

IBT 4Light GmbH / Boenerstr. 34 / 90765 Fürth

Stadt Oberasbach

H. Kleinlein  
Rathausplatz 1  
90522 Oberasbach

IBT 4Light GmbH  
Boenerstr. 34  
90765 Fürth

Telefon +49 (911) - 979155-91  
Telefax +49 (911) - 979155-93

IBT@4Light.de

Ihre Nachricht

Datum  
13.05.2019

## **Neubau Sportplatz/D-Platz Hans-Reif-Sportzentrum Oberasbach - Erläuterung Lichtimmissionsbewertung und Optimierung der Anlage hinsichtlich der Lichtimmissionen**

Sehr geehrte Damen und Herren,

auftragsgemäß wurde die geplante Flutlichtanlage des neu zu errichtenden D-Platzes des Hans-Reif-Sportplatzes Oberasbach hinsichtlich der zu erwartenden Lichtimmissionen untersucht.

Licht gehört zu den Emissionen bzw. Immissionen im Sinne des Bundesimmissionsschutzgesetzes. Sofern Immissionen „nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen“, so gelten sie im Sinne dieses Gesetzes als schädliche Umwelteinwirkungen.

Dies betrifft neben anderen Immissionsarten auch die Lichtimmissionen.

Laut Bundesimmissionsschutzgesetz sind sowohl bei genehmigungsbedürftigen als auch bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen mit Ausnahme der Anlagen des öffentlichen Straßenverkehrs geeignete Maßnahmen nach Stand der Technik zu treffen, um Lichtimmissionen zu vermeiden bzw. auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Dies betrifft insbesondere Sportstättenbeleuchtungen, Beleuchtungen in Bau, Industrie und Gewerbe, Anstrahlungen sowie Reklamebeleuchtungen.

Die Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz hat mit ihrer Schrift „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ im Jahr 2012 eine Grundlage geschaffen, die sowohl realistische, situationsbezogene Grenzwerte beschreibt als auch Richtlinien für den Umgang mit diesen Vorgaben beinhaltet.

Auf Basis dieser Vorgaben wurde die nachfolgende Bewertung durchgeführt.

Im ersten Schritt war die ursprünglich geplante Flutlichtanlage des D-Sportplatzes nach dem im Vorfeld erstellten Konzept mit Stand 4.5.18 (Datum der Lichtberechnung) mit entsprechenden Optimierungen hinsichtlich der erreichten Lichtimmissionswerte an den Immissionsorten auf den umliegenden Straßen und in der angrenzenden Wohnbebauung auf folgende Punkte hin zu prüfen:

- Festlegung der zulässigen Werte hinsichtlich Raumaufhellung und Blendung auf Basis der Schrift „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz sowie nach der DIN EN 12193 bzgl. der physiologischen Blendwirkung auf der Bahnstrecke

- Rechnerische Überprüfung der erreichten Immissionswerte des zu Grunde liegenden Beleuchtungskonzeptes an den festgelegten Immissionsorten
- Gegenüberstellung der zulässigen und der für die Bestandsanlage ermittelten Werte der Raumaufhellung und der Blendung

Die vorliegende Untersuchung der erreichten Lichtimmissionen wurde zur Bewertung und Einschätzung der neu zu erstellenden Beleuchtungskonzepte hinsichtlich der Beleuchtungsaufgabe und zur Bewertung einer eventuellen Verbesserung der Immissionswerte an den nahe liegenden Immissionsorten in Auftrag gegeben. Für andere Nutzungszwecke dieser Studie sind die Rahmenbedingungen noch zu überprüfen.

Bei der untersuchten Anlage handelt es sich um eine symmetrische Flutlichtbeleuchtung eines Fußballplatzes nach DIN EN 12193 Klasse III.

Type, Anordnung und Ausrichtung der Scheinwerfer und Leuchten wurden durch den Lieferanten der Scheinwerfer festgelegt (Lichtberechnung Fa. Siteco/Osram „Neubau D-Platz Sportzentrum, Oberasbach 07052018.pdf“).

