



Wasserstraßen- und
Schiffahrtsverwaltung
des Bundes

**Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt
- Unterabteilung Verkehrstechnik -**

TFV-08

Lichtsignalanlagen

Version 2.01

Stand: 15.02.2023

Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt
- Unterabteilung Verkehrstechnik -
Am Propsthof 51
53121 Bonn

Telefon +49 (0)228 7090 0
E-Mail: gdws@wsv.bund.de

Technische Forderungen, Visuell, Nr. 8 (TFV-08)

Lichtsignalanlagen

Version	Datum	Geänderte Kapitel	Grund der Änderung
	1961	-	Aufstellung als Allgemeine Dienstvorschrift der WSV ADW Nr. 4521
	1975	-	Erweiterung der ADW Nr. 4521
	1985	-	Herausgabe als Verwaltungsvorschrift der WSV, VV-WSV 2404
1.0	13.01.2020	alle	Vollständige Überarbeitung und Neuherausgabe des visuellen Teils als Technische Forderung, Visuell
1.01	09.10.2020		Fehlerkorrekturen
2.0	22.04.2022	5, 7.3, 9.3, 9.4	Überarbeitung der lichttechnischen Anforderungen
2.01	15.02.2023		Fehlerkorrekturen

INHALTSVERZEICHNIS

1	ANWENDUNGSGEBIET VON LICHTSIGNALANLAGEN	4
2	BEGRIFFE	4
2.1	Leuchte / Signalleuchte.....	4
2.2	Kontrastblende.....	4
2.3	Phantomlicht.....	4
2.4	Sonnenlichtblende	4
2.5	Signalbild	5
2.6	Signaltafel.....	5
2.7	Referenzachse.....	5
2.8	Photometrische Lichtstärke.....	5
2.9	Lichtstärkeverteilung.....	5
2.10	Iso-Candela-Linien.....	5
3	EINORDNUNG DER SIGNALLEUCHTEN	5
3.1	Typ SL1	5
3.2	Typ SL2	5
3.3	Typ SL3	6
4	ANFORDERUNGEN AN DIE LICHTFARBEN	6
5	ANFORDERUNGEN AN DIE NACHTABSENKUNG	6
6	GEOMETRIE ZUR BESCHREIBUNG DER LICHTSTÄRKEVERTEILUNG	7
7	SIGNALBILDER UND LICHTSTÄRKEN.....	7
7.1	Typ SL1	7
7.2	Typ SL2	9
7.3	Typ SL3	10
8	ERGÄNZUNGEN	11
8.1	Dauerhaftigkeit der lichttechnischen Eigenschaften	11
8.2	Erläuterung zu den farbabhängigen Lichtstärken	11
8.3	Berücksichtigung von Phantomlicht	11
8.4	Hinweise zur Ausrichtung Typ SL 1	12
8.5	Mehrfachanordnung von Leuchten des Typs SL1	12
8.6	Abweichende Festlegungen.....	15
9	LICHTSTÄRKEVERTEILUNGEN.....	16
9.1	Typ SL1, "Iso- <u>Minimal</u> werte"	16
9.2	Typ SL2, "Iso- <u>Minimal</u> werte"	17
9.3	Typ SL2, "Iso- <u>Maximal</u> werte"	18
9.4	Typ SL3, <u>Minimal</u> werte	19
10	REFERENZEN	20

1 Anwendungsgebiet von Lichtsignalanlagen

Eine Lichtsignalanlage ist eine Einrichtung zur Beeinflussung des Verkehrsablaufes. Die technischen Forderungen beschreiben die lichttechnische Auslegung dieser Lichtsignalanlagen und sind bei Neubau- und Instandsetzung anzuwenden.

Die Lichtsignalanlage hat die Aufgabe, dem Verkehrsteilnehmer Informationen für bestimmte Verhaltensweisen zu geben. Sie übermittelt solche Informationen visuell durch vereinbarte Lichtzeichen (Signalbilder), denen bestimmte Bedeutungen zugeordnet sind und die sich durch die Farbe des Lichtes, eine Anordnung mehrerer Lichter, die Form der leuchtenden Fläche oder die Art der zeitlichen Darbietung unterscheiden.

Die vereinbarten Signalbilder sind den Schifffahrtsstraßenordnungen bzw. den Schifffahrtspolizeiverordnungen zu entnehmen.

In den vorliegenden technischen Forderungen werden nur ortsfeste Lichtsignalanlagen erfasst, deren Lichtaustrittsflächen kreisförmig ohne Bedeutung der Form ausgelegt sind und sowohl am Tage, als auch in der Nacht durch Lichter dargestellt sind. Typische Anwendungen sind Lichtsignalanlagen an Schleusen, beweglichen Brücken oder Weichen.

Signalleuchten mit Bedeutung der Form (z.B. Querströmungsanzeige nach Seeschifffahrtsstraßenordnung) oder für Wahrschau- bzw. Signalflöße (nur Nachtbetrieb der Lichter) werden durch andere Festlegungen beschrieben.

Das vorliegende Dokument legt die geometrische Anordnung, die benötigten Lichtstärken, deren Verteilungen und die Nachtabenkung der Lichtsignale an Bundeswasserstraßen fest. Zur Optimierung der visuellen Wahrnehmung am Tage sind die Leuchten grundsätzlich mit Kontrast- und Sonnenlichtblenden auszurüsten.

Wird im Einzelfall festgestellt, dass die vorliegenden technischen Forderungen für eine Lichtsignalanlage nicht zweckmäßig sind, ist die Lichtstärke und deren Verteilung nach TFFV-03 Tragweiten von Feuern und Signallichtern zu berechnen.

2 Begriffe

2.1 Leuchte / Signalleuchte

Eine Leuchte ist ein Gerät zur Lichtabstrahlung, bestehend aus einem Leuchtmittel, einer Optik, Gehäuse und gegebenenfalls elektrischen Komponenten für den Betrieb des Leuchtmittels. Bei Lichtsignalanlagen spricht man auch von Signalleuchten.

2.2 Kontrastblende

Eine Kontrastblende ist eine um die Signalleuchte angebrachte lichtundurchlässige Blende zur Erhöhung des Kontrastes und damit der Erkennbarkeit. Sie besteht häufig aus einer senkrecht stehenden schwarzen Tafel.

2.3 Phantomlicht

Unter Phantomlicht versteht man über die Signalleuchte reflektiertes Sonnenlicht, welches den visuellen Eindruck erzeugt, als ob die Leuchte eingeschaltet ist. Dadurch entsteht ein falsches Signal.

