

# **Offshore Terminal Bremerhaven (OTB)**

## **Lichttechnische Grundgedanken**

### **für den Scopingtermin**

Auftraggeber: Bremenports GmbH & Co, KG  
Am Strom 2  
27568 Bremerhaven

Bearbeitet von: Dipl.-Ing. Ernst Brunken  
Brunken Lichttechnik  
Parkweg 5  
22113 Oststeinbek  
Tel. 040-7123734  
[ernst.brunken@brunken-light.com](mailto:ernst.brunken@brunken-light.com)  
[www.brunken-light.com](http://www.brunken-light.com)

Bestellung vom 6.1.2011

Gutachten Nr.: 2011.301 vom 18.1.2011

Berichtumfang: Insgesamt 19 Seiten, davon  
11 Seiten Anhang

## **Inhaltsverzeichnis**

1.	Aufgabenstellung .....	3
2.	Anforderungen an eine Hafenbeleuchtung.....	3
2.1	Arbeitstechnische Anforderungen .....	3
2.2	Anforderungen hinsichtlich Schifffahrt .....	4
2.3	Anforderungen aus dem BImSchG .....	4
2.4	Anforderungen in Hinblick auf das Schutzgut Tiere .....	5
3.	Lichtkonzept .....	5
4.	Vorläufige Lichtberechnung.....	6
5.	Zusammenfassung.....	6
6.	Verwendete Unterlagen.....	8
7.	Anhang.....	8

## **1. Aufgabenstellung**

Bremenports bereitet derzeit die Antragsunterlagen für den Bau und Betrieb eines neuen Offshore Terminals in Bremerhaven vor. Der geplante Terminal dient der Vormontage und Verladung von Windkraftanlagen.

Um die Umweltauswirkungen des geplanten Terminals abschätzen zu können, soll ein Lichtkonzept erstellt werden, das zum einen den Anforderungen für den Betrieb des Stückgut Terminals gerecht wird und zum anderen die negativen Auswirkungen auf die Schifffahrt und die Schutzgüter Mensch und Tier möglichst gering hält.

Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens wird ein mögliches Beleuchtungskonzept für den späteren Betrieb unter Beachtung der spezifischen technischen Anforderungen und der absehbaren Empfindlichkeiten entwickelt. Weiterhin erfolgt eine Abschätzung der sich bei Umsetzung dieses Konzeptes ergebenden Auswirkungen im Umfeld der geplanten Anlage.

## **2. Anforderungen an eine Hafenbeleuchtung**

Eine gute Hafenbeleuchtung erfordert arbeitstechnische sowie verschiedene umwelttechnische Anforderungen.

### **2.1 Arbeitstechnische Anforderungen**

Eine Hafenbeleuchtung hat zwei Grundforderungen auf dem Hafengelände zu erfüllen:

#### **1. Straßenbeleuchtung**

In der Dunkelheit muss eine Straßenbeleuchtung für die Versorgungswege zu den Schiffen sichergestellt werden.

#### **2. Arbeitsbeleuchtung**

Für den nächtlichen Betrieb auf dem Hafengelände ist eine Arbeitsbeleuchtung zu gewährleisten.

Die Anforderungen an die Beleuchtung auf dem Hafengelände sind in den technischen Regelwerken Arbeitsstätten Richtlinie ASR 3.4 vom 26.6.2009 [7] und der Europa Norm EN 12464-2:2007 [2] geregelt.

Für die allgemeine Hafenbeleuchtung sowie für die Straßenbeleuchtung der Verkehrswege sind bei einer zulässigen Geschwindigkeit von 30 km/h nach EN 12464-2:2007 20 Lux gefordert. Für besondere Arbeitsplätze sind höhere Beleuchtungsstärken entsprechend der Aufgabenstellung ausgeschrieben.

## **2.2 Anforderungen hinsichtlich Schifffahrt**

Die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) führt regelmäßig zweimal im Jahr eine visuelle Kontrolle der Wasserstraße durch, bei der störende Lichtimmission insbesondere in Hinblick auf deren Auswirkungen auf Seezeichen beurteilt wird. Hierbei spielen die Raumaufhellung und die Blendung eine Rolle, die visuell beurteilt werden.

In der VV (Verwaltungs-Vorschrift) des WSV 2401 Richtfeuer wird max. 0,1 Lux pro Leuchte an der Schifffahrtslinie als Raumaufhellung zugelassen [8]. Bis heute gibt es von der WSV keine darüber hinausgehende Richtlinie bezüglich einer detaillierten Blendungsbewertung.

Im Jahre 1979 wurde aber bereits von der WSV Bremerhaven bei dem Bau des neuen Container Terminals Süd in Bremerhaven eine Blendungsbegrenzung nach visuellen Betrachtungen festgelegt und umgesetzt. Der Container Terminal Bremerhaven hat keine störende Blendung hervorgerufen. Das konsequent durchgezogene Lichtkonzept hat sich dort in der Praxis 30 Jahre bewährt. Die für das Schutzgut Mensch in Kapitel 2.3 dargestellte Blendungsbegrenzung war damals noch nicht existent. Mit dieser Blendungsbewertungsmethode kann man heute in der Schifffahrt Vergleiche anstellen. So ist es möglich, Grenzen zu ziehen, wo eine gleichwertige Blendung wie am Container Terminal Bremerhaven entsteht.

Für Hafenbeleuchtungen empfiehlt die Fachstelle des WSV in Koblenz, möglichst gelbes Licht (SON) zu verwenden, um Verwechslungen mit den meist weißen Richtfeuern der Schifffahrtsstraßen zu vermeiden.

