
Untersuchung der Einwirkungen aus dem Betrieb der geplanten Flutlichtanlage des Sportplatzes Tegelsbarg 2 in Hamburg-Wandsbek

Projektnummer: 16165

17. Juni 2016

Im Auftrag von:
Bezirksamt Hamburg-Wandsbek
Fachamt Sozialraummanagement
Abteilung Sport
Schloßstraße 60
22222 Hamburg

Dieses Gutachten wurde im Rahmen des erteilten Auftrages für das oben genannte Projekt / Objekt erstellt und unterliegt dem Urheberrecht. Jede anderweitige Verwendung, Mitteilung oder Weitergabe an Dritte sowie die Bereitstellung im Internet – sei es vollständig oder auszugsweise – bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Urhebers.

Inhaltsverzeichnis

1.	Anlass und Aufgabenstellung.....	2
2.	Örtliche Situation	2
3.	Beurteilungsgrundlagen	3
3.1.	Allgemeines.....	3
3.2.	Beurteilung der Raumaufhellung	4
3.3.	Beurteilung der Blendung.....	5
4.	Emissionen	7
5.	Immissionen	8
5.1.	Ausleuchtung der Spielfelder.....	8
5.2.	Raumaufhellung	8
5.3.	Blendung.....	9
6.	Einwirkungen auf Tiere	11
7.	Zusammenfassung	12
8.	Quellenverzeichnis	13
9.	Anlagenverzeichnis.....	I

1. Anlass und Aufgabenstellung

Für die Sportanlage Tegelsberg 2 in Hamburg-Wandsbek ist der Neubau einer Flutlichtanlage für das nördliche Trainingsfeld geplant. Im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens sind die Auswirkungen durch Lichtimmissionen im Bereich der angrenzenden Wohnbebauung zu beurteilen.

Aus Sicht des Immissionsschutzes, der auf konkrete Lichteinwirkungen durch ortsfeste Beleuchtungsanlagen an einzelnen Immissionsorten abzielt, kann Licht hauptsächlich einen belastigenden Einfluss haben, d.h. Störungen des körperlichen oder seelischen Wohlbefindens bewirken, die nicht mit einem Schaden für die Gesundheit verbunden sind. Rechtlich zählt Licht zu den Emissionen und Immissionen gemäß dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG).

Die Beurteilung erfolgt auf Grundlage der Licht-Richtlinie des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) vom 13. September 2012. Gemäß der Licht-Richtlinie des LAI sind grundsätzlich als Bewertungskriterien die Raumaufhellung und die Blendung (Schutzgut Mensch) sowie Einwirkungen auf Tiere zu prüfen.

Im Folgenden wird für den Betrieb der Flutlichtanlage davon ausgegangen, dass die Anlage nur tags (zwischen 6:00 Uhr und 22:00 Uhr) betrieben wird und nachts (22:00 Uhr bis 6:00 Uhr) nicht in Betrieb ist.

2. Örtliche Situation

Die Sportanlage liegt östlich der Straße Tegelsberg und verfügt über zwei Spielfelder. Das nördliche Trainingsfeld hat eine Spielfeldgröße von netto 90 m x 60 m [8] und soll eine Flutlichtanlage erhalten. Das südliche Großspielfeld ist ohne Beleuchtungsanlage. Die Sportanlage ist von einer Baumreihe umgeben, weiterer Bewuchs besteht im Umfeld der Sportanlage. Nördlich des Trainingsspielfeldes befindet sich das Carl-von-Ossietsky-Gymnasium. Westlich und östlich grenzt Wohnbebauung an.

Die nächstgelegene Bebauung ist in folgenden Bereichen gegeben:

- Wohnbebauung östlich des Sportplatzes am Hinsbeker Berg 43 und 41 (Immissionsorte IO 1 und IO 2) sowie an der Müsenkoppel 21, 19, 17, 15, 11 und 9 (Immissionsorte IO 3 bis IO 9): Hier befindet sich Wohnbebauung mit einem Vollgeschoss im Geltungsbereich des Bebauungsplans Poppenbüttel 14 – Hummelsbüttel 20 [10], der ein reines Wohngebiet (WR) mit einem Vollgeschoss ausweist.
- Wohnbebauung westlich des Sportplatzes am Eichenhorst 2a und 2 (Immissionsorte IO 10 und IO 11) sowie Tegelsberg 3b/3c (Immissionsort IO 12): Der Bebauungsplan Hummelsbüttel 4 – Poppenbüttel 8 [11] sieht hier ein reines Wohngebiet mit einem Vollgeschoss vor.

Die genauen örtlichen Gegebenheiten sind dem Lageplan der Anlage A 1 zu entnehmen.

3. Beurteilungsgrundlagen

3.1. Allgemeines

Die Richtlinie zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen des LAI vom 13. September 2012 [2] findet Anwendung zur Beurteilung der Wirkung von Lichtimmissionen auf Menschen durch lichtemittierende Anlagen aller Art, soweit es sich dabei um Anlagen oder Bestandteile von Anlagen im Sinne des § 3 Abs. 5 BImSchG handelt. Zu den lichtemittierenden Anlagen zählen künstliche Lichtquellen aller Art wie z. B. Scheinwerfer zur Beleuchtung von Sportstätten, von Verladeplätzen und für Anstrahlungen sowie Lichtreklamen, aber auch hell beleuchtete Flächen wie z. B. angestrahlte Fassaden.

Anlagen zur Beleuchtung des öffentlichen Straßenraumes, Beleuchtungsanlagen von Kraftfahrzeugen und dem Verkehr zuzuordnende Signalleuchten gehören nicht zu den Anlagen i. S. des § 3 Abs. 5 BImSchG.

Statische technische oder bauliche Einrichtungen, die das Sonnenlicht reflektieren, sind nach Baurecht zu behandeln.

Schädliche Umwelteinwirkungen liegen dann vor, wenn die Nachbarschaft oder die Allgemeinheit erheblich belästigt werden. Die Licht-Richtlinie gibt Maßstäbe zur Beurteilung der Lästigkeitswirkung an. Eine erhebliche Belästigung im Sinne des § 5 Abs. 1 Nr. 1 oder des § 22 Abs. 1 BImSchG tritt in der Regel auf, wenn die angegebenen Immissionsrichtwerte überschritten werden.

Die Erheblichkeit der Belästigung durch Lichtimmissionen hängt aber auch wesentlich von der Nutzung des Gebietes, auf das sie einwirken, sowie dem Zeitpunkt (Tageszeit) oder der Zeitdauer der Einwirkungen ab. Die Beurteilung orientiert sich nicht an einer mehr oder weniger empfindlichen individuellen Person, sondern an der Einstellung eines durchschnittlich empfindlichen Menschen.

Von Bedeutung für die Beurteilung der Lichtimmissionen von Anlagen ist die Schutzbedürftigkeit der Nutzungen in den diesen Anlagen benachbarten Gebieten. Bei der Zuordnung der für die Beurteilung maßgebenden Immissionsrichtwerte zu den Gebieten im Einwirkungsbereich der Anlage ist grundsätzlich vom Bebauungsplan auszugehen. Ist ein Bebauungsplan nicht aufgestellt, so ist die tatsächliche Nutzung zugrunde zu legen; eine voraussehbare Änderung der baulichen Nutzung ist zu berücksichtigen.

Liegen aufgrund baulicher Entwicklungen in der Vergangenheit Wohngebiete und lichtemittierende Anlagen eng zusammen, kann eine besondere Pflicht zur gegenseitigen Rücksichtnahme bestehen. Sofern an belästigenden Anlagen alle verhältnismäßigen Emissionsminderungsmaßnahmen durchgeführt sind, kann die Pflicht zur gegenseitigen Rücksichtnahme dazu führen, dass die Bewohner mehr an Lichtimmissionen hinnehmen müssen als die Bewohner von gleichartig genutzten Gebieten, die fernab derartiger Anlagen liegen. Die im Einzelfall noch hinzunehmende Lichtimmission hängt von der Schutzbedürftigkeit der Bewohner des Gebietes und den tatsächlich nicht weiter zu vermindern Lichtemissionen ab. Die zu duldenen Lichteinwirkungen sollen aber die Immissionsrichtwerte unterschreiten, die für die Gebietsart mit dem nächst niedrigeren Schutzanspruch gelten.

Bei Beleuchtungsanlagen, die vor dem Datum des In-Kraft-Tretens der Hinweise baurechtlich genehmigt oder – soweit eine Genehmigung nicht erforderlich war – errichtet wurden, soll die zuständige Behörde von einer Festsetzung von Betriebszeiten absehen, wenn die Immissionsrichtwerte für die Gebietsart mit dem nächst niedrigeren Schutzanspruch nicht überschritten werden.

Die Beurteilung umfasst zwei Bereiche:

1. **Raumaufhellung:** Aufhellung des Wohnbereiches, insbesondere des Schlafzimmers, aber auch des Wohnzimmers, der Terrasse oder des Balkons durch die in der Nachbarschaft vorhandene Beleuchtungsanlage, die zu einer eingeschränkten Nutzung dieser Wohnbereiche führt. Die Aufhellung wird durch die mittlere Beleuchtungsstärke E_F in der Fensterebene beschrieben.
2. **Blendung:** Bei der Blendung durch Lichtquellen wird zwischen der physiologischen und psychologischen Blendung unterschieden. Bei der physiologischen Blendung wird das Sehvermögen durch Streulicht im Glaskörper des Auges vermindert. Dieser Aspekt steht jedoch bei der Immissionssituation im Wohnbereich nicht im Vordergrund der Betrachtung. Die Störfempfindung durch Blendung wird als psychologische Blendung bezeichnet und kann auch ohne Minderung des Sehvermögens auftreten und zu erheblicher Belästigung führen. Durch starke Lichtquellen in der Nachbarschaft kann dadurch die Nutzung eines inneren oder äußeren Wohnbereichs erheblich gestört werden, auch wenn aufgrund großer Entfernung der Lichtquelle keine übermäßige Aufhellung erzeugt wird. Die Belästigung entsteht u. a. durch die ständige und ungewollte Ablenkung der Blickrichtung zur Lichtquelle hin, die bei großem Unterschied der Leuchtdichte der Lichtquelle zur Umgebungsleuchtdichte eine ständige Umadaptation des Auges auslöst. Für die Störwirkung sind daher die Leuchtdichte L_S der Blendlichtquelle, die Umgebungsleuchtdichte L_U und der Raumwinkel Ω_S , vom Betroffenen (Immissionsort) aus gesehen, maßgebend.

Hinsichtlich der Einwirkungen auf Tiere, insbesondere Insekten, werden in der Licht-Richtlinie Empfehlungen gegeben, Richtwerte liegen nicht vor.

3.2. Beurteilung der Raumaufhellung

Zur Beurteilung der Raumaufhellung wird die am Immissionsort auftretende mittlere (Vertikal-)Beleuchtungsstärke E_F in Lux (lx) herangezogen, die von den Lichtquellen eines Betreibers verursacht wird. Diese darf die folgenden in der Tabelle 1 aufgeführten Immissionsrichtwerte nicht überschreiten.

Wird die mittlere Beleuchtungsstärke am Immissionsort maßgeblich durch andere Lichtquellen bestimmt, sollen Maßnahmen an der zu beurteilenden Beleuchtungsanlage solange ausgesetzt werden, wie die Anlage nicht wesentlich zur Gesamt-Beleuchtungsstärke beiträgt.

Tabelle 1 bezieht sich auf zeitlich konstantes und weißes oder annähernd weißes Licht (das Licht von Natriumdampf-Hochdrucklampen gilt noch als annähernd weiß), das mehrmals in

der Woche jeweils länger als eine Stunde eingeschaltet ist. Wird die Anlage kürzer oder seltener betrieben, sind Einzelfallbetrachtungen anzustellen.

Ändert sich die Lichtabstrahlung schneller als in einem 5-minütigem Rhythmus wesentlich, so spricht man von Wechsellicht. In besonders auffälligen Situationen (z.B. große Schwankungen der Beleuchtungsstärke, schnelle Hell-Dunkel-Übergänge, blitzlichtartige Vorgänge, schnelle Folgefrequenzen des Wechsellichtes) sind die Maximalwerte der Beleuchtungsstärke je nach Auffälligkeit mit einem Faktor 2 bis 5 zu multiplizieren und mit den Immissionsrichtwerten der Tabelle 1 zu vergleichen.

Strahlt die Beleuchtungsanlage intensiv farbiges Licht aus, so ist bei besonderer Auffälligkeit (kräftige Farbtöne) der Messwert mit dem Faktor 2 zu multiplizieren und mit den Immissionsrichtwerten zu vergleichen.

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte der mittleren Beleuchtungsstärke in der Fensterebene

Gebietsart		Beleuchtungsstärke E _F [lx]	
		6 – 22 Uhr	22 – 6 Uhr
1	Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten ¹⁾	1	1
2	Reine, allgemeine und besondere Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete, Erholungsgebiete	3	1
3	Dorfgebiete, Mischgebiete	5	1
4	Kerngebiete ²⁾ , Gewerbegebiete, Industriegebiete	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

Eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte als Anlass für behördliche Anordnungen kann wegen der Fehlergrenzen der Messgeräte messtechnisch erst dann angenommen werden, wenn das Messergebnis mindestens 20 % oberhalb der Immissionsrichtwerte liegt.

3.3. Beurteilung der Blendung

Als Konvention zur Berechnung von Werten für die maximal tolerable mittlere Leuchtdichte \overline{L}_{\max} einer technischen Blendlichtquelle in Candela pro Quadratmeter (cd/m²) wird für den Bereich des Immissionsschutzes folgende Beziehung festgelegt:

$$\overline{L}_{\max} = k \sqrt{L_U / \Omega_s}$$

Dabei stellen L_U die maßgebende Leuchtdichte in der Umgebung der Blendlichtquelle in cd/m^2 , Ω_s den Raumwinkel der vom Immissionsort aus gesehenen Blendlichtquelle in sr und k einen Proportionalitätsfaktor dar, der zur Festlegung der Immissionsrichtwerte \overline{L}_{\max} dient und die unterschiedlichen Schutzansprüche der jeweiligen Gebietsnutzungen berücksichtigt (s. Tabelle 2). Der Anwendungsbereich der obigen Gleichung wird auf $0,1 \text{ cd/m}^2 \leq L_U \leq 10 \text{ cd/m}^2$ und $10^{-7} \text{ sr} \leq \Omega_s \leq 10^{-2} \text{ sr}$ beschränkt. Falls die aus Messungen ermittelte Umgebungsleuchtdichte $\overline{L}_{U, \text{mess}}$ kleiner als $0,1 \text{ cd/m}^2$ ist, wird mit $L_U = 0,1 \text{ cd/m}^2$ gerechnet.

Die mittlere Leuchtdichte \overline{L}_s der zu beurteilenden Lichtquelle soll die nach obiger Gleichung und Tabelle 3 berechneten Werte \overline{L}_{\max} nicht überschreiten. Dies gilt für zeitlich konstantes Licht, das mehrmals in der Woche jeweils länger als eine Stunde angeschaltet wird. Bei geringerer Einschaltdauer oder -häufigkeit sind höhere Leuchtdichtewerte als \overline{L}_{\max} möglich (z.B. in Sportanlagen). Dies ist je nach Einzelfall gesondert zu behandeln.

Ändert sich die Lichtabstrahlung schneller als in einem 5-minütigen Rhythmus wesentlich, handelt es sich um Wechsellicht. Bei Wechsellicht wird der zeitliche Maximalwert der Leuchtdichte für die Ermittlung von \overline{L}_s zugrunde gelegt. In besonders auffälligen Situationen (z.B. große Schwankungen der Leuchtdichte, schnelle Hell-Dunkel-Übergänge, blitzlichtartige Vorgänge, schnelle Folgefrequenzen des Wechsellichtes) werden die Maximalwerte mit einem Faktor 2 bis 5 multipliziert.

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 Sehbjekt im Gesichtsfeld ist.

Besteht eine Beleuchtungsanlage aus mehreren einzelnen Leuchten, so muss die Leuchtdichte jeder einzelnen Leuchte zumindest unterhalb der oben beschriebenen Werte liegen. Dabei wird die Störwirkung u. U. zu gering eingestuft, da die Belästigung durch die Gesamtanlage stärker als die durch eine einzelne Leuchte allein ist. Gesicherte Ergebnisse über die Summenwirkung mehrerer Leuchten liegen jedoch bisher nicht vor.

Eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte als Anlass für behördliche Anordnungen kann wegen der Fehlergrenzen der Messgeräte messtechnisch erst dann angenommen werden, wenn das Messergebnis mindestens 40 % oberhalb der Immissionsrichtwerte liegt.

Tabelle 2: Proportionalitätsfaktor k zur Festlegung der maximal zulässigen mittleren
Leuchtdichte \bar{L}_{\max} technischer Lichtquellen während der Dunkelstunden

Gebietsart		Proportionalitätsfaktor k		
		6–20 Uhr	20–22 Uhr	22–6 Uhr
1	Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten ¹⁾	32	32	32
2	Reine, allgemeine und besondere Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete, Erholungsgebiete	96	64	32
3	Dorfgebiete, Mischgebiete	160	160	32
4	Kerngebiete ²⁾ , Gewerbegebiete, Industriegebiete	—	—	160

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 ($L_{U, \text{meß}} \leq 0,1 \text{ cd/m}^2$) auch Zeile 3 zugeordnet werden

4. Emissionen

Für die Flutlichtanlage liegt ein konkretes Beleuchtungskonzept vor [8]. Vorgesehen ist eine Flutlichtanlage mit acht Leuchten auf sechs Masten. Die Leuchtenhöhe beträgt 16 m über dem Niveau des Sportplatzes.

Zur Minimierung des Streulichts werden Leuchten mit asymmetrischer Lichtstärkeverteilung des Herstellers Schmidt Strahl vom Typ PSH-142101 mit Lampen HIT 2000 W/N/I 400 [12] und Blende und UV-Sperrscheibe vorgesehen.

Bei den Lampen handelt es sich um Metalldampf-Hochdrucklampen (HIT), die eine Leistung von etwa 2.000 W und mit UV-Sperrscheibe einen Lichtstrom von etwa 174.000 Lumen (lm) aufweisen. Die technischen Daten für diesen Leuchtentyp sind in der Anlage A 2 zusammengestellt.

