



Wasserstraßen- und  
Schifffahrtsverwaltung  
des Bundes

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

**TFV-09**

**Zeitmaße der Taktung 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](mailto:gdws@wsv.bund.de)

### **Technische Forderungen, Visuell, Nr. 9 (TFV-09)**

#### **Zeitmaße der Taktung von Leuchttönen im See- und Binnenbereich sowie Uferfeuern im Binnenbereich**

<b>Version</b>	<b>Datum</b>	<b>Geänderte Kapitel</b>	<b>Grund der Änderung</b>
-	24.11.1977	-	Einführung der Zeitmaße durch Erlass BW 25/52.20.05-4/117 VA 77
1.0	26.11.2009	-	Neuaufstellung als FVT-Standard
1.1	02.07.2012	1	Bemerkungen zum Leuchtmittel
2.0	31.01.2023	Alle	Überführung in Technische Forderungen der GDWS, Ergänzungen von Taktungen und zum Übertragungsgrad

#### INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>ALLGEMEINES</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>BEGRIFFE UND DARSTELLUNGEN</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>KENNUNGSTABELLE</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>ERGÄNZENDE TECHNISCHE AUFLAGEN</b> .....	<b>6</b>
4.1	Ein- und Ausschaltzeiten.....	6
4.2	Pulsweitenmodulation .....	6
4.3	Visuell wirksame Lichtstärke .....	7
<b>5</b>	<b>REFERENZEN</b> .....	<b>7</b>

# 1 Allgemeines

Das vorliegende Dokument legt die zulässigen Zeitmaße für die Taktung von Leuchttönen fest und wird auch für Uferfeuer im Binnenbereich angewandt. Es berücksichtigt die nautischen Vorgaben des Küsten- und Binnenbereiches, sodass gemäß TFV-09 beschaffte Leuchten WSV-weit einsetzbar sind.

Es setzt folgende Vorgaben um:

- IALA Recommendation R0110 Rhythmic Characters of Lights on Aids to Navigation [1]
- IALA Guideline 1116 Selection of Rhythmic Characters and Synchronisation of Lights for Aids to Navigation [2]
- SIGNI European Code for Signs and Signals on Inland Waterways [3]
- Bezeichnungsgrundsätze der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung

Die Festlegungen gelten für:

- Leuchttonnen,
- Uferfeuer an Binnenwasserstraßen.

Sie gelten in der Regel nicht für fest gegründete Feuer im Seebereich.

Ziel der Festlegung ist die Vereinheitlichung der Zeitmaße für Küsten- und Binnenaufgaben, sodass gleiche Leuchten bzw. Kennungsgeber WSV-weit verwendet werden können.

Die technischen Forderungen sind bei der Beschaffung von Leuchten anzuwenden.

# 2 Begriffe und Darstellungen

Die Taktung eines Feuers ist Bestandteil der Kennung. Die Kennung von Feuern wird dargestellt durch den nach IALA definierten Kennungstyp, die Lichtfarbe und die Wiederkehr der Taktfolge.

Häufig wird statt des Begriffes Taktung der Begriff Kennung verwendet (z. B. Leuchtfeuerverzeichnis). Davon wird hier kein Gebrauch gemacht.

Taktung: zeitliche Abfolge der Lichterscheinung eines getakteten Lichtes

Hellzeit: Zeitdauer einer in sich geschlossenen Lichterscheinung

Dunkelzeit: Zeitdauer zwischen Ende einer Hellzeit und Beginn der folgenden Hellzeit