## **2.3 Anforderungen aus dem BImSchG**

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [3] dient dem Zweck, schädlichen Umwelteinwirkungen vorzubeugen (§1). Licht gehört gemäß § 3 Abs. 2 BImSchG zu den Immissionen und gem. § 3 Abs. 3 BImSchG zu den Emissionen i. S. dieses Gesetzes.

Für die Bewertung von Lichtimmission wurde am 10.5.2000 in Deutschland die Licht-Leitlinie des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI Licht-Leitlinie) [1] eingeführt. Sie beinhaltet Vorgaben zur einheitlichen Messung und Beurteilung der Wirkung von Lichtimmissionen für den Vollzug des BImSchG. Sie ist bei der Zulassung und Überwachung von Anlagen für die Prüfung, Messung sowie Beurteilung von Lichtimmissionen durch die zuständigen Behörden zu beachten.

Die LAI Licht – Leitlinie baut in Ihren wesentlichen Inhalten auf die Veröffentlichung der LiTG Publikation 12.2 vom September 1996 [6] auf. Ganz neu ist eine Überarbeitung dieser Publikation entstanden, die den Namen LiTG Publikation 12.3:2010 trägt, und im März 2011 veröffentlicht wird. Die in dieser Puplication dargestellten grundlegenden Erkenntnisse, werden auch in einer künftigen LAI Licht - Leitlinie erwartet. Vor dem Hintergrund, dass mit der Einführung der künftigen LAI Licht - Leitlinie bis zum Planfeststellungsbeschluss zu rechnen ist, sollen die hieraus erwachsenden Anforderungen bei der Beleuchtungsplanung für den Offshore Terminal Bremerhaven berücksichtigt werden.

Bei der LAI Licht - Leitlinie geht es um zwei verschiedene Bewertungskriterien:

1. Die Raumaufhellung gemessen in Lux stellt die Strahlung am Immissionsort (IO) dar.
2. Die Blendung ist die Störung, welche z.B. von einem Scheinwerfer ausgeht und am Immissionsort (IO) bei Dunkelheit zu sehen ist. Bewertet werden: Scheinwerferleuchtdichte, Umfeldleuchtdichte und Abstand zwischen dem Scheinwerfer und dem Immissionsort (durch Berechnung des Proportionalitätsfaktors  $k$ ).

## **2.4 Anforderungen in Hinblick auf das Schutzgut Tiere**

Die Frage nach der Einwirkung der Außenbeleuchtung auf das Verhalten nachtaktiver Insekten wurde von der deutschen Lichttechnischen Gesellschaft e.V. in der LiTG - Publikation Nr. 15:1997 [5] beschrieben. Die heute verfügbaren Lampen haben eine unterschiedliche spektrale Lichtverteilung und üben dadurch eine unterschiedliche Anziehungskraft auf nachtaktive Insekten aus.

Die Niederdruck Natriumdampflampe mit ihrem monochromatischen (einfarbig gelben) Licht weist die geringste Lockwirkung auf nachtaktive Insekten auf. Allerdings ist diese Lampe für die Beleuchtung eines Seehafens gemäß der EN 12464-2:2007 [2] nicht zugelassen, weil dieses Licht keine Farberkennung ermöglicht.

Das zweitbeste Ergebnis von allen Lampen erreicht die Hochdruck Natriumdampflampe, sie hat ebenfalls gelbes Licht und ermöglicht eine Farberkennung. Diese Lampe ist gemäß EN 12464-2:2007 [2] für die Beleuchtung eines Seehafens zugelassen. Außerdem kann mit dieser Lampe die Lichtimmission gegenüber der Nachbarschaft besser eingegrenzt werden, als es die Niederdruck Natriumdampflampe erlauben würde.

## **3. Lichtkonzept**

Der geplante Offshore-Terminal dient im Wesentlichen dazu, Bauteile von Windkraftanlagen vorzumontieren und zu verladen. Um die Vormontage und die Verladung der Großelemente nicht zu beeinträchtigen, muss die Mastanzahl auf dem Gelände soweit wie möglich reduziert werden. Die Anzahl an Masten kann nur dann niedrig gehalten werden, wenn die verbleibenden Masten eine ausreichende Höhe aufweisen. Bei Einsatz einer Lichtpunkthöhe ( $L_{ph}$ ) von 60 m reicht ein Mast im Bereich der eigentlichen Montage und Umschlagfläche aus. Vier weitere Maste  $L_{ph}$  60 m sind am Rande des Hafengeländes zusätzlich erforderlich.

Eine ganznächtige Straßenbeleuchtung bis zur Pier wird am Rande des Hafengeländes mit Lichtmasten  $L_{ph}$  8 m in einem Mastabstand von 30 m vorgesehen. An der Pier selbst wird dann die Straßenbeleuchtung durch die Hochmastbeleuchtung sichergestellt.

Eine zusätzliche Arbeitsbeleuchtung für punktuelle Aufgaben, z. B. das Zusammenschrauben der Rotorblätter, soll durch eine mobile Beleuchtungsanlage erfolgen. Mit

dieser Art der Beleuchtung lassen sich auch die höheren Anforderungen dieser Arbeitsplätze erfüllen.

#### **4. Vorläufige Lichtberechnung**

Eine vorläufige Lichtberechnung wurde mit dem Lichtberechnungsprogramm Calculux Version 7.5.0.1 [4] durchgeführt. Mit 5 Lichtmasten Lph 60 m kann mit diesem Konzept eine Grundversorgung mit 20 Lux bei einem Planungsfaktor von 0,65 auf dem Hafengelände und der Pierstraße bei einer zugelassenen Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h erreicht werden.