2.4 Sonnenlichtblende

Zur Minimierung von Phantomlicht wird über die Lichtaustrittsfläche eine Blende (EN 12368 [4]: Schute) montiert, die das in die Leuchte eingestrahlte Sonnenlicht reduziert. Die Blende schränkt die Lichtabstrahlung nach oben ein.

2.5 Signalbild

Bei Lichtsignalanlagen wird das Signalbild durch eine geometrische Anordnung der gezeigten Lichter gemäß Schifffahrtsstraßenordnung bzw. Schifffahrtspolizeiverordnung dargestellt, zum Beispiel: 2 rote Lichter übereinander.

2.6 Signaltafel

Mechanische Anordnung aus einer oder mehreren Signalleuchten und Kontrastblenden zur Darstellung aller benötigten Signalbilder.

2.7 Referenzachse

Die Referenzachse ist eine vom Hersteller festgelegte Achse für lichttechnische Messungen und die Ausrichtung der Signalleuchte unter Berücksichtigung der geographischen Verhältnisse der Wasserstraße. Bei Signalleuchten ist die Referenzachse mit einer ausgewählten Leuchtenachse gleichzusetzen (siehe auch: [5]).

2.8 Photometrische Lichtstärke

Die photometrische Lichtstärke ist die an realen Leuchten momentan messbare Lichtstärke. Sie beinhaltet nicht die visuelle Schwächung getakteter Lichter sowie Betriebsfaktoren, die die Lichtstärke absenken (z.B. durch Verschmutzung und Degradation). Das vorliegende Dokument beschreibt ausschließlich die photometrische Lichtstärke von Leuchten im Neuzustand (Auslieferungszustand).

2.9 Lichtstärkeverteilung

Die Lichtstärkeverteilung ist eine Funktion zur Beschreibung der Abhängigkeit der Lichtstärke von der Richtung. Bei Signalleuchten wird die Richtung durch zwei Winkel (X, Y) angegeben, die von der Referenzachse aus gemessen werden (siehe Abschnitt 6).

2.10 Iso-Candela-Linien

Iso-Candela-Linien sind eine zweidimensionale Darstellung einer Lichtstärkeverteilung. Die Darstellung erfolgt in einem Koordinatensystem (Iso-Candela-Diagramm) mit den Winkeln (X, Y). Die Lichtstärke wird in verschiedenen Stufen I_{Stufe} eingeteilt.

Die Iso-Candela-Linie "Iso-Minimalwerte" einer Stufe I_{Stufe} umschließt die Winkel-Bereiche, in denen die photometrische Lichtstärke den Stufenwert I_{Stufe} übersteigt.

Die Iso-Candela-Linie "Iso-Maximalwerte" einer Stufe I_{Stufe} umschließt die Winkel-Bereiche, in denen die photometrische Lichtstärke unterhalb des Stufenwertes I_{Stufe} bleibt.

3 Einordnung der Signalleuchten

Es sind drei Typen von Signalleuchten definiert, die sich im Wesentlichen durch die dargestellte Lichtstärke und deren Verteilung unterscheiden.

3.1 Typ SL1

Hohe Lichtstärke und große vertikale Streuwinkel.

Bevorzugte Verwendung an Seewasserstraßen für Zufahrtssignale, Vorsignale, Schleusensignale und Weichensignale.

3.2 Typ SL2

Hohe Lichtstärke und geringe vertikale Streuung.

Bevorzugte Verwendung für Einfahrtssignale an Schleusen, Richtungsweiser, Brückensignale an Binnenwasserstraßen, sowie Seewasserstraßen mit eingeschränkter Brückenhöhe für die Schifffahrt.

3.3 Typ SL3

Mittlere Lichtstärke und große Streuung.

Bevorzugte Verwendung für Ausfahrtssignale an Binnenschleusen, sowie für Lichtsignalanlagen der Sport- bzw. Freizeitschiffahrt.

4 Anforderungen an die Lichtfarben

Für die Lichtfarben gelten die Technischen Forderungen TFV-01 Farben von Feuern und Signallichtern.

5 Anforderungen an die Nachtabsenkung

Um Blendung zu vermeiden wird für den Nachtbetrieb die Lichtstärke abgesenkt. Die Nachtabsenkung kann in zwei oder drei Stufen erfolgen, wobei die dreistufige Ausführung empfohlen wird. Erfolgt die Nachtabsenkung durch Pulsweitenmodulation, muss die Frequenz mindestens 200 Hz betragen.

Die Schaltung erfolgt im Regelfall automatisch durch Messung der Umgebungshelligkeit (ausgedrückt durch die horizontale Beleuchtungsstärke). Die entsprechenden Intervalle und Schaltstufen sind aus Tabelle 1 und Tabelle 2 zu entnehmen. Alternativ wird die Helligkeitsstufe über Uhren oder manuell geschaltet.

Stufe	Faktor der Absenkung	Horizontale Beleuchtungsstärke E (Umgebungshelligkeit)
Tag	1 x	$E \geq 1000 \text{ lx}$
Dämmerung	0,2 - 0,3 x	$40 \text{ lx} \leq E < 1000 \text{ lx}$
Nacht	0,05 - 0,1 x	$E < 40 \text{ lx}$

Tabelle 1: Dreistufige Nachtabsenkung

Stufe	Faktor der Absenkung	Horizontale Beleuchtungsstärke E (Umgebungshelligkeit)
Tag	1 x	$E \geq 200 \text{ lx}$
Nacht	0,15 - 0,25 x	$E < 200 \text{ lx}$

Tabelle 2: Zweistufige Nachtabsenkung

6 Geometrie zur Beschreibung der Lichtstärkeverteilung

Die Winkel zur Beschreibung der Lichtstärkeverteilung werden gemessen von der Referenzachse der Leuchte [1] [2]. Der Winkel zur Achse in der horizontalen Ebene wird mit X, der Winkel in der vertikalen Ebene mit Y bezeichnet.

Die Richtungsangaben "Oben, Unten, Links, Rechts" erfolgen für einen Beobachter, der längs der Achse in Richtung der Abstrahlung blickt.

