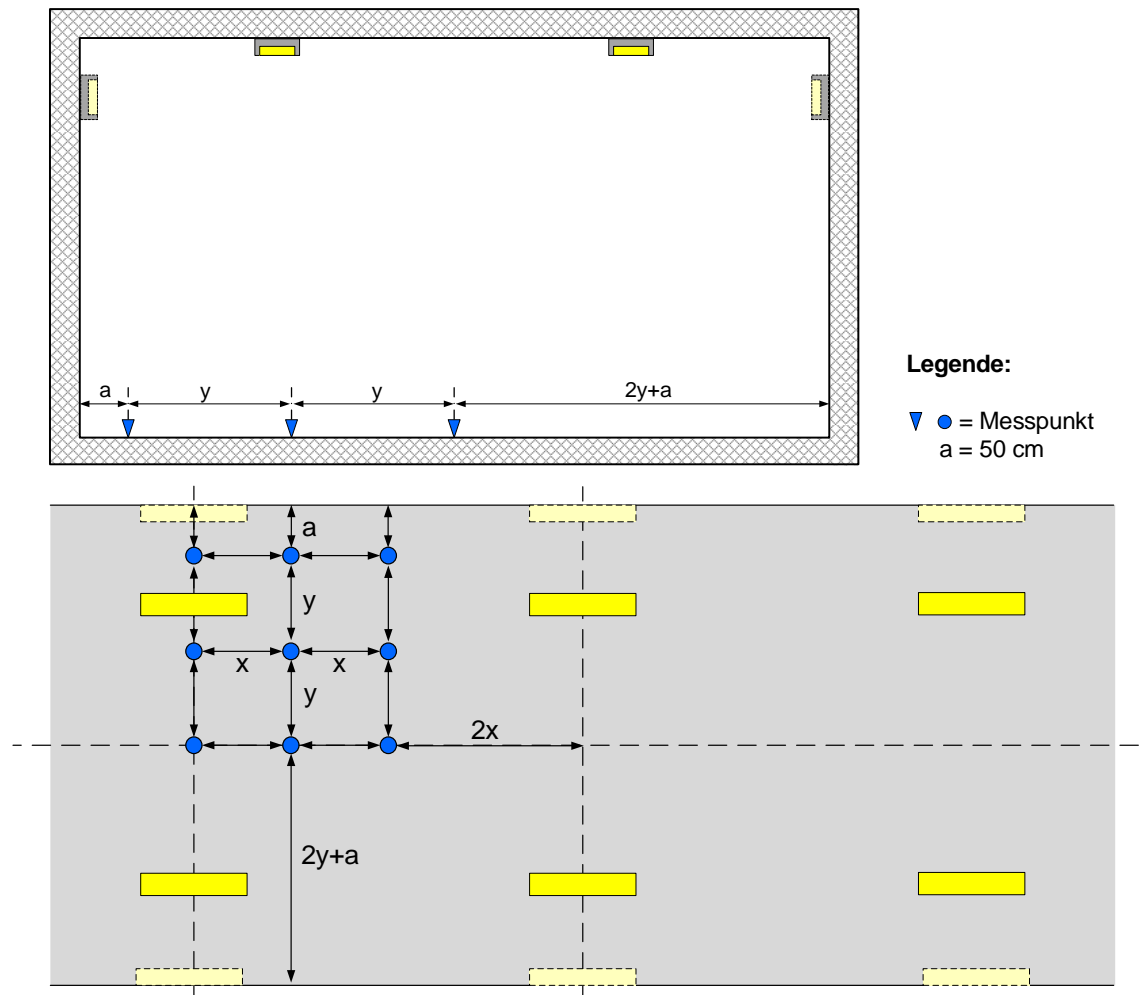


Abbildung 13-13: Anordnung der Messpunkte bei zweiseitig beleuchteten Personenunterführungen.

Bei zweiseitig beleuchteten Personenunterführungen werden 9 Messpunkte symmetrisch zwischen je zwei Leuchtenpaaren gemessen. Es wird ein Viertel der Fläche zwischen 4 benachbarten Leuchten gemessen. Von der Seitenwand der Unterführung aus ist ein Abstand [a] von 50 cm einzusetzen.

