

Peutz Consult GmbH • Borussiastraße 112 • 44149 Dortmund

Luisenhöfe GmbH
Schloss-Rahe-Straße 15
52072 Aachen

Ihr Zeichen	Unsere Projekt-Nr.	Unser Zeichen	Datum
	C 5228	SL	29.08.2022

**Lichttechnische Untersuchung zum Bebauungsplan „Südstraße / Mariabrunnstraße / Luisenhöfe“ in Aachen
hier: Auswirkungen der Planänderung**

Sehr geehrte Damen und Herren,

die Peutz Consult GmbH hat in ihrem Bericht C 5228-3 vom 10.03.2020 geprüft, inwieweit die Errichtung und der Betrieb der Beleuchtungsanlage des Parkhauses Auswirkungen hinsichtlich möglicher Lichtimmission im Umfeld hervorruft. Zudem wurden mögliche lichtimmissionstechnische Auswirkungen im Umfeld durch die Scheinwerfer der Parkhausnutzer beurteilt.

Ergebnis war, dass die Immissionsrichtwerte der Lichtrichtlinie NRW im Umfeld eingehalten werden.

Auch war eine mögliche Störwirkung der Anwohner durch Kfz-Scheinwerfer aufgrund Sichtschutz bzw. Milchglaspaneelen auszuschließen.

Aufgrund einer Planänderung wird nunmehr keine Erweiterung des Parkhauses angestrebt. Die neue Planung schließt direkt an das bestehende Parkhaus an. Hieraus resultieren keine Änderungen der Ergebnisformulierung aus der bisherigen Untersuchung, da sich mit der Planänderungen mögliche, störenden Lichtquellen lediglich reduzieren. Es ist nicht von Störwirkungen durch Lichtimmissionen bei Realisierung der Planung auszugehen.

Mit freundlichen Grüßen

Peutz Consult GmbH



i.V. Dipl.-Ing. Sara Lippold

VMPA anerkannte
Schallschutzprüfstelle
nach DIN 4109

Leitung:

Dipl.-Phys. Axel Hübel

Dipl.-Ing. Heiko Kremer-Bertram
Staatlich anerkannter
Sachverständiger für
Schall- und Wärmeschutz

Dipl.-Ing. Mark Bless

Anschriften:

Peutz Consult GmbH

Kolberger Straße 19
40599 Düsseldorf
Tel. +49 211 999 582 60
Fax +49 211 999 582 70
dus@peutz.de

Borussiastraße 112
44149 Dortmund
Tel. +49 231 725 499 10
Fax +49 231 725 499 19
dortmund@peutz.de

Pestalozzistraße 3
10625 Berlin
Tel. +49 30 92 100 87 00
Fax +49 30 92 100 87 29
berlin@peutz.de

Gostenhofer Hauptstraße 21
90443 Nürnberg
Tel. +49 911 477 576 60
Fax +49 911 477 576 70
nuernberg@peutz.de

Geschäftsführer:

Dr. ir. Martijn Vercammen
ir. Ferry Koopmans
AG Düsseldorf
HRB Nr. 22586
Ust-IdNr.: DE 119424700
Steuer-Nr.: 106/5721/1489

Bankverbindungen:

Stadt-Sparkasse Düsseldorf
Konto-Nr.: 220 241 94
BLZ 300 501 10
DE79300501100022024194
BIC: DUSSEDE33XXX

Niederlassungen:

Mook / Nimwegen, NL
Zoetermeer / Den Haag, NL
Groningen, NL
Eindhoven, NL
Paris, F
Lyon, F
Leuven, B

peutz.de

SCHALLSCHUTZ + BAUPHYSIK
AKUSTIK + MEDIEN-TECHNIK
ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ
UMWELTECHNOLOGIE

PEUTZ
CONSULT

Lichttechnische Untersuchung zum Bebauungsplan „Südstraße / Mariabrunnstraße / Luisenhöfe“ in Aachen

Bericht C 5228-3 vom 10.03.2020

Auftraggeber: Luisenhöfe GmbH
Schloss-Rahe-Straße 15
52072 Aachen

Bericht-Nr.: C 5228-3

Datum: 10.03.2020

Ansprechpartner/in: Frau Lippold

Bitte SEITENZAHLN für Anlagen + Datenanhang über -> PEUTZ -> INFO eingeben !!!!!

VMPA anerkannte
Schallschutzprüfstelle
nach DIN 4109

Leitung:

Dipl.-Phys. Axel Hübel

Dipl.-Ing. Heiko Kremer-Bertram
Staatlich anerkannter
Sachverständiger für
Schall- und Wärmeschutz

Dipl.-Ing. Mark Bless

Anschriften:

Peutz Consult GmbH

Kolberger Straße 19
40599 Düsseldorf
Tel. +49 211 999 582 60
Fax +49 211 999 582 70
dus@peutz.de

Borussiastraße 112
44149 Dortmund
Tel. +49 231 725 499 10
Fax +49 231 725 499 19
dortmund@peutz.de

Carmerstraße 5
10623 Berlin
Tel. +49 30 92 100 87 00
Fax +49 30 92 100 87 29
berlin@peutz.de

Gostenhofer Hauptstraße 21
90443 Nürnberg
Tel. +49 911 477 576 60
Fax +49 911 477 576 70
nuernberg@peutz.de

Geschäftsführer:

Dr. ir. Martijn Vercammen
Dipl.-Ing. Ferry Koopmans
AG Düsseldorf
HRB Nr. 22586
Ust-IdNr.: DE 119424700
Steuer-Nr.: 106/5721/1489

Bankverbindungen:

Stadt-Sparkasse Düsseldorf
Konto-Nr.: 220 241 94
BLZ 300 501 10
DE79300501100022024194
BIC: DUSSEDDXXX

Niederlassungen:

Mook / Nimwegen, NL
Zoetermeer / Den Haag, NL
Groningen, NL
Paris, F
Lyon, F
Leuven, B

www.peutz.de

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung.....	3
2	Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien.....	4
3	Örtliche Gegebenheiten.....	6
4	Beurteilungsgrundlagen bzw. Zielwerte.....	7
4.1	Lichtrichtlinie NRW.....	7
4.2	Blendung durch Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen.....	10
5	Simulationsberechnung.....	12
5.1	Vorbemerkungen.....	12
5.2	Ergebnisse Raumaufhellung.....	13
5.3	Ergebnisse Blendung.....	13
6	Blendwirkung durch Kfz-Scheinwerfer.....	14
7	Zusammenfassung.....	15

1 Situation und Aufgabenstellung

Mit Aufstellung des Bebauungsplanes „Südstraße / Mariabrunnstraße / Luisenhöfe“ in Aachen plant der Auftraggeber die Schaffung von Planungsrecht für neue Wohnbebauung sowie eine Erweiterung des bestehenden Parkhauses Mariabrunnstraße. Der zugehörige aktuelle städtebauliche Entwurf ist in Anlage 1 dargestellt.

In der vorliegenden Untersuchung ist zu prüfen, inwieweit die Errichtung und der Betrieb der hiermit verbundenen Beleuchtungsanlage des Parkhauses Auswirkungen hinsichtlich möglicher Lichtimmission im Umfeld hervorruft. Zudem werden mögliche lichtimmissionstechnische Auswirkungen im Umfeld durch die Scheinwerfer der Parkhausnutzer beurteilt.

Hierzu werden die Auswirkungen der Beleuchtungsanlage auf die umliegenden schützenswerten Nutzungen gemäß der Lichtrichtlinie NRW [2] ermittelt und beurteilt. Aussagen zu den aus der Nutzung der Parkhauserweiterung zu erwartenden Lichtimmissionen werden auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Planunterlagen [8] sowie der Straßenverkehrsordnung StVO getroffen.

Falls erforderlich, werden Lichtschutzmaßnahmen dimensioniert.

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[1]	BImSchG Bundes-Immissionsschutzgesetz	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge	G Aktuelle Fassung
[2]	Lichtimmissionen, Messung, Beurteilung und Verminderung Gemeinsamer RdErl. des Ministeriums Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz und des Ministeriums für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr	Ministerialblatt NRW	RdErl. 11.12.2014
[3]	Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen künstlicher Lichtquellen	Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e. V., Berlin, Pub.-Nr. 12.2	Lit 1996
[4]	Empfehlungen für die Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen künstlicher Lichtquellen	Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e. V., Berlin, Pub.-Nr. 12.3	Lit 2011
[5]	Hinweise zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen	Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI)	01.05.00
[6]	LOD1-Modell im CityGML-Format des Untersuchungsgebietes	Landesregierung NRW: https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geobasis/3d-gm/3d-gm_lod1/3d-gm_lod1_05334000_Städteregion_Aachen_EPSG25832_CityGML.zip	P 05.01.2018
[7]	Digitales Geländemodell des Untersuchungsgebietes	Landesregierung NRW: https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geobasis/dgm/dgm1/dgm1_05334002_Aachen_EPSG4647_XYZ.zip	P 05.01.2018
[8]	Städtebaulicher Entwurf zur Projektentwicklung „Luisenhöfe“	zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber	P 25.10.2019
[9]	Abstimmung Lichtplanung	Zur Verfügung gestellt über Auftraggeber	P 02/2020

Kategorien:

G	Gesetz	N	Norm
V	Verordnung	RIL	Richtlinie

VV Verwaltungsvorschrift
RdErl. Runderlass

Lit Buch, Aufsatz, Berichtigung
P Planunterlagen / Betriebsangaben

3 Örtliche Gegebenheiten

In Aachen wird im Blockinnbereich zwischen den Straßen Boxgraben, Mariabrunnstraße, Reumontstraße und Südstraße ein neues Wohnquartier „Luisenhöfe“ geplant. Hierzu soll eine bestehende gewerbliche Bebauung überplant werden.

Im Plangebiet befindet sich das öffentliche Parkhaus „Mariabrunnstraße“, welches im Wesentlichen durch Angestellte und Besucher des angrenzenden Luisenhospitals genutzt wird. Die unteren drei Halbebenen des Parkhauses sind als Anwohnerstellplätze für Bewohner der umliegenden Gebäude reserviert.

Im Zuge der Planungen zum Wohnquartier „Luisenhöfe“ soll eine Tiefgarage mit ca. 103 Stellplätzen errichtet werden, welche über die unterste Ebene des bestehenden Parkhauses erschlossen werden soll. Weiterhin soll im Zuge der Planungen das Parkhaus erweitert werden. Mit Erweiterung des Parkhauses ist auch die Aufstellung einer neuen Beleuchtungsanlage auf dem oberen Parkdeck vorgesehen.

Als Lichtquellen werden die mit dem Auftraggeber abgestimmten Leuchten [9] berücksichtigt. Hierbei handelt es sich um 2 Floodlight 20 micro LED der Firma Siteco. Die Leuchten werden jeweils in einer Höhe von 4 m über dem Parkdeck installiert. Auf dem bereits bestehenden Parkdeck befinden sich weitere 10 Siteco Leuchten, welche mit einer Höhe von 5 m über dem Parkdeck berücksichtigt werden. Hierbei wurde auch der Leuchtentyp Floodlight 20 LED zu Grunde gelegt.

Der Betrieb der Leuchten ist zum Tageszeitraum (zwischen 6 und 22 Uhr) vorgesehen.

Die bestehenden und geplanten Gebäude in der unmittelbaren Nachbarschaft, mit einer Geschossigkeit von bis zu 5, werden mit einem Schutzanspruch entsprechend eines Wohngebietes bzw. Krankenhauses berücksichtigt.

In Anlage 1 ist ein Übersichtslageplan der örtlichen Gegebenheiten dargestellt.

In der vorliegenden Untersuchung werden mögliche Lichtimmission durch die neu errichtete bzw. bestehende Beleuchtungsanlage sowie mögliche Störwirkungen der Parkhauserweiterung ermittelt und bewertet.

4 Beurteilungsgrundlagen bzw. Zielwerte

4.1 Lichtrichtlinie NRW

Beurteilungsgrundlage für die Wirkung von Lichtimmissionen auf Menschen durch Licht emittierende Anlagen ist ein gemeinsamer Runderlass des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz und des Ministeriums für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr vom 11.12.2014 [2].

Gesundheitsschäden durch Beleuchtungsanlagen sind im Allgemeinen nicht zu erwarten. Schädliche Umwelteinwirkungen können aber auch durch erhebliche Belästigungen der Nachbarschaft hervorgerufen werden. Um dies zu vermeiden, sind Immissionsrichtwerte bezüglich der zulässigen Raumaufhellung im Inneren von Wohnbereichen und der Blendung durch einzelne Lichtquellen geregelt.

