

Lichtimmissionsprognose für die F-Planänderung 10 b in Bremerhaven

Auftraggeber: Stadt Bremerhaven
über:
BIS Bremerhavener Gesellschaft
für Investitionsförderung und
Stadtentwicklung mbH
Am alten Hafen 118
27568 Bremerhaven

Bearbeitet von: Dipl.-Ing. Ernst Brunken
Brunken Lichttechnik
Parkweg 5
22113 Oststeinbek
Tel. 040-7123734

Bestellung vom 4.9.2012

Gutachten Nr.: 2012.502 vom 4.12.2012

Berichtumfang: Insgesamt 60 Seiten, davon
28 Seiten Anhang

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung	3
2. Einleitung	3
3. Untersuchungsraum	4
3.1 Vorhandene Nutzung (Ist-Zustand)	4
3.2 Geplante Nutzungen	6
3.3 Immissionsorte	7
4. Anlagenbeschreibung des neuen Gewerbegebietes	9
5. Grundlagen und technische Regelwerke	9
5.1 Technische Regelwerke	10
5.2 LAI Licht – Leitlinie	11
5.3 Blendung bei kleineren Raumwinkeln als 10^{-7} sr	17
6. Messgeräte	17
7. Untersuchung der Ist-Situation	18
7.1 Raumaufhellung der Ist-Situation	18
7.2 Psychologische Blendung der Ist-Situation	18
8. Untersuchung der zukünftigen Betriebsphase	20
8.1 Raumaufhellung	21
8.2 Psychologische Blendung	21
8.3 Biologische Betrachtung der Raumaufhellung	23
8.4 LED oder SON	24
8.5 Himmelaufhellung	24
9. Hinweise zu Außenbeleuchtungsanlagen und Insekten	24
10. Zusammenfassung	28
11. Verwendete Unterlagen	31
12. Anhang	32

1. Aufgabenstellung

Im Zuge der geplanten Vorhaben Offshore Terminal und Erschließung des Gewerbegebietes auf den Flächen des jetzigen Flugplatzes der Stadt Bremerhaven (F-Planänderung Nr. 10b und B-Plan Nr. 441 westlicher Fischereihafen) sollte eine übergeordnete lichttechnische Gesamtbetrachtung und Lichtimmissionsprognose bzgl. zukünftiger Gewerbegebiete, Sondergebiete sowie insbesondere angrenzender Wohngebiete und Naturschutzflächen des Kompensationspools Luneplate im Rahmen eines lichttechnischen Gutachtens erstellt werden. Ziel war die Ausarbeitung lichttechnischer Planungsvorschläge zur Bestimmung künftig zu erwartender Lichtimmissionen und größtmöglicher Minimierung umweltbelastender Auswirkungen auf die Schutzgüter Mensch und Tier.

2. Einleitung

Für den Bau und Betrieb des Gewerbegebietes Fischereihafen - West sind Beleuchtungsanlagen erforderlich. Lichtimmissionen zählen nach § 3 BImSchG [4] zu den schädlichen Umwelteinwirkungen, wenn sie nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder für die Nachbarschaft herbeizuführen [1].

Gemäß § 5 Abs. 1 Nr. 1 und 2 BImSchG ist das Gewerbegebiet Fischereihafen - West so zu errichten und zu betreiben, dass keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Licht hervorgerufen werden und dass Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen, insbesondere durch dem Stand der Technik entsprechende Maßnahmen zur Immissionsbegrenzung, getroffen wird [1].

Die Anforderungen an eine Beleuchtungsanlage für ein zukünftiges Gewerbegebiet Fischereihafen – West sind in der DIN EN 12464-2:2007 [5] beschrieben. Für das Schutzgut Mensch sind Anforderungen hinsichtlich des Lichtimmissionsschutzes durch den Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) in einer Licht-Leitlinie vom 10.5.2000 [1] herausgegeben worden. Der Gesetzgeber hat bisher keine rechtsverbindlichen Vorschriften für den Lichtimmissionsschutz verfasst. Die im Immissionsschutz auftretenden Lichteinwirkungen bewegen sich im Bereich der Belästigung, physische Schäden am Auge können ausgeschlossen werden. Aufsichtsbehörden sind angewiesen, diese Licht-Leitlinie umzusetzen. Die öffentliche Beleuchtung ist jedoch von dieser Licht-Leitlinie ausgenommen [1].

Generell können störende Lichtimmissionen immer nur innerhalb bestimmter Grenzen auftreten. Diese Grenze liegt (für ein Wohngebiet) etwa bei 1,5 km Abstand von einer zu beleuchtenden Fläche. Innerhalb dieser Grenze kann

der Lichtplaner jedes Produkt zur Anwendung bringen, ohne das störende Lichtimmission für ein Wohngebiet auftreten kann (vorausgesetzt die Lichanlage ist sachgemäß eingestellt). Durch eine geeignete Produktauswahl lässt sich diese Grenze erheblich verringern.

3. Untersuchungsraum

Der Untersuchungsraum befindet sich am südlichen Stadtrand von Bremerhaven an der Lune.

Abbildung 1

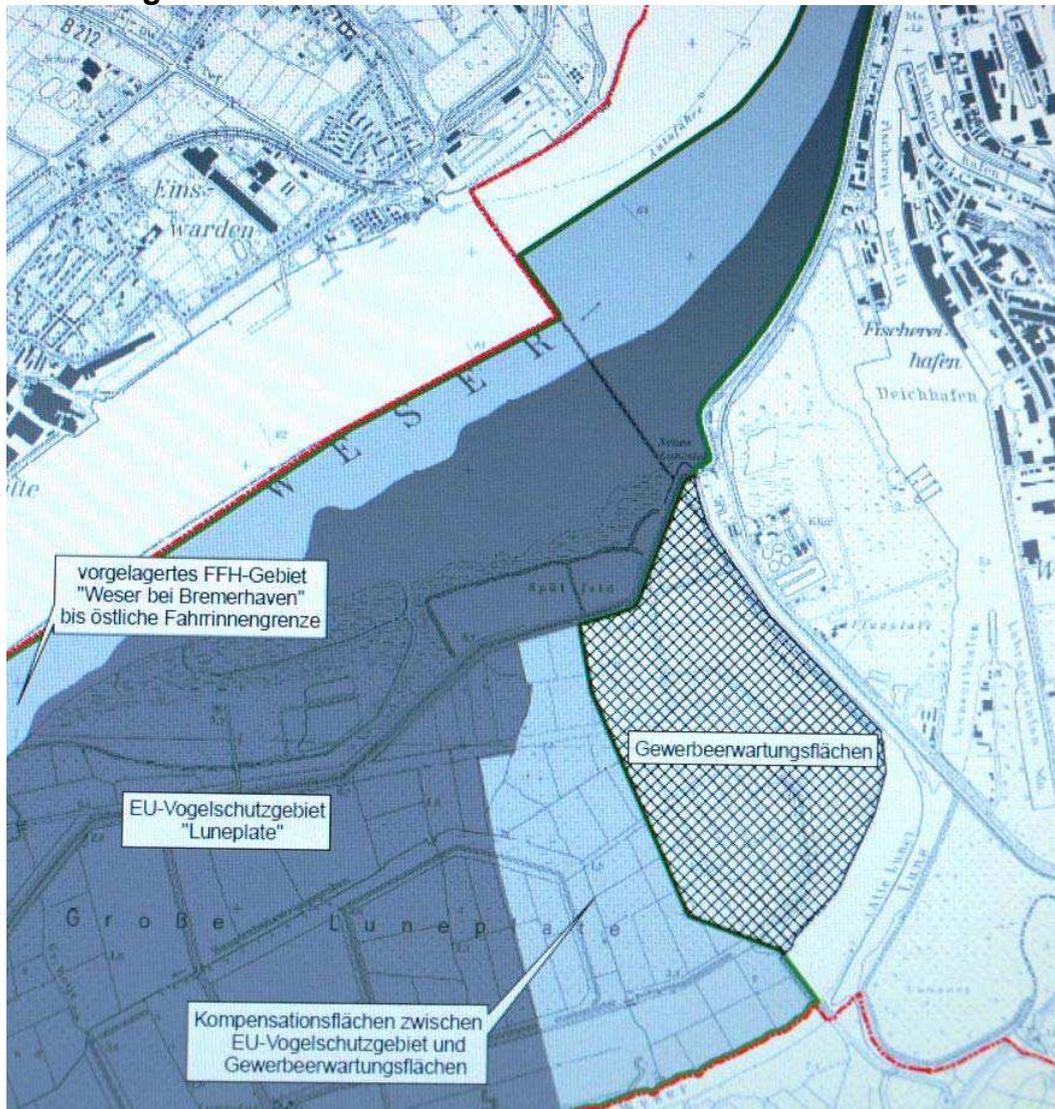


Auszug aus dem Flächennutzungsplan der Stadt Bremerhaven von 2005

3.1 Vorhandene Nutzung (Ist-Zustand)

Das neue Gewerbegebiet Fischereihafen – West liegt auf dem heutigen Gelände des Flughafens von Bremerhaven, nordöstlich der Lune und westlich des Fischereihafenbeckens. Das Sondergebiet Offshore Terminal Bremerhaven liegt außerhalb des Deiches im Wattbereich der Weser. Für beide Gebiete ist eine F-Planänderung Nr. 10 b in Vorbereitung. Das gesamte Wattgebiet in der Weser außerhalb des Deiches ist heute als FFH Gebiet ausgewiesen (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2



Auszug aus dem NSG Schutzverfahren des SUBV von 2012

Südwestlich der Lune schließt sich ein naturbelassenes Acker- und Weidegebiet an, das als Gewerbebeerwartungsgebiet ausgewiesen ist. Im Süden befindet sich das Gewerbegebiet Luneort / Reitufer, das größtenteils bereits bebaut ist. Auf der Ostseite des Hafenbeckens Fischereihafen liegt ein älteres Gewerbegebiet. Das Klärwerk und die beiden Sportboothäfen, angrenzend an das Flughafengelände, sind von der geplanten Änderung der Nutzungsordnung ausgenommen. Das nächstgelegene Wohngebiet von dem neuen Gewerbegebiet Fischereihafen – West liegt in einer Entfernung von 850 m (siehe Abbildung 1: Rosa gekennzeichnete Flächen).

3.2 Geplante Nutzungen

Das Flughafengelände soll in Zukunft als Gewerbegebiet für die Windindustrie genutzt werden. Das Sondergebiet im Wattbereich der Weser soll für einen neuen, speziell für die Windindustrie zugeschnittenen Terminal genutzt werden. Hierfür ist eine F-Planänderung Nr. 10 b in Vorbereitung, die in Abbildung 3 mit blau gekennzeichneten Linien umrissen ist.

Abbildung 3



Auszug aus der Planung Fischereihafen – West, BIS, Stand 2012

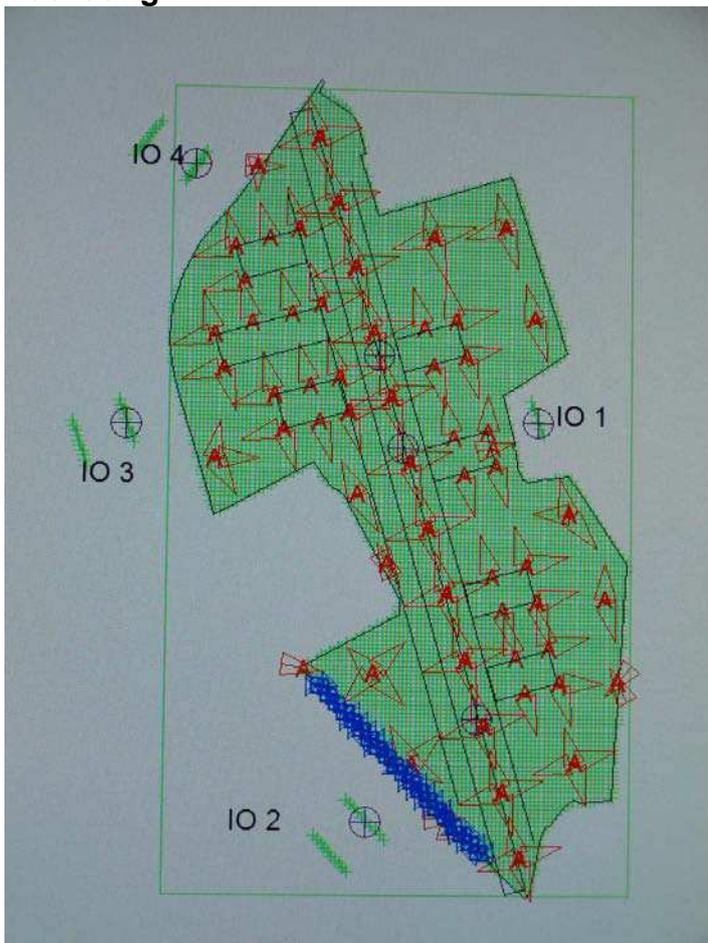
Südwestlich der Lune bleibt das naturbelassene Acker- und Wiesengebiet weiterhin als Gewerbeerwartungsgebiet Luneplate ausgewiesen. Daran schließt sich ein FFH - Gebiet (siehe Abbildung 2) an.

Die in diesem Gutachten erarbeiteten lichttechnischen Planungsvorschläge beziehen sich auf das neue Gewerbegebiet Fischereihafen – West (siehe Abbildung 4.1).

Tabelle 1

		Betriebsphase	Ist-Situation
IO 1	Sportboothafen	Lichtberechnung	Messung
IO 2	Luneplate Süd	Lichtberechnung	Messung
IO 3	Luneplate Nord	Lichtberechnung	
IO 4	Watt Weser	Lichtberechnung	

Abbildung 4.2



Auszug aus der Lichtberechnung Anhang 1 Seite 3

Am IO 1 und IO 2 wurde eine Messung der Ist – Situation durchgeführt. Am IO 3 und 4 erfolgte keine Messung wegen mangelnder Eignung des Geländes, außerdem war keine störende Lichtimmission von den Bestandsanlagen zu erwarten. Für die zukünftige Betriebsphase wurde an allen 4 Immissionsorten eine Lichtberechnung durchgeführt.

Für die Lichtberechnung wurde die Ursprungszeichnung in Gauß-Krüger Koordinaten mit Sonderkoordinaten versehen, die ihren Ursprung auf der Gebäudeecke auf dem Gelände des Klärwerks haben (siehe Abbildung 6).

4. Anlagenbeschreibung des neuen Gewerbegebietes

Das neue Gewerbegebiet ist für Logistikflächen der Windindustrie vorgesehen. Diese Industrie benötigt zum Teil hohe Werkhallen und große Lichtpunktabstände auf den Lagerflächen, damit die großen Teile bewegt werden können. Für die Lichtberechnung wurde daher die Lichtpunkthöhe flächendeckend mit 50 m angesetzt. Grundsätzlich gilt: Je größer die Lichtpunkthöhe, desto weitreichender sind die störenden Auswirkungen der Lichtimmission.

In der DIN EN 12464-2:2007 [5] ist beschrieben, wie hoch die Anforderungen hinsichtlich einer Arbeitsbeleuchtung sein sollen, siehe Tabelle 2.

Tabelle 2

Ref.Nr.	Art des Bereiches	E_m	U_o	GR_L	R_a	Bemerkungen
5.7.1	Kurzzeitiges Hantieren mit großen Bauteilen und Rohstoffen, Be- und Entladen von sperrigen Gütern	20	0,25	55	20	
5.1.3	Werkstraßen 40 km/h	20	0,40	45	20	

Erklärung:

E_m Wartungswert der mittleren Beleuchtungsstärke

U_o Mindestwert der Gleichmäßigkeit $E_{min} : E_m$

GR_L Grenzwert der Blendungsbewertung

R_a erforderlicher Farbwiedergabe-Indizes

Die Angaben zur Beleuchtungsstärke sind Mindestanforderungen vor einer Wartung der Beleuchtungsanlage. Aus Erfahrung mit vergleichbaren Anlagen, zum Beispiel am Container Terminal Bremerhaven, wurde ein Planungsfaktor von 0,65 gewählt und eine Neuwert-Lichtberechnung durchgeführt. Für eine Lichtimmissionsbewertung sind generell die Neuwerte heranzuziehen.

