

Gemeinde Wölfersheim

Bebauungsplan „Logistikpark Wölfersheim A 45“

Gutachten zur Bewertung der Lichtimmissionen

Stand: 5. Juni 2019

Ingenieurbüro für Umweltplanung Dr. Jochen Karl GmbH

Beratender Ingenieur und Stadtplaner IngKH

Staufenberger Straße 27

35460 Staufenberg

Tel. (06406) 92 3 29-0 info@ibu-karl.de

Inhalt

1	Einleitung	3
1.1	Veranlassung und Zielsetzung	3
1.2	Möglichkeiten und Grenzen der Bewertung von Lichtimmissionen	3
2	Gesetzliche Grundlagen	4
3	Beschreibung von Standort und Vorhaben	5
3.1	Standort	5
3.2	Vorhaben	5
4	Physikalische und methodische Grundlagen	7
5	Ermittlung und Bewertung der Lichtimmissionen durch das Logistikzentrum	11
5.1	Definition der Projektionsebene und Rahmenbedingungen	11
5.2	Entwicklung der Beleuchtungsprofile	14
5.3	Berechnung der Projektionen	18
5.4	Gesamtansicht	27
6	Diskussion der Ergebnisse	29
7	Empfehlungen für die Eingriffsminimierung	31
	Literatur	32

1 Einleitung

1.1 Veranlassung und Zielsetzung

Die Gemeinde Wölfersheim plant die Ausweisung eines Gewerbegebietes zur Ansiedlung eines Logistikzentrums der Fa. REWE unweit der Anschlussstelle „Wölfersheim“ an der BAB A 45. Das Gebiet liegt in der Gemarkung Berstadt, Flur 15, eine Teilfläche im Osten in der Gemarkung Wölfersheim, Flur 11. Die Erschließung erfolgt über die B 455 sowie die K 181. Aufgrund der Großflächigkeit des Vorhabens, für das ein 24-Stunden-Betrieb vorgesehen ist, soll die Frage der Veränderung der Lichtemissionen für die umliegenden Siedlungsbereiche ermittelt und bewertet werden. Gegenstand des Gutachtens ist mithin die Frage der „Lichtverschmutzung“ für die Menschen, ausdrücklich nicht die Auswirkungen auf die Tierwelt, die im Umweltbericht zum Bebauungsplan behandelt werden und in Teilen anderen Parametern als den hier zu beachtenden unterliegen, vor allem dem UV-Anteil und der Lichtfarbe der nächtlichen Abstrahlung. Dass auch hier Eingriffsminimierung und Vorsorge zu treffen ist, muss nicht betont werden. Die mittlerweile gängige Beleuchtung von Betriebsflächen mit LED-Technik bewirkt gegenüber der bislang üblichen Verwendung von Natrium-Dampfdrucklampen aber generell eine deutliche Verbesserung, da diese erheblich weniger UV-Licht emittiert. Die Frage der Lichtfarbe ist hierbei noch nicht unwichtig, aber nachrangig.

1.2 Möglichkeiten und Grenzen der Bewertung von Lichtimmissionen

Die Ausbreitung von Licht und dessen Wahrnehmung beim „Empfänger“ ist schon physikalisch überaus komplex. Will man sie bewerten, muss man aber auch die sinnlichen Komponenten beachten, die teilweise generalisiert werden können, teilweise aber so stark subjektiven Erfahrungen unterliegen, dass sie sich der Einordnung in ein Schema und damit dem wissenschaftlichen Zugriff weitgehend entziehen. Die Problematik der „Lichtverschmutzung“ ähnelt damit der der Lärmimmissionen. Folglich wäre es sinnvoll, für ihre Bewertung auch vergleichbare Maßstäbe und Methoden anzuwenden wie bei Lärmschutz, zumal sich das Ausbreitungsverhalten von Licht- und Schallwellen im Raum gar nicht so sehr unterscheidet.

Doch muss dieses Ziel im Konjunktiv stehen bleiben, denn auch die Beurteilung physikalischer Vorgänge in ihrer Wirkung auf den Menschen bedarf der empirischen Herleitung, d.h. es reicht nicht, nur die Lautstärke resp. die „Leuchtkraft“ einer Quelle zu messen und in Beziehung zu einer vorgegebenen Wirkdistanz zu setzen. Die Einflussnahme einer Emissionsquelle auf den Immissionsort (der Ort ist letztlich der Mensch) ist so vielschichtig, dass sie nur auf dem Weg der Modellbildung quantifizierbar ist. Oder einfacher ausgedrückt: Es bedarf umfangreicher Messreihen, um Regelmäßigkeiten zu erkennen und den Einzelvorgang (meist in Abhängigkeit von bestimmten Umgebungsbedingungen) verallgemeinern zu können.¹

Und genau hier liegt das große Defizit beim „Lichtschutz“: Anders als beim Lärmschutz, der die Menschen schon seit Jahrzehnten beschäftigt, fehlen wichtige Grundlagen, um aus diesen anwendbare Modelle für die Umweltplanung abzuleiten. Denn diese betrachtet nicht die einzelne Lampe und deren Wahrnehmung in einem Zimmer oder auf einem Gehweg, sondern lenkt den Blick auf eine höhere Maßstabsebene, nämlich die des Siedlungsrandes, des Baugebiets oder gar der Landschaft.

¹) Auf diesem Prinzip bauen viele Teile des Immissionsschutzrechtes auf, aber z. B. auch die Hydrologie, denn Wasser selbst kann man nicht „messen“. Messen kann man aber, welche Wassermenge in einer bestimmten Zeit bei einem bestimmten Gefälle durch ein Rohr fließt oder durch ein steiniges Flussbett. Macht man das ausgiebig und vergleicht die Zahlen, lassen sich die Einflüsse von Gefälle und Rauigkeit der Sohle oder Rohrwände auf die Durchflussmessung erkennen und in einer mathematischen Gleichung wiedergeben. Man erstellt also ein vereinfachtes Modell der Wirklichkeit.

Die längst erforschten und berechenbaren physikalischen Größen Lichtstrom, Lichtstärke und Beleuchtungsstärke können (und müssen) hier das Prinzip des Vorgehens definieren, in der Praxis sind sie für sich genommen aber nur eingeschränkt verwendbar, da sich ein nächtlich beleuchteter Ortsrand oder ein Straße mit ihren beweglichen und ständig wechselnden Lichtquellen nicht auf Lumen und Lux reduzieren lassen.

An diesem Defizit kranken fast alle dem Bearbeiter bekannten Versuche, den „Lichtsmog“ für Zwecke der Planung operationalisierbar zu machen. Meist verharren die Ansätze auf der Beschreibung der physikalischen Grundlagen und ziehen sich auf die Option des Messens zurück (BSMUV 2012, ART LIGHT 2015). Nur kann man damit eben nicht viel mehr bewerten als die Blendwirkung einer Straßenlaterne in einem nahe gelegen Wohnzimmer.

Der nachfolgend vorgestellte Ansatz versucht, durch „Hochrechnung“ bekannter Größen und Analogieschüsse ein vereinfachtes Modell zu entwickeln, das geeignet ist, in halbquantitativer Form Aussagen zur bestehenden und künftigen Belastung – mithin also zur Eingriffserheblichkeit – des eingangs beschriebenen Vorhabens auf seine Umgebung abzuleiten.

Dem Bearbeiter ist bewusst, dass das Modell der weiteren Validierung bedarf. Aber es ist weder Ziel noch rechtliches Erfordernis, Zahlen zu generieren, die – vergleichbar der TA Lärm – eine genaue Einstufung in eine Kardinalskala ermöglichen. Schließlich gibt es mit ganz wenigen Ausnahmen nicht einmal einschlägige Richtwerte. Ziel ist es stattdessen, der Diskussion um eine mögliche (Zunahme der) Lichtverschmutzung einen Korridor zu weisen und deutlich zu machen, welche Maßnahmen zur Eingriffsminimierung nicht nur machbar, sondern auch ratsam und effizient sind.

Dem Vorhabenträger obliegt es dann, in eigener Verantwortung ein Höchstmaß an Vorkehrungen zu treffen, das die Betriebsabläufe gewährleistet, dem Schutz der Menschen und der Umwelt aber auch wirklich gerecht wird. Die Einflussnahme des Bebauungsplans ist hier (zumindest derzeit) noch eher gering, da Festsetzungen nach wie vor einen konkreten Bezug zur Bodennutzung haben müssen. Schon Details zur Auswahl der Leuchtmittel, der Abstrahlwinkel oder gar der Lokalisation von Beleuchtungseinrichtungen fallen hier streng genommen aus dem Regelungskanon der Satzung. Für diesbezügliche bauordnungsrechtliche Vorgaben (also eine Bestimmung im Baugenehmigungsbescheid) fehlen aber bis heute die gesetzlichen Grundlagen.

2 Gesetzliche Grundlagen

Nach § 3 Abs. 2 BImSchG gehört Licht zu den Immissionen im Sinne dieses Gesetzes. Sind sie nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder für die Nachbarschaft herbeizuführen, gelten sie als schädliche Umwelteinwirkung. 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.

Über diese grundsätzliche Bestimmung hinaus, hat der Gesetzgeber mit wenigen Ausnahmen bislang keine Regelungen zur Quantifizierung der immissionsschutzrechtlichen Erheblichkeitsgrenzen für Lichtimmissionen getroffen. Immerhin gibt es inzwischen aber verschiedene Richtlinien und Arbeitshilfen wie die „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI 2012), die einen Immissionsrichtwert für verschiedene Gebietsarten (nach BauNVO) definieren. Demnach soll die mittlere Beleuchtungsstärke E_f in der Fensterebene von Wohnungen, hervorgerufen durch Beleuchtungsanlagen, während der Dunkelstunden in Wohn- Misch- und Dorfgebieten zwischen 22:00 h und 6:00 h 1 lx, in Gewerbegebieten 5 lx nicht übersteigen.

3 Beschreibung von Standort und Vorhaben

3.1 Standort

Das Plangebiet befindet sich rd. 2,5 km nordöstlich der Ortslage Wölfersheim am Rande einer zu Waschbach und Horloff abfallenden Hochfläche im Mittel rd. 145 m ü. NN. Nach Südwesten steigt das Gelände zunächst noch leicht an (Römerhof: 160 m ü. NN), wobei die K 181 die Wasserscheide markiert. Geisenheim und die Altortslage Wölfersheim befinden sich etwa auf gleicher Höhe, Richtung Södel steigt das Gelände aber bis auf 180 m ü. NN (südwestlicher Ortsrand) an. Auch nördlich der BAB A 45 zeigt die Landschaft einen Abfall von Westen nach Osten. Die bis 250 m ü. NN aufsteigenden Hochflächen sind teilweise bewaldet. Wohnbach und Berstadt liegen mit 160 bzw. 140 m im Tal des Waschbachs, der noch nördlich der Autobahn in die Horloff mündet. Die Ortslage Echzell bildet mit rd. 125 m ü. NN den Tiefpunkt des betrachteten Landschaftsausschnitts, der insgesamt eine ausgeglichene Topografie besitzt; die Landschaft ist offen und einsichtig. Die Entfernungen zwischen Plangebiet und Ortsrandlagen (Wohnsiedlung) betragen Richtung Norden rd. 1,0 (Berstadt) bzw. 1,9 km (Wohnbach), Geisenheim liegt etwa 1,3 km entfernt, Echzell rd. 2,5 km. Der Aussiedlerhof mit Wirtschaftsgebäuden und eine Autolackiererei an der K 181 sind unmittelbar benachbart.

3.2 Vorhaben

Der parallel zur K 181, also mit der Längsseite südwestexponierte Baukörper des Logistikzentrums erreicht bei einer Länge von rd. 500 m eine Höhe von 27 m bzw. 36 m im Norden und 23 m im Süden. Nach Nordwesten schließen sich rd. 200 Stellplatzflächen für LKW sowie kleinere Funktionsbauten mit maximal 10 m Höhe an. Für die PKW der Mitarbeiter ist ein Parkplatz mit Parkdeck vorgesehen (insgesamt 750 Stellplätze) sowie eine weitere Parkfläche mit 90 Stellplätzen im Nordwesten. Südöstlich des Gebäudetraktes verbleiben auf einer Breite von rd. 82 m Freiflächen für eine mögliche spätere Erweiterung, dann folgt die Umfahrung.

Wesentlich für den Betriebsablauf und damit auch für die nächtliche Beleuchtung ist der Wareneingang mit Ladezone, die die gesamte Gebäudelänge im Südwesten einnimmt. Das entsprechende Gegenstück für den Warenausgang liegt an der Nordostseite.

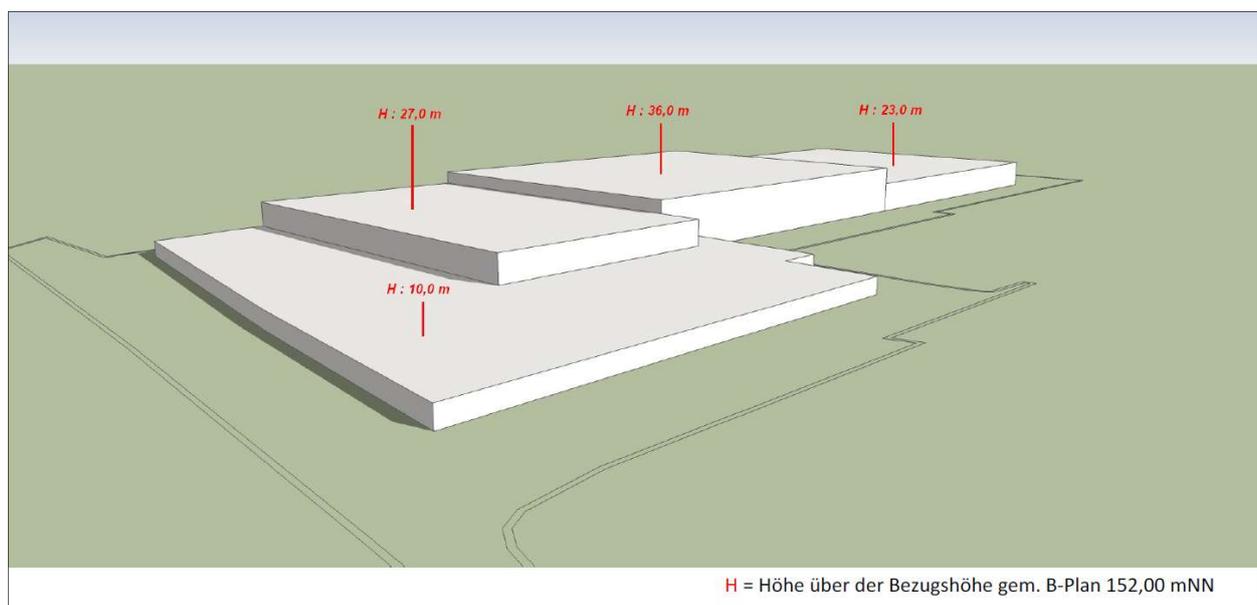


Abb. 1: Kubatur „Logistikpark Wölfersheim A 45“ (PGSJ Planungsgruppe mbH, März 2019).

Seitens des Vorhabenträgers wurden hinsichtlich der vorgesehenen Beleuchtung folgende Informationen bereitgestellt (REWE Group, Stand: 25.02.2019):

Um die Lichtverschmutzung auf ein Minimum zu reduzieren und die Aspekte der Nachhaltigkeit, Insekten- und Umweltfreundlichkeit zu gewährleisten, werden bei der Planung der Außenbeleuchtung, aber auch bei den einzelnen Komponenten folgende Punkte berücksichtigt:

Lichtverschmutzung:

Um einer Lichtverschmutzung der Atmosphäre entgegenzuwirken, muss der Abstrahlwinkel der Leuchten nach unten gerichtet sein. Durch entsprechende Auslegung der Leuchten wird eine Direktabstrahlung des Lichtes in den oberen Halbraum verhindert. Selbst innerhalb des unteren Halbraums wird durch präzise ausgelegte Optiken der Abstrahlkegel abgegrenzt. Zudem ragt das lichtführende LED-Modul nicht über das Gehäuse hinaus, sondern schließt bündig mit diesem ab, sodass lediglich eine minimale Lichtverschwendung durch einen seitlichen Lichtaustritt hingenommen werden muss. Es kommen sogenannten Multi-Lens Optiken zum Einsatz, die eine trennscharfe Ausleuchtung der Flächen zulassen. Die dargestellten Maßnahmen reduzieren die Lichtkorona der Liegenschaft deutlich.

Insektenfreundlichkeit:

Folgende Kriterien machen eine insektenfreundliche Beleuchtung aus:

- *Vermeidung der Erschöpfung der Insekten durch einen orientierungslosen Flug (Reduzierung des Blau-Anteils der Beleuchtung)*
- *Vermeidung des Kontaktes der Insekten mit warmen Bauteilen*

Für die Außenbeleuchtung werden ausschließlich Leuchten mit insektenschonender Bauweise eingesetzt (IP 65), sodass ein Kontakt mit warmen Bauteilen nahezu ausgeschlossen ist.

Bei der Auswahl der Lichtfarbe wird standardmäßig 4000 K eingesetzt. Durch den konsequenten Einsatz der LED Technik wird der Blauanteil der Beleuchtung reduziert. Dies führt dazu, dass die Insekten deutlich weniger angezogen werden.