Raumaufhellung

Mess- und Beurteilungsgröße für die Raumaufhellung ist die mittlere Beleuchtungsstufe E_F in der Fensterebene von Wohnungen bzw. bei Balkonen bzw. Terrassen an den Begrenzungsflächen der Wohnnutzungen. Die Werte gelten für die Situation bei geöffnetem Fenster, parallel zur Normalen der Wandflächen und bei ausgeschalteter Zimmerbeleuchtung. Die folgenden Immissionsrichtwerte der mittleren Beleuchtungsstärke E_F sind einzuhalten.

Tabelle 4.1: Immissionsrichtwerte der Beleuchtungsstärke

Immissionsort	Beleuchtungsstärke E_F in lx	
	06.00 – 22.00 Uhr	22.00 – 06.00 Uhr
Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	1	1
Reine, allgemeine, besondere Wohngebiete, Kernsiedlungsgebiete, Erholungsgebiete	3	1
Dorfgebiete, Mischgebiete	5	1
Kerngebiete, Gewerbegebiete, Industriegebiete	15	5

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

Die Immissionsrichtwerte beziehen sich auf zeitlich konstantes und weißes oder annähernd weißes Licht, das mehrmals in der Woche jeweils länger als eine Stunde eingeschaltet ist. Wird die Anlage seltener oder kürzer betrieben, bzw. über Bewegungsmelder geschaltet, sind Einzelfallbetrachtungen anzustellen. Dabei soll der Zeitpunkt und die Häufigkeit des

Auftretens, die allgemeine Umgebungshelligkeit, die Ortsüblichkeit sowie insbesondere die Möglichkeit für Minderungsmaßnahmen der Störwirkung berücksichtigt werden.

Eine Überschreitung des Immissionsrichtwertes als Anlass für behördliche Anordnungen kann wegen der Fehlergrenzen der Messgeräte erst dann angenommen werden, wenn das Messergebnis mindestens 10% oberhalb der Immissionsrichtwerte liegt.

Blendung

Als Bewertungsmaßstab zur Beurteilung der Blendung wird die maximal tolerable mittlere Leuchtdichte einer Blendlichtquelle L_{\max} definiert zu:

$$L_{\max} = k \sqrt{\frac{L_u}{\Omega_s}}$$

Darin bedeuten:

- L_{\max} = Immissionsrichtwert: maximal tolerable Leuchtdichte einer Blendlichtquelle in cd/m^2 , gemittelt über den zugehörigen Raumwinkel Ω_s
- k = Proportionalitätsfaktor
- L_u = maßgebende Leuchtdichte in der Umgebung der Blendlichtquelle in cd/m^2 ;
 $L_u \geq 0,1 \text{ cd/m}^2$
- Ω_s = Raumwinkel der vom Immissionsort aus gesehenen Blendlichtquelle in sr

Dabei werden folgende Werte des Proportionalitätsfaktors k zur Festlegung der Immissionsrichtwerte herangezogen:

Tabelle 4.2: Proportionalitätsfaktoren zur Ermittlung der maximal tolerablen Leuchtdichte

Immissionsort	Proportionalitätsfaktor k		
	06.00 – 20.00 Uhr	20.00 – 22.00 Uhr	22.00 – 06.00 Uhr
Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	32	32	32
Reine, allgemeine, besondere Wohngebiete, Kernsiedlungsgebiete, Erholungsgebiete	96	64	32
Dorfgebiete, Mischgebiete	160	160	32
Kerngebiete, Gewerbegebiete, Industriegebiete	-	-	160

Der Anwendungsbereich der o.a. Gleichung wird jedoch auf Raumwinkel zwischen $10^{-6} \text{ sr} < \Omega_s < 10^{-2} \text{ sr}$ beschränkt. Außerhalb dieses Bereiches gilt:

- Für Punktquellen ($\Omega_s < 10^{-6} \text{ sr}$) ist die Blendbeleuchtungsstärke E_s maßgebend und darf $k \sqrt{L_u} \cdot 10^{-3}$ nicht überschreiten
- Für große Flächenquellen ($\Omega_s > 10^{-2} \text{ sr}$) darf die mittlere Leuchtdichte unabhängig vom Raumwinkel den Wert $10 \cdot k \sqrt{L_u}$ nicht überschreiten.

Eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte L_{\max} als Anlass für behördliche Anordnungen kann wegen der Fehlergrenzen des hier zugrunde gelegten Leuchtdichtemessgerätes und bei sorgfältiger Messdurchführung messtechnisch erst dann festgestellt werden, wenn die zu beurteilende Lichtquelle mindestens 40% oberhalb des entsprechenden Immissionsrichtwertes liegt.

Auch bezüglich der Blendung sind besondere Regelungen für geringe Einschaltdauer oder Einschalthäufigkeit, Wechsellicht, besondere auffällige Situationen oder blitzlichtartige Vorgänge vorgesehen.

Grundsätzlich wird die Ermittlung der gemittelten Leuchtdichte jeder einzelnen Blendlichtquelle für jeden Immissionsort durch Messung vorgesehen. Im vorliegenden Fall wird im Rahmen der Planung eine Lichtimmissionsprognose mit Simulationsberechnungen durchgeführt.

Im Fall von Überschreitungen der zulässigen Beleuchtungsstärke in Fensterebene oder der maximal tolerablen mittleren Leuchtdichte von Blendlichtquellen werden folgende Minderungsmaßnahmen als Möglichkeiten vorgeschlagen:

- Optimierte Wahl des Scheinwerferstandortes zur Minimierung der Lichtimmissionen in der Nachbarschaft;
- Vermeidung einer direkten Blickverbindung zwischen Scheinwerfer und Immissionsorten;
- Ggf. Vorsehung von Blenden an den Scheinwerfern;
- Verwendung von Scheinwerfern mit asymmetrischer Lichtverteilung, insbesondere für größere Sportplätze;
- Vermeidung von zeitlich veränderlichem Licht, z.B. bei Leuchtreklamen, soweit dies mit dem Zweck der Anlage zu vereinbaren ist;
- Abdunkelung von Lichtimmissionen aus Gebäuden, z.B. aus beleuchteten Arbeitsräumen und Gewächshäusern, durch Abdunkelungsmaßnahmen wie Rollos, Jalousien, etc.

4.2 Blendung durch Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen

Zur Beurteilung des Verkehrs innerhalb der Parkgarage und der damit verbundenen eventuellen Belästigungen von Anwohnern durch kurzzeitigen Lichteinfall über die Scheinwerfer der Kraftfahrzeuge in den Wohnraum existieren keine rechtlich eingeführten Regelwerke.

Lichtbelästigungen durch den öffentlichen Verkehr oder andere öffentliche Beleuchtungsanlagen, welche den Straßenverkehr betreffen, wie zum Beispiel Straßenbeleuchtung oder Ampelanlagen werden allgemein hin als für den Anwohner hinzunehmen eingestuft. Anlagen zur Beleuchtung des öffentlichen Straßenraumes und Beleuchtungsanlagen von Kraftfahrzeugen werden daher explizit aus dem Anwendungsbereich des Lichterlass NRW ausgeschlossen.

Im Rahmen der vorliegenden Stellungnahme kann daher als Grundlage für eine Abwägung nur festgestellt werden, inwiefern von Immissionsorten (Fenstern zu schutzbedürftigen Aufenthaltsräumen) des benachbarten Gebäudes ein direkter Blick in die Scheinwerfer eines fahrenden bzw. parkenden Fahrzeugs möglich ist.

Die Blendwirkung liegt in diesen Fällen zudem nicht durchgängig vor, sondern je nach Frequentierung treten mehrfach kurzzeitige Immissionen auf. Der Lichterlass NRW bezieht seine Beurteilungskriterien auf durchgängig betriebene Leuchten, die mindestens eine Stunde mehrmals in der Woche betrieben werden.

Mangels genereller Beurteilungsgrundlagen ist die Zumutbarkeit der vorübergehenden Blendwirkung von Scheinwerfern von einem in bzw. aus einer Garage fahrenden PKW einzelfallbezogen zu entscheiden. Im Rahmen des gegenseitigen Rücksichtnahmegebotes der Bauordnung kann es dem Nachbarn zuzumuten sein, Maßnahmen der architektonischen

Selbsthilfe – wie das Schließen von Jalousien, Rollläden oder Vorhängen - zu ergreifen (vgl. OVG Münster, Beschluss vom 12.5.2003 oder OVG Lüneburg, Urteil vom 26.2.2003).

Das OVG Münster fasst diese Abwägung auf Grundlage des Rücksichtnahmegebotes wie folgt zusammen (15.03.2007, 10 A 998/06 im Rückgriff auf OVG NRW, 11.7.1997 - 21 A 2145/96):

Ob Lichtimmissionen zumutbar sind, ist daher unter Beachtung der Grundsätze, die die Rechtsprechung zum Gebot der Rücksichtnahme entwickelt hat, im jeweiligen Einzelfall zu beurteilen. Zu berücksichtigen ist dabei auch die durch die Gebietsart und die tatsächlichen Verhältnisse bestimmte Schutzwürdigkeit und Schutzbedürftigkeit der betroffenen Nachbarschaft, wobei wertende Elemente wie Herkömmlichkeit, soziale Adäquanz und allgemeine Akzeptanz einzubeziehen sind. Alle Faktoren sind in eine wertende Gesamtbeurteilung im Sinne einer Güterabwägung einzustellen.

In dem dort verhandelten Fall erklärte das OVG Münster, dass es in einem allgemeinen Wohngebiet zumutbar sei, sich vor Lichtimmissionen, die von Parkplätzen und Werbebeleuchtung eines angrenzenden gewerblich genutzten Baugebiet ausgehen, durch Jalousien selbst zu schützen.

Stellplätze und Garagen für Wohnnutzungen sind nach Landesbauordnung NRW auf Privatgrundstücken grundsätzlich zulässig, aber sie „müssen so angeordnet und ausgeführt werden, dass ihre Benutzung die Gesundheit nicht schädigt und Lärm oder Gerüche das Arbeiten und Wohnen, die Ruhe und die Erholung in der Umgebung nicht über das zumutbare Maß hinaus stören“ (§ 51 (7) LBO NRW).

Dabei sind nach der aktuellen Rechtsprechung im straßennahen Bereich angeordnete Garagen, Stellplätze, Einfahrten und auch Tiefgaragen grundsätzlich hinzunehmen (OVG Münster 08.08.2013 / Az. 7 B 570/13), hier sind dem Nachbarn u.U. architektonische Selbstschutzmaßnahmen (Schließen des Fensters / der Jalousien) zuzumuten. Im rückwärtigen Grundstücksbereich können Stellplätze oder Garagen eher die Grenze des Zumutbaren überschreiten.

5 Simulationsberechnung

5.1 Vorbemerkungen

Zur Berechnung der Lichtimmissionen an den nächstgelegenen Nutzungen im Umfeld der geplanten Beleuchtungsanlage des oberen Parkdecks wird ein geometrisches Modell aufgrund der Planunterlagen [6][7][8] sowie der Lichtplanung [9] erstellt und in Verbindung mit dem Rechenalgorithmus Radiance (<http://www.radiance-online.org>) eine Lichtimmissionsberechnung durchgeführt.

Dabei werden nach der so genannten „backward ray tracing“ -Methode einzelne Lichtstrahlen eines zu betrachtenden Bezugspunktes bzw. eines zur betrachtenden Bezugsfläche zur jeweiligen Lichtquelle zurückverfolgt. Die Beiträge zur Beleuchtungsstärke jedes Strahls werden anschließend summiert. Bei der Berechnung werden sowohl Reflexionen bzw. Reflexionsverluste im Raum als auch Reflexionen und Reflexionsverluste im äußeren sowie Lichthindernisse durch Topografie, Gebäude, etc., berücksichtigt. Immissionsseitig auf der sicheren Seite liegend bleiben Abschirmungen durch Pflanzen wie Bäume und Sträucher unberücksichtigt.

Eine Übersicht über das erstellte Modell kann Anlage 2 entnommen werden.

Die Leuchten wurden gemäß Abstimmung [9] und in Kapitel 3 dokumentiert plan zum jeweils oberen Geschoss der Parkhauserweiterung im Modell berücksichtigt. Auf den bereits bestehenden oberen Parkdecks befinden sich derzeit bereits 10 Siteco Leuchten. Diese wurden hinsichtlich der Summenwirkung der Beleuchtungsstärke im Umfeld und hinsichtlich einer möglichen Blendwirkung der neu geplanten Wohnnutzung auch berücksichtigt. Die Leuchten-Installationsdaten sind in im Datenanhang dokumentiert.

In Voraufberechnungen hat sich ergeben, dass eine der neu zu errichtenden Leuchte, auf der höheren Parkebene [Leuchte 11], mit einer Blende oder alternativ mit einer mindestens 12 cm hohen Schute an der rückwärtigen kurzen Seite auszustatten ist, um rückwärtige Immissionen auszuschließen. In den Berechnungen wurde dies bereits berücksichtigt.

Die Lage der entsprechenden Leuchten ist dem Übersichtsplan in Anlage 2 zu entnehmen.