13.3.6 Gleisfeldanlagen

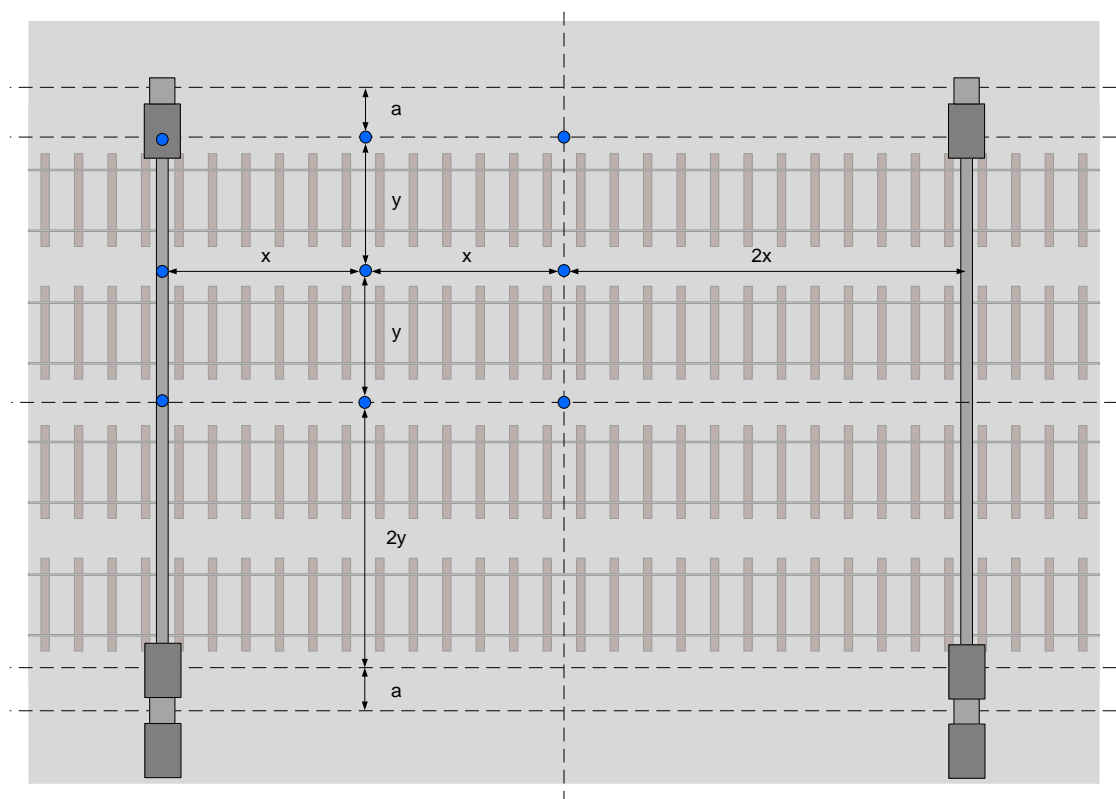
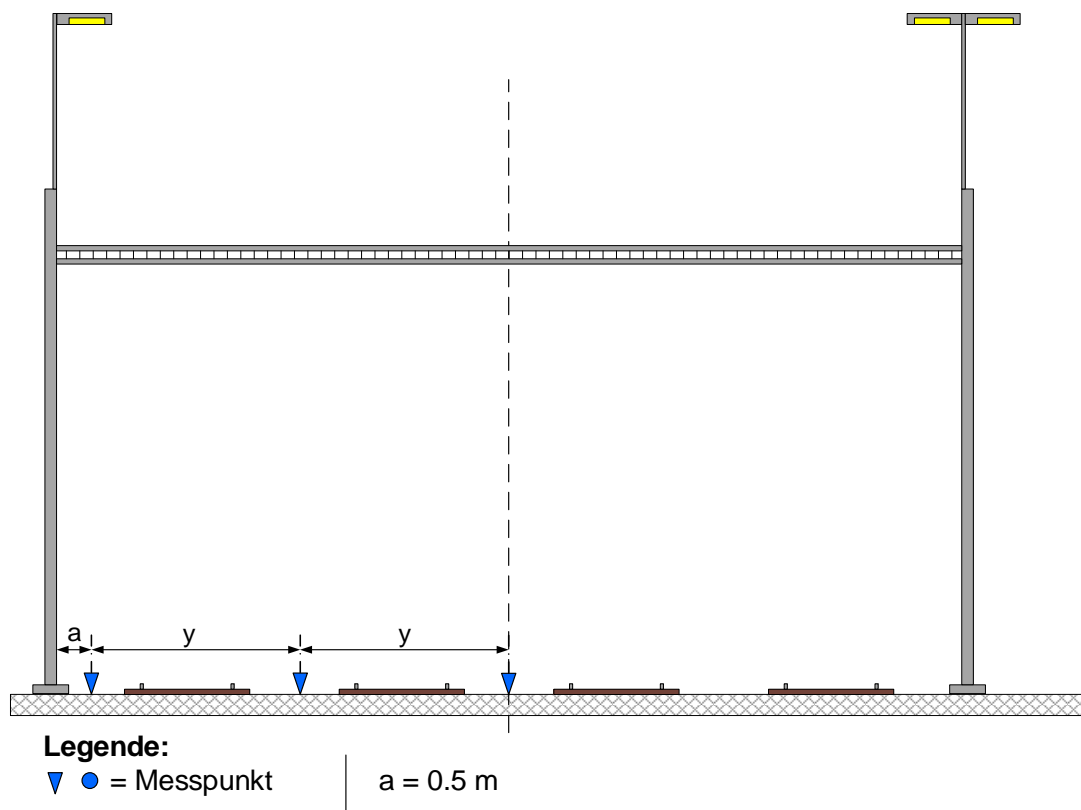