Bedarfsgerechte Regelung:

Um Energie einzusparen und die zuvor genannten Punkte zu bestärken, wird auf neuste/effiziente LED-Technologie und eine bedarfsgerechte Beleuchtungsregelung eingesetzt. Es ist geplant, die Leuchten mit einem Präsenzmelder auszustatten, der die Nutzung der Außenflächen detektiert. Somit werden die Außenflächen nur beleuchtet, wenn es tatsächlich notwendig ist. Wenn keine Präsenz erfasst wird, regelt die Anlage die Leuchtstärke auf 10 % herunter. Die Regelung erfolgt sanft, sodass es zu keinen störenden Auf- und Abblendeeffekten kommt. Die Reduzierung der Betriebszeiten, führt neben der Energieeinsparung zu einer signifikanten Verbesserung der Insektenfreundlichkeit und der Lichtverschmutzung.

Bedarfsgerechte Planung:

Die Beleuchtungsstärke richtet sich nach den geltenden Richtlinien und Verordnungen. Eine höhere Beleuchtungsstärke ist nicht zulässig. Dies wird durch eine lichttechnische Planung kontrolliert. Bei der Planung wird zudem darauf geachtet, dass lediglich eine minimale Anzahl an Lichtpunkten installiert wird. Darüber hinaus sind Lichtpunkte in großer Höhe und einem daraus resultierenden hohen Lichtstrom zu vermeiden.

4 Physikalische und methodische Grundlagen

Das Phänomen Licht ist dem Menschen heute fast allgegenwärtig, sein Verständnis davon wird aber weitgehend vom Kunstlicht bestimmt, also der klaren Zuordnung einer Lichtquelle zu einem zu illuminierenden Objekt oder auszuleuchtenden Zimmer. Licht wird dadurch stark als Vektor empfunden, als mehr oder weniger gebündelter „Strahl“, der mit Erreichen seines Zieles seine Schuldigkeit getan hat. Entsprechend werden negative Wirkungen des Lichts subjektiv gerne auf seine Blendwirkung reduziert. So verwundert es nicht, dass – wie eingangs dargestellt – auch der normative Umgang mit dem Licht lange auf die Objektebene reduziert war. Erst mit der Erkenntnis, dass nächtliche Beleuchtung auch ökologisch relevant ist, Insekten beeinflusst und unter Umständen auch bei Zugvögel Verhaltensänderungen hervorruft, wurde das Problem der „Lichtverschmutzung“ auch für eine höhere Maßstabebene bedeutsam. Und es führte dazu, dass der Mensch auch sein eigenes Bedürfnis nach Dunkelheit wiederentdeckte, sei es, weil die Nachtruhe gestört wird, sei es, weil das „authentische“ Naturempfinden verloren geht. Die in den letzten Jahren entstandenen Lichtschutzgebiete, in Deutschland u.a. in der Eifel und in der Rhön („Sternenpark“), sind Ausdruck des neuen Verlangens nach Dunkelheit – allerdings, ohne hierfür schon auf Instrumente zurückgreifen zu können, die in der Praxis mit überschaubarem Aufwand anwendbar und bei meist mäßiger Datenlage praktikabel wären.

So führt die Recherche nach einschlägiger Literatur über Empfehlungen zur Verbesserung der Situation kaum hinaus. Die Lichtbedingungen selbst werden oft nur beschrieben, Kategorien der Dunkelheit wurden gebildet, wobei Maßstab meist das Sternenlicht, also die Beleuchtung der „höheren Sphären“ ist. Hilfreiche Ansätze finden sich vor allem in der Schweiz, wo von ART LIGHT (2015) in verschiedenen Städten umfangreiche Messungen zur Lichtausbreitung im Straßenraum durchgeführt wurden, oder in der grundlegenden Arbeit von BECHERER (2013) zu den geophysikalischen Ursachen der Nachthelligkeit. Für die auf Ebene des Bebauungsplans geforderte Bemessung der „Lichtverschmutzung“ reicht all das aber nicht. Es bedarf stattdessen der Herleitung eines vereinfachten Modells, ohne jedoch die physikalischen Gesetze missachten zu wollen. Setzungen und Annahmen sind hierbei unabdingbar, aber es zeigt sich, dass trotzdem – vielleicht sogar gerade deswegen – Aussagen zur Größenordnung einer Belastung durchaus möglich sind. Ziel muss aber sein, Zustand und Prognose auf Basis der einschlägigen Größen, namentlich des Lichtstroms und der Beleuchtungsstärke zu generieren, denn nur so schafft man die Grundlage für eine vergleichende Betrachtung.

Ausgangspunkt ist der von einer Quelle abgehende Lichtstrom Φ , gemessen in Lumen (lm). Einmal ausgesandt, bleibt der Lichtstrom immer gleich, unabhängig davon, wie weit das Licht in den Raum strahlt. Nur so ist ja möglich, dass wir weit entfernte Sterne überhaupt wahrnehmen. Licht ist unendlich. Dass wir das Licht aber dennoch mit größerem Abstand als schwächer wahrnehmen, liegt an der „Verdünnung“, die im Moment der Abstrahlung beginnt. Keine Lichtquelle strahlt einheitlich parallele Strahlen aus. Es bildet sich immer ein Lichtkegel, der mit der Entfernung immer größer wird. Dieser Kegel wird durch den Raumwinkel Ω beschrieben. Er ist die dreidimensionale Entsprechung des „normalen“ Öffnungswinkels. Beide stehen miteinander in einem mathematisch beschreibbaren Verhältnis.

Das Verhältnis von Lichtstrom zu Raumwinkel ist die Lichtstärke I ($I = \Phi / \Omega$). Sie wird in Candela (cd) angegeben. Durch den Raumwinkel gelangt indirekt die Entfernung zwischen der Lichtquelle und dem Beobachter in die Gleichung, sodass sich folgender Zusammenhang ableiten lässt:

$$\Omega / A = 1 / r^2$$

A bezeichnet hierbei die Fläche, auf die der Lichtkegel im (bekannten) Raumwinkel am Standort des Beobachters trifft. Je weiter der Standort entfernt ist, desto weiter öffnet sich der Kegel bis hierhin und desto größer ist die Projektionsfläche, desto kleiner aber auch der vom Beobachter wahrnehmbare Anteil dieser Fläche (=A). Die Folge

ist, dass das Licht schwächer wahrgenommen wird, obwohl der Lichtstrom und die Lichtstärke unverändert geblieben sind. Eine sinnvolle Beurteilung der Lichtimmission ist über die Größe „Lichtstärke“ allein folglich nicht möglich. Wichtig für die weitere Betrachtung ist vor allem die Beleuchtungsstärke E_v , die die Wahrnehmung am Zielort wiedergibt. Sie ist gleichzusetzen mit der Lichtstromdichte, also dem Anteil des Lichtstroms, der auf einer bestimmten Projektionsfläche (als Teil des „Lichtkegels“) wahrgenommen wird. Die Beleuchtungsstärke steht mit der Lichtstärke im Verhältnis:

$$E_v = I / r^2,$$

wobei r die Entfernung zur Lichtquelle angibt. Die Beleuchtungsstärke wird in Lux (lx) gemessen bzw. errechnet. 1 lx ist die „Helligkeit“, die eine Kerze an eine 1 qm große Wandfläche in 1 m Entfernung wirft. Daraus folgt, dass diese Kerze den Lichtstrom von 1 Candela (cd) abgibt:

$$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm} / \text{m}^2$$

So wichtig diese Zusammenhänge sind, so sehr wird auch deutlich, dass eine Übertragung dieser Gesetzmäßigkeiten auf eine höhere Maßstabsebene eine Vielzahl von Fragen aufwirft, die – wie dargestellt – ohne empirische Messreihen nur im Ansatz gelöst werden können. Bekannt sind in der Regel lediglich die Lichtstärke der Leuchtquelle (Lumen und Abstrahlwinkel) und die Entfernung zum Betrachter. Schon der Umgang mit mehreren Lichtquellen erzwingt Vereinfachungen, da diese naturgemäß nicht gleichförmig auf einem Punkt auftreffen, ja nicht einmal parallel ausgesandt werden. Grundsätzlich möglich ist zwar das Aufaddieren mehrerer ausgesandter Lichtströme, aber auf größere Entfernung werden diese meist sehr unterschiedlich beeinflusst, sei es durch Bodenreflexion oder (Teil-) Abschirmungen.

Überhaupt stellen die Reflexionen bzw. die Streuung des Lichtes eine wesentliche Fehlerquelle dar. Bekannt ist, dass die Albedo, also der an Oberflächen reflektierte Anteil des Lichtes, auf Asphalt etwa 15 % ausmacht, auf Grünflächen rd. 20 % (Quelle: Wikipedia). Aber auch die Albedo wird wieder reflektiert, an Wolken (60-90 %), Hauswänden (je nach Farbe und Material 10-90 %) oder Wassermolekülen in feuchter Luft. Dass wir diese Reflexionen zum Beispiel als „Lichtsmog“ über der Stadt wahrnehmen, zeigt, dass ein Teil dieser Streuung nach oft mehrfacher Brechung doch noch den Weg zum am Boden stehenden Beobachter findet. Wie hoch der Anteil am emittierten Licht ist, kann aber nur geschätzt werden.

Näherungsweise hilft hier das das Verhältnis der Längen des geraden Lichtstrahls zum mehrfach reflektierten, also auf Umwegen ans Ziel gelangten Strahls. Dieses Verhältnis steht in direktem Zusammenhang zum Winkel der Aussendung. Dieser Winkel bleibt im idealen Raum gleich (Einfallswinkel = Ausfallwinkel). Je steiler er ist, desto länger ist die Wegstrecke (Abb. 2). Das Verhältnis gerade Strecke / Reflexionsweg ist der Cosinus des Abstrahlungswinkels.

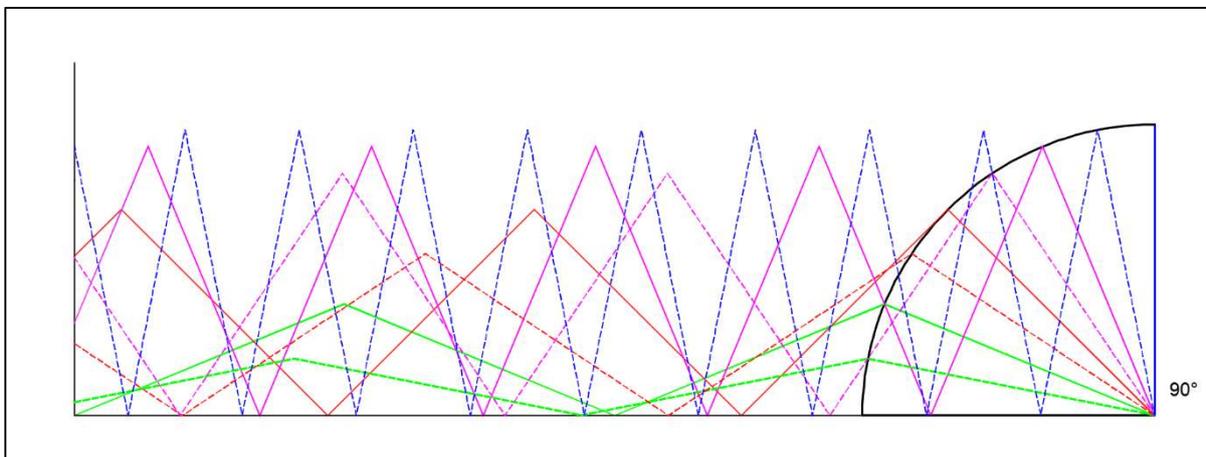


Abb. 2: Weglänge bis zum Zielpunkt (links) bei verschiedenen Abstrahlungswinkeln. Erst bei einem Winkel von 90° kommt der Strahl (ohne Streuung) nicht mehr an. Cosinus α ist 0.

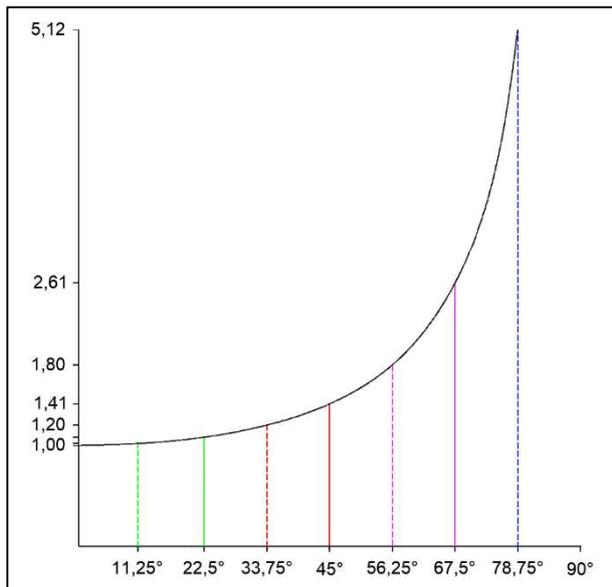


Abb. 3: Verhältnis von gerader Wegstrecke zur Wegstrecke mit unterschiedlichen Abstrahlwinkeln.

Abb. 3 zeigt, dass die Wegstrecke mit dem Winkel überproportional (also exponentiell) zunimmt, weshalb es stattdessen erscheint, für unsere Bewertungen nur denjenigen Teil der Streuung zu beachten, der einen bestimmten Winkel nicht übersteigt. Als „Grenzwinkel“ werden $67,5^\circ$ definiert. Das heißt, dass der reflektierte Teil des ausgesandten Lichtes bei der Berechnung der Beleuchtungsstärke am Standort des Betrachters berücksichtigt wird, wenn er einen Abstrahlwinkel von $67,5^\circ$ nicht überschreitet. Unterhalb dieses Winkels werden vereinfachend sechs Sektoren festgelegt, die mit bestimmten Anteilen des reflektierten Lichtes Eingang in die Berechnung finden – je flacher, desto größer der Anteil (Abb. 4). Mit der „Kappungsgrenze“ $67,5^\circ$ wird das „Himmelslicht“ (*air glow*) bewusst aus der Betrachtung ausgespart, obwohl es für das Empfinden des „Lichtsmogs“ nicht unwesentlich ist. Es entzieht sich aber einer seriösen Ermittlung, da im Einzelfall weder die natürlichen Anteile am Himmelsleuchten bekannt sind, noch Fremdquellen von außerhalb des Bewertungsgebiets herausgerechnet werden können.

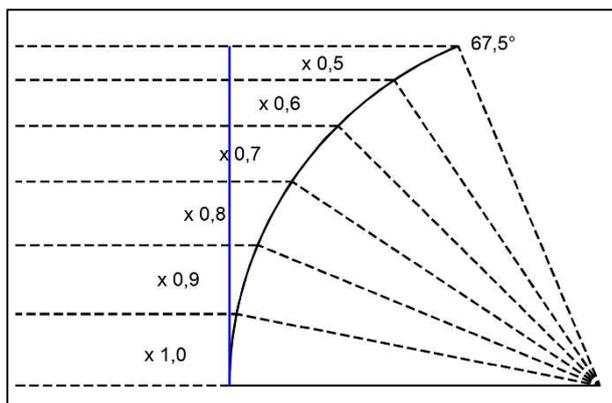


Abb. 4: Vereinfachte Sektorenbildung des horizontalen Lichteinfalls bei verschiedenen Streuwinkeln. Bis 11° wird eine vollständige horizontale Einstrahlung angenommen, bei 45° immerhin noch 70 %.

Dort, wo die Lichtstrahlen der sechs Sektoren in die Horizontale treten, wird die erste Projektionsebene festgelegt, also der theoretische Standort, für den die Beleuchtungsstärke ermittelt wird (in Abb. 4: blaue Linie). Der bis hier absolvierte Weg des Lichtes vom Lichtpunkt (der Quelle) ist meist gut zu messen, bei mehreren Leuchten wird gemittelt (wohl wissend, dass dies auch Einfluss auf die jeweiligen Abstrahlwinkel haben kann; s. oben). In definierter Entfernung zur Projektionsebene 1 (nachfolgend in 1.000 m) können dann weitere Ebenen festgelegt und ausgewertet werden, wobei die „Höhe“ der Sektoren unverändert bleibt, da für die Strahlen ja eine parallele Weiterleitung unterstellt wird.

In der Praxis müssen vor allem zwei Fälle unterschieden werden:

1. die vertikal nach unten gerichtete Abstrahlung

Hierbei ist grundsätzlich eine Albedo anzunehmen, für die auf Asphalt der Faktor 0,15 gilt. Die horizontalen Anteile dieser Albedo werden also mit 0,15 der ausgesandten Lichtstärke multipliziert. Unterhalb des Abstrahlwinkels der Albedo ist von Streulicht auszugehen, für das zwischen 0 und 15 %, im Mittel 12,5 % horizontale Abstrahlung angenommen wird. Wird die Albedo auf der dem Betrachter abgewandten Seite zusätzlich reflektiert (z. B. an einer Fassade), sind diese Reflexionen hinzuzurechnen.