Um eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte für Blendung an der östlichen Wohnbebauung zu vermeiden, wird die Leuchte 5 gegenüber dem vorgesehenen Anstrahlpunkt in der Vertikalen anders ausgerichtet (vgl. Anlage A 3.1).

Die Lage und Ausrichtung der Leuchten kann dem Plan der Anlage A 1 entnommen werden.

5. Immissionen

5.1. Ausleuchtung der Spielfelder

Zur Einschätzung der Immissionssituation im Bereich der nächstgelegenen vorhandenen Bebauung wurden die Beleuchtungsstärken berechnet. Hierzu kam das EDV-Rechenprogramm DIALux [4] zum Einsatz. Die technischen Daten der Leuchten sind beim Hersteller verfügbar und können direkt in das Programm eingelesen werden [12].

Zunächst wurden die horizontalen Beleuchtungsstärken für das Sportfeld berechnet, um die Ausleuchtung des Platzes zu prüfen. Für Plätze der Beleuchtungsklasse 3 für einfache Wettkämpfe und allgemeines Training sollte die geplante mittlere horizontale Beleuchtungsstärke mindestens 25 % über dem immer einzuhaltenden Wert von 75 Lux liegen [5], [6]. Der Quotient aus minimaler und mittlerer Beleuchtungsstärke für die Gleichmäßigkeit der Beleuchtung soll für die Beleuchtungsklasse 3 mindestens 0,5 betragen [5], [6]

Das Ergebnis ist in der Anlage A 3.2 dargestellt. Es zeigt sich, dass eine mittlere Beleuchtungsstärke von 95 Lux und einer Gleichmäßigkeit von 0,59 erreicht werden kann. Somit werden die Anforderungen der Klasse 3 erfüllt.

5.2. Raumaufhellung

Zur Beurteilung der Raumaufhellung wurde die vertikale Beleuchtungsstärke auf den der Sportanlage zugewandten Gebäudefassaden der nächstgelegenen Wohnbebauung berechnet. Dabei wurden insgesamt 14 Berechnungsflächen einbezogen (Gebäudefassaden der Immissionsorte IO 1 bis IO 12).

Abschirmungen durch Bewuchs wurden zur sicheren Seite nicht berücksichtigt. Im Sommer sind deutliche Abschirmungen durch den am Sportplatz bestehenden Bewuchs zu erwarten, so dass die berechneten Lichtimmissionen durch den Betrieb der Flutlichtanlagen nicht erreicht werden.

Die Ergebnisse sind in der Tabelle 3 und den Anlagen A 3.3 bis A 3.16 dargestellt. Zusammenfassend ist festzustellen, dass im Bereich der schützenswerten Nutzungen der angrenzenden Wohnbebauung Beleuchtungsstärken bis zu 0,39 Lux (Immissionsort IO 6) erreicht werden. Der Immissionsrichtwert für reine und allgemeine Wohngebiete von 3 Lux tags wird an den Fassaden überall eingehalten.

Ein Betrieb nach 22:00 Uhr ist nicht geplant.

Tabelle 3: Berechnete Beleuchtungsstärken an den Gebäudefassaden

Sp	1	2	3	4	5	6	7
Ze	Immissionsort				Beleuchtungsstärke E_f		
	Nr.	Gebiet	Immissions- richtwert				
			tags	nachts	Minimum	Maximum	Mittelwert
			[lx]		[lx]		
1	IO 1	WR	3	1	0,39	0,39	0,39
2	IO 2	WR	3	1	0,17	0,17	0,17
3	IO 3.1	WR	3	1	0,09	0,09	0,09
4	IO 3.2	WR	3	1	0,14	0,14	0,14
5	IO 4	WR	3	1	0,26	0,26	0,26
6	IO 5	WR	3	1	0,33	0,33	0,33
7	IO 6	WR	3	1	0,39	0,39	0,39
8	IO 7	WR	3	1	0,20	0,20	0,20
9	IO 8	WR	3	1	0,11	0,11	0,11
10	IO 9.1	WR	3	1	0,08	0,08	0,08
11	IO 9.2	WR	3	1	0,08	0,08	0,08
12	IO 10	WR	3	1	0,03	0,03	0,03
13	IO 11	WR	3	1	0,03	0,03	0,03
14	IO 12	WR	3	1	0,04	0,04	0,04

5.3. Blendung

Bei der Beurteilung der Blendung sind die maximal zulässigen mittleren Leuchtdichten \overline{L}_{max} von den Abmessungen und der Lage und Ausrichtung der Quelle in Bezug auf den Immissionsort abhängig, so dass sich für jeden Immissionsort und jede Quelle unterschiedliche Anforderungen ergeben. Die Berechnung der maximal zulässigen Leuchtdichten \overline{L}_{max} wurde gemäß Licht-Richtlinie des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) durchgeführt. Dabei ist die vorhandene Umgebungsleuchtdichte im Umfeld der Leuchten zu berücksichtigen.

Die Umgebungsleuchtdichte ist die vorhandene Leuchtdichte im nahen Umfeld der Leuchte (Winkelbereich von 10° um die Leuchte ohne die leuchtende Fläche), wird also neben der Umgebungshelligkeit auch durch Streulicht der Leuchte selbst bestimmt. Im Rahmen von Messungen eines vorhergehenden Projektes [7] wurde für Planflächenstrahler ein Wert von etwa 0,5 bis 0,6 cd/m² ermittelt. Dies gilt streng jedoch nur für diese exemplarische Messung. Ob dieser Wert für alle Typen dieser Strahler zutrifft, kann nicht pauschal ausgesagt werden.

Aufgrund der vorhandenen Lage des Plangebiets und der angrenzenden Grünflächen ist eine hohe Vorbelastung aus vorhandenen Lichtquellen nicht zu erwarten. Das Plangebiet

befindet sich zwar auf städtischem Gebiet, so dass eine entsprechende Grundhelligkeit gegeben ist. Das Umfeld ist jedoch eher als dunkel zu bewerten.

Im Folgenden wird daher zur sicheren Seite für die Umgebungsleuchtdichte im Umfeld der Leuchten ein Wert von $0,2 \text{ cd/m}^2$ zugrunde gelegt.

Die tatsächlichen Leuchtdichten L_s wurden aus den Datenblättern des Herstellers entnommen (vgl. Anlage A 2.3).

Eine grafische Darstellung der Lichtverteilungskurven als Polardiagramm ist in der Anlagen A 2.2 zu finden. Dabei ist als Parameter der horizontale Blickwinkel (parallel zur Leuchtenfläche) angegeben, der mit einem „C“ gekennzeichnet wird (z.B. 45° entspricht C45). C0 und C180 entsprechen einem Blick von vorn bzw. von hinten, C90 und C270 von der Seite in Bezug auf die Leuchte. Der andere Winkel stellt den Beobachtungswinkel zwischen dem Lot der Leuchtenfläche und der Verbindungslinie Leuchte-Beobachter dar. Die Leuchtdichteverteilung in Abhängigkeit vom Beobachtungswinkel kann der Anlage A 2.3 entnommen werden.

Die Ermittlungen wurden exemplarisch für die jeweils nächstgelegenen bzw. in Richtung der Einwirkbereiche gerichteten Leuchten und Immissionsorte durchgeführt. Für die anderen, nicht detailliert betrachteten Leuchten/Immissionsorte sind vergleichbare oder geringere Leuchtdichten zu erwarten, insbesondere wenn der Blick von hinten auf die Leuchten mit asymmetrischer Leuchtcharakteristik fällt.

Die geometrischen Daten sowie die Ergebnisse für die jeweiligen Beurteilungszeiträume und die von den Leuchten zu erwartenden Leuchtdichten L_s sind in der Anlage A 3 detailliert zusammengestellt. Die Leuchtdichten wurden der Leuchtdichteverteilung des Datenblatts entnommen (vgl. Anlage A 2.3). Einen Vergleich der aus der Leuchtdichte der Quellen ermittelten Proportionalitätsfaktoren k mit den Proportionalitätsfaktoren zur Ermittlung der maximal zulässigen Leuchtdichte zeigt die Tabelle 4. Überschreitungen der tageszeitbezogenen Immissionsrichtwerte (Proportionalitätsfaktoren k) sind farbig markiert:

- Überschreitung des Wertes für den Zeitraum 6-20 Uhr: rot;
- Überschreitung des Wertes für den Zeitraum 20-22 Uhr: hellbraun;
- Überschreitung des Wertes für den Zeitraum 22-6 Uhr: gelb
(hier nicht relevant, da kein Nachtbetrieb).

An den nicht aufgeführten Immissionsorten treten keine Überschreitungen der Richtwerte von den Leuchten auf, und die aus der Leuchtdichte der Quellen ermittelten Proportionalitätsfaktoren k sind kleiner als 32 (vgl. Anlage A 4.2).

Zusammenfassend ist als Ergebnis festzuhalten, dass an der Wohnbebauung der Immissionsrichtwert für Blendung für reine und allgemeine Wohngebiete überall sicher eingehalten wird. Eine beurteilungsrelevante Blendung ist nicht zu erwarten.

Tabelle 4: Vergleich der aus der Leuchtdichte der Quellen ermittelten Proportionalitätsfaktoren k mit den Proportionalitätsfaktoren zur Ermittlung der maximal zulässigen Leuchtdichte aus Tabelle 1, Umgebungsleuchtdichte 0,2 cd/m²

Sp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ze	Immissionsort			Quelle		Proportionalitätsfaktor k			k aus Leuchtdichte der Quelle	Überschreitung k für 20 – 22 Uhr
	Nr.	Gebiet	Geschoss	Leuchte	Ausrichtung	6 – 20 Uhr	20 – 22 Uhr	22 – 6 Uhr		
1	IO 4	WR	EG	1	S	96	64	32	0	0%
2				2	SW	96	64	32	0	0%
3				3	SO	96	64	32	0	0%
4				4	S	96	64	32	2	0%
5				5	N	96	64	32	5	0%
6				6	NO	96	64	32	61	0%
7				7	NW	96	64	32	0	0%
8				8	N	96	64	32	0	0%
9	IO 4	WR	1.OG	1	S	96	64	32	0	0%
10				2	SW	96	64	32	0	0%
11				3	SO	96	64	32	0	0%
12				4	S	96	64	32	2	0%
13				5	N	96	64	32	0	0%
14				6	NO	96	64	32	2	0%
15				7	NW	96	64	32	0	0%
16				8	N	96	64	32	0	0%

6. Einwirkungen auf Tiere

Die Beleuchtungsanlagen liegen inmitten der Bebauung eines Wohngebiets und grenzen an die Baumbestände im Umfeld der Sportanlage. Die Empfehlungen des LAI zum Schutz der Tierwelt, insbesondere auf Vögel und Insekten, vor schädlichen Einwirkungen durch Beleuchtungsanlagen werden durch die folgenden Maßnahmen berücksichtigt:

Mit dem Einsatz von asymmetrischen Flutern und Blenden wird eine weitreichende zusätzliche Aufhellung durch Streulicht vermieden. Es findet keine erhebliche Anstrahlung heller Gebäudewände statt. Die Abstrahlung nach oben und in etwa horizontale Richtung wird weitgehend verhindert, die Lichtaustrittsfläche der Strahler ist im Wesentlichen horizontal (Neigungswinkel der Leuchten bis -6,0°, vgl. Anlage A 4.1). Die Lichtlenkung erfolgt somit ausschließlich in die Bereiche, die künstlich beleuchtet werden müssen.

Hinsichtlich der Wahl der Lichtquellen werden handelsübliche Leuchtmittel für Sportanlagen verwendet. Darüber hinaus wird mit Einsatz einer UV-Sperrscheibe an den Leuchten das auf Insekten besonders einwirkende Licht im kurzwelligen Spektralbereich reduziert. Da weißes Licht zur Beleuchtung erforderlich ist, ist eine Verwendung der für Nachtinsekten wirkungsärmeren Natrium-Dampf-Niederdrucklampen mit gelbem Licht nicht möglich.

Es wird davon ausgegangen, dass die Betriebsdauer der Beleuchtungsanlage auf die notwendige Zeit begrenzt wird. Nachts (22:00 Uhr bis 06:00 Uhr) ist die Anlage nicht Betrieb.

Zum Schutz von Vögeln wird eine Beleuchtung von Schlaf- und Brutplätzen vermieden. Zusammenfassend sind die Auswirkungen auf die Tierwelt durch die vorliegende Planung somit als gering zu bewerten.

7. Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden die Lichtimmissionen durch den Betrieb der geplanten Flutlichtanlage des Sportplatzes Tegelsberg 2 in Hamburg-Wandsbek im Bereich der nächstgelegenen schützenswerten Nutzungen abgeschätzt. Die Beurteilung erfolgt anhand der Licht-Richtlinie des Länderausschusses für Immissionsschutz.

Für den Betrieb der Flutlichtanlagen wird davon ausgegangen, dass die Anlagen nur tags (zwischen 6:00 Uhr und 22:00 Uhr) betrieben werden und nachts (22:00 Uhr bis 6:00 Uhr) nicht in Betrieb sind.

Für die Flutlichtanlage wurde eine Anordnung von acht Leuchten auf sechs Masten untersucht. Zur Minimierung des Streulichts werden Leuchten mit asymmetrischer Lichtstärkeverteilung und Blenden vorgesehen, die eine UV-Sperrscheibe erhalten.

Im Hinblick auf das Beurteilungskriterium der Raumaufhellung ist festzustellen, dass im Bereich der schützenswerten Nutzungen der Immissionsrichtwert für Wohngebiete von 3 Lux tags überall eingehalten wird.

Im Hinblick auf eine mögliche Blendung durch die Leuchten ist festzustellen, dass die Immissionsrichtwerte für Blendung für Wohngebiete im Zeitraum 6-22 Uhr eingehalten werden. Eine Blendung durch die Leuchten ist nicht zu erwarten.

Hinsichtlich der Einwirkungen auf Tiere ist festzustellen, dass die Empfehlungen des LAI zum Schutz der Tierwelt, insbesondere auf Vögel und Insekten, vor schädlichen Einwirkungen durch Beleuchtungsanlagen berücksichtigt werden. Die Auswirkungen auf die Tierwelt durch die vorliegende Planung sind daher als gering zu bewerten.

Insgesamt ist der Betrieb der geplanten Flutlichtanlage im Hinblick auf die Lichtimmissionen mit dem Schutz der angrenzenden Bebauung als grundsätzlich verträglich einzustufen.

Bargteheide, den 17. Juni 2016

erstellt durch:

geprüft durch:

Dipl.-Phys. Dr. Olaf Peschel
Projektingenieur

Dipl.-Phys. Dr. Bernd Burandt
Geschäftsführender Gesellschafter

8. Quellenverzeichnis

Gesetze, Verwaltungsvorschriften und Richtlinien

- [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 Nr. 25 vom 27.05.2013 S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 76 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474, 1487);
- [2] Hinweise zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen („Licht-Richtlinie“), Länderausschuss für Immissionsschutz, 13. September 2012;

Emissions-/Immissionsberechnung

- [3] Bruno Weis, Industriebeleuchtung, Pflaum-Verlag, München, 2000, ISBN 3-7905-0762-8;
- [4] DIALux, Version 4.12.0.1, DIAL GmbH, 2014;
- [5] Gutes Licht für Sport und Freizeit, Informationen zur Lichtenwendung Nummer 8, Fördergemeinschaft Gutes Licht;
- [6] DIN EN 12193 Licht und Beleuchtung – Sportstättenbeleuchtung, April 2008;

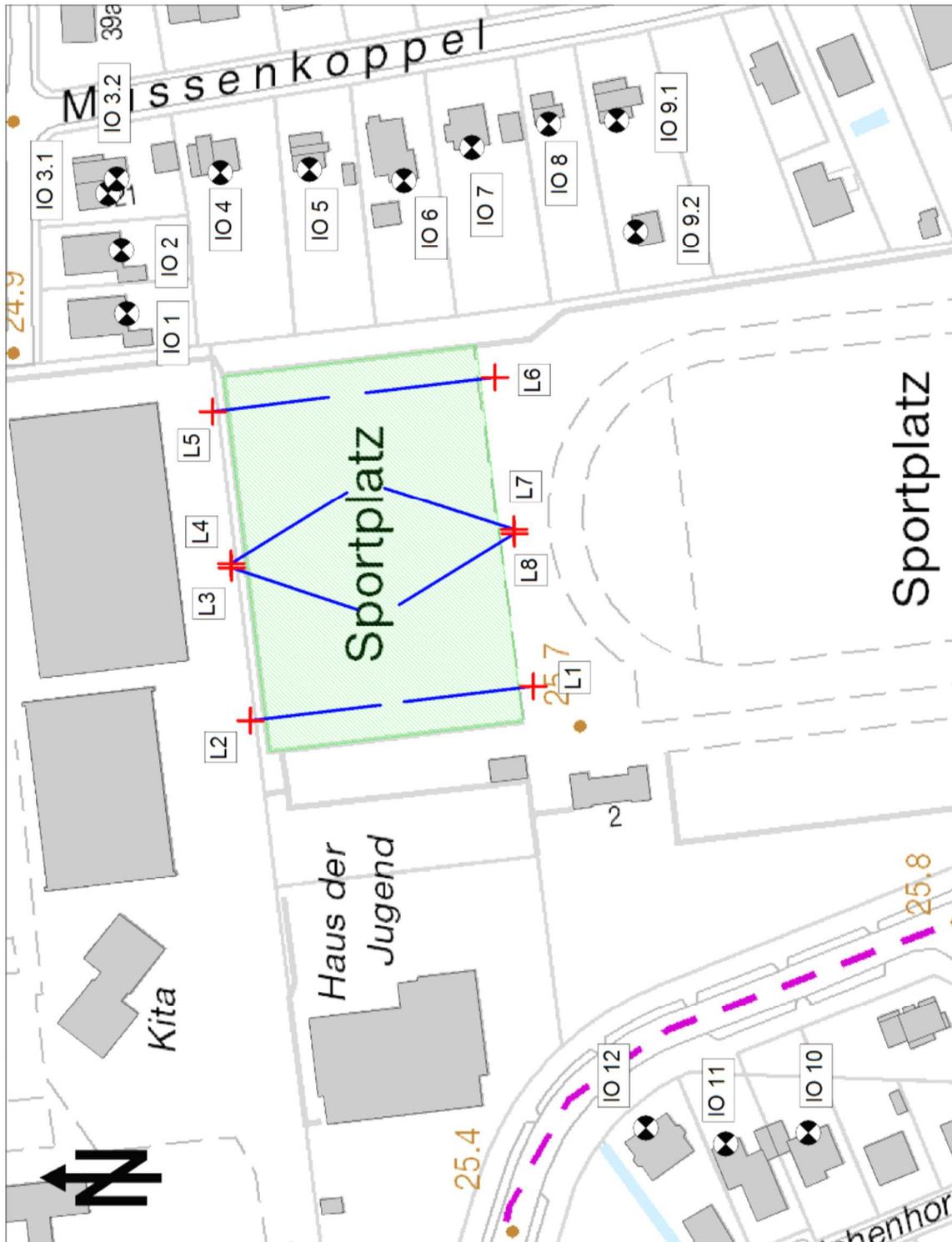
Sonstige projektbezogene Quellen und Unterlagen

- [7] Messung der Lichtimmissionen von Flutlichtanlagen an Sportplätzen, Masuch + Olbrisch GmbH, Oststeinbek, 22. März 1999;
- [8] Beleuchtungskonzept Platz 90m x 60m Sportanlage Tegelsberg 2, Sauerland Elektroanlagen GmbH, 10. Juni 2016;
- [9] Lageplan 3D-Stadtmodell Hamburg, Transparenzportal Hamburg;
- [10] Bebauungsplan Poppenbüttel 14 – Hummelsbüttel 20 Blatt 1 1. Änderung, Freie und Hansestadt Hamburg, 08. März 1984;
- [11] Bebauungsplan Hummelsbüttel 4 – Poppenbüttel 8 2. Änderung, Freie und Hansestadt Hamburg, 21. Juli 1981;
- [12] Leuchtdichtevertellung für die verwendete Flutlichtleuchte, erhalten am 14.Juni 2016 von Sauerland Elektroanlagen GmbH;
- [13] Informationen gemäß Ortstermin mit Fotodokumentation, LAIRM CONSULT GmbH, 15. Juni 2016.