Die in der EN 12464-2:2007 aufgeführten Beleuchtungsstärken sind Mindestwerte, die vor einer Wartung erreicht werden müssen. Der Neuwert muss um den Planungsfaktor 0,65 höher sein. Am Container Terminal Bremerhaven wurde ein Planungsfaktor von 0,65 gemessen und für dieses Projekt übernommen.

Für die Blendungsbewertung ist grundsätzlich mit dem Neuwert zu rechnen. Außerdem wurde mit Hilfe der LAI Licht – Leitlinie die Blendung untersucht. Im Anhang 5 wurde der Proportionalitätsfaktor für die Immissionsorte IO Wasser und IO Land berechnet. Die Ausgangswerte wurden der Lichtberechnung im Anhang 2 entnommen und mit dem Planungsfaktor 0,65 auf die Neuwerte umgerechnet. In einem Abstand von rund 200 m kann eine Blendungsbegrenzung von  $k < 32$  erreicht werden. Dies entspricht der zulässigen Blendungsbegrenzung für ein Wohngebiet in der Zeit von 22 Uhr bis 6 Uhr. Zum Vergleich: Am Container Terminal Bremerhaven wird diese Grenze bereits nach 150 m erreicht. Da es bisher keine Probleme gegenüber der Schifffahrt mit der Beleuchtung am Container Terminal Bremerhaven gegeben hat, kann dies auch auf den Offshore Terminal Bremerhaven übertragen werden.

Die Raumaufhellung an der Schifffahrtslinie (Tonnengrenze) beträgt von der gesamten Beleuchtungsanlage mit 195 Scheinwerfern maximal 0,09 Lux bei einem Planungsfaktor 0,65 (siehe Lichtberechnung Anhang 2). Das würde einem Neuwert von 0,138 Lux entsprechen. Damit ist sicher nachgewiesen, dass ein einzelner Scheinwerfer nicht 0,1 Lux an der Schifffahrtslinie verursachen kann.

#### **5. Zusammenfassung**

Es wurde ein Lichtkonzept mit 5 Lichtmasten Lph 60 m mit Planflächenscheinwerfern 1 x SON-T 600 W aufgestellt. Ein Mast steht auf der Arbeitsfläche, alle anderen Maste stehen am Rand der Hafenfläche. Für die Straßenbeleuchtung und einige Randbereiche werden noch zusätzlich einige kleinere Maste Lph < 18 m benötigt. Damit können die Anforderungen an eine Hafenbeleuchtung mit 20 Lux erfüllt werden.

Es soll die Hochdruck Natriumdampflampe SON – T 600 W eingesetzt werden, da sie den nachfolgenden Kriterien gerecht wird:

1. Blendungsreduzierung
2. bevorzugte Lichtfarbe der WSV für einen Terminal

3. geringe Lockwirkung auf nachtaktive Insekten.

Die Lichtimmission hinsichtlich der Blendung hat eine ähnliche Größenordnung wie am Container Terminal Bremerhaven. Außerhalb einer Grenze von ca. 200 m rund um den Terminal wird ein Proportionalitätsfaktor  $k < 32$  erreicht (siehe Anhang 3).

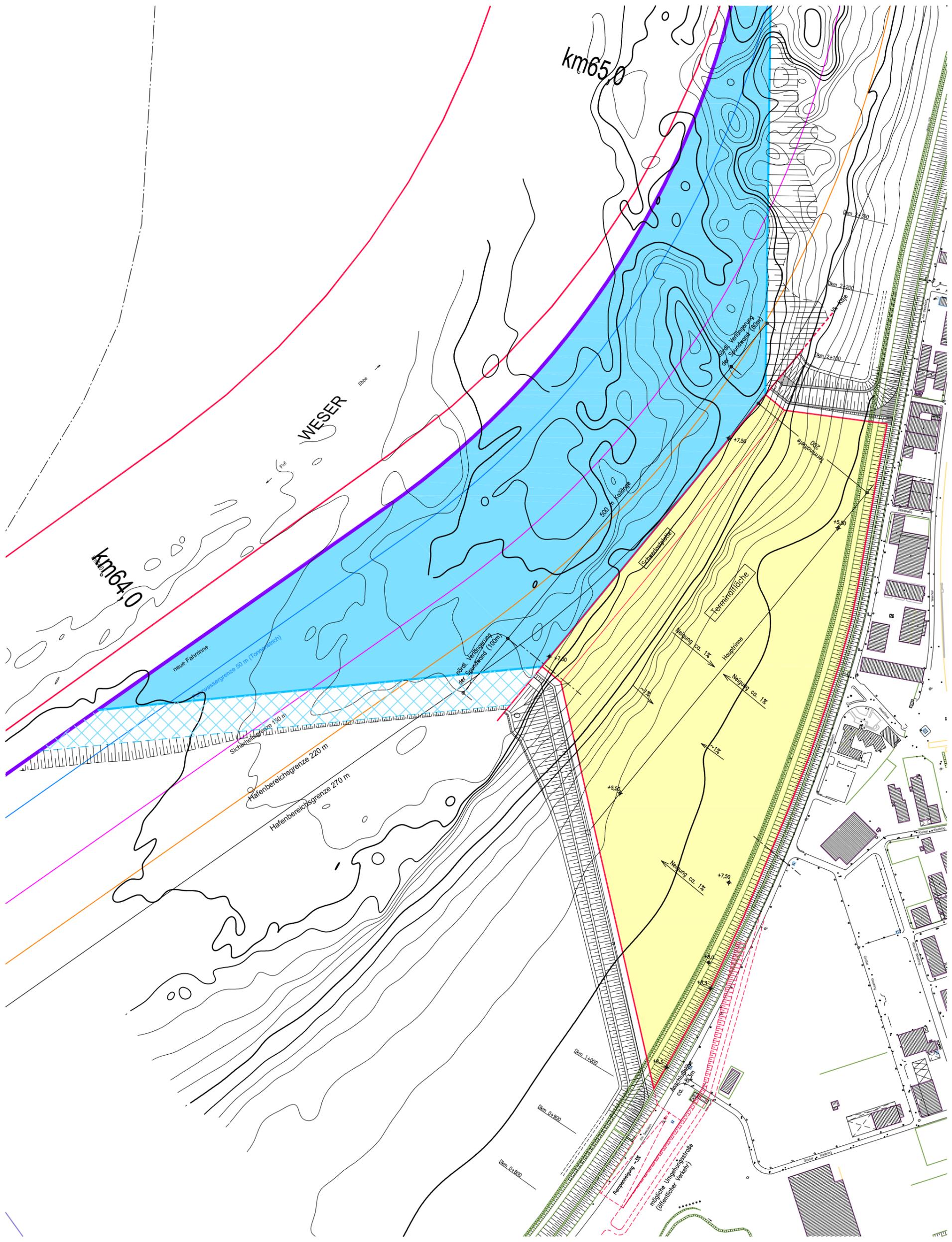
Die Anforderung der WSV bezüglich der Raumaufhellung E an der Schifffahrtslinie mit  $E < 0,1$  Lux von einem einzelnen Scheinwerfer wird erfüllt.