Diese unterschiedlichen projizierten Flächen werden in der Berechnung durch generierte und entsprechend angepaßte eulmdat-files berücksichtigt.

Die Höhe der Beobachteraugen wurde auf 1,5 Meter über dem jeweiligen Bodenniveau angenommen. Bei höheren Beobachterstandorten werden im vorliegenden Fall sowohl die Werte für die Fassadenaufhellung als auch für die Blendung niedriger. Deshalb wurden nur die tiefstgelegenen, kritischsten Immissionsorte untersucht.

Im Sinne einer worst case-Betrachtung werden hier im ersten Schritt alle festgelegten Immissionsorte unter der Annahme freier Sichtachsen berechnet.

Dafür wurde ein entsprechendes Rechenmodell erstellt und die vom Auftraggeber bereitgestellte Lichtberechnung hinsichtlich Leuchtentypen, -anordnung und -ausrichtung entsprechend eingearbeitet.

Stellvertretend für die jeweiligen Immissionsorte wurden entsprechende Bewertungspunkte und Rechenraster insbesondere an den tiefstmöglichen Beobachterpositionen eingefügt, die bei der Bewertung der Lichtimmissionen erfahrungsgemäß den worst case darstellen. Die Bewertung der Raumaufhellung und der Blendung wurde an diesen Immissionsorten vorgenommen.

Weiterhin wurden zusätzliche Rechenraster eingeführt, die die Situation auf den Flächen des Sportplatzes darstellen.

Die ermittelten Immissionswerte werden mit den festgelegten Grenzwerten verglichen.

Somit sind direkte Rückschlüsse auf die Güte des vorgeschlagenen optimierten Beleuchtungskonzeptes hinsichtlich der erreichten Lichtimmissionen möglich.

Die Bewertung der Lichtimmission beruht also auf rechnerischen Ergebnissen der zugrunde liegenden Lichtberechnung.

Die Beurteilung der Lichtimmissionswerte erfolgte im Lichtberechnungsprogramm Calculux durch Festlegung der Immissionsorte als horizontale oder vertikale Rechenraster sowie als Beobachter im Programm.

Raumaufhellung:

Mess- und Beurteilungsgröße für die Raumaufhellung ist die mittlere Beleuchtungsstärke  $E_F$  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 gemäß der LAI-Richtlinie genannt.

Immissionsort (Gebietsart nach BauNVO)	Beleuchtungsstärke $E_F$	
	06:00 – 22:00 h	22:00 – 06:00 h
Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	1	1
Reine, allgemeine und besondere Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete und Erholungsgebiete §§ 2-4, 4a und 10. BauNVO	3	1
Dorf- und Mischgebiete §§ 5 und 6. BauNVO	5	1
Kerngebiete, Gewerbegebiete, Industriegebiet §§ 7-9 BauNVO	15	5

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.

Mittels einer Berechnung der vertikalen Beleuchtungsstärken an den vorliegenden Fassadenrichtungen wurde der erzielte Beleuchtungsstärkeverlauf der Fassadenaufhellung dargestellt. Die Verläufe und erzielten Werte sind so sehr anschaulich darstellbar.

Diese vertikale Beleuchtungsstärke ist ein Maß für das in Wohn- und Ruheräume einfallende unerwünschte Licht.

Lichtimmissionen von Beleuchtungsanlagen mit sich rhythmisch verändernden Betriebszuständen sowie intensiv farbigem Licht werden mit Zuschlägen bewertet. Dies trifft hier nicht zu.