9. Anlagenverzeichnis

A 1	Lageplan, Maßstab 1: 1.500	II
A 2	Technische Daten.....	III
A 2.1	Allgemeine Daten Leuchten	III
A 2.2	Lichtstärkeverteilungen.....	IV
A 2.3	Leuchtdichteverteilungen.....	V
A 3	Berechnung der Beleuchtungsstärke	VII
A 3.1	Leuchtenanordnung	VII
A 3.2	Beleuchtungsstärke Spielfeld	VIII
A 3.3	Gebäudefassade Immissionsort IO 1.....	IX
A 3.4	Gebäudefassade Immissionsort IO 2.....	X
A 3.5	Gebäudefassade Immissionsort IO 3.1.....	XI
A 3.6	Gebäudefassade Immissionsort IO 3.2.....	XII
A 3.7	Gebäudefassade Immissionsort IO 4.....	XIII
A 3.8	Gebäudefassade Immissionsort IO 5.....	XIV
A 3.9	Gebäudefassade Immissionsort IO 6.....	XV
A 3.10	Gebäudefassade Immissionsort IO 7.....	XVI
A 3.11	Gebäudefassade Immissionsort IO 8.....	XVII
A 3.12	Gebäudefassade Immissionsort IO 9.1.....	XVIII
A 3.13	Gebäudefassade Immissionsort IO 9.2.....	XIX
A 3.14	Gebäudefassade Immissionsort IO 10.....	XX
A 3.15	Gebäudefassade Immissionsort IO 11.....	XXI
A 3.16	Gebäudefassade Immissionsort IO 12.....	XXII
A 4	Berechnung der Leuchtdichte	XXIII
A 4.1	Grundlagen	XXIII
A 4.2	Leuchtdichten.....	XXIV

A 1 Lageplan, Maßstab 1: 1.500



Quellen (Leuchten):

Lage: rote Kreuze, Ausrichtung: blaue Linien

Immissionsorte: IO

A 2 Technische Daten

A 2.1 Allgemeine Daten Leuchten

PSH-1421..

Flutlichtleuchte 2100
Floodlight 2100



Einsatzbereiche

Ortsfeste Beleuchtung von Sportanlagen, Parkplätzen, Lagerflächen im Industriebereich, Baustellen und Hafenanlagen sowie Gebäude- und Objektanstrahlungen.

Areas of Application

Stationary lighting of sports facilities, parking areas, storage areas in industrial establishments, construction sites and port facilities as well as accent and architectural illumination.



Asymmetrische Lichtstärkeverteilung Asymmetrical light distribution

Typ Type	Leistung Wattage	Lampe Lamp	Sockel Lamp cap	Bestell-Nr. Order No.	kg kg	A _w A _w	Schutzart Prot. Class	LVK LDC
PSH-142151	1 x 1000 W	HIT	E40	137040	22,50	0,19	IP65	1
PSH-142152	1 x 1000 W	HIT	E40	137060	22,50	0,19	IP65	2
PSH-142153	1 x 1000 W	HIT	E40	137050	22,50	0,19	IP65	3
PSH-142161	1 x 1000 W	HST	E40	137010	22,50	0,19	IP65	1
PSH-142162	1 x 1000 W	HST	E40	137070	22,50	0,19	IP65	2
PSH-142163	1 x 1000 W	HST	E40	137020	22,50	0,19	IP65	3
PSH-142101	1 x 2000 W	HIT-I	E40	137110	21,50	0,19	IP65	1
PSH-142102	1 x 2000 W	HIT-I	E40	137160	21,50	0,19	IP65	2
PSH-142103	1 x 2000 W	HIT-I	E40	137120	21,50	0,19	IP65	3

Technische Änderungen vorbehalten.
Technical amendments reserved.

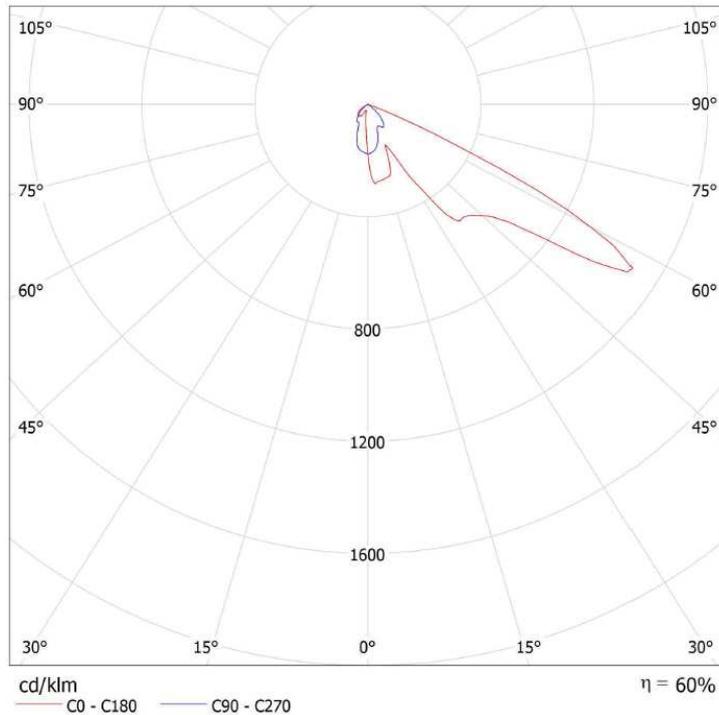
A_w Windangriffsfläche
A_w Wind catching area

LDC Light distribution curve

A 2.2 Lichtstärkeverteilungen

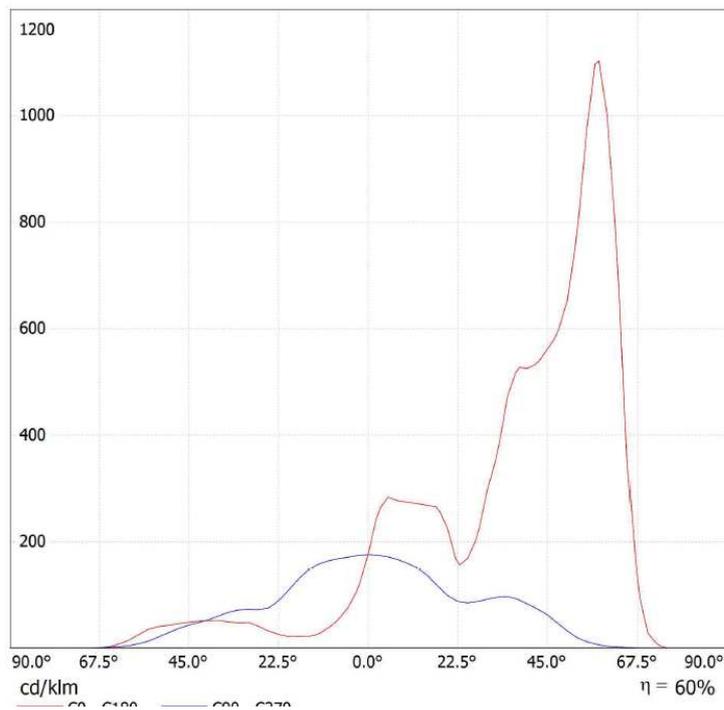
Schmidt-Strahl GmbH 137110 !Blende separat bestellen! PSH-142101-Blende-oL / LV
(Pola)

Leuchte: Schmidt-Strahl GmbH 137110 !Blende separat bestellen! PSH-142101-Blende-oL
Lampen: 1 x HIT 2000 W/N/I 400 V



Schmidt-Strahl GmbH 137110 !Blende separat bestellen! PSH-142101-Blende-oL / LVK
(Linear)

Leuchte: Schmidt-Strahl GmbH 137110 !Blende separat bestellen! PSH-142101-Blende-oL
Lampen: 1 x HIT 2000 W/N/I 400 V



A 2.3 Leuchtdichteverteilungen

Schmidt-Strahl GmbH 137110 !Blende separat bestellen! PSH-142101-Blende-oL / Leuchtdichtetabelle

Leuchte: Schmidt-Strahl GmbH 137110 !Blende separat bestellen! PSH-142101-Blende-oL
Lampen: 1 x HIT 2000 W/N/I 400 V

Gamma	C 0°	C 15°	C 30°	C 45°	C 60°	C 75°	C 90°	C 105°	C 120°	C 135°
0.0°	115576	115576	115576	115576	115576	115576	115576	115576	115576	115576
5.0°	187038	186511	184205	179264	167405	143490	113119	89006	73787	63971
10.0°	182803	182469	181536	181536	181137	162610	106163	67710	50316	37920
15.0°	182367	181348	179310	176592	175641	162255	92339	46271	28605	21063
20.0°	156937	163502	174677	170836	158334	145483	69214	21931	12991	11664
25.0°	122165	118979	109130	152363	152000	142152	61770	10935	6300	10211
30.0°	226443	203632	134365	91092	157631	165133	69873	9170	10307	12201
35.0°	378089	352691	245569	136686	169615	187081	78037	9454	16425	16024
40.0°	449965	462131	376799	280157	168266	171436	71453	10195	19962	15850
45.0°	520698	611844	479859	351866	196213	140988	58660	8818	16150	9653
50.0°	665409	780581	554014	353789	210129	95467	33694	4186	5820	4901
55.0°	1119524	1020433	459298	269354	142916	54809	14074	801	1144	1945
60.0°	1317081	1289122	414131	174841	67600	20477	5644	525	525	919
65.0°	551766	645565	261674	50005	17238	4038	2329	311	311	466
70.0°	55457	56224	48741	43368	8635	1727	1151	192	192	192
75.0°	1014	1014	3297	9129	2029	507	507	0.00	254	0.00
80.0°	0.00	0.00	0.00	378	378	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
85.0°	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Werte in Candela/m².

Schmidt-Strahl GmbH 137110 !Blende separat bestellen! PSH-142101-Blende-oL / Leuchtdichtetabelle

Leuchte: Schmidt-Strahl GmbH 137110 !Blende separat bestellen! PSH-142101-Blende-oL
Lampen: 1 x HIT 2000 W/N/I 400 V

Gamma	C 150°	C 165°	C 180°	C 195°	C 210°	C 225°	C 240°	C 255°	C 270°	C 285°
0.0°	115576	115576	115576	115576	115576	115576	115576	115576	115576	115576
5.0°	57383	52837	50729	51915	55868	63115	73590	89928	112789	142502
10.0°	30723	26991	25591	25991	29856	36454	49116	71108	109495	169407
15.0°	16919	15492	15084	14812	16511	21471	30032	50484	99881	178562
20.0°	14457	14877	15435	14388	14108	13340	15994	27029	76059	168531
25.0°	13831	21218	23463	20928	15787	12238	8907	13252	54963	159025
30.0°	16824	32057	36983	33345	22205	14247	12201	9094	55171	167862
35.0°	17787	32769	39740	37416	25238	17466	14422	7611	54402	174102
40.0°	16707	38639	44380	41895	22104	16278	14222	7282	46093	156957
45.0°	14201	39447	45573	45851	17542	9282	8353	5662	40561	130128
50.0°	10415	35940	44313	39514	11538	4493	2655	2144	30325	101491
55.0°	6865	27576	41650	32153	6980	2288	915	915	15905	52063
60.0°	2231	12995	20214	13126	2363	1181	525	525	7088	24415
65.0°	1553	3261	4969	4038	1553	621	466	466	3261	4659
70.0°	384	384	768	576	384	384	192	192	959	1343
75.0°	0.00	254	254	254	254	254	254	254	761	507
80.0°	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1512	756
85.0°	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	753	753

Werte in Candela/m².

**Schmidt-Strahl GmbH 137110 !Blende separat bestellen! PSH-142101-Blende-oL /
Leuchtdichtetabelle**

Leuchte: Schmidt-Strahl GmbH 137110 !Blende separat bestellen! PSH-142101-Blende-oL
Lampen: 1 x HIT 2000 W/N/I 400 V

Gamma	C 300°	C 315°	C 330°	C 345°	C 360°
0.0°	115576	115576	115576	115576	115576
5.0°	168130	181306	185852	186511	187038
10.0°	188401	186735	184602	183669	182803
15.0°	184949	183319	183726	183251	182367
20.0°	176284	180195	182988	171883	156937
25.0°	164021	174956	123034	118907	122165
30.0°	159298	110266	138761	179760	226443
35.0°	169134	131478	242124	312390	378089
40.0°	129712	255140	410041	475154	449965
45.0°	134583	344162	516707	619640	520698
50.0°	162447	339494	549419	766389	665409
55.0°	122205	250932	432294	1003498	1119524
60.0°	66418	142944	348500	1387306	1317081
65.0°	16461	47365	272855	749458	551766
70.0°	6332	35692	92108	79827	55457
75.0°	1521	9636	5325	2282	1014
80.0°	378	756	0.00	0.00	0.00
85.0°	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

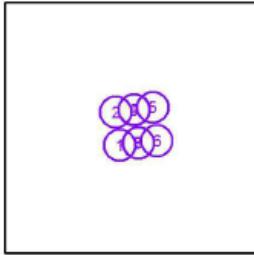
Werte in Candela/m².

A 3 Berechnung der Beleuchtungsstärke

A 3.1 Leuchtenanordnung

Außenszene 1 / Leuchten (Koordinatenliste)

Schmidt-Strahl GmbH 137110 !Blende separat bestellen! PSH-142101-Blende-oL
104075 lm, 2080.0 W, 1 x 1 x HIT 2000 W/N/I 400 V (Korrekturfaktor 1.000).



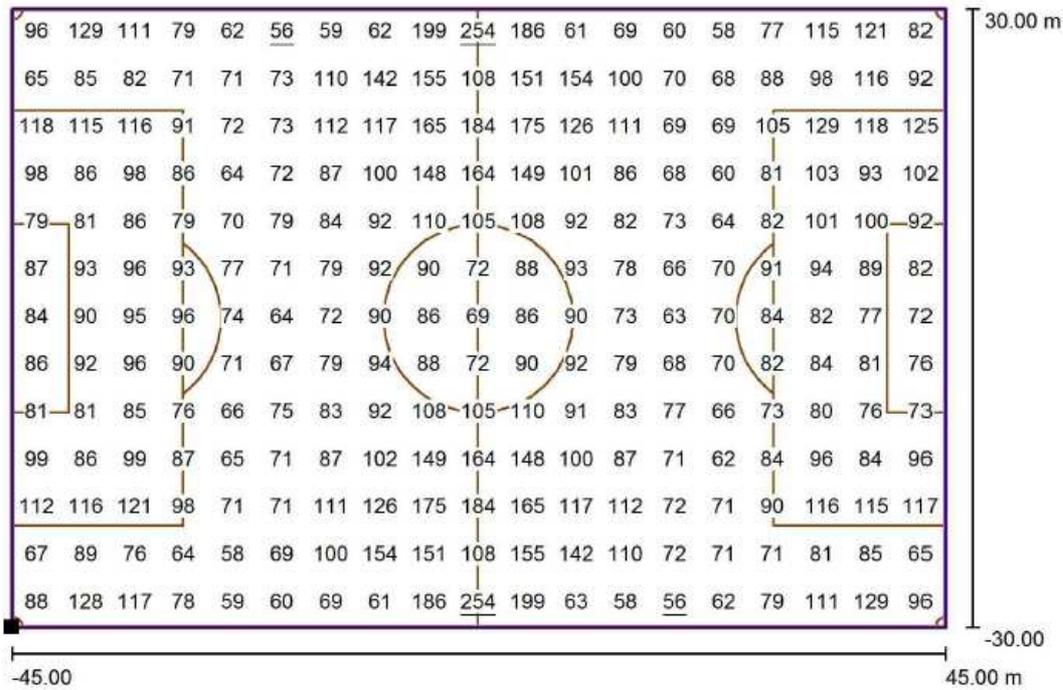
Nr.	Position [m]			Rotation [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	178.795	164.920	16.000	0.0	-5.0	97.0
2	170.673	231.430	16.000	0.0	-5.0	-83.0
3	206.904	235.860	16.000	0.0	-6.0	-108.0
4	207.896	235.980	16.000	0.0	-6.0	-58.0
5	244.127	240.400	16.000	0.0	-2.4	-83.0
6	252.250	173.900	16.000	0.0	-5.0	97.0
7	216.019	169.470	16.000	0.0	-6.0	72.0
8	215.026	169.350	16.000	0.0	-6.0	122.0