5. Grundlagen und technische Regelwerke

Die Lichttechnik kennt 4 Grundgrößen, mit denen Licht berechnet wird. Die Grundgrößen Beleuchtungsstärke, Lichtstrom und Lichtstärke kann das menschliche Auge nicht wahrnehmen. Nur die Leuchtdichte wird vom Auge erkannt.

1. Beleuchtungsstärke (Einheit Lux: Lux) ist die Strahlungsstärke, welche am Immissionsort ankommt. Sie wird mit einem Beleuchtungsstärkemessgerät gemessen.
2. Lichtstrom (Einheit Lumen: lm) stellt die Lichtleistung dar, die eine Lampe abstrahlt. Dieser Begriff wird in der Lichtberechnung verwendet.
3. Lichtstärke (Einheit Candela: cd) ist die Strahlung, die in eine bestimmte Richtung, z. B. Immissionsort geht. In der Lichtberechnung

wird aus der Lichtstärke und der sichtbaren Scheinwerferfläche die Leuchtdichte der störenden Lichtquelle berechnet.

4. Leuchtdichte (Einheit Candela pro m^2 : cd/m^2) ist der einzige vom menschlichen Auge wahrnehmbare Wert in der Lichttechnik. Gemessen wird dieser Wert mit einem Leuchtdichtemessgerät, um die Helligkeit einer Lichtquelle oder des Umfeldes am Immissionsort ermitteln zu können.

Für den laufenden Betrieb des Gewerbebetriebes gibt es auf der einen Seite Beleuchtungsanforderungen und Qualitätskriterien für die dort auszuführenden Arbeiten, auf der anderen Seite soll die dafür notwendige Beleuchtung in der Nachbarschaft keine unzulässige Lichtimmission verursachen. Diese unterschiedliche Interessenlage muss bei der Planung einer Lichtanlage beachtet werden.

5.1 Technische Regelwerke

Die anerkannten technischen Regelwerke sind einem ständigen Wandel durch Überarbeitung und Einfließen neuester Erkenntnisse unterworfen. Im Zuge des Zusammenwachsens der Europäischen Union werden derzeit die nationalen Normen (DIN) in europäische Normen (EN) umgewandelt. Aber auch aus internationalen Normen fließen Erkenntnisse in europäische Normen ein. Einige Regelwerke werden über Gesetze vorgeschrieben, andere dienen lediglich als Empfehlung. Nachfolgend eine Kurzübersicht der anerkannten technischen Regelwerke in Tabelle 3, welche für die Lichtimmissionsprognose verwendet wurden.

Tabelle 3

Anerkannte technische Regelwerke

LiTG-Publikation Nr. 12.2:1996	Lichtimmission	Empfehlung
LiTG-Publikation Nr. 12.3:2011	Lichtimmission	Empfehlung
LAI Licht-Leitlinie 2000	Lichtimmission	BImSchG
DIN EN 12464-2:2007	Lichtim. + Beleuchtungsanf.	Empfehlung
LiTG-Publikation Nr.15:1997	Außenbel. + Insekten	Empfehlung

Erklärung:

LiTG	Lichttechnische Gesellschaft e.V. Deutschland
LAI	Länderausschuss für Immissionsschutz
DIN	Deutsche Norm
EN	Europäische Norm
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz

5.2 LAI Licht – Leitlinie

Das Bundesimmissionsschutzgesetz 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. des Gesetzes [1].

Für die Bewertung von Lichtimmission wurde am 10.5.2000 in Deutschland die Licht-Leitlinie des Länderausschusses für Immissionsschutz (kurz LAI Licht-Leitlinie genannt) eingeführt [1]. 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 [1].

Die LAI Licht – Leitlinie baut in ihren wesentlichen Inhalten auf die Veröffentlichung der LiTG Publikation 12.2 vom September 1996 [3] auf.

Zwei Kriterien (Raumaufhellung und Blendung) werden als Maß für die störende Lichtimmission bewertet:

Raumaufhellung

Die Grenzen der Raumaufhellung (Beleuchtungsstärke am Fenster = E_F) des Immissionsortes sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4

Immissionswerte der mittleren Beleuchtungsstärke E_F am Immissionsort [1]

Zeile	Immissionsort Gebiet nach § Bau NVO	Beleuchtungsstärke E_F in Lux	
		6 bis 22 Uhr	22 bis 6 Uhr
1	Kurgebiet, Krankenhäuser Pflegeanstalten ¹⁾	1	1
2	reine Wohngebiete (§3) allgemeine Wohngebiete (§ 4) besondere Wohngebiete (§ 4a) Kleinsiedlungsgebiete (§ 2) Erholungsgebiete (§ 10)	3	1
3	Dorfgebiete (§ 5) Mischgebiete (§ 7)	5	1
4	Kerngebiete (§ 7) ²⁾ Gewerbegebiete (§ 8) Industriegebiete (§ 9)	15	5

- 1) Wird die Beleuchtungsanlage regelmäßig weniger als eine Stunde pro Tag eingeschaltet, gelten auch für die in Zeile 1 genannten Gebiete die Werte der Zeile 2.
- 2) Kerngebiete können in Einzelfällen bei geringer Umgebungsbeleuchtung auch Zeile 3 zugeordnet werden (vor 22 Uhr $E_F \leq 5 \text{ lx}$; nach 22 Uhr $E_F \leq 1 \text{ lx}$).

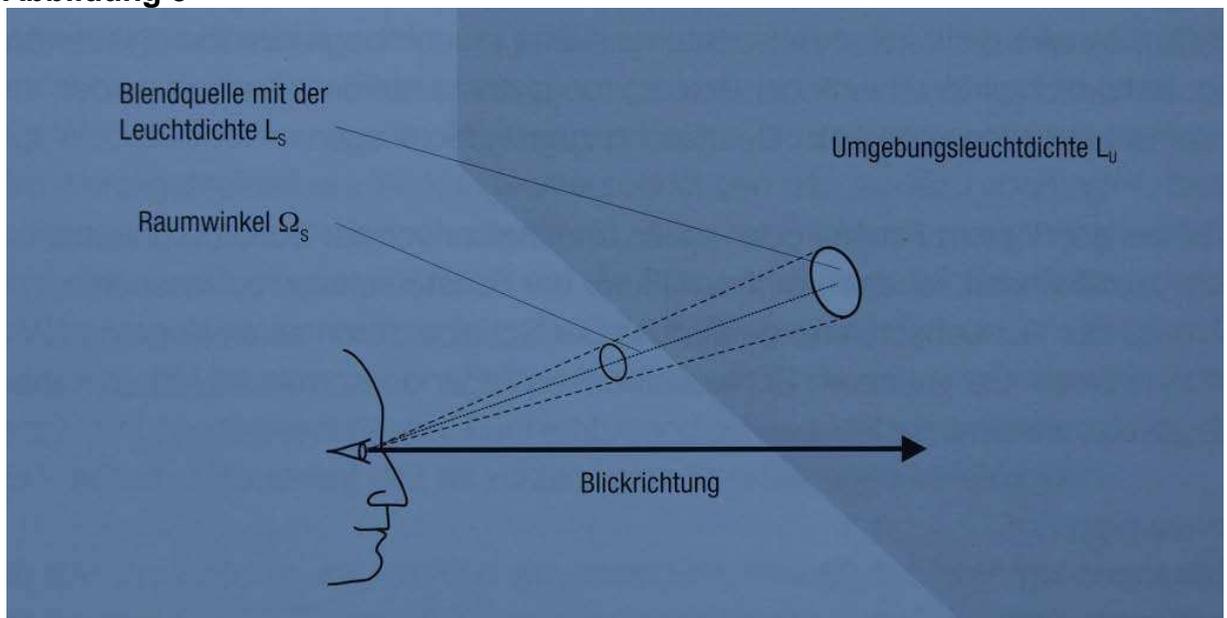
Für das Gewerbegebiet (gemäß § 8 der BauNVO) am IO 1 Sportboothafen gilt zwischen 22 Uhr und 6 Uhr als zulässige Raumaufhellung $\leq 5 \text{ Lux}$.

An den Immissionsorten IO 2 bis IO 4 gibt es kein Wohngebiet. Da es für ein FFH – Gebiet heute noch keine Grenzfestlegungen in technischen Regelwerken gibt, wurde zur Minimierung der störenden Lichtimmission bezüglich diesem FFH – Gebiet eine gedachte Grenze als Wohngebiet gezogen und die Lichtimmission für ein Wohngebiet berechnet und gemessen. Danach gilt für die Immissionsorte IO 2 bis IO 4 als gedachte Grenze für ein Wohngebiet (gemäß § 4 der BauNVO) zwischen 22 Uhr und 6 Uhr als zulässige Raumaufhellung $\leq 1 \text{ Lux}$.

Psychologische Blendung

Die psychologische Blendung hängt von folgenden Parametern ab (siehe Abbildung 5):

Abbildung 5



Auszug aus der LiTG Publikation 12.3:2011 [2]

Erklärung:

1. Leuchtdichte der blendenden Lichtquelle L_s
2. Leuchtdichte der Umgebung oder Umfeld L_u
3. Der vom Beobachter aus gesehene Raumwinkel Ω_s
4. Positionsfaktor P (Winkel zwischen Blickrichtung und Blendlichtquelle)

Bei Tageslicht kann ein Scheinwerfer auf Grund der hohen Umfeldleuchtdichte zu keiner unzulässigen Blendung führen, erst mit der Verringerung der Umfeldleuchtdichte am Abend und in der Nacht kann es dann zu einer Blendung kommen. Die Umfeldleuchtdichte ist die mittlere Leuchtdichte des Umfeldes von einer Blendlichtquelle im Radius von 10° um die Blendlichtquelle herum. Diese Begrenzung ergibt sich durch das hochauflösende Sehzentrum im Auge rund um die Hauptblickrichtung. Die Umfeldleuchtdichte bestimmt daher die maximal zulässige Blendleuchtdichte. Außerdem sind die Größe der sichtbaren Blendlichtquelle sowie der Abstand R zwischen der Blendlichtquelle und dem Immissionsort (Raumwinkel Ω_s) ein Maß für die Blendung. Die Einheit des Raumwinkels wird mit Steradian (sr) bezeichnet. Der Raumwinkel 1 sr schneidet aus einer Einheitskugel mit dem Radius von 1 m ein Oberflächensegment von 1 m^2 heraus. Der Raumwinkel Ω_s einer Blendlichtquelle errechnet sich nach Formel 1 [1] aus der leuchtenden, sichtbaren Fläche der Blendlichtquelle F_p und der Entfernung R zum Immissionsort. Im Auge wird mit dem gleichen Raumwinkel das Bild auf der Netzhaut abgebildet.

Formel 1:

$$\Omega_s = \frac{F_p}{R^2}$$

Es bedeuten:

- Ω_s Raumwinkel der Blendlichtquelle
 F_p sichtbare Lichtaustrittsfläche
 R direkter Abstand zwischen Lichtquelle und Immissionsort

Der Positionsfaktor $P = 1$ ist begrenzt auf einen Winkel $\pm 10^\circ$ zwischen Blickrichtung und Blendlichtquelle (siehe Abbildung 5).

Das Blendurteil (Proportionalitätsfaktor k) wird durch eine Funktion Formel 2 [2] von den Faktoren Blendleuchtdichte L_s , Umfeldleuchtdichte L_u , Raumwinkel Ω_s und dem Positionsfaktor $P = 1$ bestimmt.

Formel 2:

$$k = f(L_s, L_u, \Omega_s, P)$$

Es bedeuten:

- k Proportionalitätsfaktor
- f Funktion von
- L_s Blendleuchtdichte
- L_u Umfeldleuchtdichte
- Ω_s Raumwinkel der sichtbaren Blendlichtquelle
- P Positionsfaktor 1 = 20° Gesichtsfeld

Die maximal zulässige Leuchtdichte der Blendlichtquelle wird aus der Umfeldleuchtdichte L_u , dem Raumwinkel Ω_s , der Blendlichtquelle und dem k-Faktor nach folgender Formel 3 berechnet [1]:

Formel 3

$$\bar{L}_{\max} = k \cdot \sqrt{\frac{L_u}{\Omega_s}}$$

Es bedeuten:

- \bar{L}_{\max} maximal tolerable Leuchtdichte einer Blendlichtquelle in cd/m^2 , gemittelt über den zugehörigen Raumwinkel Ω_s .
- L_u maßgebende Leuchtdichte der Umgebung in cd/m^2 .
Falls die aus Messungen ermittelte Umfeldleuchtdichte kleiner als $0,1 \text{ cd/m}^2$ ist, wird mit $L_u = 0,1 \text{ cd/m}^2$ gerechnet.
- Ω_s Raumwinkel der vom Immissionsort aus gesehenen Blendlichtquelle in sr.
- k Proportionalitätsfaktor; er dient zur Festlegung der Immissionsrichtwerte \bar{L}_{\max} (siehe Tabelle 5)

Tabelle 5

Proportionalitätsfaktor k zur Festlegung der maximalen zulässigen mittleren Leuchtdichte L_{max} technischer Lichtquellen während der Dunkelheit [1]

Zeile	Immissionsort Gebiet nach § Bau NVO	Proportionalitätsfaktor k		
		6 bis 20 Uhr	20 bis 22 Uhr	22 bis 6 Uhr
1	Kurgebiet, Krankenhäuser Pflegeanstalten ¹⁾	32	32	32
2	reine Wohngebiete (§3) allgemeine Wohngebiete (§ 4) besondere Wohngebiete (§ 4a) Kleinsiedlungsgebiete (§ 2) Erholungsgebiete (§ 10)	96	64	32
3	Dorfgebiete (§ 5) Mischgebiete (§ 7)	160	160	32
4	Kerngebiete (§ 7) ²⁾ Gewerbegebiete (§ 8) Industriegebiete (§ 9)	-	-	160

¹⁾ Wird die Beleuchtungsanlage regelmäßig weniger als eine Stunde pro Tag eingeschaltet, gelten auch für in Zeile 1 genanntes Gebiet die Werte der Zeile 2

²⁾ Kerngebiete können in Einzelfällen bei geringer Umgebungsbeleuchtung ($L_{u, mess} < 0,1 \text{ cd/m}^2$) auch Zeile 3 zugeordnet werden.

Danach gilt für den Immissionsort IO 1 ein Proportionalitätsfaktor von $k \leq 160$. Für die Immissionsorte IO 2 bis IO 4 gilt ein Proportionalitätsfaktor von $k \leq 32$.

Die Umrechnung von gemessenen, tatsächlich vorhandenen und berechneten Leuchtdichten erfolgt nach folgender Formel 4 [1]:

Formel 4

$$L_M \cdot \Omega_M = L_S \cdot \Omega_S = L_B \cdot \Omega_B$$

Es bedeuten:

L_M mittlere Leuchtdichte des am Messgerät abgelesenen Wertes

Ω_M Raumwinkel des am Messgerät eingestellten Messfeldes

L_S mittlere Leuchtdichte des Scheinwerfers

Ω_S Raumwinkel der sichtbaren Scheinwerferfläche

L_B mittlere Leuchtdichte aus der Lichtberechnung

Ω_B Raumwinkel aus der Lichtberechnung (sichtbare Scheinwerferfläche)

Der Proportionalitätsfaktor k wird nach Formel 5 [2] berechnet.

Formel 5

$$k = \frac{\bar{L}_M \cdot \Omega_M}{\sqrt{L_u \cdot \Omega_S}}$$

Es bedeuten:

- k Proportionalitätsfaktor
- \bar{L}_M gemessene mittlere Leuchtdichte mit dem eingestellten Messfeld Ω_M
- Ω_M Raumwinkel des eingestellten Messfeldes
- L_u Umfeldleuchtdichte
- Ω_S Raumwinkel der sichtbaren Leuchtenfläche

Der Anwendungsbereich von Formel 3 und 5 hinsichtlich der durchzuführenden Blendungsbetrachtung einzelner Leuchten ist auf eine Umfeldleuchtdichte von $0,1 \text{ cd/m}^2$ bis 10 cd/m^2 und einen Raumwinkel Ω_S von 10^{-7} bis 10^{-2} sr begrenzt [1].