2. die horizontal ausgerichtete Abstrahlung

Die Albedo ist z. B. bei Autoscheinwerfern oder aus Fenstern austretendem Licht zumindest teilweise nach oben gerichtet und unterliegt hier wiederum der Streuung. Definitionsgemäß sind die flach abgehenden Strahlen mit 1,0 anzusetzen, wobei für Autoscheinwerfer bauartbedingt ein sehr enger Raumwinkel anzunehmen ist, der sich horizontal und vertikal auch noch einmal deutlich unterscheiden kann. Vereinfachungen sind auch hier unumgänglich.

Wichtig zum Verständnis der nachfolgenden Berechnungen ist der Umstand, dass die Projektionen kein vereinfachtes Bild der Realität (also eine Art Visualisierung) darstellen, sondern eine Projektion in einem theoretischen Raum. Topografische Bedingungen müssen hier ebenso unberücksichtigt bleiben wie Sichtverschattungen, da deren Beachtung nicht nur den Aufwand für die Bearbeitung exponentiell erhöhen, sondern auch die Nachvollziehbarkeit erheblich einschränken würde. Einbezogen werden – in vereinfachter Form – aber bestehende Effekte, um einen Vergleich der heutigen Bedingungen mit dem Planfall zu ermöglichen. Die Ergebnisse zeigen, das sei vorangestellt, ein vielfältiges Bild der Lichtverschmutzung, denn nicht nur die Beleuchtungsstärke am Zielort nimmt Einfluss auf den Betrachter, sondern auch die Höhenentwicklung der Lichtimmission. Und es wird deutlich, dass es durchaus wirksamen Möglichkeiten der Eingriffsminimierung gibt, die sich nicht auf den Abstrahlwinkel von Lampen beschränken, der für die ökologische Seite des „Lichtsmogs“ so bedeutend ist (oder zu sein scheint).

5 Ermittlung und Bewertung der Lichtimmissionen durch das Logistikzentrum

5.1 Definition der Projektionsebene und Rahmenbedingungen

Grundlage der nachfolgenden Darstellung ist die Konzeptstudie der PLANUNGSGRUPPE SKRIBBE-JANSEN GMBH für das Logistikzentrum (Variante 5) vom März 2019, wie sie in Abb. 5 ausschnittsweise wiedergegeben ist. Sie ist kongruent mit dem Bebauungsplan „Logistikzentrum, Wölfersheim A 45“ (PLAN|ES, Stand: Juni 2019), erlaubt in Verbindung mit der schematischen Visualisierung in Abb. 1 aber einen besseren Überblick über das Vorhaben und die Differenzierung der Nutzungszonen.

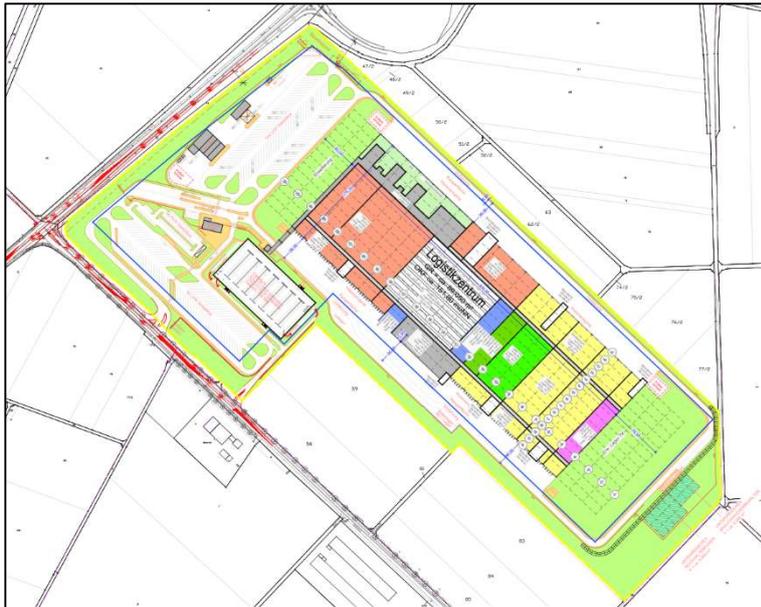


Abb. 5: Ausschnitt aus der Konzeptstudie für das Logistikzentrum (PGSJ 2019)

Lage und Ausrichtung des Baukörpers und der maßgeblichen Betriebsflächen erlauben es, die Betrachtung auf die Südwestexposition Richtung Ortslage Wölfersheim zu beschränken, da diese als die potenziell am stärksten belastete anzunehmen ist. Die Ortslage Berstadt liegt zwar etwas näher zum Plangebiet, ist aber weniger frontal ausgerichtet, und die Blickbeziehung wird von der nahen Autobahntrasse geschnitten. Die Vorbelastung ist somit deutlich höher, und der Effekt der Autobahn wird auch künftig unverändert bleiben. Das soll nicht heißen, dass die Wirkungen des Vorhabens auf Berstadt deshalb geringer wären. Aber eine beispielhafte Ermittlung der Lichtimmissionen sollte möglichst repräsentativ, also näherungsweise auch auf andere Standorte übertragbar sein. Und hierfür erscheint der autobahnfernere Standort besser geeignet. In *worst case*-Betrachtung spricht auch die Nutzungsverteilung für die Südwestexposition, da hier eine größere Zahl von Leuchten zu erwarten ist als auf der Rückseite des Geländes.

Noch einmal sei betont, dass die topografischen Bedingungen nicht berücksichtigt werden. Dies gilt sowohl für das großräumige Relief, was zur Folge hat, dass die horizontale Lichtimmission in 1 km Entfernung deutlich höher berechnet wird als sie in der Realität sein wird (vgl. hierzu PGSJ 2019: REWE Zentralstandort Wölfersheim, Sichtbarkeitsstudie; Visualisierung Standort 9). Zum anderen wird aber auch der bestehende Einfluss durch Siedlungsränder (Berstadt und Autobahn) stärker als Vorbelastung gewichtet, da der Autobahneinschnitt und die Böschungsgehölze unbeachtet bleiben.

In Ermangelung konkreter Angaben zur Beleuchtung des Logistikzentrums (vgl. Kap. 3.2) müssen eine Reihe von Setzungen vorgenommen werden, was das Risiko von Fehleinschätzungen erhöht und die Genauigkeit deutlich einschränkt. Angesichts der Maßstabsebene sind Fragen der Masthöhe, der Lichtstärke und Zahl der Lampen aber weniger dominant als dies bei einer kleinräumigen Betrachtung der Fall wäre. In eine Entfernung von 1.000 m sind die

grundsätzlichen Unterschiede gegenüber dem heutigen Zustand bedeutsamer. Und diese bestehen vor allem in der mehr oder weniger konsequenten Ausleuchtung eines rd. 30 ha großen Areals durch vertikal nach unten gerichtete Lampen und die möglichen Reflexionen durch den 500 m langen Baukörper. Für diesen wird deshalb auch zur Vereinfachung eine einheitliche Höhe von 27,6 m über die gesamte Baulänge angenommen, was der gewichteten Durchschnittshöhe des Komplexes entspricht.

Auf Grundlage des Konzepts (Abb. 5) wird das Gebiet nachfolgend drei verschiedenen „Beleuchtungstypen“ zugeordnet, die modular miteinander kombiniert werden können:

- der Ladezone mit 12 m hohen Leuchten im Abstand von 20 m vor der (reflektierenden) Gebäudefassade,
- der Stellplatzzone einschl. Umfahrung mit mehrreihiger Anordnung der gleichen Leuchten (wobei je nach tiefe der Flächen ein bis drei „Module“ hintereinandergeschaltet werden, und
- unveränderten Freiräumen, die von den bisherigen Einflüssen aus der Umgebung unverändert bleiben.

Es ergibt sich dadurch eine Länge der Projektionsebene von rd. 900 m (Abb. 6 und 7), die aktuell vom Siedlungsrand Berstadt (rd. 650 m), der vorgelagerten Autobahn und kleinflächig von der B 455 „besetzt“ sind. Auch für diese Nutzungstypen werden zunächst zweidimensionale Emissionsprofile modelliert. Deren Lichtstromanteile werden in einem zweiten Schritt auf die Projektionsfläche 1 (in rd. 30 bis 40 m vom Objekt) und die wichtige Projektionsfläche 2 in 1.000 m als höhenabhängige Beleuchtungsstärken übertragen und abschließend miteinander vergleichen. Wo nötig, werden die Profile zuvor miteinander in Beziehung gebracht (z. B. beim Siedlungsrand aus Häusern und Straßenbeleuchtung).

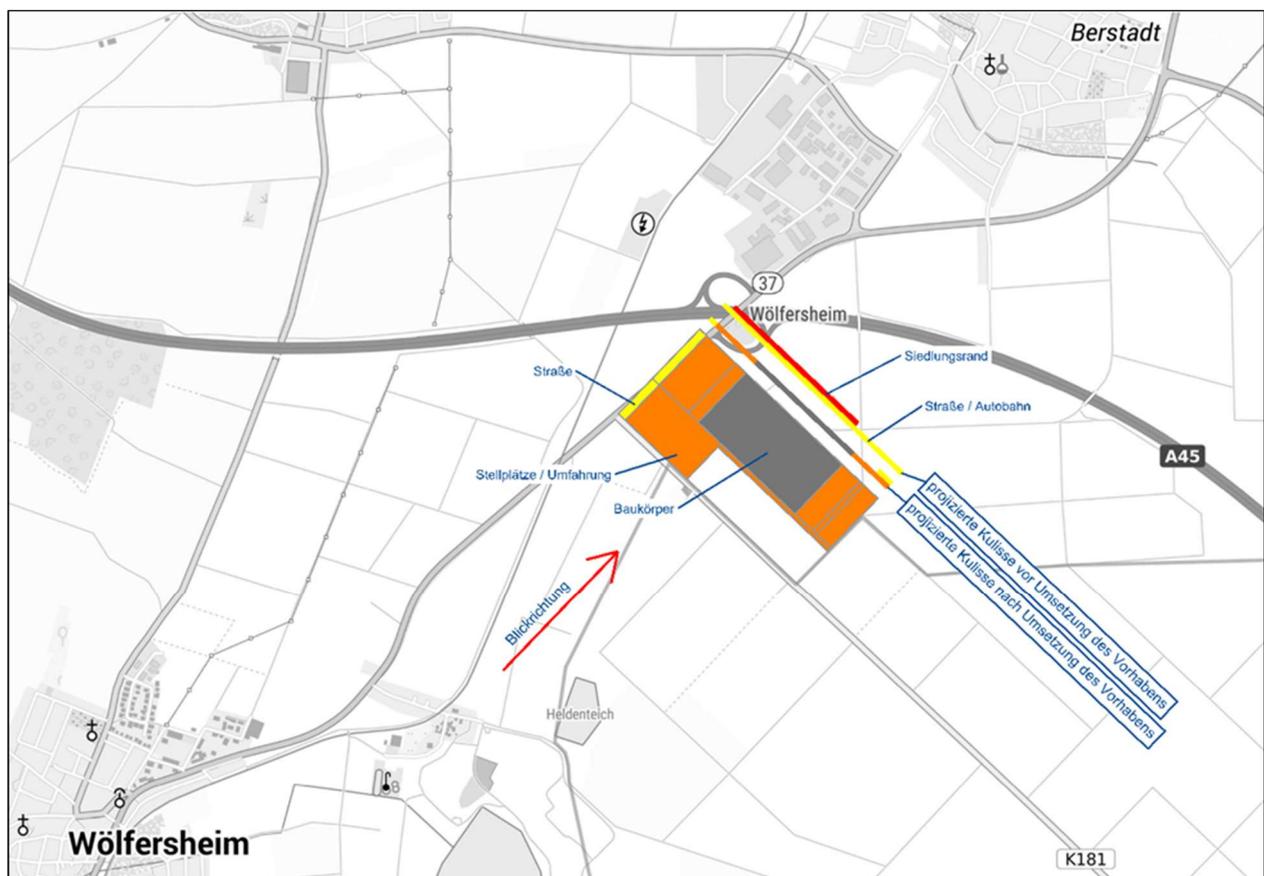


Abb. 6: Übersichtskarte mit den unterschiedenen Nutzungstypen und der Projektionsebene 1.

Die zugrunde gelegten Parameter des Lichtstroms, der Strahlungsanteile und -winkel sind den einzelnen Grafiken und Erläuterungen zu entnehmen. Hierdurch bleibt das Vorgehen transparent, und Änderungen bzw. Konkretisierungen einzelner Größen lassen sich in ihren Auswirkungen verfolgen und ggf. anpassen.

Die Einstufung der Größenklassen erfolgt gemäß den nachfolgenden Skalierungen. Der Anteil des horizontal emittierenden Lichtstroms erfolgt dabei in neun Stufen, die nach oben größer werden, um die wichtigen (niedrigeren) Bereiche zwischen 0 und 0,3 stärker gliedern zu können (Abb. 7). Die Beleuchtungsstärke auf der Projektionsebene schließlich wird in 13 Stufen differenziert, auch hier mit einer leichten logarithmischen Stauchung. In der rechten Spalte finden sich Angaben zu vergleichbaren Beleuchtungsstärken in der Natur und im Siedlungsraum. Es fällt auf, dass die objektiven Werte dem eigenen Empfinden nicht immer entsprechen. Vollmond wird sinnlich nun mal anders empfunden als eine schwach beleuchtete Straße – zumal die Lichtfarbe hierbei unberücksichtigt bleibt.

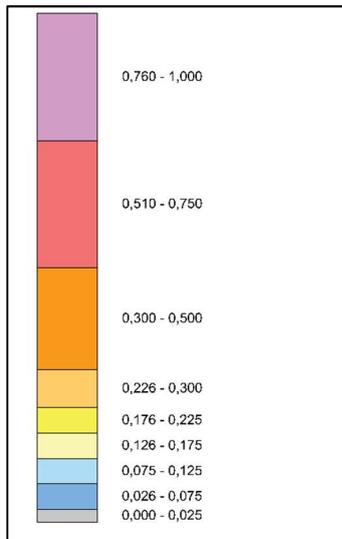


Abb. 7: Größenklassen des horizontal emittierenden Anteils am entsandten Lichtstrom

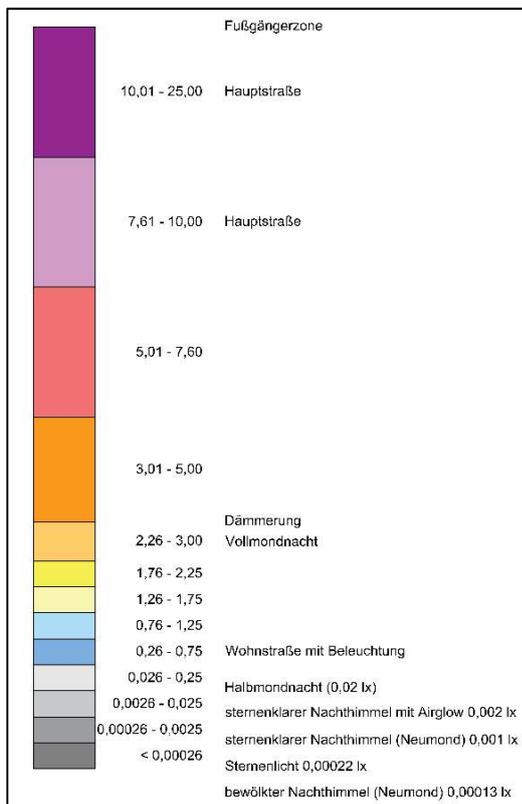


Abb. 8: Einstufung der Beleuchtungsstärke

5.2 Entwicklung der Beleuchtungsprofile

5.2.1 Wareneingang, Verladezone mit Fassade (Profil 1)

Unterschieden werden zwei Varianten: Profil 1 mit einer (nicht geplanten) weißen Fassade und Profil 1a mit einer blaugrauen Farbgebung der Wandflächen. Eine weiterreichende Unterscheidung z. B. nach öffnungsfreier Wandfläche und Rampenbereichen ist aufgrund der Datenlage derzeit nicht möglich, weshalb auch für die dunklere Fassade noch eine Reflexionsgrad von 0,5 angenommen wird. Unberücksichtigt bleiben muss auch das REWE-Logo, für das eine deutlich höhere Fernwirkung (allerdings auf kleiner Fläche emittierend) zu unterstellen ist.