Abbildung 13-14: Anordnung der Messpunkte bei Gleisfeldanlagen.

Bei Gleisfeldanlagen werden 9 Messpunkte symmetrisch zwischen je zwei Leuchtenpaaren gemessen. Es wird ein Viertel der Fläche zwischen 4 benachbarten Leuchten gemessen. Vom Fahrleitungsmasten aus ist ein Abstand [a] von 50 cm einzusetzen.

13.3.7 Andere Bereiche

In anderen Bereichen kann eine vergleichbare Anordnung der Messpunkte gewählt, sowie das Vorgehen nach diesem Muster ausgerichtet werden.

13.4 Berechnungen

Zur Einstellung der Beleuchtungsstärke werden die 9 Messpunkte (MP₁...MP₉) je Anlage mit einem geeigneten Messgerät aufgenommen und der Mittelwert gemäss nachfolgender Formel ermittelt.

$$\text{Wartungswert } E_m = \frac{MP_1 + MP_2 + MP_3 + \dots + MP_9}{9} \text{ [Lux]}$$

Der resultierende Mittelwert muss dann dem Neuwert der Beleuchtungsstärke entsprechen. Dieser errechnet sich aus dem Wartungswert der mittleren Beleuchtungsstärke (gemäss dieser Regelung) und dem anzuwendenden Wartungsfaktor (siehe auch Abschnitt 11.2). Die Berechnung erfolgt anhand der untenstehenden Formel.

$$\text{Neuwert } E_m = \frac{\text{Wartungswert } E_m}{WF} \text{ [Lux]}$$

Die nachfolgenden Beispiele verdeutlichen das Prinzip.

Wartungswert gemäss Norm	Wartungsfaktor	Einzustellender Neuwert (gerundet)
$E_m = 10 \text{ Lux (gemäss Norm)}$	0.90	$E_m = 11 \text{ Lux}$
$E_m = 50 \text{ Lux (gemäss Norm)}$	0.80	$E_m = 63 \text{ Lux}$
$E_m = 100 \text{ Lux (gemäss Norm)}$	0.90	$E_m = 111 \text{ Lux}$

Tabelle 13-15: Berechnungsbeispiele

13.5 Praxistipp für das Einpegeln

Um aus dem gemessenen und berechneten Beleuchtungsstärke-Mittelwert den korrekten Einstellwert zu finden wird folgendes Vorgehen empfohlen:

1. Messen der Beleuchtungsstärke an den vorgesehenen Messpunkten.
2. Berechnung des Mittelwertes.
3. Mit dem Beleuchtungsstärkemessgerät im Messfeld einen Punkt suchen, der genau dem berechneten Beleuchtungsstärke-Mittelwert entspricht.
4. Dimmwert der Anlage solange verändern, bis der auf dem Messgerät angezeigte Wert dem einzustellenden Neuwert der Anlage entspricht (Beleuchtungsstärkewert gemäss Tabellen **mit berücksichtigtem** Wartungsfaktor, siehe auch Abschnitt 11.2).