Der kleinste Raumwinkel $\Omega_S = 10^{-7}$ sr für die Begrenzung beruht auf der Grundlage des kleinsten Winkels von 1 Bogenminute, den das Auge wahrnehmen kann.

In dieser LAI Licht – Leitlinie bleibt offen, wie unterhalb von $\Omega_S = 10^{-7}$ sr verfahren werden soll.

Der kleinste Raumwinkel von 10^{-7} sr stellt eine Grenze dar, bei welcher noch unzulässige Blendung wahrgenommen werden kann. Wird das Auge von einer Blendlichtquelle mit einem noch kleineren Raumwinkel belastet, findet eine minimale Sinnesreizung im Auge statt, die keine Blendung mehr darstellt.

Diesen Effekt kann man bei einer nächtlichen Autofahrt erleben. Wenn das entgegenkommende Kfz noch weit entfernt (2 km) ist, gibt es unabhängig von Auf- oder Abblendung keine Blendung. Mit zunehmender Verringerung der Entfernung erhöht sich die Blendung (stark bei aufgeblendeten und erträglich bei abgeblendeten Scheinwerfern). Aufgrund der begrenzten Auflösungsfähigkeit des menschlichen Auges kann unzulässige Blendung immer nur in einem begrenzten Abstand zwischen Blendlichtquelle und Immissionsort auftreten. Bei großen Abständen zur Blendlichtquelle kann keine unzulässige Blendung auftreten.

5.3 Blendung bei kleineren Raumwinkeln als 10^{-7} sr

Es gibt eine neue LiTG - Publikation 12.3:2011 [2] „Empfehlungen für die Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen künstlicher Lichtquellen“ der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft mit der Weiterentwicklung der Lichtimmissionsbewertung. Diese Erkenntnisse werden voraussichtlich zu einem späteren Zeitpunkt in die LAI Licht – Leitlinie mit einfließen, so wie diese selbst auch auf der Grundlage der Vorgängerpublikation erstellt wurde.

Danach wurde die Begrenzung für unzulässige Blendung auf einen Raumwinkel von 10^{-6} sr begrenzt. Diese neue Grenze ergibt sich aus den Auswirkungen der Sakkaden (unwillkürliche Augenbewegungen), die in der DIN EN 60825 Teil 1 in Anhang D.2.2 (Ausgabe Mai 2008) [9] beschrieben sind. Ist der Raumwinkel kleiner als 10^{-6} sr, so findet die Berechnung des Proportionalitätsfaktors k nach Formel 6 [2] statt.

Formel 6

$$k = \frac{\bar{L}_M \cdot \Omega_M}{\sqrt{L_u}} \cdot 1000$$

Es bedeuten:

- k Proportionalitätsfaktor
- \bar{L}_M gemessene mittlere Leuchtdichte mit dem eingestellten Messfeld Ω_M
- Ω_M Raumwinkel des eingestellten Messfeldes
- L_u Umfeldleuchtdichte

Der Proportionalitätsfaktor sinkt nach der Unterschreitung des Raumwinkels von 10^{-6} sr sehr schnell, weil nur noch eine Auflösungseinheit im Auge die Blendung erfassen kann.

6. Messgeräte

Die Messgeräte für eine Messung nach der Licht-Leitlinie oder der DIN EN 12464-2:2007 [5] müssen mindestens der Klasse B gemäß DIN 5032 Teil 7 [8] entsprechen.

Für die Messungen dieses Projektes wurden Messgeräte der Klasse A gemäß DIN 5032 Teil 7 verwendet, die eine höhere Genauigkeit haben als die geforderte Mindestklasse B.

1. Leuchtdichtemessgerät L 1009 von LMT, Berlin, Gerätenummer 0687012, Genauigkeitsklasse A nach DIN 5032 Teil 7, mit 4 Messfelder wie in Tabelle 6 angegeben. (letzte Kalibrierung 3/2011)

Tabelle 6

Messfelder

Messfeld / Blende	0,1°	0,3°	1°	3°
Raumwinkel	$2,39 \cdot 10^{-6}$ sr	$2,15 \cdot 10^{-5}$ sr	$2,39 \cdot 10^{-4}$ sr	$2,15 \cdot 10^{-3}$ sr
Anzeige	0,0001 cd/m ² bis 19 990 000 cd/m ²			

Die Wahl der Messblende (Raumwinkel Ω_M) ist in gewissen Grenzen beliebig. Bedingung ist nur, dass keine weitere Lichtquelle die Messung verfälscht.

2. Beleuchtungsstärkemessgerät B 300 von LMT, Berlin, Gerätenummer 0479011, Genauigkeitsklasse A nach DIN 5032 Teil 7 mit Messbereichen von 0,001 Lux bis 199.900 Lux. (letzte Kalibrierung 1/2010)

7. Untersuchung der Ist-Situation

Am 31.10.2012 wurde in der Zeit von 17:00 Uhr bis 19:00 Uhr an den Immissionsorten IO 1 und IO 2 eine Lichtimmissionsmessung der vorhandenen Anlagen (Ist-Situation) durchgeführt. Am IO 1 Sportboothafen wurde die Bootsstegbeleuchtung mit einer Straßenleuchte Fabrikat Siteco Type 5NA 58523U 1 x HPL 50 W als hellste Lichtquelle ermittelt. Am IO 2 wurde die falsch eingestellte Kranbeleuchtung mit 2 Scheinwerfern Fabrikat Schmidt Strahl PSH 142143 mit 1 x SON-T 1000 W eines Dockbetriebes als hellste Lichtquelle ermittelt. Zum Zeitpunkt der Messung war der Vollmond noch nicht am Himmel sichtbar.

7.1 Raumaufhellung der Ist-Situation

Tabelle 7

Ergebnisse der Raumaufhellung

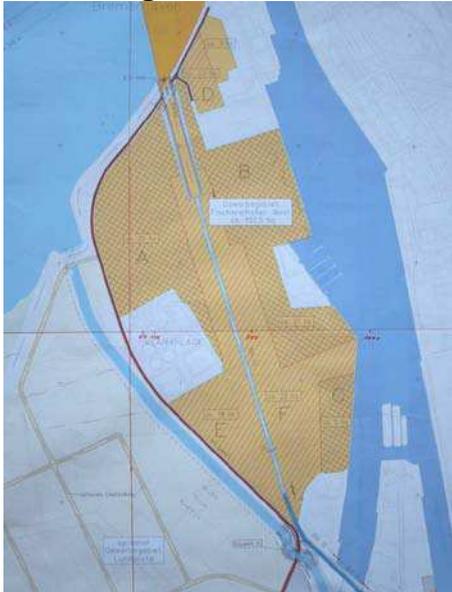
Verfahren		IO 1	IO 2
		Sportboothafen	Luneplate
gemessen	E_F (Lux)	0,2	0,2

Am IO 1 ist eine Beleuchtungsstärke < 5Lux gefordert. Am IO 2 ist eine Beleuchtungsstärke von < 1 Lux geplant.

7.2 Psychologische Blendung der Ist-Situation

Die Lichtaustrittsflächen der Leuchten am IO 1 und IO 2 entstammen den Leuchtenkatalogen der Firmen Siteco und Schmidt-Strahl. Die Berechnung des Abstandes R und der sichtbaren Lichtaustrittsfläche F_p erfolgte mit den Anlagedaten aus der Abbildung 6.

Abbildung 6



Auszug aus der Planung Fischereihafen – West, BIS 2012

Für IO 1 und IO2 wurde gemäß Punkt 5.2 mit Formel 5 gerechnet.

Tabelle 8
 Ergebnisse der Blendung

Verfahren		IO 1	IO 2
		Sportboothafen	Luneplate
gemessen	L_u (cd/m ²)	< 0,1	< 0,1
gemessen	L_m (cd/m ²)	42,7	5050
Einstellung	Meßfeld/Blende	1 °	0,3 °
berechnet	F_p (m ²)	0,01	2 * 0,2
gemessen	Anzahl	1 Leuchte	2 Leuchte
aus Zchg. gemessen	R (m)	75	850
berechnet	Ω_s (sr)	$1,778 * 10^{-6}$	$0,277 * 10^{-6}$
berechnet	k	24	327

Es bedeuten:

- L_U mittlere Leuchtdichte der Umgebung
- L_M mittlere Leuchtdichte des gemessenen Wertes am Messgerät
- F_P sichtbare Lichtaustrittsfläche
- R Abstand Leuchte Immissionsort
- Ω_S Raumwinkel der Störlichtquelle
- k Proportionalitätsfaktor

Am IO 1 Sportbootshafen wurde ein Proportionalitätsfaktor von $k = 24$ gemessen. Nach der Licht – Leitlinie ist hier ein Proportionalitätsfaktor von $k < 160$ für ein Gewerbegebiet zugelassen.

Am IO 2 Luneplate wurde von den vorhandenen Anlagen ein Proportionalitätsfaktor von $k = 327$ gemessen und berechnet. Hier sollte ein Proportionalitätsfaktor von $k < 32$ erreicht werden. Dieser Sachverhalt beruht auf einer falschen Scheinwerfereinstellung auf dem Dockbetrieb. Diese auch für den Betrieb ungünstige Beleuchtungssituation könnte durch Aufklärung seitens der zuständigen Aufsichtsbehörde verbessert werden.

8. Untersuchung der zukünftigen Betriebsphase

Für die Untersuchung der zukünftigen Betriebsphase wurde eine Lichtberechnung im Anhang 1 vom Gewerbegebiet Fischereihafen – West erstellt. Aus der Zeichnung in Abbildung 6 wurde für die Lichtberechnung ein Koordinatensystem gewählt, das seinen Ursprung auf der Gebäudeecke am Klärwerk hat (siehe Abbildung 6), weil das Lichtberechnungsprogramm Calculux [6] nur Koordinaten bis 9.999 m verarbeiten kann. Grundlage für die Lichtberechnung sind die Anforderungen gemäß DIN EN 12464-2:2007, wie unter Punkt 4 beschrieben. Der Planungsfaktor wurde mit 0,65 angenommen, das entspricht einem Wartungsintervall von 3 Jahren für eine Hochdruck Natriumdampf Lampe SON-TPP 600 W, die für diese Kalkulation verwendet wurde. Für die Lichtimmissionsuntersuchung sind aber grundsätzlich die Neuwerte heranzuziehen. Aus diesem Grund wurde hier mit einem Planungsfaktor von 1 gerechnet. Die Betriebswerte für die Beleuchtungsstärken müssen mit Faktor 0,65 vermindert werden, wenn man sie mit den Angaben der DIN EN 12464-2:2007 vergleichen will. Für die Lichtberechnung wurde das Calculux Programm 7.7.0.1 [6] verwendet. Alle projektierten Scheinwerfer haben eine horizontal liegende Glasscheibe, um die Blendung so gering wie möglich zu halten. Als Straßenbeleuchtung ist eine Leuchte mit einer Lampe SON-TPP 100 W eingesetzt worden. Die SON-TPP Lampen haben einen Farbwiedergabeindex R_a von >20 und sind somit für die Betriebsbeleuchtung zugelassen.

Eine Gesamtübersicht der berechneten Beleuchtungsstärken (Neuwerte) befindet sich im Anhang 1, Seite 4. Die Lichtaustrittsflächen der Leuchten entstammen dem Leuchtenkatalog von Philips. Die maximale Lichtstärke und Geometrie zu jedem Immissionsort sind der Lichtberechnung Anhang 1, Seite 5 entnommen. Die durchschnittliche Umfeldleuchtdichte am IO 1 bis IO 4 wurde mit $0,1 \text{ cd/m}^2$ angenommen und berechnet.

Die Berechnung der Blendleuchtdichte erfolgte mit Formel 7 aus der Lichtstärke Anhang 1, Seite 5 und der sichtbaren Scheinwerferfläche.

Formel 7

$$L_B = \frac{I}{F_p}$$

Es bedeuten:

L_B = berechnete mittlere Leuchtdichte in (cd/m²) der Blendlichtquelle

I = berechnete mittlere Lichtstärke in (cd) aus der Lichtberechnung

F_p = berechnete sichtbare Scheinwerferfläche in (m²)

Aus der Lichtberechnung im Anhang 1 kann folgende Erkenntnis bezüglich der Lichtimmission in der zukünftigen Betriebsphase gezogen werden:

8.1 Raumaufhellung

Die Raumaufhellung in der Betriebsphase an den Immissionsorten IO 1 bis IO 4 wurde wie folgt in der Lichtberechnung Anhang 1, Seite 4 berechnet und in Tabelle 9 zusammengefasst.

Tabelle 9

Berechnete Raumaufhellung

	IO 1	IO 2	IO 3	IO 4
Betriebsphase	Sportboothafen	Luneplate Süd	Luneplate Nord	Weser Watt
E_F (Lux)	3,98	0,22	0,18	0,4

Am IO 1 sind in der Nachtphase von 22 Uhr bis 6 Uhr 5 Lux zugelassen. Am IO 2 bis IO 4 sollen in der Nachtphase von 22 Uhr bis 6 Uhr 1 Lux zugelassen werden. Die in diesem Gutachten festgelegten Anforderungen werden damit erfüllt.

8.2 Psychologische Blendung

Die Lichtaustrittsflächen der Scheinwerfer und Straßenleuchten wurden dem Leuchtenkatalog von Philips entnommen. Die Berechnung des Abstandes R und der sichtbaren Lichtaustrittsfläche F_p erfolgte mit den Anlagedaten aus der Abbildung 6.

Tabelle 10
Berechnung der sichtbaren Lichtaustrittsfläche

Beobachter		Installation und Ausrichtung						Lichtaustrittsfläche		
Name	Höhe	Type	I_{max}	Lph	vertikal	horiz.	R	L	B	F_p
	(m)		(Grad)	(m)	(Grad)	(Grad)	(m)	(m)	(m)	(m ²)
IO 1	2	MVP 507	60	50	60	80	130	0,475	0,475	0,078
IO 2	2	MVP 507	60	50	64	43	340	0,475	0,475	0,043
IO 3	2	MVP 507	60	50	64	15	260	0,475	0,475	0,029
IO 4	2	MVP 507	60	50	64	42	285	0,475	0,475	0,049

Am IO 1 bis IO 4 wurde gemäß 5.2 mit Formel 5 der k-Wert berechnet.
Mit den Lichtberechnungsergebnissen im Anhang 1, Seite 5 wurde in Tabelle 11 der Proportionalitätsfaktor k berechnet.

Tabelle 11
Berechnung des Proportionalitätsfaktor k

Verfahren		IO 1	IO 2	IO 3	IO 4
		Sportbooth.	Luneplate Süd	Luneplate Nord	Weser Watt
angenommen	L_u (cd/m ²)	0,1	0,1	0,1	0,1
berechnet	$I_{B \text{ Neuwert}}$ (cd)	1708	439	620	504
berechnet	L_B (cd/m ²)	21855	10197	11039	10250
berechnet	F_p (m ²)	0,078	0,043	0,056	0,049
berechnet	R (m)	130	340	260	285
berechnet	Ω_s (sr)	$4,0695 \cdot 10^{-6}$	$0,3651 \cdot 10^{-6}$	$0,8034 \cdot 10^{-6}$	$0,5886 \cdot 10^{-6}$
berechnet	k	139	19	31	25

Es bedeuten:

- L_U mittlere Leuchtdichte der Umgebung
- $I_{B \text{ Neuwert}}$ berechnete Lichtstärke Neuwert aus der Lichtberechnung Anhang 1 Seite 5
- L_B berechnete mittlere Leuchtdichte der Blendlichtquelle
- F_p sichtbare Lichtaustrittsfläche
- R Abstand Leuchte Immissionsort
- Ω_s Raumwinkel der Störlichtquelle
- k Proportionalitätsfaktor

Der IO1 ist als Gewerbegebiet ausgewiesen und darf einen maximalen Proportionalitätsfaktor von 160 haben und hat nach dieser Berechnung 139. Die übrigen Immissionsorte IO 2 bis IO 4 haben alle einen Proportionalitätsfaktor kleiner als 32 und entsprechen dieser

Kalkulationsvorgabe im Sinne einer möglichst hohen Minimierung der Lichtimmission bzgl. des FFH – Gebietes.

