

Lichtimmissionsgutachten für den Bebauungsplan Kleiner Grasbrook 2

Auftraggebende Stelle: Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen
Referat LP 21
Neuenfelder Straße 19
21109 Hamburg

Projektnummer: LK 2022.046
Berichtsnummer: LK 2022.046.1
Berichtsstand: 15.07.2022
Berichtsumfang: 50 Seiten

Projektleitung: Dipl.-Ing. (FH) [REDACTED]
Bearbeitung: Dipl.-Ing. (FH) [REDACTED]
Dipl.-Phys. [REDACTED]



LÄRMKONTOR GmbH • Altonaer Poststraße 13 b • 22767 Hamburg
Bekannt gegebene Stelle nach § 29b BImSchG - Prüfbereich Gruppe V - Ermittlung von Geräuschen
Messstellenleiter Frank Heidebrunn • AG Hamburg HRB 51 885
Geschäftsführung: Mirco Bachmeier (Vorsitz) / Bernd Kögel / Ulrike Krüger (kfm.)
Telefon: 0 40 - 38 99 94.0 • Telefax: 0 40 - 38 99 94.44
E-Mail: Hamburg@laermkontor.de • <http://www.laermkontor.de>

Berichtsversionen

Index	Bemerkung	Datum	Bearbeiter	Geprüft
0	Vorabzug	04.05.2022	SE	FoH/FH
1	Vorabzug mit Ergänzungen	24.05.2022	SE	FoH/FH
2	Überarbeitete Fassung	15.07.2022	SE	FH

Inhaltsübersicht

1	Aufgabenstellung	5
2	Arbeitsunterlagen	6
3	Beurteilungsgrundlagen	7
3.1	Raumaufhellung	7
3.2	Blendung	8
4	Örtliche Situation	10
5	Messung Lichtimmissionen im Bestand	13
5.1	Messorte	13
5.2	Messtermine und Messbedingungen	15
5.3	Messung der Leuchtdichte	15
5.3.1	Entfernte Lichtquellen	16
5.3.2	Blendbewertung	16
5.4	Messung der Beleuchtungsstärke	20
5.5	Messergebnisse	21
5.5.1	Messort MP1 (20 m)	22
5.5.2	Messort MP1 (2 m)	23
5.5.3	Messort MP2 (10 m)	24
5.5.4	Messort MP3 (10 m)	25
5.5.5	Messort MP4 (10 m)	26
5.5.6	Messort MP5 (2 m)	27
5.5.7	Messort MP6 (2 m)	29
5.5.8	Messort MP7 (2 m)	30
5.6	Zusammenfassung und Bewertung	32
5.6.1	Blendung	32
5.6.2	Beleuchtungsstärke	36
6	Prognose möglicher Lichtimmissionen	39
6.1	Vorgehen	39
6.2	Berechnungsgrundlagen	40

6.3	Modellierte Quellen	40
6.3.1	Sportplatz	41
6.3.2	Wegebeleuchtung im Park	43
6.3.3	Stadtplatz	45
6.3.4	Elbpromenade	45
6.3.5	Zusammenfassung und Bewertung.....	46
7	Zusammenfassung und Fazit	48
8	Quellenverzeichnis.....	50

1 Aufgabenstellung

Mit dem Bebauungsplan „Kleiner Grasbrook 2“ sollen die planungsrechtlichen Voraussetzungen für die Realisierung des gemischt genutzten Moldauhafenquartiers als nördlicher Teil des Stadtteils Grasbrook geschaffen werden. Auf der zuvor als Hafengebiet mit Lager und Umschlagfunktion genutzten Fläche ist die Entwicklung eines innerstädtisches Wohn- und Arbeitsquartiers, einer großen Parkanlage, einer Grundschule, des neuen Standorts des Deutschen Hafenmuseums sowie von Freizeit- und Versorgungseinrichtungen vorgesehen. Insgesamt sind etwa 3.000 Wohneinheiten geplant.

Der Geltungsbereich des Bebauungsplans umfasst die Landflächen westlich der Straßen *Am Moldauhafen* sowie nördlich der *Sachsenbrücke*, die Wasserflächen des *Moldauhafens* und die Wasserflächen sowie den südlichen Uferbereich des *Saalehafens*.

Durch die Anfertigung einer Lichtimmissionsuntersuchung soll geprüft werden, ob und in welchem Ausmaß insbesondere die Beleuchtung des im Südwesten des Bebauungsplangebiets Kleiner Grasbrook 2 befindlichen Hafengebiets negative Auswirkungen durch Aufhellung oder Blendung auf die geplante Wohnnutzung im Plangebiet verursacht werden.

2 Arbeitsunterlagen

Die in der Tabelle 1 aufgeführten Unterlagen wurden für die Bearbeitung der vorliegenden Untersuchung zur Verfügung gestellt:

Tabelle 1: Bereitgestellte Unterlagen

Art der Unterlagen	Datei-format	Bereitgestellt		
		per	von	am
Planentwurf Bebauungsplan „Kleiner Grasbrook 1“, Stand 28.10.2021 (jetzt: „Kleiner Grasbrook 2“)	PDF	E-Mail	Freie und Hansestadt Hamburg Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen, Amt für Landesplanung und Stadtentwicklung Referat LP 21	27.01.2022
Luftbild Grasbrook-Veddel	PDF	Online-Ressource	HafenCity Hamburg GmbH (https://www.grasbrook.de/)	08.03.2022
Funktionsplanung / Lageplan, Stand 04.10.2021	PDF	Online-Ressource	HafenCity Hamburg GmbH (https://www.grasbrook.de/)	08.03.2022
Gesamtperspektive von Osten (Herzog de Meuron Vogt)	PDF	Online-Ressource	HafenCity Hamburg GmbH (https://www.grasbrook.de/)	08.03.2022
Bilder der Webcam Grasbrook (viertelstündlicher Abruf)	JPG	Online-Ressource	HafenCity Hamburg GmbH (https://www.grasbrook.de/webcam-grasbrook/)	23.02.2022 - 19.04.2022
Ortsbesichtigung und Lichtmessung	-	-	LÄRMKONTOR GmbH	08.03.2022
Lichtmessung	-	-	LÄRMKONTOR GmbH	14.03.2022
Lichtmessung	-	-	LÄRMKONTOR GmbH	26.04.2022

3 Beurteilungsgrundlagen

Im Rahmen der Aufstellung von Bebauungsplänen ist unter anderem die Sicherstellung gesunder Wohn- und Arbeitsverhältnisse zu berücksichtigen (§ 1 Abs. 6 Nr. 1 Baugesetzbuch). In Bezug auf die Beurteilung von Lichtimmissionen enthält das Baurecht keine Vorgaben oder Beurteilungsgrundlagen. Daher erfolgt eine orientierende Beurteilung der Lichtimmissionen anhand der immissionsschutzrechtlichen Vorgaben/Empfehlungen.

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz /1/ fordert den „Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen“. Hierbei gibt es keine gesetzlichen, normativen Vorgaben zur Ermittlung und Bewertung von Lichtimmissionen. Zur Beurteilung der Immissions-situation wird daher auf die „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ /2/ nach Beschluss der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) vom 13. September 2012 zurückgegriffen. Diese Hinweise geben sowohl für die Raumaufhellung als auch die Blendung Immissionsrichtwerte vor.

Schutzbedürftig sind nach den LAI-Hinweisen /2/

- Wohnräume, einschließlich Wohndielen,
- Schlafräume, einschließlich Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten und Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien,
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen,
- Büroräume, Praxisräume, Schulungsräume und ähnliche Arbeitsräume.

Die LAI-Hinweise geben in ihrer aktuellen Fassung keine Ansprüche für Urbane Gebiete aus. Nach Abstimmung mit der Auftraggeberin, Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen, wird der gleiche Anspruch wie an Mischgebiete unterstellt.

3.1 Raumaufhellung

Die Beurteilung der Raumaufhellung orientiert sich an der „mittleren Beleuchtungsstärke \bar{E}_F “ am Immissionsort „in Fensterebene von Wohnungen“ /2/. Die Immissionsrichtwerte, die bezüglich der mittleren Beleuchtungsstärke nicht überschritten werden sollen, sind in Tabelle 2 angegeben. Diese beziehen sich auf „zeitlich konstantes und weißes oder annähernd weißes Licht“, das „mehrmals in der Woche jeweils länger als eine Stunde eingeschaltet ist“.

Tabelle 2: Immissionsrichtwerte der mittleren Beleuchtungsstärke $\overline{E_F}$ nach LAI-Hinweisen /2/ (Auszug)

Immissionsort Gebietsart nach § BauNVO	Mittlere Beleuchtungsstärke $\overline{E_F}$	
	6 – 22 Uhr	22 – 6 Uhr
Reine Wohngebiete (§ 3) Allgemeine Wohngebiete (§ 4) [...]	3 lx	1 lx
Mischgebiete (§ 7)	5 lx	1 lx
Kerngebiete (§ 7) Gewerbegebiete (§ 8) Industriegebiete (§ 9)	15 lx	5 lx

3.2 Blendung

Bei der Beurteilung der Blendung wird die maximal tolerable mittlere Leuchtdichte $\overline{L_{max}}$ einer technischen Blendlichtquelle berechnet. Dies geschieht nach folgender Formel:

$$\overline{L_{max}} \leq k \sqrt{\frac{L_u}{\Omega_s}}$$

mit

$\overline{L_{max}}$ maximal tolerable Leuchtdichte einer Blendlichtquelle in cd/m^2 , gemittelt über den zugehörigen Raumwinkel Ω_s

k Normierter Proportionalitätsfaktor (s. Tabelle 3)

L_u Maßgebende Leuchtdichte der Umgebung ($\pm 10^\circ$) der Blendlichtquelle in cd/m^2 (minimal $0,1 \text{ cd/m}^2$)

Ω_s Raumwinkel der vom Immissionsort aus gesehenen Blendlichtquelle in sr

Der Raumwinkel Ω_s der Lichtquelle wird geometrisch nach folgender Beziehung ermittelt:

$$\Omega_s = \frac{F_I * \cos(\varepsilon)}{R^2}$$

mit

F_I Lichtaustrittsfläche der Leuchte bzw. des Strahlers in m^2

ε Winkel zwischen Lot auf die Leuchtenfläche und Verbindungsgerade Immissionsort-Leuchte

R Direkter Abstand zwischen Lichtquelle und Immissionsort in m

Die psychologische Blendwirkung einer Lichtquelle lässt sich nach den LAI-Hinweisen /2/ durch das Blendmaß k_s beschreiben:

$$k_s = \bar{L}_S \sqrt{\frac{\Omega_s}{L_u}}$$

Das Blendmaß soll die Immissionsrichtwerte für Blendung k (siehe Tabelle 3) nicht überschreiten. Dabei ist jedoch immer auch der direkte Bezug eines Fensters bzw. Außenbereichs zur Blendlichtquelle zu prüfen:

„Die Anwendung des Beurteilungsverfahrens gilt nur unter der Voraussetzung, dass vom Immissionsort aus bei üblicher Position der Blick zur Blendquelle hin möglich ist. Als Blickrichtung wird dann dieser Blick zur Blendquelle hin angenommen, weil sich das Auge im Allgemeinen unwillkürlich zur Blendlichtquelle hinwendet, da sie häufig das auffälligste Sehobjekt im Gesichtsfeld ist.“ /2/

Die Leuchtdichte der Blendlichtquelle berechnet sich nach den LAI-Hinweisen /2/ aus der Lichtstärke mit:

$$\bar{L}_S = \frac{I}{F_I * \cos(\varepsilon)}$$

wobei

I Lichtstärke am Immissionsort in cd

F_I Lichtaustrittsfläche der Leuchte bzw. des Strahlers in m²

ε Winkel zwischen Lot auf die Leuchtenfläche und Verbindungsgerade Immissionsort-Leuchte

Ist der Raumwinkel der Blendlichtquelle vom Immissionsort aus gesehen $\Omega_s < 10^{-6}$ sr, liegt eine Punktlichtquelle vor. Abweichend von den Immissionsrichtwerten k für das Blendmaß ist für Punktlichtquellen die Blendbeleuchtungsstärke $E_S = 10^{-3} * k * \sqrt{\bar{L}_U}$ maßgebend.

Tabelle 3: Immissionsrichtwert k zur Festlegung der maximal zulässigen Blendung durch technische Lichtquellen während der Dunkelstunden nach LAI-Hinweisen (Auszug)

Immissionsort Gebietsart nach § BauNVO	Immissionsrichtwert k für Blendung		
	6 – 20 Uhr	20 – 22 Uhr	22 – 6 Uhr
Reine Wohngebiete (§ 3) Allgemeine Wohngebiete (§ 4) [...]	96	64	32
Mischgebiete (§ 7)	160	160	32
Kerngebiete (§7) Gewerbegebiete (§8) Industriegebiete (§9)	-	-	160

4 Örtliche Situation

Der Geltungsbereich des Bebauungsplans „Kleiner Grasbrook 2“ umfasst die Landflächen westlich der Straßen *Am Moldauhafen* sowie nördlich der *Sachsenbrücke*, die Wasserflächen des *Moldauhafens* und die Wasserflächen sowie den südlichen Uferbereich des *Saalehafens*.

Südwestlich an das Plangebiet angrenzend ist die Entwicklung des Hafentorquartiers geplant, welches im Hafengebiet einen Gewerbe- und Forschungsstandort bilden soll und durch die Aufstellung einer Hafenplanungsverordnung planungsrechtlich vorbereitet werden soll. Das Hafentorquartier soll zudem als Übergang zwischen Wohn- und Hafennutzung dienen und dabei auch langfristig eine abschirmende Wirkung hinsichtlich zu erwartender Immissionen auf das Moldauhafenquartier erzielen.

Daran schließt sich weiter im Süden und Westen das bestehende Hafengebiet an, in dem weiterhin vorrangig Umschlag- und Lagertätigkeiten stattfinden werden. Durch die durchgängige hafenwirtschaftliche Nutzung des Geländes ist von Lichtemissionen mit Auswirkungen auf das geplante Moldauhafenquartier zu rechnen. Dabei sind sowohl eine generelle Aufhellung durch die gesamte Beleuchtung im Hafengebiet als auch die Blendung durch einzelne Leuchten möglich. Da die im Hafentorquartier vorgesehene Bebauung vermutlich nicht vor der Wohnbebauung im Moldauhafenquartier realisiert werden wird, kann eine abschirmende Wirkung zum Zeitpunkt der erstmaligen Nutzungsaufnahme im Moldenhafenquartier nicht unterstellt werden.