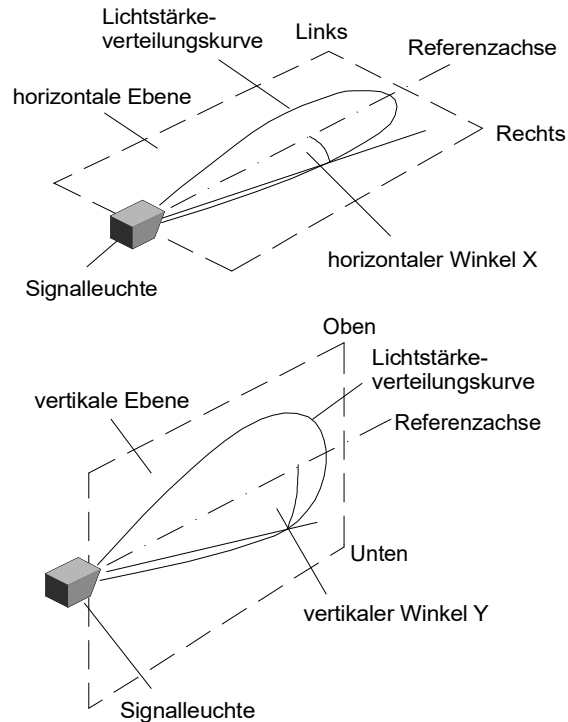


Abbildung 1: Winkel X und Y zur Referenzachse

7 Signalbilder und Lichtstärken

7.1 Typ SL1

Der Typ SL1 berücksichtigt große Augeshöhen und Beobachtungsabstände wie sie an Seewasserstraßen vorkommen. Aufgrund der vertikal symmetrischen Abstrahlung sollten die Leuchten ungefähr in halber Höhe zwischen kleinster und größter relevanter Augeshöhe montiert sein. Um die Abstrahlung nach oben sicherzustellen wird eine Sonnenlichtblende nicht installiert.

7.1.1 Signaltafel eines Einzelementes SL1

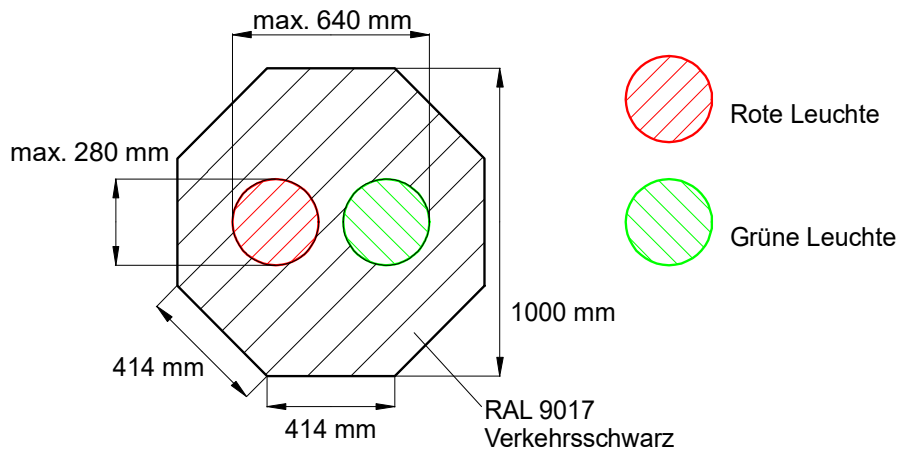


Abbildung 2: Signaltafel SL 1 für Einzelsignal

7.1.2 Vollständiges Lichtsignal (exemplarisch)

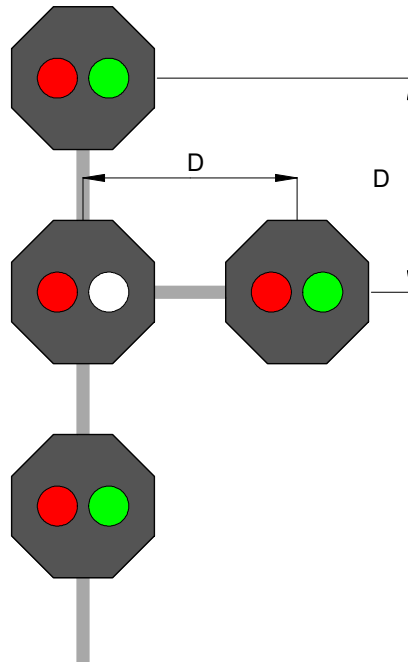


Abbildung 3: Vollständige Anordnung

Der Abstand D soll so gewählt werden, dass der Sehwinkel zwischen zwei Einzelleuchten im größten Beobachtungsabstand min. 4' (4 Bogenminuten = $1,16 \cdot 10^{-3}$ rad) beträgt. Mindestwerte sind in Tabelle 3 exemplarisch für ausgewählte Beobachtungsabstände dargestellt.

max. Beobachtungsabstand	D
2000 m	2,3 m
3000 m	3,5 m
4000 m	4,7 m
5000 m	5,8 m

Tabelle 3: Abstand der Einzelsignale

7.1.3 Anforderungen an die Lichtstärke

Folgende Lichtstärken sind im Tagbetrieb zu realisieren.

Lichtfarbe	Lichtstärke (Achse)	
	Bezugswert (100%)	Max.
Weiß	4 000 cd	6 000 cd
Rot	2 000 cd	3 000 cd
Grün	2 000 cd	3 000 cd

Tabelle 4: Achslichtstärke des Typs SL1

Der Maximalwert gilt für alle Richtungen. Die winkelabhängigen Minimalwerte sind in Abschnitt 9.1 dargestellt.

Der Leuchtentyp SL1 wird für bestimmte Anwendungen auch in horizontaler oder vertikaler Mehrfachanordnung verwendet. Informationen dazu sind in den Ergänzungen in Abschnitt 8.5 zu finden.

7.2 Typ SL2

Der Typ SL2 hat eine enge vertikale Streuung und strahlt für den Nahbereich definiertes Licht mit geringer Lichtstärke nach unten ab. Typische Anwendungen sind Schleuseneinfahrts- und Brückensignale im Binnenbereich. Die Leuchten sollten in Höhe der höchsten relevanten Augeshöhe montiert werden. Es sind Sonnenlichtblenden einzusetzen.