Anhänge A1 – A3 (Allgemein)

A1 Definition der Beleuchtungsklassen P

Für kurze Treppen, ≤ 3 Stufen welche als Niveaueingang vom öffentlichen Raum zum Perron dienen, wird die Klasseneinteilung nach SNR 13201-1 und SN EN 13201-2 vorgenommen. Angewendet wird die Klasse P (*Beleuchtungsklassen für Fussgänger- und verkehrsberuhigte Zonen (P)*). Dabei wurde von folgenden Grundsätzen ausgegangen:

Parameter	Optionen	Beschreibung	Wert V_w	V _w gewählt Bhf. Klasse	
				1, 2a	2b, 3, 4
Geschwindigkeit	Tief	$v \leq 40$ km/h	1	1	1
	Sehr tief	Gehgeschwindigkeit	0		
Benutzungsintensität	Belebt		1	1	
	Normal		0		0
	Ruhig		-1		
Verkehrszusammensetzung	Motorisierter Verkehr mit hohem Anteil Fussgänger und Radfahrern		2		
	Fussgänger, Radfahrer und motorisierter Verkehr		1	1	1
	Fussgänger und motorisierter Verkehr		0.5		
	Fussgänger und Radfahrer		0.5		
	Nur Fussgänger		0		
	Nur Radfahrer		0		
Parkierte Fahrzeuge	Vorhanden		1	1	1
	Nicht vorhanden		0		
Umgebungshelligkeit	Hoch	Einkaufsstrassen, Reklametafeln, Sportstadien, Bahnhof/ Haltestellen-Areale, Beladeplätze	1	1	1
	Mässig	Normale Situation	0		
	Tief		-1		
Summe der Wertigkeiten V_{ws}				5	4
$P = 6 - V_{ws}$				P1	P2

Tabelle A1-1: Bestimmung der Beleuchtungsklassen P.



Abbildung A1-2: Illustration einer Treppe als Niveauzugang zum Perron.

A2 Definition Liftvorplatz

Als Vorplatz eines Liftes (örtliche Beleuchtung in der Haltestelle) wird die Fläche analog der Manövrierfläche aus der SN 521500 (SIA 500) definiert.

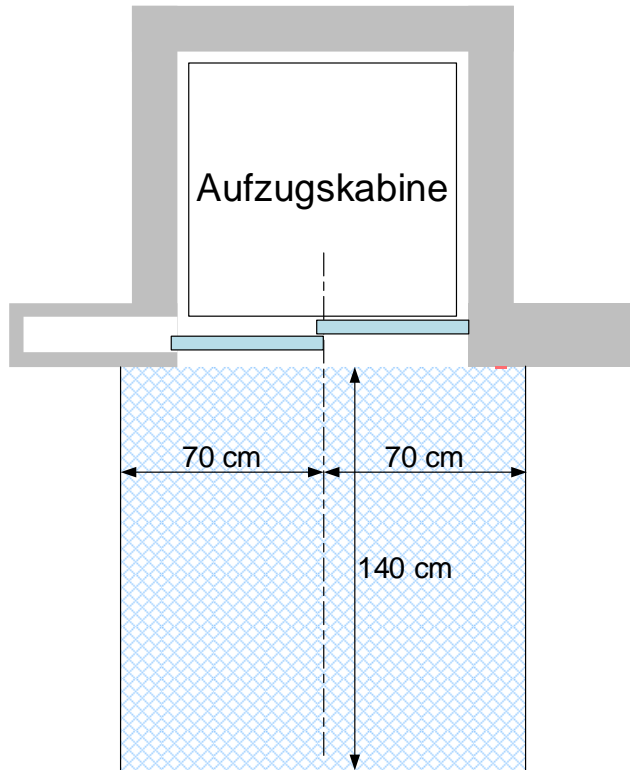


Abbildung A2-1: Illustration Liftvorplatz

Die zu berücksichtigende Fläche bei Liftvorplätzen lässt sich als quadratische Messfläche mit 1.40 m Seitenlänge definieren.

A3 Anleitung zum Messprotokoll

Das beigefügte Messprotokoll (Vorlage V1) hilft bei den in Abschnitt 13.3 beschriebenen Messungen. Nachfolgend sind einige Hinweise zur Nutzung dieses Protokolls zu finden.