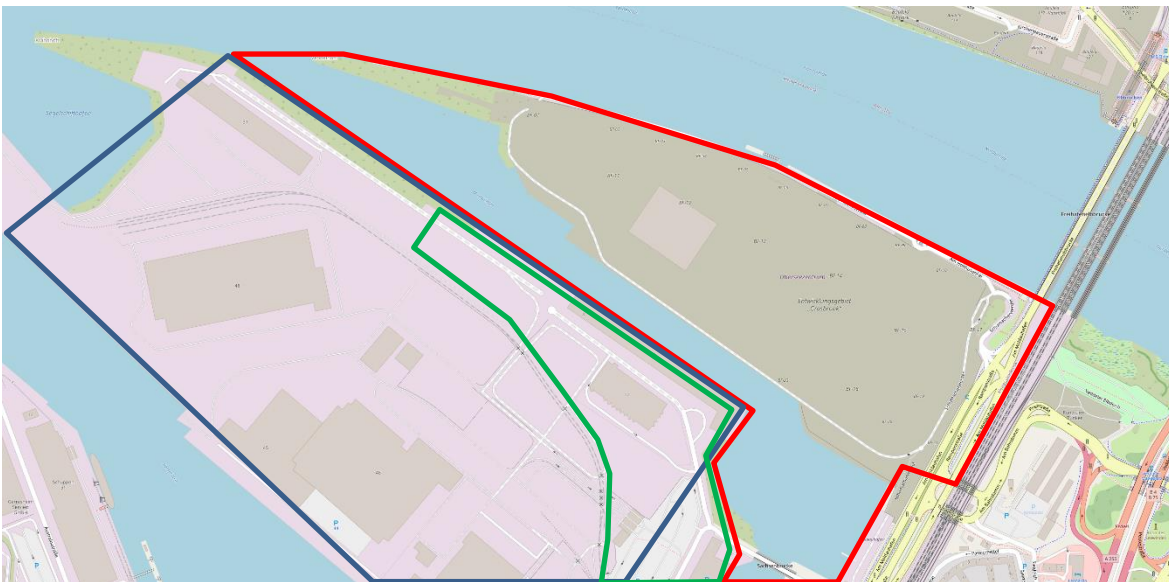


Abbildung 1: Lageplan, Plangebiet Grasbrook (rot), O'Swaldkai (blau), zukünftiges Hafentorquartier (grün), jeweils vereinfacht dargestellt
Lizenz: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Die Funktionsplanung (Stand 04.10.2021, siehe Abbildung 2 und Abbildung 3) sieht für das Gelände verschiedene Wohnbaukörper vor. Im westlichen Bereich schließt ein geplantes Museum das bebaute Areal ab, im östlichen Bereich sind gewerbliche Nutzungen verortet. Südlich der geplanten Wohnbebauung sind ein Park, eine Schule sowie ein Sportplatz vorgesehen.



Abbildung 2: Funktionsplan (Stand 04.10.2021)

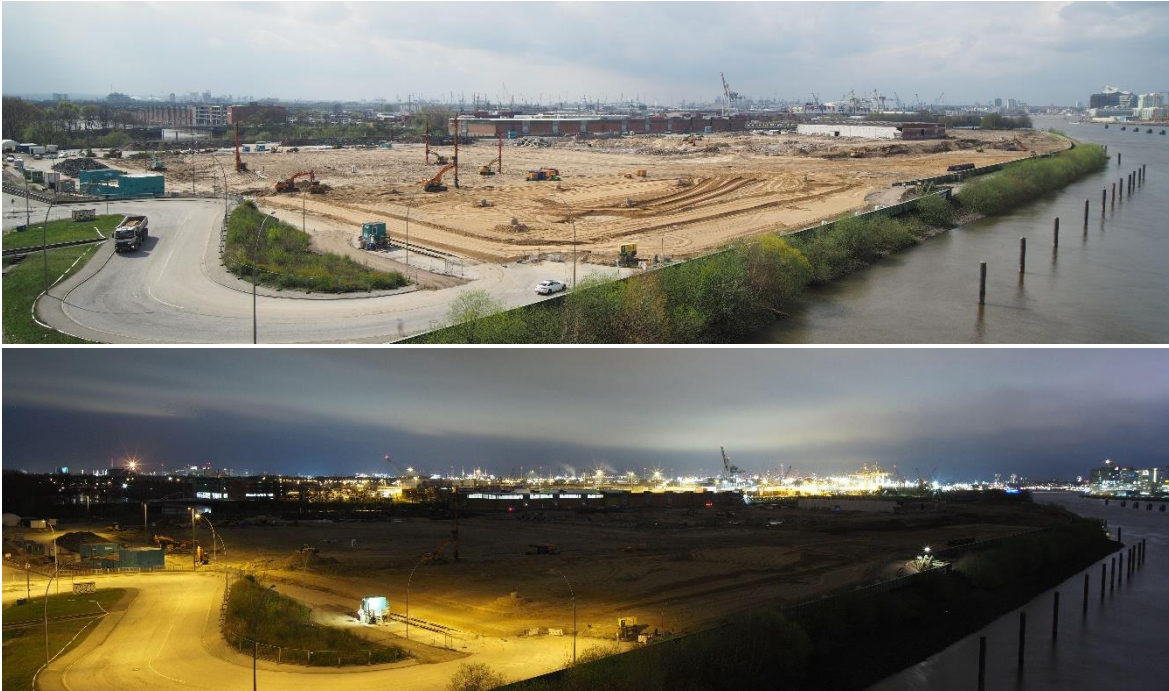
Quelle: Hafencity Hamburg GmbH, Funktionsplan



Abbildung 3: Funktionsplan (Ausschnitt) - Baufelder 11 (links) bis 15 (rechts) sowie 2-10 (oben)

Quelle: Hafencity Hamburg GmbH, Funktionsplan

Derzeit wird auf dem Gelände des Kleinen Grasbrooks die frühere Bebauung zurückgebaut. Im Bereich der Norderelbbrücke befindet sich eine Webcam mit Blick über das Gelände (siehe Abbildung 4). Es ist im Nachtzeitraum erkennbar, dass südlich/südwestlich des Geländes im Bereich der Hafennutzungen Lichtimmissionen auftreten können. Die erste Begehung vor Ort ergab jedoch bereits, dass der Helligkeitseindruck der Webcam-Aufnahme durch eine Langzeitbelichtung deutlich überhöht dargestellt wird.



**Abbildung 4: Ansicht auf das Plangebiet von den Norderelbbrücken tags/nachts
(Blickrichtung Südwest, Datum der Aufnahme 14.03.2022)**

Quelle: HafenCity Hamburg GmbH, Webcam

Im Nachtzeitraum ist das Gelände weitgehend unbeleuchtet, mit Ausnahme der Zufahrt sowie des Bereichs der Parkplätze (im Bild links). Die durchzuführenden Messungen erfassen somit weitgehend einzig die Lichtimmissionen von außerhalb des Plangebiets.

5 Messung Lichtimmissionen im Bestand

Die Ermittlung der aktuellen Lichtimmissionen erfolgte anhand von Messungen vor Ort. Hierbei wurden anhand der Messergebnisse sowohl die potenzielle Blendung einzelner Leuchten im Bestand als auch die sich durch die Beleuchtung in der Umgebung ergebende Beleuchtungsstärke bewertet.

5.1 Messorte

Gemessen wurde an unterschiedlichen Standorten auf dem Gelände des Kleinen Grasbrooks. Die Messorte sind im Lageplan in Abbildung 5 dargestellt.

Aufgrund der derzeit stattfindenden Arbeiten auf dem Gelände konnte nicht in allen Fällen eine Position an der Grenze der vorgesehenen Bebauung gewählt werden. Dies betrifft vor allem den Messpunkt MP1. Die Messposition liegt deutlich weiter südlich als die spätere Bebauung. Dadurch sind jedoch potenziell höhere Messwerte zu erwarten, an der späteren Bebauung wäre eine geringere Betroffenheit festzustellen.

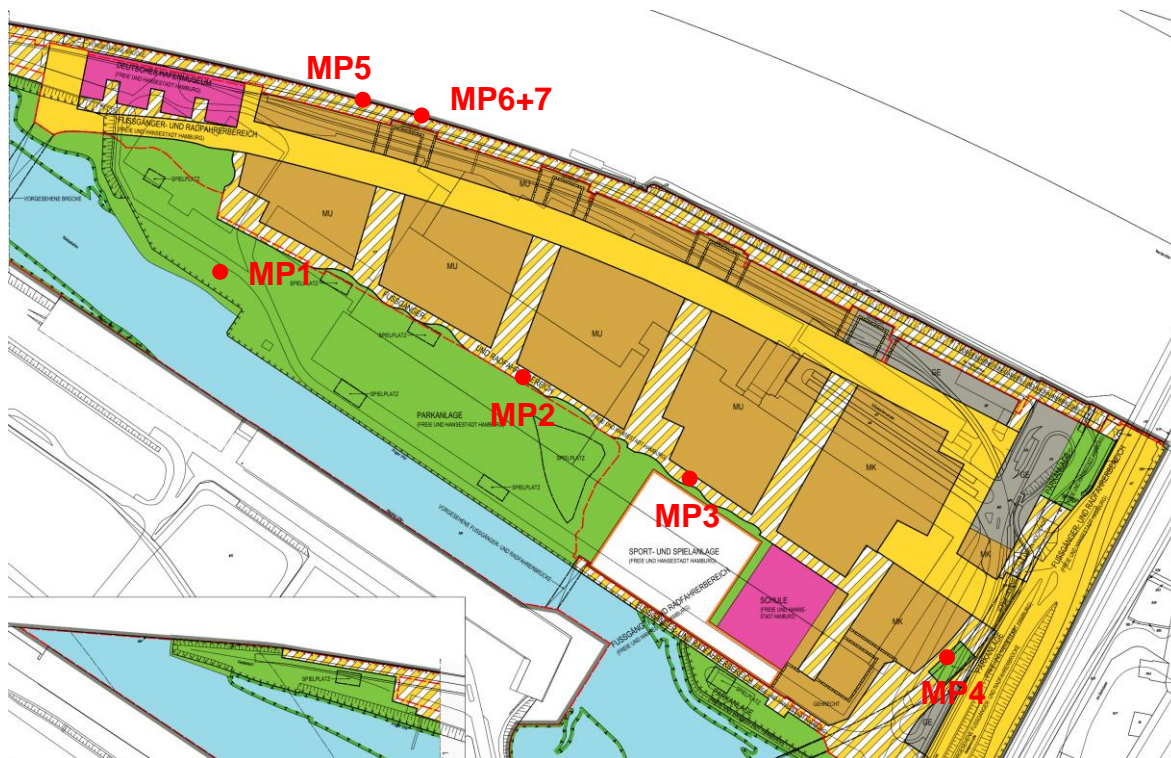


Abbildung 5: Lage der Messorte, verortet im Entwurf der Planzeichnung des Bebauungsplans Kleiner Grasbrook 2

Quelle: Bebauungsplanentwurf

Die Messorte repräsentieren folgende Nutzungen bzw. Lagen im Bebauungsplan:

- MP1:
Westlichste Bebauung im Baufeld 11, südliche und westliche Fassaden
- MP2:
Bebauung in Baufeld 12 und 13, südliche Fassaden
- MP3:
Bebauung im Baufeld 14, Bereich des höchsten erwarteten Einflusses der Sportplatzbeleuchtung, südliche Fassaden
- MP4:
Bebauung an der Ostgrenze des Plangebiets, Baufeld 19, 20 und 17, östliche Fassaden
- MP5 und MP6/7:
Bebauung an der Elbpromenade, Einfluss liegender Schiffe an den Dalben, nördliche Fassaden

Die Messungen wurden aufgrund der geplanten Gebäudehöhen sowie der geplanten Geländeaufhöhung größtenteils mit einer Teleskop-Arbeitsbühne durchgeführt.

Im Bereich der südlich und östlich gerichteten Messpunkte (MP1-4) wurden die Messungen in einer Höhe von 10 m bzw. 20 m über Gelände durchgeführt. Dies entspricht einer späteren Höhe an der Bebauung von rund 5 m (1. Obergeschoss) bzw. 15 m (4.-5. Obergeschoss). Für den Messpunkt MP1 wurde ergänzend eine Messung in einer Höhe von 2 m durchgeführt.

Mit den durchgeführten Messungen in größeren Höhen konnte auch die Verdeckung möglicher Lichtquellen im südlichen Bereich (O'Swaldkai) durch die noch bestehende Bebauung vermieden werden. In größeren Höhen ist keine größere Abweichung von den ermittelten Messergebnissen zu erwarten. Bei den Leuchten, die in relativ naher Entfernung zum Plangebiet stehen (~500 m), liegt die größte Lichtpunkthöhe nur leicht oberhalb der größten Messhöhe (20 m über Gelände). Bei höheren Messorten sind die Leuchtflächen nicht mehr sichtbar. Bei ferneren Leuchten ist der Einfluss der Messhöhe deutlich geringer, ein Einfluss auf die Blendung und die Beleuchtungsstärke ebenso jeweils sehr gering.

Im nördlichen Bereich des Plangebiets konnte wegen statischer Probleme am Holthausenkai die Teleskop-Arbeitsbühne nicht eingesetzt werden. Die Messung in einer Höhe von etwa 2 m über Gelände ist hier jedoch als repräsentativ anzusehen, weil keine die Leuchtquellen abschirmende Bebauung vorhanden ist. Für die ermittelten Blendlichtquellen ist keine größere Blendung bei zunehmender Höhe zu erwarten. Die Beleuchtungsstärke ist ebenfalls nicht stark zunehmend zu erwarten. Potenziell durch die Bebauung südlich der Straße Baakenallee verdeckte Lichtquellen in nördlicher Richtung (Großmarkt) werden als nicht kritisch für den

Bereich des Kleinen Grasbrooks bewertet, da diese bereits für die Bestandsbebauung am Baakenhafen aufgrund der geringeren Entfernung kritisch wären.

Die Messungen wurden in folgenden Höhen durchgeführt:

Tabelle 4: Messhöhen an den Messorten

Messort	Messhöhe (über Gelände)
MP1	20 m 2 m
MP2	10 m
MP3	10 m
MP4	10 m
MP5	2 m
MP6	2 m
MP7	2 m

5.2 Messtermine und Messbedingungen

Die Messungen wurden an zwei Terminen durchgeführt. Am 08.03.2022 fand im Anschluss an die Vorabbegehung des Geländes vor Ort eine Messung am Messort 6 statt. Es lag keine Bewölkung vor. Ziel war die Messung eines an den Dalben der Norderelbe liegenden Schiffs. Am 14.03.2022 fand die Messung an den Messorten 1-5 statt. Der Himmel war bedeckt, die Sicht klar. Es lag kein relevanter Einfluss auf die Sichtweite vor. Vor der Messung kam es zu leichtem Niederschlag. Der Boden war zwar stellenweise nass, es gab jedoch keine stehenden Pfützen, an denen Licht reflektiert werden könnte. Am 26.04.2022 wurden ergänzende Messungen der Umgebungsleuchtdichte durchgeführt, zudem wurde am Messort 7 erneut die Leuchtdichte für ein Seeschiff erhoben.

5.3 Messung der Leuchtdichte

Für die Ermittlung potenzieller Blendungen wurden an den Messorten jeweils die auffälligsten Leuchten hinsichtlich der Leuchtdichte vermessen. Anhand der Leuchtdichte kann eine Bewertung der Blendung erfolgen, sofern die sichtbare Leuchtfläche bekannt ist (siehe Kapitel 3.2).

Die Messung der Leuchtdichte wurde mit einem Messgerät Mavo-Spot 2 USB der Firma Gossen durchgeführt. Für Distanzmessung mit 1° Messwinkel ist es in Klasse B gemäß DIN 5032-7:2017-02, DIN EN 13032-1 Anhang B und CIE 69 klassifiziert. Gemessen wurde die Leuchtdichte in cd/m^2 .

Bei den Messungen wurden pro Leuchte mehrere Messungen mit dem Messgerät durchgeführt, um eine sichere Abdeckung der gesamten Leuchtenfläche im Messbereich sicherzustellen. Für jede Einzelmessung wurde die Leuchtdichte ermittelt. In die Auswertung geht jeweils der höchste ermittelte Wert ein.

5.3.1 Entfernte Lichtquellen

Nach LAI-Hinweisen /2/ liegt bei einem Raumwinkel der Blendlichtquelle von $\Omega_s < 10^{-6}$ sr eine Punktlichtquelle vor. Abweichend von den Immissionsrichtwerten k für das Blendmaß ist dann die Blendbeleuchtungsstärke maßgebend:

$$E_S = 10^{-3} * k * \sqrt{L_U}$$

Mit

k 32 (Anforderungen nach Tabelle 3 für Mischgebiete nachts)

L_u 0,1 cd/m² (minimal möglicher Wert)

ergibt sich ein Wert von 0,01 lx. Dieser kann messtechnisch nicht erfasst werden und ist in der Regel nur in Prognoseberechnungen zu ermitteln.