Wiederkehr: Gesamtdauer der Hell- und Dunkelzeiten einer Taktfolge

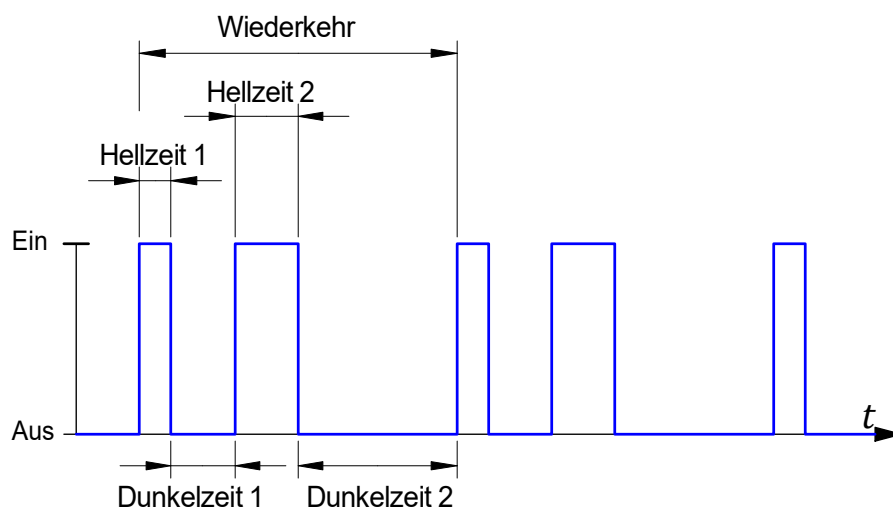


Abbildung 1: Zur Erläuterung der Begriffe

Die IALA Recommendation R0110 [1] definiert die zulässigen Kennungstypen (Tabelle 1). Da sowohl in den Seekarten, als auch in der Dokumentation marktüblicher Leuchten die englischen Bezeichnungen eingetragen sind, werden diese hier vorrangig genutzt. Gleiches gilt für die Lichtfarbe, die in der Regel mit der Taktung zusammen genannt wird.

<b>Begriff</b>	<b>Deutsche Abkürzung</b>	<b>Englische Bezeichnung</b>	<b>Englische Abkürzung</b>
<b>Kennungstyp</b>		<b>Class</b>	
Schnelles Funkel	SFkl.	<b>Very Quick</b>	<b>VQ</b>
Funkel	Fkl.	<b>Quick</b>	<b>Q</b>
Funkel unterbrochen	Fkl.unt.	<b>Interrupted Quick</b>	<b>IQ</b>
Blitz	Blz.	<b>Flash</b>	<b>FI</b>
Blink	Blk.	<b>Long Flash</b>	<b>LFI</b>
Gleichtakt	Glt.	<b>Isophase</b>	<b>Iso</b>
Unterbrochen	Ubr.	<b>Occulting</b>	<b>Oc</b>
Festfeuer	F.	<b>Fixed</b>	<b>F</b>
<b>Lichtfarbe</b>			
Weiß	w.	<b>White</b>	<b>W</b>
Rot	r.	<b>Red</b>	<b>R</b>
Grün	gr.	<b>Green</b>	<b>G</b>
Gelb	g.	<b>Yellow</b>	<b>Y</b>

Tabelle 1: Kennungstyp und Bezeichnung

Gruppenkennung:

Bei einer Gruppenkennung wird die Anzahl der Hellzeiten hinter der Abkürzung in runde Klammern gesetzt. Beispiele: VQ(3) für ein schnelles Funkel mit drei Hellzeiten und OC(2) für unterbrochene Kennung mit zwei Hellzeiten.

Darstellung des Zeitverlaufs:

Der Zeitverlauf einer Taktfolge wird durch eine Zahlenfolge dargestellt, welche die einzelnen Hell- und Dunkelzeiten in Sekunden beinhaltet. Die Zeitangaben werden durch ein Plus-Zeichen ("+") verbunden. Die Hellzeiten werden durch nicht geklammerte Werte und die Dunkelzeiten durch rund geklammerte Werte unterschieden.

Bei Gruppenkennung kann die mehrfach wiederholte Gruppe in eckige Klammern gesetzt werden. Die Anzahl der Wiederholungen wird mit einem Multiplikationszeichen ("x") vor die eckigen Klammern gesetzt.