Psychologische Blendung:

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

$$\bar{L}_{\max} \leq k \cdot \sqrt{\frac{L_U}{\Omega_S}} \quad (2)$$

Es bedeuten:

- $\bar{L}_{\max}$  Maximal tolerable Leuchtdichte einer Blendlichtquelle in  $\text{cd/m}^2$ , gemittelt über den zugehörigen Raumwinkel  $\Omega_S$
- $L_U$  Maßgebende Leuchtdichte der Umgebung der Blendlichtquelle in  $\text{cd/m}^2$ , falls die aus Messungen ermittelte Umgebungsleuchtdichte kleiner als  $0,1 \text{ cd/m}^2$  ist, wird mit  $L_U = 0,1 \text{ cd/m}^2$  gerechnet
- $\Omega_S$  Raumwinkel der vom Immissionsort aus gesehenen Blendlichtquelle in sr
- $k$  Normierter Proportionalitätsfaktor

Umgestellt nach dem Blendmaß  $k_S$  ergibt sich folgende Bewertungsformel für den Raumwinkelbereich zwischen  $10^{-6} \text{ sr} \dots 10^{-2} \text{ sr}$ :

$$k_S = \bar{L}_S \cdot \sqrt{\frac{\Omega_S}{L_U}} \quad (3)$$

Als Immissionsrichtwerte sind die in folgender Tabelle zusammengestellten Werte des Blendmaßes  $k$  festgelegt.

	Immissionsort (Einwirkungsort) (Gebietsart nach § BauNVO) [2]	Immissionsrichtwert $k$ für Blendung		
		6 h bis 20 h	20 h bis 22 h	22 h bis 6 h
1	Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten (§ 3) <sup>1)</sup>	32	32	32
2	reine Wohngebiete allgemeine Wohngebiete (§ 4) besondere Wohngebiete (§ 4a) Kleinsiedlungsgebiete (§ 2) Erholungsgebiete (§ 10)	96	64	32
3	Dorfgebiete (§ 5) Mischgebiete (§ 6)	160	160	32
4	Kerngebiete (§ 7) <sup>2)</sup> Ge- werbegebiete (§ 8) In- dustriegebiete (§ 9)	-	-	160

Für die Berechnung der psychologischen Blendung werden die entsprechenden relevanten Lichtstärken in Richtung der festgelegten Beobachter ermittelt, aus der über die oben genannte Formel das Blendmaß  $k$  ermittelt wird.

Begrenzung der nach oben gerichteten Lichtabstrahlung, Upward Light Ratio:

Zusätzlich zur LAI-Leitlinie bzw. den diesbezüglichen NRW-Runderlaß begrenzt die CIE150 sowie die LiTG-Schrift 12.3 bei im Freien aufgestellten Leuchten den Anteil der nach oben abgestrahlten Lichtanteils, die sog. Upward Light Ratio, in Abhängigkeit von der Gebietsart der Umgebung

Diese Beschränkung soll die Bildung einer sogenannten „Lichtglocke“ – also oberhalb von Städten oder größeren beleuchteten Bereichen in der Atmosphäre vagabundierendes Licht, das als großer Lichtdom in Form einer großen Käseglocke wahrgenommen wird – auf ein Minimum reduzieren. Dieser Effekt ist bei der Beleuchtung von Flächen nicht völlig zu vermeiden, weil das von den beleuchteten Flächen reflektierte Licht auch zur Bildung der Lichtglocke beiträgt. Die Begrenzung des direkt nach oben strahlenden Lichtes durch ungeeignete oder falsch ausgerichtete Leuchten reduziert diesen Aspekt der Lichtverschmutzung jedoch stark.

Auf Grund der Prägung des weiteren Umfelds der geplanten Anlage mit der benachbarten hell beleuchteten Verkehrsstraße kann die Umgebung als Gebiet der Gruppe E3 „Gebiete mit mittlerer Gebietselligkeit, wie z.B. Industriegebiete oder Wohngebiete in Vororten“ eingestuft werden.

Nach CIE150 sowie der LiTG-Schrift 12.3 sind für solche Gebiete Leuchten mit einem maximalen ULR (Upward Light Ratio) von 15% zulässig.

Dieses Kriterium wird hier durch Berechnung der Gesamtanlage ermittelt, da der durch die hier eingesetzten asymmetrischen Scheinwerfer verursachte ULR stark von der Aufneigung abhängt. Wegen der nach oben abgeschatteten Scheinwerfer wird hier ein direkter ULR von 0% erwartet.