Ein Winkel $\Omega_s < 10^{-6}$ sr ergibt sich z.B. für folgende sichtbare Leuchtenflächen und Entfernungen:

- 2.500 cm² (50 cm x 50 cm) ~500 mREleva
- 1.000 cm² ~320 m
- 500 cm² ~224 m

Typische Leuchtenflächen liegen in der Größenordnung unter 2.500 cm². Durch die Neigung der Leuchte ist die sichtbare Leuchtenflächen geringer, somit sind eher noch deutlich geringere Leuchtenflächen anzusetzen (vgl. Abbildung 6).

Bei den Messungen vor Ort ergab sich für keine Leuchte jenseits des O'Swaldkais oder aus dem Bereich des Süd-West-Terminals ein relevanter Blendeindruck.

Es wird daher davon ausgegangen, dass eine Blendung nur durch Leuchten in einer Entfernung von unter rund 500 m vorliegt. Der relevante Bereich potenziell störender Leuchtquellen deckt damit in Richtung Osten und Süden den Bereich des O'Swaldkais ab, Richtung Osten in etwa bis zur B75 und im Norden bis zur Bebauung Baakenallee / U- und S-Bahnstation Elbbrücken.

5.3.2 Blendbewertung

5.3.2.1 Sichtbare Leuchtenfläche

Die effektiv sichtbare Leuchtfläche ist nicht nur von der Leuchte, sondern auch deren Anordnung im Raum sowie von dem Standort des Betrachters abhängig.

Diese könnte bei bekannten Leuchtgeometrien (Leuchtfläche, Ausrichtung der Leuchte, Winkel zwischen Immissionsort und Leuchte) rechnerisch bestimmt werden. Die Leuchtgeometrien sind jedoch nicht bekannt. Deswegen muss ein anderes Verfahren zur Ermittlung der Leuchtfläche gefunden werden.

Ein anderes Verfahren zur Bestimmung der Leuchtfläche ist die fotografische Auswertung von Leuchtenansichten (siehe Abbildung 6). Über bekannte Parameter

(z.B. Brennweite) bzw. anhand von Referenzgrößen kann die Leuchtfläche durch Auswertung der Pixel ermittelt werden. Als mögliche Referenzgröße wird hier die Leuchtenbreite genutzt, die typischerweise im Bereich von rund 50 cm liegen. Durch die Aufneigung der Leuchte (die Fläche ist nicht vollständig sichtbar) ergibt sich eine sichtbare Fläche, die rund 3,5-fach breiter als hoch ist. Somit sind effektiv also rund $50 \cdot (50/3,5) \text{ cm}^2 = 714 \text{ cm}^2$ sichtbar.

Eine sichtbare Leuchtenfläche mit rund 700 cm^2 auf einer Entfernung von 250 m (typische Entfernung zwischen den Messorten Grasbrook sowie den vermessenen Leuchten am O'Swaldkai) ergibt somit einen Raumwinkel $\Omega_s \cong 10^{-6}$. Bei größerer Leuchtfläche, z.B. durch deutlichere Aufneigung, geringeren Abstand oder größere Leuchten, wird Ω_s größer.

Für die im Bereich des O'Swaldkais durchgeführten Messungen sind fast durchgängig mehrere Leuchten im Bereich des Messwinkels von 1° erfasst worden. Die ermittelte Leuchtdichte verteilt sich somit über mehrere Leuchten bzw. die effektive Leuchtenfläche (bei einer einzeln wahrnehmbaren Leuchtfläche) liegt deutlich über $\Omega_s \cong 10^{-6}$.



Abbildung 6: Fotografische Ermittlung einer Leuchtfläche

Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

5.3.2.2 Umgebungsleuchtdichte

Bei der Berechnung kann die angenommene Umgebungsleuchtdichte mit dem möglichen Minimalwert von $0,1 \text{ cd/m}^2$ berücksichtigt werden. Üblich sind für innerstädtische Bereiche für Leuchten mit „Blick zum dunklen Nachthimmel“ Ansätze von $0,1$ - $0,2 \text{ cd/m}^2$. Diese werden jedoch auch unter der Maßgabe gewählt, dass die Leuchte bei geringerer Entfernung ($< 100 \text{ m}$) „von unten“ sichtbar gegenüber dem dunklen Nachthimmel bewertet wird.

Die Umgebungsleuchtdichte ist nach LAI-Hinweisen in einem Winkelbereich $\pm 10^\circ$ um die zu beurteilende Lichtquelle zu ermitteln. Durch weitere Leuchten in der Umgebung bzw. angestrahlte Objekte bzw. Böden kann diese höher ausfallen.

Es ist zu erwarten, dass bei den Sichtbeziehungen der Immissionsorte am Standort Kleiner Grasbrook hälftig der (dunkle) Nachthimmel in die Umgebungsleuchtdichte eingeht, hälftig der beleuchtete Boden bzw. Objekte (siehe Abbildung 7).

Bei einer Entfernung von rund 250 m zu den nächstgelegenen relevanten Leuchten entspricht der Winkelbereich in etwa einem Bereich (Radius) von 40 m rund um die Lichtquelle, d.h. der Bodenbereich wäre bei einer Masthöhe von 20 m sicher mit einzubeziehen.



Abbildung 7: Eindruck Umgebungsleuchtdichte, beleuchtete Objekte und Boden

Messungen im Umfeld des Kleinen Grasbrooks haben z.B. für den Bereich des O'Swaldkais Umgebungsleuchtdichten von $> 0,2 \text{ cd/m}^2$ im direkten Umfeld der Leuchten ergeben. Maßgeblich unterhalb der Leuchten sind vor allem angestrahlte Objekte (Container) bzw. der Boden. Auch der Leuchtenmast ist in der Leuchtdichte wahrnehmbar. Für diese Bereiche werden Umgebungsleuchtdichten von rund $1,1 \text{ cd/m}^2$ bis zu $2,5 \text{ cd/m}^2$ ermittelt.



Abbildung 8: Exemplarische Ergebnisse der Leuchtdichte im Umfeld der Leuchten

5.3.2.3 Berechnung der Blendung

Aufgrund der Nähe vieler Leuchten zueinander konnte bei den vorliegenden Entfernungen von rund 200 m oder mehr und einem Messwinkel von 1° nicht immer die Leuchtdichte einzelner Leuchten ermittelt werden, bzw. wird die ermittelte Leuchtdichte nicht nur ursächlich von einer Leuchte emittiert.

Es erfolgt daher die Ermittlung möglicher Blendung nach Kapitel 5.5.1.2 der LAI-Hinweise /2/. Der Raumwinkel des Messwinkels, in diesem Fall von 1° , wird zu $\Omega_M \cong 0,00024$. Der Raumwinkel der Leuchtenfläche Ω_s war in jedem Fall kleiner

als der Raumwinkel des Messfelds Ω_M , sodass eine Mittelwertbildung durch mehrere Messungen entfällt.

Die Blendbewertung erfolgt nach Formel 4

$$k_s = \frac{\overline{L_M} * \Omega_M}{\sqrt{L_U * \Omega_s}}$$

bzw. 4a (für Leuchten mit Raumwinkel $\Omega_s < 10^{-6}$ sr)

$$k_s = \frac{\overline{L_M} * \Omega_M}{\sqrt{L_U}} * 1000$$

Da die Leuchtfläche und somit Ω_s nicht sicher bekannt sind, jedoch zu erwarten ist, dass die Leuchtfläche relativ klein ist, wird zur sicheren Seite auch nach Formel 4a für einen Raumwinkel $\Omega_s < 10^{-6}$ geprüft.

Die Ermittlung der Blendbewertung erfolgt für die stationären Leuchten für vier Fälle:

- Fall 1:
Einzelne Punktlichtquelle bei minimaler Umgebungsleuchtdichte
Raumwinkel $\Omega_s = 10^{-6}$
Umgebungsleuchtdichte $L_U = 0,1 \text{ cd/m}^2$
- Fall 2:
Einzelne Punktlichtquelle bei mittlerer Umgebungsleuchtdichte
Raumwinkel $\Omega_s = 10^{-6}$
Umgebungsleuchtdichte $L_U = 0,5 \text{ cd/m}^2$
- Fall 3:
Leicht aufgeneigte Leuchte bei mittlerer Umgebungsleuchtdichte
Raumwinkel $\Omega_s = 2 * 10^{-6}$
Umgebungsleuchtdichte $L_U = 0,5 \text{ cd/m}^2$
- Fall 4:
Mehrere aufgeneigte Leuchten im Messkreis bei mittlerer Umgebungsleuchtdichte
Raumwinkel $\Omega_s = 5 * 10^{-6}$
Umgebungsleuchtdichte $L_U = 0,5 \text{ cd/m}^2$

Die überschlägige Ermittlung erfolgt also im Fall 1 jeweils mit Wahl aller Parameter „zur sicheren Seite“. Bei einer Einhaltung im Fall 1 ist auf Grundlage der Messergebnisse nach LAI-Hinweisen keine Blendung zu erwarten, da die Bewertung mit abweichenden Parametern (Umgebungsleuchtdichte, Raumwinkel) zu keinen höheren Ergebnissen führen kann. Fall 2-4 gehen bei einer höheren, im Plangebiet üblichen, aber noch geringen Umgebungsleuchtdichte von einer zunehmend größeren sichtbaren Leuchtenfläche aus.

Für die Leuchten im Bereich der Norderelbe / Dalben werden aufgrund der potenziell geringeren Entfernung sowie der damit verbundenen größeren Raumwinkel einerseits und der größeren Umgebungsleuchtdichte an den Schiffsaufbauten andererseits zwei weitere Fälle betrachtet. Die Fälle 1 sowie 3 entfallen in diesem Bereich.

- Fall 5:
Aufgeneigte Leuchte mit geringerer Entfernung
bei mittlerer Umgebungsleuchtdichte
Raumwinkel $\Omega_s = 1 \cdot 10^{-5}$
Umgebungsleuchtdichte $L_U = 0,5 \text{ cd/m}^2$
- Fall 6:
Aufgeneigte Leuchte mit geringerer Entfernung
bei höherer Umgebungsleuchtdichte
Raumwinkel $\Omega_s = 1 \cdot 10^{-5}$
Umgebungsleuchtdichte $L_U = 1,0 \text{ cd/m}^2$

5.3.2.4 Beurteilung der Blendung

Die ermittelten Blendwerte k wird jeweils mit dem Immissionsrichtwerten der LAI-Hinweise /2/ (siehe Tabelle 3) verglichen. Dieser beträgt für Mischgebiete $k=32$ im Nachtzeitraum (22:00-6:00 Uhr) und ist identisch mit jenem für z.B. allgemeine Wohngebiete. Im Tagzeitraum beträgt der Richtwert einheitlich $k=160$ (6:00-22:00 Uhr), ebenfalls ein Richtwert von $k=160$ wäre für Kerngebiete im Nachtzeitraum anzusetzen.

Bei der Bewertung wird jeweils geprüft, ob die Anforderungen für Mischgebiete bzw. Kerngebiete eingehalten werden. Bei der geplanten Ausweisung als Urbanes Gebiet sollte eine Einhaltung der Mischgebietsrichtwerte angestrebt werden.

5.4 Messung der Beleuchtungsstärke

Für die Messung der Beleuchtungsstärke wurde ein Messgerät Mavolux 5032B USB der Firma Gossen eingesetzt. Dieses erfüllt die Anforderungen an die Klasse B der DIN 5032-7:2017-02 /3/ und bietet eine Anfangsempfindlichkeit von 0,01 lx.

Die Beleuchtungsstärke wurde mit dem Messgerät in bis zu 8 Richtungen entsprechend der Himmelsrichtungen (N, O, S, W) sowie der Zwischenrichtungen (NO, SO, SW, NW) ermittelt. Einzelne Richtungen, in denen in der späteren Planung eine Verdeckung durch geplante Gebäude vorliegt, wurden dabei teilweise ausgenommen.

Die ermittelte Beleuchtungsstärke wird jeweils mit dem Immissionsrichtwert der LAI-Hinweise /2/ für Mischgebiete im Nachtzeitraum (siehe Tabelle 2) verglichen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Immissionsrichtwerte von Anlagen ausgehen, bei der Messung jedoch auch z.B. natürliche Quellen

(Mond/Himmelshelligkeit, Reflexionen auf dem Wasser) bzw. Quellen des Verkehrs (Fahrzeuge, Straßenbeleuchtung) mit erfasst wurden.

5.5 Messergebnisse

Für die Messungen der Leuchtdichte wurden jeweils vor Ort die Lichtquellen hinsichtlich potenzieller Konflikte ausgewählt. Dabei wurden die Leuchten hinsichtlich ihrer subjektiven Wahrnehmbarkeit und potenzieller Blendung ausgewählt. In einigen Bereichen führten mehrere Leuchten zu einem vergleichbaren Helligkeitseindruck. In diesen Fällen wurden dann einzelne Leuchten repräsentativ vermessen.

Bei fast allen betrachteten Leuchten kann aufgrund der Entfernung und der geringen sichtbaren Leuchtenfläche das Kriterium einer Punktlichtquelle erfüllt sein (siehe Kapitel 5.3.1). In diesem Fall wäre eine Bewertung anhand der Blendbeleuchtungsstärke notwendig, die jedoch messtechnisch nicht erfasst werden kann. In die Bewertung in Kapitel 5.6 geht neben der Messung daher auch die subjektive Wertung vor Ort ein.

5.5.1 Messort MP1 (20 m)

Am Messort MP1 sind mehrere Leuchten deutlich sichtbar. Exemplarisch wurden 4 auffällige Leuchten vermessen, wobei zwei Leuchten nahezu deckungsgleich sichtbar sind (siehe Abbildung 9).



Abbildung 9: Ansicht MP1, Messhöhe 20 m, Blickrichtung Südwesten

Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Die höchste Beleuchtungsstärke wurde mit maximal 1,3 lx in westlich/südwestlicher Richtung ermittelt. Die höchste Leuchtdichte wurde für die Leuchte „D“ ermittelt. Diese Leuchte befindet sich auf dem Gelände O’Swaldkai.

Tabelle 5: Messergebnisse MP1 (20 m)

Leuchte	Leuchtdichte in cd/m ²	Blendbewertung (k)			
		Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4
A+B	150	113	51	36	23
C	160	121	54	38	24
D	1057	800	358	253	160

Erläuterungen:

Orange: Überschreitung des Immissionsrichtwerts $k=32$ für Mischgebiete, Einhaltung $k=160$

Rot: Überschreitung des Immissionsrichtwerts $k=160$ für Kerngebiete

Insgesamt zeigen die Messergebnisse, dass die Leuchtdichte sich weitgehend in einem potenziell kritischen Bereich befindet. Die Blendbewertung führt für Leuchte A-C je nach Parameterwahl zu einer leichten Überschreitung der Richtwerte für Mischgebiete, der Richtwert für Kerngebiete wird jedoch noch eingehalten.

Bei der als kritisch ermittelten Leuchte D war eine deutliche Helligkeit wahrnehmbar. Rechnerisch ergibt sich eine Blendung. Eine deutliche Blendung im Sinne einer „ständige und ungewollte Ablenkung der Blickrichtung zur Lichtquelle hin“ lag jedoch im Eindruck der Messingenieure nicht vor. Die potenziell kritische Leuchte soll im Rahmen der Bewertung (Kapitel 5.6) weiter betrachtet werden.

Die Beleuchtungsstärke liegt über 1,0 lx und wird deutlich durch die Gesamtheit der Beleuchtungsanlagen südwestlich des Plangebiets im Bereich des O’Swaldkais beeinflusst. Der Einfluss auf das Plangebiet wird im Rahmen der Bewertung (Kapitel 5.6.2) weiter betrachtet.