Es wird rund um das neue Gewerbegebiet Fischereihafen – West durch diese Vorgaben eine störende Lichtimmissionsgrenze für ein Wohngebiet von $k < 32$ in einer Entfernung von 150 m erreicht. Grenzfestlegungen für ein FFH – Gebiet gibt es heute noch nicht.

In unserem Gutachten „Offshore Terminal Bremerhaven (OTB) - Lichttechnische Grundgedanken für den Scopingtermin“ Nummer 2011.301 vom 18.1.2011 wurden Planungsvorschläge für die Lichttechnik erarbeitet. Die Lichtpunkthöhe wurde hier auf 60 m festgelegt. Dadurch wird die Blendungsbegrenzung für ein Wohngebiet rund um das Gelände des OTB auf 200 m erweitert. In der nachfolgenden Abbildung 7 sind diese Grenzen (rote Linie) für den OTB und das Gewerbegebiet eingefügt.

Abbildung 7



Auszug aus der Planung Fischereihafen – West, BIS 2012

8.3 Biologische Betrachtung der Raumaufhellung

Für die biologische Betrachtung der Auswirkung von Lichtimmission auf das FFH – Gebiet ist die Beleuchtungsstärkegrenze von 0,1 Lux als Vergleichswert von Bedeutung, da dieser regelmäßig als naturgegebene

Maximalbelastung bei Vollmond und entsprechenden Wetterbedingungen vorliegt und auf die Erde einwirkt.

Eine vom geplanten Gewerbegebiet Fischereihafen-West ausgehende 0,1 Lux Immissionsbelastung wird ca. 300 m von dessen Grundstücksgrenze entfernt erreicht. In diesem Zusammenhang sind außerdem die heutigen Altanlagen auf eine sachgerechte Einstellung der Scheinwerfer zu überprüfen.

8.4 LED oder SON

Um die in der Öffentlichkeit diskutierte LED-Technik bei den Betrachtungen im Gutachten mit einzubeziehen, wurde ein Vergleich zwischen Hochdruck-Natriumdampf-Lampe 600 W mit 90.000 Lumen und einem LED Scheinwerfer der Firma EWO aus Italien mit einer Lichtberechnung im Anhang 3 durchgeführt. Letzterer ist grundsätzlich ebenfalls für eine Lichtanlage mit diesen hohen lichttechnischen Ansprüchen geeignet (Anlagenbetrieb und störende Lichtimmission betreffend, siehe Anhang 3 Seite 3-4). Bei Verwendung des genannten LED-Scheinwerfers würden gegenüber einer SON Beleuchtung ca. die doppelte Anschlußleistung sowie deutlich mehr Scheinwerfer benötigt.

Aufgrund der wesentlich höheren Anschaffungs- und Betriebskosten fällt das Ergebnis für diesen Verwendungszweck zugunsten der Hochdruck-Natriumdampf-Lampe aus. Über die lichttechnische Weiterentwicklung bei der LED-Technik in der Zukunft können zum heutigen Zeitpunkt keine Aussagen gemacht werden.

8.5 Himmelsaufhellung

Die Himmelsaufhellung wird durch direkte Anstrahlung (ULR) [5] und indirekte Anstrahlung (Reflexion am Boden) beeinflusst. Der direkte Lichtstromanteil (ULR), der in den oberen Halbraum der Horizontalen strahlt, beträgt bei dieser Planung 0,00 % (siehe Anhang 1 Seite 5), was seitens der EN 12464-2:2007 [5] in der Klassifizierung E 1 (Nationalparks) gefordert wird. Der indirekte Strahlungsanteil durch Reflexion am Boden wird zurzeit gerade erst erforscht. Wir verweisen auf die Präsentation „Effects of atmospheric conditions on night sky brightness“ [13].

9. Hinweise zu Außenbeleuchtungsanlagen und Insekten

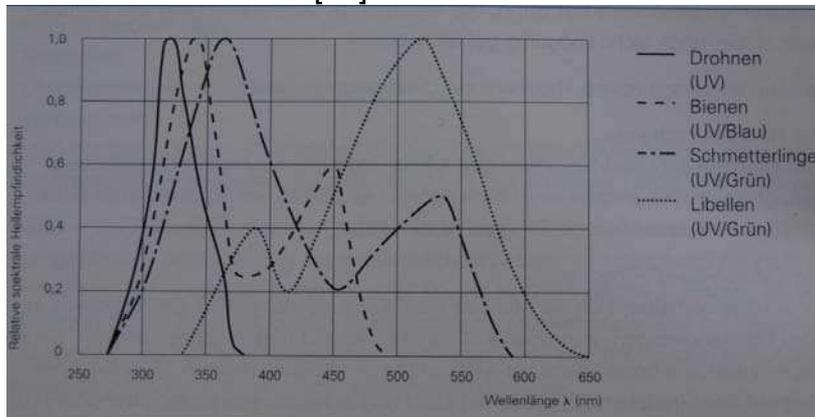
Die Frage nach der Einwirkung der Außenbeleuchtung auf das Verhalten nachtaktiver Insekten wurde von der deutschen Lichttechnischen Gesellschaft e.V. in der LiTG - Publikation Nr. 15:1997 beschrieben [7].

Von allen Tierarten werden flugfähige, nachtaktive Insekten am meisten durch Außenbeleuchtungsanlagen in ihrem Lebensrhythmus gestört, da sie die Lichtquellen anfliegen, umkreisen und somit bei der Nahrungsaufnahme oder der Fortpflanzung behindert werden [7].

Insekten haben eine andere Hellempfindlichkeit als das menschliche Auge. Versuche und Beobachtungen von Naturschützern und Entomologen haben gezeigt, dass Insekten hauptsächlich von ultravioletter Strahlung (UV-Strahlung) und von kurzwelligem (violetter, blauem und grünem) Licht, weniger von langwelligem (gelbem und rotem) Licht angelockt werden. Die Hellempfindlichkeit ist bei den verschiedenen Insekten sehr unterschiedlich ausgeprägt, so wirkt jedes Spektrum einer Lampe unterschiedlich auf die Insektenarten. Abbildungen 8 und 9 zeigen die relative spektrale Hellempfindlichkeit einiger Insektenarten [7].

Abbildung 8

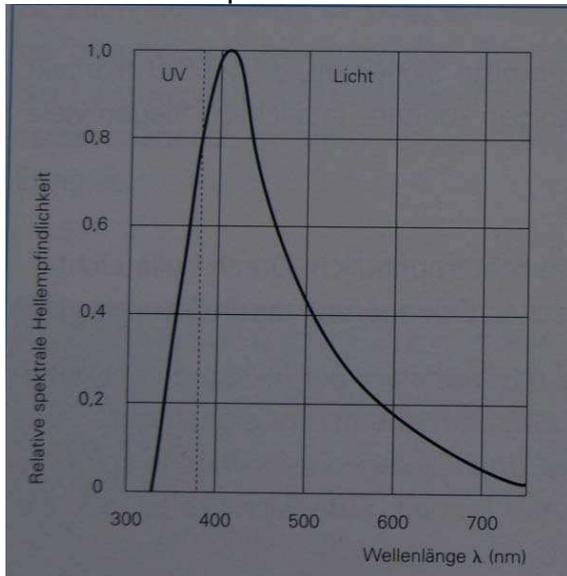
Relative spektrale Hellempfindlichkeit von Drohnen, Bienen, Schmetterlingen, Libellen nach Menzel [10].



Auszug aus der LiTG-Publikation 12.15:1997

Abbildung 9

Relative Hellempfindlichkeit des Nachfalterauges nach Cleve [11].

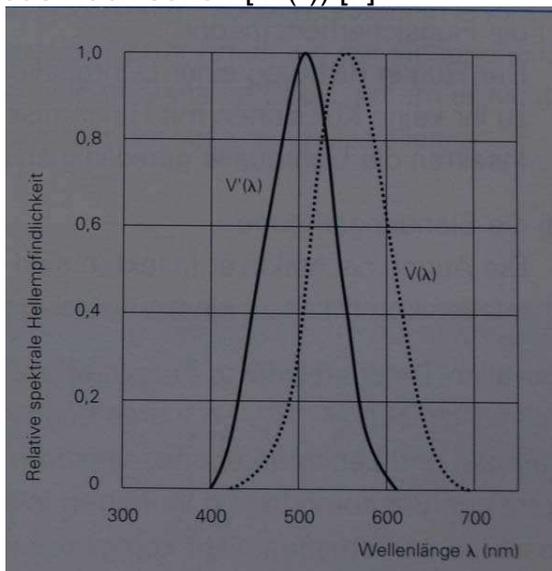


Auszug aus der LiTG-Publikation 12.15:1997

In Abbildung 10 wird im Gegensatz zu den Insekten die Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges gezeigt. Das menschliche Auge hat zwei verschiedene Hellempfindlichkeiten für das farbliche Sehen am Tage und das Schwarz/Weiß-Sehen in der Nacht.

Abbildung 10

Relative Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges für das Tages-[$V(\lambda)$] und das Nachtsehen-[$V'(\lambda)$] [7]



Auszug aus der LiTG-Publikation 12.15:1997

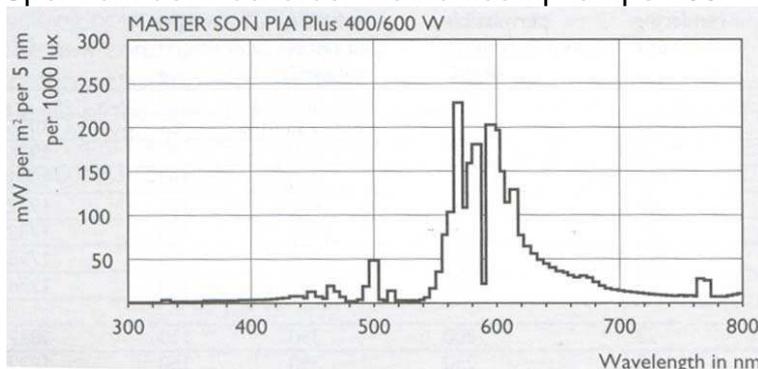
Ebenso spielt die Lichtverteilung der Leuchten und deren Montagehöhe eine Rolle. Leuchten, die ihr Licht ausschließlich in den unteren Halbraum werfen, gefährden Insekten weniger als Leuchten, die nach der Seite oder nach oben strahlen; ebenso sind niedrige Lichtpunkthöhen günstiger als hohe [7].

Eine Aussage, ob es zur Bedrohung einzelner Insektenarten durch Beleuchtungsanlagen kommt, kann derzeit nicht gemacht werden. So ist z.B. völlig unbekannt, wie hoch die Anzahl bzw. der Prozentsatz der durch die Außenbeleuchtung umkommenden nachtaktiven Insekten ist, da gezielte wissenschaftliche Untersuchungen zur Abschätzung des tatsächlichen Gefährdungspotenzials weitgehend fehlen [7].

Die Niederdruck Natriumdampflampe mit ihrem monochromatischen (einfarbig gelben) Licht ist die beste Lampe für die Insekten [7]. Diese Lampe ist aber für die Beleuchtung eines Gewerbegebiets gemäß der DIN EN 12464-2:2007 [5] 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. In Abbildung 11 ist das Spektrum der Hochdruck Natriumdampflampe aufgeführt. Diese Lampe ist gemäß DIN EN 12464-2:2007 für die Beleuchtung eines Gewerbegebiets zugelassen und soll hier eingesetzt werden. Außerdem kann mit dieser Lampe die Lichtimmission gegenüber der Nachbarschaft besser eingegrenzt werden, als es die Niederdruck Natriumdampflampe erlauben würde.

Abbildung 11
Spektrum der Hochdruck Natriumdampflampe 400 W und 600 W



Auszug aus Philips Technische Daten

Bei LED Leuchten ist die Insektenverträglichkeit ebenfalls unter dem Aspekt des Spektrums zu betrachten und mit dem von SON Lampen zu vergleichen. Da es noch keine wirtschaftlichen Lösungen mit LED für diesen Anwendungsfall gibt, wurde hier auf weitere Untersuchungen verzichtet.

10. Zusammenfassung

Das nächstgelegene Wohngebiet hat eine Entfernung von 850 m (siehe Abbildung 1) vom Gewerbegebiet Fischereihafen – West und liegt bei Einhaltung der u.g. Lichtimmissionsminimierungsmaßnahmen außerhalb der festgelegten Grenzen, d.h. es kann dann unberücksichtigt bleiben.

Für die Einordnung von Lichtimmissionen auf Naturschutzgebiete gibt es noch keine lichttechnischen Regelwerke, wie sie für das Schutzgut Mensch heute bereits vorliegen, d.h. es existieren diesbezüglich noch keine Grenzwertfestlegungen.

Um das FFH - Gebiet am Gewerbegebiet so gut wie möglich zu schützen, wurden als Maßstab die Anforderungen an ein Wohngebiet zugrunde gelegt und deshalb eine gedachte Grenze zur Minimierung der Lichtimmission für ein Wohngebiet rund um das Gelände von der Grundstücksgrenze des Fischereihafen – West gezogen, die bei einer späteren Bebauung eingehalten werden soll. Die Umsetzung der u.g. lichttechnischen Planungsvorschläge ermöglicht eine Festlegung dieser gedachten Grenze auf 150 m.

In unserem Gutachten „Offshore Terminal Bremerhaven (OTB) Lichttechnische Grundgedanken für den Scopingtermin“ Nummer 2011.301 vom 18.1.2011 wurden Planungsvorschläge für die Lichttechnik erarbeitet. Die Lichtpunkthöhe wurde hier auf 60 m festgelegt. Dadurch wird die Blendungsbegrenzung für ein Wohngebiet rund um das Gelände des OTB auf 200 m erweitert. In der Abbildung 7 sind diese Grenzen (rote Linie) für den OTB und das Gewerbegebiet Fischereihafen – West eingefügt.

Zur Minimierung der Lichtimmission wurde eine Lichtplanung mit Scheinwerfern gewählt, die diese Aufgabe am besten erfüllen. Konkret ist die Planung mit Hochdruck-Natriumdampf-Lampen SON-TPP 600 W und einem Philips Scheinwerfer MVP 507 durchgeführt worden. Um die Einhaltung der Entfernung von 150 m zur Grundstücksgrenze des Gewerbegebietes zu gewährleisten, können als Alternative künftig nur Produkte mit vergleichbaren technischen Voraussetzungen ausgewählt werden.

Die Grenze von 150 m rund um das Gewerbegebiet und 200 m um das OTB Gebiet bezieht sich immer auf die psychologische Blendung pro Scheinwerfer, wobei die Scheinwerferstückzahl keine Rolle spielt. Grundsätzlich erhöht eine größere Anzahl von Scheinwerfern nur die Beleuchtungsstärke an den Immissionsorten. Da diese Beleuchtungsstärke aber an den 4 Immissionsorten bei der hier ausgearbeiteten Planung noch weit unter 1 Lux für Wohngebiete liegt, sind keine Beeinträchtigungen zu erwarten.

Der Einsatz beliebiger, auf dem Markt befindlicher Scheinwerfer könnte zu einer erheblichen Überschreitung der festgelegten Grenze zur Minimierung

der vom Fischereihafen-West ausgehenden Lichtimmission führen. Dies könnte sich bis Faktor 10 (auf 1.500 m statt der 150 m von der Grundstücksgrenze des Gewerbegebietes) erhöhen.

Der Lichtstromanteil (ULR), der in den oberen Halbraum der Horizontalen strahlt, beträgt bei dieser Planung 0,00 %, was seitens der EN 12464-2:2007 in der Klassifizierung E 1 (Nationalparks) gefordert wird.

