



WSV.de

Wasserstraßen- und
Schifffahrtsverwaltung
des Bundes

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

TFV-10

**Lichtstärken von
Leuchttonnen im
See- und Binnenbereich sowie
Uferfeuern im Binnenbereich**

Version 2.0

Stand: 31.01.2023

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. 10 (TFV-10)

Lichtstärken von Leuchttönen im See- und Binnenbereich sowie Uferfeuern im Binnenbereich

Version	Datum	Geänderte Kapitel	Grund der Änderung
1.0	02.07.2012	-	Erstaufstellung als FVT-Standard
2.0	31.01.2023	Alle	Ergänzung und Überführung in Technische Forderungen der GDWS

INHALTSVERZEICHNIS

1	ALLGEMEINES	3
2	GEOMETRIE ZUR BESCHREIBUNG DER LICHTSTÄRKEVERTEILUNG	3
3	LICHTSTÄRKEVERTEILUNGEN	4
4	LICHTSTÄRKEKLASSEN	4
4.1	Klasse RL1 (10 / 20 cd).....	4
4.2	Klasse RL2 (40 / 120 cd).....	5
5	ERGÄNZENDE AUFLAGEN	5
5.1	Lichtfarbe	5
5.2	Prüfung	5
5.3	Dauerhaftigkeit der lichttechnischen Eigenschaften	5
6	BEMERKUNGEN (INFORMATIV)	5
6.1	Farbabhängige Nennlichtstärken	5
6.2	Visuell wirksame Betriebslichtstärke und Tragweiten	6
6.2.1	Nenntragweiten Klasse RL 1 (10 / 20 cd)	6
6.2.2	Tragweiten Klasse RL 1 (10 / 20 cd)	6
6.2.3	Nenntragweiten Klasse RL 2 (40 / 120 cd)	7
6.2.4	Tragweiten Klasse RL 2 (40 / 120 cd)	7
6.3	Einsatz von Blenden	7
7	REFERENZEN	8

1 Allgemeines

Das Dokument legt die Anforderungen an die Lichtstärke von Leuchttönen fest und wird auch für Uferfeuer im Binnenbereich angewandt. Es berücksichtigt die nautischen Vorgaben des Küsten- und Binnenbereiches.

Es setzt folgende Vorgaben um:

- IALA Guideline G1148 Determination of Required Luminous Intensity for Marine Signal Lights
- SIGNI European Code for Signs and Signals on Inland Waterways

Die Festlegungen gelten für:

- Leuchttönen
- Uferfeuer an Binnenwasserstraßen.

Sie gelten in der Regel nicht für fest gegründete Feuer im Seebereich. Ziel der Festlegungen ist die Standardisierung der Feuer für Küsten- und Innenaufgaben, sodass gleichwertige Leuchten WSV-weit verwendet werden können.

Die technischen Forderungen sind bei der Beschaffung von Leuchten anzuwenden.

2 Geometrie zur Beschreibung der Lichtstärkeverteilung

Die beschriebenen Leuchten sind Rundum-Leuchten, die zylindersymmetrisch zur vertikalen Achse aufgebaut sind. Die Winkel zur Beschreibung der Lichtstärkenverteilung werden von der horizontalen Bezugsebene aus gemessen (siehe CIE-Publikation [1]).

Es ist eine zusätzliche Referenzachse innerhalb der Referenzebene festzulegen. Deren Lage ist weitgehend willkürlich, sie muss aber zur Nachvollziehbarkeit von Messungen dokumentiert werden.