Der Betrieb der Leuchten ist im Tageszeitraum vorgesehen.

5.2 Ergebnisse Raumaufhellung

Zur Raumaufhellung sind Immissionsrichtwerte in Abhängigkeit von der Gebietsfestsetzung definiert (siehe Tabelle 4.1). In dem zu betrachtenden Zeitraum bis 22 Uhr ist eine maximale Raumaufhellung von 3 lux in Wohngebieten und 1 lux in Krankenhäusern nicht zu überschreiten.

Die Ergebnisse der Berechnung der Beleuchtungsstärke (mittleren Beleuchtungsstärke E_F) auf den Fassaden der maßgeblichen Immissionsorte ist Anlage 2 und dem Datenanhang zu entnehmen. Hieraus geht hervor, dass die Beleuchtungsstärke auf den umliegenden Fassaden selbst bei Berücksichtigung einer Summenwirkung der Bestandsanlage überall geringer als 1 lux ist.

Hiermit werden die Immissionsbegrenzungen hinsichtlich Raumaufhellung überall im Umfeld eingehalten.

5.3 Ergebnisse Blendung

Analog zur Bewertung der Beleuchtungsstärke / Raumaufhellung sind auch zur Blendung Immissionsrichtwerte in Abhängigkeit von der Gebietsfestsetzung definiert.

Um die vorliegende Blendwirkung der Beleuchtung bewerten zu können, wird der vorhandene Proportionalitätsfaktor k für die maßgebenden Immissionsorte in der Umgebung der Beleuchtungsanlage berechnet.

Die Bewertung für die umliegende Bebauung erfolgt durch einen Vergleich mit der aus der Lichtstärke und dem Raumwinkel bestimmten Leuchtdichte der Scheinwerfer mit dem Immissionsrichtwert der maximal tolerablen Leuchtdichte gem. Lichtimmissionsrichtlinie. Ausgangspunkt ist dabei eine Schutzbedürftigkeit gemäß den Anforderungen für Wohngebiete bzw. Krankenhaus.

Die Ergebnisse der Berechnung des Proportionalitätsfaktors k für die geplanten Leuchten und die Blendbeleuchtungsstärke für Raumwinkel $\Omega_s < 10^{-6}$ sr sind im Datenanhang detailliert aufgeführt.

Wie hieraus hervorgeht, werden die Immissionsrichtwerte zur Begrenzung einer Blendwirkung mit Berücksichtigung der erforderlichen Maßnahme an der neuen Leuchte des oberen Parkdecks, einer Anbringung einer Blende oder alternativ einer mindestens 12 cm hohen Schute an der rückwärtigen Kurzseite der Leuchte, im Umfeld überall eingehalten.

6 Blendwirkung durch Kfz-Scheinwerfer

Für die Beurteilung einer möglichen Blendwirkung durch Kfz-Scheinwerfer ist in einem ersten Schritt zu prüfen, inwiefern von den Fenstern der Wohngebäude eine direkte Sichtverbindung in den Fokus der Scheinwerfer der Kfz auf der neu errichteten Parkhauserweiterung möglich ist.

Eine erhebliche Blendung und Raumaufhellung sind auszuschließen, wenn sich das Fenster nicht im direkt auszuleuchtenden Bereich der Scheinwerfer befindet.

Die Strassenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) definiert eine maximale Höhe der leuchtenden Fläche von Scheinwerfern bei Abblendlicht mit 1,20 m und einen Winkel der Sichtbarkeit nach Außen von 45°. Bzgl. der Ausrichtung sind Scheinwerfer nach unten geneigt zu betreiben. Hierbei ist von einer Neigung von 1 % auszugehen. Auch bzgl. der Seitenausleuchtung ist erfahrungsgemäß nicht im gesamten Winkel von 45° eine Blendwirkung zu erwarten.

Nach StVZO gilt die Blendung bei Abblendlicht ab 25 m Entfernung als aufgehoben.

Wie Anlage 3 zu entnehmen ist, ist nach dieser Definition im Bereich der Kita, als auch im Bereich der Neuplanung eine theoretische Einsichtnahme der Anwohner bzw. Nutzer in die Kfz-Scheinwerfer bei Parkvorgängen möglich. Auch liegt hier eine Unterschreitung des Abstandes von 25 m vor.

Die Planungen zu der neu errichteten Parkhauserweiterung sehen, genau wie bereits im Bestand, Sichtschutz im Bereich der Brüstungen des oberen Parkdecks als auch bei den unteren Parkebenen Sichtschutzpaneelen bzw. Milchglaspaneelen vor. Bei Errichtung von Sichtschutzpaneelen sollten diese idealerweise eine Höhe von 1,20 m aufweisen. In Anlage 3 sind diese dargestellt. Hiermit ist eine Blendung der Anwohner durch Kfz-Scheinwerfer im Bereich der neu geplanten Parkhauserweiterung ausgeschlossen.

Durch die geplante Parkhauserweiterung ist somit bei Errichtung von Sichtschutzpaneelen oder Milchglaspaneelen nicht von einer Störwirkung durch Kfz-Scheinwerfer auszugehen.

7 Zusammenfassung

In Aachen wird im Blockinnbereich zwischen den Straßen Boxgraben, Mariabrunnstraße, Reumontstraße und Südstraße ein neues Wohnquartier „Luisenhöfe“ geplant. Hierzu soll eine bestehende gewerbliche Bebauung überplant werden.

Im Zuge der Planungen zum Wohnquartier „Luisenhöfe“ soll eine Tiefgarage mit ca. 103 Stellplätzen errichtet werden, welche über die unterste Ebene des bereits bestehenden Parkhauses erschlossen werden soll. Weiterhin soll im Zuge der Planungen das Parkhaus erweitert werden. Mit Erweiterung des Parkhauses ist auch die Aufstellung einer neuen Beleuchtungsanlage auf dem oberen Parkdeck vorgesehen.

In der vorliegenden Untersuchung waren die lichttechnischen Auswirkungen auf die umliegenden Nutzungen zu beurteilen.

Ergebnis dieser Untersuchung ist, dass die Immissionsrichtwerte der Lichtrichtlinie NRW [9] für die neu geplanten Leuchten überall im Umfeld eingehalten werden, wenn die Lichtplanung entsprechend der in Kapitel 5.1 und im Datenanhang dokumentierten Eingangsdaten umgesetzt wird. Für eine der zwei Leuchten war hier eine Blende oder alternativ eine Schute mit einer Mindesthöhe von 12 cm zu berücksichtigen. Auch die Auswirkungen der bereits bestehenden Leuchten halten an den neu geplanten Wohnnutzungen die Immissionsbegrenzungen der Lichtrichtlinie ein.

Hiermit halten sowohl das Blendmaß k als auch der Indikator für Raumaufhellung, auch unter Berücksichtigung einer Summenbildung aus den bereits vorhandenen Leuchten, die Immissionsrichtwerte ein.

Auch eine mögliche Störwirkung der Anwohner durch Kfz-Scheinwerfer im Bereich der neu geplanten Parkhauserweiterung ist aufgrund der geplanten Sichtschutzpaneelen auf den oberen Parketagen sowie Sichtschutz bzw. Milchglaspaneelen in den unteren Parketagen auszuschließen.

Dieser Bericht besteht aus 15 Seiten, 3 Anlagen und einem Datenanhang.

Peutz Consult GmbH



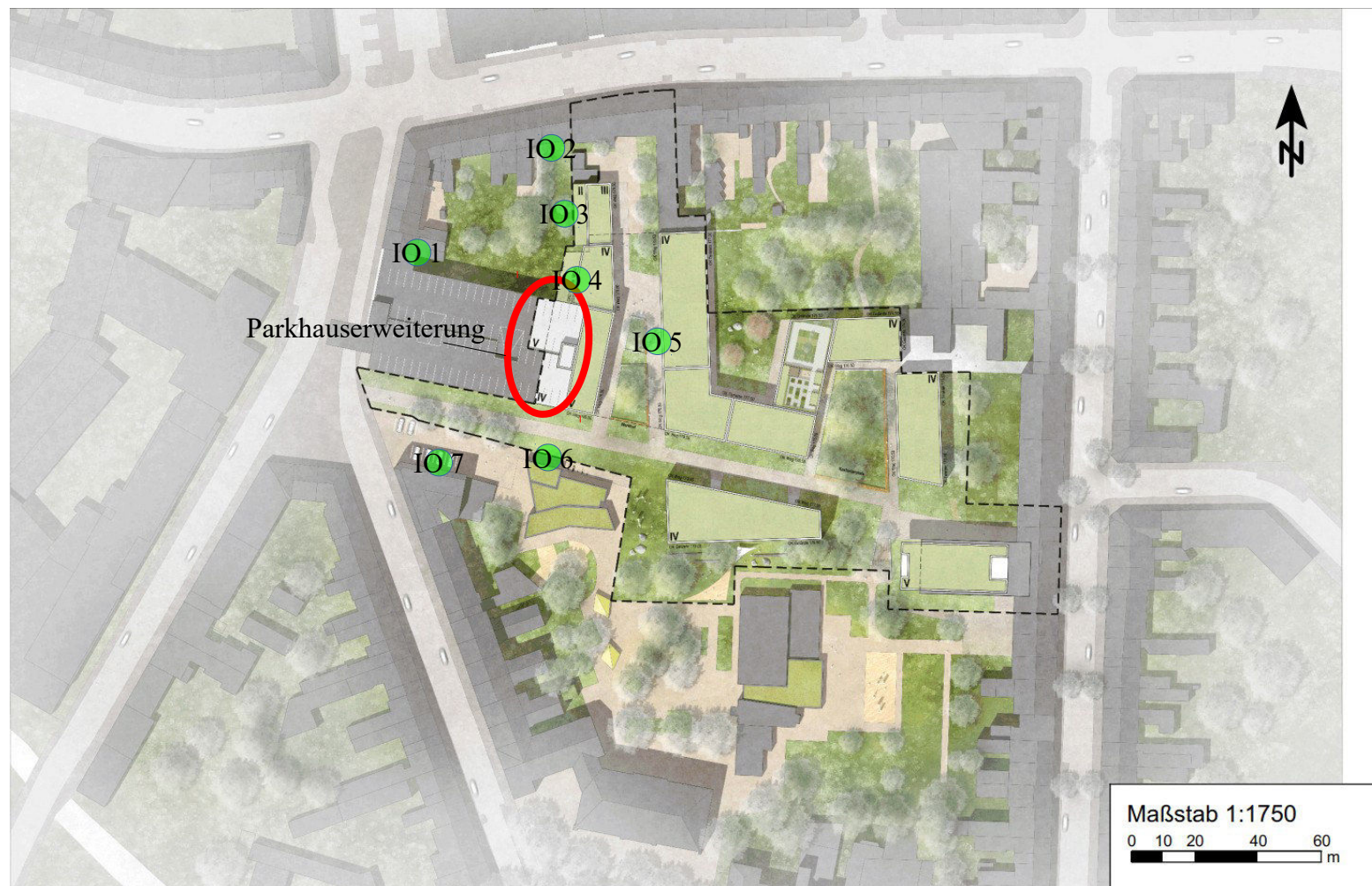
i.V. Dipl.-Ing. Sara Lippold
(fachliche Verantwortung)