7.2.1 Signaltafel eines Einzelementes

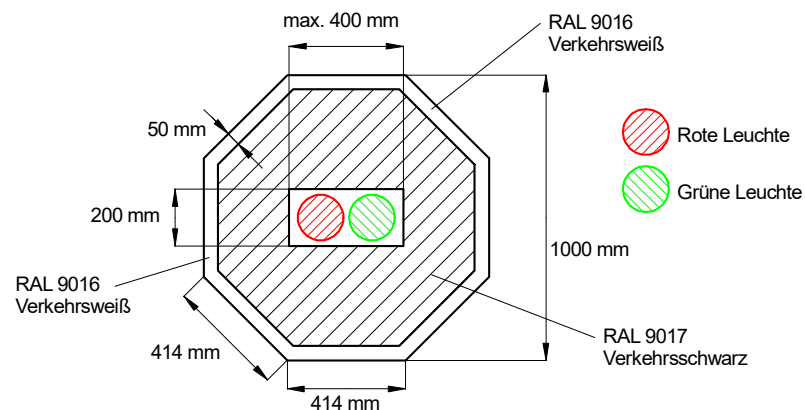


Abbildung 4: Einzelement einer Signaltafel für SL2

7.2.2 Vollständiges Lichtsignal (exemplarisch)

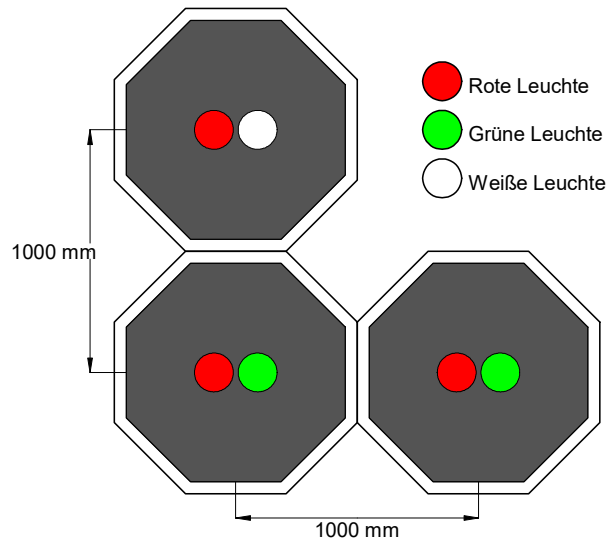


Abbildung 5: Vollständige Anordnung

7.2.3 Anforderungen an die Lichtstärke

Folgende Lichtstärken sind im Tagbetrieb zu realisieren.

Lichtfarbe	Lichtstärke (Achse)	
	Bezugswert, minimal	Bezugswert, maximal
Weiß	3 000 cd	6 000 cd
Rot	1 500 cd	3 000 cd
Grün	1 500 cd	3 000 cd

Tabelle 5: Achslichtstärken des Leuchtentyps SL2

Um Blendung im Nahbereich zu verhindern, sind für den Typ SL2 sowohl winkelabhängige Minimalwerte ("Iso-Minimalwerte", Abschnitt 9.2), als auch winkelabhängige Maximalwerte ("Iso-Maximalwerte", Abschnitt 9.3) definiert.

7.3 Typ SL3

Der Typ SL3 wird vorwiegend für Schleusenausfahrtssignale im Binnenbereich und Sportbootschleusen verwendet. Die Leuchten sollten, soweit möglich in Höhe der höchsten relevanten Augeshöhe montiert werden. Es sind nur die Lichtfarben Rot und Grün spezifiziert. Es sind Sonnenlichtblenden einzusetzen.

7.3.1 Signalbild

Das Signalbild kann geometrisch, sowohl senkrecht als auch waagrecht angeordnet werden.

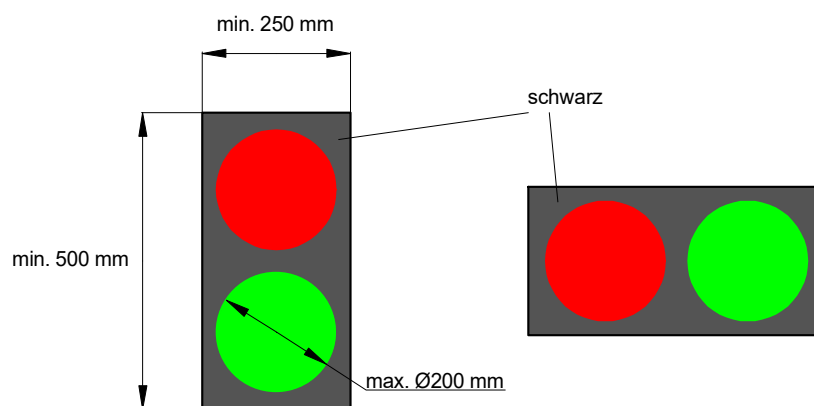


Abbildung 6: Mögliche geometrische Anordnung Typ SL3

7.3.2 Anforderungen an die Lichtstärke

Folgende Lichtstärken sind im Tagbetrieb zu realisieren.

Lichtfarbe	Lichtstärke (Achse)	
	Bezugswert, minimal	Bezugswert, maximal
Rot	200 cd	300 cd
Grün	200 cd	300 cd

Tabelle 6: Achslichtstärken des Leuchtentyps SL3

Der Maximalwert gilt für alle Richtungen. Die winkelabhängigen Minimalwerte sind in Abschnitt 9.4 dargestellt.

8 Ergänzungen

8.1 Dauerhaftigkeit der lichttechnischen Eigenschaften

Die spezifizierten lichttechnischen Eigenschaften gelten für den Neuzustand. Im Gebrauchszustand gelten die Leuchten bezogen auf die lichttechnischen Eigenschaften als fehlerfrei, wenn:

- der Lichtstrom mindestens 70% vom Neuzustand erreicht,
- die relative Lichtstärkeverteilung erhalten bleibt,
- die Lichtfarbe im zulässigen Bereich bleibt.

8.2 Erläuterung zu den farbabhängigen Lichtstärken

Für die Lichtfarben Rot und Grün gelten gleiche Spezifikationen. Weiß hat dem gegenüber die doppelte Lichtstärke. Durch die Sättigung von rotem und grünem Licht erscheinen diese kräftiger als gleich helles weißes Licht. Zur Harmonisierung des visuellen Eindruckes von Signalbildern, die aus weißen und bunten Einzellichtern bestehen, wird das weiße Licht doppelt so hell gemacht.

8.3 Berücksichtigung von Phantomlicht

Phantomlicht ist das scheinbare Leuchten eines Lichtsignals aufgrund von einfallender Sonnenstrahlung durch Reflexion des Sonnenlichtes im Leuchtengehäuse. Für die Leuchtentypen SL2 und SL3 sind zur Minimierung des Phantomlichtes Sonnenlichtblenden über

der Lichtaustrittsfläche der Einzelleuchten zu installieren. Für den Leuchtentyp SL3 gelten zusätzlich die Anforderungen zum Phantomlicht aus der Norm DIN EN 12368.

8.4 Hinweise zur Ausrichtung Typ SL 1

8.4.1 Horizontale Ausrichtung der Leuchten

Eine Einzelleuchte ist anwendbar, wenn der auszuleuchtende horizontale Sektor bis maximal 20° ($\pm 10^\circ$) beträgt. Die Leuchte ist so auszurichten, dass der Sektor, indem das Signal sichtbar sein soll, ausgeleuchtet wird. In Abbildung 7 sind die horizontalen Sektoren mit den jeweilig garantierten Lichtstärken im Verhältnis zur Achslichtstärke dargestellt.