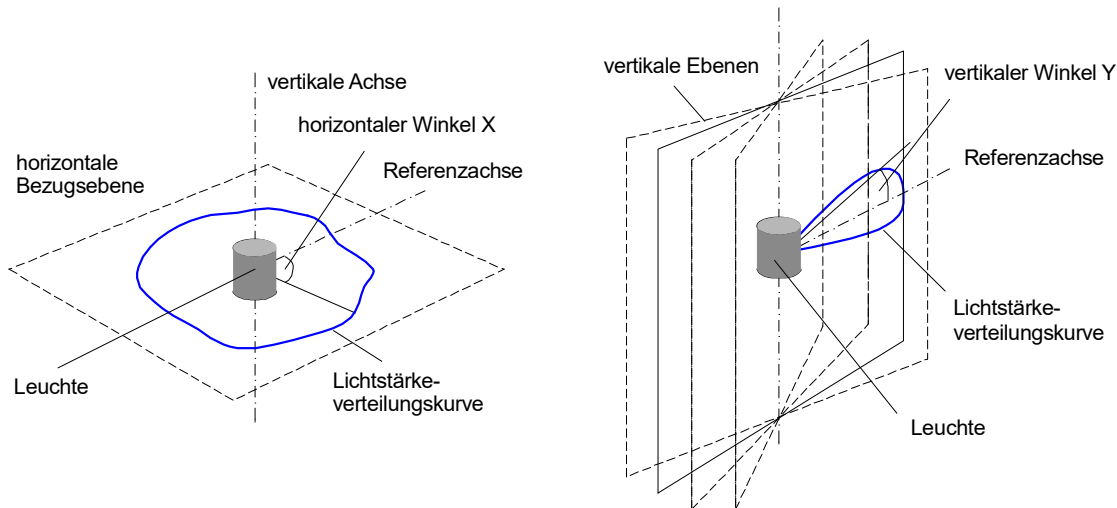


Abbildung 1: Verwendete Geometrie und Winkel

3 Lichtstärkeverteilungen

Für alle Winkel X bzw. in allen vertikalen Ebenen nach Abschnitt 2 muss die Lichtstärke über der Minimalverteilung $I_{min}(Y)$ und unter dem Maximalwert I_{max} liegen.

Die Minimalverteilung ist in Tabelle 1 definiert und in Abbildung 2 dargestellt.

Die Nennlichtstärke der Leuchte ist der horizontale Minimalwerte $I_{min}(Y)$ für den Winkel $Y = 0$.

Der Maximalwert I_{max} der Lichtstärke für alle Abstrahlwinkel beträgt $I_{max} = 1,5 * I_N$.

vertikaler Winkelbereich	Funktion
-5° bis +5°	$I_{min}(Y) = I_N - 0,1 * (Y /1^\circ)$
-10° bis -5° und +5° bis +10°	$I_{min}(Y) = 0,9 * I_N - 0,08 * I_N(Y /1^\circ)$
-15° bis -10° und +10° bis +15°	$I_{min}(Y) = 0,2 * I_N - 0,01 * I_N(Y /1^\circ)$
-30° bis -15° und +15° bis +30°	$I_{min}(Y) = 0,05 * I_N$

Tabelle 1: Mathematische Beschreibung der Minimalverteilung

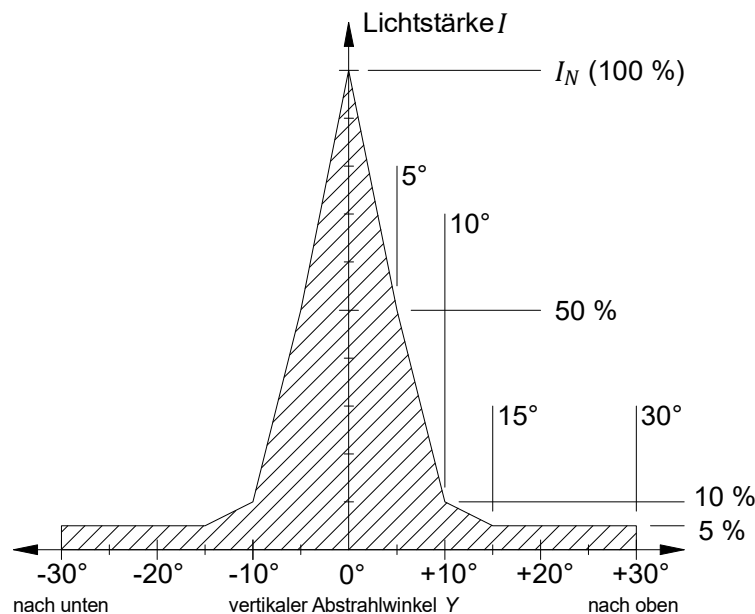


Abbildung 2: Minimalverteilung

4 Lichtstärkeklassen

Es werden 2 Lichtstärkeklassen mit unterschiedlichen Nennlichtstärken definiert.