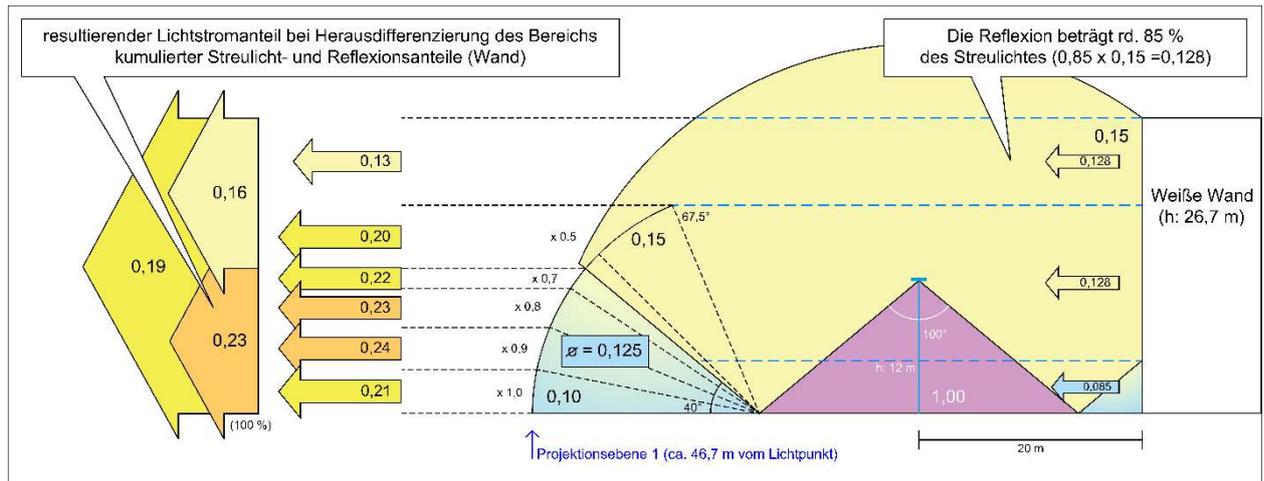


Abb. 9: Abstrahlung und Reflexion bei einem vertikal nach unten strahlenden Lichtmast (12 m) vor einer weißen Wand (Profil 1). Abstrahlwinkel 100°. Albedo, Streulicht und Reflexion auch in größerer Höhe über der Lichtquelle

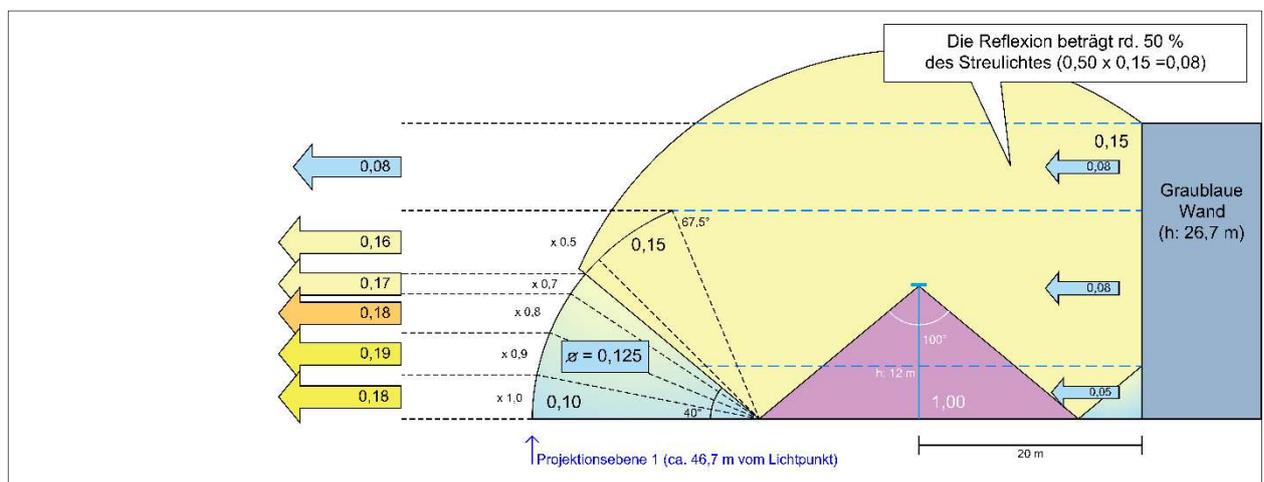


Abb. 10: Abstrahlung und Reflexion bei einem vertikal nach unten strahlenden Lichtmast (12 m) vor einer graublauen Wand (Profil 1a). Abstrahlwinkel 100°. Albedo, Streulicht und Reflexion auch in größerer Höhe über der Lichtquelle

5.2.2 Freie Stellplatzflächen (Profil 2)

Im Stellplatzbereich entfallen die Wandreflexionen, wodurch sich die horizontale Abstrahlung nicht nur der Stärke nach verringert, sondern auch in der Höhe. Der zugrunde gelegte Beleuchtungstyp mit 12 m Höhe und 100° Abstrahlwinkel (Profil 2) ist als „bad case“ zu verstehen, wobei niedrigeren Masthöhen oder ein engerer Abstrahlwinkel (Profil 2a) nicht *per se* günstiger sind, da sie zur Ausleuchtung der Betriebsflächen eine höhere Zahl von Lampen erfordern. Auch ist die nach oben gerichtete Reflexion vom Boden stärker, was zwar in horizontaler Richtung weniger Immissionen hervorruft, das Himmelslicht aber verstärkt.

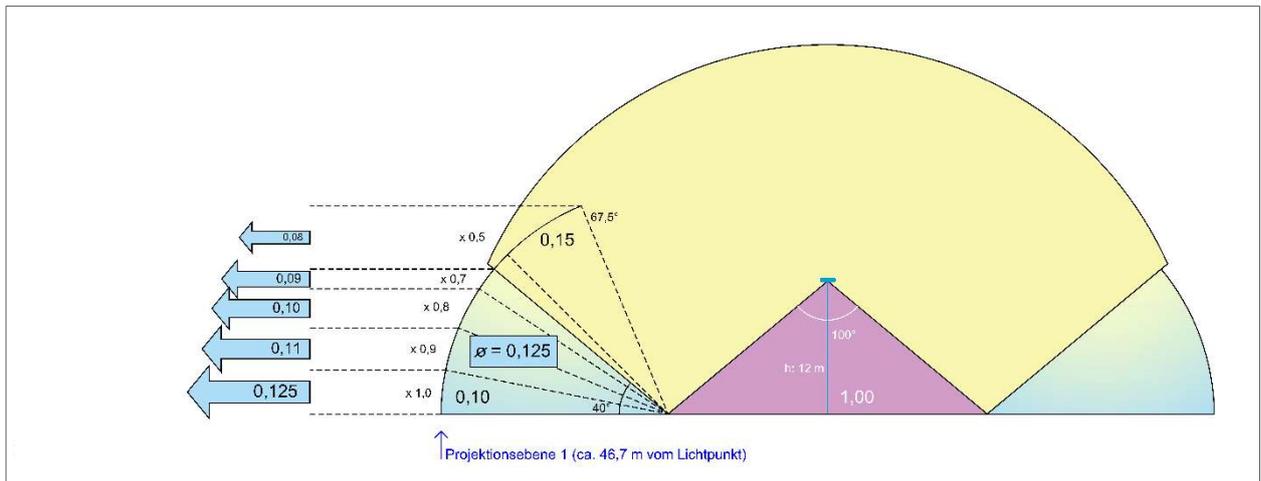


Abb. 11: Abstrahlung und Reflexion bei einem vertikal nach unten strahlenden Lichtmast (12 m) auf freier Fläche. Abstrahlwinkel 100°

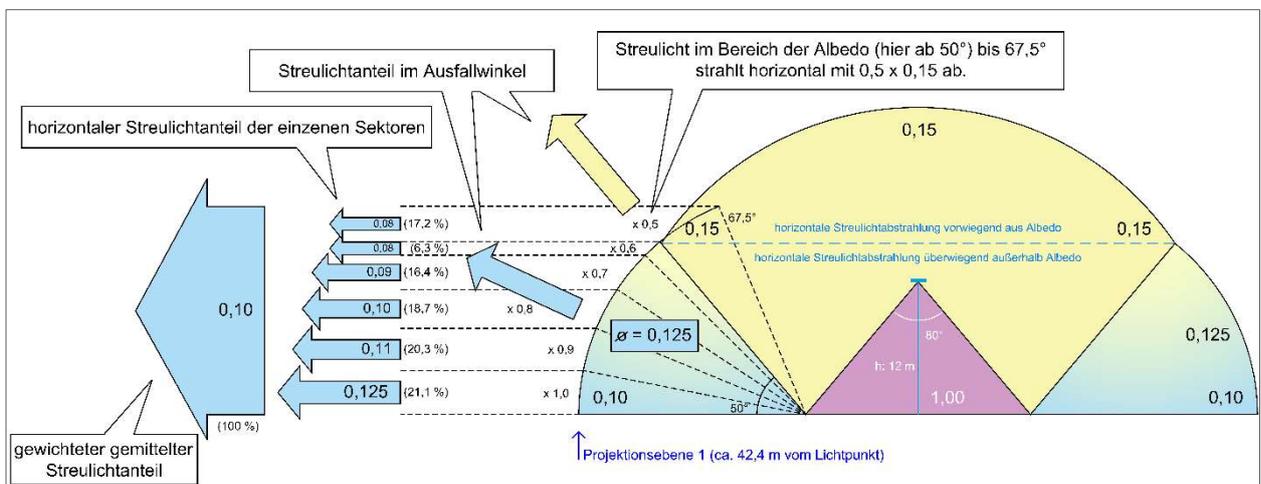


Abb. 12: Abstrahlung und Reflexion bei einem vertikal nach unten strahlenden Lichtmast (12 m) auf freier Fläche. Abstrahlwinkel 80°

5.2.4 Straße (Profil 4)

Für das Profil Straße müssen mehrere Setzungen vorgenommen werden, da hier ein Lichtemittent behandelt wird, der nicht nur vielgestaltig, sondern in seinen Elementen auch beweglich ist. Aus diesem Grund wurden für die A 45 und die B 466 aus der Verkehrsmengenkarte von Hessen zunächst grob die durchschnittlich zu erwartenden nächtlichen Verkehrsdichten während der Dunkelheit ermittelt (Kap. 5.3.4) und die Richtung der Hauptimmission festgelegt, was bei der Autobahn zur Folge hat, dass der Einfallswinkel auf die Projektionsebene um 49° verschwenkt werden muss (Abb. 18). Sowohl in der Horizontalen als auch in der Vertikalen zeigt sich dann bei beiden Straßen eine starke Konzentration der Abstrahlung, die durchaus auch mit Blendwirkungen verbunden sein kann (vor allem bei der Bundesstraße, die auf einem längeren Abschnitt direkt auf die Ortslage Wölfersheim führt).

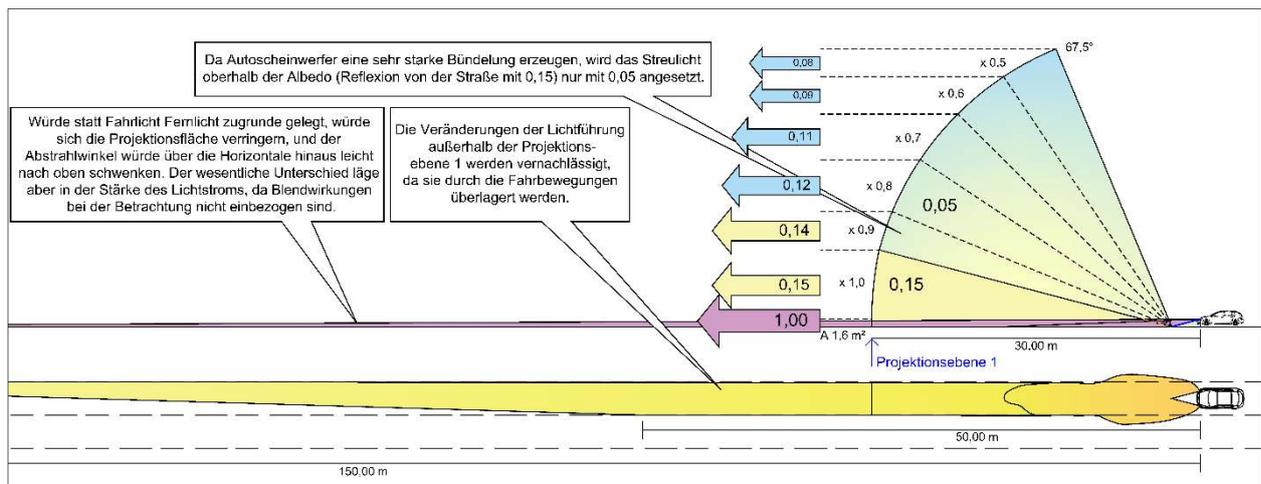


Abb. 15: Lichtemission von einer Straße, vertikale Streuung

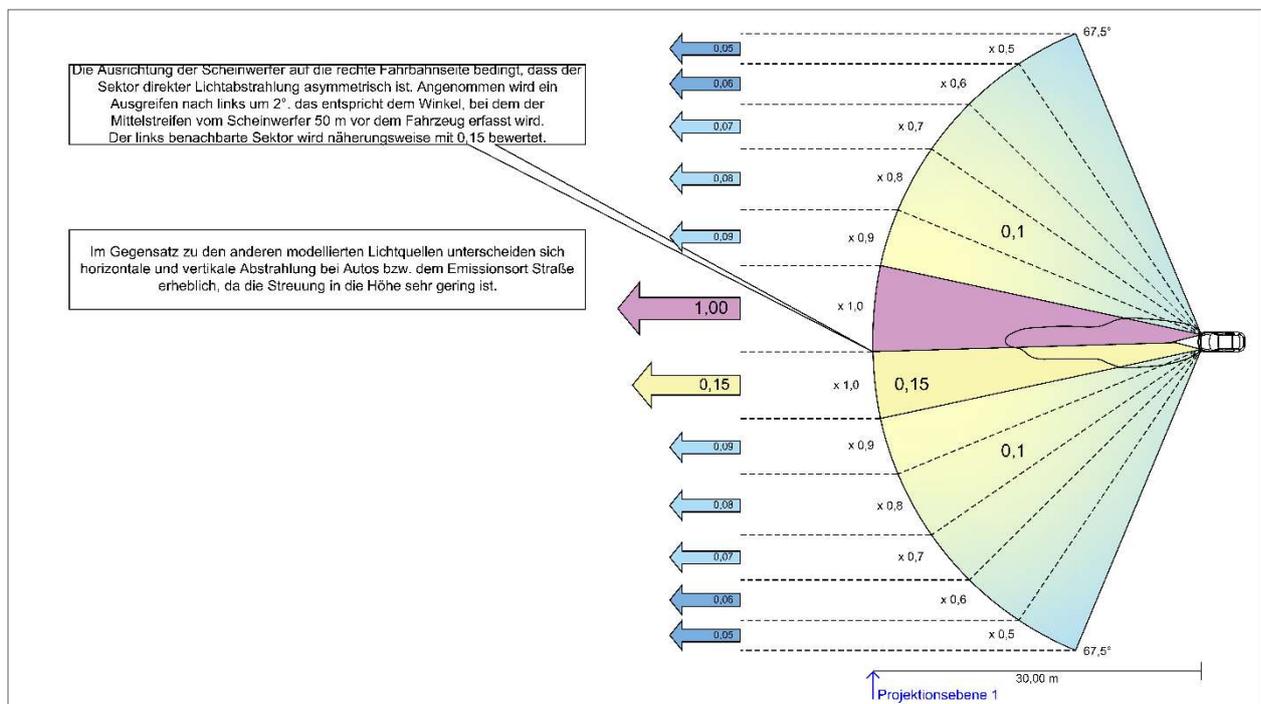


Abb. 16: Lichtemission von einer Straße, horizontale Streuung

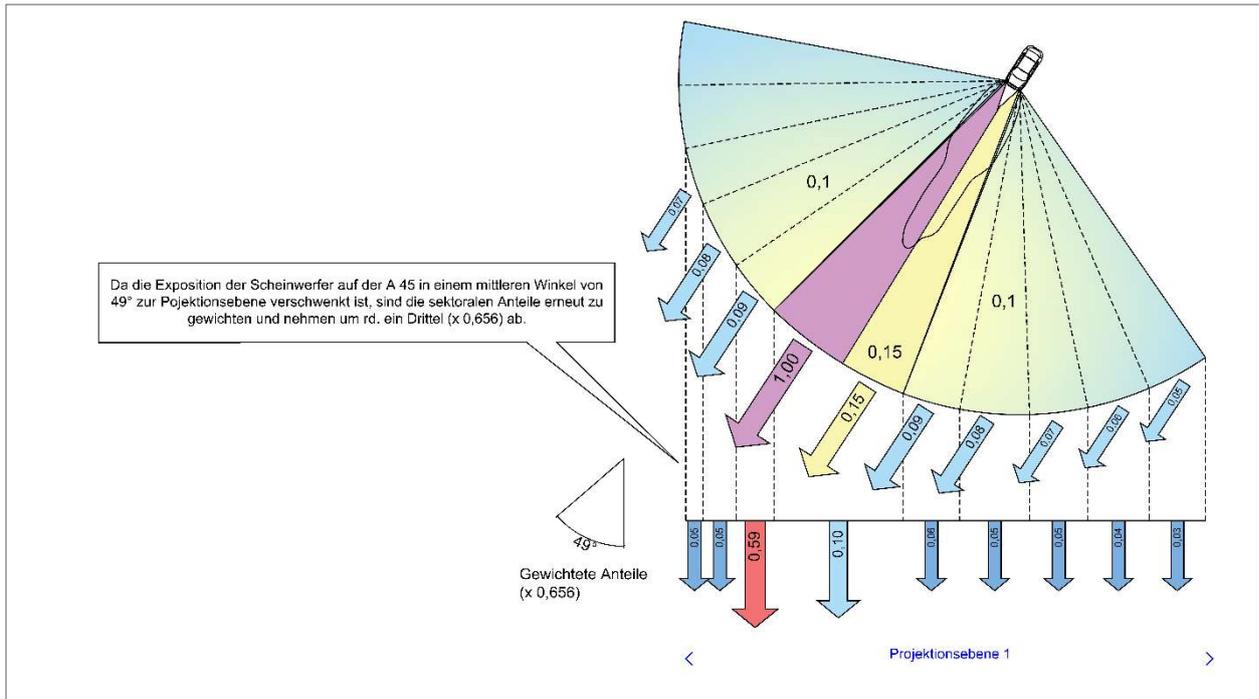


Abb. 17: Lichtemission von einer Straße, horizontale Streuung im seitlichen Einfallswinkel von 49°

5.3 Berechnung der Projektionen

Die nachfolgend dargestellten Projektionsebenen folgen in ihrer vertikalen Gliederung den horizontalen Abstrahlungshöhen der in Kap. 5.2 berechneten Sektoren, wobei deren Anteile am emittierten Lichtstrom mit der ermittelten Lichtstärke multipliziert wird. Das Ergebnis ist die Beleuchtungsstärke am Standort des Beobachters auf Höhe der Projektionsebene. Der Berechnungsvorgang ist jeweils unter den Abbildungen wiedergegeben.