Anlagenverzeichnis

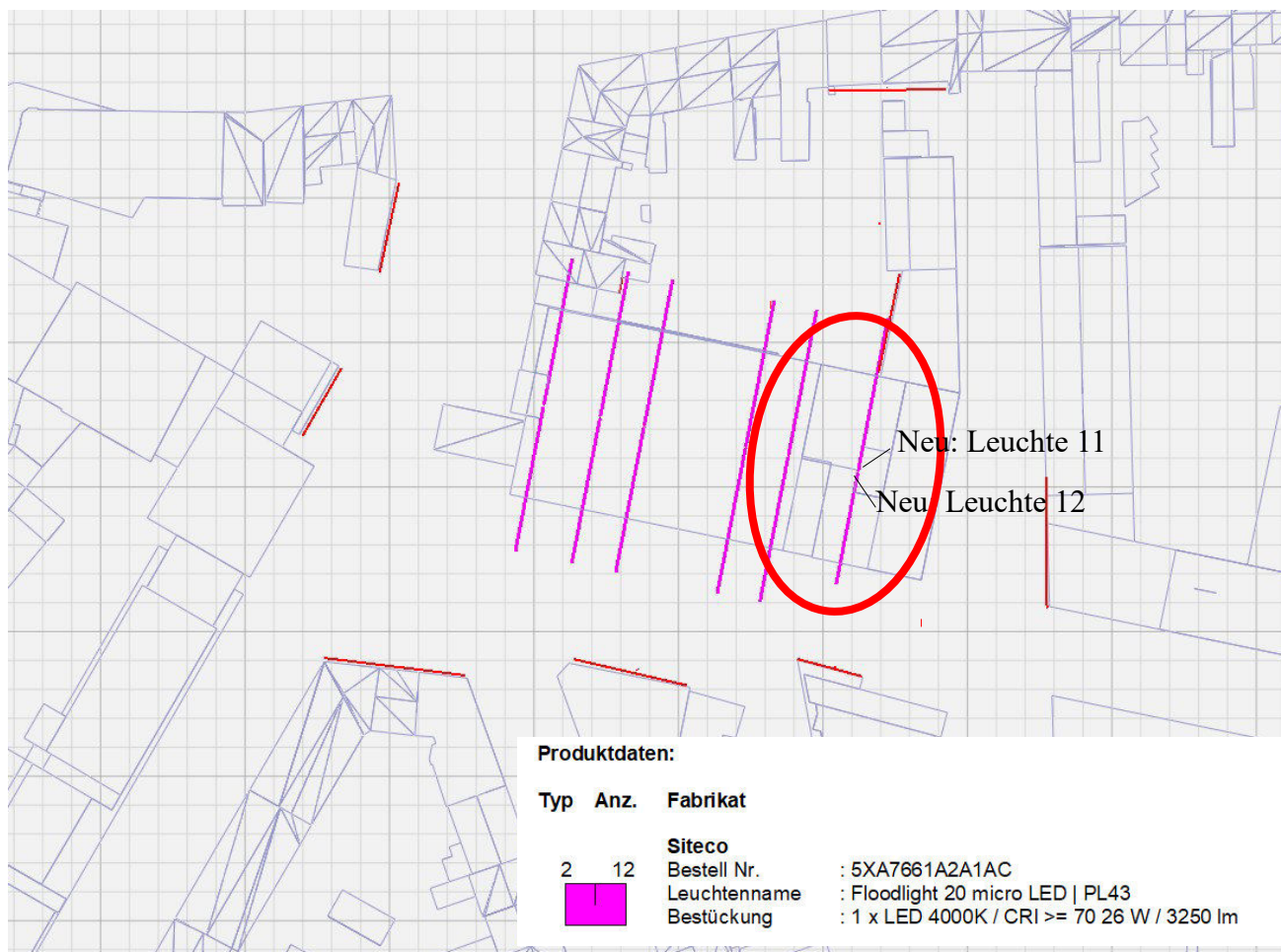
Anlage 1 Übersichtslageplan

Anlage 2 Ergebnisse Simulationsberechnung

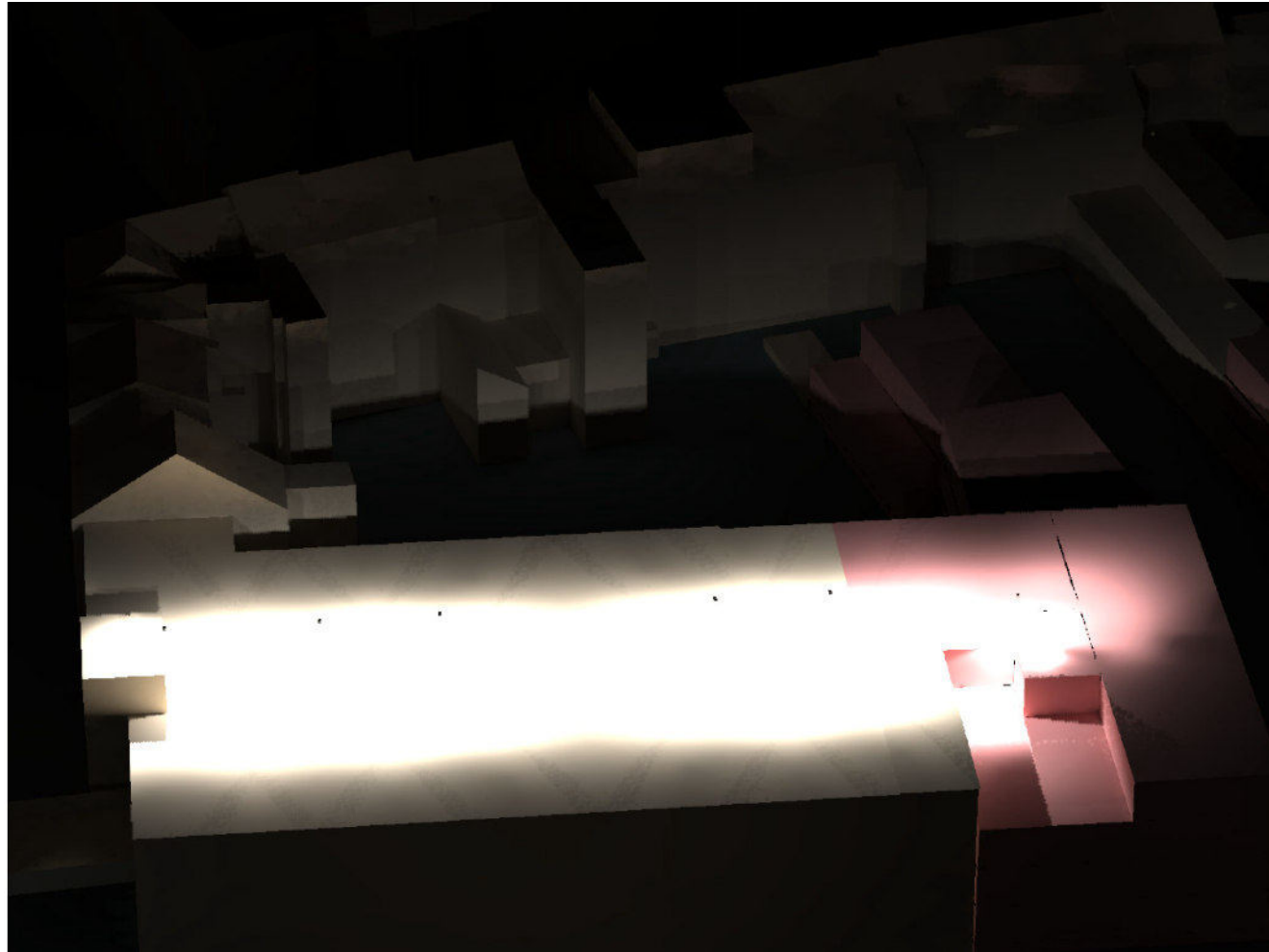
Anlage 3 Störwirkung Kfz-Scheinwerfer Parkhauserweiterung



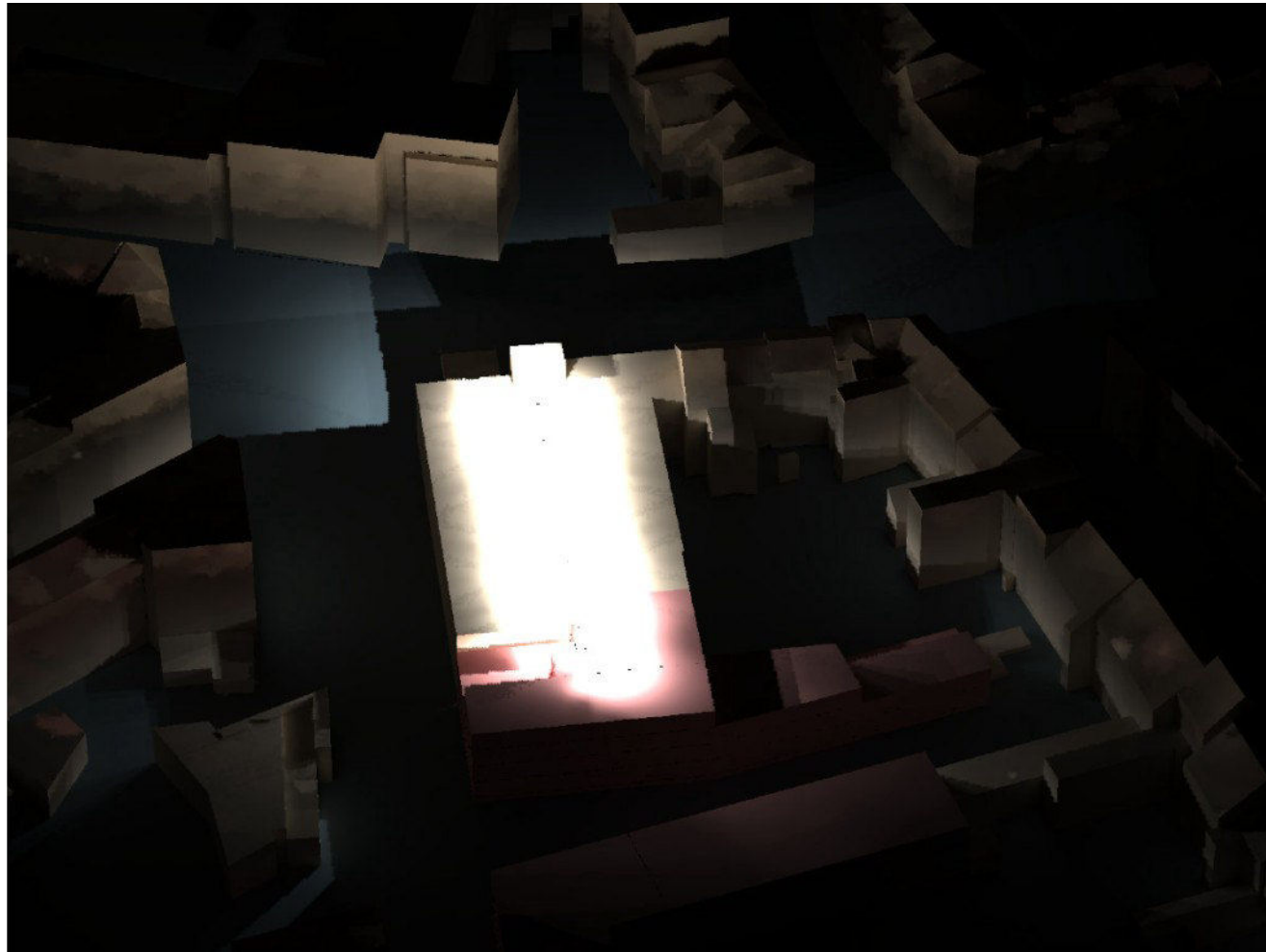
Plangebiet mit Kennzeichnung der Immissionsorte



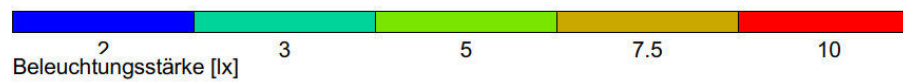
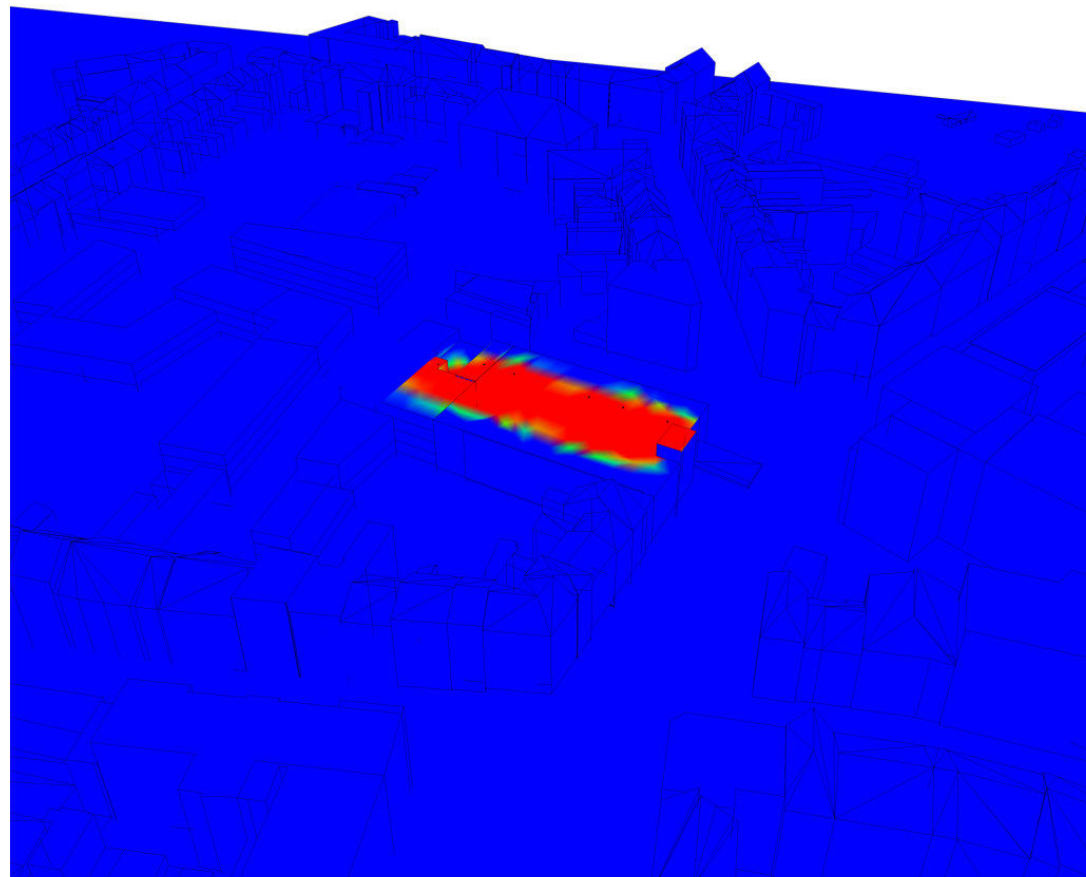
Übersicht Leuchtenposition