Sportplatz Tegelsberg 2 - Flutlichtanlage

Nr.	Mittelpunkt			Drehwinkel um			Zielkoordinaten		
	X[m]	Y[m]	Z[m]	Z[°]	C0[°]	C90[°]	Xa[m]	Ya[m]	Za[m]
Schmidt-Strahl GmbH 137110 PSH-142101 mit Blende und UV-Sperrscheibe									
1	8,00	-3,50	16,00	90,00	0,00	-5,01	8,00	27,24	0,00
2	8,00	63,50	16,00	270,00	0,00	-5,00	8,00	32,76	0,00
3	44,50	63,50	16,00	245,00	0,00	-6,00	30,94	34,42	0,00
4	45,50	63,50	16,00	295,00	0,00	-6,00	59,06	34,42	0,00
5	82,00	63,50	16,00	270,00	0,00	-2,40	82,00	35,90	0,00
6	82,00	-3,50	16,00	90,00	0,00	-5,00	82,00	27,24	0,00
7	45,50	-3,50	16,00	65,00	0,00	-6,00	59,06	25,58	0,00
8	44,50	-3,50	16,00	115,00	0,00	-6,00	30,94	25,58	0,00

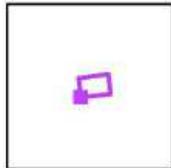
A 3.2 Beleuchtungsstärke Spielfeld

Außenszene 1 / Fußballfeld Berechnungsraster (TA) / Wertegrafik (E, horizontal)



Werte in Lux, Maßstab 1 : 644

Lage der Fläche in der Außenszene:
 Markierter Punkt: (170.450 m,
 167.404 m, 0.000 m)



Raster: 19 x 13 Punkte

E_m [lx]
95

E_{min} [lx]
56

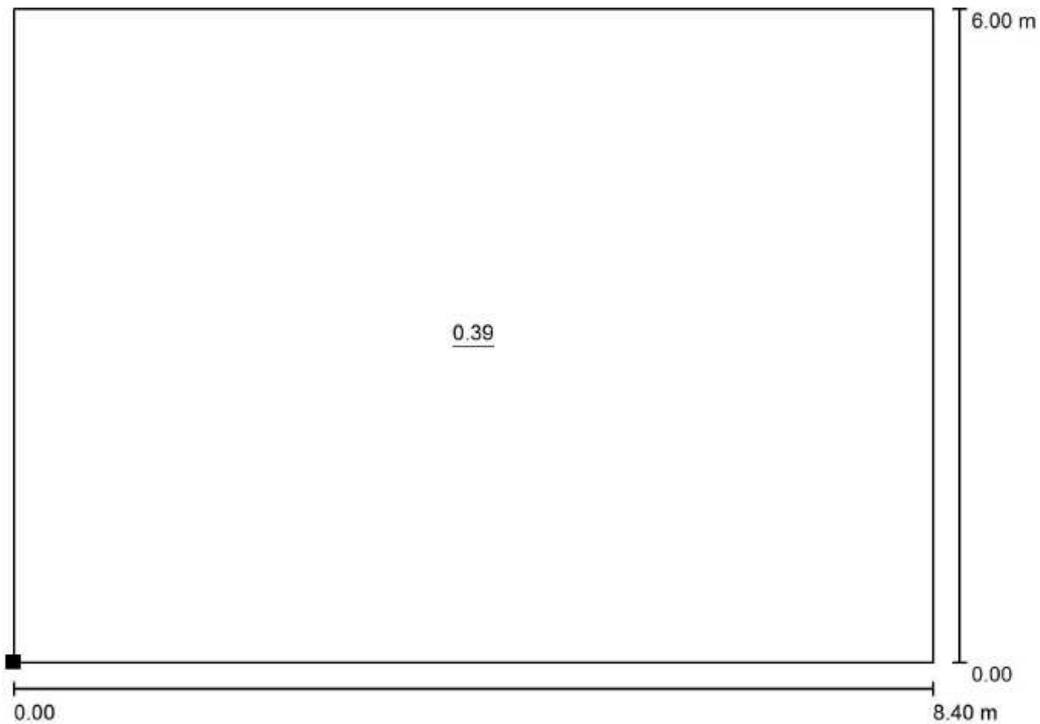
E_{max} [lx]
254

g_1
0.59

g_2
0.22

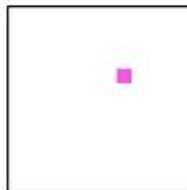
A 3.3 Gebäudefassade Immissionsort IO 1

Außenszene 1 / IO 1 / Wertegrafik (E, senkrecht)



Werte in Lux, Maßstab 1 : 61

Lage der Fläche in der Außenszene:
Markierter Punkt:
(263.158 m, 260.222 m, 0.000 m)

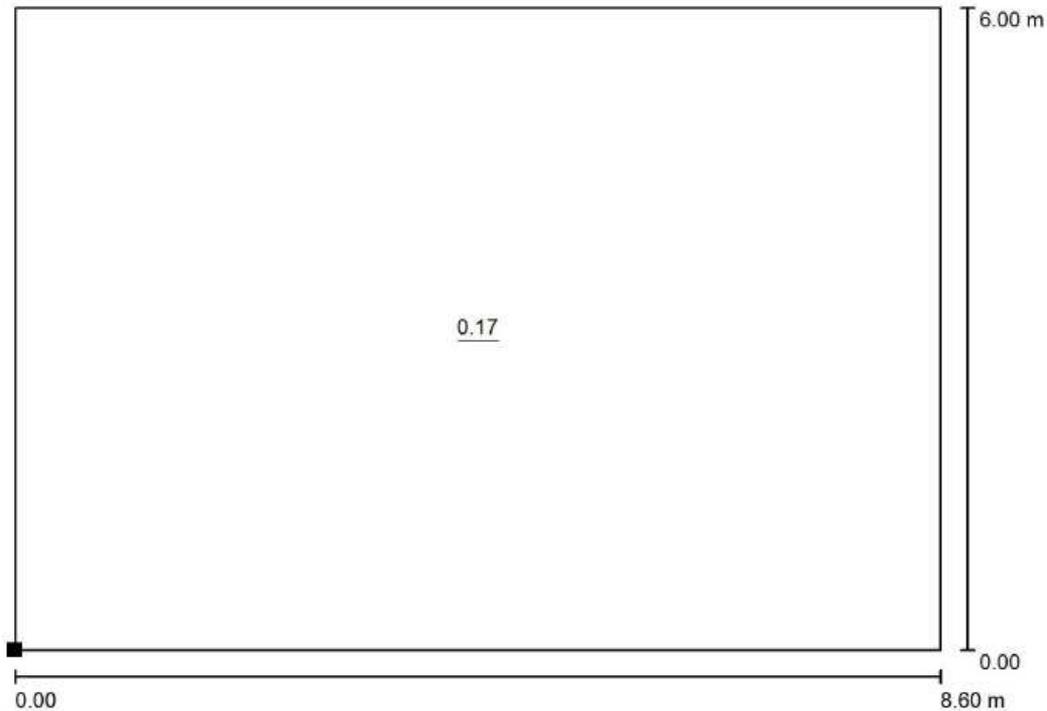


Raster: 1 x 1 Punkte

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	g_1	g_2
0.39	0.39	0.39	1.000	1.000

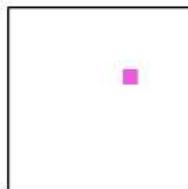
A 3.4 Gebäudefassade Immissionsort IO 2

Außenszene 1 / IO 2 / Wertegrafik (E, senkrecht)



Werte in Lux, Maßstab 1 : 62

Lage der Fläche in der Außenszene:
Markierter Punkt:
(278.199 m, 261.470 m, 0.000 m)

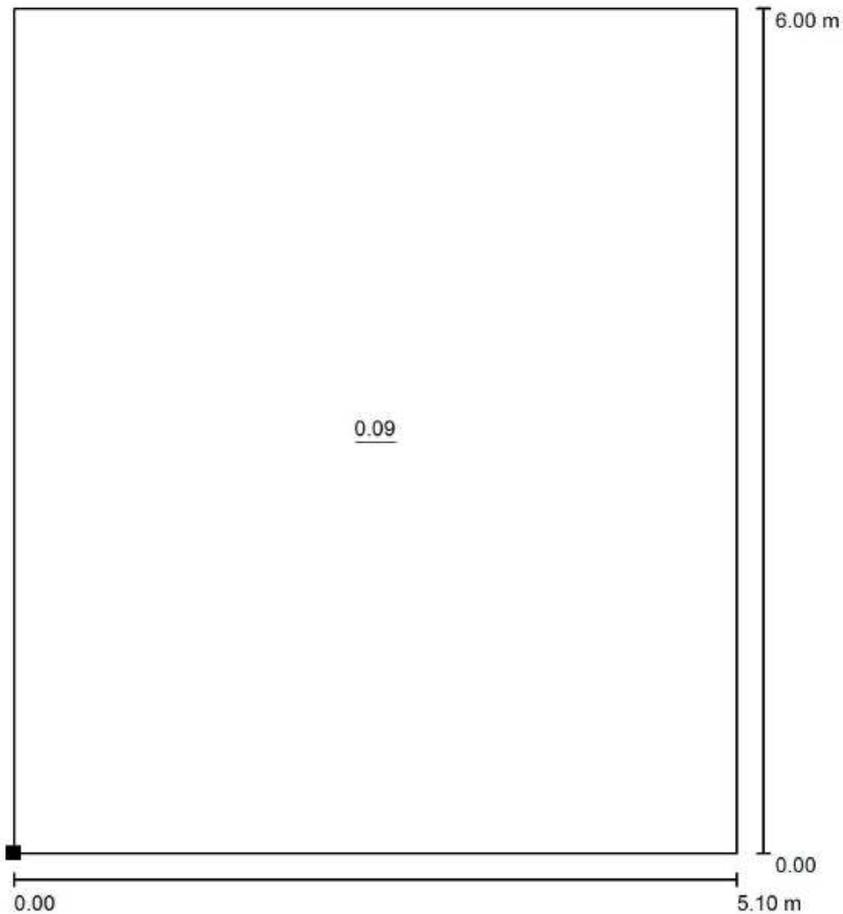


Raster: 1 x 1 Punkte

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	g_1	g_2
0.17	0.17	0.17	1.000	1.000

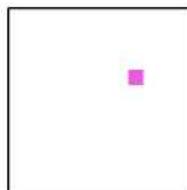
A 3.5 Gebäudefassade Immissionsort IO 3.1

Außenszene 1 / IO 3.1 / Wertegrafik (E, senkrecht)



Werte in Lux, Maßstab 1 : 47

Lage der Fläche in der Außenszene:
Markierter Punkt:
(293.502 m, 265.713 m, 0.000 m)



Raster: 1 x 1 Punkte

E_m [lx]
0.09

E_{min} [lx]
0.09

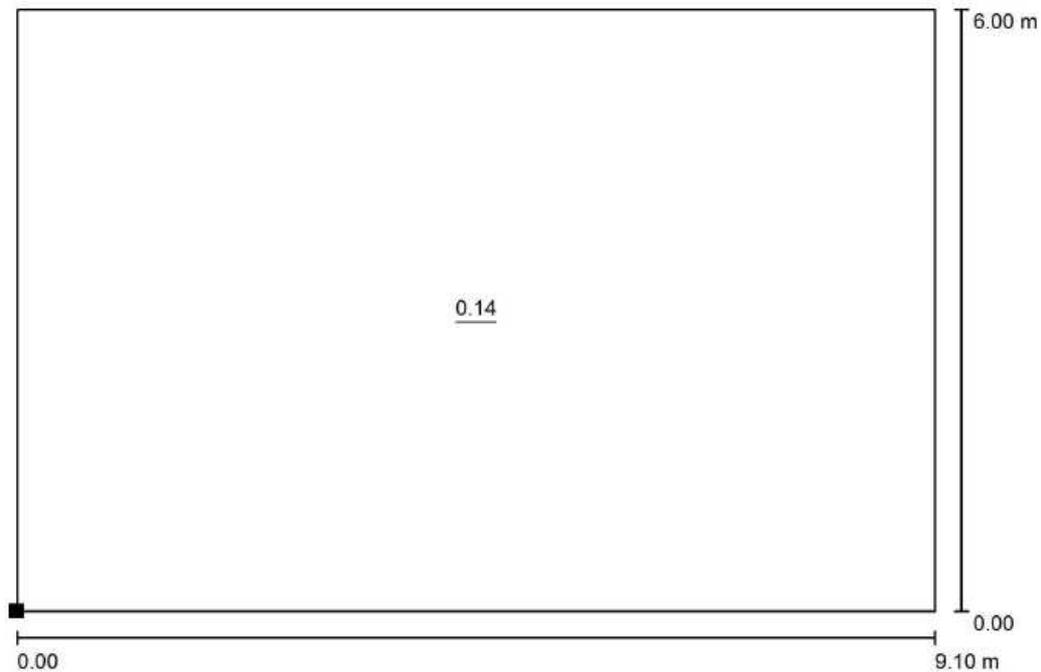
E_{max} [lx]
0.09

g_1
1.000

g_2
1.000

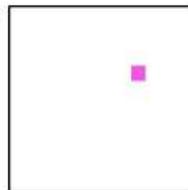
A 3.6 Gebäudefassade Immissionsort IO 3.2

Außenszene 1 / IO 3.2 / Wertegrafik (E, senkrecht)



Werte in Lux, Maßstab 1 : 66

Lage der Fläche in der Außenszene:
Markierter Punkt:
(298.893 m, 267.460 m, 0.000 m)

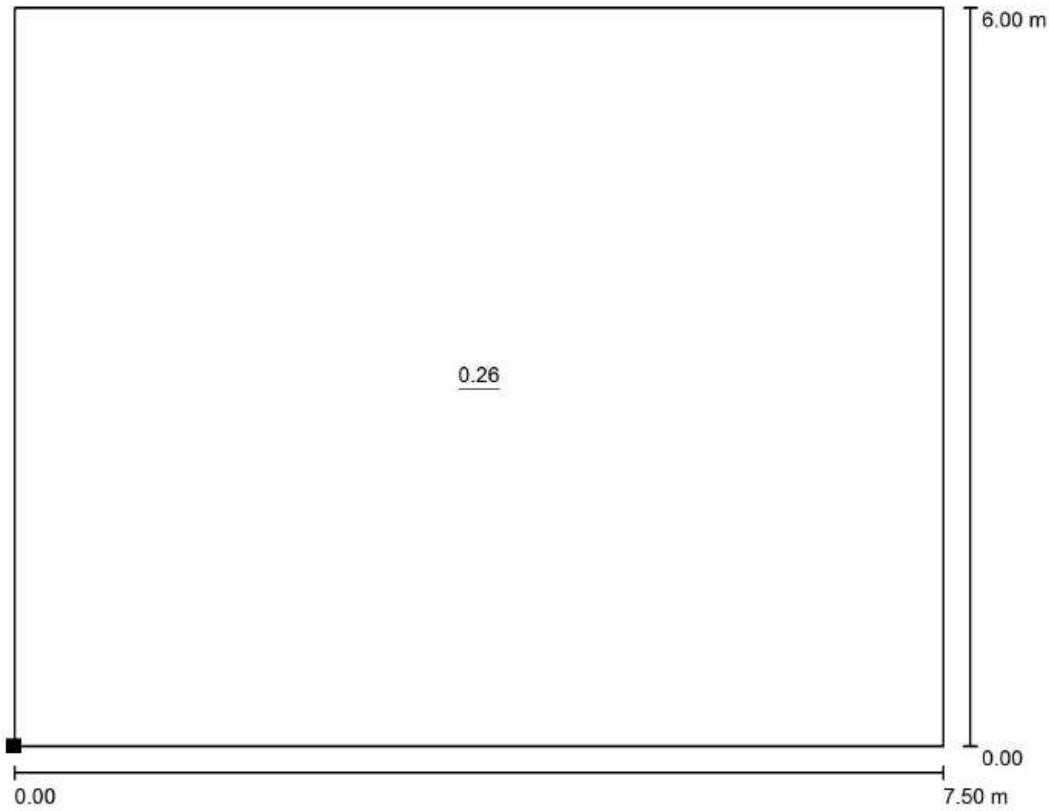


Raster: 1 x 1 Punkte

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	g_1	g_2
0.14	0.14	0.14	1.000	1.000

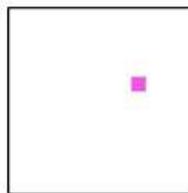
A 3.7 Gebäudefassade Immissionsort IO 4

Außenszene 1 / IO 4 / Wertegrafik (E, senkrecht)



Werte in Lux, Maßstab 1 : 54

Lage der Fläche in der Außenszene:
Markierter Punkt:
(300.481 m, 242.253 m, 0.000 m)



Raster: 1 x 1 Punkte

E_m [lx]
0.26

E_{min} [lx]
0.26

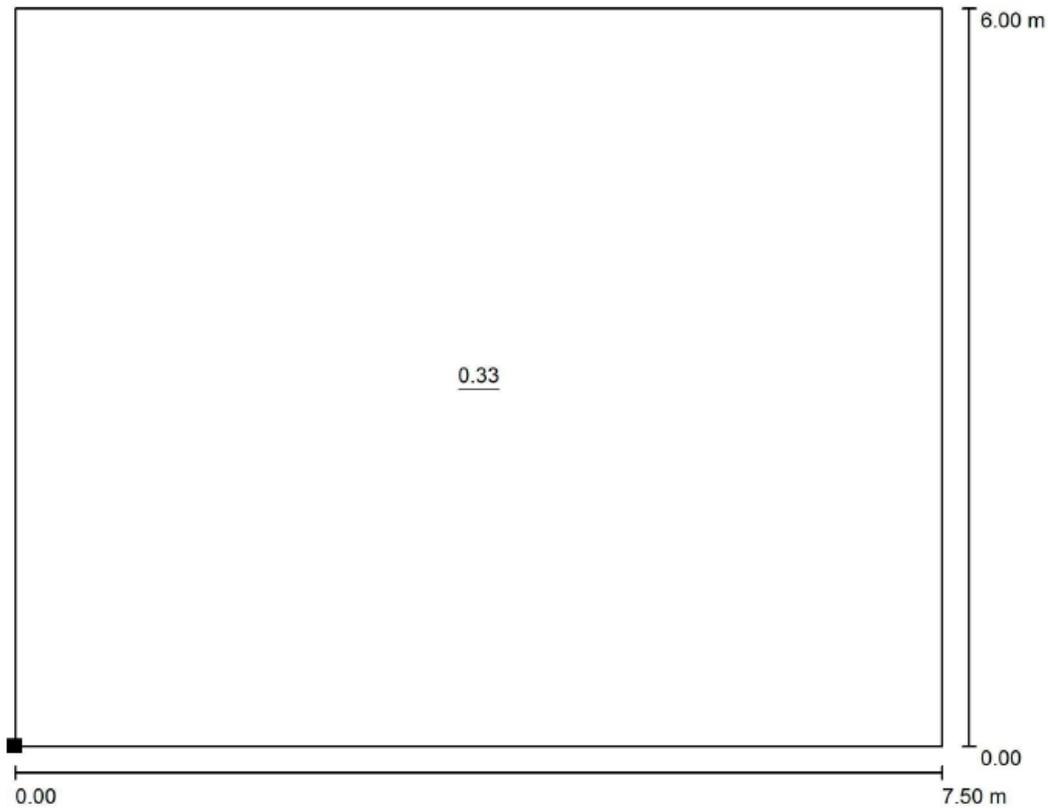
E_{max} [lx]
0.26

g_1
1.000

g_2
1.000

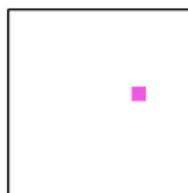
A 3.8 Gebäudefassade Immissionsort IO 5

Außenszene 1 / IO 5 / Wertegrafik (E, senkrecht)