Dargestellt ist also eine schematische und idealisierte Sicht auf das Vorhaben, und zwar zunächst auf den jeweiligen Nutzungstyp in einem 100 m breiten Ausschnitt, der bei Straße und Siedlungsrand natürlich viel breiter ist als in der Realität. In Kap. 5.4 werden die verschiedenen Typen dann mit ihrer projizierten Breitenausdehnung aneinandergereiht und, wo nötig, überlagert.

5.3.1 Wareneingang, Verladezone mit Fassade (Profil 1)

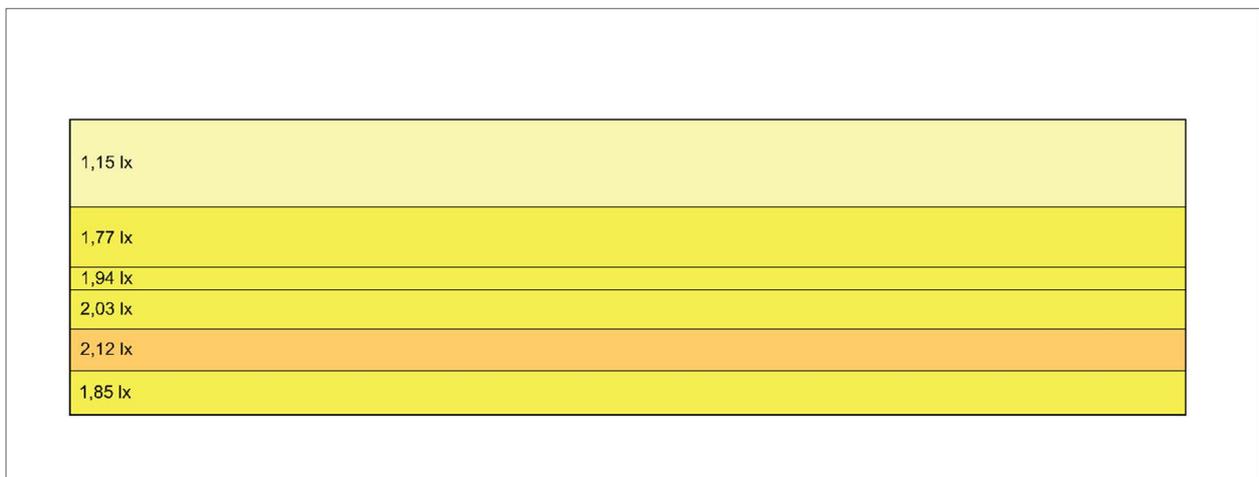


Abb. 18: Beleuchtungsstärke eines 100 m langen Ausschnitt des Wareneingangs auf Projektionsebene 1

Ausgegangen wird von 5 Leuchten pro 100 m der Warenannahme.

Parameter der Leuchten: Masthöhe 12 m, $\Phi = 10.000 \text{ lm}$, Abstrahlwinkel vertikal 100° ($\Omega = 2,24 \text{ sr}$)

Überschneidung der Lichtkegel zur kompletten Ausleuchtung bis 4 m ü. GOK (Leuchtenabstand: 20 m)

Daraus ergibt sich pro Leuchte: Bestrahlte Bodenfläche: ca. 640 m^2 , Beleuchtungsstärke am Boden: $15,6 \text{ lx}$

Lichtstärke ($I = \Phi * \Omega^{-1}$) / $10.000 \text{ lm} * 2,24^{-1}$ / = 4.464 cd

Die Beleuchtungsstärke eines Lichtpunktes auf Höhe der Projektionsebene 1 (46,7 m vom Lichtpunkt) ergibt sich vor Gewichtung des Strahlungswinkels dann als: $E_v = I / r^2 = 4.464 \text{ cd} / 46,7 \text{ m}^2 = 2,047 \text{ lx}$.

Die Verteilung der Beleuchtungsstärke der fünf Leuchten auf der Projektionsebene wird vereinfachend als gleichmäßig angenommen. Bei der wirksamen Höhe von 26,7 m (Reflexion der Fassade) ergibt sich eine kreisrunde Projektionsfläche von 640 m^2 / Leuchte. Die Projektionsebene 1 bemisst sich auf $26,7 \text{ m} * 100 \text{ m} = 2.760 \text{ m}^2$. $5 * 640 \text{ m}^2 = 3.200 \text{ m}^2$ (Faktor: 0,863) | $5 * 2,047 \text{ lx} * 0,863 = 8,83 \text{ lx}$

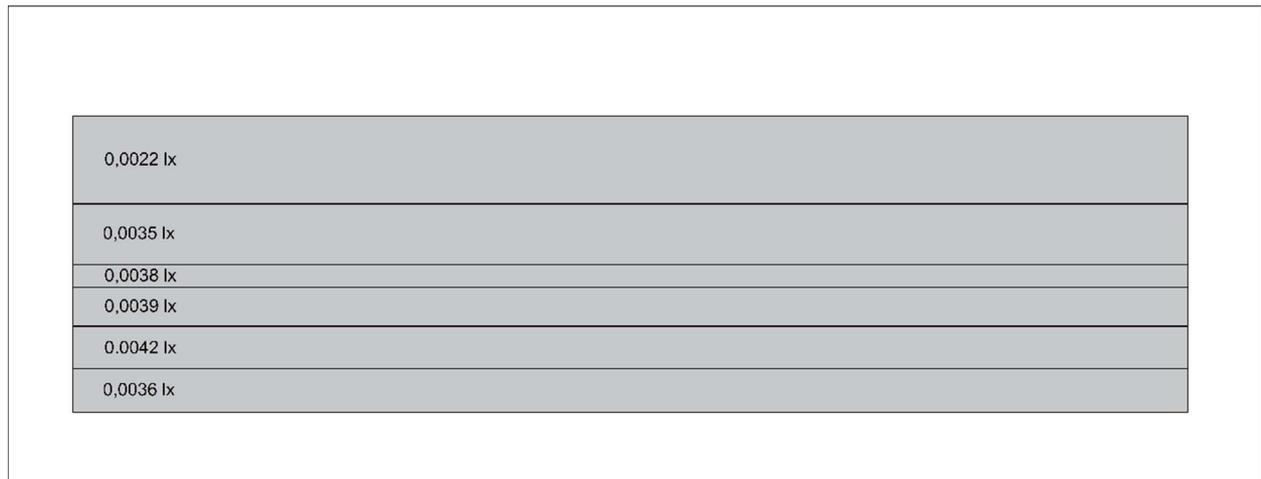


Abb. 19: Beleuchtungsstärke eines 100 m langen Ausschnitt der Warenanlieferung des geplanten Logistikzentrums (Gebäudehöhe auf 26,7 m gemittelt) in 1.000 m Entfernung (Projektionsebene 2)

Beleuchtungsstärke: $E_v = I / r^2 = 4.464 \text{ cd} / 1.046,7 \text{ m}^2 = 0,004075 \text{ lx}$ | $5 * 0,0040075 \text{ lx} * 0,863 = 0,017292 \text{ lx}$

Alternativ wird nachfolgend die Projektion bei Reflexion von einer graublauen Fassade ermittelt. Die Beleuchtungsstärke ist schon auf Ebene 1 deutlich geringer; in größerer Höhe sinkt die Immission um zwei Wertstufen.

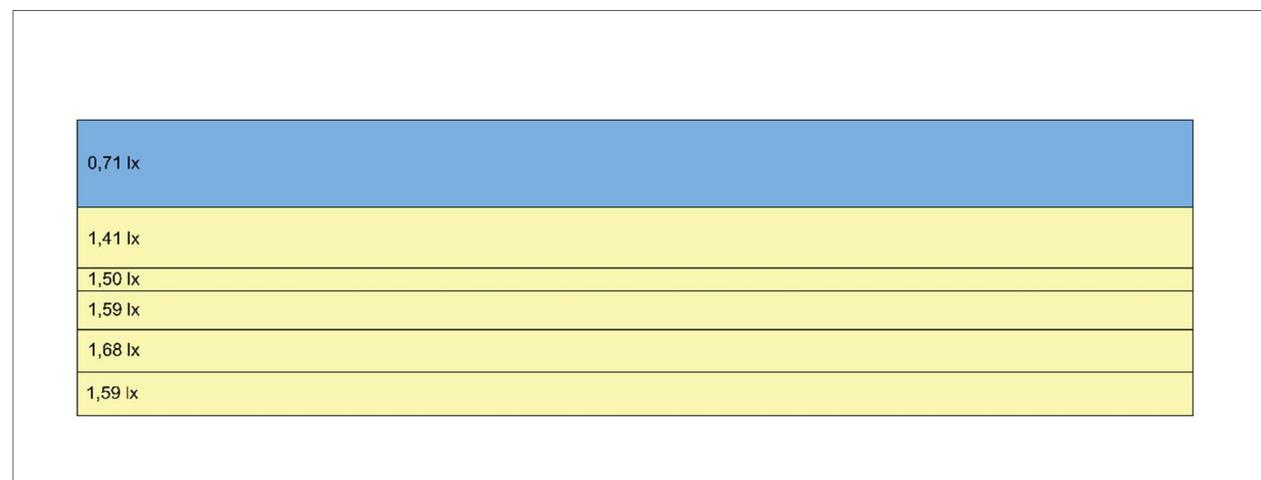


Abb. 20: Beleuchtungsstärke eines 100 m langen Ausschnitt des Wareneingangs (Profil 1a) auf Projektionsebene 1

Ausgegangen wird von 5 Leuchten pro 100 m der Warenannahme.

Parameter der Leuchten: Masthöhe 12 m, $\Phi = 10.000 \text{ lm}$, Abstrahlwinkel vertikal 100° ($\Omega = 2,24 \text{ sr}$)

Überschneidung der Lichtkegel zur kompletten Ausleuchtung bis 4 m ü. GOK (Leuchtenabstand: 20 m)

Daraus ergibt sich pro Leuchte: Bestrahlte Bodenfläche: ca. 640 m^2 , Beleuchtungsstärke am Boden: $15,6 \text{ lx}$

Lichtstärke ($I = \Phi * \Omega^{-1}$) / $10.000 \text{ lm} * 2,24^{-1} = 4.464 \text{ cd}$

Die Beleuchtungsstärke eines Lichtpunktes auf Höhe der Projektionsebene 1 (46,7 m vom Lichtpunkt) ergibt sich vor Gewichtung des Strahlungswinkels dann als: $E_v = I / r^2 = 4.464 \text{ cd} / 46,7^2 \text{ m}^2 = 2,047 \text{ lx}$. Die Verteilung der Beleuchtungsstärke der fünf Leuchten auf der Projektionsebene wird vereinfachend als gleichmäßig angenommen. Bei der wirksamen Höhe von 26,7 m (Reflexion der Fassade) ergibt sich eine kreisrunde Projektionsfläche von 640 m^2 / Leuchte. Die Projektionsebene 1 bemisst sich auf $26,7 \text{ m} * 100 \text{ m} = 2.760 \text{ m}^2$. $5 * 640 \text{ m}^2 = 3.200 \text{ m}^2$ (Faktor: 0,863) | $5 * 2,047 \text{ lx} * 0,863 = 8,83 \text{ lx}$

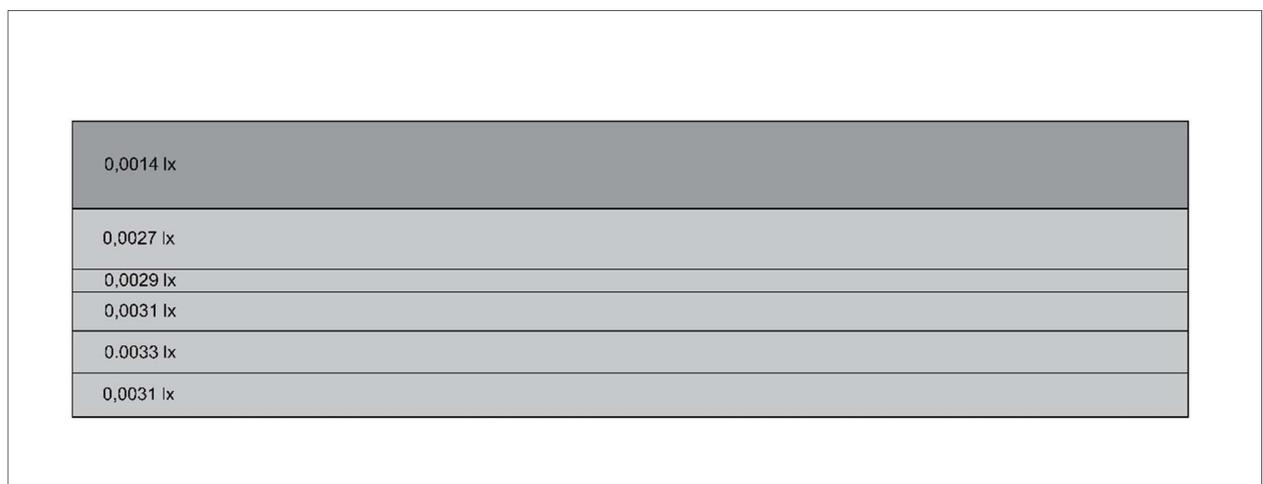


Abb. 21: Beleuchtungsstärke eines 100 m langen Ausschnitt der Warenanlieferung des geplanten Logistikzentrums (Profil 1a) (Gebäudehöhe gem. Profil II auf 26,7 m gemittelt) in 1.000 m Entfernung (Projektionsebene 2)

Beleuchtungsstärke: $E_v = I / r^2 = 4.464 \text{ cd} / 1.046,7^2 \text{ m}^2 = 0,004075 \text{ lx}$ | $5 * 0,004075 \text{ lx} * 0,863 = 0,017292 \text{ lx}$

5.3.2 Freie Stellplatzflächen (Profil 2)

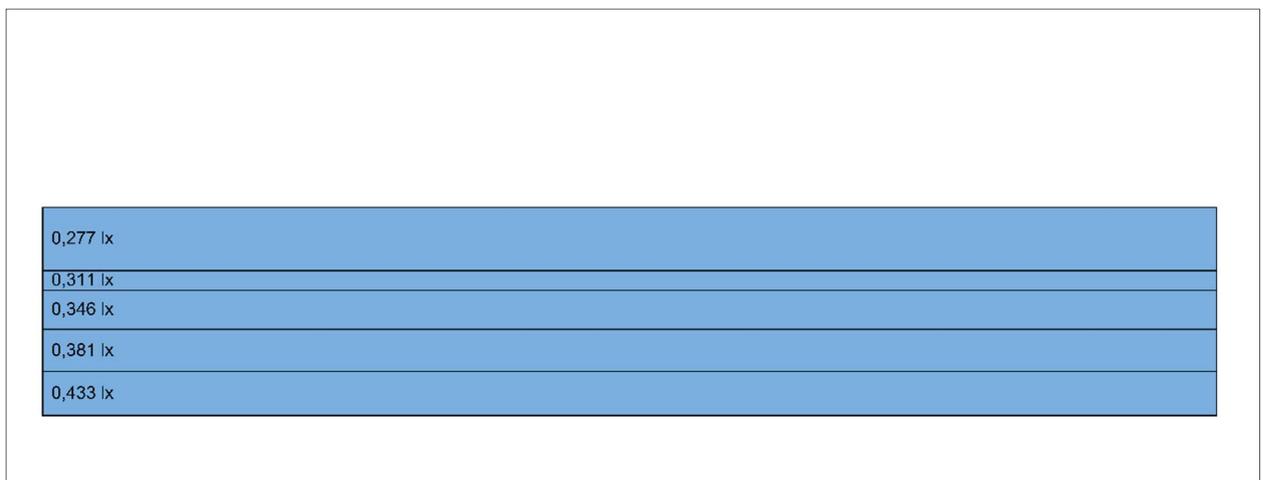


Abb. 22: Beleuchtungsstärke auf der Projektionsebene 1 – Lkw-Stellplatzflächen

Ausgegangen wird von 5 Leuchten pro 100 m Aufstellfläche, 3 Reihen hintereinander (Modul: 60 m Tiefe) Parameter der Leuchten: Masthöhe 12 m, $\Phi = 10.000 \text{ lm}$, Abstrahlwinkel vertikal 100° ($\Omega = 2,24 \text{ sr}$)

Überschneidung der Lichtkegel zur kompletten Ausleuchtung bis 4 m ü. GOK (Leuchtenabstand: 20 m)

Daraus ergibt sich pro Leuchte: Bestrahlte Bodenfläche: ca. 640 m^2 , Beleuchtungsstärke am Boden: $15,6 \text{ lx}$

Lichtstärke ($I = \Phi * \Omega^{-1}$) / $8.000 \text{ lm} * 2,24^{-1} = 3.571 \text{ cd}$

Die Beleuchtungsstärke eines Lichtpunktes auf Höhe der Projektionsebene 1 (im Mittel der 3 Reihen $46,7 \text{ m}$ vom Lichtpunkt) ergibt sich vor Gewichtung des Strahlungswinkels dann als: $E_v = I / r^2 = 3.571 \text{ cd} / 93,4 \text{ m}^2 = 0,41 \text{ lx}$.