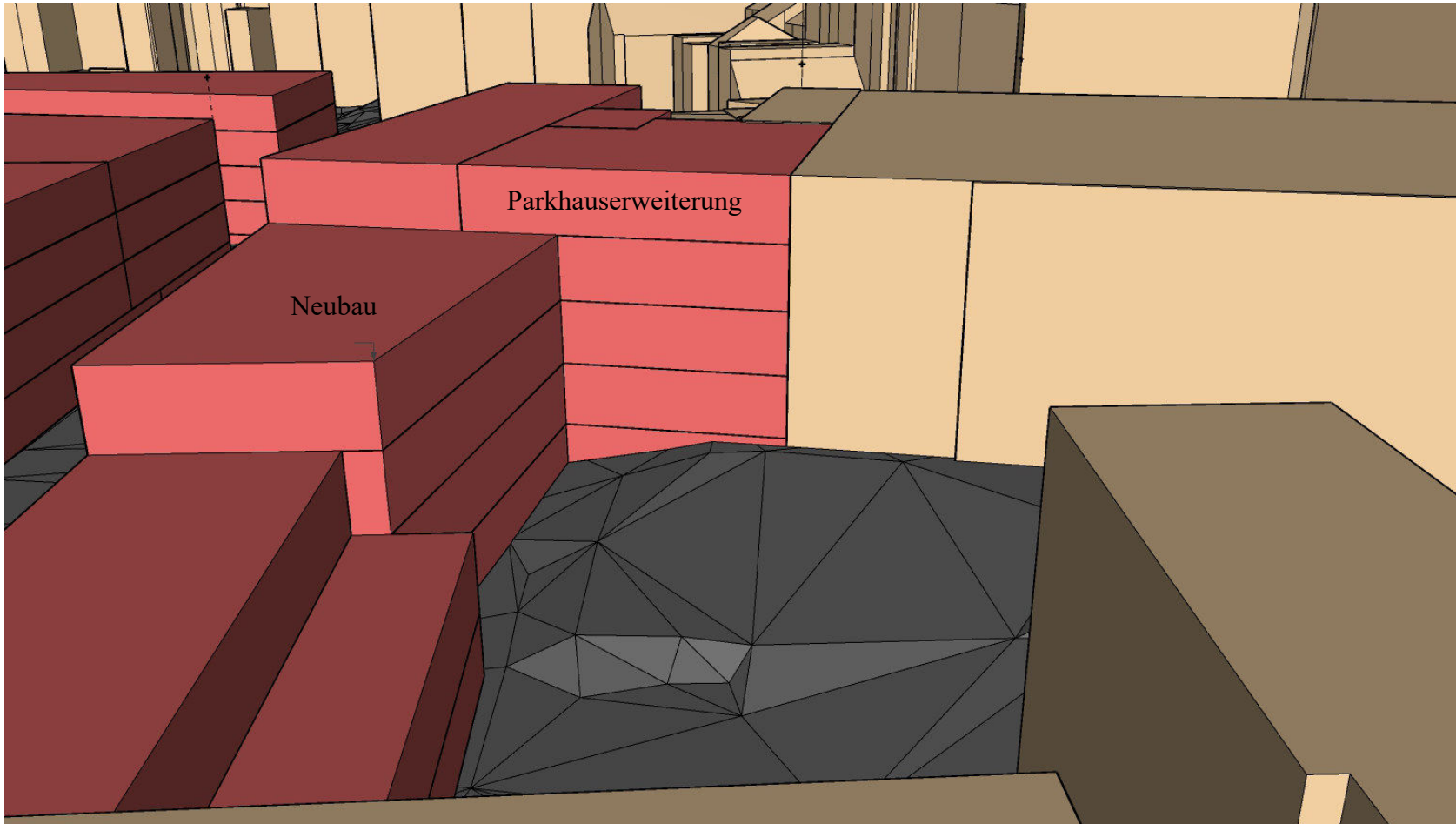
Perspektive Nord Simulationsmodell



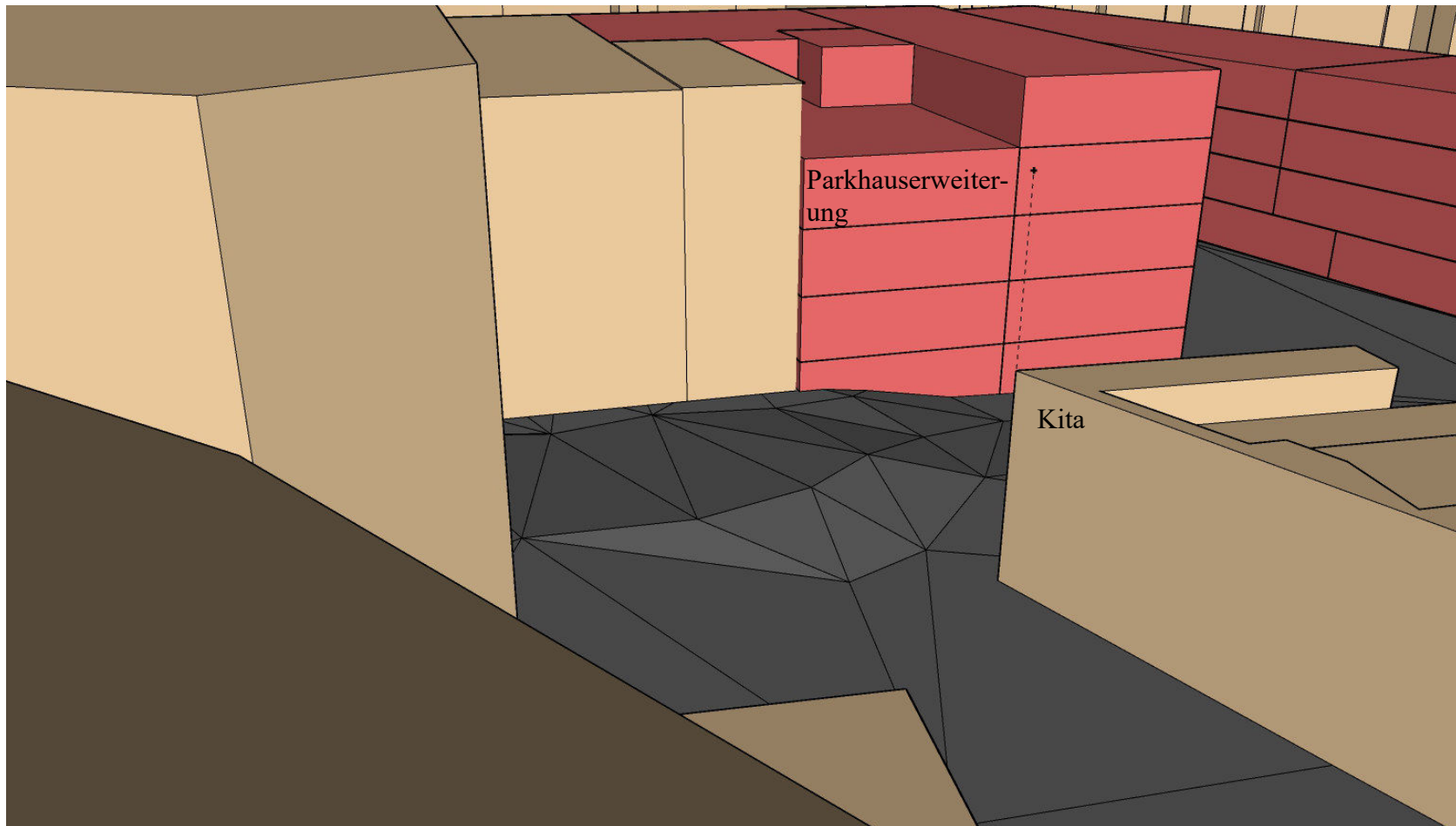
Perspektive West Simulationsmodell



Ergebnisdarstellung Beleuchtungsstärke (Raumaufhellung)

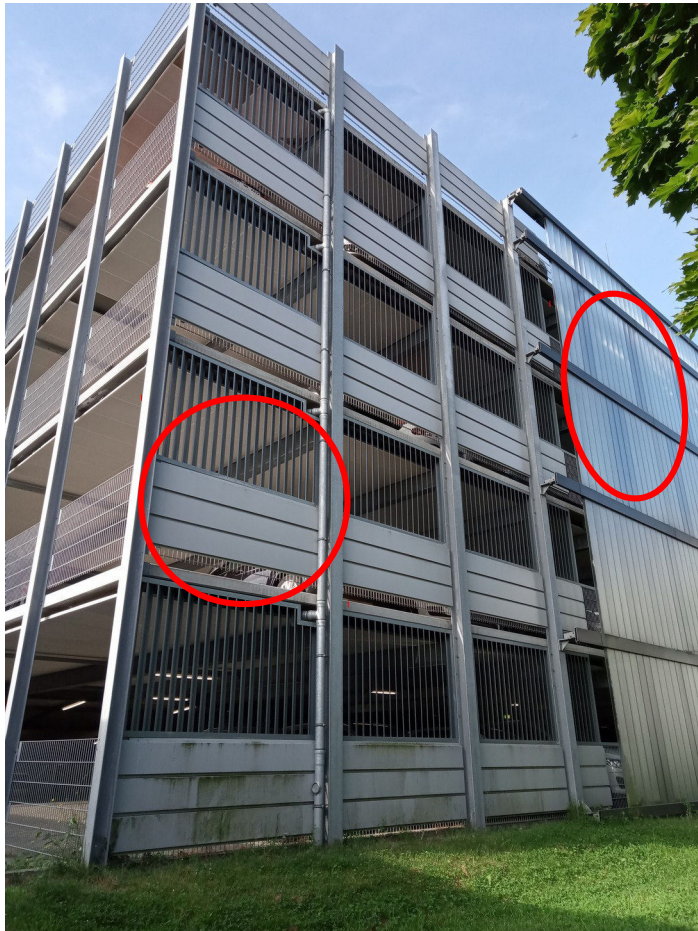


Perspektive Neubau Parkhaus



Perspektive Kita Parkhauserweiterung

Geplante Maßnahmen wie bereits im Bestandsfall:



Sichtschutz Brüstung und Milchglaspaneele

Luisenhöfe Aachen

Anlage : Datenanhang

Projektnummer : C 5288

Kunde : Luisenhöfe GmbH

Bearbeiter : SL

Datum : 10.03.2020

Die nachfolgenden Werte basieren auf exakten Berechnungen an kalibrierten Lampen, Leuchten und deren Anordnung, wobei in der Praxis graduelle, nicht vermeidbare Abweichungen auftreten können. Für die angegebenen Daten werden sämtliche Gewährleistungsansprüche wegbedungen.

Der Haftungsausschluss gilt unabhängig des Rechtsgrundes für Schäden wie auch für Folgeschäden bei Anwendern und Dritten.