Typ	Wiederkehr	Taktfolge	Deutsche Bezeichnung
Q	1 s	0,5 + (0,5)	Fkl. 1 s
Oc	5 s	4,0 + (1,0)	Ubr. 5 s
FI(3)	12 s	1 + (2) + 1 + (2) + 1 + (5)	Blz. 12 s
FI(3)	12 s	3 x [1+(2)] + (3) (alternative Darstellung)	Blz. 12 s

Tabelle 2: Beispiele zur Taktfolge

### 3 Kennungstabelle

Bezeichnung	Wiederkehr [s]	Verlauf (s)	Bevorzugte Anwendung <sup>(1)</sup>		k <sup>(2)</sup>
			Farbe <sup>(1)</sup>	Beschreibung	
VQ	0,6	0,3 + (0,3)	W	Nord-Kardinal [1]	0,75
VQ(3)	5,0	3 x [ 0,3 + (0,3) ] + (3,2)	W	Ost-Kardinal [1]	0,75
VQ(6) + LFI	10,0	6 x [ 0,3 + (0,3) ] + 2,4 + (4,0)	W	Süd-Kardinal [1]	0,75
VQ(9)	10,0	9 x [ 0,3 + (0,3) ] + (4,6)	W	West-Kardinal [1]	0,75
Q(3)	10,0	3 x [ 0,5 + (0,5) ] + (7,0)	W	Ost-Kardinal [1]	0,83
Q(6) + LFI	15,0	6 x [ 0,5 + (0,5) ] + 3,0 + (6,0)	W	Süd-Kardinal [1]	0,83
Q(9)	15,0	9 x [ 0,5 + (0,5) ] + (6,0)	W	West-Kardinal [1]	0,83
IQ	13,0	9 x [ 0,5 + (0,5) ] + (4,0)	G, R	Lateral, Abzweigungen	0,83
FI	3,5	0,7 + (2,8)	G, R, Y	Lateral, Übergang (Fahrrinne) [3]	0,88
FI	4,0	1,0 + (3,0)	G, R	Lateral [1]	0,91
FI	5,5	0,7 + (4,8)	G, R	Uferfeuer (Lateral) [3]	0,88
FI(2)	5,0	2 x [ 0,7 + (0,7) ] + (2,2)	Y	Übergang (Fahrrinne)	0,88
FI(2)	9,0	2 x [ 1,0 + (2,0) ] + (3,0)	G, R, W, Y	Einzelgefahr, Lateral, Sonderzeichen	0,91
FI(2+1)	15,0	1,0 + (1,0) + 1,0 + (3,0) + 1,0 + (8,0)	G, R	Abzweigung	0,91
FI(3)	12,0	3 x [ 1,0 + (2,0) ] + (3,0)	G, R, Y		0,91
FI(4)	7,8	4 x [ 0,7 + (0,7) ] + 2,2	Y	Übergang (Fahrrinne) [3]	0,88
FI(5)	20,0	5 x [ 1,0 + (2,0) ] + (5,0)		ODAS	0,91
LFI	5,0	2,0 + (3,0)	W	Mitte-Schiffahrtsweg [1]	0,95
Iso	4,0	2,0 + (2,0)	G, R, W	Mitte-Schiffahrtsweg [1] Liegeplätze [3]	0,95
Iso	5,0	2,5 + (2,5)	W, Y	Hindernis, Fahrrinne (Übergang) [3]	0,96
Iso	8,0	4,0 + (4,0)	W	Mitte-Schiffahrtsweg	0,98
Iso	10,0	5,0 + (5,0)		Mitte-Schiffahrtsweg	0,98
Oc	4,0	3,0 + (1,0)	W	Mitte-Schiffahrtsweg	0,97
Oc	5,0	4,0 + (1,0)			0,96
Oc(2)	9,0	2 x [ (1,0) + 2,0 ] + 3,0	G, R, Y	Lateral, Sonderzeichen	0,95
Oc(2)	12,0	2 x [ (1,0) + 2,0 ] + 6,0	G, R, Y	Lateral, Sonderzeichen	0,95
Oc(3)	12,0	3 x [ (1,0) + 2,0 ] + 3,0	G, R, Y	Lateral [1], Sonderzeichen	0,95
F		Festfeuer	W, Y		1

Tabelle 3: Liste erforderlicher Kennungen

Erläuterungen:

(1) Exemplarisch, nicht vollständig

(2) Übertragungsgrad gemäß TFV-03 [5] bezogen auf mittlere Lichtstärke gemäß 4.3

## 4 Ergänzende technische Auflagen

### 4.1 Ein- und Ausschaltzeiten

Es wird vorausgesetzt, dass die Leuchten mit schnell schaltenden Leuchtmitteln (Leuchtdioden) ausgerüstet sind, sodass die Schaltung für das Auge ohne wahrnehmbare Verzögerung erfolgt.