Die Verteilung der Beleuchtungsstärke der Leuchten auf der Projektionsebene wird vereinfachend als gleichmäßig angenommen. Bei der wirksamen Höhe von $18,8 \text{ m}$ ergibt sich eine kreisrunde Projektionsfläche von 640 m^2 /

Leuchte. Die Projektionsebene 1 bemisst sich auf $18,8 \text{ m} * 100 \text{ m} = 1.800 \text{ m}^2$. $5 * 640 \text{ m}^2 = 3.200 \text{ m}^2$ (Faktor: $0,563$)

$15 * 0,41 \text{ lx} * 0,563 = 3,46 \text{ lx}$

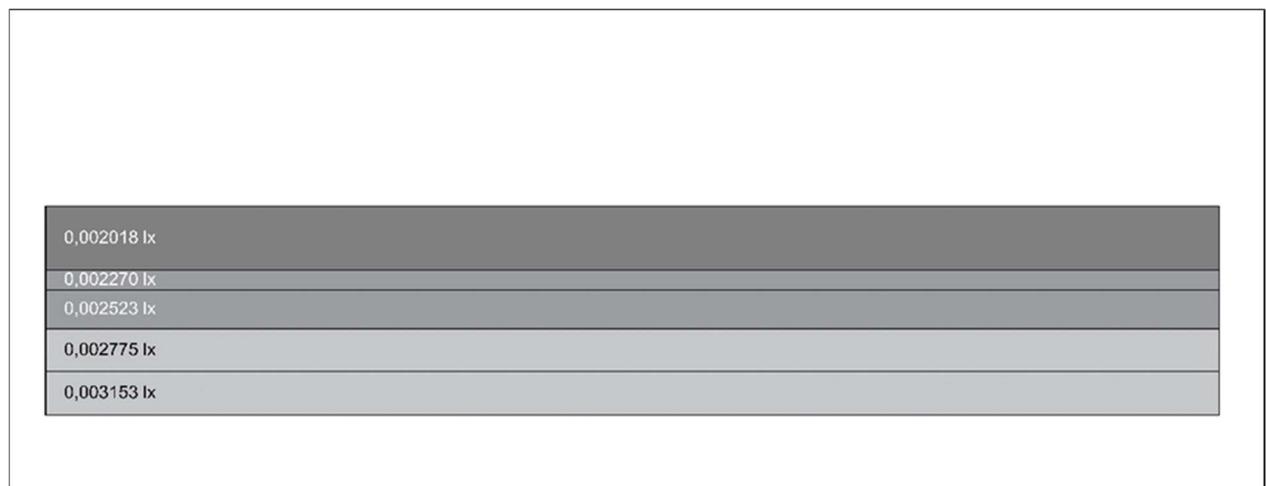


Abb. 23: Beleuchtungsstärke auf der Projektionsebene 2 – Lkw-Stellplatzflächen

Beleuchtungsstärke: $E_v = I / r^2 = 3.571 \text{ cd} / 1.093,4 \text{ m}^2 = 0,002987 \text{ lx}$ | $15 * 0,002987 \text{ lx} * 0,563 = 0,025225 \text{ lx}$

5.3.3 Siedlungsrand (Profil 3)

Dem Siedlungsrand wird ein fiktiver, aber durchaus realistischer Wohngebietszuschnitt zugrunde gelegt mit sieben Grundstücken auf einer Länge von gut 100 m und Straßenlampen im Abstand von 20 m (Abb. 25). Die beiden Teilprofile für Häuser und Straße werden zunächst getrennt ermittelt und dann mit ihren Anteilen gewichtet. Hierbei werden die Straßenlampen nur in dem Maße berücksichtigt, wie sie zwischen den Häusern hindurchscheinen.

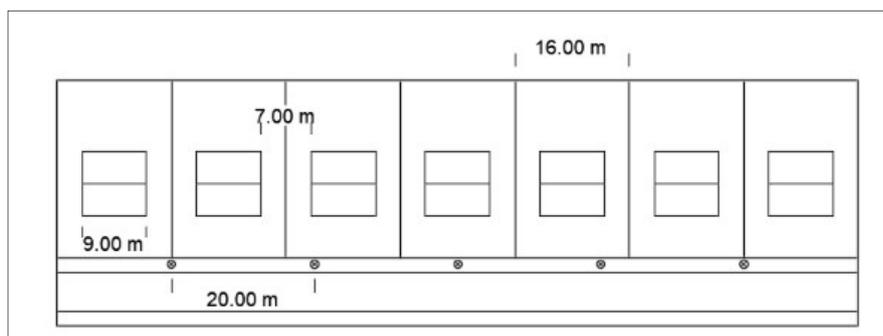


Abb. 24: Fiktiver Siedlungsrand

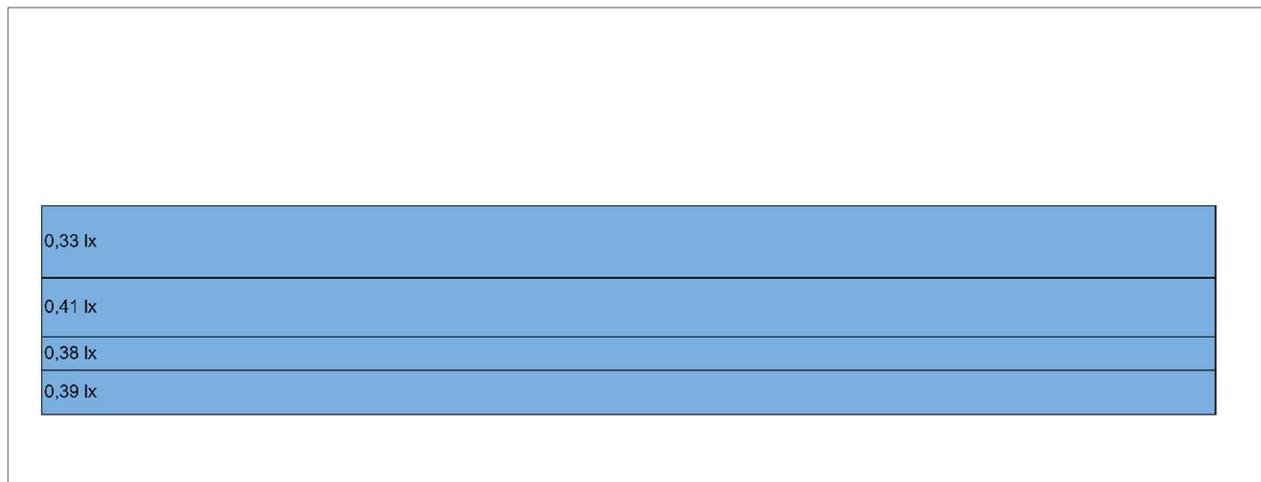


Abb. 25: Beleuchtungsstärke auf der Projektionsebene 1 – Straßenbeleuchtung

Ausgegangen wird von 5 Leuchten pro 100 m Wohnstraße.

Parameter der Leuchten: Masthöhe 5,50 m, $\Phi = 2.000 \text{ lm}$, Abstrahlwinkel vertikal 140° ($\Omega = 4,0 \text{ sr}$), Leuchtenabstand 20 m. Daraus ergibt sich pro Leuchte: Bestrahlte Bodenfläche: ca. 194 m^2 , Beleuchtungsstärke: $10,3 \text{ lx}$

Lichtstärke ($I = \Phi * \Omega^{-1}$) / $2.000 \text{ lm} * 4,0^{-1}$ / = 500 cd

Die Beleuchtungsstärke eines Lichtpunktes auf Höhe der Projektionsebene 1 (41,0 m vom Lichtpunkt) ergibt sich vor Gewichtung des Strahlungswinkels dann als: $E_v = I / r^2 = 500 \text{ cd} / 41,0 \text{ m}^2 = 0,297 \text{ lx}$.

Die Verschattung durch die Wohnhäuser bewirkt, dass das Licht von 3 Lampen auf den Siedlungsrand strahlt.

Die Verteilung der Beleuchtungsstärke der drei Lichtpunkte (Lampen) auf der Projektionsebene 1 wird vereinfachend als gleichmäßig angenommen. Bei der wirksamen Höhe von 30,2 m (= Durchmesser des Lichtkegels) ergibt sich eine Projektionsfläche von 717 m^2 / Lichtpunkt. Die Projektionsebene 1 bemisst sich auf $18,8 \text{ m} * 100 \text{ m} = 1.880 \text{ m}^2$. $3 * 717 \text{ m}^2 = 2.151 \text{ m}^2$ (Faktor 0,874) | $3 * 0,297 \text{ lx} * 0,874 = 0,779 \text{ lx}$

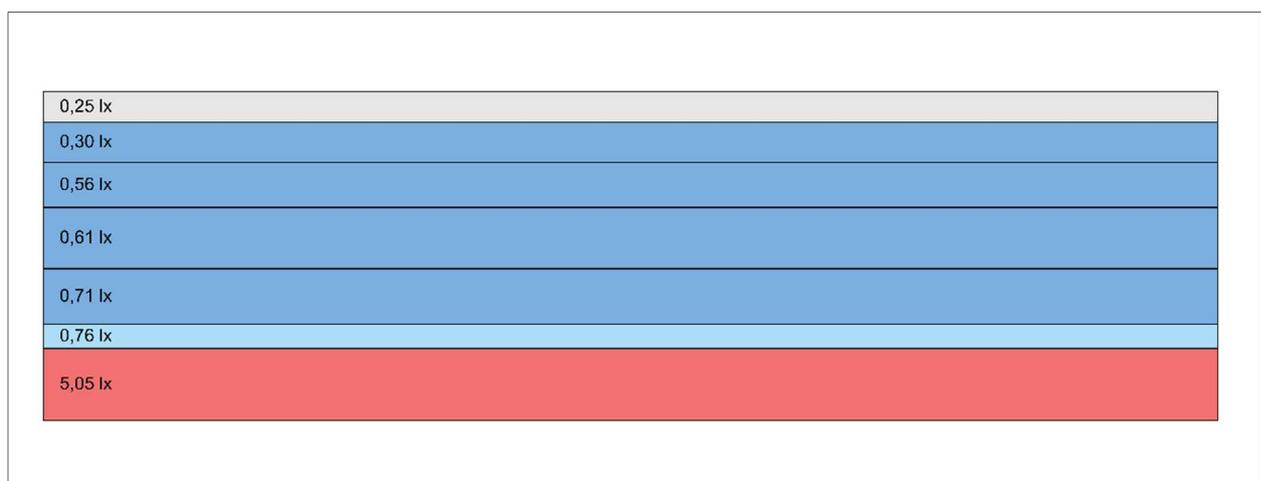


Abb. 26: Beleuchtungsstärke auf der Projektionsebene 1 – Wohngebäude

Ausgegangen wird von 250 lm pro Wohnhaus (vgl. Textblock in der Abbildung).

Parameter der Lichtpunkte: 2,40 m ü. GOK, $\Phi = 250 \text{ lm}$, Abstrahlwinkel horizontal 14° ($\Omega = 0,04 \text{ sr}$), Leuchtenabstand 16 m. Daraus ergibt sich pro Leuchtpunkt: Fläche auf der bestrahlten Projektionsebene 1: $44,6 \text{ qm}$, Beleuchtungsstärke: $5,61 \text{ lx}$

Lichtstärke ($I = \Phi * \Omega^{-1}$) / $250 * 0,04^{-1}$ = 6.250 cd

Die Beleuchtungsstärke eines Lichtpunktes auf Höhe der Projektionsebene 1 (30,0 m vom Lichtpunkt) ergibt sich vor Gewichtung des Strahlungswinkels dann als:

$$E_v = I / r^2 = 6.250 \text{ cd} / 30,0 \text{ m}^2 = 6,944 \text{ lx.}$$

Die Verteilung der Beleuchtungsstärke der sieben Lichtpunkte (Häuser) auf der Projektionsebene 1 wird vereinfachend als gleichmäßig angenommen. Bei der wirksamen Höhe von 6,5 m (= Durchmesser des Lichtkegels) ergibt sich eine unten beschnittene Projektionsfläche von 44,6 m² / Lichtpunkt.

Die Projektionsebene 1 bemisst sich auf 30,0 m * 100 m = 3.000 m². $7 * 44,6 \text{ m}^2 = 312,2 \text{ m}^2$ (Faktor 0,104)
 $7 * 6,944 \text{ lx} * 0,104 = 5,05 \text{ lx}$

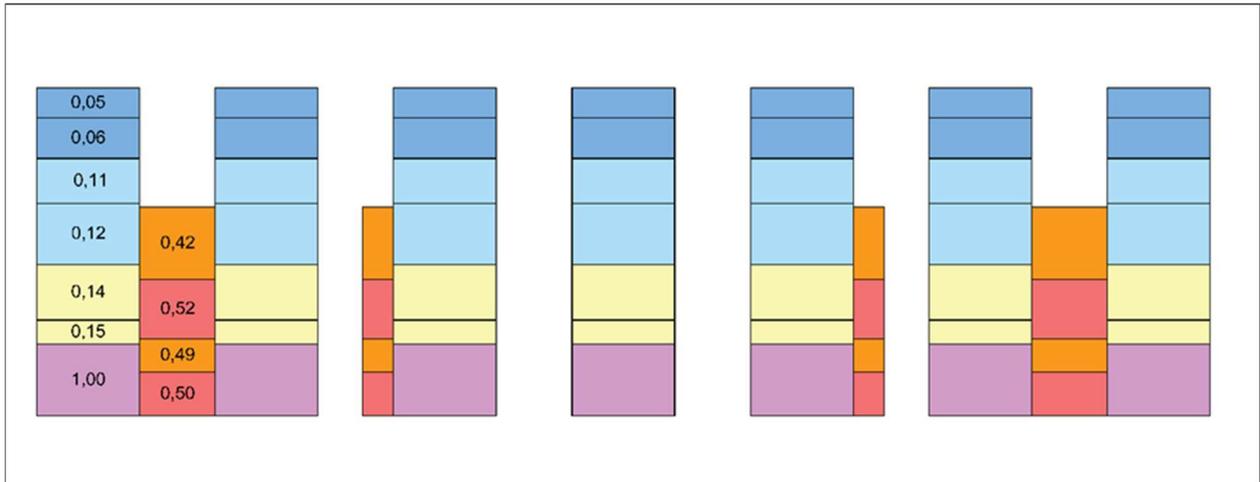


Abb. 27: Lichtemission von einem Siedlungsrand. Idealisierte Ansicht mit Wohnhäusern und Straßenbeleuchtung. Strahlungsanteile des emittierten Lichtstroms



Abb. 28: Beleuchtungsstärke auf der Projektionsebene 1 – kumulierte Werte

0,00118 lx
0,00146 lx
0,00138 lx
0,00141 lx

Abb. 29: Beleuchtungsstärke auf der Projektionsebene 2 (1.000 m) – Straßenbeleuchtung

Beleuchtungsstärke: $E_v = I / r^2 = 500 \text{ cd} / 1.041,0 \text{ m}^2 = 0,000461 \text{ lx}$. | $7 * 0,000461 \text{ lx} * 0,874 = 0,002820 \text{ lx}$

0,000214 lx
0,000257 lx
0,000471 lx
0,000515 lx
0,000600 lx
0,000643 lx
0,004288 lx

Abb. 30: Beleuchtungsstärke auf der Projektionsebene 2 (1.000 m) – Wohngebäude

Beleuchtungsstärke: $E_v = I / r^2 = 6.250 \text{ cd} / 1.030,0 \text{ m}^2 = 0,005891 \text{ lx}$. | $7 * 0,005891 \text{ lx} * 0,104 = 0,004288 \text{ lx}$

0,000214 lx
0,000257 lx
0,000471 lx
0,00170 lx
0,00178 lx
0,00206 lx
0,00210 lx
0,00567 lx
0,00570 lx

Abb. 31: Beleuchtungsstärke auf der Projektionsebene 2 (1.000 m) – kumulierte Werte

5.3.4 Straße (Profil 4)

Die beiden Profile für die A 45 und die die für Bundesstraße unterscheiden sich bei Berücksichtigung des schrägen Einfallswinkels von der Autobahn nur gering, da die B 455 zwar weniger Verkehr, dafür aber eine direkte Strahlungs-ausrichtung auf die Projektionsebenen aufweist.