Werte in Lux, Maßstab 1 : 54

Lage der Fläche in der Außenszene:
Markierter Punkt:
(301.251 m, 221.298 m, 0.000 m)

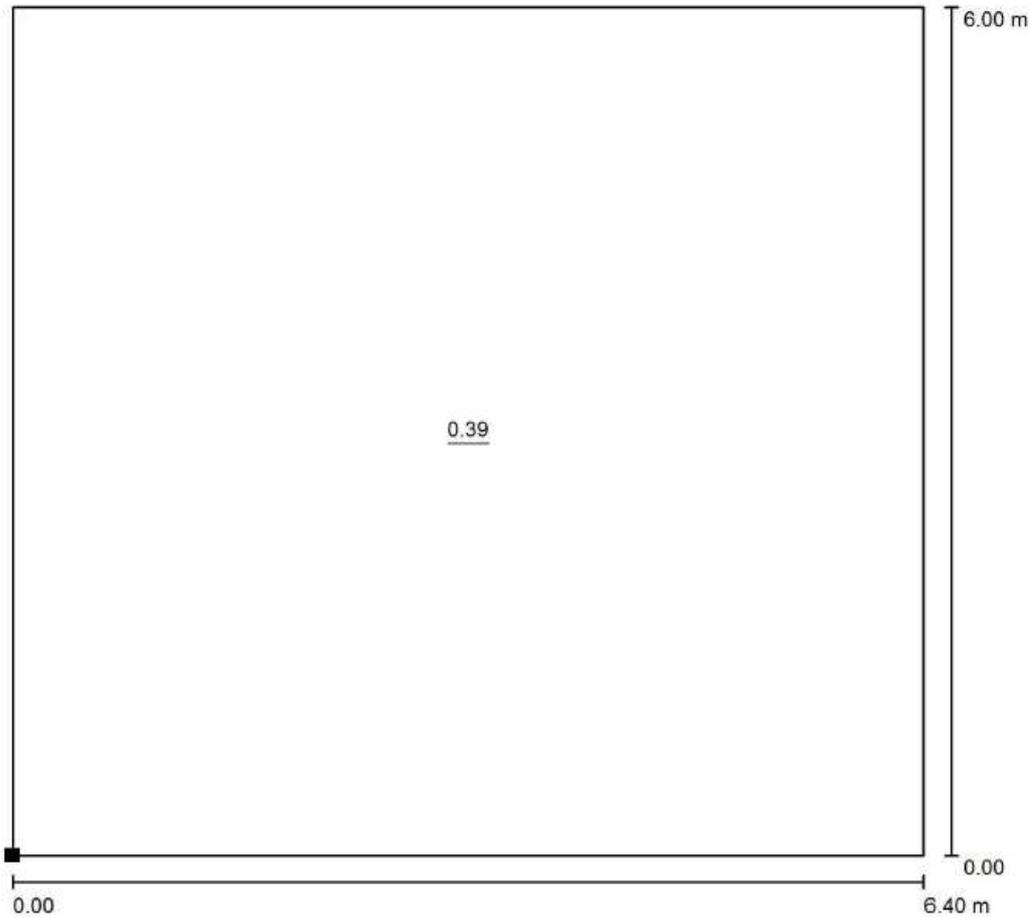


Raster: 1 x 1 Punkte

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	g_1	g_2
0.33	0.33	0.33	1.000	1.000

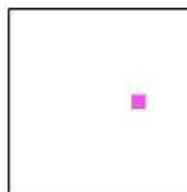
A 3.9 Gebäudefassade Immissionsort IO 6

Außenszene 1 / IO 6 / Wertegrafik (E, senkrecht)



Werte in Lux, Maßstab 1 : 47

Lage der Fläche in der Außenszene:
Markierter Punkt:
(297.929 m, 202.392 m, 0.000 m)



Raster: 1 x 1 Punkte

E_m [lx]
0.39

E_{min} [lx]
0.39

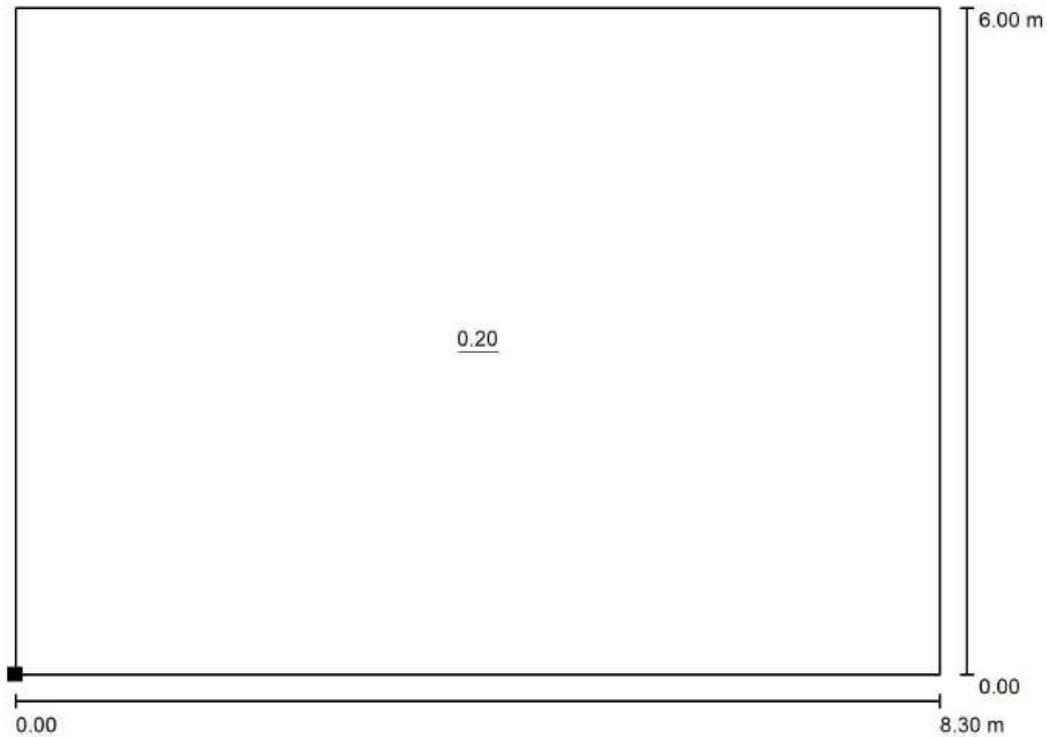
E_{max} [lx]
0.39

g_1
1.000

g_2
1.000

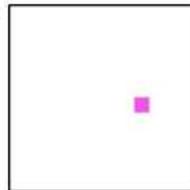
A 3.10 Gebäudefassade Immissionsort IO 7

Außenszene 1 / IO 7 / Wertegrafik (E, senkrecht)



Werte in Lux, Maßstab 1 : 60

Lage der Fläche in der Außenszene:
Markierter Punkt:
(306.265 m, 183.438 m, 0.000 m)



Raster: 1 x 1 Punkte

E_m [lx]
0.20

E_{min} [lx]
0.20

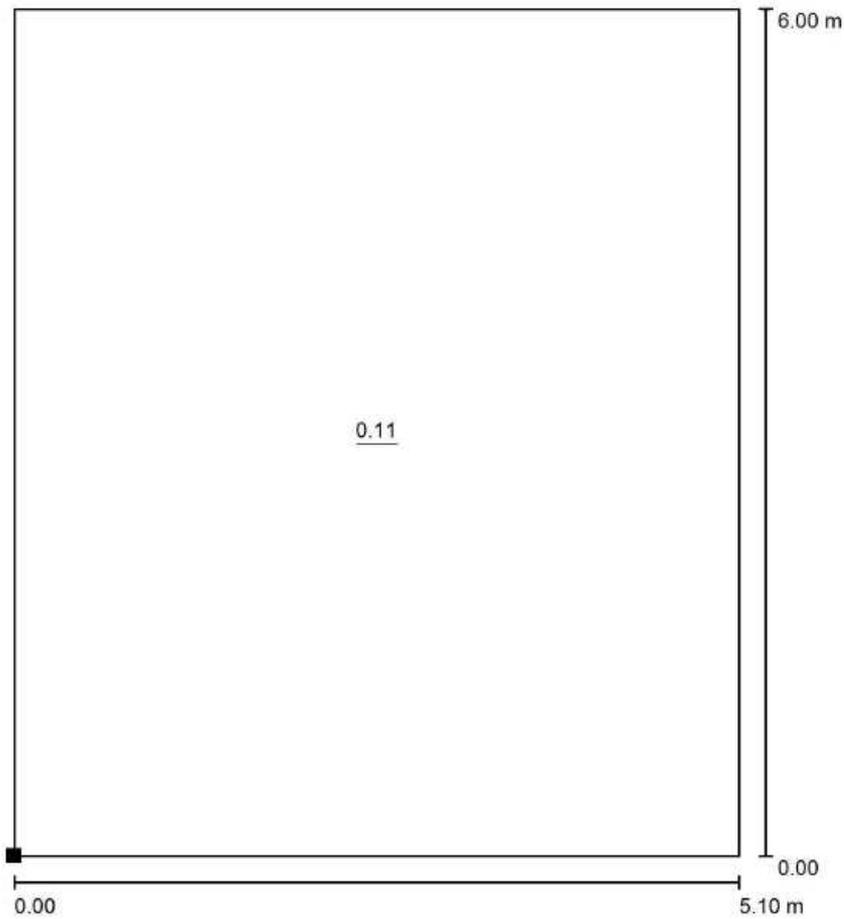
E_{max} [lx]
0.20

g_1
1.000

g_2
1.000

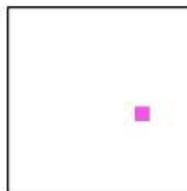
A 3.11 Gebäudefassade Immissionsort IO 8

Außenszene 1 / IO 8 / Wertegrafik (E, senkrecht)



Werte in Lux, Maßstab 1 : 47

Lage der Fläche in der Außenszene:
Markierter Punkt:
(312.052 m, 164.335 m, 0.000 m)



Raster: 1 x 1 Punkte

E_m [lx]
0.11

E_{min} [lx]
0.11

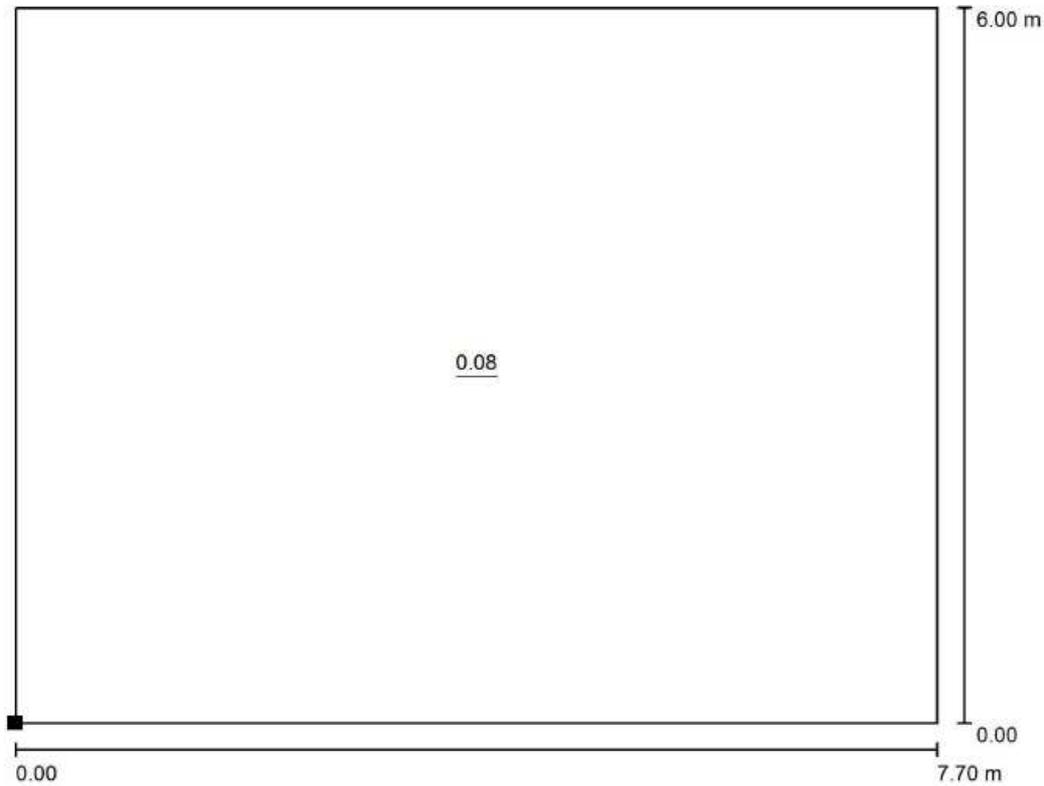
E_{max} [lx]
0.11

g_1
1.000

g_2
1.000

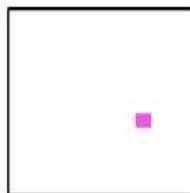
A 3.12 Gebäudefassade Immissionsort IO 9.1

Außenszene 1 / IO 9.1 / Wertegrafik (E, senkrecht)



Werte in Lux, Maßstab 1 : 56

Lage der Fläche in der Außenszene:
Markierter Punkt:
(312.691 m, 149.091 m, 0.000 m)



Raster: 1 x 1 Punkte

E_m [lx]
0.08

E_{min} [lx]
0.08

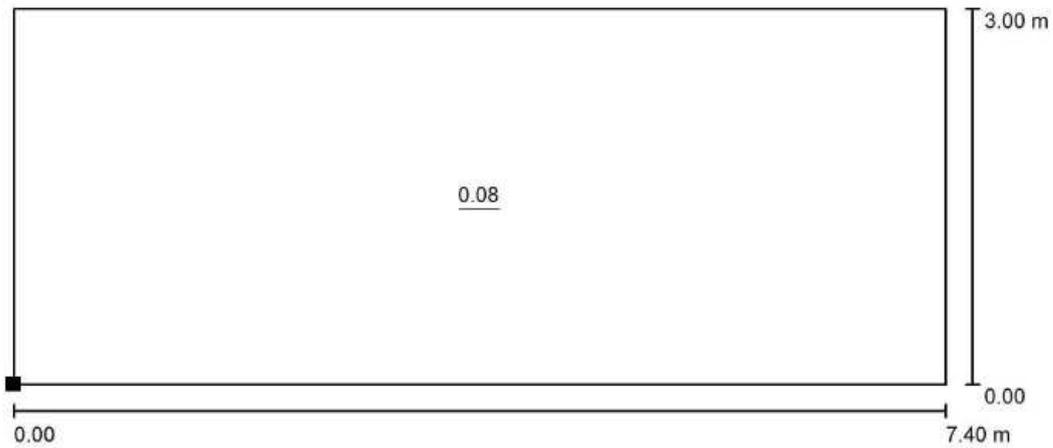
E_{max} [lx]
0.08

g_1
1.000

g_2
1.000

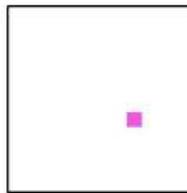
A 3.13 Gebäudefassade Immissionsort IO 9.2

Außenszene 1 / IO 9.2 / Wertegrafik (E, senkrecht)



Werte in Lux, Maßstab 1 : 53

Lage der Fläche in der Außenszene:
Markierter Punkt:
(290.522 m, 141.776 m, 0.000 m)



Raster: 1 x 1 Punkte

E_m [lx]
n n8

E_{min} [lx]
n n8

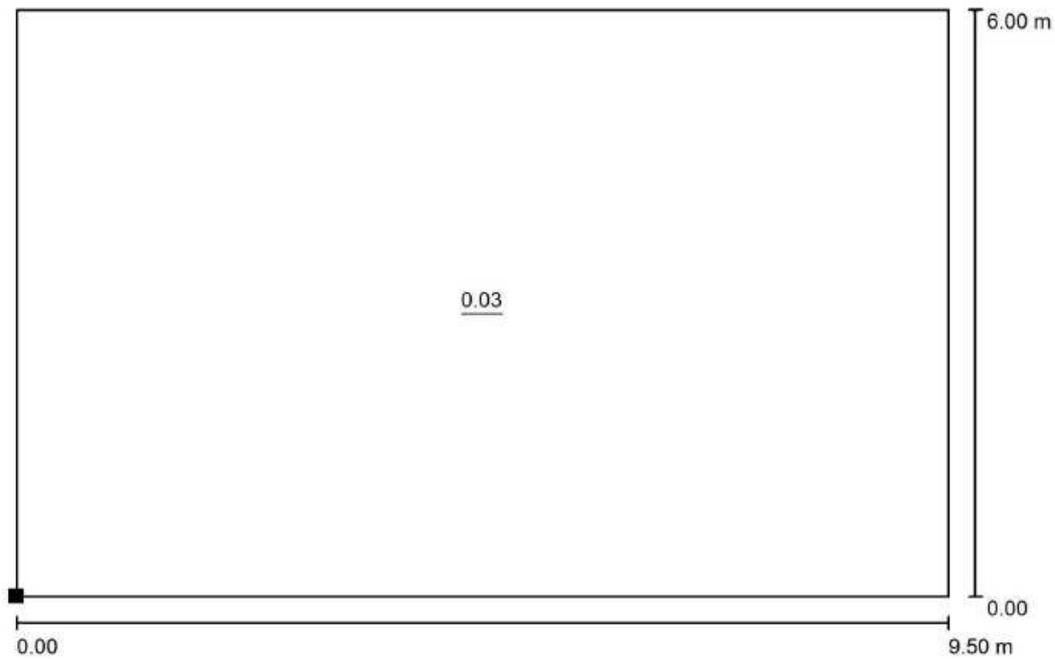
E_{max} [lx]
n n8

g_1
1 nnn

g_2
1 nnn

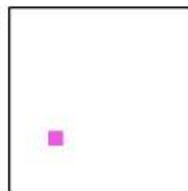
A 3.14 Gebäudefassade Immissionsort IO 10