Im Zweifelsfall gilt folgende Festlegung:

Die Zeiten für An- und Ausschalten werden bezogen auf die Schwellen 10 % und 90 % der getakteten Lichterscheinung. Beide Werte dürfen nicht über 5 ms liegen ( $T_{an} \leq 5 \text{ ms}$  und  $T_{aus} \leq 5 \text{ ms}$ ). In der Dunkelphase darf maximal 0,1 % der Lichtstärke der Hellphase gezeigt werden. Die Hellzeit wird auf die Schwelle 50 % bezogen.

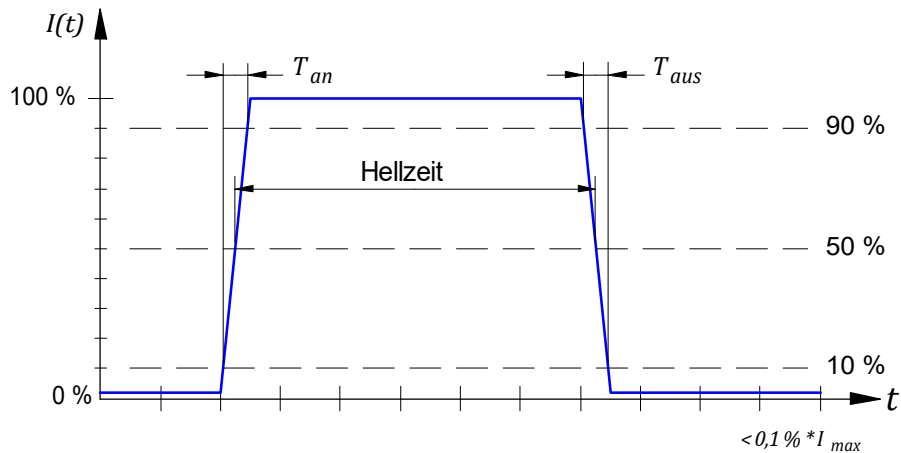


Abbildung 2: Ein- und Ausschaltvorgang

### 4.2 Pulsweitenmodulation

In der Regel werden Feuer in LED-Technik mit Pulsweitenmodulation (PWM) zur Einstellung der jeweiligen Lichtstärke betrieben, sodass sich Taktung und PWM überlagern.

In diesem Fall gelten folgende Festlegungen:

- Die Frequenz der Pulsweitenmodulation muss mindestens  $f \geq 120 \text{ Hz}$  betragen.
- Die Welligkeit in der Hellphase darf maximal 5 % betragen:  $\Delta I \leq 5\% * I_{max}$ .
- In der Dunkelphase muss die Lichtstärke kleiner als  $0,1\% * I_{max}$  sein.