Die geplante Ansiedlung der Windindustrie auf dem Gelände erfordert aus arbeitstechnischen Gründen eine Lichtpunkthöhe von 50 m auf dem Gelände, die bei den lichttechnischen Planungsvorschlägen in diesem Gutachten großflächig zum Einsatz kam.

Es wurde eine Lichtimmissionsmessung der Ist – Situation und eine Lichtberechnung einer möglichen Betriebsphase durchgeführt. Der Sportboothafen liegt im ausgewiesenen Gewerbegebiet und hat dadurch eine höhere Belastung gemäß der Licht-Leitlinie (LAI) zu ertragen. Das Ergebnis für die Raumaufhellung und Blendung für die Immissionsorte IO 1 Sportboothafen und IO 2 Luneplate Süd ist den Tabellen 12 und 13 zu entnehmen.

Tabelle 12

Sportboothafen IO 1		k	E _F
IO 1	Ist-Situation	24	0,2 Lux
IO 1	Betriebsphase	139	4 Lux
IO 1	gesamte Belastung	139	4,2 Lux
IO 1	zulässige Belastung	<160	<5,0 Lux

Die Forderungen der Licht-Leitlinie werden eingehalten.

Tabelle 13

Luneplate Süd IO 2		k	E _F
IO 2	Ist-Situation	327	0,2 Lux
IO 2	Betriebsphase	19	0,4 Lux
IO 2	gesamte Belastung	327	0,6 Lux
IO 2	geplante Belastung	<32	<1,0 Lux

Die heute vorhandenen gewerblichen Lichanlagen (Ist-Situation) auf der Ost-Seite des Fischereihafens sind zum Teil unsachgemäß eingestellt (zu Ungunsten der Betreiber). Dadurch kommt es zu einer unerwünschten Blendung am Immissionsort IO 2. Eine Optimierung ließe sich erzielen durch Aufklärung der Betreiber seitens der zuständigen Aufsichtsbehörde.

Die Ergebnisse aus den Tabellen 12 und 13 für eine Bebauung liegen im Rahmen der mit dieser Planung einhergehenden Forderungen, die Altlasten sollten aber verbessert werden.

Für die biologische Betrachtung der Auswirkung von Lichtimmission auf das FFH – Gebiet ist die Beleuchtungsstärkegrenze von 0,1 Lux als Vergleichswert von Bedeutung, da dieser regelmäßig als naturgegebene Maximalbelastung bei Vollmond und entsprechenden Wetterbedingungen vorliegt und auf die Erde einwirkt.

Eine vom geplanten Gewerbegebiet Fischereihafen-West ausgehende 0,1 Lux Immissionsbelastung wird ca. 300 m von dessen Grundstücksgrenze entfernt erreicht. In diesem Zusammenhang sind außerdem die heutigen Altanlagen auf eine sachgerechte Einstellung der Scheinwerfer zu überprüfen.

Um die in der Öffentlichkeit diskutierte LED-Technik bei den Betrachtungen im Gutachten mit einzubeziehen, wurde ein Vergleich zwischen Hochdruck-Natriumdampf-Lampe 600 W mit 90.000 Lumen und einem LED Scheinwerfer der Firma EWO aus Italien durchgeführt. Letzterer ist grundsätzlich ebenfalls für eine Lichtanlage mit diesen hohen lichttechnischen Ansprüchen geeignet. Aufgrund der wesentlich höheren Anschaffungs- und Betriebskosten fällt das Ergebnis für diesen Verwendungszweck zugunsten der Hochdruck-Natriumdampf-Lampe aus. Über die lichttechnische Weiterentwicklung bei der LED-Technik in der Zukunft können zum heutigen Zeitpunkt keine Aussagen gemacht werden.

Die Auswirkungen der Lichtanlagen auf nachtaktive Insekten werden aufgrund des Spektrums der Hochdruck-Natriumdampf-Lampen bestmöglich minimiert.



11. Verwendete Unterlagen

- [1] Schriftenreihe des LAI Hinweise zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen „Licht-Leitlinie“ vom 2. Auflage 2001
- [2] Empfehlungen für die Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen künstlicher Lichtquellen von der Lichttechnischen Gesellschaft Publikation 12.3, 3. Auflage 2011
- [3] Empfehlungen für die Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen künstlicher Lichtquellen von der Lichttechnischen Gesellschaft Publikation 12.2, 2. Auflage 1996
- [4] Bundes-Immissionsschutzgesetz BImSchG vom 26. September 2002, geändert durch das Gesetz vom 31. Juli 2010
- [5] Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 2: Arbeitsplätze im Freien DIN EN 12464-2:2007 vom Oktober 2007
- [6] Lichtberechnungsprogramm Calculux Version 7.7.0.1
- [7] Zur Einwirkung von Außenbeleuchtungsanlagen auf nachtaktive Insekten LiTG – Publikation Nr. 15:1997 von 1997 (Seite 4-5)
- [8] Lichtmessung Klasseneinteilung von Beleuchtungsstärke- und Leuchtdichtemessgeräten DIN 5032 Teil 7 vom Dezember 1985
- [9] DIN 60825 Teil 1 Anhang D.2.2 von Mai 2008
- [10] Menzel, R. Spectral sensitivity and colour vision in invertebrates, in: Autrum, H. (Hrsg.): Handbook of Sensory Physiology; Vol. VII / 6A pp.503-580; Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1979
- [11] Cleve, K. Das spektrale Wahrnehmungsvermögen nachtsfliegender Schmetterlinge.
Nachrichten der Bayrischen Entomologen, 1967, 16. Jg Nr. 5/6 S. 33 - 55.
- [12] Gutachten: „Offshore Terminal Bremerhaven (OTB) - Lichttechnische Grundgedanken für den Scopingtermin“ (Nummer 2011.301 vom 18.1.2011)
- [13] Präsentation „Effects of atmospheric conditions on night sky brightness“ vom Oktober 2011 von Dr. Dorin Lolkamp, www.rivm.nl.

12. Anhang

1. Lichtberechnung für das Gewerbegebiet Fischereihafen – West
2. Lichtberechnung für den OTB
3. Lichtberechnung mit Vergleich LED oder SON

Anhang 1

Fischereihafen - West

Datum: 27-11-2012
Kunde: BIS
Customer code: Am alten Hafen 118
Customer Representative: 27568 Bremerhaven

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Ernst Brunken

Beschreibung: Neuwert

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

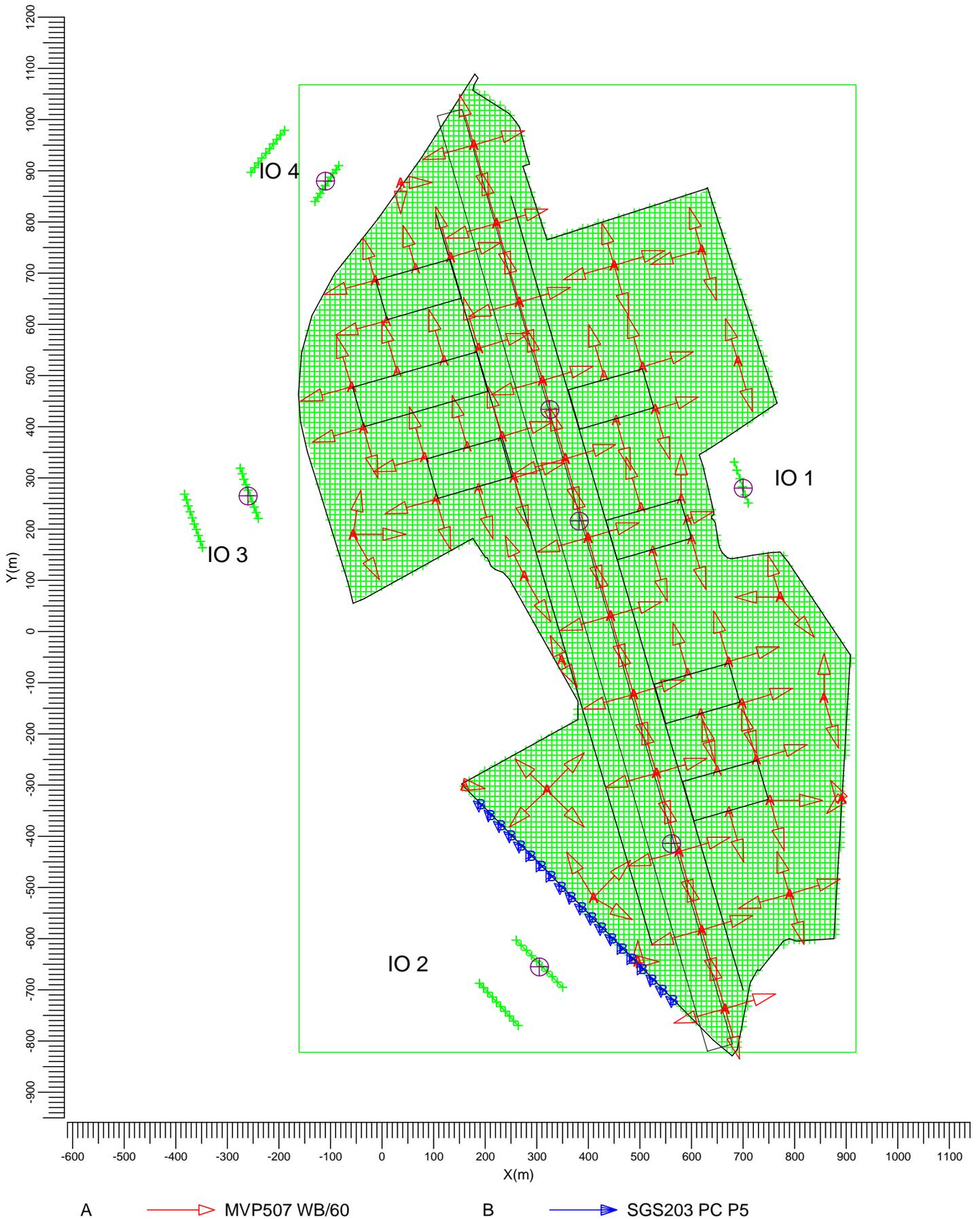
Telefon: 040-7123734
Fax: 040-7132559
Mobil-Telefon: 0160-8419100
E-Mail: ernst.brunken@brunken-light.com

Inhaltsverzeichnis

1.	Projekt - Ansichten	3
1.1	Ansicht von oben	3
2.	Zusammenfassung	4
2.1	Allgemeine Information	4
2.2	Beobachter	4
2.3	Gebäudendaten	4
2.4	Projektleuchten	4
2.5	Berechnungsergebnisse	5
3.	Berechnungsergebnisse	7
3.1	Polygonales Raster: Isoflächen	7
4.	Leuchtendaten	8
4.1	Projektleuchten	8
5.	Installationsdaten	9
5.1	Legende	9
5.2	Leuchtenanordnung und Ausrichtung	9

1. Projekt - Ansichten

1.1 Ansicht von oben



Maßstab
1:10000

2. Zusammenfassung

2.1 Allgemeine Information

Der Verminderungsfaktor für dieses Projekt ist 1.00.

2.2 Beobachter

Code	Beobachter	Position		
		X (m)	Y (m)	Z (m)
Aa	IO 1 Hafen	700.00	280.00	2.00
Bb	IO 2 Luneplate 150 m	305.00	-655.00	2.00
Cc	IO 3 Deich 150 m	-260.00	265.00	2.00
Dd	IO 4 Wasser 150 m	-110.00	880.00	2.00
Ee	IO 2 M	561.00	-414.00	2.00
Ff	IO 3 M	325.00	434.00	2.00
Gg	IO 1 M	382.00	216.00	2.00

2.3 Gebäudedaten

Gebäude	Transmissionsgrad (%)	Position		
		X (m)	Y (m)	Z (m)
Gebäude 1	0	383.00	395.00	0.00
Gebäude 2	0	456.00	140.00	0.00
Gebäude 3	0	550.00	-180.00	0.00
Gebäude 4	0	605.00	-370.00	0.00
Gebäude 5	0	10.00	609.00	0.00
Gebäude 6	0	-35.00	400.00	0.00
Gebäude 7	0	108.00	260.00	0.00

2.4 Projektleuchten

Code	Anz.	Leuchtentyp	Lampentyp	System-Leistung (W)	Lichtstrom (lm)
A	604	MVP507 WB/60	1 * SON-TPP600W	670.0	1 * 90000
B	20	SGS203 PC P5	1 * SON-PP100W	114.0	1 * 10200

Die insgesamt installierte Leistung 406.96 kW

Leuchtenanzahl pro Anordnung

Anordnung	Leuchtencode/-Anzahl		Leistung (kW)
	A	B	
Gebäude 1 a	10	0	6.70
Gebäude 1 b	12	0	8.04
Gebäude 1 c	4	0	2.68
Gebäude 1 d	3	0	2.01
Gebäude 2a	6	0	4.02
Gebäude 2a1	3	0	2.01
Gebäude 2b	6	0	4.02
Gebäude 2c	4	0	2.68
Gebäude 2d	4	0	2.68
Gebäude 3a	10	0	6.70
Gebäude 3b	12	0	8.04
Gebäude 3c	4	0	2.68
Gebäude 3d	4	0	2.68
Gebäude 4a	12	0	8.04
Gebäude 4b	10	0	6.70
Gebäude 4c	4	0	2.68
Gebäude 4d	4	0	2.68
Gebäude 5a	5	0	3.35
Gebäude 5b	7	0	4.69

Anordnung	Leuchtencode/-Anzahl		Leistung (kW)
	A	B	
Gebäude 5c	6	0	4.02
Gebäude 5d	10	0	6.70
Gebäude 5e	10	0	6.70
Gebäude 5f	6	0	4.02
Gebäude 6b	7	0	4.69
Gebäude 6c	6	0	4.02
Gebäude 6d	6	0	4.02
Gebäude 6e	12	0	8.04
Gebäude 6f	10	0	6.70
Gebäude 7b	5	0	3.35
Gebäude 7c	6	0	4.02
Gebäude 7d	12	0	8.04
Gebäude 7f	4	0	2.68
Punkt 1	24	0	16.08
Punkt 10	6	0	4.02
Punkt 11	16	0	10.72
Punkt 12	4	0	2.68
Punkt 13	2	0	1.34
Punkt 14	2	0	1.34
Punkt 15	2	0	1.34
Punkt 2	18	0	12.06
Punkt 3	22	0	14.74
Punkt 4	12	0	8.04
Punkt 5	15	0	10.05
Punkt 6	14	0	9.38
Punkt 7	24	0	16.08
Punkt 8	15	0	10.05
Punkt 9	10	0	6.70
Straße links 0°	50	0	33.50
Straße links 90°	48	0	32.16
Straße links180°	48	0	32.16
Straße links270°	48	0	32.16
Straßen 100 W Grenze	0	20	2.28

2.5 Berechnungsergebnisse

Beleuchtungsstärke / Leuchtdichte:

Berechnung	Typ	Unit	Mitt	Min/Mitt	Min/Max
Polygonales Raster	Beleuchtungsstärke auf der Fläche	lx	33.5	0.00	0.00
Raster IO 2	Beleuchtungsstärke -> Ee	lx	0.22	0.73	0.53
Raster IO 2 (0,1)	Beleuchtungsstärke -> Ee	lx	0.03	0.83	0.66
Raster IO 3	Beleuchtungsstärke -> Ff	lx	0.18	0.73	0.54
Raster IO 3 (0,1)	Beleuchtungsstärke -> Ff	lx	0.03	0.80	0.68
Raster IO 1	Beleuchtungsstärke -> Gg	lx	3.98	0.09	0.03
Raster IO 4	Beleuchtungsstärke -> Ff	lx	0.40	0.31	0.10
Raster IO4 (0,1)	Beleuchtungsstärke -> Ff	lx	0.05	0.78	0.44

Lichtimmissionsberechnung:

Beobachter	Leuchte	Position			Ausrichtwinkel			Maximale Lichtstärke (cd)
		X (m)	Y (m)	Z (m)	Dreh.C	Neig.A	Neig.B	