4.1 Klasse RL1 (10 / 20 cd)

Diese Lichtstärkeklasse wird vorzugsweise bei kleinen Leuchttönen im Seebereich, sowie für Leuchttönen und Uferfeuer im Binnenbereich angewandt.

Lichtfarbe	I_N [cd]	I_{max} [cd]
Weiß	20	30
Grün, Rot, Gelb	10	15

Tabelle 2: Eckdaten der Klasse RL1

4.2 Klasse RL2 (40 / 120 cd)

Diese Lichtstärkeklasse wird vorzugsweise bei großen Leuchttönen im Seebereich angewandt.

Lichtfarbe	I_N [cd]	I_{max} [cd]
Weiß	120	180
Grün, Rot, Gelb	40	60

Tabelle 3: Eckdaten der Klasse RL2

5 Ergänzende Auflagen

5.1 Lichtfarbe

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

5.2 Prüfung

Für die Angaben der Lichtstärkeverteilung wird die photometrische Lichtstärke im Festfeuerbetrieb verwendet. Falls die Leuchte auch als Festfeuer mit Pulsweitenmodulation betrieben wird, so gelten alle genannten Lichtstärkewerte für den Mittelwert gemäß Talbot'schem Gesetz.

Durch eine geeignete Leucht konstruktion ist zu gewährleisten, dass im getaktetem Betrieb die momentane photometrische Lichtstärke der Hellzeiten die Anforderungen erfüllt. Bei Überlagerung von Taktung und Pulsweitenmodulation gelten die Forderungen für den Mittelwert der Lichtstärke in der Hellphase.

5.3 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:

- die Lichtstärke mindestens 70 % vom Neuzustand erreicht,
- die relative Lichtstärkeverteilung erhalten bleibt,
- die Lichtfarbe im zulässigen Bereich gemäß TFV-01 [3] bleibt.

6 Bemerkungen (informativ)

6.1 Farbabhängige Nennlichtstärken

Für die weiße Lichtfarbe werden deutlich höhere Lichtstärken gefordert als bei den bunten Leuchten. Dies ergibt sich aus den nautischen Bedeutungen der Farben.

Rot und Grün sind immer verbunden mit einer Seitenbezeichnung und in vielen Fällen alleine durch die Farbe selbsterklärend. Gelb kennzeichnet in der Regel Sondergebiete oder Stellen, an denen sich Schiffe mit verminderter Geschwindigkeit annähern.

Die weiße Lichtfarbe wird jedoch sowohl für die Bezeichnung von Zufahrten, als auch für Gefahrstellen verwendet. Die Unterscheidung, ob ein Fahrzeug auf das "weiße" Feuer zu fahren soll oder aufstoppen muss, wird alleine durch die Taktung angezeigt. Um die Erkennbarkeit der weißen, getakteten Befuerung zu optimieren, werden hierfür höhere Lichtstärken gefordert.

6.2 Visuell wirksame Betriebslichtstärke und Tragweiten

Die angegebenen Lichtstärken sind photometrische Lichtstärken im Neuzustand. Sie können bei der Prüfung von Leuchten zur Sicherstellung der lichttechnischen Qualitätsmerkmale unmittelbar zur Anwendung kommen.

Für die Berechnung von Tragweiten ist gemäß TFV-03 Tragweiten und Lichtstärken von Feuern und Signallichtern die effektive Betriebslichtstärke $I_{eff,B}$ zu verwenden.

Die effektive Betriebslichtstärke wird für die hier beschriebenen Leuchten berechnet mit:

$$I_{eff,B} = b * k * I_N$$

- b Betriebsfaktor (generell gilt $b = 0,75$)
 k Übertragungsgrad der Taktung
 I_N Nennlichtstärke gemäß Tabelle 2 und Tabelle 3

In der Regel gilt für den Übertragungsgrad $k = \frac{t_{min}}{t_{min} + t_c}$.