5.5.2 Messort MP1 (2 m)

Am Messort MP1 sind in einer Höhe von 2 m dieselben Leuchten sichtbar wie in einer Höhe von 20 m. Es wurden erneut die vier bereits zuvor auffälligen Leuchten vermessen. Die Leuchten A und B sind dabei in dieser Höhe unterscheidbar. In Abbildung 10 ist zur Orientierung erneut die Ansicht aus 20 m Höhe dargestellt.

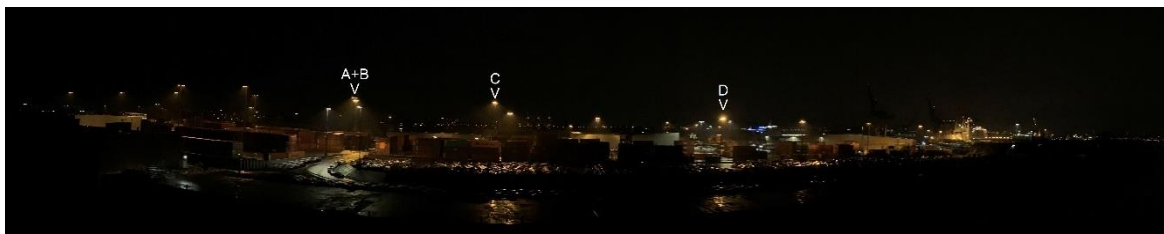


Abbildung 10: Ansicht MP1, Messhöhe 20 m, Blickrichtung Südwesten

Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Die höchste Beleuchtungsstärke wurde mit maximal 1,35 lx in südwestlicher Richtung ermittelt. Die höchste Leuchtdichte wurde für die Leuchte „D“ ermittelt. Diese Leuchte befindet sich auf dem Gelände O'Swaldkai.

Tabelle 6: Messergebnisse MP1 (2 m)

Leuchte	Leuchtdichte in cd/m ²	Blendbewertung (k)			
		Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4
A	68	51	23	16	10
B	378	286	128	90	57
C	300	227	101	72	45
D	1356	1026	459	324	205

Erläuterungen:

Orange: Überschreitung des Immissionsrichtwerts $k=32$ für Mischgebiete, Einhaltung $k=160$

Rot: Überschreitung des Immissionsrichtwerts $k=160$ für Kerngebiete

Insgesamt zeigen die Messergebnisse, dass sich für die Leuchtdichte höhere Werte ergeben als in einer Höhe von 20 m. Die Ergebnisse werden im Rahmen der Bewertung (Kapitel 5.6) weiter betrachtet.

Die Beleuchtungsstärke liegt über 1,0 lx und wird deutlich durch die Gesamtheit der Beleuchtungsanlagen südwestlich des Plangebiets im Bereich des O'Swaldkais beeinflusst. Der Einfluss auf das Plangebiet wird im Rahmen der Bewertung (Kapitel 5.6.2) weiter betrachtet.

5.5.3 Messort MP2 (10 m)

Am Messort MP2 sind mehrere Leuchten stark sichtbar. Vermessen wurden exemplarisch insgesamt 7 auffällige Leuchten, wobei zwei Leuchten nahe beieinander liegen, aber im Messgerät unterscheidbar waren (siehe Abbildung 11). Ergänzend wurde die noch relativ deutlich wahrnehmbare Leuchtreklame des Hotels „Holiday Inn“ nördlich der Elbe vermessen.



Abbildung 11: Ansicht MP2, Messhöhe 10 m, Blickrichtung Südwesten

Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Die höchste Beleuchtungsstärke wurde mit maximal 0,64 lx in westlicher Richtung ermittelt. Die höchste Leuchtdichte wurde für die Leuchte „G“ ermittelt. Diese Leuchte befindet sich auf dem Gelände O'Swaldkai.

Tabelle 7: Messergebnisse MP2 (10 m)

Leuchte	Leuchtdichte in cd/m ²	Blendbewertung (k)			
		Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4
A	13	10	4	3	2
B	103	78	35	25	16
C	5	4	2	1	1
D	80	61	27	19	12
E	25	19	8	6	4
F	61	46	21	15	9
G	122	92	41	29	18
Hotel	4	3	1	1	1

Erläuterungen:

Orange: Überschreitung des Immissionsrichtwerts k=32 für Mischgebiete, Einhaltung k=160

Rot: Überschreitung des Immissionsrichtwerts k=160 für Kerngebiete

Insgesamt zeigen die Messergebnisse, dass die Leuchtdichte sich unter Berücksichtigung einer relevanten Umgebungsleuchtdichte unterhalb einer potenziell kritischen Leuchtdichte befindet. Der Richtwert für Mischgebiete wird, mit Ausnahme des konservativen Falls 1, nur geringfügig überschritten. Die Beleuchtungsstärke liegt unter 1,0 lx. Erkennbar ist der geringere Einfluss durch Reflexionen am Boden und an Containern im Bereich des O'Swaldkais (durch Gebäude verdeckt).

5.5.4 Messort MP3 (10 m)

Am Messort MP3 sind mehrere Leuchten deutlich sichtbar. Vermessen wurden exemplarisch insgesamt 5 stark auffällige Leuchten (siehe Abbildung 12). Ergänzend wurde die noch relativ deutlich wahrnehmbare Leuchtreklame des Hotels „Holiday Inn“ nördlich der Elbe vermessen.

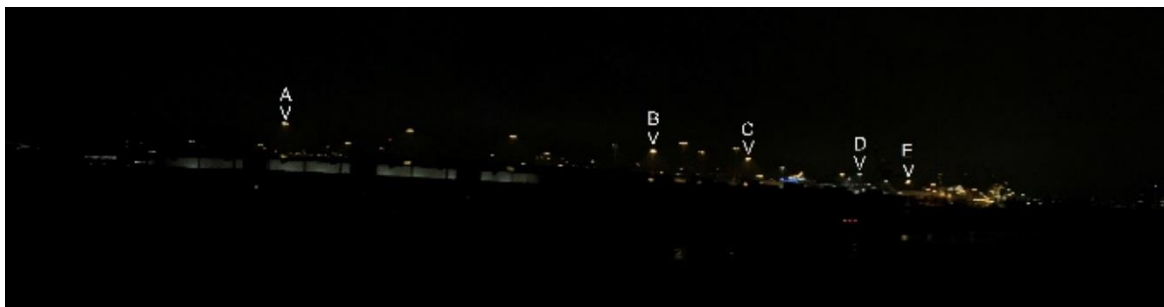


Abbildung 12: Ansicht MP3, Messhöhe 10 m, Blickrichtung Südwesten

Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Die höchste Beleuchtungsstärke wurde mit maximal 0,57 lx in westlich/südwestlicher Richtung ermittelt. Die höchste Leuchtdichte wurde für die Leuchte „B“ ermittelt. Diese Leuchte befindet sich auf dem Gelände O’Swaldkai.

Tabelle 8: Messergebnisse MP3 (10 m)

Leuchte	Leuchtdichte in cd/m ²	Blendbewertung (k)			
		Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4
A	19	14	6	5	3
B	60	45	20	14	9
C	52	39	18	12	8
D	12	9	4	3	2
E	51	39	17	12	8
F	43	33	15	10	7
Hotel	4	3	1	1	1

Erläuterungen:

- Orange:** Überschreitung des Immissionsrichtwerts k=32 für Mischgebiete, Einhaltung k=160
- Rot:** Überschreitung des Immissionsrichtwerts k=160 für Kerngebiete

Insgesamt zeigen die Messergebnisse, dass auch unter Betrachtung der Messergebnisse „zur sicheren Seite“ die Blendbewertung weitgehend die Richtwerte für Mischgebiete einhält. Die Beleuchtungsstärke liegt unter 1,0 lx. Erkennbar ist der geringere Einfluss durch Reflexionen am Boden und an Containern im Bereich des O’Swaldkais (teilweise durch Gebäude verdeckt).

5.5.5 Messort MP4 (10 m)

Am Messort MP4 sind vor allem die Leuchten in Richtung Osten aufzunehmen. Es waren keine einzelnen Leuchten auffällig, daher wurden ersatzweise die stärksten wahrgenommenen Leuchten ermittelt. Diese befinden sich im Bereich östlich der Bahnlinie (heutiger Parkplatz), ergänzend wurde die noch relativ deutlich wahrnehmbare Leuchtreklame des Hotels „Holiday Inn“ nördlich der Elbe vermessen.

Tabelle 9: Messergebnisse MP4 (10 m)

Leuchte	Leuchtdichte in cd/m ²	Blendbewertung (k)			
		Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4
Östlich gel. Parkplatz (max. Wert)	5	4	2	1	1
Hotel	11	8	4	3	2

Erläuterungen:

- Orange:** Überschreitung des Immissionsrichtwerts k=32 für Mischgebiete, Einhaltung k=160
- Rot:** Überschreitung des Immissionsrichtwerts k=160 für Kerngebiete

Die höchste Beleuchtungsstärke wurde mit maximal 1,0 lx in nordöstlicher Richtung ermittelt.

Insgesamt zeigen die Messergebnisse, dass keine relevante Blendung vorliegt. Die Beleuchtungsstärke erreicht 1,0 lx und wird auch durch die Beleuchtung im Umfeld der Norderelbbrücken bzw. der U- und S-Bahn-Station beeinflusst. Der Einfluss auf das Plangebiet wird im Rahmen der Bewertung (Kapitel 5.6.2) weiter betrachtet.

5.5.6 Messort MP5 (2 m)

Am Messort MP5 wurden sowohl die Beleuchtung eines Binnenschiffs (A-C) als auch eines an den Dalben liegenden Seeschiffs (D-E) als störende Lichtquellen wahrgenommen (siehe Abbildung 13 und Abbildung 14). Lichtquellen im Bereich der Bebauung nördlich der Norderelbe waren deutlich geringer wahrnehmbar und wurden nicht als störend wahrgenommen.



Abbildung 13: Ansicht MP5, Messhöhe 2 m, Blickrichtung Nordwesten
Quelle: LÄRMKONTOR GmbH



Abbildung 14: Ansicht MP5, Messhöhe 2 m, Blickrichtung Nordosten
Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Die höchste Beleuchtungsstärke wurde mit maximal 1,0 lx in nördlicher Richtung ermittelt. Die höchste Leuchtdichte wurde für die Leuchte „D“ ermittelt. Diese Leuchte ist einem Seeschiff zuzuordnen.

Tabelle 10: Messergebnisse MP5 (2 m)

Leuchte	Leuchtdichte in cd/m ²	Blendbewertung (k)			
		Fall 2	Fall 4	Fall 5	Fall 6
A (Binnenschiff)	295	100	45	32	22
B (Binnenschiff)	318	108	48	34	24
C (Binnenschiff)	69	23	10	7	5
D (Seeschiff)	732	248	111	78	55
E (Seeschiff)	185	63	28	20	14

Erläuterungen:

Orange: Überschreitung des Immissionsrichtwerts k=32 für Mischgebiete, Einhaltung k=160

Rot: Überschreitung des Immissionsrichtwerts k=160 für Kerngebiete

Die dem Seeschiff zuzuschreibende Leuchte „D“ ist auch unter dem betrachteten Fall 6 als potenziell knapp kritisch zu bewerten. Aufgrund der hohen Umgebungsleuchtdichte im Umfeld (beleuchtete Struktur des Schiffs) können sowohl der rechnerische als auch der wahrgenommene Blendeindruck deutlich geringer ausfallen. Für die meisten der übrigen Leuchten (A, B, E) wird eine Blendbewertung teilweise oberhalb der Richtwerte ermittelt, bei hoher Umgebungsleuchtdichte wird dieser aber eingehalten.

Die Beleuchtungsstärke erreicht 1,0 lx und wird sowohl durch das Seeschiff als auch durch die Beleuchtung im Umfeld der Norderelbbrücken bzw. der U- und S-Bahn-Station beeinflusst. Der Einfluss auf das Plangebiet wird im Rahmen der Bewertung (Kapitel 5.6.2) weiter betrachtet.

5.5.7 Messort MP6 (2 m)

Am Messort MP6 wurde die Beleuchtung eines an den Dalben liegenden Seeschiffs als potenziell störend wahrgenommen (siehe Abbildung 15). Lichtquellen im Bereich der Bebauung nördlich der Norderelbe wurden nicht als störend wahrgenommen.



**Abbildung 15: Ansicht östlich MP6, Messhöhe 2 m, Blickrichtung Nordwesten
(Messung erfolgte auf Höhe des Schiffs zu einem späteren Zeitpunkt)
Quelle: LÄRMKONTOR GmbH**

Die höchste Beleuchtungsstärke wurde mit maximal 0,8 lx in nördlicher Richtung ermittelt.

Tabelle 11: Messergebnisse MP6 (2 m)

Leuchte	Leuchtdichte in cd/m ²	Blendbewertung (k)			
		Fall 2	Fall 4	Fall 5	Fall 6
A (Seeschiff)	300	101	45	32	23

Erläuterungen:

Orange: Überschreitung des Immissionsrichtwerts k=32 für Mischgebiete, Einhaltung k=160
Rot: Überschreitung des Immissionsrichtwerts k=160 für Kerngebiete

Die dem Seeschiff zuzuschreibende Leuchte ist unter den zuvor genannten Ansätzen bei geringer Entfernung und damit größerem Raumwinkel unter ungünstigen Bedingungen als kritisch zu bewerten. In einem Umfeld von $\pm 10^\circ$ sind jedoch weitere beleuchtete Flächen (einschließlich der Reflexionen auf der Wasseroberfläche) festzustellen, sodass auch hier sowohl der rechnerische als auch der wahrgenommene Blendeindruck deutlich geringer ausfallen werden. Die Leuchten am Maschinenhaus weisen eine deutlich höhere Umgebungsleuchtdichte auf und wären somit nicht relevant.

Insgesamt zeigen die Messergebnisse, dass potenziell kritische Leuchtdichten vorliegen können. Die Beleuchtungsstärke liegt unterhalb von 0,8 lx und wird sowohl durch das Seeschiff als auch durch die Beleuchtung im Umfeld der Nordereilbrücken bzw. der U- und S-Bahn-Station beeinflusst.

5.5.8 Messort MP7 (2 m)

Am 26.04.2022 wurde im Nachgang parallel zu einer Messung der Umgebungsleuchtdichte auch ein auffälliges Seeschiff an den Dalben vermessen.



Abbildung 16: Ansicht MP7, Messhöhe 2 m, Blickrichtung Nordwesten

Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Tabelle 12: Messergebnisse MP7 (2 m)

Leuchte	Leucht- dichte in cd/m ²	Blendbewertung (k)			
		Fall 2	Fall 4	Fall 5	Fall 6
A (Seeschiff)	562	190	85	60	43

Erläuterungen:

Orange: Überschreitung des Immissionsrichtwerts k=32 für Mischgebiete, Einhaltung k=160

Rot: Überschreitung des Immissionsrichtwerts k=160 für Kerngebiete

Neben der vorderen Leuchte selbst wurde auch das Deckshaus sowie der Bereich der Spiegelung vermessen. Es ergeben sich rund 2-4 cd/m² für die erhellten Aufbauten und lokal bis über 30 cd/m² für die Spiegelung. In einem Umfeld von ± 10° sind somit weitere beleuchtete Flächen festzustellen, sodass sowohl der rechnerische als auch der wahrgenommene Blendeindruck deutlich geringer ausfallen.

Unter Berücksichtigung der hohen Umgebungsleuchtdichte, die durch das Schiff selbst hervorgerufen wird, führt selbst die in Fall 6 angesetzte Umgebungsleuchtdichte von 1 cd/m² zu einer Überschätzung des Blendwerts. Bei einer Umgebungsleuchtdichte > 1 cd/m² ist mit einer Einhaltung des Richtwerts zu rechnen.