1 Leuchtendaten

1.1 Siteco, Floodlight 20 micro LED | ... (5XA7661A2A1AC)

1.1.1 Datenblatt

Hersteller: Siteco



5XA7661A2A1AC Fluter | Wandanbau Floodlight 20 micro LED | PL43

Floodlight 20 micro LED, Fluter, primäre Lichtlenkung mit Linse, aus Kunststoff, primäre lichttechn. Abdeckung: Schutzscheibe, aus Einscheiben-Sicherheitsglas, klar, Lichtverteilung: PL43, Lichtaustritt: direkt strahlend, Montageart: Anbau, LED High Power LED, Bemessungslichtstrom: 3.250 lm, Lichtfarbe: 740, Farbtemperatur: 4000K, Vorschaltgerät: EVG Basic, elektronische Leistungsreduzierung, mit Klemme, 4polig, max. 1,5mm², Netzanschluss: 220..240V, AC, 50/60Hz, Bemessungsleistung: 27W, LED-Einheit, aus Aluminium Druckguss, pulverbeschichtet, Siteco® eisenglimmer (DB 702S), Länge: 304 mm, Breite: 222 mm, Höhe: 55mm, Gehäuserahmen, aus Aluminium, Druckguss, pulverbeschichtet, Siteco® eisenglimmer (DB 702S), Tragbügel, aus Stahl, pulverbeschichtet, Siteco® eisenglimmer (DB 702S), EIN/AUSSchutzart (gesamt): IP66, Schutzklasse (gesamt): SK I (Schutzerdung), Prüfzeichen: CE, ENEC, VDE, Schutzzeichen: D, zul. Umgebungstemperatur für Innenräume: -20..+40°C, zul. Umgebungstemperatur für Außenanwendungen: -25..+50°C, Norm: DIN EN 12944, Verpackungseinheit: 1 Stück

Lichtverteilung: PL43

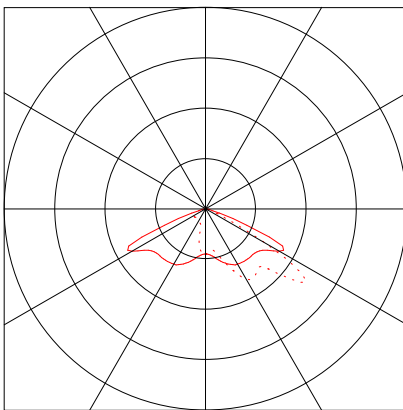
Leuchtendaten

Leuchten-Wirkungsgrad : 100%
Leuchten-Lichtausbeute : 121.27 lm/W
Klassifikation : A30 ↓100.0% ↑0.0%
CIE Flux Codes : 32 74 99 100 100
Blendung : G*6 / D6
Leistung : 26.8 W
Lichtstrom : 3250 lm

Bestückung mit

Anzahl : 1
Bezeichnung : LED 4000K /
CRI >= 70
Leistung : 26 W
Farbe : 4000K
Lichtstrom : 3250 lm
Farbwiedergabe : 70

Abmessungen : 323 mm x 222 mm x 55 mm



2 Außenbereich 1

2.1 Beschreibung, Außenbereich 1

2.1.1 Leuchten- und Raumelemente

Produktdaten:

Typ Anz. Fabrikat

2	12	Siteco	
		Bestell Nr.	: 5XA7661A2A1AC
		Leuchtenname	: Floodlight 20 micro LED PL43
		Bestückung	: 1 x LED 4000K / CRI >= 70 26 W / 3250 lm

		Position			Drehung			
		x[m]	y[m]	z[m]	za	xa	ya	
Siteco Floodlight 20 micro LED PL43 5XA7661A2A1AC								
1		176.70	264.16	47.50	349.0°	0.0°	0.0°	
	mit	Zielkoordinaten				Drehung		
	1	5XA7661A2A1AC	181.62	289.48	29.71	349.0°	0.0°	0.0°
2		176.70	264.16	47.50	169.0°	0.0°	0.0°	
	mit	Zielkoordinaten				Drehung		
	1	5XA7661A2A1AC	171.78	238.84	29.71	169.0°	0.0°	0.0°
3		186.44	262.04	47.50	349.0°	0.0°	0.0°	
	mit	Zielkoordinaten				Drehung		
	1	5XA7661A2A1AC	191.37	287.36	29.71	349.0°	0.0°	0.0°
4		186.44	262.04	47.50	169.0°	0.0°	0.0°	
	mit	Zielkoordinaten				Drehung		
	1	5XA7661A2A1AC	181.52	236.72	29.71	169.0°	0.0°	0.0°
5		194.07	260.56	47.50	349.0°	0.0°	0.0°	
	mit	Zielkoordinaten				Drehung		
	1	5XA7661A2A1AC	198.99	285.88	29.71	349.0°	0.0°	0.0°
6		194.07	260.56	47.50	169.0°	0.0°	0.0°	
	mit	Zielkoordinaten				Drehung		
	1	5XA7661A2A1AC	189.15	235.24	29.71	169.0°	0.0°	0.0°
7		211.64	256.97	47.50	349.0°	0.0°	0.0°	
	mit	Zielkoordinaten				Drehung		
	1	5XA7661A2A1AC	216.57	282.29	29.71	349.0°	0.0°	0.0°
8		211.64	256.97	47.50	169.0°	0.0°	0.0°	
	mit	Zielkoordinaten				Drehung		
	1	5XA7661A2A1AC	206.72	231.65	29.71	169.0°	0.0°	0.0°
9		219.01	255.42	47.50	349.0°	0.0°	0.0°	
	mit	Zielkoordinaten				Drehung		
	1	5XA7661A2A1AC	223.93	280.74	29.71	349.0°	0.0°	0.0°
10		219.01	255.42	47.50	169.0°	0.0°	0.0°	
	mit	Zielkoordinaten				Drehung		
	1	5XA7661A2A1AC	214.09	230.10	29.71	169.0°	0.0°	0.0°

2 Außenbereich 1

2.1 Beschreibung, Außenbereich 1

2.1.1 Leuchten- und Raumelemente

11		231.09	252.73	46.50	349.0°	0.0°	0.0°
	mit	Zielkoordinaten				Drehung	
	1 5XA7661A2A1AC	235.74	276.65	29.71	349.0°	0.0°	0.0°
12		231.09	252.73	43.50	169.0°	0.0°	0.0°
	mit	Zielkoordinaten				Drehung	
	1 5XA7661A2A1AC	227.26	233.02	29.71	169.0°	0.0°	0.0°

Gestaltungselemente

Messfläche

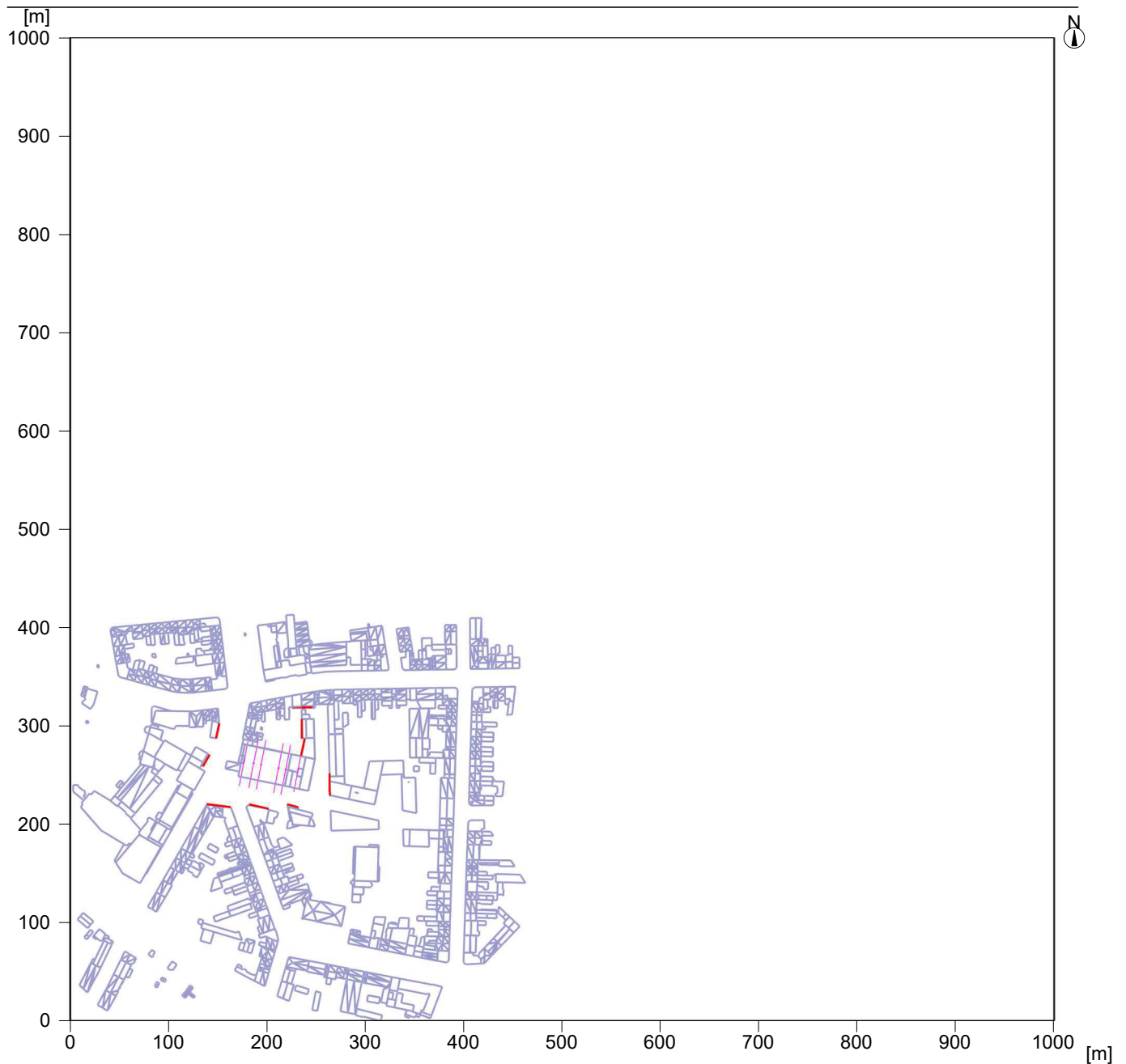
Nr.	xm[m]	ym[m]	zm[m]	Länge	Breite	z-Achse	Drehwinkel	
							L-Achse	Q-Achse
M 01								
M 1	189.76	283.55	42.66	0.51	2.65	349.05	0.00	90.00
M 09								
M 2	135.01	258.93	57.55	6.64	11.53	330.06	0.00	90.00
M 05								
M 9	263.76	229.14	39.22	0.20	22.45	0.50	0.00	90.00
M 04								
M 10	234.67	269.99	39.91	3.57	16.78	348.00	0.00	90.00
M 03								
M 14	235.33	287.15	41.37	0.00	19.42	0.00	0.00	90.00
M 10								
M 3	148.33	287.28	42.92	3.29	15.24	347.81	0.00	90.00
M 02								
M 4	226.15	318.62	45.35	19.95	0.10	270.28	0.00	90.00
M 07								
M 11	201.40	215.71	48.88	19.44	4.49	77.00	0.00	90.00
M 08								
M 13	162.99	217.45	49.59	24.24	2.98	83.00	0.00	90.00
M 06								
M 12	231.64	217.29	36.54	10.96	2.94	75.00	0.00	90.00

Sonstige

Nr.	xm[m]	ym[m]	zm[m]	Länge	Breite	z-Achse	Drehwinkel		rho[%]
							L-Achse	Q-Achse	
Blende									
Q 1	230.99	252.71	46.50	0.20	0.08	349.00	0.00	0.00	50

2.1 Beschreibung, Außenbereich 1

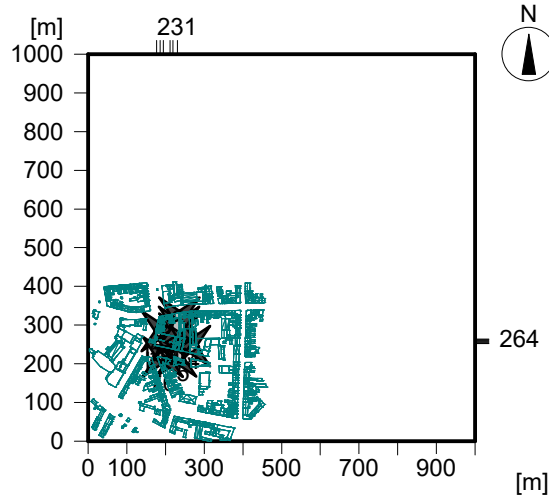
2.1.2 Grundriss



2 Außenbereich 1

2.2 Berechnungsergebnisse, Außenbereich 1

2.2.1 Blendungsbewertung Lichtimmissionen



Blendungsbewertung Lichtimmissionen

Kleine Raumwinkel : Blendbeleuchtungsstärke für $\omega_s < 1.0e-6$
 Verschattung : Verschattung durch Leuchtengeometrien wurde berücksichtigt
 Filter : Nur Leuchten mit hohen k-Werten auflisten (3), Unsichtbare Lichtquellen ignorieren ($I < 1.0e-3$)