Außenszene 1 / IO 10 / Wertegrafik (E, senkrecht)



Werte in Lux, Maßstab 1 : 68

Lage der Fläche in der Außenszene:
Markierter Punkt:
(74.335 m, 95.863 m, 0.000 m)

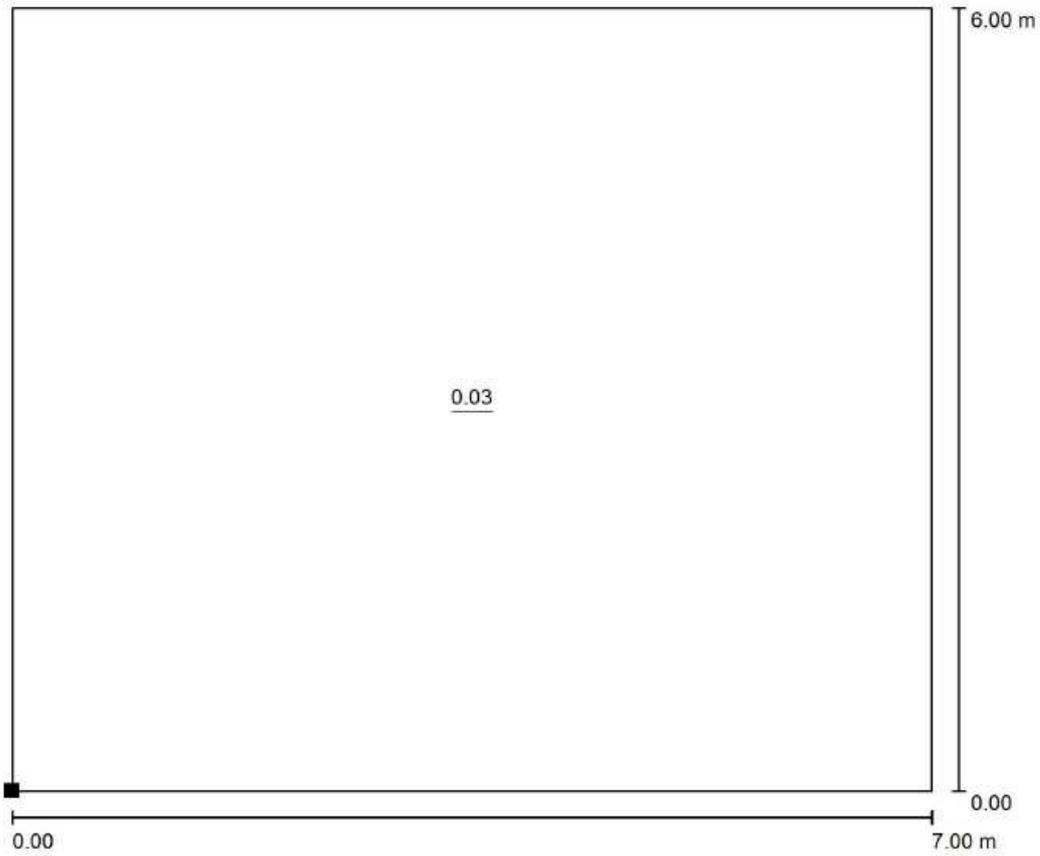


Raster: 1 x 1 Punkte

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	g_1	g_2
0.03	0.03	0.03	1.000	1.000

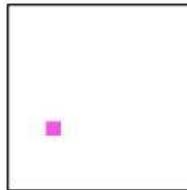
A 3.15 Gebäudefassade Immissionsort IO 11

Außenszene 1 / IO 11 / Wertegrafik (E, senkrecht)



Werte in Lux, Maßstab 1 : 51

Lage der Fläche in der Außenszene:
Markierter Punkt:
(71.184 m, 116.521 m, 0.000 m)



Raster: 1 x 1 Punkte

E_m [lx]
0.03

E_{min} [lx]
0.03

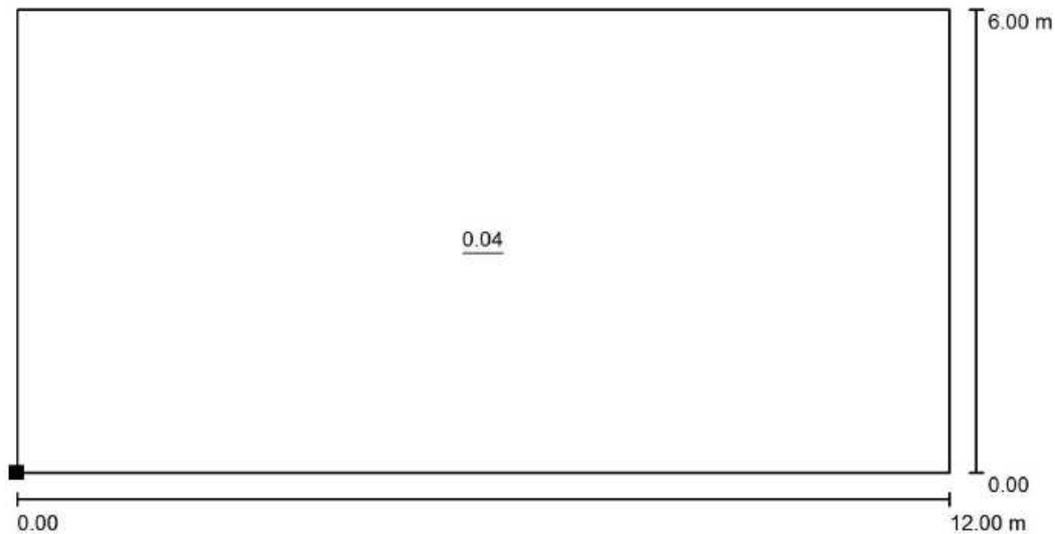
E_{max} [lx]
0.03

g_1
1.000

g_2
1.000

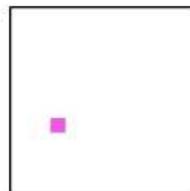
A 3.16 Gebäudefassade Immissionsort IO 12

Außenszene 1 / IO 12 / Wertegrafik (E, senkrecht)



Werte in Lux, Maßstab 1 : 86

Lage der Fläche in der Außenszene:
Markierter Punkt:
(77.138 m, 133.661 m, 0.000 m)



Raster: 1 x 1 Punkte

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	g_1	g_2
0.04	0.04	0.04	1.000	1.000

A 4 Berechnung der Leuchtdichte

A 4.1 Grundlagen

Die Lichtstärke I ist durch das Verhältnis des abgestrahlten Lichtstroms Φ zum beleuchteten Raumwinkel Ω definiert:

$$I = \Phi / \Omega$$

Die Leuchtdichte L_s einer Blendlichtquelle ist durch die Lichtstärke der Quelle und der gesehenen leuchtenden Fläche F_p gegeben:

$$L_s = I / F_p$$

Der Raumwinkel Ω_s der Lichtquelle am Immissionsort kann durch folgende Beziehung berechnet werden:

$$\Omega_s = F_p / R^2 \quad \text{mit} \quad F_p = F_l \cdot \cos \varepsilon$$

Dabei bedeuten:

- F_p : Projektion der lichtabstrahlenden Fläche auf eine Ebene senkrecht zur Verbindungsgeraden Immissionsort-Leuchte („scheinbare Leuchtengröße“)
- F_l : Lichtaustrittsfläche der Leuchte
- R : direkter Abstand zwischen Lichtquelle und Immissionsort
- ε : Winkel zwischen Lot auf die Leuchtenfläche und Verbindungsgerade Immissionsort-Leuchte

Die Berechnung der maximal zulässigen Leuchtdichten \overline{L}_{\max} wurde gemäß Licht-Richtlinie des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) durchgeführt. Dabei wurden für die Umgebungsleuchtdichte alternativ Werte von 0,2 cd/m² und 0,5 cd/m² zugrunde gelegt. Die tatsächlichen Leuchtdichten L_s wurden aus den Datenblättern des Herstellers entnommen bzw. abgeleitet.

Die geometrischen Daten der betrachteten Leuchten sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt, wobei folgende Leuchte zum Einsatz kommt:

- Schmidt Strahl 137110 PSH-142101 mit Lampe HIT 2000 W/N/I 400

Quelle	Einheit	Leuchte 1	Leuchte 2	Leuchte 3	Leuchte 4	Leuchte 5	Leuchte 6	Leuchte 7	Leuchte 8
Position x	m	178,8	170,7	206,9	207,9	244,1	252,2	216,0	215,0
Position y	m	164,9	231,4	235,9	236,0	240,4	173,9	169,5	169,4
Masthöhe H_l (relativ):	m	16	16	16	16	16	16	16	16
Masthöhe H_l (absolut):	m	16	16	16	16	16	16	16	16
Winkel gegen Null (Ost)	°	97,0	-83,0	-108,0	-58,0	-83,0	97,0	72,0	122,0
Neigungswinkel	°	-5,0	-5,0	-6,0	-6,0	-2,4	-5,0	-6,0	-6,0
Lichtaustrittsfläche F_l :	m ²	0,266	0,266	0,266	0,266	0,266	0,266	0,266	0,266

A 4.2 Leuchtdichten

Sp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ze	Immissionsort				Geometriedaten					Leuchtdaten		Leuchtdichte							Quelle L _s
	Nr.	Gebiet	Geschoss	Höhe	horizontaler Abstand s	direkter Abstand R	Winkel ε	Raum- winkel Ω _s	Winkel (horizontal)	Winkel (horizontal)	Winkel (vertikal)	Umgebung L _u	6 – 20 Uhr		20 – 22 Uhr		22 – 6 Uhr		
					[m]	[m]		[sr]	[°]				k	Richt- wert L _{max}	k	Richt- wert L _{max}	k	Richt- wert L _{max}	
					[m]	[m]		[sr]	[°]				[cd/m ²]	[cd/m ²]	[cd/m ²]	[cd/m ²]	[cd/m ²]	[cd/m ²]	
Leuchte Nr. 1																			
1	IO 1	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	130,4	131,1 130,8	80,9° 82,2°	2,5E-06 2,1E-06	49,7°	C45	80,0°	0,20	96	27.411 29.528	64	18.274 19.685	32	9.137 9.843	378
2																			
Leuchte Nr. 2																			
3	IO 1	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	101,0	101,9 101,5	83,3° 84,9°	3,0E-06 2,3E-06	99,8°	C105	85,0°	0,20	96	24.789 28.478	64	16.526 18.985	32	8.263 9.493	0
4																			
Leuchte Nr. 3																			
5	IO 1	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	65,3	66,7 66,1	82,2° 84,8°	8,1E-06 5,5E-06	130,3°	C135	80,0°	0,20	96	15.117 18.259	64	10.078 12.173	32	5.039 6.086	0
6																			
Leuchte Nr. 4																			
7	IO 1	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	64,3	65,7 65,2	77,2° 79,8°	1,4E-05 1,1E-05	80,5°	C75	75,0°	0,20	96	11.652 12.908	64	7.768 8.605	32	3.884 4.303	507
8																			
Leuchte Nr. 5																			
9	IO 1	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	30,8	33,6 32,5	67,7° 72,5°	8,9E-05 7,5E-05	124,1°	C120	70,0°	0,20	96	4.543 4.943	64	3.029 3.296	32	1.514 1.648	192
10																			
Leuchte Nr. 6																			
11	IO 1	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	88,0	89,0 88,6	76,5° 78,4°	7,8E-06 6,8E-06	16,8°	C15	75,0°	0,20	96	15.354 16.480	64	10.236 10.986	32	5.118 5.493	1.014
12																			
Leuchte Nr. 7																			
13	IO 1	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	104,6	105,5 105,1	76,8° 78,4°	5,5E-06 4,8E-06	11,3°	C15	75,0°	0,20	96	18.367 19.524	64	12.244 13.016	32	6.122 6.508	1.014
14																			
Leuchte Nr. 8																			
15	IO 1	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	105,2	106,1 105,7	79,9° 81,5°	4,1E-06 3,5E-06	61,8°	C60	80,0°	0,20	96	21.088 22.901	64	14.058 15.267	32	7.029 7.634	378
16																			
Leuchte Nr. 1																			
17	IO 2	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	141,9	142,6 142,3	81,6° 82,8°	1,9E-06 1,6E-06	53,9°	C60	80,0°	0,20	96	31.143 33.571	64	20.762 22.381	32	10.381 11.190	378
18																			
Leuchte Nr. 2																			
19	IO 2	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	115,9	116,7 116,4	84,1° 85,6°	2,0E-06 1,5E-06	98,3°	C105	85,0°	0,20	96	30.313 34.844	64	20.209 23.229	32	10.104 11.615	0
20																			
Leuchte Nr. 3																			
21	IO 2	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	79,9	81,1 80,6	84,1° 86,2°	4,2E-06 2,7E-06	127,0°	C120	85,0°	0,20	96	20.988 25.926	64	13.992 17.284	32	6.996 8.642	0
22																			
Leuchte Nr. 4																			
23	IO 2	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	79,0	80,1 79,6	79,0° 81,1°	7,9E-06 6,4E-06	77,2°	C75	80,0°	0,20	96	15.292 16.906	64	10.195 11.271	32	5.097 5.635	0
24																			
Leuchte Nr. 5																			
25	IO 2	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	44,0	46,0 45,2	73,8° 77,5°	3,5E-05 2,8E-05	112,3°	C105	75,0°	0,20	96	7.264 8.089	64	4.843 5.392	32	2.421 2.696	0
26																			
Leuchte Nr. 6																			
27	IO 2	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	93,0	94,0 93,6	77,3° 79,1°	6,6E-06 5,7E-06	25,9°	C30	75,0°	0,20	96	16.674 17.912	64	11.116 11.942	32	5.558 5.971	3.297
28																			
Leuchte Nr. 7																			
29	IO 2	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	113,8	114,6 114,3	77,5° 79,0°	4,4E-06 3,9E-06	17,7°	C15	80,0°	0,20	96	20.550 21.822	64	13.700 14.548	32	6.850 7.274	0
30																			
Leuchte Nr. 8																			
31	IO 2	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	114,5	115,3 115,0	81,1° 82,5°	3,1E-06 2,6E-06	68,1°	C75	80,0°	0,20	96	24.383 26.602	64	16.255 17.735	32	8.128 8.867	0
32																			
Leuchte Nr. 1																			
33	IO 3.1	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	154,2	154,8 154,5	82,2° 83,3°	1,5E-06 1,3E-06	56,5°	C60	80,0°	0,20	96	35.103 37.836	64	23.402 25.224	32	11.701 12.612	378
34																			
Leuchte Nr. 2																			
35	IO 3.1	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	129,8	130,5 130,2	84,8° 86,1°	1,4E-06 1,1E-06	98,0°	C105	85,0°	0,20	96	36.057 41.556	64	24.038 27.704	32	12.019 13.852	0
36																			
Leuchte Nr. 3																			
37	IO 3.1	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	93,8	94,8 94,4	85,4° 87,2°	2,4E-06 1,5E-06	126,2°	C120	85,0°	0,20	96	27.801 35.396	64	18.534 23.597	32	9.267 11.799	0
38																			
Leuchte Nr. 4																			
39	IO 3.1	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	92,8	93,8 93,4	80,3° 82,2°	5,1E-06 4,2E-06	76,3°	C75	80,0°	0,20	96	19.083 21.070	64	12.722 14.047	32	6.361 7.023	0
40																			
Leuchte Nr. 5																			
41	IO 3.1	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	57,5	59,0 58,4	77,5° 80,4°	1,6E-05 1,3E-05	108,4°	C105	80,0°	0,20	96	10.590 11.924	64	7.060 7.949	32	3.530 3.975	0
42																			
Leuchte Nr. 6																			
43	IO 3.1	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	101,1	102,0 101,7	78,2° 79,9°	5,2E-06 4,5E-06	32,6°	C30	80,0°	0,20	96	18.792 20.196	64	12.528 13.464	32	6.264 6.732	0
44																			
Leuchte Nr. 7																			
45	IO 3.1	WR	EG 1.OG	2,5 5,5	124,6	125,4 125,1	78,3° 79,6°	3,4E-06 3,1E-06	21,9°	C15	80,0°	0,20	96	23.159 24.561	64	15.440 16.374	32	7.720 8.187	0
46																			