5.6 Zusammenfassung und Bewertung

5.6.1 Blendung

Aus den Messungen wurden mehrere Leuchten identifiziert, die mit den gewählten Ansätzen einen potenziellen Konflikt hinsichtlich Blendung ermitteln. Getrennt nach den Bereichen O'Swaldkai (südliche Grenze des Plangebiets) sowie Dalben (nördliche Grenze des Plangebiets) werden die Auswirkungen bewertet.

Außerhalb des Nachtzeitraums (22:00-6:00 Uhr) ist von geringeren Blendwirkungen auszugehen, bzw. der Richtwert für Mischgebiete liegt um den Faktor 5 höher. Da in der Zeit vor 22:00 Uhr nicht mit zusätzlichen kritischen Beleuchtungen zu rechnen ist, erweist sich dieser Zeitraum als weniger kritisch und wird daher nicht weiter betrachtet.

5.6.1.1 Leuchten im Bereich O'Swaldkai

Potenziell wurden Leuchtquellen im Bereich O'Swaldkai identifiziert, die an den südwestlichen Fassaden der Baufelder 11 und 12 zu Konflikten führen können:

Deutliche Überschreitungen der Richtwerte werden am Messort 1 ermittelt. In einer Höhe von 20 m sind die Überschreitungen insbesondere bei einer Leuchte deutlich, in einer Höhe von 2 m sind Überschreitungen durch weitere Quellen zu erwarten. Da der Messort 1 deutlich dichter an den Lichtquellen liegt als eine spätere Bebauung und die Messhöhe von 2 m zudem unterhalb der späteren untersten Geschosse liegt, sind die hier ermittelten Konflikte nicht direkt zu übertragen.

Im Bereich der Messorte 2 und 3 ergeben sich bei der tatsächlichen Entfernung des Messorts zu den Lichtquellen nur unter konservativen Ansätzen mögliche Blendungen. Durch die Lichtverteilung der Lichtquellen ist zu erwarten, dass die tatsächliche Abstrahlung in dieser Richtung bereits deutlich geringer ausfällt. In größeren Höhen sind nochmals geringere Immissionen zu erwarten.

Die potenziellen Konflikte beschränken sich nach messtechnischer Erhebung auf einzelne Leuchten. Die Überschreitung der nächtlichen Richtwerte ist dabei mit wenigen Ausnahmen (Messort 1) in einem Rahmen, den allgemeinen Wohngebieten für den Zeitraum 20:00-22:00 Uhr noch erfahren dürfen (siehe Tabelle 3).

Nach Auswertung von Webcam-Aufnahmen vom Standort Norderelbbrücken ist erkennbar, dass die Beleuchtung in der Regel zwischen 22:00-0:00 Uhr ausgeschaltet und ab ca. 5:00 Uhr wieder in Betrieb genommen wird. Grundsätzlich muss aufgrund betrieblicher Bedarfe des Hafens jedoch davon ausgegangen werden, dass der Betrieb auch durchgängig stattfindet.

Zur Nutzung auf dem O'Swaldkai, dem heutigen UNIKAI-Terminal, liegen zudem Auskünfte für aktuelle Planungen vor. Geplant ist eine Neuordnung des Geländes. Dabei sollen die meisten Leuchten an der Grenze zum Entwicklungsgebiet Kleiner Grasbrook entfallen. Die Anordnung zukünftiger Beleuchtung ist noch offen,

absehbar kann jedoch bei entsprechender Berücksichtigung der Konfliktbereiche eine einfache Abwendung von Konflikten durch Lichtimmissionen erreicht werden.

Für eine zukünftige Beleuchtung auf dem O'Swaldkai wird aus Sicht möglicher Lichtimmissionen auf den Bereich des Kleinen Grasbrooks empfohlen:

- Um eine Sichtbarkeit der Leuchtenfläche zu minimieren:
 - Leuchten im nördlichen Bereich des Geländes möglichst nur nach Südwesten ausrichten
 - Aufneigung der Leuchtenfläche gegenüber der Horizontalen Richtung Nordosten möglichst vermeiden
 - Geringe Masthöhen verwenden
- Um die Blendwirkung zu minimieren:
 - Wahl von Leuchten mit optimierten Lichtstärkeverteilungen (LVK), die ein Abstrahlen in horizontaler Richtung minimieren
 - Wahl von optimierten Optiken und Gehäusen, die eine Sichtbarkeit der Leuchtenfläche minimieren



Abbildung 17: Ansicht O'Swaldkai von Norden mit sichtbarer Lichtverteilung

Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

5.6.1.2 Schiffe im Bereich Norderelbe / Dalben

Neben den stationären Leuchten wurden wiederholt auch Lichtquellen auf Schiffen auf der Norderelbe als potenziell konflikträchtig identifiziert. Hierbei ist nach Binnenschiffen und Seeschiffen zu unterscheiden.

Binnenschiffe und kleinere Seeschiffe am Holthusen kai

Binnenschiffe weisen in der Regel eine geringe Höhe der Lichtquellen auf. Im Bereich der Norderelbe wurde für die am Holthusen kai liegenden Schiffe teilweise eine stark wahrnehmbare Beleuchtung festgestellt. Exemplarisch ist dies z.B. in Abbildung 18 und Abbildung 19 zu erkennen, durch die lange Belichtung ist die Blendwirkung der Lichtquelle in den Abbildungen jedoch deutlich zu stark dargestellt. Die rechnerisch ermittelte Blendung kann die Richtwerte ggf. leicht übersteigen (siehe Kapitel 5.5.6).

Die Auswertung mehrerer Nächte zeigt, dass vorwiegend kleine Seeschiffe im westlichen Bereich des Holthusenkais (Veddelhöft, Liegeplätze 4-5, ISPS-Bereich), entsprechende Beleuchtungen aufweisen. Binnenschiffe am Holthusen kai

auf Höhe des Anlegers der HPA (Liegeplätze 1-3) wiesen in der Regel keine starke Beleuchtung auf (siehe Abbildung 19 und Abbildung 20).



Abbildung 18: Blendlichtquelle am Holthusen kai

Quelle: Hafencity Hamburg GmbH, Webcam



Abbildung 19: Blendlichtquelle am Holthusen kai sowie weiteres Binnenschiff (rechts)

Quelle: Hafencity Hamburg GmbH, Webcam



Abbildung 20: Blendlichtquellen westlicher Holthusen kai (links), weitere wenig beleuchtete Binnenschiffe (unten)

Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

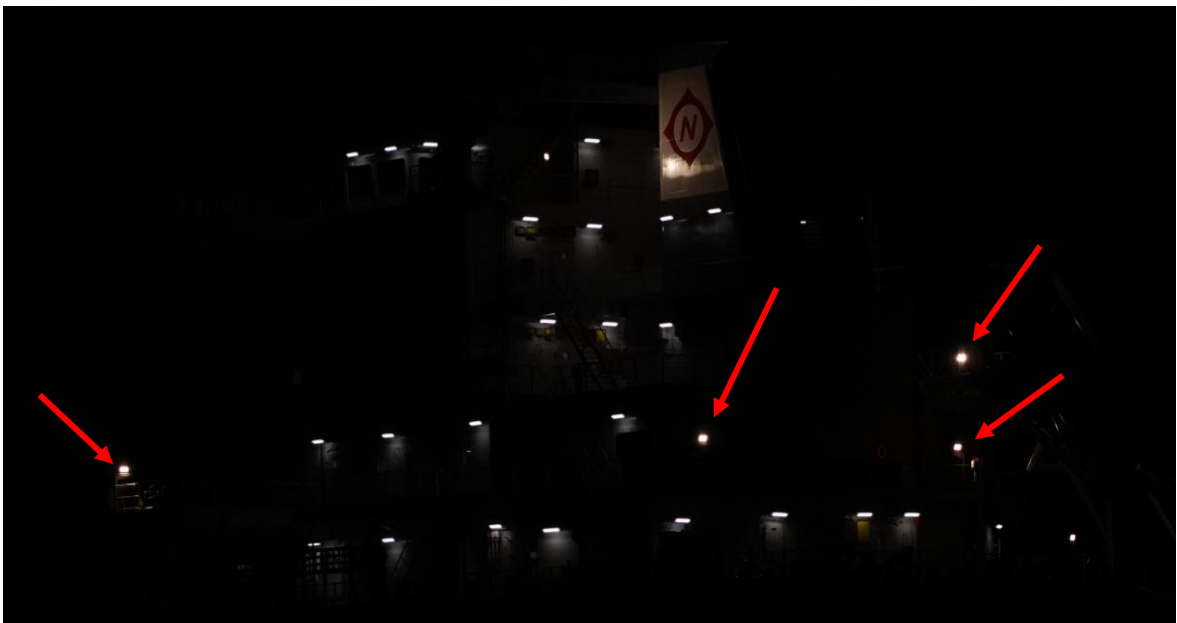
Seeschiffe an den Dalben

Für die Seeschiffe wurde in mehreren Fällen eine Beleuchtung festgestellt, die neben einer allgemeinen Beleuchtung der Decksbereiche des Schiffs auch weitere, weitreichendere Beleuchtungen umfasst. Ein Beispiel ist in Abbildung 21 dargestellt. Neben der allgemeinen Beleuchtung des Deckshauses sind vereinzelt auch

stärker auffällige Leuchten sichtbar. In Abbildung 22 sind die einzelnen Lichtquellen bei starker Abblendung deutlicher sichtbar. In den Abbildungen sind die potenziell stark emittierenden Leuchten hervorgehoben. Im vorderen Bereich des Schiffs ist zudem eine Mastbeleuchtung sichtbar, für die bei den Messungen potenzielle Blendwirkungen ermittelt wurden (siehe Kapitel 5.5.6).



Abbildung 21: Lichtquellen eines Seeschiffs an den Dalben
Quelle: LÄRMKONTOR GmbH



**Abbildung 22: Lichtquellen eines Seeschiffs an den Dalben,
abgeblendete Aufnahme**
Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Bewertung

Es zeigt sich, dass die Beleuchtung der Binnen- und Seeschiffe potenziell Blendwirkungen hervorrufen kann. Für eine Relevanz gegenüber der geplanten Bebauung ist jedoch sowohl die tatsächliche Entfernung zu den Immissionsorten als

auch eine tatsächliche Sichtbarkeit zu berücksichtigen. Die Lage der Schiffe mit potenziellen Blendlichtquellen ist in Abbildung 23 dargestellt. Es zeigt sich, dass die kritisch ermittelten Emittenten an den Liegeplätzen 4-5 (kleine Seeschiffe) sich in einem Bereich befinden, der zukünftig für ein Museumsschiff genutzt werden soll.

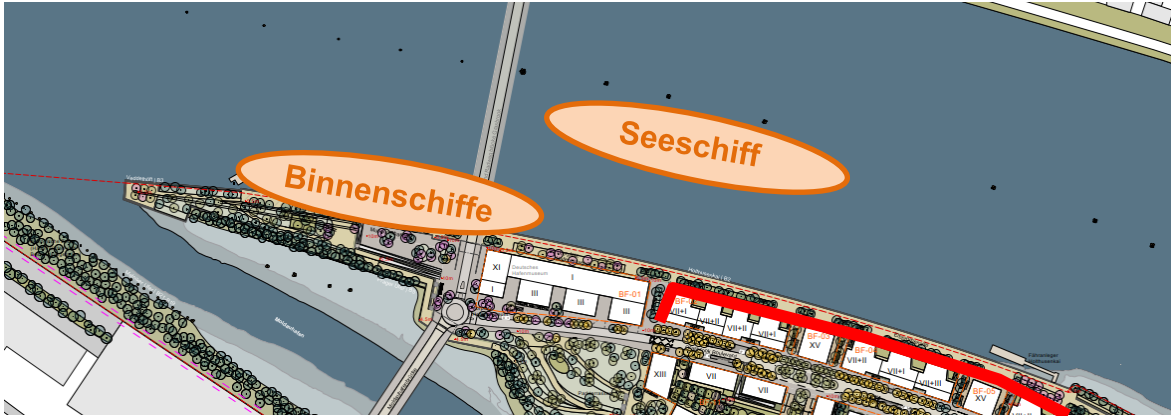


Abbildung 23: Lage der Schiffe mit potenziellen Blendlichtquellen (orange) sowie Lage kritischer Fassaden mit Wohnnutzungen (rot)

Quelle: HafenCity Hamburg GmbH, Funktionsplan

Insgesamt werden in mehreren Messungen rechnerisch nur geringe Überschreitungen der Richtwerte auch bei direkter Sichtbarkeit der Decksbeleuchtung von Seeschiffen ermittelt. Insbesondere aufgrund der hohen Umgebungsleuchtdichte, aber auch aufgrund der Entfernung der Lichtquellen zur Kaikante bzw. zur potenziellen Bebauung ist eine deutliche Blendwirkung in der Regel nicht zu erwarten.

Für die Binnenschiffe zeigen sich einzig einzelne kleinere Seeschiffe auffällig, die im Bereich der Liegeplätze 4-5 im westlichen Bereich des Holthusenkais liegen. Binnenschiffe im Bereich des östlich davon gelegenen Fähranlegers direkt am Holthusenkaai wurden mehrfach als gering beleuchtet und verträglich hinsichtlich Blendung ermittelt.

Nach Funktionsplanung entfällt die Anlegestelle mit den als kritisch ermittelten Schiffen zugunsten eines Museumsschiffs. Störende Lichtquellen sind aus diesem Bereich somit grundsätzlich nicht zu erwarten.

5.6.2 Beleuchtungsstärke

Die ermittelten Beleuchtungsstärken sind in Abbildung 24 für die einzelnen Messpunkte in Abhängigkeit von der Blickrichtung aufgetragen. Im äußeren Kreis ist die Himmelsrichtung (z.B. „N“ für Nord, „W“ für West) aufgetragen. Die Ringe sind mit der Beleuchtungsstärke in lx beschriftet, der Abstand zwischen den Ringen beträgt 0,2 lx.

Der in den LAI-Hinweisen /2/ genannte nächtliche Richtwert (siehe Tabelle 2) von 1 lx, der zur Orientierung ebenfalls dargestellt ist, bezieht sich auf die „Beleuchtungsstärke \bar{E}_F , die von einer Beleuchtungsanlage in ihrer Nachbarschaft nicht

überschritten werden sollen“ bzw. „hervorgerufen von Beleuchtungsanlagen während der Dunkelstunden, ausgenommen öffentliche Straßenbeleuchtungsanlagen“.

Die LAI-Hinweise berücksichtigen dabei „Licht emittierende Anlagen aller Art, soweit es sich dabei um Anlagen oder Bestandteile von Anlagen i. S. des § 3 Abs. 5 BImSchG handelt.“ Ausgenommen davon sind u.a. „Anlagen zur Beleuchtung des öffentlichen Straßenraumes, Beleuchtungsanlagen von Kraftfahrzeugen und dem Verkehr zuzuordnende Signalleuchten“, die nicht den Anlagen im Sinne des § 3 Abs. 5 BImSchG /1/ zuzuordnen sind.

Eine getrennte Messung der Beleuchtungsstärke nach den Gruppen „Anlagen“, „Straßenraum und Kraftfahrzeuge“ sowie „Umgebungslicht“ ist nicht möglich. Bei den Messergebnissen ist daher der Beitrag von Lichtquellen, die nicht den Anlagen zuzuordnen sind, enthalten.