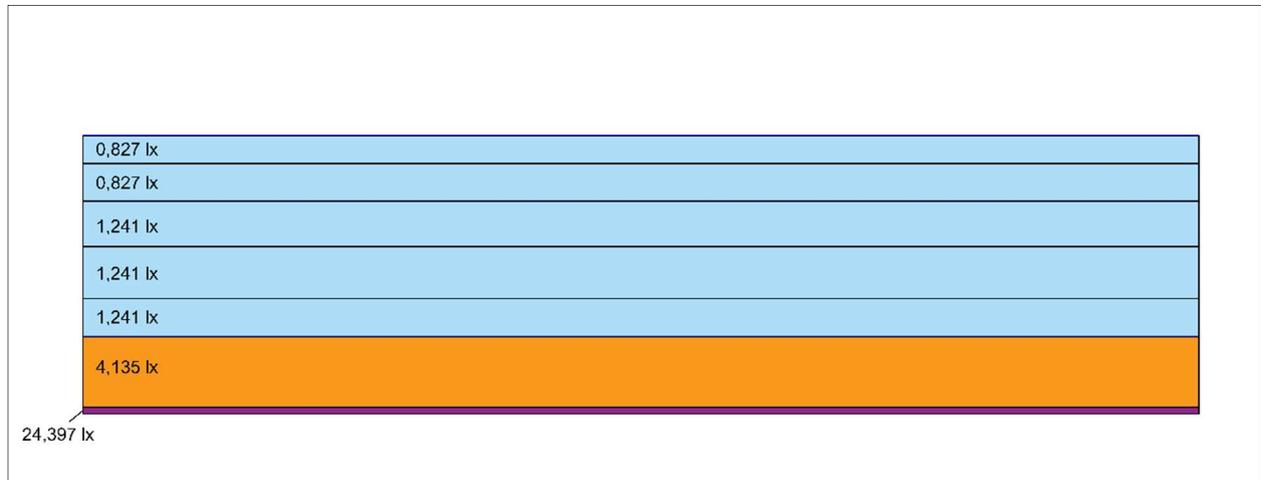


Abb. 32: Beleuchtungsstärke der A 45 (Fahrtrichtung Gießen) auf der Projektionsebene 1 (Einstrahlungswinkel 49°)

Ausgegangen wird von 2 x 400 lm pro Auto. Parameter der Lichtpunkte: 0,60 m ü. GOK, $\Phi = 400$ lm, Abstrahlwinkel horizontal - 1° ($\Omega = 0,006$ sr), Scheinwerferabstand 1,34 m. Daraus ergibt sich pro Leuchtpunkt: Fläche auf der Projektionsebene 1: ca. 1,6 m², Beleuchtungsstärke: 66.660 lx

Lichtstärke ($I = \Phi \cdot \Omega^{-1}$) / $400 \cdot 0,006^{-1}$ / = 66.666 cd

Die Beleuchtungsstärke auf Höhe der Projektionsebene 1 (30,0 m vom Lichtpunkt) ergibt sich vor Gewichtung des Strahlungswinkels dann als: $E_v = I / r^2 = 66.660 \text{ cd} / 30,0 \text{ m}^2 = 74,07 \text{ lx}$

Die Verteilung der Beleuchtungsstärke der beiden Lichtpunkte (Scheinwerfer) auf der Projektionsebene 1 wird vereinfachend als gleichmäßig angenommen. Bei der wirksamen Höhe von 0,54 m (= Durchmesser des Lichtkegels) ergibt sich eine Projektionsfläche von 1,6 m² / Lichtpunkt.

Die Projektionsebene 1 bemisst sich auf 30,0 m * 100 m = 3.000 m². $2 \cdot 1,6 \text{ m}^2 = 3,2 \text{ m}^2$ (Faktor 0,0011)

$2 \cdot 74,07 \text{ lx} \cdot 0,0011 = 1.628 \text{ lx}$

Für den rd. 3.000 m langen Autobahnabschnitt wird von folgender Fahrzeugdichte ausgegangen:

34.000 Kfz / Tag (Quelle: Verkehrsmengenkarte von Hessen), davon werden 50 % der dunklen Tageszeit zugeordnet, also 17.000 Kfz. In Richtung Projektionsebene fahrend ergeben sich dann wiederum 50 %, also 8.500 Kfz.

Setzt man im Jahresmittel 10 dunkle Stunden pro Tag voraus, fahren (ebenfalls durchschnittlich) 850 Kfz / Std. über den relevanten Autobahnabschnitt nach Südwesten. Bei gleichmäßigem Verkehr entspricht dies 14,1 Autos / Minute. Da bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 100 km/h jedes Auto 1,8 Minuten (=108 Sek.) im Bereich der Projektionsebene (Fahrstrecke 3 km) bleibt, befinden sich rechnerisch 25,4 Autos gleichzeitig auf der Strecke.

Die Beleuchtungsstärke ergibt sich dann mit $25,4 \cdot 1,628 \text{ lx} = 41,35 \text{ lx}$.

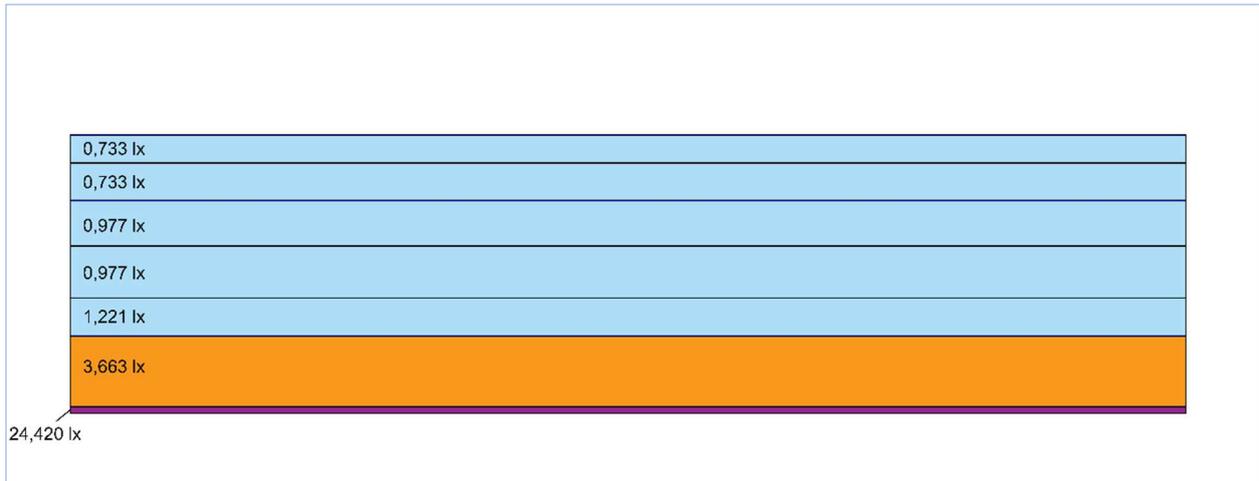


Abb. 33: Beleuchtungsstärke der B 455 (Fahrtrichtung Wölfersheim) auf der Projektionsebene 1

Für die B 455 wird von folgender Fahrzeugdichte ausgegangen:

9.300 Kfz / Tag (Quelle: Verkehrsmengenkarte von Hessen), davon 50 %, also 4.650 Kfz. in Richtung Projektionsebene. Geht man davon aus, dass der nächtliche Verkehrsanteil (einschl. des Berufsverkehrs im Winter) über das Jahr etwa 1/3 beträgt (also niedriger als auf der Autobahn ist) und im Mittel 10 Stunden des Tages dunkel sind, so fahren rd. 150 Kfz pro nächtlicher Stunde über die B 455 Richtung Wölfersheim. Bei gleichmäßigem Verkehr entspricht dies 2,5 Autos / Minute. Da für die rd. 800 m lange (gerade) Strecke zwischen dem Gewerbegebiet und dem Abzweig zur K181 bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 80 km/h 6 Minuten benötigt werden, befinden sich rechnerisch 15 Autos gleichzeitig auf der Strecke. Die Beleuchtungsstärke ergibt sich dann mit $15 * 1,628 \text{ lx} = 24,42 \text{ lx}$.

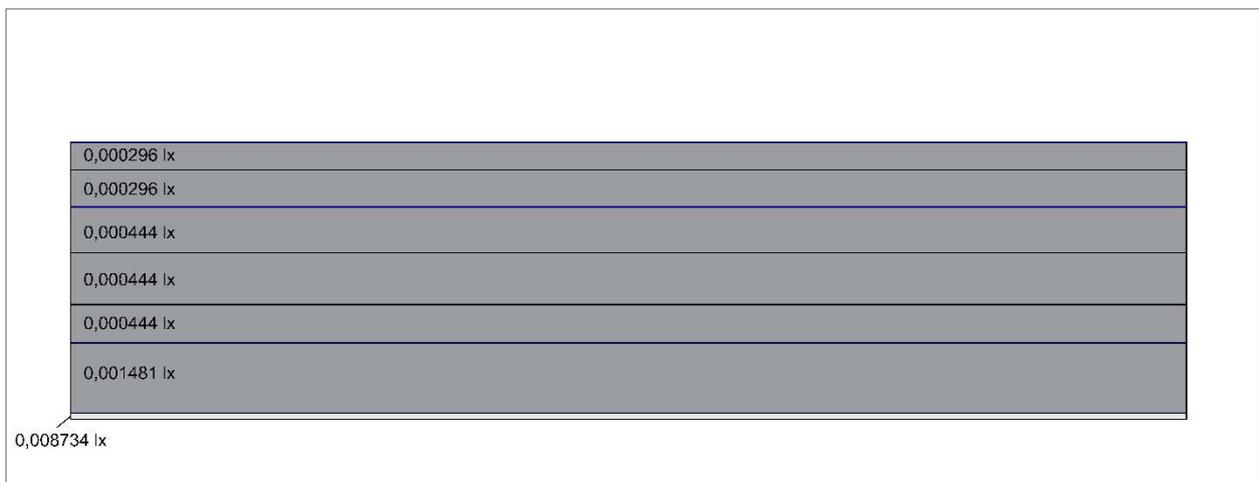


Abb. 34: Beleuchtungsstärke der A 45 (Fahrtrichtung Gießen) auf der Projektionsebene 2 (1.000 m)

Beleuchtungsstärke: $E_v = I / r^2 = 66.660 \text{ cd} / 1.030 \text{ m}^2 = 0,000583 \text{ lx} \mid 25,4 * 0,000583 \text{ lx} = 0,014805 \text{ lx}$

Da sich die Beleuchtungsstärken von Autobahn und Bundesstraße schon auf Ebene 1 nur wenig unterscheiden, kann für die Entfernung von 1.000 m auf eine Differenzierung der Straße verzichtet werden.

5.4 Gesamtansicht

Die in Kap. 5.3 berechneten Ansichten wurden jeweils auf 100 m-Abschnitten dargestellt, die in sich homogen sind, weshalb Änderungen der Breite keine Auswirkungen auf die Beleuchtungsstärken (pro Flächeneinheit) haben. Straße und Siedlungsrand sind in der Realität der Ansichten schmaler, der Baukörper des Logistikzentrums deutlich länger. Aus diesem Grund werden die verschiedenen „Leuchtbilder“ entsprechend den projizierten Nutzungstypen aneinandergereiht. Hierbei bedarf es aber noch einer Korrektur bei den Stellplatzflächen, denn deren Werte wurden für eine Tiefe von 60 m ermittelt. Bei Tiefen bis 440 m im Nordwesten müssen also (vereinfacht) bis zu sieben „Module“ aufsummiert werden. Genau genommen wären hierbei für die weiter von der Betrachtungsebene entfernt liegenden Bereiche Abschläge vorzunehmen, wovon aber abgesehen wird, weil die Unterschiede auf Ebene 2 in über 1.000 m Entfernung nicht mehr erheblich sind.

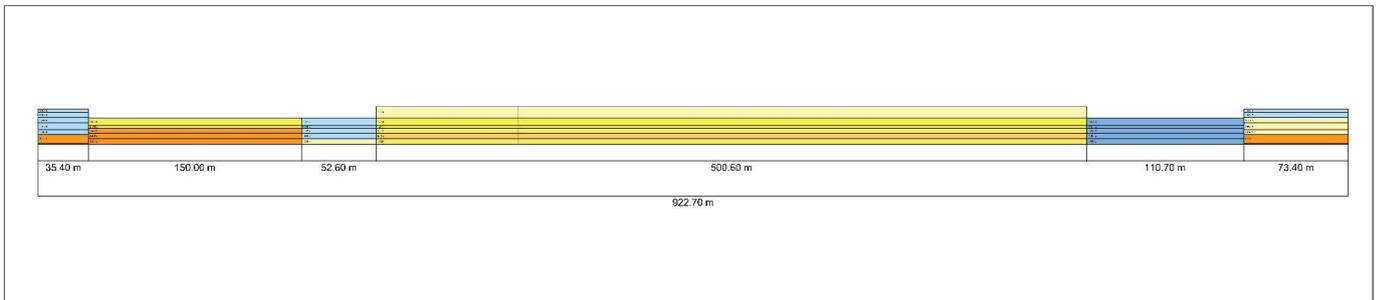


Abb. 35: Projektionsebene 1 mit den Beleuchtungsstärken der geplanten Nutzungen auf Höhe des Plangebiets

Eine Vereinfachung erfährt auch die Ansicht des Voreingriffszustandes, bei dem Straßen und Siedlungsrand auf die gleiche Projektionsebene wie das Vorhaben gelegt werden. Bezüglich der Straße bewirkt das eine leichte Abnahme der tatsächlich hier einfallenden Beleuchtungsstärken, beim Siedlungsrand eine Zunahme. Angesichts des Umstandes, dass auch das Projektgebiet in nicht unwesentlichen Teilen mehr als 400 m hinter dieser Ebene zurücksteht, erscheint dies gerechtfertigt. Es geht – das sei noch einmal betont – an dieser Stelle auch nicht um eine exakte „Bilanzierung“ des Eingriffs, sondern darum, Charakter und Größenordnung des Eingriffs anschaulich zu machen.

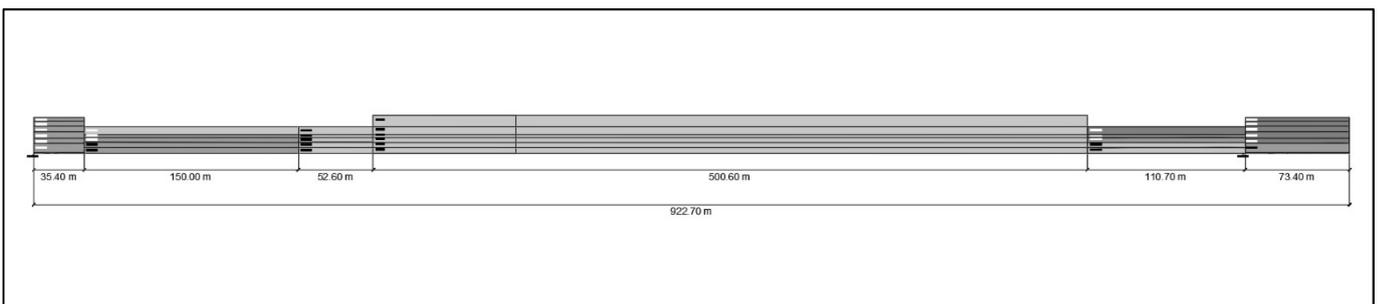


Abb. 36: Projektionsebene 1 mit den Beleuchtungsstärken des aktuellen Zustandes, versetzt auf die Höhe des Plangebiets

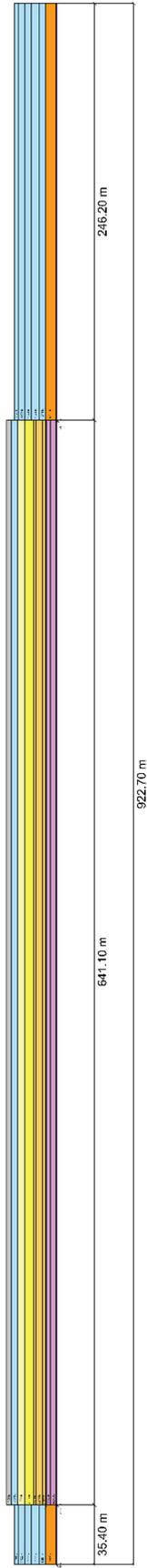


Abb. 35: Projektionsebene 1 mit den Beleuchtungsstärken des aktuellen Zustandes im Nahbereich

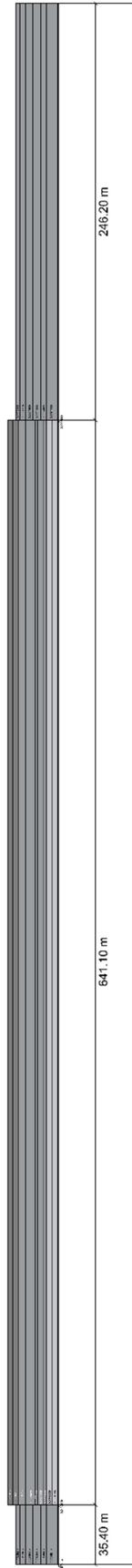


Abb. 36: Projektionsebene 2 mit den Beleuchtungsstärken des aktuellen Zustandes in 1.000 m Entfernung

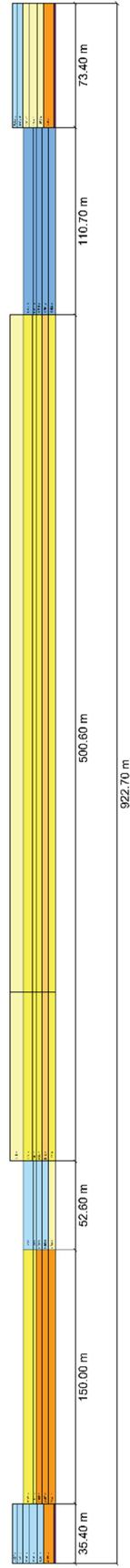


Abb. 37: Projektionsebene 1 mit den Beleuchtungsstärken des geplanten Zustandes im Nahbereich

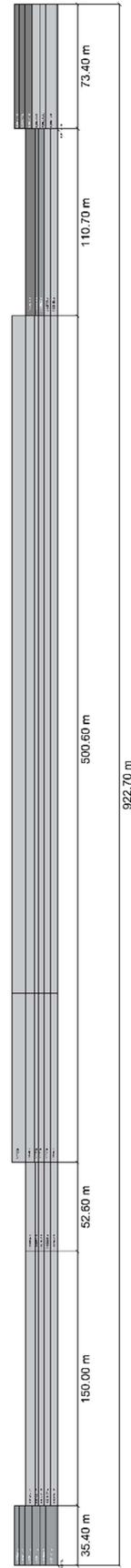


Abb. 38: Projektionsebene 2 mit den Beleuchtungsstärken des geplanten Zustandes in 1.000 m Entfernung

6 Diskussion der Ergebnisse

Die von der Abstrahlung des Siedlungsrandes Berstadt, der B 455 und der A 45 ausgehende Vorbelastung der Projektionsebene 1 setzt sich aus zwei ganz ähnlichen Mustern zusammen: Schon der Siedlungsrand charakterisiert sich durch eine bodennahe Lichtdominanz, die sehr stark horizontal in das Umland abstrahlt, aber keine besondere Höhenwirkung entfaltet. Hier unterscheiden sich ländliche, vom „reinen“ Wohnen geprägte Siedlungen sehr stark von städtischen mit ihrem hohen Anteil öffentlicher und halböffentlicher Beleuchtung (BECHERER 2013).