- t_{min} minimale Hellzeit der Taktung
 $t_c = 0,1s$ Zeitkonstante nach IALA Recommendation R0204(E200-4)

Nachstehend sind die Tragweiten der beschriebenen Leuchten zusammengestellt. Sie berücksichtigen die Taktungen aus TFV-09 und folgende Randbedingungen:

Nenntragweite gemäß TFV-03 für eine Schwellenbeleuchtungsstärke von

$$E_{min} = 2 * 10^{-7} lx \text{ und einem Sichtwert von } T_M = 0,7411$$

(entspricht praktischer meteorologischer Sichtweite von 10 M),

- Parametrische Tragweite für eine Schwellenbeleuchtungsstärke von

$$E_{min} = 2 * 10^{-7} lx \text{ und einem Sichtwert von } T_M = 0,5$$

(entspricht praktischer meteorologischer Sichtweite von 4,3 M).

Zur Beachtung:

Über viele Jahrzehnte wurde als Zeitkonstante t_c zur Berechnung der effektiven Lichtstärke der Wert 0,2 s verwendet. Seit Neuauftellung der entsprechenden IALA-Empfehlung in 2017 wird für die, in der WSV verwendeten Lichtfarben und dem Nachtbetrieb der Wert $t_c = 0,1 s$ genutzt. Aus diesem Grund weichen die Werte für die effektive Lichtstärke und den daraus abgeleiteten Tragweiten von älteren Publikationen ab.

6.2.1 Nenntragweiten Klasse RL 1 (10 / 20 cd)

$T_M = 0,7411$		Weiß	Grün / Rot / Gelb
	min. Hellzeit	$I_N = 20 cd$	$I_N = 10 cd$
Tragweite	0,3 s	5000 m	3880 m
	0,5 s	5190 m	4030 m
	1 s	5360 m	4170 m
	2 s	5440 m	4240 m

6.2.2 Tragweiten Klasse RL 1 (10 / 20 cd)

$T_M = 0,5$		Weiß	Grün / Rot / Gelb
	min. Hellzeit	$I_N = 20 cd$	$I_N = 10 cd$
Tragweite	0,3 s	3730 m	3020 m
	0,5 s	3850 m	3120 m
	1 s	3950 m	3210 m
	2 s	4000 m	3250 m

6.2.3 Nenntragweiten Klasse RL 2 (40 / 120 cd)

$T_M = 0,7411$		Weiß	Grün / Rot / Gelb
	min. Hellzeit	$I_N = 120 \text{ cd}$	$I_N = 40 \text{ cd}$
Tragweite	0,3 s	8930 m	6350 m
	0,5 s	9200 m	6570 m
	1 s	9430 m	6760 m
	2 s	9560 m	6860 m

6.2.4 Tragweiten Klasse RL 2 (40 / 120 cd)

$T_M = 0,5$		Weiß	Grün / Rot / Gelb
	min. Hellzeit	$I_N = 120 \text{ cd}$	$I_N = 40 \text{ cd}$
Tragweite	0,3 s	5990 m	4540 m
	0,5 s	6140 m	4670 m
	1 s	6260 m	4780 m
	2 s	6330 m	4840 m

6.3 Einsatz von Blenden

Beim Einsatz von Rundumleuchten gemäß TFV-10 für festgegründete Feuer am Ufer bzw. im ufernahen Bereich ist die Ausblendung von Sektoren grundsätzlich zulässig. Die Blenden können dazu verwendet werden, eine störende Lichtabstrahlung zur Landseite hin zu minimieren. Die geforderten Lichtstärken müssen aber über den zu bezeichnenden Wasserstraßenabschnitt gewährleistet bleiben.

Dies wird dadurch erreicht, dass die Blenden - ausgehend von dem Verlauf der Uferlinie - um mindestens den halben Leuchtendurchmesser zur Landseite zurückgesetzt werden. Exemplarisch ist dieses für einen geraden Uferverlauf in Abbildung 3 dargestellt. Zur Wasserstraße hin wird immer die volle Lichtstärke gezeigt. Es entstehen zur Landseite hin zwei Übergangsbereiche mit verminderter Lichtstärke sowie ein Sektor, indem die Leuchte vollständig ausgeblendet ist.