Bei den ermittelten Beleuchtungsstärken zeigt sich, dass bereits durch die diffuse Beleuchtung aus großer Entfernung eine Beleuchtungsstärke von rund 0,4 lx gegeben ist. Deutlich hiervon weicht die Beleuchtungsstärke am Messpunkt MP1 Richtung Süden ab, an dem fast 1,4 lx erreicht werden. Ursächlich ist die Beleuchtung im Bereich O'Swaldkai einschließlich des Lichteinfalls aus beschienenen Objekten, dem Boden bzw. Reflexionen auf dem Wasser. Auch im östlichen Bereich des Plangebiets kann durch die Lichtquellen nahe der Norderelbbrücken eine Beleuchtungsstärke von 1 lx erreicht werden. Unter anderem auch durch liegende Seeschiffe an den Dalben in der Norderelbe wird im nördlichen Bereich des Plangebiets direkt am Holthausenkai ebenfalls 1 lx erreicht.

Insgesamt zeigt sich, dass auch unter Berücksichtigung von nicht-anlagenbezogenen Anteilen der Beleuchtungsstärke nur geringe Überschreitungen der Richtwerte gegeben sind. Bei größerer Entfernung zum Immissionsort (bei MP1: Ersatzmessort in geringerer Entfernung, bei MP5: Messung direkt an der Kaikante) reduziert sich die Beleuchtungsstärke weiter.

Die Beleuchtungsstärke an potenziellen Fassaden der zukünftigen Bebauung ist somit auch bei Berücksichtigung des Bestands in der Umgebung noch als weitgehend unkritisch zu bewerten. Durch eine Veränderung der Beleuchtungssituation am O'Swaldkai sowie eine später mögliche (teilweise) Abschirmung durch südlich des Moldauhafens geplante Bebauung kann die Immissionssituation im Plangebiet perspektivisch verringert werden. Passive Maßnahmen an den Wohnungen sind zum Eigenschutz zu empfehlen, auch wenn der Immissionsrichtwert noch eingehalten wird.

Kritisch betrachtet werden muss hier jedoch die Kumulation mit weiteren Lichtquellen, die dem Begriff der „Anlagen“ zuzurechnen sind. Hierfür wird im folgenden Kapitel 6 eine Prognose zu möglichen Emittenten im Bereich des Plangebiets Kleiner Grasbrook 2 vorgenommen.

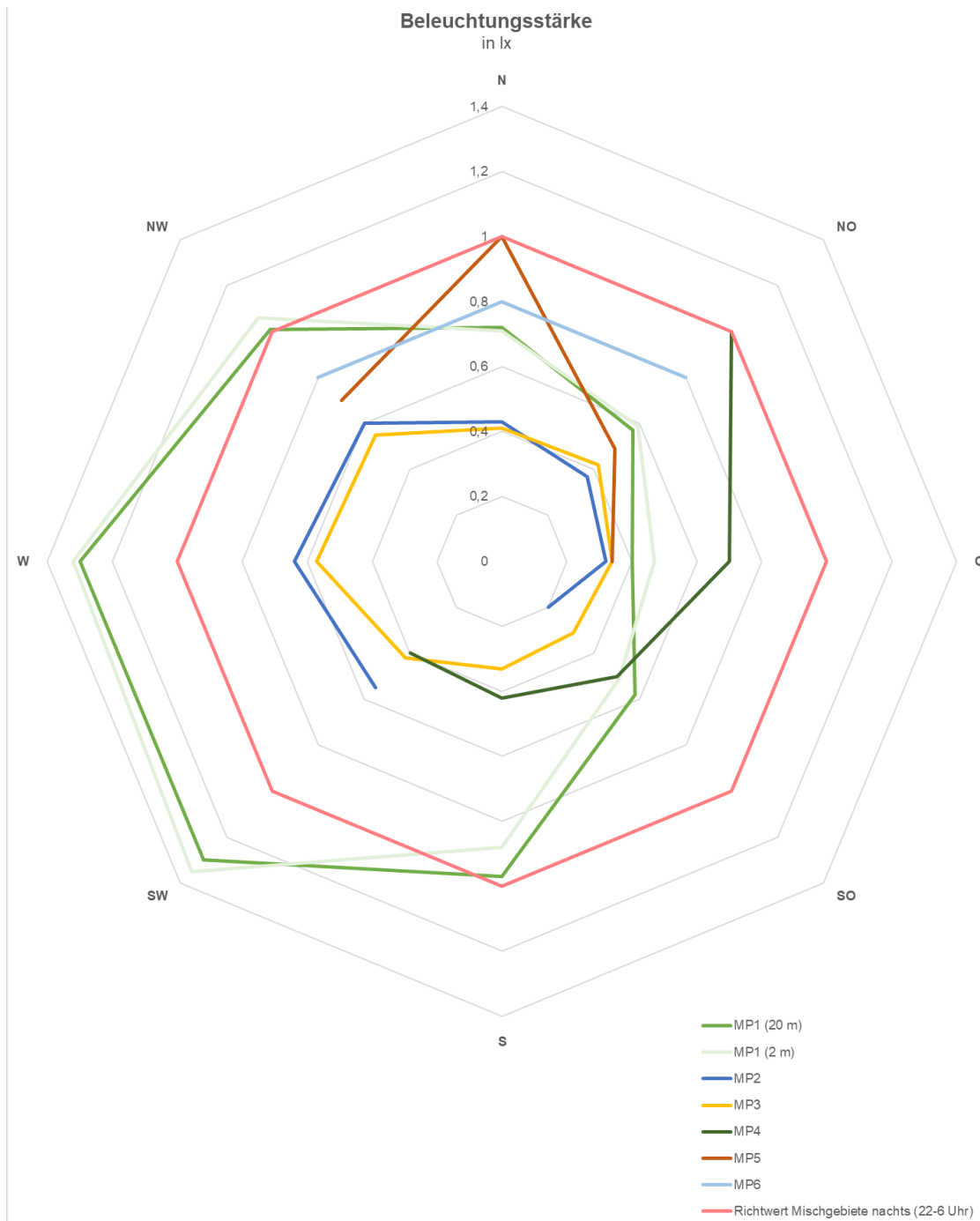


Abbildung 24: Beleuchtungsstärke in Abhängigkeit von der Blickrichtung (ohne MP7)

6 Prognose möglicher Lichtimmissionen

Im Rahmen des Lichtimmissionsgutachtens sind, neben der Ermittlung der Bestandssituation hinsichtlich Blendung und Fassadenaufhellung, auch Prognosen zu möglichen Lichtemittenten und deren Auswirkungen innerhalb des Plangebiets Kleiner Grasbrook 2 zu tätigen.

6.1 Vorgehen

Für die Berechnung der Fassadenaufhellung werden repräsentative Emittenten im Plangebiet modelliert, die eine weitere Zunahme der Lichtimmissionen bewirken können. Bei der Bewertung wird am Ende die Summe aus Vorbelastung (außerhalb des Geltungsbereichs) und möglicher Belastung aus dem Plangebiet überlagert.

Bei der Blendung sind die Leuchten jeweils einzeln zu betrachten. Eine Überlagerung aus Vorbelastung und Belastung aus dem Plangebiet ist daher nicht relevant. Für die Identifizierung möglicher Konfliktbereiche wird diese punktuell jedoch ebenfalls betrachtet.

Modelliert wird eine Auswahl möglicher emittierender Nutzungen innerhalb des Geltungsbereichs, z.B. der Sportplatz. Eine vollständige Modellierung aller möglichen Emittenten wird nicht vorgenommen. Jede innerhalb des Plangebiets hinzukommende Beleuchtung sollte für sich im Rahmen der jeweiligen Genehmigung die Anforderungen der LAI-Hinweise /2/ einhalten. Es sollen daher vor allem potenzielle Konfliktbereiche vorzeitig benannt werden, die sich aus der Überlagerung mit größeren Emittenten innerhalb des Plangebiets (z.B. Sportplatz) bzw. außerhalb des Plangebiets (Hafengebiete) ergeben.

Für die identifizierten Konfliktbereiche werden Empfehlungen abgeleitet, um die Richtwerte im Plangebiet einzuhalten. Hierzu gehört eine Benennung kritischer Einzelleuchten bzw. eine Benennung der kritischen Fassadenbereiche.

6.2 Berechnungsgrundlagen

Die Berechnungen erfolgen mit dem Programm Relux der Firma Relux Informatik AG in der Version 2022.1.3.0. Für die Berechnung der Raumaufhellung wurde in Relux jeweils ein Berechnungspunkt an den zuvor berücksichtigten Messorten gewählt. Darüber hinaus wird die Beleuchtungsstärke an den modellierten Gebäudekörpern ausgegeben. Die Blendbewertung erfolgt anhand von Immissionspunkten in Höhen von 4 m, 10 m und 20 m entlang der kritischen Fassaden der Baufelder.

Die Gebäude entsprechen den im Bebauungsplanentwurf ausgewiesenen Flächen für Urbane Gebiete bzw. Mischgebiete. Die Gebäudehöhe für die Berechnung wurde pauschal mit 20 m angenommen (Ausnahme: Baufeld 20 mit 57 m). Für die durchgeführten Berechnung hat dies außer der Darstellung der Berechnungsergebnisse an den Fassaden keine Relevanz. In größeren Höhen sind deutlich geringere Immissionen zu erwarten.

6.3 Modellierte Quellen

Nach den LAI-Hinweisen /2/ zu berücksichtigen sind „Licht emittierende Anlagen aller Art, soweit es sich dabei um Anlagen oder Bestandteile von Anlagen i. S. des § 3 Abs. 5 BImSchG handelt.“ Ausgenommen davon sind u.a. „Anlagen zur Beleuchtung des öffentlichen Straßenraumes, Beleuchtungsanlagen von Kraftfahrzeugen und dem Verkehr zuzuordnende Signalleuchten“, die nicht den Anlagen im Sinne des § 3 Abs. 5 BImSchG /1/ zuzuordnen sind.

Die Genehmigungsfähigkeit ist in der Regel für jede Anlage einzeln zu prüfen. Die Richtwerte sind jeweils einzeln einzuhalten. Nicht berücksichtigt in der Modellierung wurden jene Quellen, die eindeutig einzelnen (gewerblichen) Nutzungen zuzuschreiben sind, wie etwa Lichtanlagen des Einzelhandels. In der Regel gibt es auch neben den Anforderungen an Lichtimmissionen deutlich höhere Anforderungen hinsichtlich deren Gestaltung, die u.a. Helligkeit, Größe, Einsatzzeit etc. beschränken. Auch aufgrund der Einstufung des Plangebiets als Mischgebiet bzw. ein im Anspruch vergleichbares Urbanes Gebiet sind vereinzelt Lichtemittenten gewerblicher Nutzungen im Tagzeitraum (6:00-22:00 Uhr) in der Regel als weitgehend verträglich einzustufen.

Für die Modellierung der Lichtquellen im Geltungsbereich des Bebauungsplans Kleiner Grasbrook 2 wurden folgende Lichtquellen berücksichtigt:

- Sportplatz mit 8 Leuchten an 6 Masten
- Wegebeleuchtung im Park
- Stadtplatz
- Elbpromenade

Die modellierten Quellpositionen, die Positionen der Gebäudekörper, des Sportplatzes sowie weiterer Bewertungsflächen sind der Abbildung 25 zu entnehmen.

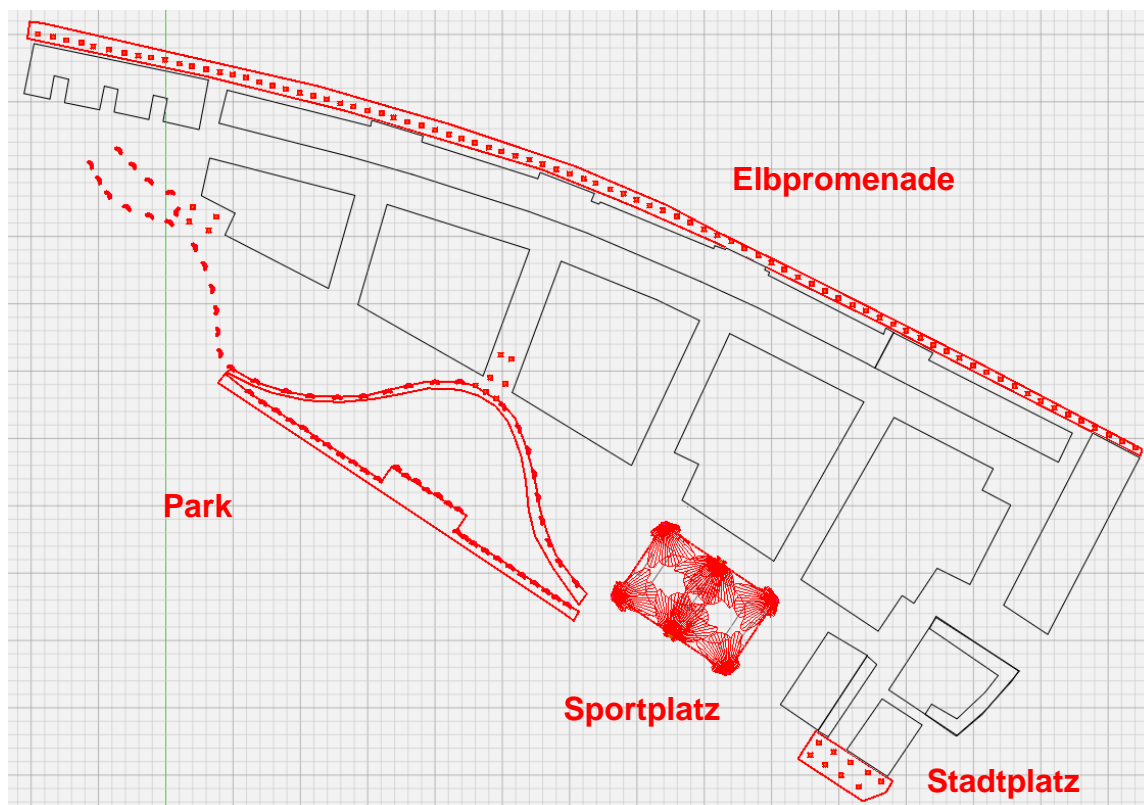


Abbildung 25: Lageplan des Berechnungsmodells

6.3.1 Sportplatz

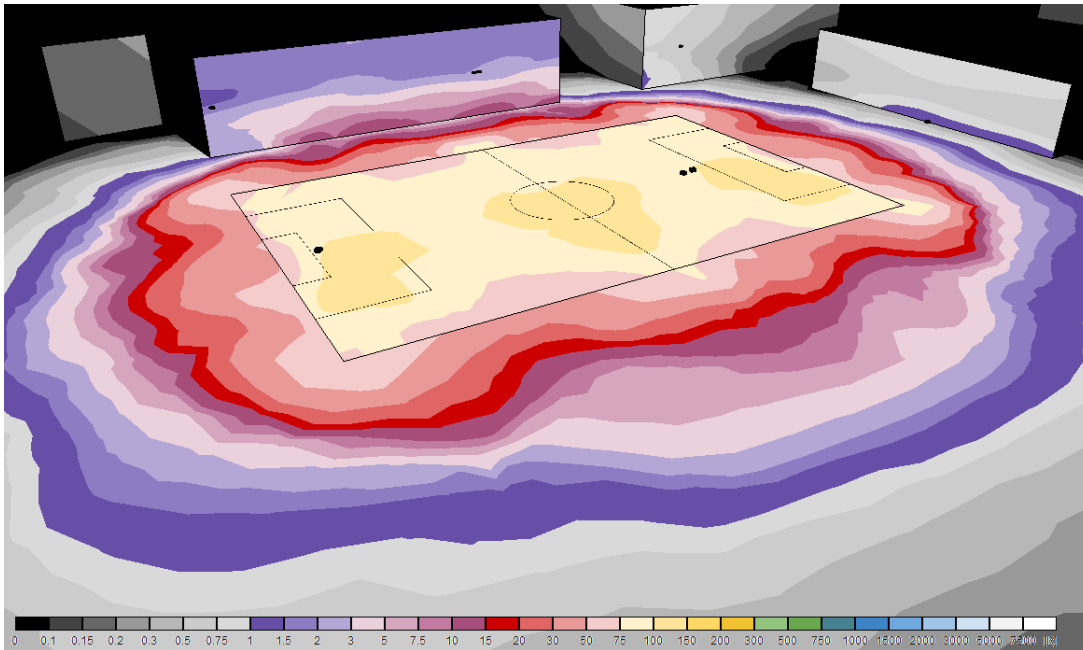
Die Modellierung der Sportplatzbeleuchtung orientiert sich an vergleichbaren Sportplätzen mit Fußballnutzung. Hinsichtlich der Beleuchtungsstärke auf dem Sportplatz ist für Trainingsbetrieb Fußball nach DIN EN 12193:2019-07 /4/ für die Beleuchtungskategorie III eine mittlere Beleuchtungsstärke von 75 lx und eine Gleichmäßigkeit¹ von 0,5 einzuhalten.