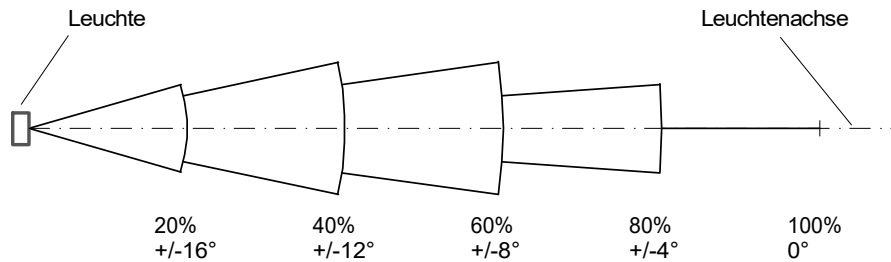


Abbildung 7: Horizontale Sektoren mit garantierter Lichtstärke, Draufsicht

8.4.2 Vertikale Ausrichtung der Leuchten

Es werden die nachstehenden vertikalen Sektoren mit den angegebenen Lichtstärken relativ bezogen auf die Achslichtstärke ausgeleuchtet (Abbildung 8).

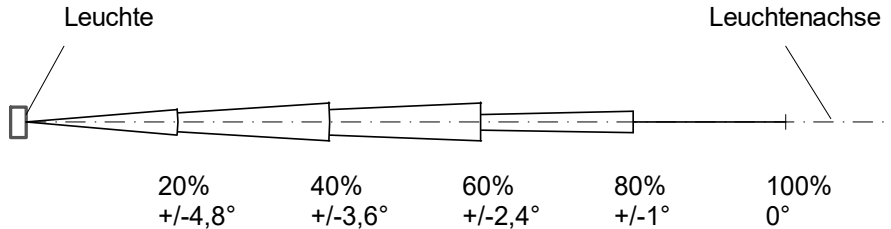


Abbildung 8: Vertikale Sektoren mit garantierter Lichtstärke, Seitenansicht

Die Leuchten sind durch geeignete Wahl der Montagehöhe und gegebenenfalls Neigung an die jeweilige lichttechnische Aufgabe anzupassen.

8.5 Mehrfachanordnung von Leuchten des Typs SL1

Für die Anwendungen „Vorsignale an Seeschleusen“ und „Weichensignale Nord-Ost-See-kanal“ können Mehrfachanordnungen des Leuchtentyps SL1 eingesetzt werden.

Die Mehrfachanordnungen sind erforderlich um:

- den horizontalen Abstrahlwinkel zu vergrößern,
- die Lichtstärke zu verdoppeln und
- eine Redundanz zu Erhöhung der technischen Verfügbarkeit darzustellen.

8.5.1 Vergrößerung des horizontalen Abstrahlwinkels

Grundsätzlich ist es möglich einen größeren Abstrahlwinkel durch die Nutzung von Leuchten, die eine breitere Verteilung besitzen, zu erreichen. Der technische Aufwand ist jedoch sehr hoch und macht in der Regel eine Sonderkonstruktion erforderlich.

Die Lösung einer Mehrfachanordnung von Leuchten des Typs SL1 hat dem gegenüber folgende Vorteile:

- marktübliche Leuchtengehäuse können verwendet werden,
- bei LED-Leuchten wird die thermische Belastung auf verschiedene Gehäuse verteilt,
- bei Defekt einer Leuchte in einer Mehrfachanordnung muss nur diese ausgetauscht werden,
- es muss nur ein Leuchtentyp als Ersatzteil vorgehalten werden.

Ein Beispiel zur Nutzung der Mehrfachanordnung zur Erweiterung des horizontalen Abstrahlwinkels auf 140° ist in Abbildung 9 dargestellt.

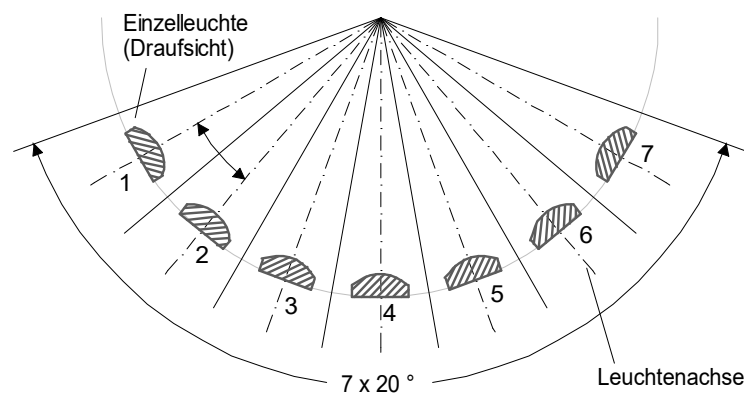


Abbildung 9: Mehrfachanordnung mit Abstrahlwinkel 140° , Draufsicht, exemplarisch

8.5.2 Vertikale Doppelanordnung

Zur Verdopplung der Lichtstärke bzw. Darstellung von Redundanz können zwei baugleiche Leuchten des Typs SL1 unmittelbar übereinandergesetzt werden. Für eine Anordnung gemäß Abschnitt 8.5.1 verwendet man das in Abbildung 10 dargestellte Einzelelement (exemplarisch für 2 und 4 Leuchten dargestellt).

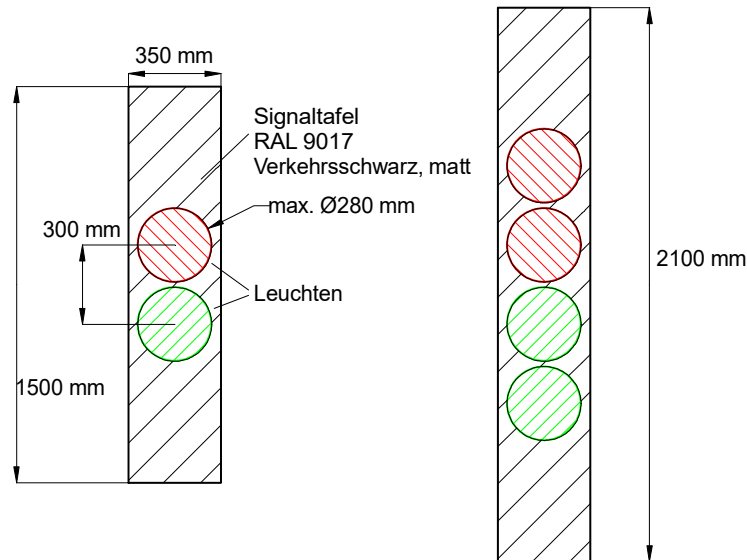


Abbildung 10: Einzelelemente einer Mehrfachanordnung

Eine vollständige Signalanlage ist in Abbildung 11 dargestellt. Zu beachten ist, dass durch eine geeignete Wahl des Abstandes D die Mehrfachanordnung sicher als ein einziges Signallicht des gesamten Signalbildes erkannt wird.