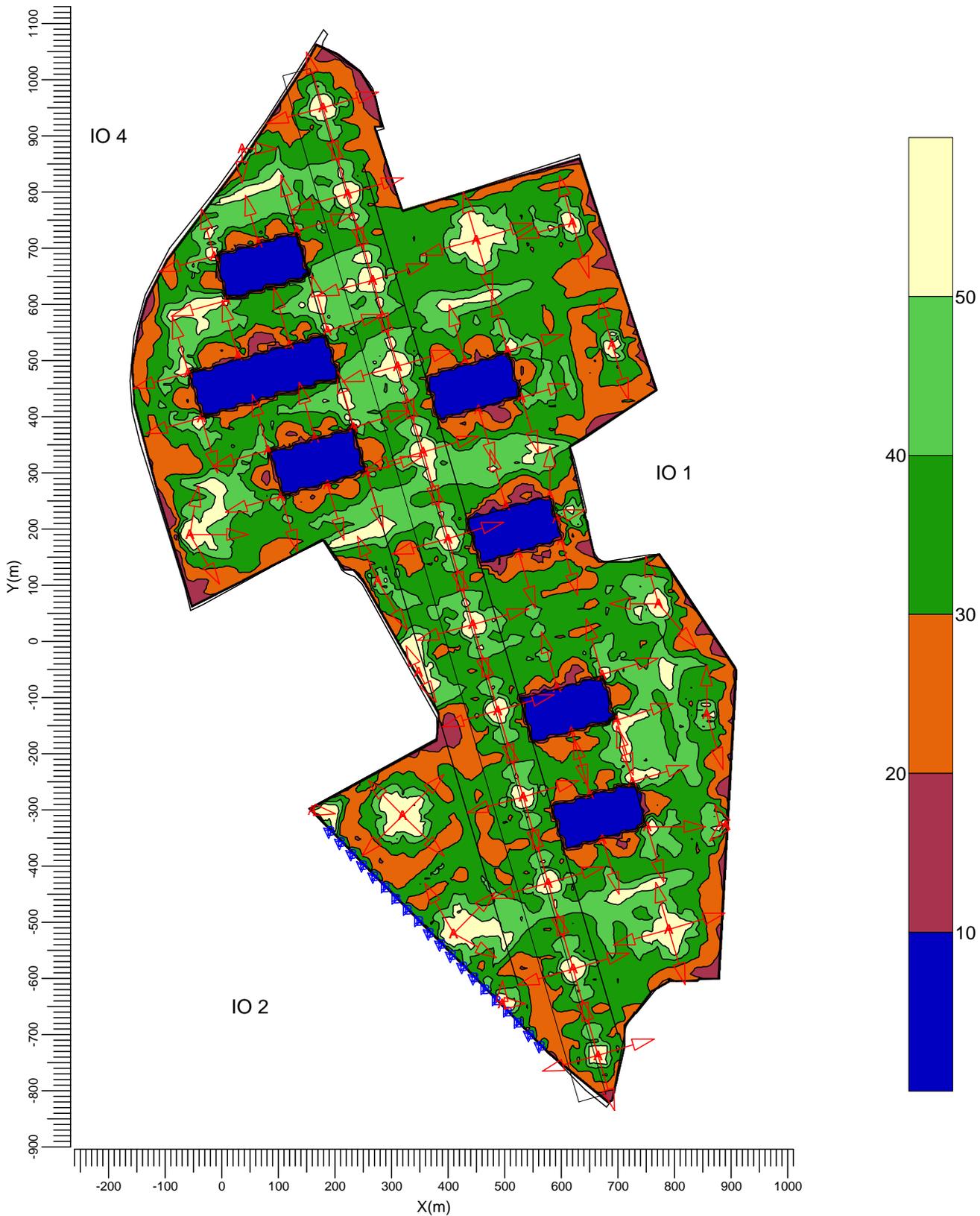
Beobachter	Leuchte	Position			Ausrichtwinkel			Maximale Lichtstärke (cd)
		X (m)	Y (m)	Z (m)	Dreh.C	Neig.A	Neig.B	
Aa	A	580.00	260.00	50.00	90.00	60.00	0.00	1708
Bb	A	320.00	-310.00	50.00	-45.00	64.00	0.00	439
Cc	A	-36.00	398.00	50.00	-164.00	64.00	0.00	620
Dd	A	133.00	731.00	50.00	106.00	64.00	0.00	504

Der Lichtanteil Aufwärts (ULR) ist 0.00.

3. Berechnungsergebnisse

3.1 Polygonales Raster: Isoflächen

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



A	—▶ MVP507 WB/60	B	—▶ SGS203 PC P5
Mittel 33.5	Min/Mittel (Uo) 0.00	Min/Max (Ud) 0.00	Verminderungsfaktor 1.00

Maßstab
1:10000

4. Leuchtendaten

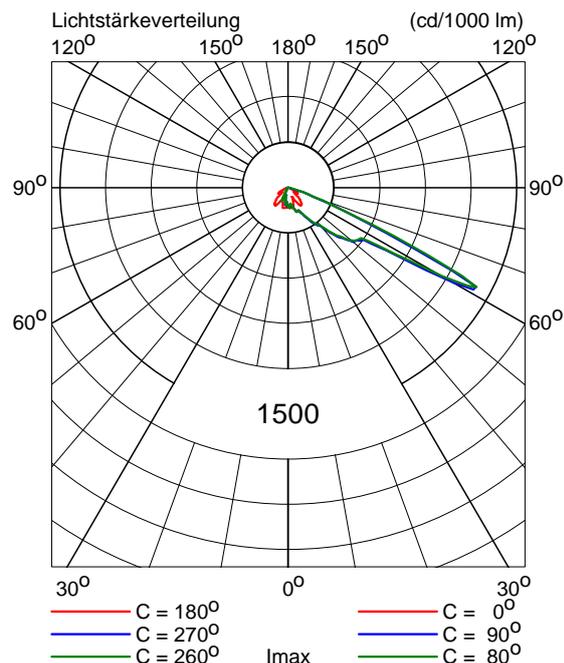
4.1 Projektleuchten

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	: 670.0 W
Meßprotokollcode	: LVMA114900

Anmerkung: Diese Leuchte ist eine Sonderausführung, abgeleitet von dem angegebenen Meßprotokollcode.

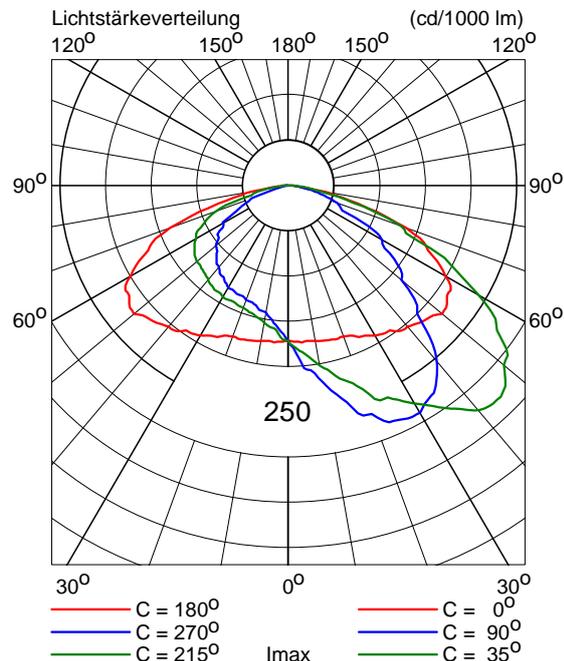


SGS203/403
SGS203 1xSON-PP100W PC P5



Leuchtenbetriebswirkungsgrade	
unterer Halbraum	: 0.80
oberer Halbraum	: 0.00
Total	: 0.80
Vorschaltgerät	: Conventional
Lampenlichtstrom	: 10200 lm
Anschlußleistung der Leuchte	: 114.0 W
Meßprotokollcode	: MIR5352000

Anmerkung: Diese Leuchte ist eine Sonderausführung, abgeleitet von dem angegebenen Meßprotokollcode.



5. Installationsdaten

5.1 Legende

Projektleuchten:

Code	Anzahl	Leuchtentyp	Lampentyp	Lichtstrom (lm)
A	604	MVP507 WB/60	1 * SON-TPP600W	1 * 90000
B	20	SGS203 PC P5	1 * SON-PP100W	1 * 10200

5.2 Leuchtenanordnung und Ausrichtung

Anz. * Code	Position			Ausrichtwinkel			ULR	ULOR_i
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Dreh.C	Neig.A	Neig.B		
6 * A	-59.00	478.00	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	-59.00	478.00	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	-56.00	190.00	50.00	0.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	-56.00	190.00	50.00	-60.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	-56.00	190.00	50.00	80.0	60.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	-36.00	398.00	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	-36.00	398.00	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	-13.00	686.00	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	-13.00	686.00	50.00	106.0	60.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	9.00	607.00	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	29.00	508.00	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
2 * A	36.00	877.00	30.00	-90.0	64.0	0.0	0.00	0.00
2 * A	36.00	877.00	30.00	0.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	65.00	710.00	50.00	106.0	60.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	82.00	340.00	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	82.00	340.00	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	105.00	258.00	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	105.00	258.00	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	120.00	530.00	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	133.00	731.00	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
1 * A	133.00	731.00	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
2 * A	160.00	-300.00	20.00	-10.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	165.00	362.00	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	178.14	949.75	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	178.14	949.75	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	178.14	949.75	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	178.14	949.75	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	187.00	279.00	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	187.00	553.00	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
1 * A	187.00	553.00	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
1 * B	192.11	-337.89	8.00	16.0	15.0	0.0	0.01	0.01
1 * B	211.74	-358.00	8.00	16.0	15.0	0.0	0.01	0.01
4 * A	222.40	796.41	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	222.40	796.41	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	222.40	796.41	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	222.40	796.41	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
1 * B	231.36	-378.11	8.00	16.0	15.0	0.0	0.01	0.01
6 * A	233.00	381.00	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
1 * A	233.00	381.00	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
1 * B	250.99	-398.22	8.00	16.0	15.0	0.0	0.01	0.01
1 * A	256.00	300.00	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	256.00	300.00	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00

Anz. * Code	Position			Ausrichtwinkel			ULR	ULOR_i
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Dreh.C	Neig.A	Neig.B		
4 * A	266.66	643.07	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	266.66	643.07	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	266.66	643.07	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	266.66	643.07	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
1 * B	270.62	-418.33	8.00	16.0	15.0	0.0	0.01	0.01
6 * A	276.00	108.00	50.00	-60.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	276.00	108.00	50.00	115.0	60.0	0.0	0.00	0.00
1 * B	290.24	-438.44	8.00	16.0	15.0	0.0	0.01	0.01
1 * B	309.87	-458.56	8.00	16.0	15.0	0.0	0.01	0.01
4 * A	310.92	489.73	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	310.92	489.73	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	310.92	489.73	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	310.92	489.73	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	320.00	-310.00	50.00	-45.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	320.00	-310.00	50.00	-135.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	320.00	-310.00	50.00	135.0	60.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	320.00	-310.00	50.00	45.0	64.0	0.0	0.00	0.00
1 * B	329.49	-478.67	8.00	16.0	15.0	0.0	0.01	0.01
3 * A	348.00	-55.00	30.00	-60.0	64.0	0.0	0.00	0.00
3 * A	348.00	-55.00	30.00	115.0	60.0	0.0	0.00	0.00
1 * B	349.12	-498.78	8.00	16.0	15.0	0.0	0.01	0.01
4 * A	355.18	336.39	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	355.18	336.39	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	355.18	336.39	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	355.18	336.39	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
1 * B	368.74	-518.89	8.00	16.0	15.0	0.0	0.01	0.01
1 * B	388.37	-539.00	8.00	16.0	15.0	0.0	0.01	0.01
4 * A	399.44	183.05	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	399.44	183.05	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	399.44	183.05	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	399.44	183.05	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
1 * B	408.00	-559.11	8.00	16.0	15.0	0.0	0.01	0.01
6 * A	410.00	-520.00	50.00	-30.0	60.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	410.00	-520.00	50.00	120.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	410.00	-520.00	50.00	45.0	64.0	0.0	0.00	0.00
1 * B	427.62	-579.22	8.00	16.0	15.0	0.0	0.01	0.01
4 * A	430.00	500.00	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	443.70	29.71	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	443.70	29.71	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	443.70	29.71	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	443.70	29.71	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
1 * B	447.25	-599.33	8.00	16.0	15.0	0.0	0.01	0.01
6 * A	450.00	715.00	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	450.00	715.00	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	450.00	715.00	50.00	106.0	60.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	450.00	715.00	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
3 * A	454.00	413.00	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
1 * B	466.87	-619.44	8.00	16.0	15.0	0.0	0.01	0.01
1 * B	486.50	-639.56	8.00	16.0	15.0	0.0	0.01	0.01
4 * A	487.96	-123.64	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	487.96	-123.64	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	487.96	-123.64	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	487.96	-123.64	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
1 * A	496.00	-645.00	20.00	90.0	64.0	0.0	0.00	0.00
1 * A	496.00	-645.00	20.00	0.0	64.0	0.0	0.00	0.00

Anz. * Code	Position			Ausrichtwinkel			ULR	ULOR_i
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Dreh.C	Neig.A	Neig.B		
4 * A	502.00	242.00	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	505.00	517.00	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	505.00	517.00	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
1 * B	506.12	-659.67	8.00	16.0	15.0	0.0	0.01	0.01
4 * A	525.00	157.00	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
1 * B	525.75	-679.78	8.00	16.0	15.0	0.0	0.01	0.01
6 * A	530.00	434.00	50.00	16.0	60.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	530.00	434.00	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	532.22	-276.98	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	532.22	-276.98	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	532.22	-276.98	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	532.22	-276.98	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
1 * B	545.37	-699.89	8.00	16.0	15.0	0.0	0.01	0.01
1 * B	565.00	-720.00	8.00	16.0	15.0	0.0	0.01	0.01
4 * A	576.48	-430.32	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	576.48	-430.32	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	576.48	-430.32	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	576.48	-430.32	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	580.00	260.00	50.00	90.0	60.0	0.0	0.00	0.00
3 * A	592.00	219.00	30.00	16.0	60.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	593.00	-82.00	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	600.00	180.00	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	618.00	-160.00	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
3 * A	620.00	745.00	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	620.00	745.00	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	620.00	745.00	50.00	106.0	60.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	620.74	-583.66	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	620.74	-583.66	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	620.74	-583.66	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	620.74	-583.66	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	650.00	-271.00	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	665.00	-737.00	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	665.00	-737.00	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	665.00	-737.00	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	665.00	-737.00	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	672.00	-59.00	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	672.00	-59.00	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	673.00	-352.00	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
8 * A	690.00	528.00	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	690.00	528.00	50.00	106.0	60.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	698.00	-140.00	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	698.00	-140.00	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	726.00	-250.00	50.00	106.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	726.00	-250.00	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	752.00	-330.00	50.00	0.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	752.00	-330.00	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
3 * A	772.00	67.00	50.00	180.0	60.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	772.00	67.00	50.00	-50.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	772.00	67.00	50.00	106.0	60.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	790.00	-513.00	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	790.00	-513.00	50.00	-164.0	64.0	0.0	0.00	0.00
4 * A	790.00	-513.00	50.00	106.0	60.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	790.00	-513.00	50.00	16.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	857.00	-130.00	50.00	-74.0	64.0	0.0	0.00	0.00
6 * A	857.00	-130.00	50.00	90.0	60.0	0.0	0.00	0.00

Anz. * Code	Position			Ausrichtwinkel			ULR	ULOR_i
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Dreh.C	Neig.A	Neig.B		
1 * A	891.00	-327.00	20.00	-135.0	64.0	0.0	0.00	0.00
1 * A	891.00	-327.00	20.00	120.0	64.0	0.0	0.00	0.00

Anhang 2

Offshoreterminal Bremerhaven

Projektcode: 1. Untersuchung
Datum: 22-11-2012
Kunde: Bremenports GmbH & Co, KG
Customer code: Am Strom 2
Customer Representative: 27568 Bremerhaven

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Ernst Brunken

Beschreibung: Planungsfaktor 1,0 (Neuwertberechnung)