Für die Beleuchtung kommen verschiedene Konzepte in Frage, modelliert wurde ein „herkömmliches Konzept“ mit 6 Masten mit insgesamt 8 Leuchten. Die Masthöhe beträgt 16 m. Die Modellierung erfolgte in Anlehnung an eine Planungsempfehlung der Firma Philips /5/, vergleichbare Positionierungen und Ausrichtungen sind auch mit Produkten anderer Hersteller möglich. Im Mittel wird mit den Leuchten eine Beleuchtungsstärke von 90 lx mit einer Gleichmäßigkeit von 0,56 erreicht. Die Anforderungen werden somit eingehalten.

Bereits in der Planungsempfehlung wird der Bereich genannt, innerhalb dessen Konflikte hinsichtlich der Blendung zu erwarten sind. Dies betrifft einen Bereich von etwa 80 m entlang der Längsseite des Platzes. Innerhalb dieses Bereiches liegen im Planfall auch Wohnnutzungen im Baufeld 14.

¹ Maximale Beleuchtungsstärke zu mittlerer Beleuchtungsstärke

Rechnerisch (siehe Abbildung 26) werden an den südlichen Fassaden des Bau-
felds 14 Beleuchtungsstärken von bis zu 5 lx ermittelt, zudem wird der Richtwert
für Blendung hier durch einzelne Leuchten potenziell deutlich überschritten, sofern
der Immissionsort nicht oberhalb der Leuchten (16 m) liegt. Außerhalb des Bau-
felds 14 sind hinsichtlich Blendung keine wesentlichen Auswirkungen zu erwarten.
Die Fassadenaufhellung liegt hier ebenfalls deutlich unter 5 lx.



**Abbildung 26: Ansicht Sportplatz, Blickrichtung Nord zu Baufeld 14 (links)
und 15 (mittig)**

Für den Tagzeitraum liegt der Immissionsrichtwert für die Fassadenaufhellung in
Mischgebieten bei 5 lx. Dies wird im Baufeld 14 bereits mit der Lichtanlage des
Sportplatzes erreicht, potenziell sind somit Überschreitungen nicht ausgeschlos-
sen. Da es auch im Tagzeitraum mit der betrachteten Planung zu Blendungen
kommen kann, sind Maßnahmen notwendig. Diese wirken sich absehbar auch auf
die Beleuchtungsstärke aus, sodass mit Maßnahmen (optimierte Optiken der
Leuchten, Blendschuten an den Leuchten, Blendbleche an den Masten) eine Ein-
haltung der Fassadenaufhellung auch unter Berücksichtigung einer Vorbelastung
möglich ist.

Da die Betriebszeit des Sportfelds in der Regel bis 22:00 Uhr begrenzt ist, sind
keine Auswirkungen im Nachtzeitraum und somit auch keine kritischen Überlage-
rungen hinsichtlich Fassadenaufhellung mit der Bestandssituation zu erwarten.

Für die Sportplatzbeleuchtung wird festgestellt, dass bei der Lichtplanung die
nördlich angrenzende Wohnbebauung berücksichtigt werden muss. Auswirkungen
hinsichtlich Blendung sind zu vermeiden, damit einhergehend sollte auch eine
Minderung der Fassadenaufhellung erreicht werden. Zur Berücksichtigung der
Vorbelastung sollte im Zeitraum bis 22:00 Uhr die zusätzliche Fassadenaufhellung
einen Wert von 4 lx nicht überschreiten.

6.3.2 Wegebeleuchtung im Park

Eine mögliche Wegebeleuchtung im Park ist nicht sicher den Anlagen im Sinne des § 3 Abs. 5 BImSchG /1/ zuzuordnen. Es handelt sich hierbei jedoch auch nicht um die ausgenommenen „Anlagen zur Beleuchtung des öffentlichen Straßenraumes, Beleuchtungsanlagen von Kraftfahrzeugen und dem Verkehr zuzuordnende Signalleuchten“, die nicht Anlagen im Sinne des § 3 Abs. 5 BImSchG /1/ sind.

Zur sicheren Seite wurden die Auswirkungen einer möglichen Platz- und Wegebeleuchtung im Bereich des Parks modelliert. Bereits recht hohe Anforderungen ergeben sich z.B. aus der DIN EN 12464-2:2014-05 zu Arbeitsstätten im Freien /6/, wonach für Verkehrsflächen, die nicht nur für Fußgänger genutzt werden, eine mittlere Beleuchtungsstärke von rund 10 lx angestrebt wird. Nach DIN EN 13201-2:2016-06 /7/, Güte Merkmale der Straßenbeleuchtung, ist die Anforderung der Klasse S z.B. für Fußwege, Radwege und Parkstraßen anzuwenden. Je nach Kriminalitätsrisiko, Verkehrsfluss der Fußgänger und Leuchtdichte der Umgebung geben sich für die Klassen S6-S1 Beleuchtungsstärken zwischen 2-15 lx.

Die Platzierung der Leuchten erfolgte ohne planerische Abstimmung bzw. gestalterische Aspekte oder Optimierung der Lichtimmissionen.

Für die Modellierung wurden exemplarisch zwei Typen einer LED-Wegeleuchte genutzt. Ein Modell wurde als rundumstrahlend, eins als einseitig gerichtet gewählt. Die Lichtpunkthöhe beträgt rund 3 m. Eine Lichtabstrahlung oberhalb der Horizontalen liegt nicht vor.

Modelliert wurden im Bereich des Parks jeweils Ausleuchtungen in den Bereichen

- Parkpromenade
- Teil der Parkkante Nord
- Parkterrassen
- Hafenpromenade
- Hafenterrassen

Rechnerisch (siehe Abbildung 27) werden an den südlichen Fassaden der Baufelder 12 und 13 Beleuchtungsstärken von über 5 lx ermittelt. Dies beschränkt sich jedoch auf einen Bereich einer Höhe von wenigen Metern. Im Bereich der Wegeverbindung zwischen den Baufeldern können Beleuchtungsstärken von über 1 lx ermittelt werden, ansonsten liegt die Beleuchtungsstärke weitgehend deutlich darunter. Auch am Baufeld 11 an der Parkterrasse wird eine Beleuchtungsstärke von deutlich unter 1 lx ermittelt (siehe Abbildung 28).

Hinsichtlich Blendung sind keine Konflikte zu erwarten, sofern dies bei der Platzierung der Beleuchtung berücksichtigt wird. Die exemplarische Modellierung zeigt, dass eine ausreichende Wegebeleuchtung unter Berücksichtigung einer optimierten Ausrichtung der Leuchten im Rahmen der Lichtplanung nicht zu kritischen Beleuchtungsstärken an den angrenzenden Fassaden führen muss.

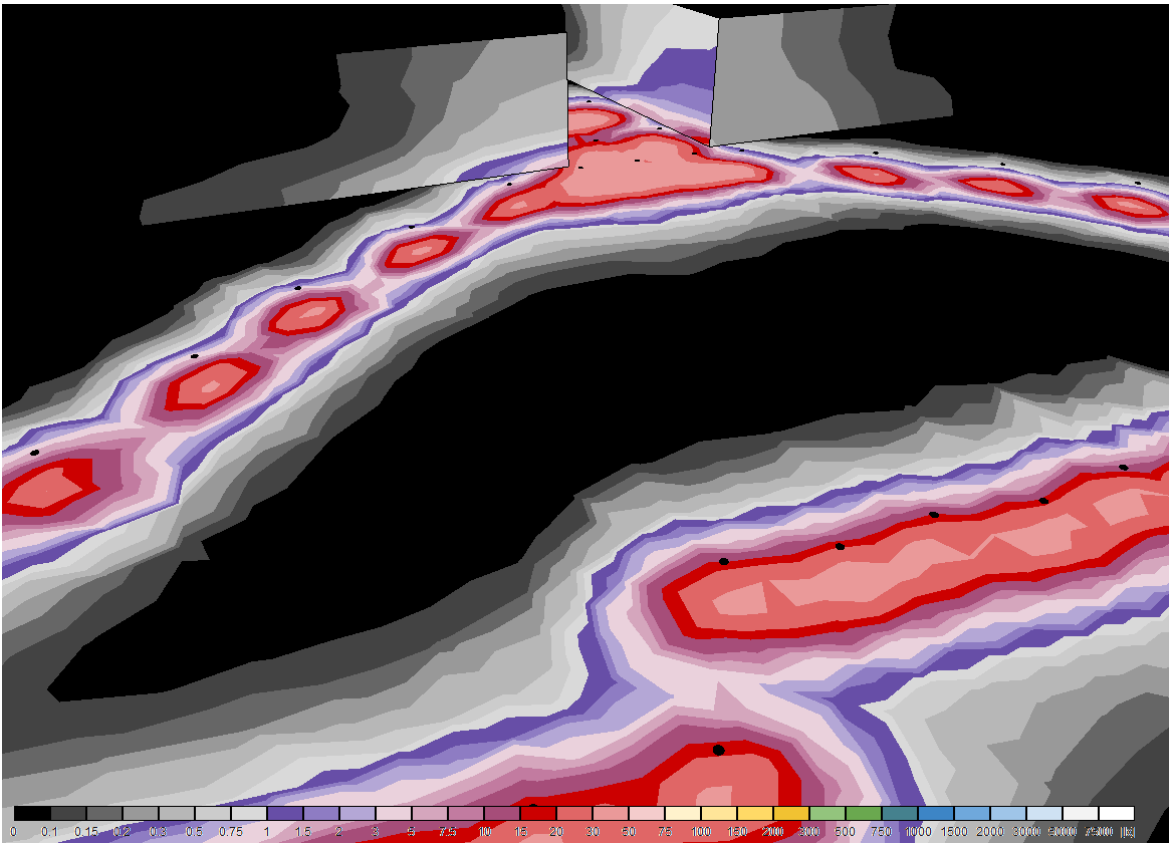


Abbildung 27: Ansicht Park, Blickrichtung Nord zu Baufeld 12 (links) und Baufeld 13 (rechts)

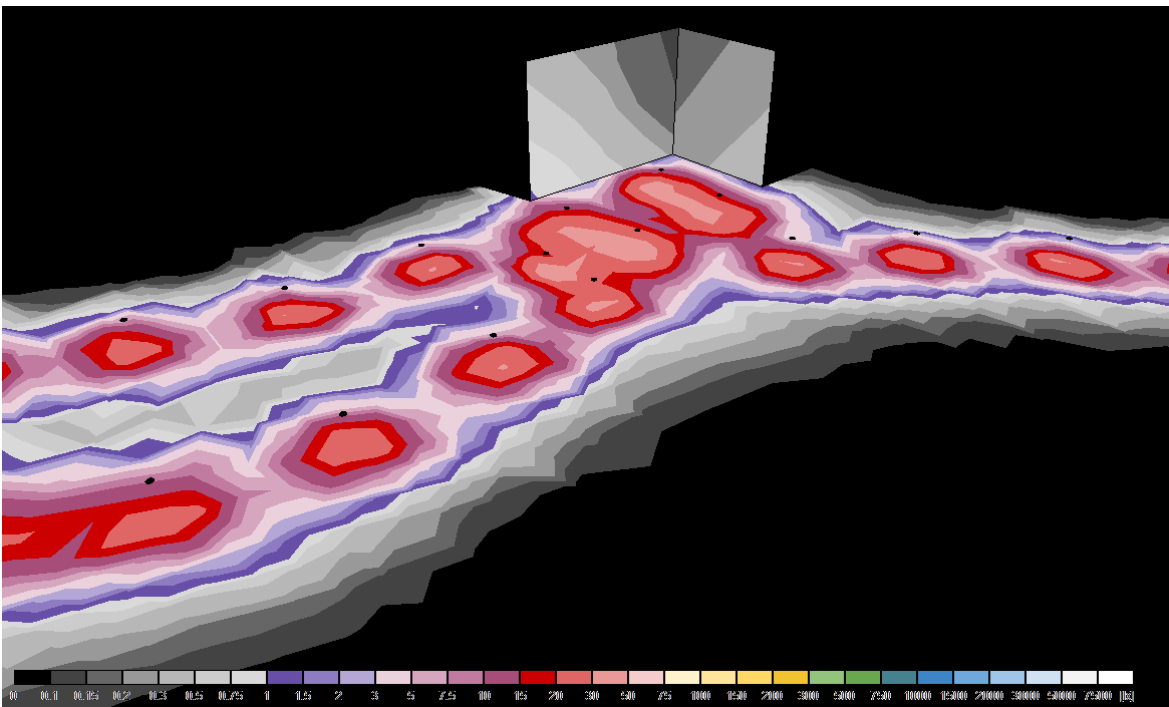


Abbildung 28: Ansicht Parkterrassen, Blickrichtung Nordost zu Baufeld 11 (mittig)

6.3.3 Stadtplatz

Modelliert wurde neben der Parkbeleuchtung auch eine mögliche Ausleuchtung des Stadtplatzes südlich Baufeld 20. Die Ausleuchtung erzeugt eine mittlere Beleuchtungsstärke von über 25 lx (siehe Abbildung 29). Selbst mit dieser Ausleuchtung und ohne Optimierung der Anordnung oder Ausrichtung der Leuchten ist eine Fassadenaufhellung von mehr als 5 lx nur in den unteren rund 5-10 m zu erwarten. Eine Beleuchtungsstärke von annähernd 1 lx ist jedoch auch in größerer Höhe noch festzustellen. Aufgrund der Nutzung in den unteren Geschossen sowie einer möglichen Optimierung bei der Lichtplanung, die zu geringeren Immissionen führen kann, ist dies als unkritisch zu bewerten.