## 6. Verwendete Unterlagen

- [1] Schriftenreihe des LAI Hinweise zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen „Licht-Leitlinie“ vom 10.5.2000
- [2] Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 2: Arbeitsplätze im Freien EN 12464-2:2007 vom Oktober 2007
- [3] Bundes-Immissionsschutzgesetz BImSchG vom 26. September 2002, geändert durch das Gesetz vom 31. Juli 2010
- [4] Lichtberechnungsprogramm Calculux Version 7.5.0.1
- [5] Zur Einwirkung von Außenbeleuchtungsanlagen auf nachtaktive Insekten LiTG – Publikation Nr. 15:1997 von 1997
- [6] Messung und Beurteilung von künstlichen Lichtquellen LiTG – Publikation Nr. 12.2:1996 von 1996
- [7] Regeln für Arbeitsstätten ASR A3.4 Beleuchtung vom 26.6.2009
- [8] VV des WSV 2401 Richtfeuer vom 24.11.1984

## 7. Anhang

- Anhang 1 Lageplan des Bauvorhabens
- Anhang 2 Lichtberechnung
- Anhang 3 Lageplan mit eingezeichnetem Proportionalitätsfaktor  $k < 32$
- Anhang 4 Spektrum der Hochdruck Natriumdampf Lampe
- Anhang 5 Berechnung des Proportionalitätsfaktors  $k$



## Anhang 2

### Offshoreterminal Bremerhaven

Projektcode: 1. Untersuchung  
Datum: 17-01-2011  
Kunde: Bremenports GmbH & Co, KG  
Customer code: Am Strom 2  
Customer Representative: 27568 Bremerhaven

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Ernst Brunken

Die nachfolgenden Werte basieren auf exakten Berechnungen an kalibrierten Lampen, Leuchten und deren Anordnung. In der Praxis können graduelle Abweichungen auftreten auf Grund von mechanischen, geometrischen, elektrischen und lichttechnischen Toleranzen. Die Planungsunterlagen werden seitens Philips auf der Grundlage der Philips unentgeltlich durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellten Angaben erarbeitet. Philips ist nicht verpflichtet, die ihr überlassenen Angaben auf Ihre Vollständigkeit und Richtigkeit hin zu überprüfen. Insoweit übernimmt Philips keine Haftung. Dies gilt nur dann nicht, soweit Philips die Unvollständigkeit und Unrichtigkeit der Angaben bekannt bzw. grob fahrlässig unbekannt geblieben ist.