Nr. Leuchte	Nr.	I [cd]	Limit L [cd/m ²]	Ls [cd/m ²]	ks	Omega-s [sr]	Orient./Neig. [°]	Entf. [m]	
I(p) 1, limit: k = 64, Lu = 0.1 cd/m² (190.32m / 284.66m / 10.29m)									
I(p) 2, limit: k = 64, Lu = 0.1 cd/m² (236.05m / 319.11m / 14.29m)									
			Punktlicht, Blendbel. (< 1.0e-6)		Limit E=0.020lx				
B1	Measured Geometry...	(1)	4	--	--	1.25e-07	169.0°/ 0.0°	66	
B2	Measured Geometry...	(1)	4	--	--	1.21e-07	169.0°/ 0.0°	67	
B3	Measured Geometry...	(1)	4	--	--	8.34e-08	169.0°/ 0.0°	76	
I(p) 4, limit: k = 64, Lu = 0.1 cd/m² (236.10m / 277.78m / 7.79m)									
I(p) 3, limit: k = 64, Lu = 0.1 cd/m² (234.79m / 295.54m / 4.79m)									
I(p) 5, limit: k = 64, Lu = 0.1 cd/m² (262.64m / 246.02m / 7.79m)									
I(p) 6, limit: k = 64, Lu = 0.1 cd/m² (227.14m / 218.90m / 4.79m)									
I(p) 7, limit: k = 64, Lu = 0.1 cd/m² (192.81m / 218.35m / 9.79m)									
A1	Measured Geometry...	(1)	37	20120	19620	62.40	1.01e-06	349.0°/ 0.0°	43
A2	Measured Geometry...	(1)	34	19870	18010	58.00	1.04e-06	169.0°/ 0.0°	43
			Punktlicht, Blendbel. (< 1.0e-6)		Limit E=0.020lx				
B3	Measured Geometry...	(1)	46	--	--	0.02 lx	9.10e-07	169.0°/ 0.0°	45
B4	Measured Geometry...	(1)	47	--	--	0.02 lx	8.39e-07	169.0°/ 0.0°	46
B5	Measured Geometry...	(1)	39	--	--	0.02 lx	9.86e-07	169.0°/ 0.0°	44
B6	Measured Geometry...	(1)	40	--	--	0.02 lx	9.63e-07	349.0°/ 0.0°	44
B7	Measured Geometry...	(1)	41	--	--	0.02 lx	8.90e-07	349.0°/ 0.0°	45

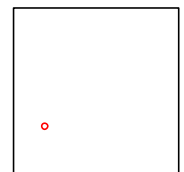
2 Außenbereich 1

2.4 Berechnungsergebnisse, Außenbereich 1

2.4.1 Tabelle (Raytracing), M 01 (E)

0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

11 12 [m]



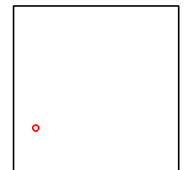
Teil 2

2.4 Berechnungsergebnisse, Außenbereich 1

2.4.2 Tabelle (Raytracing), M 09 (E)

[m]	[0.46]	0.41	0.28	0.23	0.2	0.12	0.07	0.05	0.04	0.05	0.07	0.12
11	0.44	0.39	0.34	0.28	0.21	0.11	0.07	0.04	0.04	0.05	0.07	0.1
9	0.45	0.39	0.33	0.28	0.18	0.12	0.09	(0.03)	0.04	0.04	0.06	0.08
7	0.42	0.39	0.26	0.23	0.17	0.1	0.08	0.06	0.05	0.04	0.06	0.07
5	0.38	0.34	0.27	0.24	0.17	0.11	0.08	0.04	0.05	0.07	0.07	0.09
3	0.31	0.28	0.27	0.24	0.17	0.09	0.09	0.06	0.04	0.06	0.07	0.08
1	0.34	0.28	0.24	0.2	0.15	0.13	0.09	0.05	0.04	0.06	0.08	0.09
1	0.35	0.27	0.22	0.2	0.17	0.12	0.09	0.04	0.04	0.06	0.08	0.1
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	[m]		

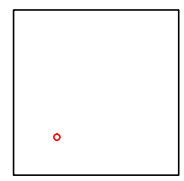
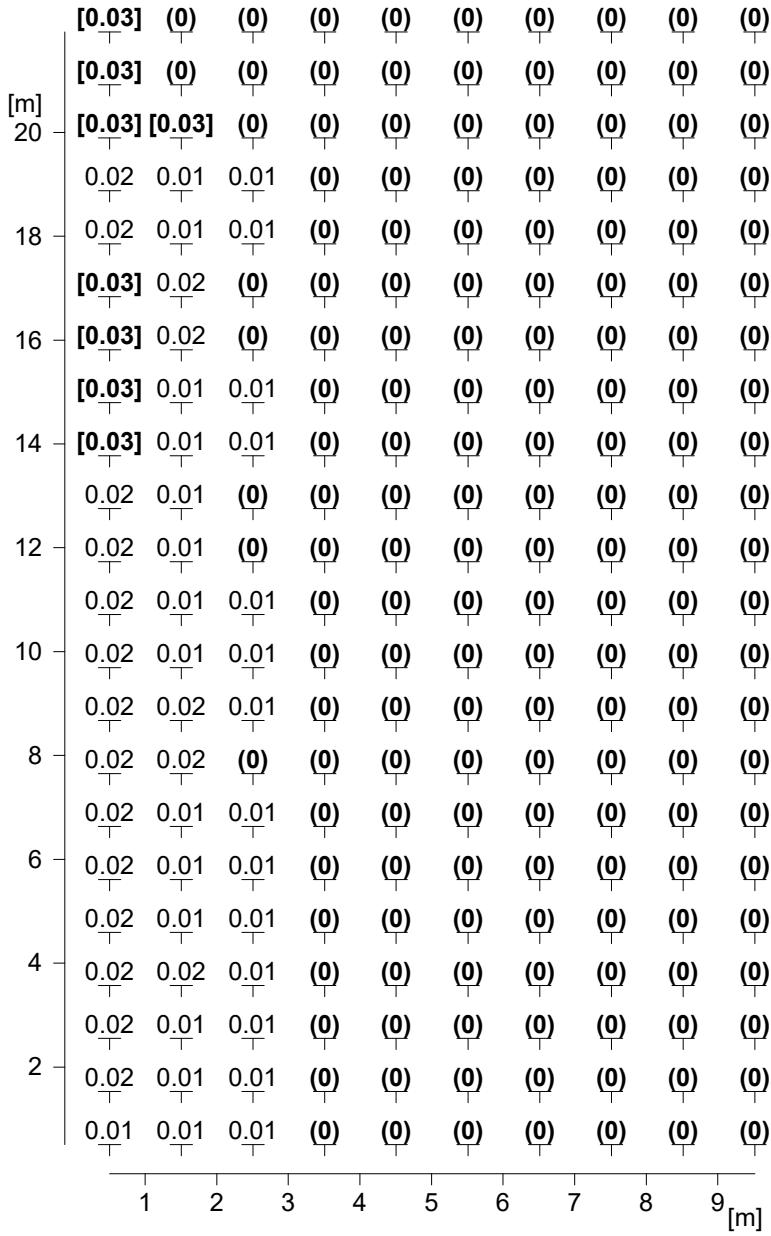
Beleuchtungsstärke [lx]



Mittlere Beleuchtungsstärke	Em	: 0.16 lx
Minimale Beleuchtungsstärke	Emin	: 0.03 lx
Maximale Beleuchtungsstärke	Emax	: 0.46 lx
Gleichmäßigkeit U ₀	Emin/Em	: 1 : 5.72 (0.17)
Ungleichmäßigkeit U _d	Emin/Emax	: 1 : 16.40 (0.06)

2.4 Berechnungsergebnisse, Außenbereich 1

2.4.3 Tabelle (Raytracing), M 05 (E)

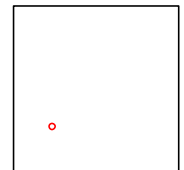


Mittlere Beleuchtungsstärke	Em	: 0 lx
Minimale Beleuchtungsstärke	Emin	: 0 lx
Maximale Beleuchtungsstärke	Emax	: 0.03 lx
Gleichmäßigkeit U ₀	Emin/Em	: ---
Ungleichmäßigkeit U _d	Emin/Emax	: ---

2.4 Berechnungsergebnisse, Außenbereich 1

2.4.4 Tabelle (Raytracing), M 04 (E)

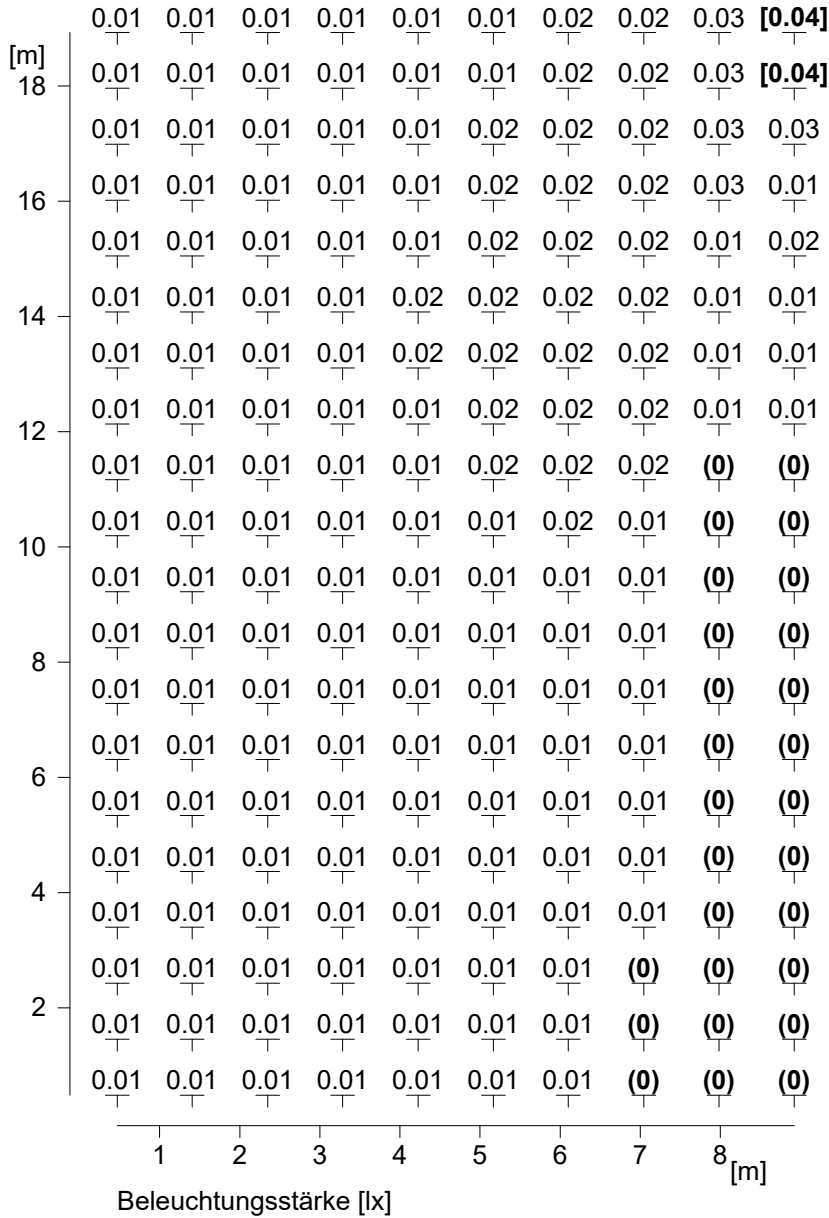
[m]	0.04	0.02	0.01	(0)	(0)	(0)
16	[0.05]	0.02	0.01	(0)	(0)	(0)
14	0.04	0.01	(0)	(0)	(0)	(0)
12	0.04	0.01	(0)	(0)	(0)	(0)
10	0.01	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
8	0.02	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
6	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
4	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
2	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
	1	2	3	4	5	6
	Beleuchtungsstärke [lx]					
						8 [m]



Mittlere Beleuchtungsstärke	Em	: 0 lx
Minimale Beleuchtungsstärke	Emin	: 0 lx
Maximale Beleuchtungsstärke	Emax	: 0.05 lx
Gleichmäßigkeit U ₀	Emin/Em	: ---
Ungleichmäßigkeit U _d	Emin/Emax	: ---