Da der Straßenraum ganz ähnliche Abstrahleigenschaften wie der Ortsrand hat, fokussieren sich die Vorbelastungen letztlich auf die unteren Horizontanteile, erreichen hier (ohne Puffer) hohe Werte, nehmen in der Höhe aber rasch ab. Bodennah werden mehr als 5 lx erreicht, über den Häusern jedoch kaum mehr 0,8 lx. Einzuschränken ist, dass es auch heute noch viele Siedlungen gibt, in denen die Straßenlampen auch über die Horizontale hinaus nach oben emittieren, was natürlich zu einer anderen Lichtverteilung führt. Die genannten Werte werden aber schon bei einem Abstrahlungswinkel von 140° erzielt.

Nicht ganz so stark differenziert sich der bodennahe Raum von den höheren Schichten auf den überörtlichen Straßen. Immerhin werden aber auch hier im Mittel fast 4 Lux erreicht, in 25 m Höhe aber noch 0,7 lx. Fast losgelöst von diesem Lichtprofil ist ein schmaler Streifen auf Höhe der Scheinwerfer, also unter 1 m, der mehr als 24 Lux erreicht. Solche Werte sind wegen des extrem engen Raumwinkels bereits der Blendung zuzuordnen, ihre Wirkung auf das Umland hängt stark von der Topografie und dem Vorhandensein verschattender Strukturen ab.

Aus der Kombination eines Siedlungsrandes mit einer davor verlaufenden stark befahrenen Straße resultiert im Ergebnis eine sehr hohe „Strahlkraft“. Die ohnehin beachtlichen Werte im bodennahen Bereich steigen jetzt auf nahezu 10 Lux. Noch für Höhen in fast 20 m werden 2 Lux errechnet. Auch wenn dieses Beleuchtungsprofil – wie unten noch ausgeführt wird – zunächst theoretisch ermittelt ist, so ist es doch nahe der Realität. Hauptverkehrsstraßen und Bahnhofsvorplätze erreichen regelmäßig 10-20 Lux, Tankstellen ein Mehrfaches.

Betrachtet man die rd. 920 m lange Horizontlinie des Projektgebiets auf Ebene 1, fällt der Baukörper allein schon durch seine Höhe und Breite besonders auf. Die hellsten Bereiche befinden sich mit rd. 2 Lux in der unteren Hälfte bis rd. 13 m Bauhöhe. Darüber nimmt die Beleuchtungsstärke leicht ab. Wichtig ist, dass von einem Siedlungsrand in dieser Höhe nur noch geringe Einflüsse ausgehen, der Baukörper hinsichtlich der Abstrahlung also in Bereiche vordringt, die bislang wenig belastet sind. Dies gilt allerdings nur, wenn man die Autobahn unberücksichtigt lässt, die – wie dargestellt – die Beleuchtungsstärke des Ortsrandes deutlich verstärkt und (unter Vernachlässigung von Puffereffekten) der Dominanz des Baukörpers sehr nahe kommt. Nur die oberen Meter des Gebäudes strahlen mit noch stärkerer Wirkung in den Raum.

Auf deutlich niedrigerem („dunklerem“) Niveau vollzieht sich eine ähnliche Höhenentwicklung auf den Umfahungsflächen beidseits des Baukörpers. Mit rd. 1,3 bzw. 1,7 lx ist die Dominanz hier aber deutlich geringer. Sie liegt unterhalb der von Ortsrändern, was der vertikal nach unten gerichteten Abstrahlung zuzuschreiben ist.

Die mit Abstand hellsten Bereiche des Logistikzentrums befinden sich im Nordwesten, wo die Tiefe der Stellplatzflächen von über 440 m eine so hohe Leuchtdichte erfordert, dass noch in einer Höhe von fast 20 m um die 2 Lux erreicht werden. Dies sind fast 10 % mehr als auf gleicher Höhe des Baukörpers. Auf Lkw-Höhe werden – unter den eingangs genannten Voraussetzungen – sogar mehr als 3 Lux erzielt, was unter arbeitsökonomischen und -medizinischen Gründen aber wahrscheinlich auch erwünscht ist. Empfohlen sind hier am Boden nach DIN EN 12464-1 mindestens 5-10 Lux (WIR SIND HELLER). Die hohen Werte der Doppelbelastung Ortsrand / Autobahn werden aber nicht erreicht.

Eine Sonderstellung nehmen die überörtlichen Straßen ein, die als Referenz und in ihre Summenwirkung (Südosten) mitberücksichtigt werden: Die Helligkeit reicht hier zwar weit in die Vertikale, aber man erkennt auch eine sehr starke Konzentration der Lichtstromdichte direkt über der Fahrbahn. Sieht man von den hier nicht näher zu betrachtenden Blendwirkungen ab, reduzieren sich die Einflüsse auf wenige Meter Höhe und treten im Vergleich zu den Betriebsflächen deutlich zurück. Der hinter dem Baukörper verlaufende Streckenabschnitt der A 45 wirkt über die Gebäudehöhe nicht hinweg.

Insgesamt wirkt das Logistikzentrum auf der kurzen Distanz (Ebene 1) deutlich in die Landschaft. Auch wenn das Vorhaben rechnerisch einem stark lichtbelasteten Ortsrand (mit stark befahrener Straße) sogar nachsteht, so ist doch zu berücksichtigen, dass gewachsene Siedlungsränder in der Praxis meist eine wesentlich dichtere Abschirmung durch Gehölze und Bauwerke besitzen. Diese fehlen dem Logistikzentrum selbst bei dichter Durchgrünung mit Bäumen noch auf Jahre und erreichen allenfalls nach Jahrzehnten Gebäudehöhe, weshalb die Eingriffswirkungen im Nahbereich als hoch einzustufen sind.

Für die Auswirkungen auf die Wohnbevölkerung ist aber die 2. Ebene in 1.000 m Entfernung die wesentlich wichtigere, da der Blick aus dem Fenster oder beim abendlichen Hundespaziergang eine vor allem im Winter tägliche emotionale Auseinandersetzung mit dem Logistikzentrum hervorrufen kann. Die Berechnungen zeigen hier eine sehr starke Abnahme der Beleuchtungsstärken. Sie liegen im Bereich des Baukörpers bei 0,0036-0,0022 lx, auf den Stellplatzflächen im Westen bei 0,02 bis 0,014 lx, sind hier also auch auf große Distanz deutlich höher.

Der Ortsrand tritt mit Werten von 0,07 (bodennah) und 0,0025 in Firsthöhe gegenüber dem unteren Teil des Baukörpers des Logistikzentrums nur leicht zurück. Mit zunehmender Höhe wirkt letzterer aber dominant, weil am Ortsrand in Höhen über 20 m kaum mehr horizontale Abstrahlung erfolgt. Das langgestreckte Gebäude ist in der Nacht damit auch aus größerer Entfernung als solches eindeutig wahrnehmbar. Die Kubatur tut hier ein Übriges gegenüber den in der Realität stärker differenzierten Lichtemissionen der Ortslagen.

Aktuell entspricht die nächtliche Lichtbelastung aus 1 km Entfernung der einer Sternennacht mit *air glow*, also der typischen Nachthelligkeit im bereits stärker von Siedlung und Verkehr beanspruchten Ordnungsraum (Stufe 2). Die Beleuchtungsstärke des geplanten Gewerbegebiets liegt in einer Entfernung von 1.000 m durchweg im oberen Bereich der Stufe 3 der hier verwendeten Skala, was etwa einer Halbmondnacht (0,02 lx; allerdings nur auf der Projektionsebene!) entspricht und mehr als eine Zehnerpotenz unter schwach beleuchteten Wohnstraßen liegt. Jede Erweiterung des Siedlungsbestandes in das Offenland bewirkt für die Bewohner des bisherigen Ortsrandes also eine deutlich höhere Zunahme der Beleuchtungsstärke als das hier zu bewertende Vorhaben. Somit lässt sich feststellen, dass das Logistikzentrum den „Lichtsmog“ zwischen Wölfersheim, Berstadt und Echzell erhöhen wird, das Ausmaß der Zunahme aber nicht als belastend im Sinne einer erheblichen Beeinträchtigung einzuschätzen ist.

Es sei abschließend darauf hingewiesen, dass die Berechnungen in *worst case*-Betrachtung auf Basis einer reflektierenden Fassade durchgeführt wurden. Bereits die Wahl einer dunkleren Farbe, möglichst auch eines rauen, wenig reflektierenden Wandbelags vermag die Abstrahlung erheblich, d.h. um mindestens ein Drittel zu reduzieren. Auch Firmenlogos müssen nicht die ganze Nacht über sichtbar sein.

7 Empfehlungen für die Eingriffsminimierung

Grundsätzlich kann hier auf die einschlägigen Informationen zum Beispiel des Hessischen Umweltministeriums (HMUKLV 2017) oder des Hessischen Wirtschaftsministeriums (HMWEVL 2016) verwiesen werden. Lohnend sind auch die Arbeiten zu den ökologischen und gesundheitlichen Auswirkungen künstlicher Beleuchtung auf Mensch und Natur von HOTZ UND BONTADINA (2007) oder HUEMER ET AL. (2010), die alle im Internet als pdf abrufbar sind. An dieser Stelle sollen nur einige spezielle Aspekte angesprochen werden, die sich durch die Ergebnisse dieses Gutachtens für die Objektplanung des Logistikzentrums ergeben.

- Für die beleuchteten Außenbereiche des Zentrums ist eine durchgehende Eingrünung nicht nur mit Baumreihen zu empfehlen, wie sie vielerorts zur visuellen Einbindung von Gewerbegebieten eingesetzt werden, die die Lichtreflexionen von hoch aufragenden Gebäuden in die Landschaft aber kaum beeinflussen können, ja oft nicht einmal geeignet sind, Lichtemissionen in niedriger Höhe wirksam nach außen abzuschirmen. Ratsam sind stattdessen gestufte Pflanzungen mit Sträuchern und Bäumen, die eine vertikale Schichtung ermöglichen und zumindest mittelfristig deutlich wirksamer sind.
- Darüber hinaus ist es ratsam, das Potenzial des Geländes für eine möglichst gleichmäßige Durchgrünung auszunutzen, die das vielfältig entstehende Streulicht zu puffern vermag. Hierfür empfiehlt sich auch der Einsatz von höheren Pflanzqualitäten mit Stammumfängen von mindestens 18-20 cm.
- Unterstützen lässt sich die Wirkung von Gehölzen durch bauliche Maßnahmen, wie Anwallungen, Sichtschutzzäune und Palisaden, die wenig Pflegeaufwand und wenig Platzbedarf erfordern. Sie haben zudem den Vorteil, ganzjährig voll wirksam zu sein.
- Sinnvoll ist aber auch die Pflanzung von Hecken, wobei die Hainbuchen besonders geeignet ist, da sie robust ist und ihr Laub erst beim Neuaustrieb im Frühjahr verliert. Da Hainbuchenhecken problemlos auch in Breiten von unter 1 m gezogen werden können, eignen sie sich auch für die interne Bepflanzung der Betriebsflächen, z. B. entlang der Umfahrungen und Rangierflächen, um Tankanlagen oder zur Einfassung von Zufahrtsbereichen.
- Schließlich sollten die technischen Möglichkeiten ausgeschöpft werden, die Reflexion von Fassaden so gering wie möglich zu halten. Neben der bereits angesprochenen Farbwahl (die Fernwirkung des Baukörpers tagsüber macht es ratsam, einen blaugrauen, nach oben heller werdenden Ton zu verwenden, wie er im Bebauungsplan festgesetzt ist und der zumindest in der unteren Hälfte der Fassade Reflexionsschutz bietet) sollte auf Ebene der Gebäudeplanung geprüft werden, ob Verkleidungselemente zum Einsatz kommen können, die eine leichte Neigung nach unten aufweisen und damit die Lichtstreuung in die Ferne reduzieren. Angesichts der Ergebnisse, die das Hauptaugenmerk der Eingriffsminimierung vom Nahbereich auf die 1 km-Ebene lenken, erscheint dies als eine wesentliche Möglichkeit, die Beleuchtungsstärke im Ortsrandbereich deutlich zu reduzieren.

Ein wirksamer Schutz gegen die „Lichtverschmutzung“ ist möglich, sowohl für die Tierwelt durch Verwendung geeigneter Leuchtmittel als auch für den Menschen, der allein schon dadurch profitiert, dass man das Problem ernst nimmt. Da der „Lichtschutz“ lange Zeit als lässliche Petitesse galt, ist das Potenzial für wirksame Maßnahmen außerordentlich hoch. Dies sollte motivieren, das vorhandene Instrumentarium anzuwenden und auch in der Betriebsphase des Logistikzentrums weitere Erleuchtungen zur Verdunkelung zuzulassen.

Staufenberg, 5. Juni 2019


Dr. Jochen Karl



Literatur

- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ ALS VORSITZLAND DER BUND-LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR IMMISSIONSSCHUTZ (BSMUV 2012): Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI). Beschluss der LAI vom 13.09.2012.
- BECHERER, P. (2013): Geophysikalische Ursachen der Nachthelligkeit. Diplomarbeit am Fachbereich für Geowissenschaften. Institut für Meteorologie und Weltraumwissenschaften der Freien Universität Berlin.
- FACHVERBAND FÜR STRAHLENSCHUTZ E.V. (2014): Leitfaden „Lichteinwirkungen auf die Nachbarschaft.“ Köln.
- HESSEN MOBIL (2015): Verkehrsmengenkarte für Hessen. Ausschnitt Gießen/Rhein-Main/Darmstadt. Wiesbaden.
- HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2017): Nachhaltige Außenbeleuchtung. Informationen und Empfehlungen für Industrie und Gewerbe. Wiesbaden.
- HESSISCHES MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ENERGIE, VERKEHR, UND LANDESENTWICKLUNG (HMWEVL 2016): Planungshilfe LED-Straßenbeleuchtung. Wiesbaden.
- HOTZ, T. UND F. BONTADINA (2007): Ökologische Auswirkungen künstlicher Beleuchtung. Unpublizierter Bericht von SWILD als Grundlage für Grün Stadt Zürich und Amt für städtebau Zürich. Zürich.
- HUEMER, P., KÜHTREIBER, H. UND G. TARMANN (2010): Anlockwirkung moderner Leuchtmittel auf nachtaktive Insekten. Ergebnisse einer Feldstudie in Tirol. Kooperationsprojekt Tiroler Landesumweltschutz und Tiroler Landesmuseen Betriebsgesellschaft m.b.H. Innsbruck.
- LICHT.DE (o. J.): licht.wissen 03. Straßen, Wege, Plätze. Frankfurt / M.
- REICHSTEINER, M. UND D. ANDERLE (ART LIGHT 2015): Erhebung der Lichtimmissionen in verschiedenen Beleuchtungssituationen. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Abschlussbericht.
- SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT (2017): Vollzugshilfe Lichtemissionen (Entwurf zur Konsultation). Bern.
- WIR SIND HELLER GMBH (o. J.): Empfohlene Beleuchtungsstärken nach DIN EN 12464-1. Bergneustadt.