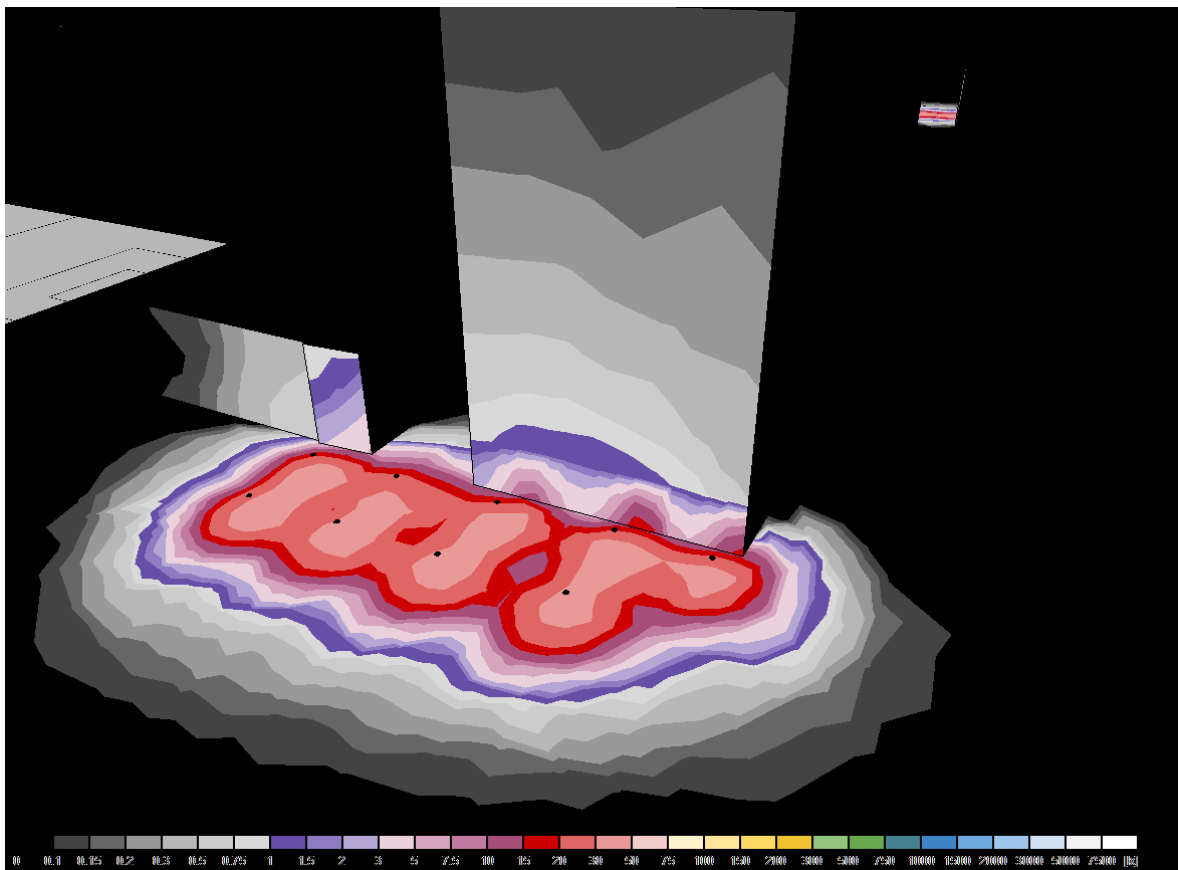


Abbildung 29: Ansicht Stadtplatz, Blickrichtung Nord zu Baufeld 20 (mittig) und Baufeld 18 (Schule, links)

6.3.4 Elbpromenade

Entlang der Elbpromenade wurde ebenfalls eine Beleuchtung mit pauschalen Standorten modelliert. Die gewählte Verteilung der Leuchten sorgt mit fast 40 lx für eine sehr hohe Ausleuchtung (siehe Abbildung 30). In der Lichtplanung sind in der Regel deutlich geringere Zielwerte angesetzt.

Es zeigt sich, dass dabei weite Teile der nördlichen Fassade von einer Beleuchtung von mehr als 1 lx betroffen sind. Eine Beleuchtungsstärke von unter 0,5 lx wird größtenteils nicht unterschritten.

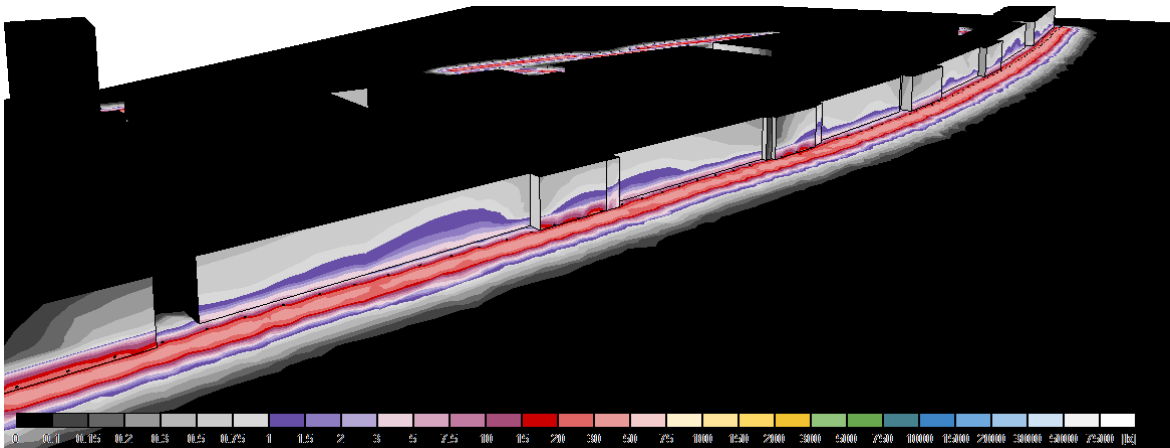


Abbildung 30: Ansicht Elbpromenade, Blickrichtung Südwest, Baufeld 17 (links) bis Baufeld 2 (rechts oben)

Mit Ansatz geringerer Beleuchtungsstärke auf der Elbpromenade mit Zielwerten von z.B. 20 lx (50 % des Ansatzes) bzw. 10 lx (25 %) ergäben sich damit Beleuchtungsstärken an den Fassaden von weitgehend unter 0,5 lx bzw. unter 0,25 lx. Aufgrund einer möglichen Optimierung bei der Lichtplanung, die zu geringeren Immissionen führen kann, ist dies als unkritisch zu bewerten.

6.3.5 Zusammenfassung und Bewertung

Es ergeben sich für die Messpositionen aus Vorbelastung und Berechnung die in Tabelle 13 aufgeführten Beleuchtungsstärken. Die Grundlage der Prognose ist jeweils eine nicht optimierte Ausrichtung und Beleuchtung, insbesondere am MP5 an der Elbpromenade. Bei der Vorbelastung sind eventuelle Verbesserungen durch eine verringerte und optimierte Beleuchtung am O'Swaldkai ebenfalls nicht berücksichtigt.

Tabelle 13: Beleuchtungsstärke aus Vorbelastung und mögliche Prognose

Messort / Blickrichtung	Beleuchtungsstärke in lx				Potenziell kritisch
	Vorbelastung	Sportplatz	Park	Gesamt	
MP1 SW	1,35	-	> 0,5	> 1,85	Ja (22:00-6:00 Uhr)
MP2 SW	0,55	-	> 0,5	> 1,05	Ja (22:00-6:00 Uhr)
MP3 SW	0,42	> 5	-	> 5	Ja (6:00-22:00 Uhr)
MP4 SW	0,40	-	> 1	> 1	Ja (22:00-6:00 Uhr)
MP4 SO	0,50	-	< 0,5	< 1	Nein
MP5 N	1,0	-	> 1	> 2	Ja (22:00-6:00 Uhr)

Bewertung MP1

Insgesamt zeigt sich, dass im Bereich der westlichen Baufelder (11/12) die südliche Beleuchtung im Park so optimiert werden sollte, dass keine relevante Beleuchtung und damit Verschlechterung der Fassadenaufhellung eintritt. An der

Bebauung sind aufgrund der nochmals größeren Entfernung zu den südlich gelegenen Emittenten geringere Beleuchtungsstärken als die ermittelte Vorbelastung von 1,35 lx zu erwarten. Idealerweise ergibt sich durch die spätere Bebauung südlich des Moldauhafens eine Abschirmung der beleuchteten Bereiche (Boden und Objekte) am O'Swaldkai, sodass die Beleuchtungsstärke sich der vom MP2 annähert. **Eine deutliche Aufhellung durch Park- und Platzbeleuchtung sollte in den Nachtstunden (22:00-6:00 Uhr) vermieden werden.**

Bewertung MP2

Für die Baufelder 12-13 ergeben sich an den Südfassaden nur geringe Überschreitungen der Richtwerte. Hierbei trägt die prognostizierte Aufhellung durch die Parkbeleuchtung relevant bei. **Mit einer optimierten Parkbeleuchtung wäre dieser Bereich unkritisch.**

Bewertung MP3

Für das Baufeld 14 ergibt sich mit einer herkömmlichen Lichtplanung für den Sportplatz bereits eine Erreichung bzw. Überschreitung der Richtwerte für den Tagzeitraum (6:00-22:00 Uhr). Ein Betrieb der Lichtanlage in den Nachtstunden (22:00-6:00 Uhr) ist aufgrund der Nähe der Bebauung ausgeschlossen. Durch die Vorbelastung ist bereits eine relevante Fassadenaufhellung festzustellen. Dies ist bei der Planung von Maßnahmen der Sportplatzbeleuchtung zu berücksichtigen, indem z.B. der **Zielbeitrag durch die Flutlichtbeleuchtung auf 4 lx (statt 5 lx) begrenzt wird.**

Bewertung MP4

Für die Baufelder 19 und 20 ergeben sich mit der angesetzten Beleuchtung teilweise Überschreitungen der Richtwerte im Nachtzeitraum. **Mit einer optimierten Park- und Platzbeleuchtung wäre dieser Bereich unkritisch. Der Betrieb von Beleuchtungsanlagen, die gewerblichen Nutzungen zuzuschreiben sind (z.B. Einzelhandel), sollte im Nachtzeitraum unterbleiben.**

Bewertung MP5

Für die Nordfassaden der Baufelder 2-10 ergeben sich bereits durch die Vorbelastung durch Seeschiffe potenziell hohe Beleuchtungsstärken. Weitere Lichtimmissionen durch eine Beleuchtung der Elbpromenade sollten weitgehend vermieden werden. Dies kann zum einen durch eine Begrenzung der Beleuchtungsstärke erreicht werden, zum anderen könnte eine intensive Beleuchtung auf den unkritischen Tagzeitraum (6:00-22:00 Uhr) begrenzt werden. **Beleuchtungsanlagen, die gewerblichen Nutzungen zuzuschreiben sind (z.B. Einzelhandel), sollten gegenüber der südlichen Bebauung abgeschirmt werden.**

7 Zusammenfassung und Fazit

Im Rahmen der Aufstellung des Bebauungsplans Kleiner Grasbrook 2 sind die Lichtimmissionen aus dem Bestand messtechnisch zu erfassen sowie die möglichen hinzukommenden Lichtimmissionen durch Nutzungen innerhalb des Geltungsbereiches zu prognostizieren.

Es fanden an mehreren repräsentativen Standorten auf dem Gelände Messungen zur Beurteilung sowohl der Blendung einzelner Leuchten als auch der Beleuchtungsstärke zur Beurteilung des Kriteriums Fassadenaufhellung statt.

Die Messergebnisse der Leuchtdichte zeigen, dass nur vereinzelte stationäre Leuchten eine kritische Blendung vorweisen könnten. Hierbei handelt es sich um einzelne Leuchten auf dem Gelände O'Swaldkai. An den Südfassaden der geplanten Bebauung (MP3+4) sind teilweise deutlich geringere Immissionen zu erwarten als an einigen Ersatzmessorten (MP1+2).

Für den O'Swaldkai ist eine Umgestaltung und somit eine neue Lichtplanung vorgesehen. Perspektivisch ist auch vorgesehen, südlich des Moldauhafens neue Gebäude zu errichten, durch die ggf. eine Sichtverbindung zu den Leuchten, sicher aber zu den beleuchteten Objekten und dem Gelände, unterbrochen wird. Allgemein sind durch moderne LED-Systeme bei entsprechender Planung eher geringere Lichtimmissionen zu erwarten. Die allgemeine Entwicklung und die Entwicklung im Umfeld des Plangebiets wird somit dazu führen, dass die Lichtimmissionen eher abnehmen werden.

Weitere Blendungen können in Einzelfällen durch Seeschiffe an den Dalben in der Norderelbe vorliegen. Die erhöhte Umgebungsleuchtdichte führt in der Regel zu einer geringeren Blendbewertung als selbst im „Fall 6“ (siehe Kapitel 5.3.2.3) angenommen. Bei der Abwägung kann berücksichtigt werden, dass es sich bei den Dalben um Verkehrsanlagen handelt und die von den Schiffen ausgehenden Lichtemissionen somit auch dem Verkehr zuzuordnen sind.

Ergänzend zu den Messungen im Bestand fand eine Modellierung von weiteren stationären Lichtquellen im Bereich des Geltungsbereichs des Bebauungsplans statt. Kritische Blendungen können, unabhängig von einer Vorbelastung, durch eine Beleuchtungsanlage am geplanten Sportplatz eintreten. Bei der Lichtplanung ist eine entsprechend optimierte Anlage dringend geboten. Für weitere Lichtquellen ist davon auszugehen, dass die Anforderungen bezüglich Blendung unkritisch sind (Wegebeleuchtung) bzw. das im Rahmen der jeweiligen Genehmigung ein entsprechender Nachweis zu führen und eine Einhaltung sicherzustellen ist (Beleuchtungsanlagen u.a. an gewerblichen Nutzungen).

Die Beleuchtungsstärke auf dem Gelände erreicht weitgehend über 0,5 lx, im westlichen Bereich bis zu 1,35 lx. Dies liegt über dem Richtwert für Mischgebiete im Nachtzeitraum (22:00-6:00 Uhr), beinhaltet teilweise jedoch auch die Anteile von Straßenbeleuchtungen, die dem Richtwert nicht zuzurechnen sind. Auch aus

nördlicher Richtung kann bei an den Dalben liegenden Schiffen eine relevante Vorbelastung von in der Regel bis zu 1 lx vorliegen.

Insgesamt ist eine Vorbelastung des Geländes hinsichtlich der Beleuchtungsstärke festzustellen. Bei der Lichtplanung der Anlagen und Verkehrsflächen sollte dies entsprechend berücksichtigt werden. Dies kann z.B. durch verringerte Richtwerte für Fassadenaufhellung bei der jeweiligen Einzelgenehmigung umgesetzt werden, um eine weitere Zunahme oberhalb der Richtwerte bzw. summierte Überschreitung der Richtwerte zu vermeiden.

Zusammenfassend ergibt sich für das Plangebiet zwar eine im Vergleich zu den jeweiligen Richtwerten hohe Vorbelastung, die Richtwerte werden jedoch weitgehend nicht überschritten, mögliche Blendungen liegen höchstens punktuell vor. Ein Eigenschutz wird für die Wohnungen mit Sichtbezug zu möglichen Quellen, insbesondere am Holthusenkai, empfohlen. Da potenzielle Konflikte für den Nachtzeitraum vorliegen, sollte sich dies vor allem auf Schlafräume konzentrieren.

Hamburg, 15.07.2022

i.V. [REDACTED]
LÄRMKONTOR GmbH

i.V. [REDACTED]
LÄRMKONTOR GmbH

8 Quellenverzeichnis

- /1/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG)**
in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 3. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2694)
- /2/ Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen**
Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI),
Beschluss der LAI vom 13.09.2012
- /3/ DIN 5032-7:2017-02 - Lichtmessung - Teil 7: Klasseneinteilung von Beleuchtungsstärke- und Leuchtdichtemessgeräten**
zu beziehen über Beuth Verlag GmbH
- /4/ DIN EN 12193:2019-07 – Licht und Beleuchtung – Sportstättenbeleuchtung**
Deutsche Fassung EN 12193:2018, Juli 2019, zu beziehen über Beuth Verlag GmbH
- /5/ Philips PerfectPlay Sportanlagen – Zukunftssichere Beleuchtungslösungen für den Freizeitsport, Stand 02/2017, Philips Lightning GmbH**
- /6/ DIN EN 12464-2:2014-05 – Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 2: Arbeitsplätze im Freien;**
Deutsche Fassung EN 12464-2:2014, Mai 2014, zu beziehen über Beuth Verlag GmbH
- /7/ DIN EN 13201-2:2016-06 – Straßenbeleuchtung – Teil 2: Gütemerkmale;**
Deutsche Fassung EN 13201-2:2015, Juni 2016, zu beziehen über Beuth Verlag GmbH