Bei der Anwendung von Rundumleuchten nach TFV-10 für festgegründete Feuer ist Nachstehendes zu beachten:

- Die Anwendung von mechanischen Blenden erzeugen bei Rundumleuchten in der Regel keine scharfen Sektorgrenzen.
Leuchten gemäß TFV-10 sind zur Nahbereichskennzeichnung (z. B. für Leitwerke) nicht geeignet, da sie nur eine geringe vertikale Streuung besitzen und eine Nahbereichskennzeichnung aufgrund der Berücksichtigung von schlechten Sichtbedingungen (Sichtwert und Hintergrundaufhellung) eine höhere Lichtstärke benötigen.

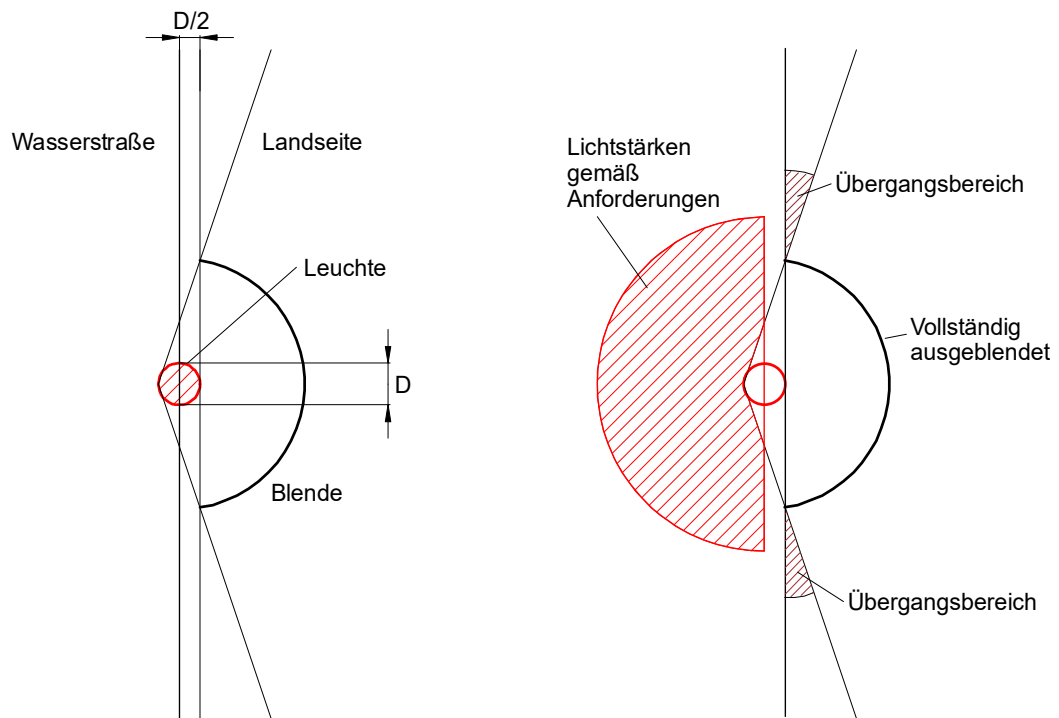


Abbildung 3: Anwendung von Blenden für Uferfeuer, Draufsicht, exemplarisch

7 Referenzen

- [1] CIE Publication No. 43 Photometry of Floodlights (www.cie.co.at)
- [2] IALA Guideline G1148 Determination of Required Luminous Intensity for Marine Signal Lights, Edition 1.0, December 2019 (www.iala-aism.org)
- [3] TFV-01 Lichtfarben von Feuern und Signallichtern, GDWS Unterabteilung Verkehrstechnik
- [4] TFV-03 Tragweiten und Lichtstärken von Feuern und Signallichtern, GDWS Unterabteilung Verkehrstechnik
- [5] IALA Recommendation R0204(E200-4) Marine Signal Lights - Determination and Calculation of Effective Intensity, Edition 2.0, December 2017