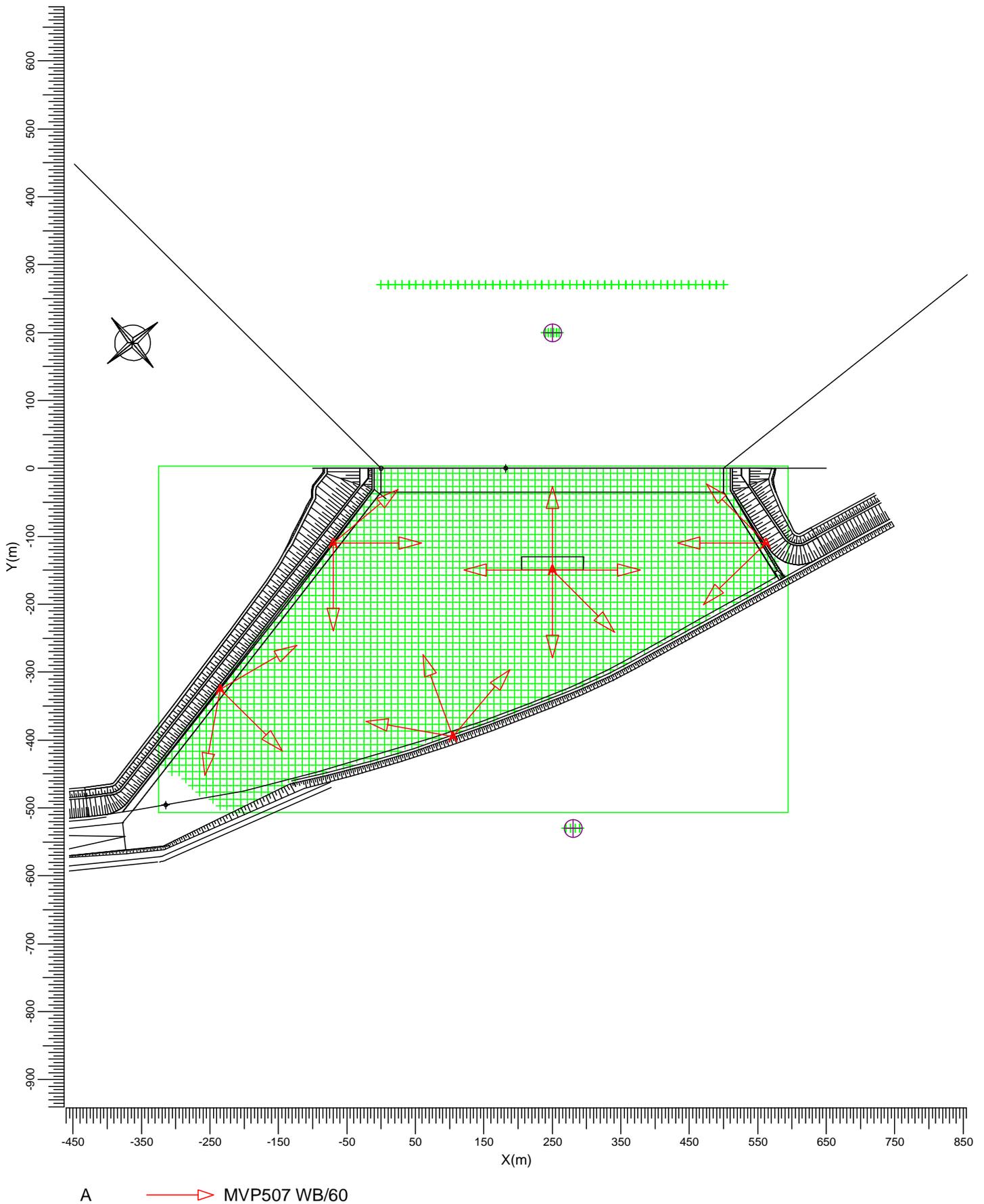
### Brunken Lichttechnik

Parkweg 5  
22113 Oststeinbek

Telefon: 040-7123734  
Fax: 040-7132559  
Mobil-Telefon: 0160-8419100  
E-Mail: ernst.brunken@brunken-light.com

# 1. Projekt - Ansichten

## 1.1 Ansicht von oben



Maßstab  
1:7500

## 2. Zusammenfassung

### 2.1 Allgemeine Information

Der Verminderungsfaktor für dieses Projekt ist 0.65.

### 2.2 Beobachter

Code	Beobachter	Position		
		X (m)	Y (m)	Z (m)
Aa	Wasser	250.00	200.00	2.00
Bb	Land	280.00	-530.00	2.00

### 2.3 Projektleuchten

Code	Anz.	Leuchtentyp	Lampentyp	System-Leistung (W)	Lichtstrom (lm)
A	195	MVP507 WB/60	1 * SON-TPP600W	647.0	1 * 90000

Die insgesamt installierte Leistung 126.17 kW

Leuchtenanzahl pro Anordnung

Anordnung	Leuchtencode/-Anzahl	Leistung (kW)
	A	
Punkt 1	55	35.59
Punkt 2	40	25.88
Punkt 3	40	25.88
Punkt 4	30	19.41
Punkt 5	30	19.41

### 2.4 Berechnungsergebnisse

Beleuchtungsstärke / Leuchtdichte:		Unit	Mitt	Min	Max	Min/Mitt	Min/Max
Berechnung	Typ						
Polygonales Raster	Beleuchtungsstärke auf der Fläche	lx	27.0	4.6	102.8	0.17	0.05
Raster Schifffahrtlinie	Vertikale Beleuchtungsstärke	lx	0.03	0.00	0.09	0.01	0.00
Raster IO Wasser	Vertikale Beleuchtungsstärke	lx	0.05	0.00	0.12	0.08	0.03
Raster IO Land	Vertikale Beleuchtungsstärke	lx	0.07	0.06	0.08	0.87	0.72