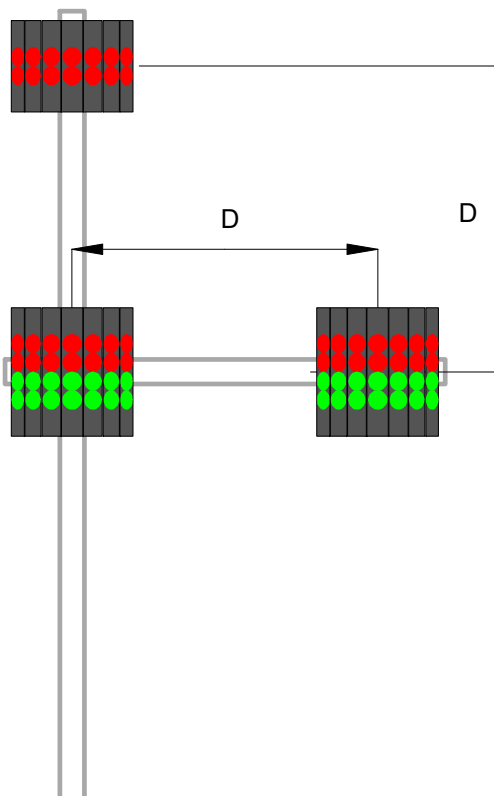


Abbildung 11: Vollständige Signalanlage in Mehrfachanordnung, exemplarisch

8.6 Abweichende Festlegungen

Aufgrund von lokalen Besonderheiten kann im Einzelfall festgestellt werden, dass die definierten Typen an Signalleuchten nicht ausreichend sind.

Die Feststellung dieses Sachverhaltes und die Festlegung der erforderlichen Lichtstärke, sowie deren räumlicher Verteilung sind durch eine Lichtstärkeberechnung gemäß TFV-03 nachzuweisen.

Bei der Berechnung sind alle relevanten Positionen, aus denen die Signale erkannt werden müssen, zu berücksichtigen.

Die Lichtsignale werden für den Tag mit folgenden Parametern ausgelegt.

- $E_{min} = 0,001 \text{ lx}$,
- $T_{M,B} = 0,6$,
- Betriebsfaktor 0,7
- minimaler Sehwinkel zwischen den Einzellichtern bei maximalem Nutzabstand mindesten 4 Winkelminuten (4').

Bei Bestandssignalen können Maßnahmen zur vollständigen oder teilweisen Anpassung an diesen Standard erforderlich werden. Hierüber wird im Einzelfall nach Beurteilung der Lichtverteilung und ggf. auch nach visueller Begutachtung der Anlage entschieden.

9 Lichtstärkeverteilungen

9.1 Typ SL1, "Iso-Minimalwerte"

Darstellung als Iso-Linien-Diagramm: In den umrahmten Winkelbereichen muss die angegebene relative Lichtstärke jeweils überschritten werden.

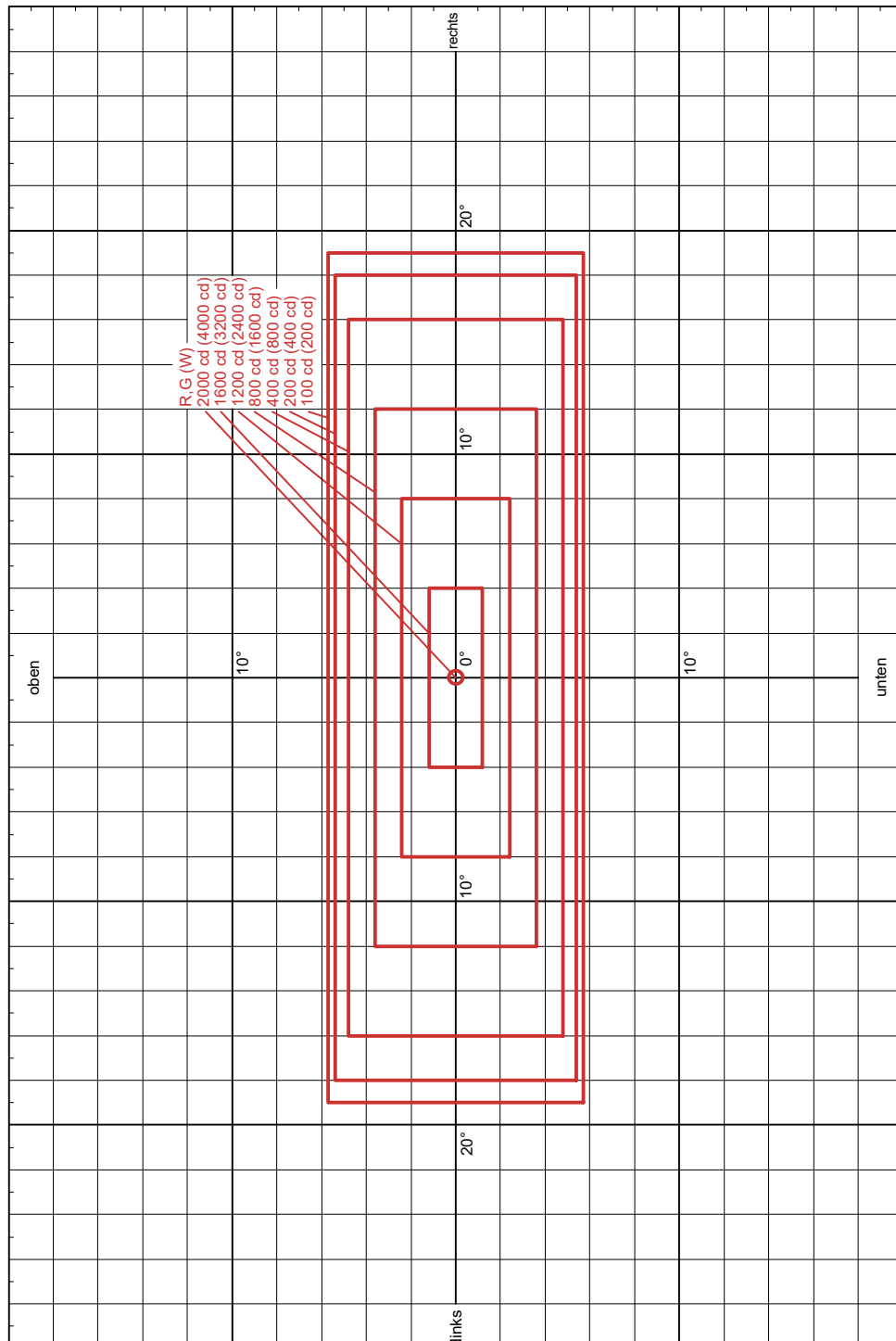


Abbildung 12: Typ SL1

9.2 Typ SL2, "Iso-Minimalwerte"

Darstellung als Iso-Linien-Diagramm: In den umrahmten Winkelbereichen wird die angegebene Lichtstärke jeweils überschritten.