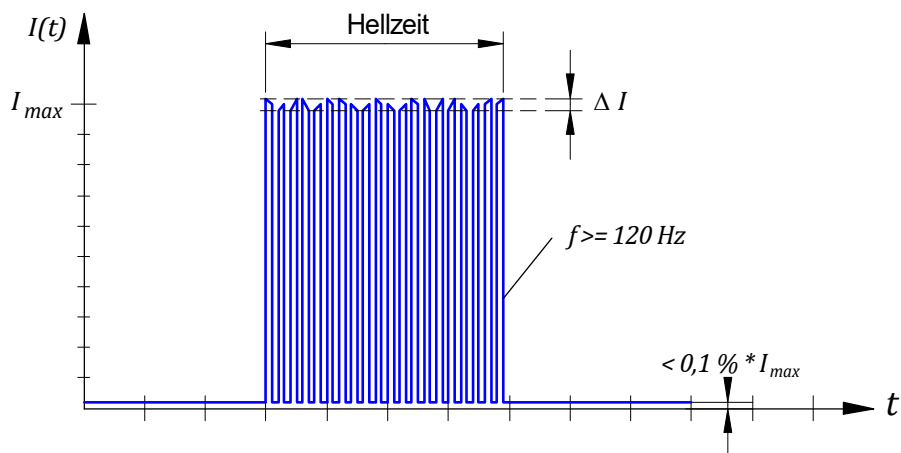


Abbildung 3: Pulsweitenmodulation

### 4.3 Visuell wirksame Lichtstärke

Die visuell wirksame Lichtstärke  $I_{eff}$  bzw. der Übertragungsgrad  $k = I_{eff}/I_{max}$  [5] eines getakteten Feuers wird mit dem Verfahren "Modified Allard" nach IALA Rec. R0204 [4] berechnet. Für getaktete Feuer gemäß Abschnitt 4.1 ergibt sich daraus ein vereinfachtes Berechnungsverfahren für den Übertragungsgrad:

$$k = \frac{T_{min}}{T_{min} + T_C}$$

mit  $T_{min}$ : kleinste Hellzeit der Taktung  
 $T_C$ : Zeitkonstante (fest:  $T_C = 0,1 s$ )

Überlagern sich Taktung und Pulsweitenmodulation wird das Berechnungsverfahren nach "Modified Allard" [4] außerordentlich aufwendig. Für Fälle gemäß Abschnitt 4.2 kann die Berechnung durch die nachfolgenden Schritte ebenfalls vereinfacht werden.

Schritt 1: Für die kürzeste Hellphase  $T_{min}$  wird die mittlere Lichtstärke über das Talbot'sche Gesetz berechnet.

Schritt 2: Die Berechnung der visuell wirksamen Lichtstärke erfolgt dann für ein getaktetes Feuer mit der mittleren Lichtstärke aus Schritt 1.

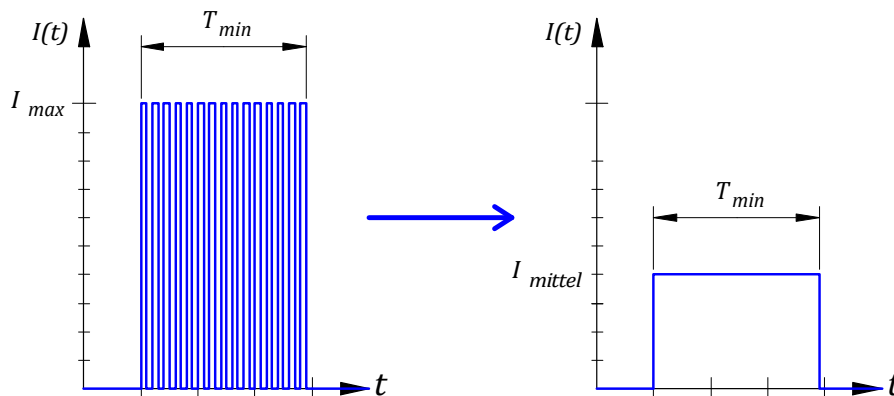


Abbildung 4: Anwendung des Talbot'schen Gesetzes

Talbot'sches Gesetz: 
$$I_{mittel} = \frac{1}{T_{min}} * \int_0^{T_{min}} I(t) dt$$

Visuell wirksame Lichtstärke: 
$$I_{eff} = \frac{T_{min}}{T_{min} + T_C} * I_{mittel}$$

## 5 Referenzen

- [1] IALA Recommendation R0110 - Rhythmic Characters of Lights on Aids to Navigation, Edition 5.0, June 2021 ([www.iala-aism.org](http://www.iala-aism.org))
- [2] IALA Guideline G1116 Selection of Rhythmic Characters and Synchronisation of Lights for Aids to Navigation, Edition 1.1, December 2016 ([www.iala-aism.org](http://www.iala-aism.org))
- [3] SIGNI European Code for Signs and Signals on Inland Waterways, Resolution No. 90, United Nations, Economic Commission for Europe, 2019
- [4] IALA Recommendation R0204 Marine Signal Lights - Determination and Calculation of Effective Intensity, Edition 2.1, December 2017 ([www.iala-aism.org](http://www.iala-aism.org))
- [5] TFFV-03 Tragweiten und Lichtstärken von Feuern und Signallichtern, GDWS