Sp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ze	Immissionsort				Geometriedaten					Leuchtdaten			Leuchtdichte						
	Nr.	Gebiet	Geschoß	Höhe	horizontaler Abstand s	direkter Abstand R	Winkel ε	Raum- winkel Ω _s	Winkel (horizontal)	Winkel (horizontal)	Winkel (vertikal)	Umgebung Lu	6 – 20 Uhr		20 – 22 Uhr		22 – 6 Uhr		Quelle L _s
					[m]	[m]	[sr]	[°]	[°]	[°]	k		Richt- wert L _{max}	k	Richt- wert L _{max}	k	Richt- wert L _{max}	[cd/m ²]	
Leuchte Nr. 8																			
47	IO 3.1	WR	EG	2,5	125,4	126,1	82,1°	2,3E-06	72,2°	C75	80,0°	0,20	96	28.263	64	18.842	32	9.421	0
48	IO 3.1	WR	EG	5,5	125,8	125,8	83,4°	1,9E-06	72,2°	C75	85,0°	0,20	96	30.939	64	20.626	32	10.313	0
Leuchte Nr. 1																			
49	IO 3.2	WR	EG	2,5	155,5	156,1	82,4°	1,4E-06	57,9°	C60	80,0°	0,20	96	35.739	64	23.826	32	11.913	378
50	IO 3.2	WR	EG	5,5	155,8	155,8	83,5°	1,2E-06	57,9°	C60	85,0°	0,20	96	38.556	64	25.704	32	12.852	0
Leuchte Nr. 2																			
51	IO 3.2	WR	EG	2,5	132,6	133,3	84,8°	1,4E-06	96,8°	C90	85,0°	0,20	96	36.894	64	24.596	32	12.298	0
52	IO 3.2	WR	EG	5,5	133,0	133,0	86,1°	1,0E-06	96,8°	C90	85,0°	0,20	96	42.397	64	28.265	32	14.132	0
Leuchte Nr. 3																			
53	IO 3.2	WR	EG	2,5	96,5	97,4	85,4°	2,2E-06	124,3°	C120	85,0°	0,20	96	28.800	64	19.200	32	9.600	0
54	IO 3.2	WR	EG	5,5	97,0	97,0	87,2°	1,4E-06	124,3°	C120	85,0°	0,20	96	36.533	64	24.355	32	12.178	0
Leuchte Nr. 4																			
55	IO 3.2	WR	EG	2,5	95,5	96,4	80,4°	4,8E-06	74,4°	C75	80,0°	0,20	96	19.664	64	13.110	32	6.555	0
56	IO 3.2	WR	EG	5,5	96,1	96,1	82,2°	3,9E-06	74,4°	C75	80,0°	0,20	96	21.660	64	14.440	32	7.220	0
Leuchte Nr. 5																			
57	IO 3.2	WR	EG	2,5	59,8	61,3	77,9°	1,5E-05	105,2°	C105	80,0°	0,20	96	11.160	64	7.440	32	3.720	0
58	IO 3.2	WR	EG	5,5	60,7	60,7	80,7°	1,2E-05	105,2°	C105	80,0°	0,20	96	12.564	64	8.376	32	4.188	0
Leuchte Nr. 6																			
59	IO 3.2	WR	EG	2,5	100,8	101,7	78,3°	5,2E-06	34,9°	C30	80,0°	0,20	96	18.805	64	12.537	32	6.268	0
60	IO 3.2	WR	EG	5,5	101,4	101,4	80,0°	4,5E-06	34,9°	C30	80,0°	0,20	96	20.228	64	13.485	32	6.743	0
Leuchte Nr. 7																			
61	IO 3.2	WR	EG	2,5	125,3	126,1	78,4°	3,4E-06	23,7°	C30	80,0°	0,20	96	23.391	64	15.594	32	7.797	0
62	IO 3.2	WR	EG	5,5	125,8	125,8	79,7°	3,0E-06	23,7°	C30	80,0°	0,20	96	24.813	64	16.542	32	8.271	0
Leuchte Nr. 8																			
63	IO 3.2	WR	EG	2,5	126,1	126,8	82,3°	2,2E-06	74,0°	C75	80,0°	0,20	96	28.811	64	19.207	32	9.604	0
64	IO 3.2	WR	EG	5,5	126,5	126,5	83,6°	1,8E-06	74,0°	C75	85,0°	0,20	96	31.613	64	21.075	32	10.538	0
Leuchte Nr. 1																			
65	IO 4	WR	EG	2,5	142,6	143,3	82,6°	1,7E-06	65,9°	C60	85,0°	0,20	96	33.191	64	22.127	32	11.064	0
66	IO 4	WR	EG	5,5	143,0	143,0	83,8°	1,4E-06	65,9°	C60	85,0°	0,20	96	36.146	64	24.097	32	12.049	0
Leuchte Nr. 2																			
67	IO 4	WR	EG	2,5	130,5	131,2	83,8°	1,7E-06	86,2°	C90	85,0°	0,20	96	33.211	64	22.140	32	11.070	0
68	IO 4	WR	EG	5,5	130,9	130,9	85,1°	1,3E-06	86,2°	C90	85,0°	0,20	96	37.255	64	24.836	32	12.418	0
Leuchte Nr. 3																			
69	IO 4	WR	EG	2,5	94,1	95,1	83,9°	3,1E-06	109,7°	C105	85,0°	0,20	96	24.283	64	16.189	32	8.094	0
70	IO 4	WR	EG	5,5	94,7	94,7	85,7°	2,2E-06	109,7°	C105	85,0°	0,20	96	28.746	64	19.164	32	9.582	0
Leuchte Nr. 4																			
71	IO 4	WR	EG	2,5	93,1	94,1	78,8°	5,8E-06	59,6°	C60	80,0°	0,20	96	17.751	64	11.834	32	5.917	378
72	IO 4	WR	EG	5,5	93,7	93,7	80,6°	5,0E-06	59,6°	C60	80,0°	0,20	96	19.280	64	12.853	32	6.427	378
Leuchte Nr. 5																			
73	IO 4	WR	EG	2,5	56,9	58,5	76,3°	1,8E-05	81,2°	C75	75,0°	0,20	96	10.004	64	6.669	32	3.335	507
74	IO 4	WR	EG	5,5	57,8	57,8	79,2°	1,5E-05	81,2°	C75	80,0°	0,20	96	11.122	64	7.415	32	3.707	0
Leuchte Nr. 6																			
75	IO 4	WR	EG	2,5	80,9	82,1	77,0°	8,9E-06	44,0°	C45	75,0°	0,20	96	14.390	64	9.593	32	4.797	9.129
76	IO 4	WR	EG	5,5	81,6	81,6	79,0°	7,6E-06	44,0°	C45	80,0°	0,20	96	15.587	64	10.391	32	5.196	378
Leuchte Nr. 7																			
77	IO 4	WR	EG	2,5	109,5	110,3	77,9°	4,6E-06	32,9°	C30	80,0°	0,20	96	20.114	64	13.409	32	6.705	0
78	IO 4	WR	EG	5,5	110,0	110,0	79,5°	4,0E-06	32,9°	C30	80,0°	0,20	96	21.463	64	14.308	32	7.154	0
Leuchte Nr. 8																			
79	IO 4	WR	EG	2,5	110,3	111,2	82,3°	2,9E-06	83,1°	C90	80,0°	0,20	96	25.377	64	16.918	32	8.459	0
80	IO 4	WR	EG	5,5	110,8	110,8	83,9°	2,3E-06	83,1°	C90	85,0°	0,20	96	28.275	64	18.850	32	9.425	0
Leuchte Nr. 1																			
81	IO 5	WR	EG	2,5	133,7	134,4	82,9°	1,8E-06	73,8°	C75	85,0°	0,20	96	31.768	64	21.179	32	10.589	0
82	IO 5	WR	EG	5,5	134,2	134,2	84,1°	1,5E-06	73,8°	C75	85,0°	0,20	96	34.952	64	23.302	32	11.651	0
Leuchte Nr. 2																			
83	IO 5	WR	EG	2,5	131,8	132,5	83,0°	1,8E-06	77,0°	C75	85,0°	0,20	96	31.733	64	21.155	32	10.578	0
84	IO 5	WR	EG	5,5	132,2	132,2	84,3°	1,5E-06	77,0°	C75	85,0°	0,20	96	35.072	64	23.382	32	11.691	0
Leuchte Nr. 3																			
85	IO 5	WR	EG	2,5	96,6	97,5	82,8°	3,5E-06	82,9°	C90	85,0°	0,20	96	22.998	64	15.332	32	7.666	0
86	IO 5	WR	EG	5,5	97,2	97,2	84,6°	2,7E-06	82,9°	C90	85,0°	0,20	96	26.319	64	17.546	32	8.773	0
Leuchte Nr. 4																			
87	IO 5	WR	EG	2,5	95,6	96,6	77,9°	6,0E-06	46,9°	C45	80,0°	0,20	96	17.574	64	11.716	32	5.858	378
88	IO 5	WR	EG	5,5	96,2	96,2	79,7°	5,1E-06	46,9°	C45	80,0°	0,20	96	18.922	64	12.615	32	6.307	378
Leuchte Nr. 5																			
89	IO 5	WR	EG	2,5	62,0	63,4	76,6°	1,5E-05	61,4°	C60	75,0°	0,20	96	10.966	64	7.310	32	3.655	2.069
90	IO 5	WR	EG	5,5	62,9	62,9	79,2°	1,3E-05	61,4°	C60	80,0°	0,20	96	12.122	64	8.081	32	4.041	378
Leuchte Nr. 6																			
91	IO 5	WR	EG	2,5	66,0	67,4	75,6°	1,5E-05	55,5°	C60	75,0°	0,20	96	11.275	64	7.516	32	3.758	2.069
92	IO 5	WR	EG	5,5	66,8	66,8	78,2°	1,2E-05	55,5°	C60	80,0°	0,20	96	12.294	64	8.196	32	4.098	378
Leuchte Nr. 7																			
93	IO 5	WR	EG	2,5	98,3	99,2	77,8°	5,7E-06	42,7°	C45	80,0°	0,20	96	17.979	64	11.986	32	5.993	378
94	IO 5	WR	EG	5,5	98,9	98,9	79,5°	4,9E-06	42,7°	C45	80,0°	0,20	96	19.306	64	12.871	32	6.435	378

Sp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ze	Immissionsort				Geometriedaten					Leuchtendaten		Leuchtdichte							
	Nr.	Gebiet	Geschoss	Höhe	horizontaler Abstand	direkter Abstand R	Winkel ϵ	Raumwinkel Ω_s	Winkel (horizontal)	Winkel (horizontal)	Winkel (vertikal)	Umgebung L_u	6 – 20 Uhr		20 – 22 Uhr		22 – 6 Uhr		Quelle L_s
					[m]	[m]	[sr]	[°]	[°]	[cd/m²]	k		Richtwert L_{max}	k	Richtwert L_{max}	k	Richtwert L_{max}	[cd/m²]	
Leuchte Nr. 8																			
95	IO 5	WR	EG	2,5	99,2	100,1	82,6°	3,4E-06	87,1°	C90	85,0°	0,20	96	23.242	64	15.495	32	7.747	0
96			1.OG	5,5		99,8	84,3°	2,7E-06	87,1°	C90	85,0°	0,20	96	26.364	64	17.576	32	8.788	0
Leuchte Nr. 1																			
97	IO 6	WR	EG	2,5	124,1	124,8	83,2°	2,0E-06	82,7°	C90	85,0°	0,20	96	30.173	64	20.115	32	10.058	0
98			1.OG	5,5		124,5	84,5°	1,6E-06	82,7°	C90	85,0°	0,20	96	33.652	64	22.434	32	11.217	0
Leuchte Nr. 2																			
99	IO 6	WR	EG	2,5	133,3	134,0	82,3°	2,0E-06	67,4°	C60	80,0°	0,20	96	30.532	64	20.354	32	10.177	378
100			1.OG	5,5		133,7	83,6°	1,7E-06	67,4°	C60	85,0°	0,20	96	33.347	64	22.232	32	11.116	0
Leuchte Nr. 3																			
101	IO 6	WR	EG	2,5	100,6	101,5	81,8°	3,7E-06	84,4°	C90	80,0°	0,20	96	22.410	64	14.940	32	7.470	0
102			1.OG	5,5		101,2	83,5°	2,9E-06	84,4°	C90	85,0°	0,20	96	25.023	64	16.682	32	8.341	0
Leuchte Nr. 4																			
103	IO 6	WR	EG	2,5	99,7	100,7	77,3°	5,7E-06	34,1°	C30	75,0°	0,20	96	17.915	64	11.944	32	5.972	3.297
104			1.OG	5,5		100,3	79,0°	5,0E-06	34,1°	C30	80,0°	0,20	96	19.163	64	12.775	32	6.388	0
Leuchte Nr. 5																			
105	IO 6	WR	EG	2,5	71,0	72,2	77,5°	1,1E-05	43,7°	C45	80,0°	0,20	96	12.937	64	8.625	32	4.312	378
106			1.OG	5,5		71,7	79,9°	9,1E-06	43,7°	C45	80,0°	0,20	96	14.241	64	9.494	32	4.747	378
Leuchte Nr. 6																			
107	IO 6	WR	EG	2,5	51,5	53,3	73,8°	2,6E-05	72,2°	C75	75,0°	0,20	96	8.414	64	5.609	32	2.805	507
108			1.OG	5,5		52,6	77,0°	2,2E-05	72,2°	C75	75,0°	0,20	96	9.237	64	6.158	32	3.079	507
Leuchte Nr. 7																			
109	IO 6	WR	EG	2,5	87,0	88,0	77,7°	7,3E-06	54,6°	C60	80,0°	0,20	96	15.919	64	10.613	32	5.306	378
110			1.OG	5,5		87,6	79,7°	6,2E-06	54,6°	C60	80,0°	0,20	96	17.244	64	11.496	32	5.748	378
Leuchte Nr. 8																			
111	IO 6	WR	EG	2,5	88,0	89,0	82,8°	4,2E-06	104,7°	C105	85,0°	0,20	96	21.008	64	14.006	32	7.003	0
112			1.OG	5,5		88,6	84,7°	3,1E-06	104,7°	C105	85,0°	0,20	96	24.403	64	16.269	32	8.134	0
Leuchte Nr. 1																			
113	IO 6.2	WR	EG	2,5	114,8	115,6	82,4°	2,6E-06	79,6°	C75	80,0°	0,20	96	26.517	64	17.678	32	8.839	0
114			1.OG	5,5		115,3	83,9°	2,1E-06	79,6°	C75	85,0°	0,20	96	29.451	64	19.634	32	9.817	0
Leuchte Nr. 2																			
115	IO 6.2	WR	EG	2,5	122,0	122,8	81,8°	2,5E-06	67,7°	C75	80,0°	0,20	96	27.114	64	18.076	32	9.038	0
116			1.OG	5,5		122,5	83,2°	2,1E-06	67,7°	C75	85,0°	0,20	96	29.672	64	19.781	32	9.891	0
Leuchte Nr. 3																			
117	IO 6.2	WR	EG	2,5	89,3	90,4	80,8°	5,2E-06	83,8°	C90	80,0°	0,20	96	18.838	64	12.558	32	6.279	0
118			1.OG	5,5		90,0	82,7°	4,2E-06	83,8°	C90	85,0°	0,20	96	21.011	64	14.007	32	7.004	0
Leuchte Nr. 4																			
119	IO 6.2	WR	EG	2,5	88,5	89,5	76,3°	7,8E-06	33,5°	C30	75,0°	0,20	96	15.347	64	10.231	32	5.116	3.297
120			1.OG	5,5		89,1	78,2°	6,8E-06	33,5°	C30	80,0°	0,20	96	16.448	64	10.966	32	5.483	0
Leuchte Nr. 5																			
121	IO 6.2	WR	EG	2,5	60,5	61,9	75,6°	1,7E-05	40,1°	C45	75,0°	0,20	96	10.342	64	6.895	32	3.447	9.129
122			1.OG	5,5		61,4	78,3°	1,4E-05	40,1°	C45	80,0°	0,20	96	11.360	64	7.573	32	3.787	378
Leuchte Nr. 6																			
123	IO 6.2	WR	EG	2,5	44,1	46,1	70,7°	4,1E-05	61,9°	C60	70,0°	0,20	96	6.687	64	4.458	32	2.229	8.635
124			1.OG	5,5		45,4	74,3°	3,5E-05	61,9°	C60	75,0°	0,20	96	7.267	64	4.845	32	2.422	2.069
Leuchte Nr. 7																			
125	IO 6.2	WR	EG	2,5	78,2	79,4	76,4°	9,9E-06	49,6°	C45	75,0°	0,20	96	13.624	64	9.083	32	4.541	9.129
126			1.OG	5,5		78,9	78,5°	8,5E-06	49,6°	C45	80,0°	0,20	96	14.732	64	9.821	32	4.911	378
Leuchte Nr. 8																			
127	IO 6.2	WR	EG	2,5	79,2	80,4	81,4°	6,2E-06	80,2°	C75	80,0°	0,20	96	17.312	64	11.541	32	5.771	0
128			1.OG	5,5		79,9	83,5°	4,7E-06	80,2°	C75	85,0°	0,20	96	19.800	64	13.200	32	6.600	0
Leuchte Nr. 1																			
129	IO 7	WR	EG	2,5	129,0	129,7	84,1°	1,6E-06	90,5°	C90	85,0°	0,20	96	33.682	64	22.455	32	11.227	0
130			1.OG	5,5		129,4	85,4°	1,3E-06	90,5°	C90	85,0°	0,20	96	38.113	64	25.408	32	12.704	0
Leuchte Nr. 2																			
131	IO 7	WR	EG	2,5	145,9	146,5	82,4°	1,6E-06	62,1°	C60	80,0°	0,20	96	33.551	64	22.368	32	11.184	378
132			1.OG	5,5		146,3	83,6°	1,4E-06	62,1°	C60	85,0°	0,20	96	36.387	64	24.258	32	12.129	0
Leuchte Nr. 3																			
133	IO 7	WR	EG	2,5	114,9	115,7	82,1°	2,7E-06	78,6°	C75	80,0°	0,20	96	26.081	64	17.388	32	8.694	0
134			1.OG	5,5		115,4	83,6°	2,2E-06	78,6°	C75	85,0°	0,20	96	28.840	64	19.227	32	9.613	0
Leuchte Nr. 4																			
135	IO 7	WR	EG	2,5	114,1	114,9	78,0°	4,2E-06	28,3°	C30	80,0°	0,20	96	20.979	64	13.986	32	6.993	0
136			1.OG	5,5		114,6	79,5°	3,7E-06	28,3°	C30	80,0°	0,20	96	22.332	64	14.888	32	7.444	0
Leuchte Nr. 5																			
137	IO 7	WR	EG	2,5	87,6	88,6	79,4°	6,2E-06	38,9°	C45	80,0°	0,20	96	17.200	64	11.466	32	5.733	378
138			1.OG	5,5		88,2	81,3°	5,2E-06	38,9°	C45	80,0°	0,20	96	18.902	64	12.602	32	6.301	378
Leuchte Nr. 6																			
139	IO 7	WR	EG	2,5	55,0	56,6	76,4°	2,0E-05	88,7°	C90	75,0°	0,20	96	9.715	64	6.476	32	3.238	507
140			1.OG	5,5		56,0	79,3°	1,6E-05	88,7°	C90	80,0°	0,20	96	10.841	64	7.228	32	3.614	0
Leuchte Nr. 7																			
141	IO 7	WR	EG	2,5	91,5	92,5	79,2°	5,8E-06	65,8°	C60	80,0°	0,20	96	17.784	64	11.856	32	5.928	378
142			1.OG	5,5		92,1	81,0°	4,9E-06	65,8°	C60	80,0°	0,20	96	19.420	64	12.947	32	6.473	378