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

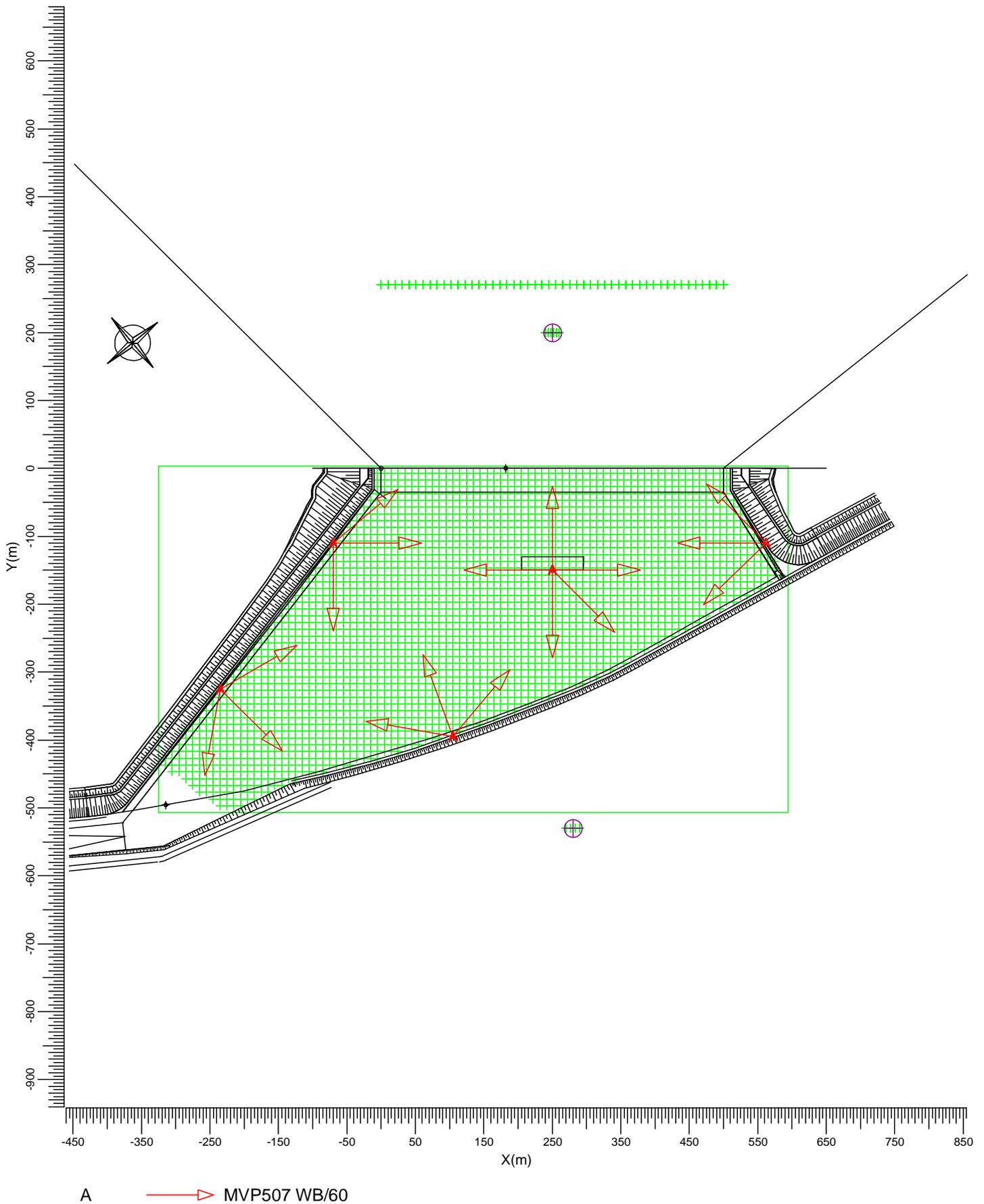
Telefon: 040-7123734
Fax: 040-7132559
Mobil-Telefon: 0160-8419100
E-Mail: ernst.brunken@brunken-light.com

Inhaltsverzeichnis

1.	Projekt - Ansichten	3
1.1	Ansicht von oben	3
2.	Zusammenfassung	4
2.1	Allgemeine Information	4
2.2	Beobachter	4
2.3	Projektleuchten	4
2.4	Berechnungsergebnisse	4
3.	Berechnungsergebnisse	5
3.1	Polygonales Raster: Isoflächen	5
4.	Leuchtendaten	6
4.1	Projektleuchten	6
5.	Installationsdaten	7
5.1	Legende	7
5.2	Leuchtenanordnung und Ausrichtung	7

1. Projekt - Ansichten

1.1 Ansicht von oben



Maßstab
1:7500

2. Zusammenfassung

2.1 Allgemeine Information

Der Verminderungsfaktor für dieses Projekt ist 1.00.

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	41.6	7.2	158.1	0.17	0.05
Raster Schiffahrtlinie	Vertikale Beleuchtungsstärke	lx	0.05	0.00	0.14	0.01	0.00
Raster IO Wasser	Vertikale Beleuchtungsstärke	lx	0.07	0.01	0.19	0.08	0.03
Raster IO Land	Vertikale Beleuchtungsstärke	lx	0.10	0.09	0.13	0.87	0.72

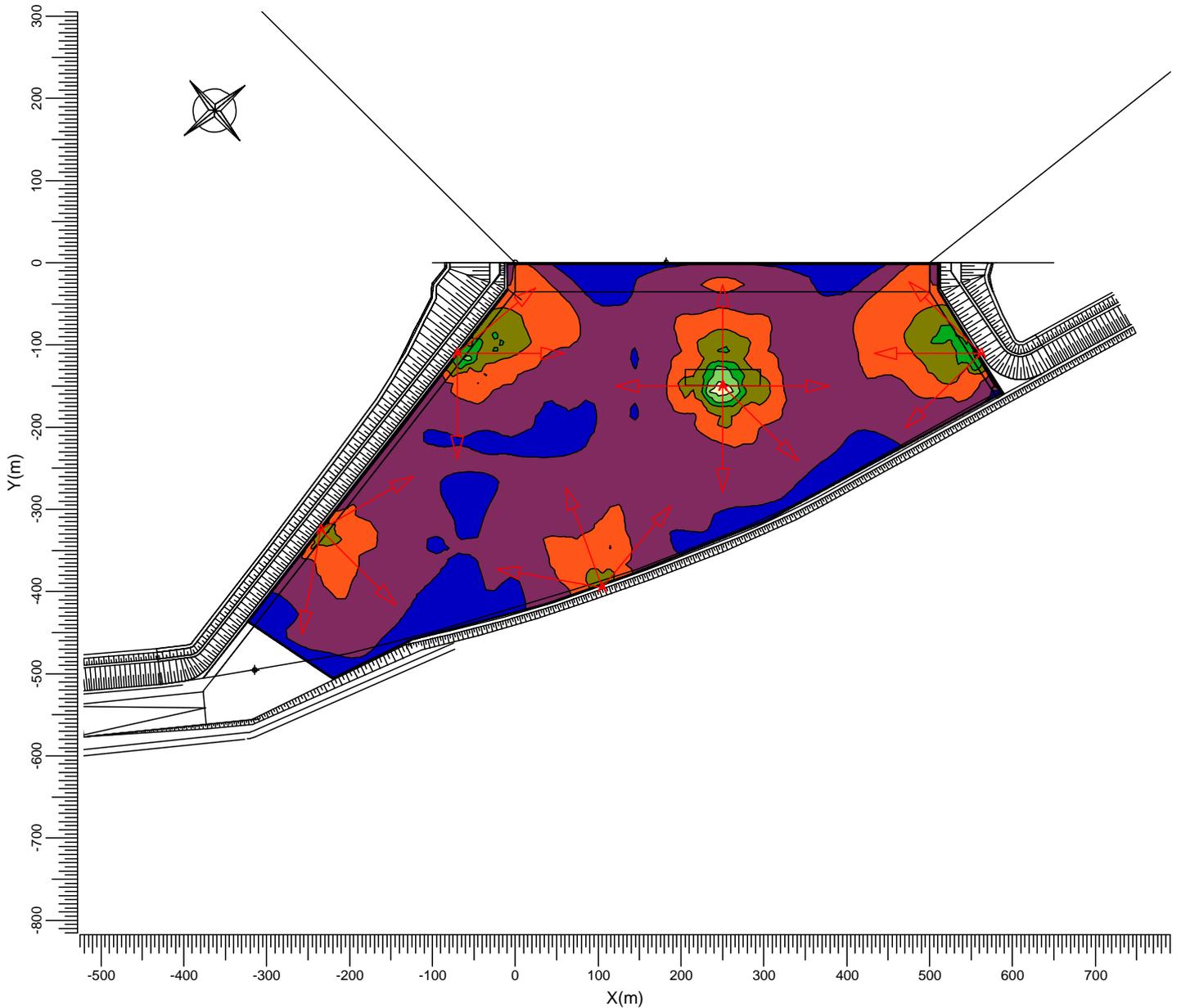
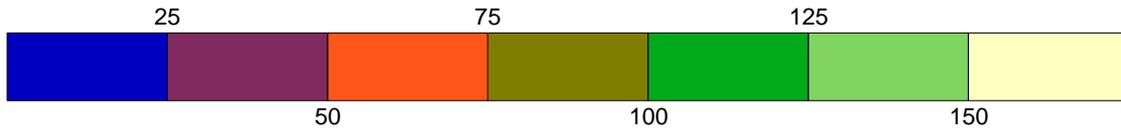
Lichtimmissionsberechnung:

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	406
Bb	A	250.00	-150.00	60.00	-90.00	65.00	0.00	479

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
41.6	7.2	158.1	0.17	0.05	1.00	1:7500

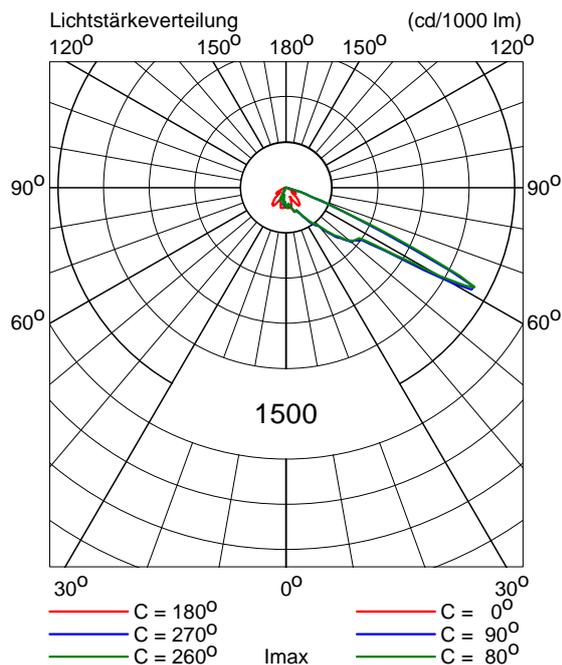
4. Leuchtendaten

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			Ausrichtungswinkel		
	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

Anhang 3

LED oder SON

Datum: 27-11-2012

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Ernst Brunken

Beschreibung: Planungsfaktor 1,0

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

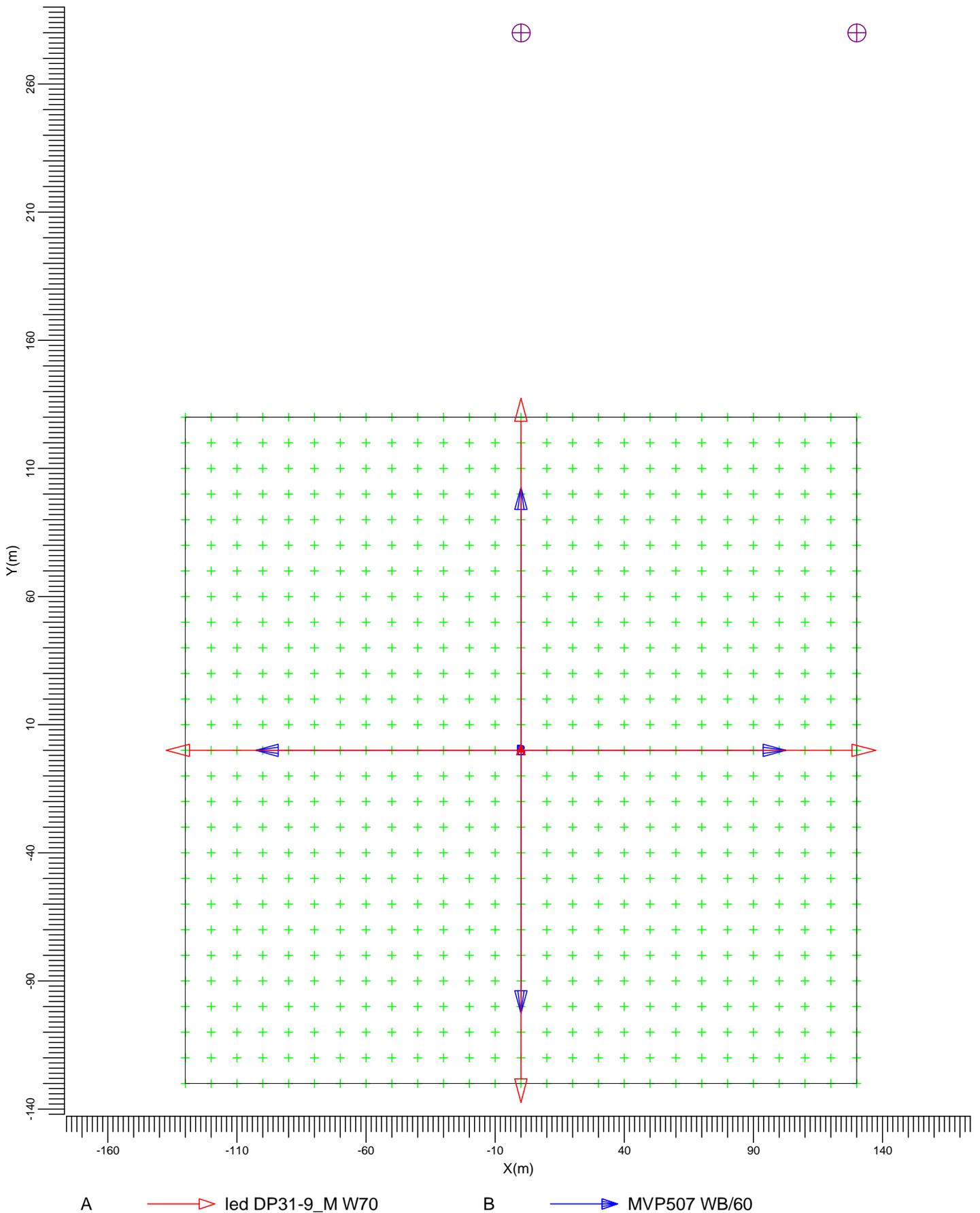
Telefon: 040-7123734
Fax: 040-7132559
Mobil-Telefon: 0160-8419100
E-Mail: ernst.brunken@brunken-light.com

Inhaltsverzeichnis

1.	Projekt - Ansichten	3
1.1	Ansicht von oben	3
2.	Zusammenfassung	4
2.1	Allgemeine Information	4
2.2	Beobachter	4
2.3	Projektleuchten	4
2.4	Berechnungsergebnisse	4
3.	Berechnungsergebnisse	6
3.1	LED: Isoflächen	6
3.2	SON: Isoflächen	7
4.	Leuchtendaten	8
4.1	Projektleuchten	8
5.	Installationsdaten	9
5.1	Legende	9
5.2	Leuchtenanordnung und Ausrichtung	9

1. Projekt - Ansichten

1.1 Ansicht von oben



Maßstab
1:2000

2. Zusammenfassung

2.1 Allgemeine Information

Der Verminderungsfaktor für dieses Projekt ist 1.00.