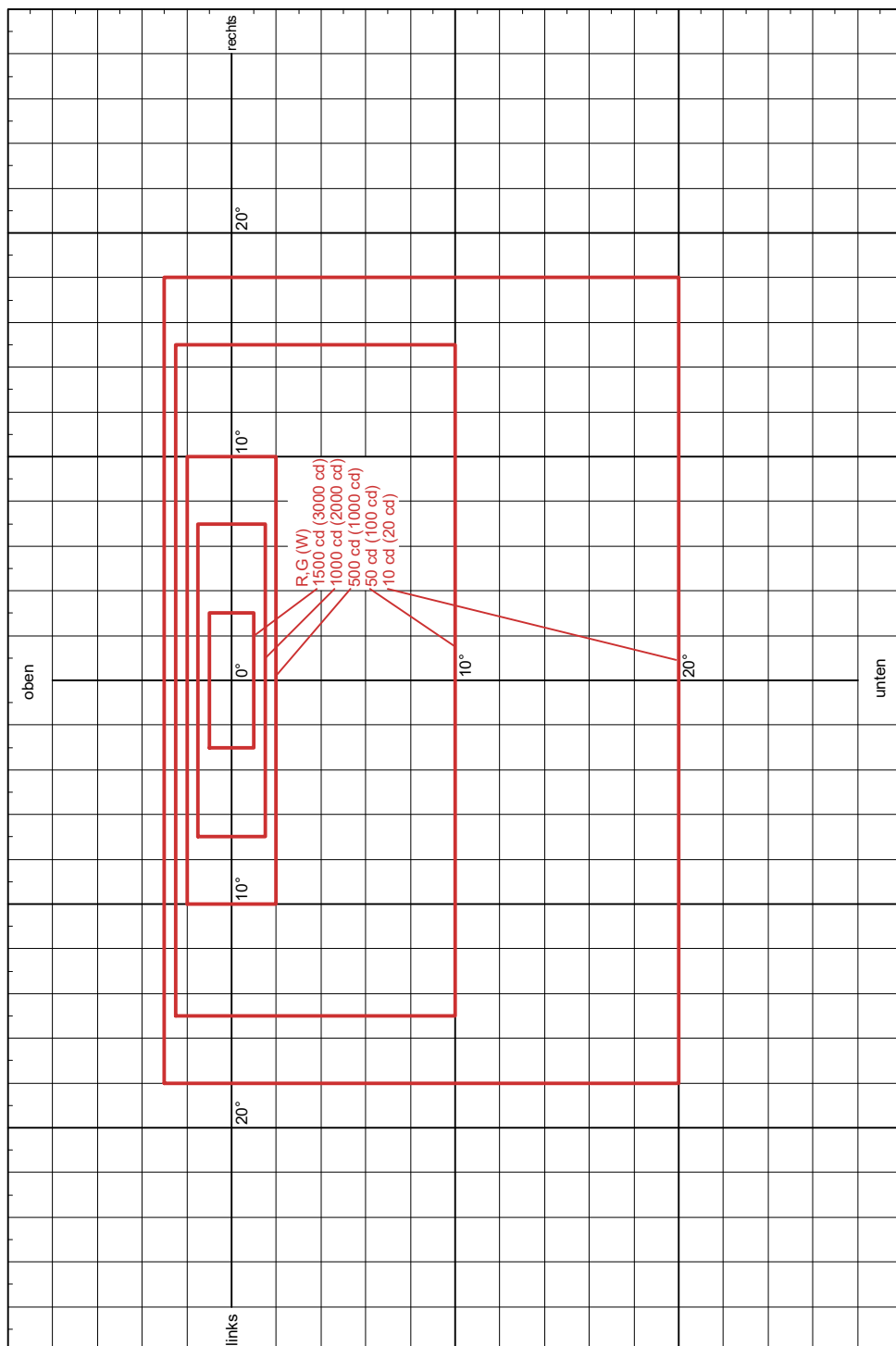


Abbildung 13: Minimalwerte Typ SL2

9.3 Typ SL2, "Iso-Maximalwerte"

Darstellung als Iso-Linien-Diagramm: In den umrahmten Winkelbereichen wird die angegebene Lichtstärke jeweils unterschritten. Außerhalb der umrahmten Bereiche darf die Lichtstärke 200 cd (Rot, Grün) bzw. 400 cd (Weiß) nicht überschreiten.