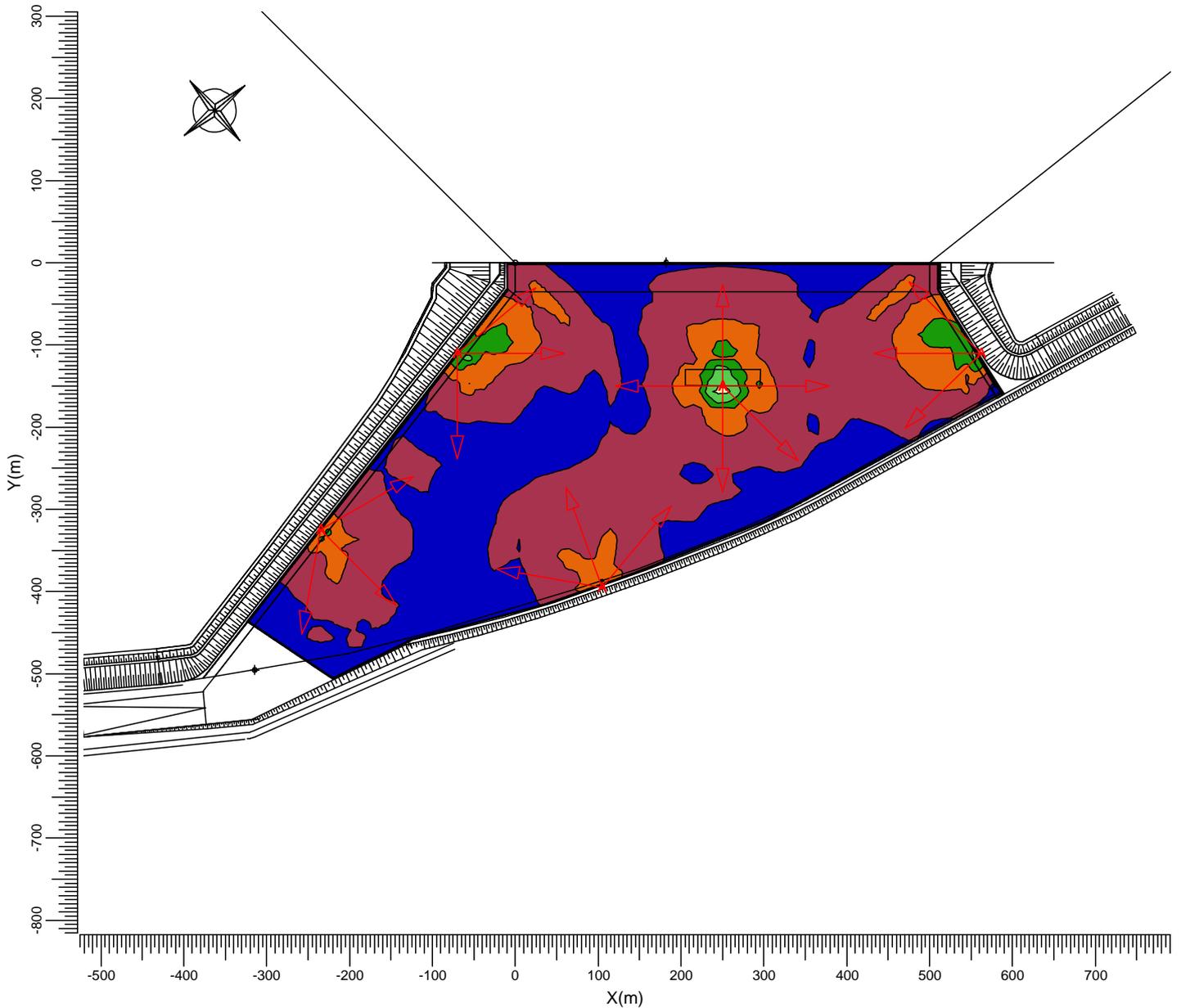
Lichtimmissionsberechnung:

Beobachter	Leuchte	Position			Ausrichtwinkel			Maximale Lichtstärke (cd)
		X (m)	Y (m)	Z (m)	Dreh.C	Neig.A	Neig.B	
Aa	A	562.00	-110.00	60.00	180.00	65.00	0.00	264
Bb	A	250.00	-150.00	60.00	-90.00	65.00	0.00	311

### 3. Berechnungsergebnisse

#### 3.1 Polygonales Raster: Isoflächen

Raster : Polygonales Raster auf Z = -0.00 m  
Berechnung : Beleuchtungsstärke auf der Fläche (lx)