Sp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ze	Immissionsort				Geometriedaten						Leuchtdaten		Leuchtdichte						
	Nr.	Gebiet	Geschoß	Höhe	horizontaler Abstand s	direkter Abstand R	Winkel ε	Raum- winkel Ω _s	Winkel (horizontal)	Winkel (horizontal)	Winkel (vertikal)	Umgebung Lu	6 – 20 Uhr		20 – 22 Uhr		22 – 6 Uhr		Quelle L _s
					[m]	[m]	[sr]	[°]	[°]	[°]	k		Richt- wert L _{max}	k	Richt- wert L _{max}	k	Richt- wert L _{max}	[cd/m ²]	
Leuchte Nr. 8																			
143	IO 7	WR	EG	2,5	92,5	93,4	84,3°	3,0E-06	115,8°	C120	85,0°	0,20	96	24.777	64	16.518	32	8.259	0
144			1.OG	5,5		93,1	86,2°	2,1E-06	115,8°	C120	85,0°	0,20	96	29.933	64	19.955	32	9.978	0
Leuchte Nr. 1																			
145	IO 8	WR	EG	2,5	133,8	134,5	85,0°	1,3E-06	98,3°	C105	85,0°	0,20	96	37.870	64	25.247	32	12.623	0
146			1.OG	5,5		134,2	86,2°	9,6E-07	98,3°	C105	85,0°	0,20	96	43.716	64	29.144	32	14.572	0
Leuchte Nr. 2																			
147	IO 8	WR	EG	2,5	158,0	158,6	82,4°	1,4E-06	56,9°	C60	80,0°	0,20	96	36.336	64	24.224	32	12.112	378
148			1.OG	5,5		158,4	83,5°	1,2E-06	56,9°	C60	85,0°	0,20	96	39.155	64	26.103	32	13.052	0
Leuchte Nr. 3																			
149	IO 8	WR	EG	2,5	129,0	129,7	82,3°	2,1E-06	73,0°	C75	80,0°	0,20	96	29.531	64	19.687	32	9.844	0
150			1.OG	5,5		129,4	83,6°	1,8E-06	73,0°	C75	85,0°	0,20	96	32.346	64	21.564	32	10.782	0
Leuchte Nr. 4																			
151	IO 8	WR	EG	2,5	128,2	129,0	78,5°	3,2E-06	22,7°	C30	80,0°	0,20	96	24.026	64	16.018	32	8.009	0
152			1.OG	5,5		128,7	79,8°	2,8E-06	22,7°	C30	80,0°	0,20	96	25.467	64	16.978	32	8.489	0
Leuchte Nr. 5																			
153	IO 8	WR	EG	2,5	104,2	105,0	80,6°	3,9E-06	34,1°	C30	80,0°	0,20	96	21.694	64	14.462	32	7.231	0
154			1.OG	5,5		104,7	82,3°	3,3E-06	34,1°	C30	80,0°	0,20	96	23.771	64	15.847	32	7.924	0
Leuchte Nr. 6																			
155	IO 8	WR	EG	2,5	61,5	62,9	79,2°	1,3E-05	108,3°	C105	80,0°	0,20	96	12.129	64	8.086	32	4.043	0
156			1.OG	5,5		62,4	81,9°	9,6E-06	108,3°	C105	80,0°	0,20	96	13.850	64	9.234	32	4.617	0
Leuchte Nr. 7																			
157	IO 8	WR	EG	2,5	96,8	97,8	80,7°	4,5E-06	76,5°	C75	80,0°	0,20	96	20.265	64	13.510	32	6.755	0
158			1.OG	5,5		97,4	82,4°	3,7E-06	76,5°	C75	80,0°	0,20	96	22.375	64	14.917	32	7.458	0
Leuchte Nr. 8																			
159	IO 8	WR	EG	2,5	97,8	98,7	85,7°	2,0E-06	126,4°	C120	85,0°	0,20	96	30.111	64	20.074	32	10.037	0
160			1.OG	5,5		98,4	87,4°	1,2E-06	126,4°	C120	85,0°	0,20	96	38.819	64	25.880	32	12.940	0
Leuchte Nr. 1																			
161	IO 9.1	WR	EG	2,5	136,1	136,8	85,7°	1,1E-06	105,2°	C105	85,0°	0,20	96	41.471	64	27.647	32	13.824	0
162			1.OG	5,5		136,5	86,9°	7,7E-07	105,2°	C105	85,0°	0,20	96	49.057	64	32.704	32	16.352	0
Leuchte Nr. 2																			
163	IO 9.1	WR	EG	2,5	166,7	167,3	82,3°	1,3E-06	51,9°	C45	80,0°	0,20	96	38.084	64	25.389	32	12.695	378
164			1.OG	5,5		167,1	83,3°	1,1E-06	51,9°	C45	85,0°	0,20	96	40.831	64	27.220	32	13.610	0
Leuchte Nr. 3																			
165	IO 9.1	WR	EG	2,5	139,8	140,5	82,2°	1,8E-06	67,7°	C75	80,0°	0,20	96	31.848	64	21.232	32	10.616	0
166			1.OG	5,5		140,2	83,5°	1,5E-06	67,7°	C75	85,0°	0,20	96	34.597	64	23.065	32	11.532	0
Leuchte Nr. 4																			
167	IO 9.1	WR	EG	2,5	139,2	139,8	78,7°	2,7E-06	17,4°	C15	80,0°	0,20	96	26.360	64	17.573	32	8.787	0
168			1.OG	5,5		139,5	80,0°	2,4E-06	17,4°	C15	80,0°	0,20	96	27.853	64	18.569	32	9.284	0
Leuchte Nr. 5																			
169	IO 9.1	WR	EG	2,5	117,7	118,5	81,4°	2,8E-06	29,1°	C30	80,0°	0,20	96	25.466	64	16.978	32	8.489	0
170			1.OG	5,5		118,1	82,8°	2,4E-06	29,1°	C30	85,0°	0,20	96	27.820	64	18.547	32	9.273	0
Leuchte Nr. 6																			
171	IO 9.1	WR	EG	2,5	67,6	68,9	81,4°	8,4E-06	122,0°	C120	80,0°	0,20	96	14.825	64	9.883	32	4.942	0
172			1.OG	5,5		68,4	83,8°	6,1E-06	122,0°	C120	85,0°	0,20	96	17.385	64	11.590	32	5.795	0
Leuchte Nr. 7																			
173	IO 9.1	WR	EG	2,5	100,4	101,3	82,0°	3,6E-06	94,1°	C90	80,0°	0,20	96	22.560	64	15.040	32	7.520	0
174			1.OG	5,5		100,9	83,6°	2,9E-06	94,1°	C90	85,0°	0,20	96	25.255	64	16.836	32	8.418	0
Leuchte Nr. 8																			
175	IO 9.1	WR	EG	2,5	101,3	102,2	86,7°	1,5E-06	135,7°	C135	85,0°	0,20	96	35.600	64	23.733	32	11.867	0
176			1.OG	5,5		101,9	88,4°	7,2E-07	135,7°	C135	90,0°	0,20	96	50.586	64	33.724	32	16.862	0
Leuchte Nr. 1																			
177	IO 9.2	WR	EG	2,5	110,7	111,6	84,7°	2,0E-06	109,5°	C105	85,0°	0,20	96	30.696	64	20.464	32	10.232	0
Leuchte Nr. 2																			
178	IO 9.2	WR	EG	2,5	147,3	147,9	81,2°	1,8E-06	45,1°	C45	80,0°	0,20	96	31.592	64	21.061	32	10.531	378
Leuchte Nr. 3																			
179	IO 9.2	WR	EG	2,5	124,1	124,8	80,7°	2,8E-06	121,8°	C120	80,0°	0,20	96	25.818	64	17.212	32	8.606	0
Leuchte Nr. 4																			
180	IO 9.2	WR	EG	2,5	123,6	124,3	77,8°	3,6E-06	7,8°	C15	80,0°	0,20	96	22.551	64	15.034	32	7.517	0
Leuchte Nr. 5																			
181	IO 9.2	WR	EG	2,5	108,2	109,1	80,6°	3,6E-06	16,3°	C15	80,0°	0,20	96	22.476	64	14.984	32	7.492	0
Leuchte Nr. 6																			
182	IO 9.2	WR	EG	2,5	47,8	49,7	78,1°	2,2E-05	140,5°	C135	80,0°	0,20	96	9.119	64	6.079	32	3.040	0
Leuchte Nr. 7																			
183	IO 9.2	WR	EG	2,5	76,4	77,6	80,4°	7,3E-06	93,9°	C90	80,0°	0,20	96	15.862	64	10.574	32	5.287	0
Leuchte Nr. 8																			
184	IO 9.2	WR	EG	2,5	77,3	78,5	84,9°	3,8E-06	143,5°	C150	85,0°	0,20	96	21.985	64	14.657	32	7.328	0
Leuchte Nr. 1																			
185	IO 10	WR	EG	2,5	124,4	125,1	85,9°	1,2E-06	114,4°	C120	85,0°	0,20	96	38.943	64	25.962	32	12.981	0
186			1.OG	5,5		124,8	87,3°	8,2E-07	114,4°	C120	85,0°	0,20	96	47.525	64	31.684	32	15.842	0
Leuchte Nr. 2																			
187	IO 10	WR	EG	2,5	163,8	164,4	81,7°	1,4E-06	43,8°	C45	80,0°	0,20	96	36.024	64	24.016	32	12.008	378
188			1.OG	5,5		164,2	82,7°	1,2E-06	43,8°	C45	85,0°	0,20	96	38.451	64	25.634	32	12.817	0

Sp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ze	Immissionsort				Geometriedaten					Leuchtdaten		Leuchtdichte							Quelle L _s [cd/m ²]
	Nr.	Gebiet	Geschoss	Höhe	hori- zontaler Abstand s	direkter Abstand R	Winkel ε	Raum- winkel Ω _s	Winkel (hori- zontal)	Winkel (hori- zontal)	Winkel (verti- kal)	Umge- bung L _u [cd/m ²]	6 – 20 Uhr		20 – 22 Uhr		22 – 6 Uhr		
					[m]	[m]	[°]	[sr]	[°]	[°]	[°]		k	Richt- wert L _{max} [cd/m ²]	k	Richt- wert L _{max} [cd/m ²]	k	Richt- wert L _{max} [cd/m ²]	
Leuchte Nr. 3																			
189	IO 10	WR	EG	2,5	190,9	191,4	80,6°	1,2E-06	26,7°	C30	80,0°	0,20	96	39.463	64	26.308	32	13.154	0
190						1,0G	5,5	191,2	81,5°	1,1E-06	26,7°		C30	80,0°	0,20	96	41.432	64	27.621
Leuchte Nr. 4																			
191	IO 10	WR	EG	2,5	191,7	192,2	84,6°	6,7E-07	76,9°	C75	85,0°	0,20	96	52.360	64	34.907	32	17.453	0
192						1,0G	5,5	192,0	85,5°	5,6E-07	76,9°		C75	85,0°	0,20	96	57.252	64	38.168
Leuchte Nr. 5																			
193	IO 10	WR	EG	2,5	221,6	222,0	85,2°	4,5E-07	57,7°	C60	85,0°	0,20	96	64.167	64	42.778	32	21.389	0
194						1,0G	5,5	221,8	86,0°	3,8E-07	57,7°		C60	85,0°	0,20	96	70.041	64	46.694
Leuchte Nr. 6																			
195	IO 10	WR	EG	2,5	194,2	194,7	87,4°	3,2E-07	105,3°	C105	85,0°	0,20	96	75.553	64	50.369	32	25.184	0
196						1,0G	5,5	194,5	88,2°	2,2E-07	105,3°		C105	90,0°	0,20	96	92.376	64	61.584
Leuchte Nr. 7																			
197	IO 10	WR	EG	2,5	159,3	159,9	89,3°	1,2E-07	133,8°	C135	90,0°	0,20	96	121.944	64	81.296	32	40.648	0
198						1,0G	5,5	159,7	90,4°	-7,0E-08	133,8°		C135	90,0°	0,20	96	—	64	—
Leuchte Nr. 8																			
199	IO 10	WR	EG	2,5	158,4	158,9	84,5°	1,0E-06	83,9°	C90	85,0°	0,20	96	42.849	64	28.566	32	14.283	0
200						1,0G	5,5	158,7	85,6°	8,1E-07	83,9°		C90	85,0°	0,20	96	47.700	64	31.800
Leuchte Nr. 1																			
201	IO 11	WR	EG	2,5	117,9	118,7	84,8°	1,7E-06	105,6°	C105	85,0°	0,20	96	32.966	64	21.977	32	10.989	0
202						1,0G	5,5	118,4	86,3°	1,2E-06	105,6°		C105	85,0°	0,20	96	38.692	64	25.795
Leuchte Nr. 2																			
203	IO 11	WR	EG	2,5	150,5	151,1	81,6°	1,7E-06	49,0°	C45	80,0°	0,20	96	32.946	64	21.964	32	10.982	378
204						1,0G	5,5	150,8	82,7°	1,5E-06	49,0°		C45	85,0°	0,20	96	35.351	64	23.568
Leuchte Nr. 3																			
205	IO 11	WR	EG	2,5	179,6	180,1	80,6°	1,3E-06	31,7°	C30	80,0°	0,20	96	37.151	64	24.767	32	12.384	0
206						1,0G	5,5	179,9	81,6°	1,2E-06	31,7°		C30	80,0°	0,20	96	39.128	64	26.085
Leuchte Nr. 4																			
207	IO 11	WR	EG	2,5	180,5	181,0	84,9°	7,2E-07	81,9°	C75	85,0°	0,20	96	50.562	64	33.708	32	16.854	0
208						1,0G	5,5	180,8	85,8°	5,9E-07	81,9°		C75	85,0°	0,20	96	55.929	64	37.286
Leuchte Nr. 5																			
209	IO 11	WR	EG	2,5	212,0	212,4	83,6°	6,6E-07	62,3°	C60	85,0°	0,20	96	52.945	64	35.296	32	17.648	0
210						1,0G	5,5	212,2	84,4°	5,8E-07	62,3°		C60	85,0°	0,20	96	56.556	64	37.704
Leuchte Nr. 6																			
211	IO 11	WR	EG	2,5	190,3	190,7	86,8°	4,1E-07	99,6°	C105	85,0°	0,20	96	67.132	64	44.755	32	22.377	0
212						1,0G	5,5	190,6	87,7°	3,0E-07	99,6°		C105	90,0°	0,20	96	78.973	64	52.648
Leuchte Nr. 7																			
213	IO 11	WR	EG	2,5	154,4	155,0	88,6°	2,7E-07	126,8°	C120	90,0°	0,20	96	82.923	64	55.282	32	27.641	0
214						1,0G	5,5	154,8	89,7°	5,6E-08	126,8°		C120	90,0°	0,20	96	—	64	—
Leuchte Nr. 8																			
215	IO 11	WR	EG	2,5	153,4	154,0	83,6°	1,2E-06	76,9°	C75	85,0°	0,20	96	38.557	64	25.704	32	12.852	0
216						1,0G	5,5	153,8	84,7°	1,0E-06	76,9°		C75	85,0°	0,20	96	42.350	64	28.233
Leuchte Nr. 1																			
217	IO 12	WR	EG	2,5	108,4	109,2	83,5°	2,5E-06	97,1°	C90	85,0°	0,20	96	27.156	64	18.104	32	9.052	0
218						1,0G	5,5	108,9	85,1°	1,9E-06	97,1°		C90	85,0°	0,20	96	31.080	64	20.720
Leuchte Nr. 2																			
219	IO 12	WR	EG	2,5	134,3	135,0	81,3°	2,2E-06	53,2°	C60	80,0°	0,20	96	28.892	64	19.262	32	9.631	378
220						1,0G	5,5	134,7	82,5°	1,9E-06	53,2°		C60	85,0°	0,20	96	31.173	64	20.782
Leuchte Nr. 3																			
221	IO 12	WR	EG	2,5	165,0	165,6	80,5°	1,6E-06	35,8°	C30	80,0°	0,20	96	33.904	64	22.602	32	11.301	0
222						1,0G	5,5	165,3	81,5°	1,4E-06	35,8°		C30	80,0°	0,20	96	35.844	64	23.896
Leuchte Nr. 4																			
223	IO 12	WR	EG	2,5	165,9	166,4	85,0°	8,4E-07	86,0°	C90	85,0°	0,20	96	46.760	64	31.173	32	15.587	0
224						1,0G	5,5	166,2	86,0°	6,7E-07	86,0°		C90	85,0°	0,20	96	52.302	64	34.868
Leuchte Nr. 5																			
225	IO 12	WR	EG	2,5	198,6	199,1	85,1°	5,7E-07	66,1°	C60	85,0°	0,20	96	56.995	64	37.997	32	18.998	0
226						1,0G	5,5	198,9	86,0°	4,7E-07	66,1°		C60	85,0°	0,20	96	62.772	64	41.848
Leuchte Nr. 6																			
227	IO 12	WR	EG	2,5	182,1	182,6	86,1°	5,4E-07	94,2°	C90	85,0°	0,20	96	58.662	64	39.108	32	19.554	0
228						1,0G	5,5	182,4	87,1°	4,1E-07	94,2°		C90	85,0°	0,20	96	67.334	64	44.889
Leuchte Nr. 7																			
229	IO 12	WR	EG	2,5	145,7	146,3	87,7°	4,9E-07	120,3°	C120	90,0°	0,20	96	61.512	64	41.008	32	20.504	0
230						1,0G	5,5	146,1	88,9°	2,4E-07	120,3°		C120	90,0°	0,20	96	88.476	64	58.984
Leuchte Nr. 8																			
231	IO 12	WR	EG	2,5	144,7	145,3	82,7°	1,6E-06	70,3°	C75	85,0°	0,20	96	33.925	64	22.617	32	11.308	0
232						1,0G	5,5	145,1	83,9°	1,4E-06	70,3°		C75	85,0°	0,20	96	36.946	64	24.631