2.4 Berechnungsergebnisse, Außenbereich 1

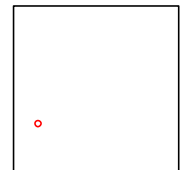
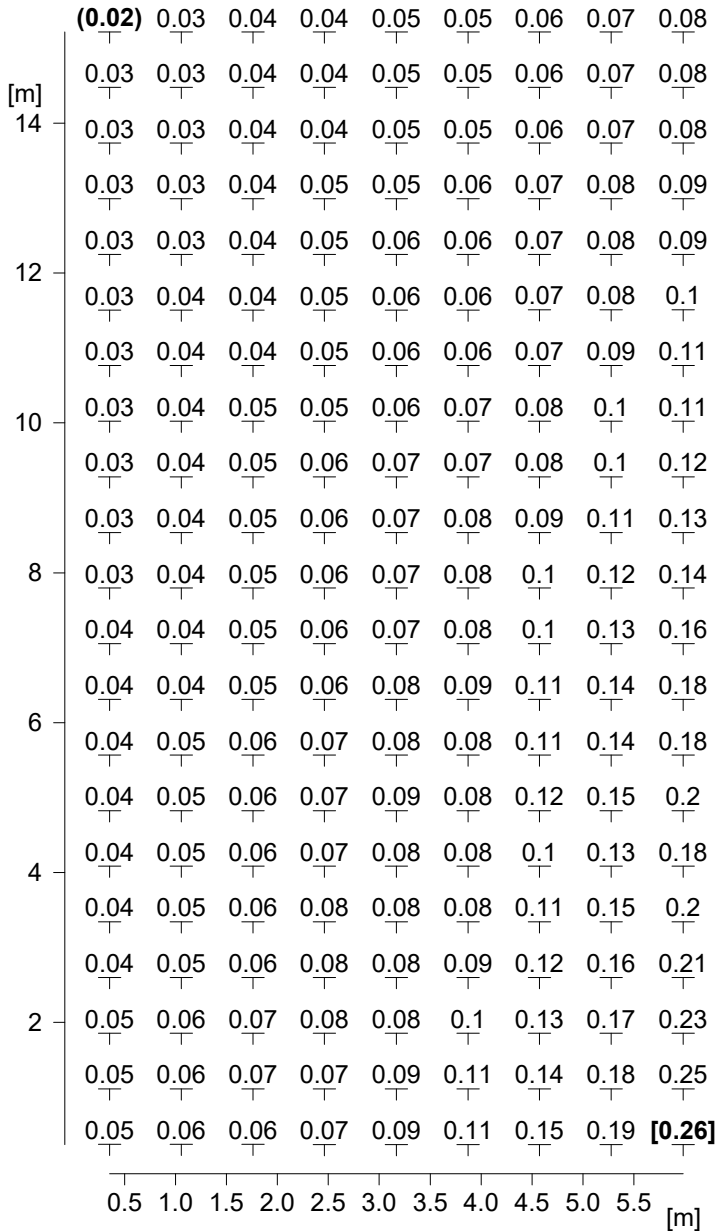
2.4.5 Tabelle (Raytracing), M 03 (E)



Mittlere Beleuchtungsstärke	Em	: 0.01 lx
Minimale Beleuchtungsstärke	Emin	: 0 lx
Maximale Beleuchtungsstärke	Emax	: 0.04 lx
Gleichmäßigkeit U ₀	Emin/Em	: 1 : 10.13 (0.10)
Ungleichmäßigkeit U _d	Emin/Emax	: 1 : 37.59 (0.03)

2.4 Berechnungsergebnisse, Außenbereich 1

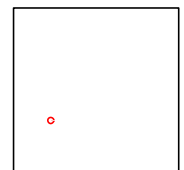
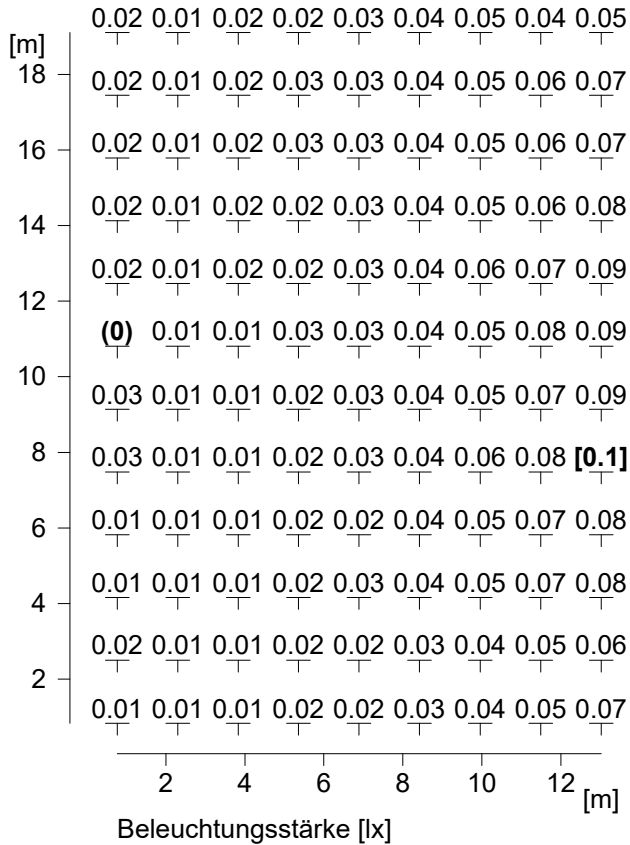
2.4.6 Tabelle (Raytracing), M 10 (E)



Mittlere Beleuchtungsstärke	Em	: 0.08 lx
Minimale Beleuchtungsstärke	Emin	: 0.02 lx
Maximale Beleuchtungsstärke	Emax	: 0.26 lx
Gleichmäßigkeit U ₀	Emin/Em	: 1 : 3.19 (0.31)
Ungleichmäßigkeit U _d	Emin/Emax	: 1 : 10.83 (0.09)

2.4 Berechnungsergebnisse, Außenbereich 1

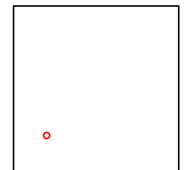
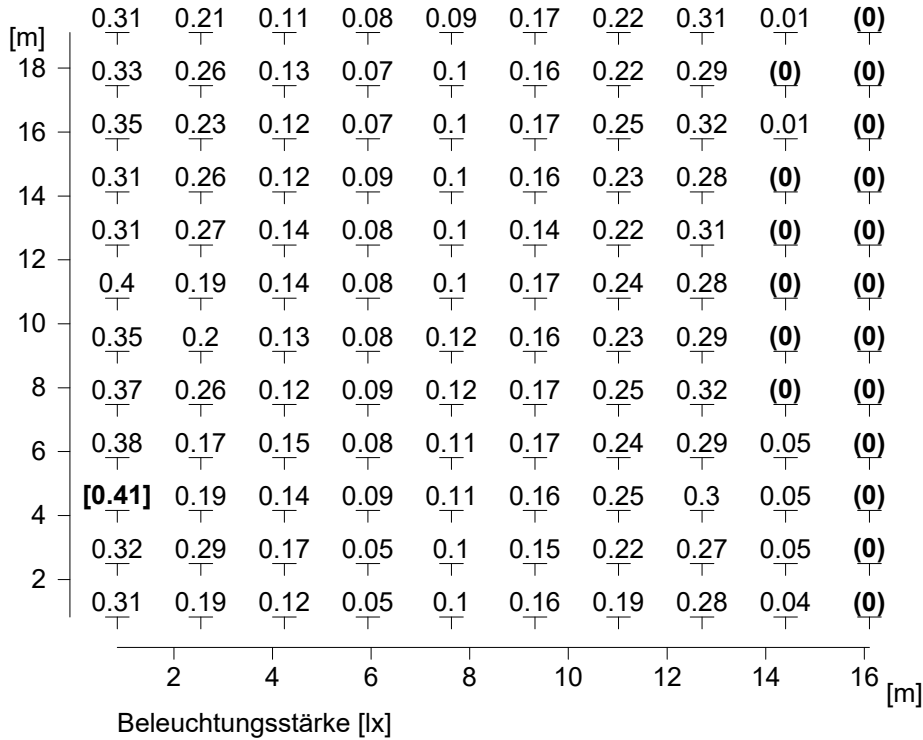
2.4.7 Tabelle (Raytracing), M 02 (E)



Mittlere Beleuchtungsstärke	Em	: 0.04 lx
Minimale Beleuchtungsstärke	Emin	: 0 lx
Maximale Beleuchtungsstärke	Emax	: 0.1 lx
Gleichmäßigkeit U ₀	Emin/Em	: 1 : 8.53 (0.12)
Ungleichmäßigkeit U _d	Emin/Emax	: 1 : 23.49 (0.04)

2.4 Berechnungsergebnisse, Außenbereich 1

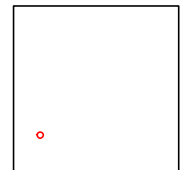
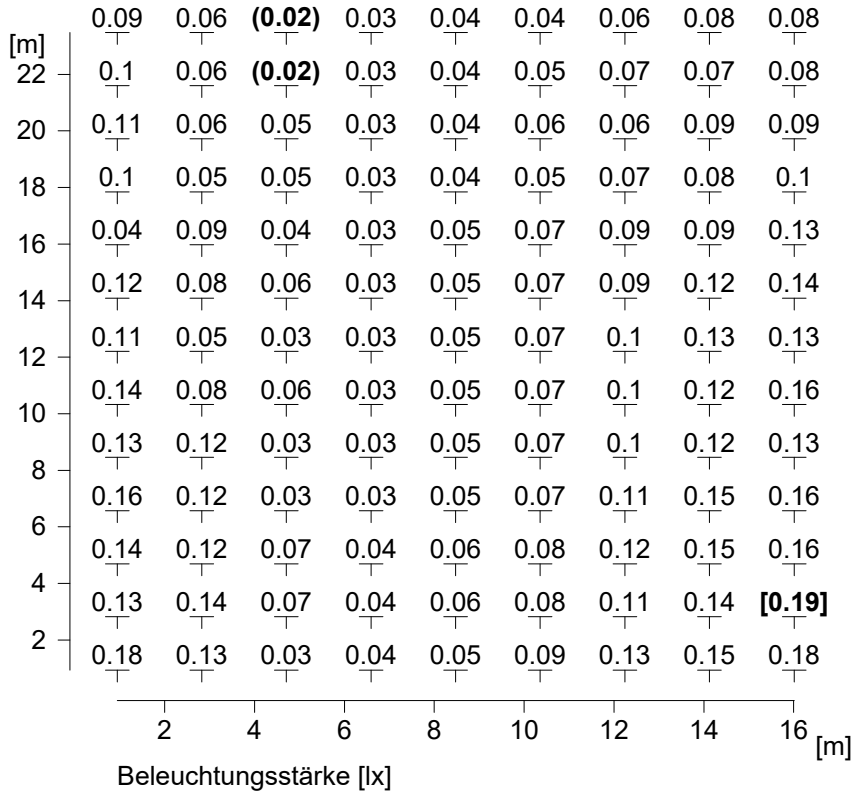
2.4.8 Tabelle (Raytracing), M 07 (E)



Mittlere Beleuchtungsstärke	Em	: 0.16 lx
Minimale Beleuchtungsstärke	Emin	: 0 lx
Maximale Beleuchtungsstärke	Emax	: 0.41 lx
Gleichmäßigkeit U ₀	Emin/Em	: 1 : 41.58 (0.02)
Ungleichmäßigkeit U _d	Emin/Emax	: 1 : 105.60 (0.01)

2.4 Berechnungsergebnisse, Außenbereich 1

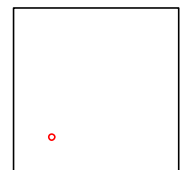
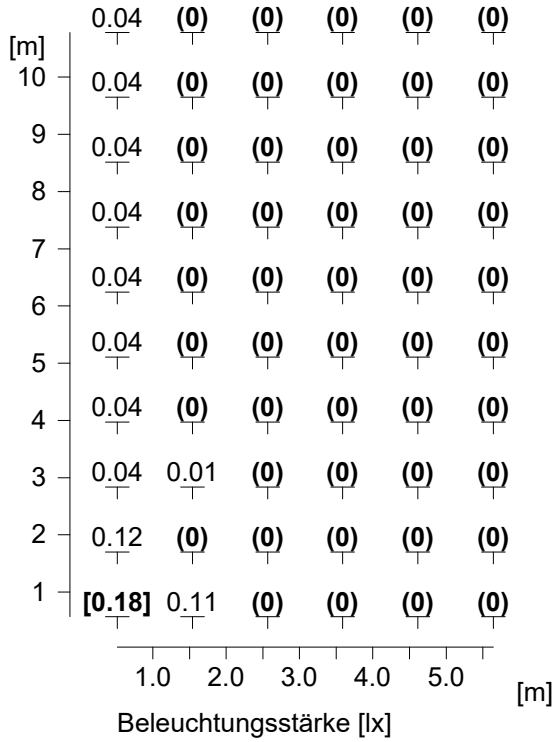
2.4.9 Tabelle (Raytracing), M 08 (E)



Mittlere Beleuchtungsstärke	Em	: 0.08 lx
Minimale Beleuchtungsstärke	Emin	: 0.02 lx
Maximale Beleuchtungsstärke	Emax	: 0.19 lx
Gleichmäßigkeit U ₀	Emin/Em	: 1 : 3.52 (0.28)
Ungleichmäßigkeit U _d	Emin/Emax	: 1 : 8.26 (0.12)

2.4 Berechnungsergebnisse, Außenbereich 1

2.4.10 Tabelle (Raytracing), M 06 (E)



Mittlere Beleuchtungsstärke	Em	: 0.01 lx
Minimale Beleuchtungsstärke	Emin	: 0 lx
Maximale Beleuchtungsstärke	Emax	: 0.18 lx
Gleichmäßigkeit U ₀	Emin/Em	: 1 : 7.78 (0.13)
Ungleichmäßigkeit U _d	Emin/Emax	: 1 : 100.01 (0.01)