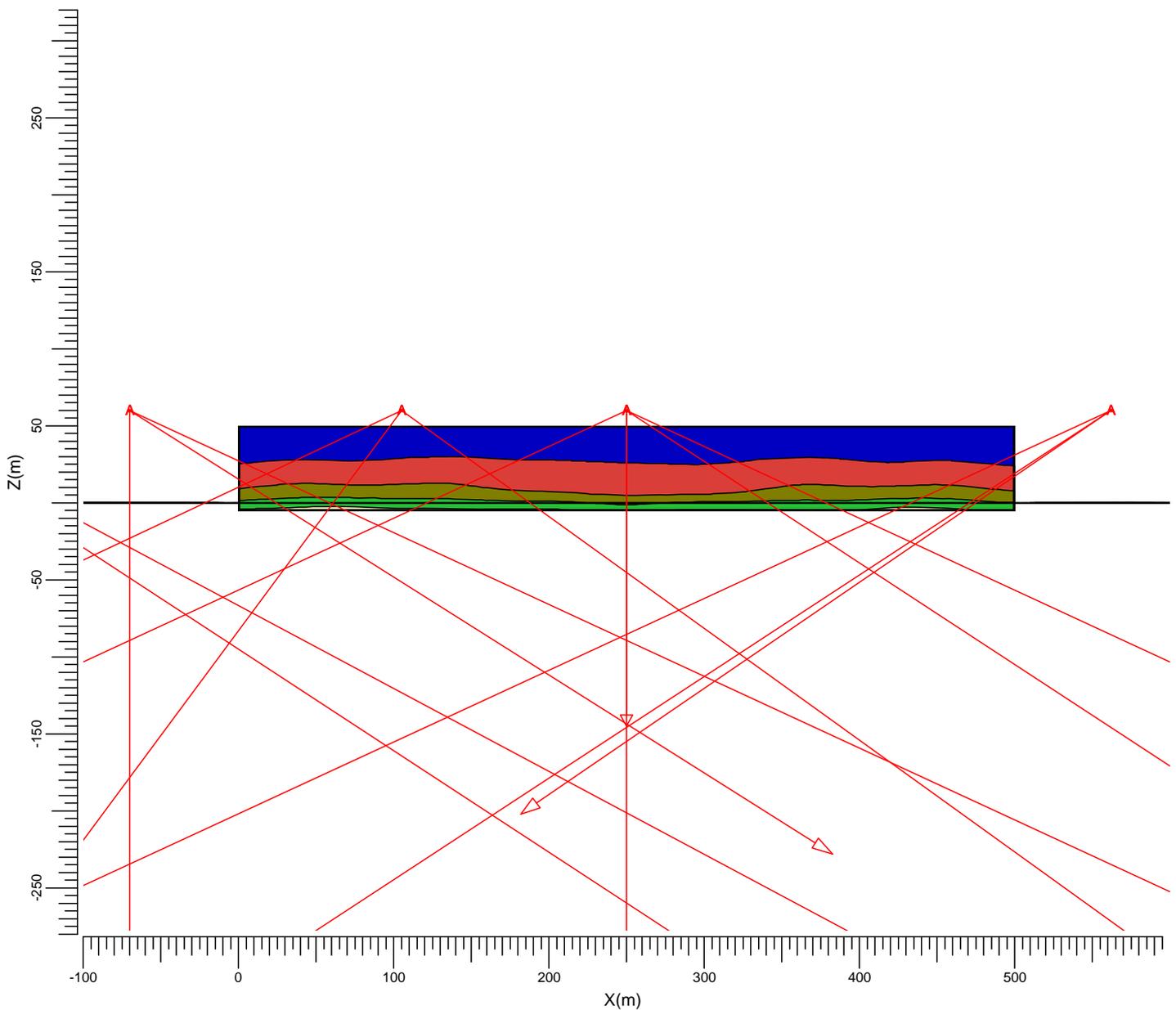


A MVP507 WB/60

Mittel	Minimum	Maximum	Min/Mittel (Uo)	Min/Max (Ud)	Verminderungsfaktor	Maßstab
27.0	4.6	102.8	0.17	0.05	0.65	1:7500

### 3.2 Raster Schiffahrtlinie: Isoflächen

Raster : Raster Schiffahrtlinie auf Y = 270.00 m  
 Berechnung : Vertikale Beleuchtungsstärke Richtung -Y (Ix)  
 Höhe über Raster : 0.00 m



A MVP507 WB/60

Mittel	Minimum	Maximum	Min/Mittel (Uo)	Min/Max (Ud)	Verminderungsfaktor	Maßstab
0.03	0.00	0.09	0.01	0.00	0.65	1:4000

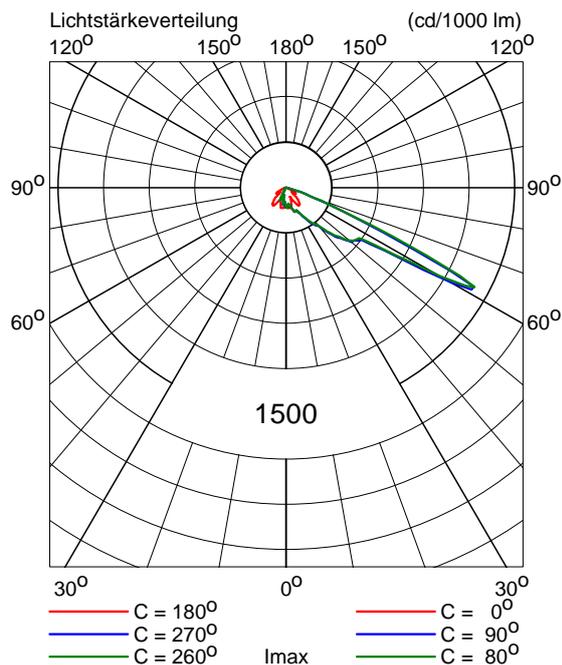
## 4. Leuchtendaten

### 4.1 Projektleuchten

OptiVision  
MVP507 1xSON-TPP600W WB/60



Leuchtenbetriebswirkungsgrade  
unterer Halbraum : 0.77  
oberer Halbraum : 0.00  
Total : 0.77  
Vorschaltgerät : Conventional  
Lampenlichtstrom : 90000 lm  
Anschlußleistung der Leuchte : 647.0 W  
Meßprotokollcode : LVMA114900



## 5. Installationsdaten

### 5.1 Legende

---

Projektleuchten:

Code	Anzahl	Leuchtentyp	Lampentyp	Lichtstrom (lm)
A	195	MVP507 WB/60	1 * SON-TPP600W	1 * 90000