R RTE 26201 V1 (Vorlage 1)
Beleuchtung Bahninfrastruktur

VöV UTP

Messprotokoll zur Einpegelung von Beleuchtungsanlagen

Allgemeine Informationen

Messpersonal: Datum:

Standortinformationen **Messung**

Ort: Bhf. Klasse: **1** **1** Auswahlliste Bahnhofsklasse ^{a)}

DiDok: Dimmwert: %

2 **2** Auswahlliste Messbereich ^{a)}

Objektart: Uhrzeit:

Bemerkungen: Temperatur: °C

Leuchten: Messgerät:

Witterung:

Messhöhe: cm

Messfeldangaben

Messfeldbreite [m] Rasterbreite b [m] ☐ Anhang: Plan

Messfeldlänge [m] Rasterlänge l [m] ☐ Anhang: Skizze

Messwerte

Messpunkt 1 [Lux] Messpunkt 4 [Lux] Messpunkt 7 [Lux]

Messpunkt 2 [Lux] Messpunkt 5 [Lux] Messpunkt 8 [Lux]

Messpunkt 3 [Lux] Messpunkt 6 [Lux] Messpunkt 9 [Lux]

Messergebnisse

Mittlere Beleuchtungsstärke: E_M #DIV/0! Lux

Minimale Beleuchtungsstärke: E_{Min} 0 Lux Gleichmässigkeit: U_0 #DIV/0! [-]

Maximale Beleuchtungsstärke: E_{max} 0 Lux Ungleichmässigkeit: U_0 #DIV/0! [-]

Auswertung

Sollwerte: E_M #NV Lux $U_0 \geq$ #NV [-] $U_0 \geq$ #NV [-]

Vorgaben erfüllt: **3** Verweis: SN EN 12464- #NV

Massnahmen (bei Bedarf)

R-RTE-26201-V1_d.xlsm 1 / 1

Angaben zur Person und Datum

Angaben zum Messort und den Messbedingungen

Angaben zum Messfeld hier eintragen

Die 9 gemessenen Werte hier eintragen

Automatische Berechnung

Automatische Einträge wenn **1** und **2** ausgefüllt sind

3 Auswahlliste Vorgaben erfüllt ^{a)}

Beschreibung allfälliger Massnahmen

Abbildung A3-1: Anleitung Messprotokoll

a) Auswahllistenbox wird nicht gedruckt, der ausgewählte Wert wird in der Zelle hinterlegt.

Anhänge A4 – A6 (SBB-spezifisch)

A4 Zuteilung der Bahnhöfe in die Kategorien

Die Bahnhöfe der SBB sind in einer Liste mit den zugehörigen Bahnhofsklassen aufgeführt, welche unter folgendem Link aufgerufen werden kann (nur SBB-intern zugänglich):