2.2 Beobachter

Code	Beobachter	Position		
		X (m)	Y (m)	Z (m)
Aa	IO 1	-0.00	280.00	2.00
Bb	IO 2	130.00	280.00	2.00

2.3 Projektleuchten

Code	Anz.	Leuchtentyp	Lampentyp	System-Leistung (W)	Lichtstrom (lm)
A	40	led DP31-9_M W70	1 * 3x3 XP-G 350mA coolwhite	493.0	1 * 34370
B	16	MVP507 WB/60	1 * SON-TPP600W	647.0	1 * 90000

Die insgesamt installierte Leistung 30.07 kW

Leuchtenanzahl pro Schaltstufe

Schaltstufe	Leuchtencode/-Anzahl		Leistung (kW)
	A	B	
LED	40	0	19.72
SON	0	16	10.35

Leuchtenanzahl pro Anordnung

Anordnung	Leuchtencode/-Anzahl		Leistung (kW)
	A	B	
Punkt	40	16	30.07

2.4 Berechnungsergebnisse

Schaltstufen:

Code	Schaltstufe
1	LED
2	SON

Beleuchtungsstärke / Leuchtdichte:

Berechnung	Schaltstufe	Typ	Unit	Mitt	Min/Mitt	Min/Max
LED	1	Beleuchtungsstärke auf der Fläche	lx	14.3	0.04	0.01
SON	2	Horizontale Beleuchtungsstärke	lx	14.1	0.07	0.02

Lichtimmissionsberechnung:

Schaltstufe	Beobachter	Leuchte	Position			Ausrichtwinkel			Maximale Lichtstärke (cd)
			X (m)	Y (m)	Z (m)	Dreh.C	Neig.A	Neig.B	

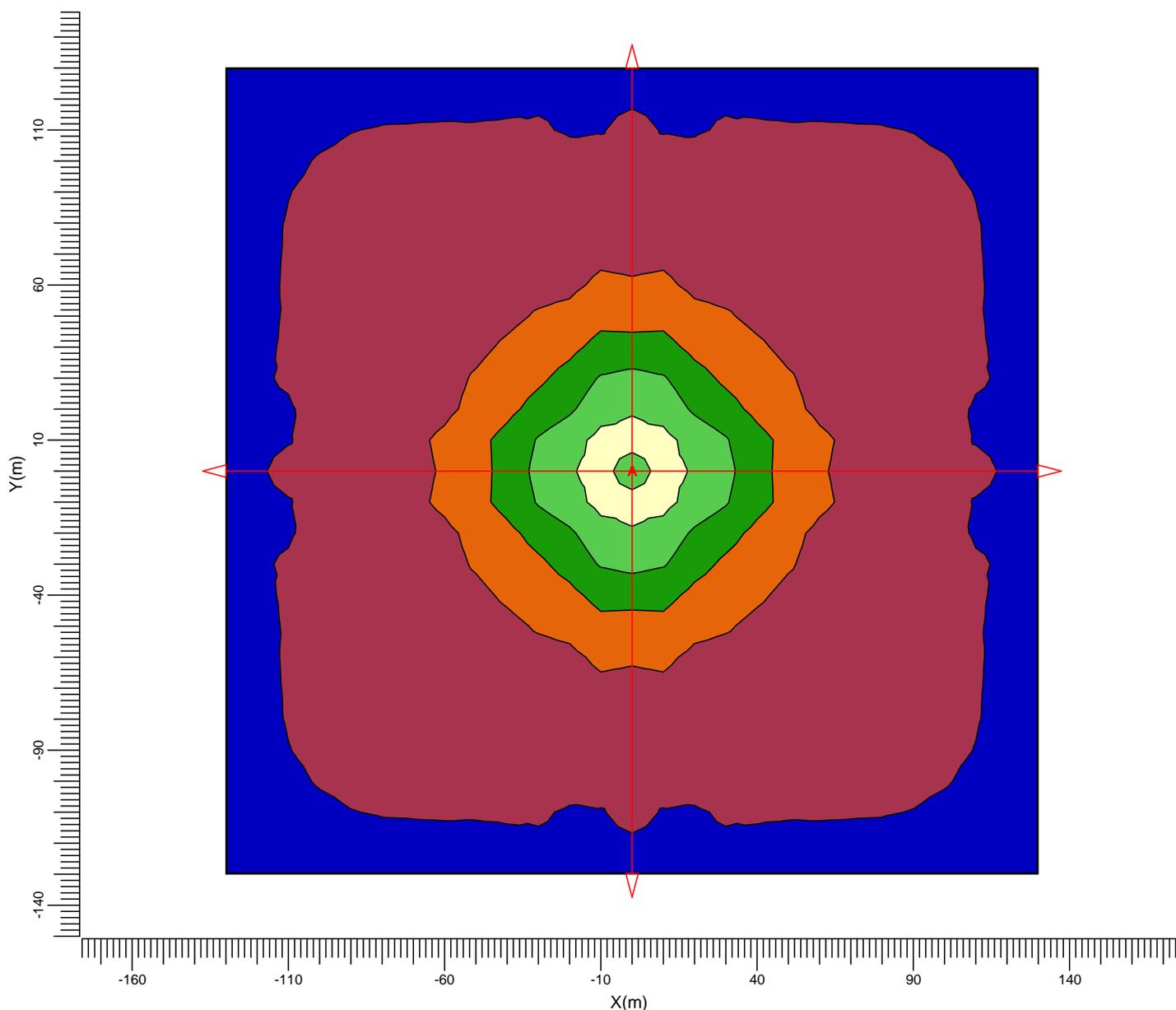
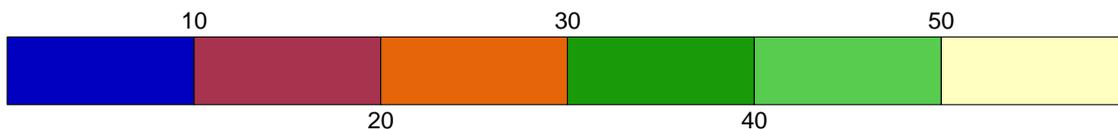
Schaltstufe	Beobachter	Leuchte	Position			Ausrichtwinkel			Maximale Lichtstärke (cd)
			X (m)	Y (m)	Z (m)	Dreh.C	Neig.A	Neig.B	
1	Aa	A	0.00	0.00	50.00	90.00	70.00	0.00	370
2	Aa	B	0.00	0.00	50.00	90.00	64.00	0.00	447
1	Bb	A	0.00	0.00	50.00	0.00	70.00	0.00	418
2	Bb	B	0.00	0.00	50.00	90.00	64.00	0.00	446
Schaltstufe	ULR								
1	0.00								
2	0.00								

3. Berechnungsergebnisse

3.1 LED: Isoflächen

LED

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



A led DP31-9_M W70

Mittel
14.3

Min/Mittel (Uo)
0.04

Min/Max (Ud)
0.01

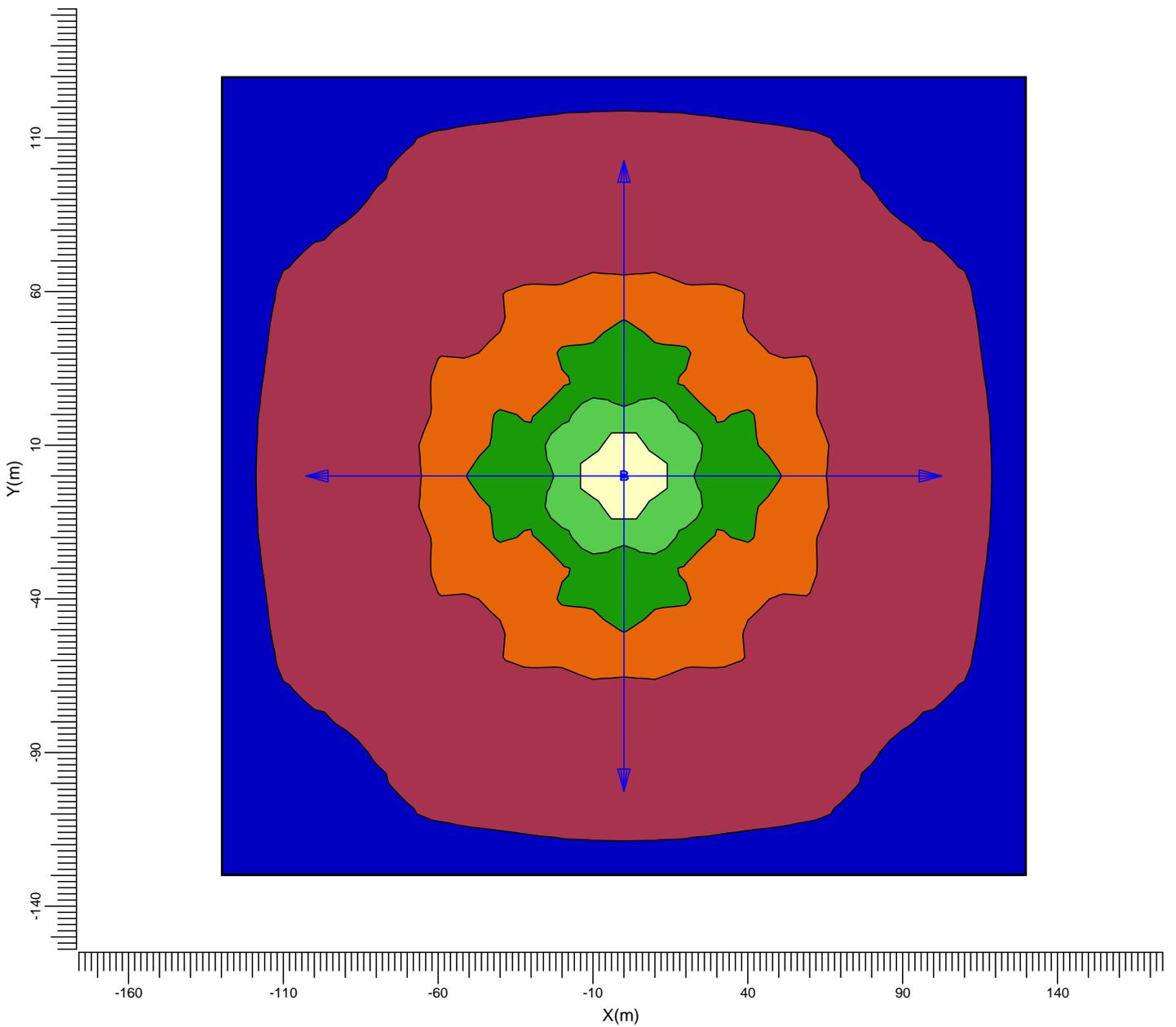
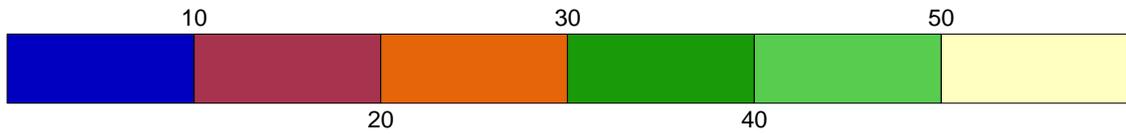
Verminderungsfaktor
1.00

Maßstab
1:2000

3.2 SON: Isoflächen

SON

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



B MVP507 WB/60

Mittel
14.1

Min/Mittel (Uo)
0.07

Min/Max (Ud)
0.02

Verminderungsfaktor
1.00

Maßstab
1:2000

4. Leuchtendaten

4.1 Projektleuchten

led DP31-9_M W70 1x3x3 XP-G 350mA coolwhite/6000K

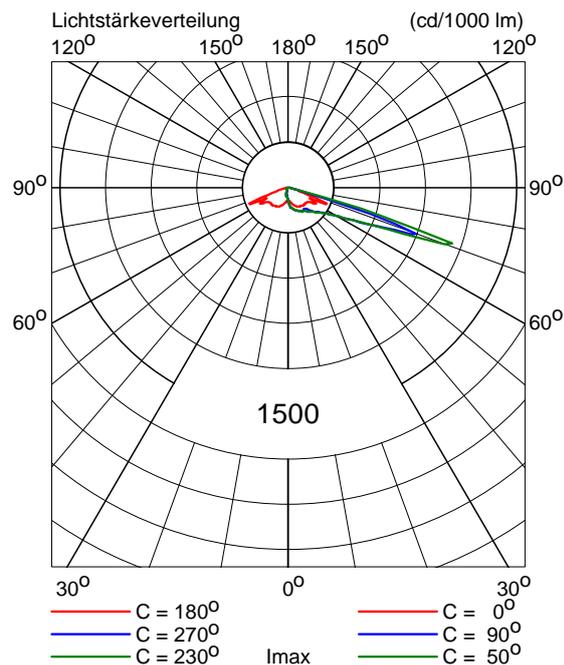
Leuchtenbetriebswirkungsgrade

unterer Halbraum : 0.82
oberer Halbraum : 0.00
Total : 0.82

Lampenlichtstrom : 34370 lm

Anschlußleistung der Leuchte : 493.0 W

Anmerkung: Leuchtendaten nicht aus der Standard-Datenbank.



OptiVision

MVP507 1xSON-TPP600W WB/60



Leuchtenbetriebswirkungsgrade

unterer Halbraum : 0.77
oberer Halbraum : 0.00
Total : 0.77

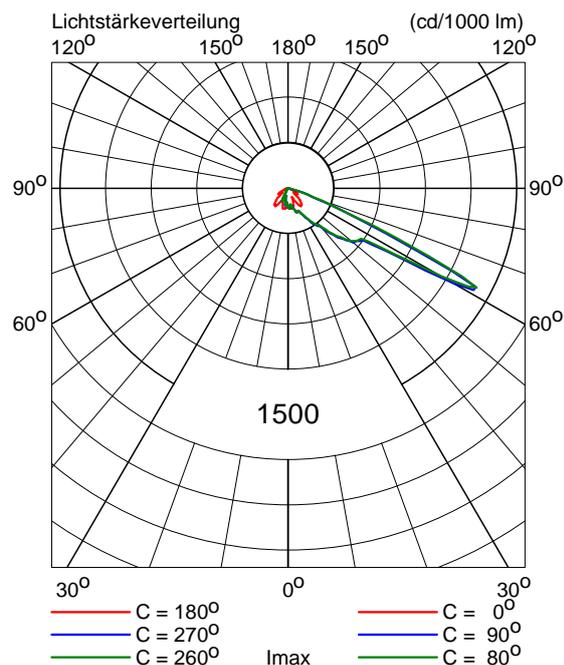
Vorschaltgerät : Conventional

Lampenlichtstrom : 90000 lm

Anschlußleistung der Leuchte : 647.0 W

Meßprotokollcode : LVMA114900

Anmerkung: Diese Leuchte ist eine Sonderausführung, abgeleitet von dem angegebenen Meßprotokollcode.



5. Installationsdaten

5.1 Legende

Projektleuchten:

Code	Anzahl	Leuchtentyp	Lampentyp	Lichtstrom (lm)
A	40	led DP31-9_M W70	1 * 3x3 XP-G 350mA coolwhite	1 * 34370
B	16	MVP507 WB/60	1 * SON-TPP600W	1 * 90000

Schaltstufen:

Code	Schaltstufe
1	LED
2	SON

5.2 Leuchtenanordnung und Ausrichtung

Anz. * Code	Position			Ausrichtwinkel			ULR	ULOR _i	Schaltstufen	
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Dreh.C	Neig.A	Neig.B			1	2
4 * B	-0.00	-0.00	50.00	-90.0	64.0	0.0	0.00	0.00	-	+
4 * B	-0.00	-0.00	50.00	180.0	64.0	0.0	0.00	0.00	-	+
4 * B	-0.00	-0.00	50.00	90.0	64.0	0.0	0.00	0.00	-	+
4 * B	-0.00	-0.00	50.00	0.0	64.0	0.0	0.00	0.00	-	+
10 * A	-0.00	-0.00	50.00	-90.0	70.0	0.0	0.00	0.00	+	-
10 * A	-0.00	-0.00	50.00	180.0	70.0	0.0	0.00	0.00	+	-
10 * A	-0.00	-0.00	50.00	90.0	70.0	0.0	0.00	0.00	+	-
10 * A	-0.00	-0.00	50.00	0.0	70.0	0.0	0.00	0.00	+	-