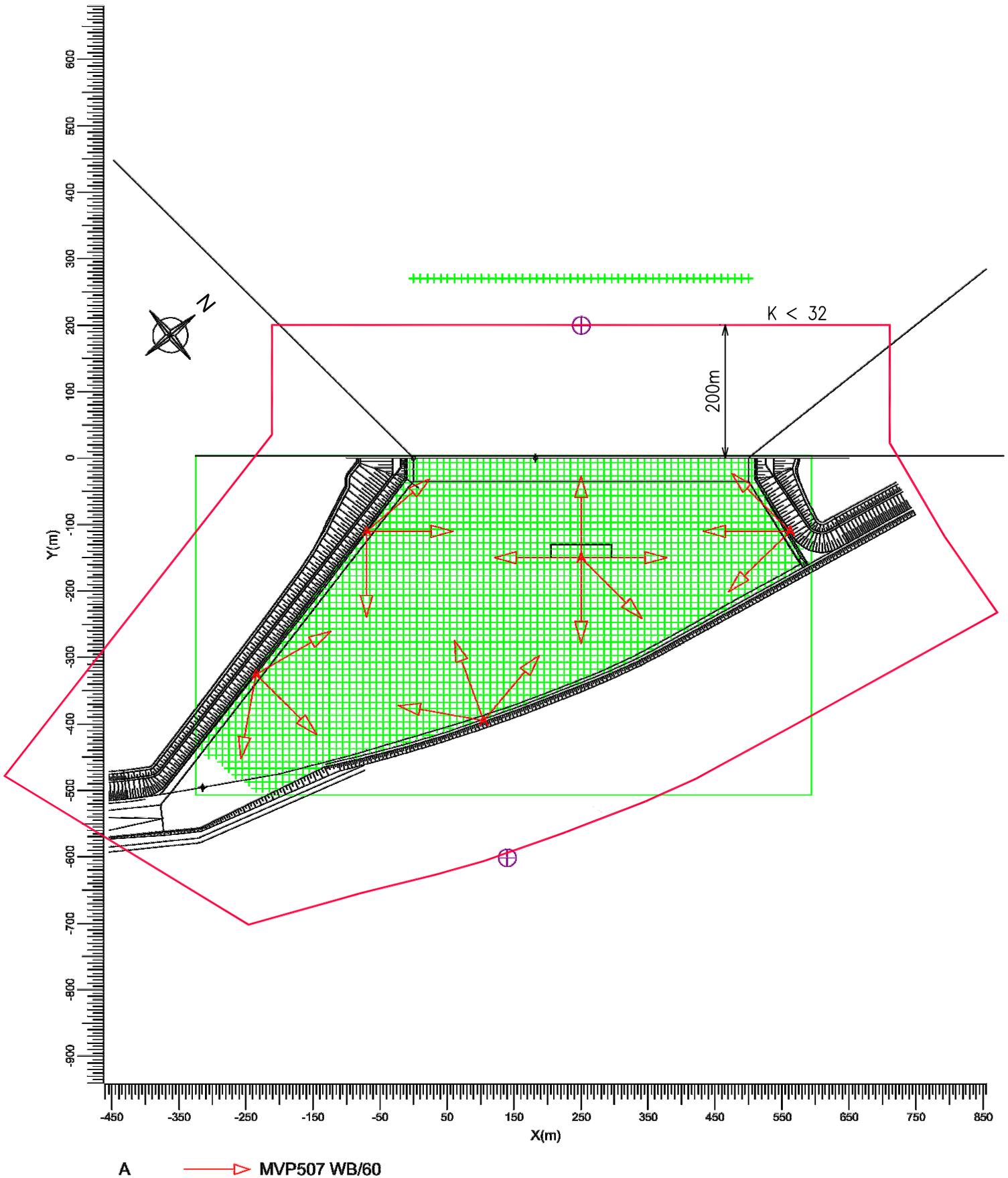
### 5.2 Leuchtenanordnung und Ausrichtung

---

Anz. * Code	Position			Ausrichtwinkel		
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Dreh.C	Neig.A	Neig.B
10 * A	-235.00	-325.00	60.00	-100.0	65.0	0.0
10 * A	-235.00	-325.00	60.00	-45.0	65.0	0.0
10 * A	-235.00	-325.00	60.00	30.0	65.0	0.0
10 * A	-70.00	-110.00	60.00	-90.0	65.0	0.0
20 * A	-70.00	-110.00	60.00	40.0	64.0	0.0
10 * A	-70.00	-110.00	60.00	0.0	65.0	0.0
10 * A	105.00	-395.00	60.00	170.0	65.0	0.0
10 * A	105.00	-395.00	60.00	110.0	65.0	0.0
10 * A	105.00	-395.00	60.00	50.0	65.0	0.0
5 * A	250.00	-150.00	60.00	-45.0	65.0	0.0
10 * A	250.00	-150.00	60.00	-90.0	65.0	0.0
10 * A	250.00	-150.00	60.00	180.0	65.0	0.0
20 * A	250.00	-150.00	60.00	90.0	64.0	0.0
10 * A	250.00	-150.00	60.00	0.0	65.0	0.0
10 * A	562.00	-110.00	60.00	-135.0	65.0	0.0
10 * A	562.00	-110.00	60.00	180.0	65.0	0.0
20 * A	562.00	-110.00	60.00	135.0	64.0	0.0

# 1. Projekt - Ansichten

## 1.1 Ansicht von oben





### Offshoreterminal Bremerhaven

#### Berechnung des Proportionalitätsfaktors k (k-Wert)

Beobachter			Installationsdaten						sichtbare Fläche			max. zulässige Werte			Berechnung			
Name	Höhe	Lu	Type	Imax	Lph	W1	W2	R	L	B	Fp	I-max	L-max	k	I	L	k	E-vert.
	(m)	(cd/qm)	(Name)	grad	(m)	(grad)	(grad)	(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(cd)	(cd/m <sup>2</sup> )		(cd)	(cd/m <sup>2</sup> )		
IO Wasser	2	0,1	MVP507	60	60	65	35	440	0,475	0,475	0,05	959	21032	32	406	8905	14	0,18
IO Land	2	0,1	MVP507	60	60	65	4	370	0,475	0,475	0,05	885	16225	32	478	8761	17	0,12

Name	Beobachter IO
Höhe	Höhe des IO
Lu	Umfeldleuchtdichte
Type	Scheinwerfertype
Imax	max. Bündelauslenkung des Scheinwerfers
Lph	Lichtpunkthöhe über dem Hafengelände
W1	Ausrichtung des Scheinwerfers vertikal
W2	Ausrichtung des Scheinwerfers zum IO horizontal
R	Distanz Scheinwerfer zum IO
L	Länge Lichtaustritt des Scheinwerfers
B	Breite Lichtaustritt des Scheinwerfers
Fp	sichtbare Lichtaustrittsöffnung für IO
I-max	maximal zulässige Lichtstärke Neuwert
L-max	maximal zulässige Leuchtdichte Neuwert
k	maximal zulässiger k-Wert Neuwert
I	berechnete Lichtstärke Neuwert
L	berechnete Leuchtdichte Neuwert
k	berechneter k -Wert Neuwert
E-vert.	berechnete vertikale Beleuchtungsstärke Neuwert