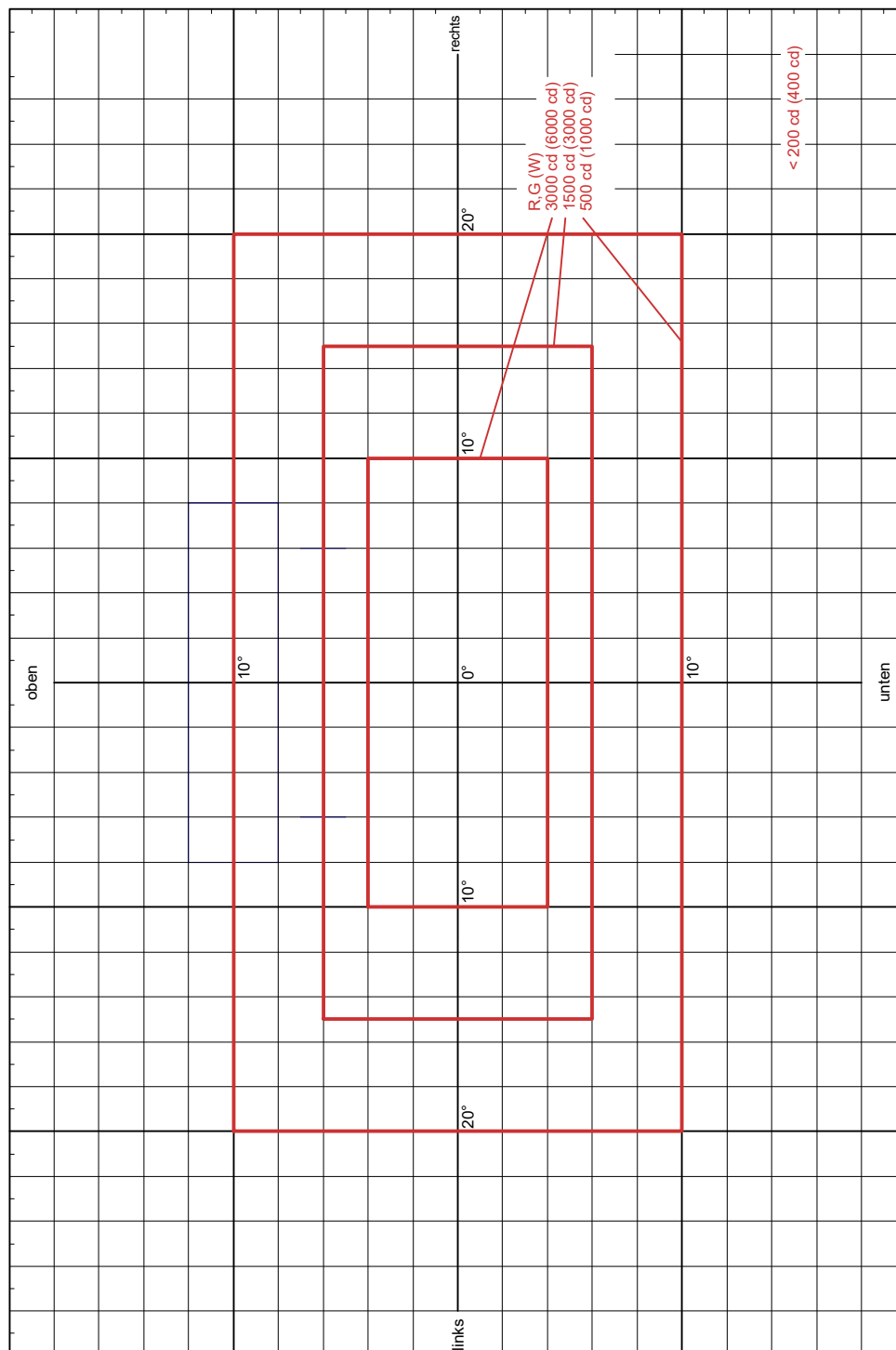


Abbildung 14: Maximalwerte Typ SL2

9.4 Typ SL3, Minimalwerte

Darstellung als Iso-Linien-Diagramm: In den umrahmten Winkelbereichen wird die angegebene Lichtstärke jeweils überschritten.

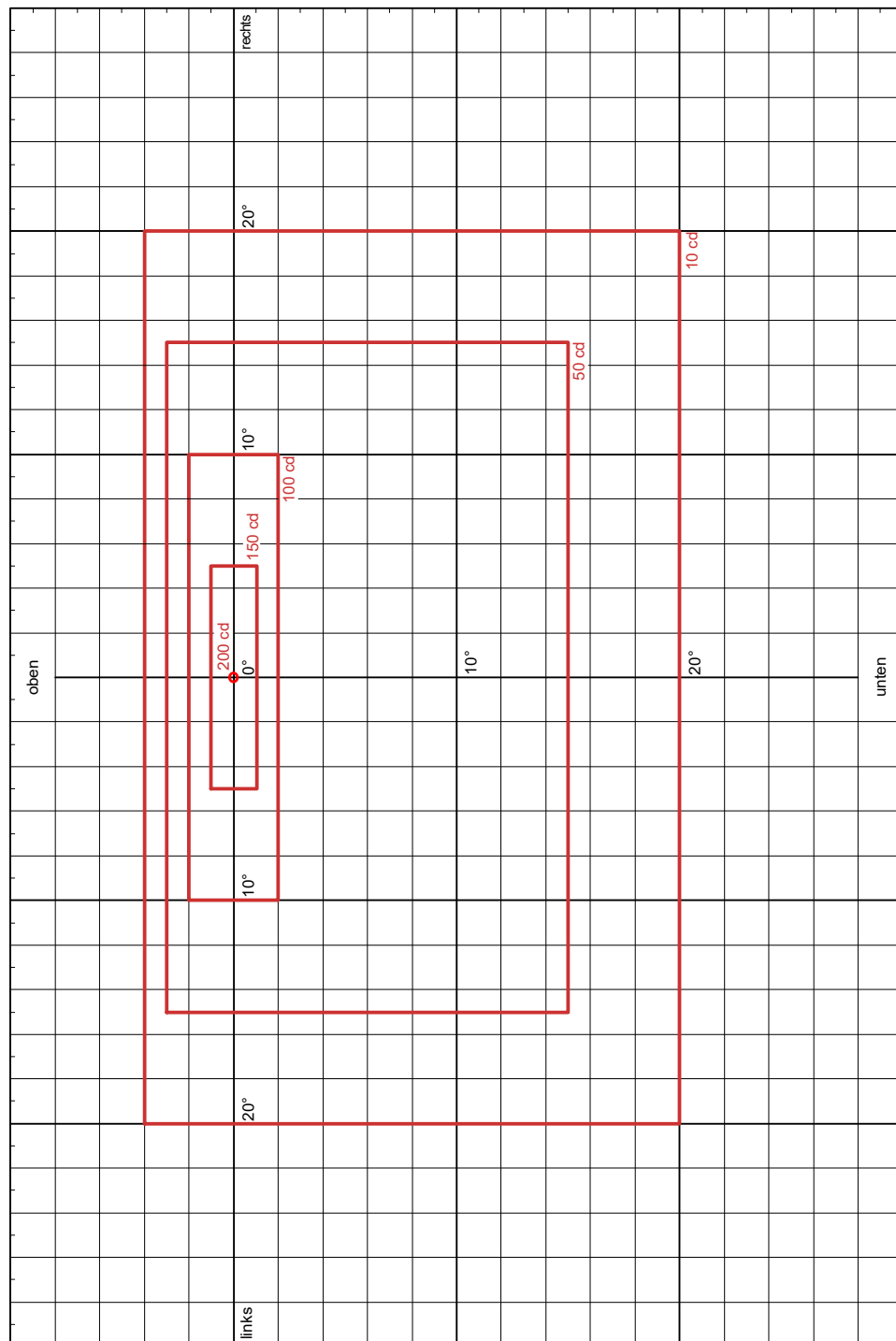


Abbildung 15: Minimalwerte TYP SL 3

10 Referenzen

- [1] IALA Recommendation E-200 On Marine Signal Lights
- [2] CIE Publication No 43 Photometry of Floodlights
- [3] TFV-01 Technische Forderungen, Visuell, Nr. 1, Farben von Feuern und Signallichtern
- [4] DIN EN 12368 Anlagen zur Verkehrssteuerung – Signalleuchten
- [5] DIN EN 13032-1 Licht- und Beleuchtung - Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten - Teil 1: Messung und Datenformat