CL_TAMM-EGT_R RTE 26201_Bahnhofsliste_V1-DE.docm

A5 Farbtemperatur

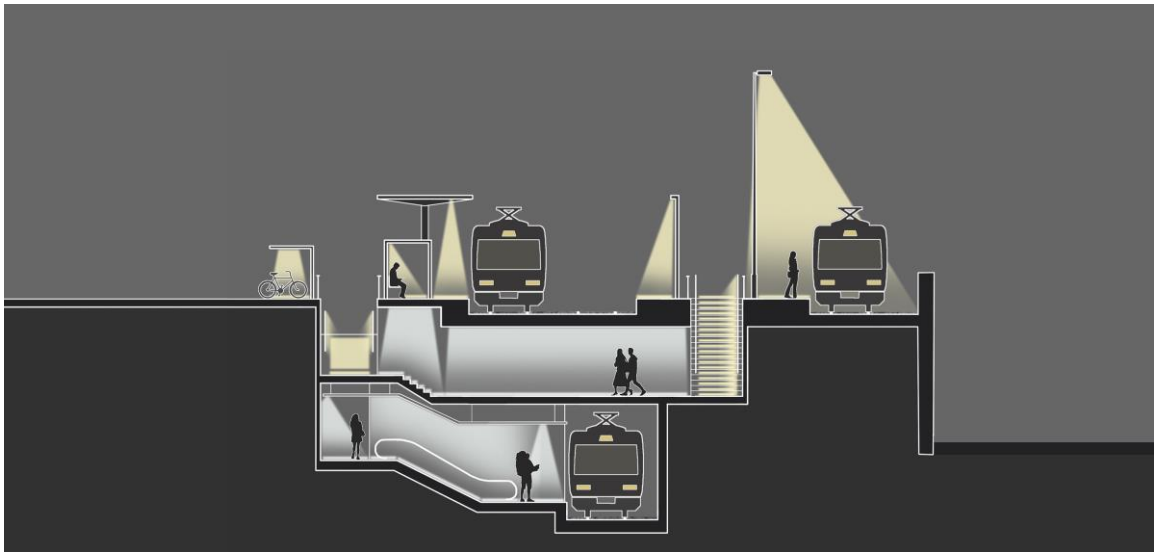


Abbildung A5-1: Grafik Lichtfarbtemperatur im Bahnzugang bei der SBB.

Die SBB beleuchtet alle oberirdischen, überdachten wie auch nicht überdachten Bereiche im Bahnzugang mit der Lichtfarbtemperatur 3000 Kelvin (warmweiss). Alle unterirdischen Bereiche sowie Gleisfelder werden nach wie vor mit der Lichtfarbtemperatur 4000 Kelvin (neutralweiss) beleuchtet.

In speziellen Bereichen (z.B. bediente Kommerzflächen, Schalterhallen und ähnliche) sind prinzipiell auch 3'000 K einsetzbar. Ist ein solcher Anwendungsfall vorgesehen, ist frühzeitig mit dem technologischen Anlagenmanagement Kontakt aufzunehmen.

Leuchten mit einer Farbtemperatur $\geq 5'000$ K sind im Aussenraum nicht zugelassen.

A6 Ausnahmeregelung

Bei Abweichungen, welche die Vorgaben aus dieser Regelung unterschreiten, muss eine Risikobeurteilung gemäss SBB K 250.1 «Fachspezifische Ausführungsbestimmungen zum Umgang mit sicherheitsrelevanten Änderungen» (V4.0 vom 01.01.2020) durchgeführt werden.

In jedem Fall ist eine rechtzeitige Absprache zwischen dem Projektleiter und dem Anlageigentümer notwendig. Diese ist schriftlich festzuhalten.

Vorlage V1

Die Vorlage ist als separate Excel-Datei vorhanden. Die leere Vorlage R-RTE-26201-V1 ist dieser Regelung angehängt.

Folgende Vorlage steht zur Verfügung:

R-RTE-26201-V1	Messprotokoll zur Einpegelung von Beleuchtungsanlagen
	Excel-Vorlage:
	Datei: «R-RTE-26201-V1_d.xlsm»



Messprotokoll zur Einpegelung von Beleuchtungsanlagen

Allgemeine Informationen

Messpersonal:

Datum:

Standortinformationen

Ort:

DiDok:

Objektart:

Bemerkungen:

Leuchten:

Messung

Bhf. Klasse: -

Dimmwert: %

Uhrzeit:

Temperatur: °C

Witterung:

Messgerät:

Messhöhe: cm

Messfeldangaben

Messfeldbreite [m]
Messfeldlänge [m]

Rasterbreite b [m]
Rasterlänge l [m]

☐ Anhang: Plan
☐ Anhang: Skizze

Messwerte

Messpunkt 1	<input type="text"/> [Lux]	Messpunkt 4	<input type="text"/> [Lux]	Messpunkt 7	<input type="text"/> [Lux]
Messpunkt 2	<input type="text"/> [Lux]	Messpunkt 5	<input type="text"/> [Lux]	Messpunkt 8	<input type="text"/> [Lux]
Messpunkt 3	<input type="text"/> [Lux]	Messpunkt 6	<input type="text"/> [Lux]	Messpunkt 9	<input type="text"/> [Lux]

Messergebnisse

Mittlere Beleuchtungsstärke: E_M #DIV/0! Lux

Minimale Beleuchtungsstärke: E_{Min} 0 Lux Gleichmässigkeit: U_0 #DIV/0! [-]

Maximale Beleuchtungsstärke: E_{max} 0 Lux Ungleichmässigkeit: U_d #DIV/0! [-]

Auswertung

Sollwerte: E_M #NV Lux $U_0 \geq$ #NV [-] $U_d \geq$ #NV [-]

Vorgaben erfüllt: Verweis: SN EN 12464- #NV

Massnahmen (bei Bedarf)