Dabei ist zu beachten, daß bei diesem Bewertungssystem nur der direkt von den Leuchten in den oberen Halbraum abgegebene Lichtanteil erfaßt wird. Das von der beleuchteten Fläche unvermeidbar nach oben reflektierte Licht wird dabei nicht berücksichtigt.

Physiologische Blendung, prozentuale Schwellenwerterhöhung TI:

Für die Einwirkung der Beleuchtung auf die Fahrer auf der Bahnstrecke gibt es kein spezifisches Bewertungsverfahren. Hier wird daher vergleichend die Bewertungsmethode nach der Schwellenwerterhöhung TI herangezogen, die in Deutschland für die Bewertung von Blendquellen auf Straßen verwendet wird.

Für Einwirkungen von Beleuchtungsanlagen, die keine Anlagen der Straßenbeleuchtung sind, wird nach internationalen Empfehlungen die Schwellenwerterhöhung TI nach CIE150 bzw. der LiTG-Schrift 12.3 herangezogen. Der Richtwert beträgt hier bei unbeleuchteten Straßen  $TI = 15\%$  auf Basis einer Adaptationsleuchtdichte von  $0,1 \text{ cd/m}^2$ .

Ausgangspunkt dieser Beurteilungsmethode ist die Tatsache, dass sich das Auge bei einer blendfreien Beleuchtung auf die mittlere Leuchtdichte  $L$  in Sichtfeld adaptiert. Ein Objekt, hier Fahrbahn, ist nur sichtbar, wenn es gegenüber seiner Umgebung einen gewissen Leuchtdichteunterschied (Schwellenwert) aufweist.

Blendlichtquellen im Gesichtsfeld eines Beobachters werden als Streulicht wahrgenommen. Das Auge stellt sich auf ein höheres Hintergrund-Leuchtdichteniveau ein, wobei die mittlere Objektleuchtdichte der Fahrbahn unverändert bleibt. Ein Objekt kann nur wahrgenommen werden, wenn ein ausreichender Leuchtdichtenunterschied besteht.

Die Schleierleuchtdichte wird je Blendquelle mit folgender Formel berechnet:

$$L_{vi} = k_A * \frac{E_i}{\Theta_i^2}$$

$L_{vi}$  - Schleierleuchtdichte in cd/m<sup>2</sup>  
 $k_A$  - Proportionalitätsfaktor, vom Alter des Beobachters abhängig, bei Alter 23 Jahre = 10, bei Alter 45 Jahre = 12  
 $E_i$  - von einer Blendquelle verursachte Beleuchtungsstärke am Auge des Beobachters in lx  
 $\Theta_i$  - Blickwinkeldifferenz zwischen Hauptblickrichtung des Beobachters und Blendquelle (Beschränkung der Gleichung auf  $1,5^\circ < \Theta_i < 60^\circ$ )

Aus der Schleierleuchtdichte kann über die Formel  $TI = 65 * \frac{L_v}{L_m^{0,8}}$  die Schwellenwerterhöhung TI (in %) ermittelt werden.  $L_m$  ist dabei die Adaptationsleuchtdichte, die bei unbeleuchteten Straßen mit 0,1 cd/m<sup>2</sup> festgelegt ist.

Die kumulierte Schwellenwerterhöhung darf bei den jeweiligen Adaptationsleuchtdichten 15% nicht übersteigen.

Die Schwellenwerterhöhung wurde in der weiteren Betrachtung orientierend für einige Punkte auf der Bahnstrecke ermittelt und jeweils der Maximalwert für die Bewertung herangezogen.

Zur Bewertung der Schwellenwerterhöhung werden auf den festgelegten Rechenrastern für die Bahnstrecke weiterhin die vertikalen Beleuchtungsstärken in den relevanten Blickrichtungen der Fahrer berechnet.

Wegen der errechneten Ausbreitung der Beleuchtungsstärke und den möglichen Blickwinkeln der Fahrer zu den Scheinwerfern wird hier keine nennenswerte physiologische Blendung erwartet.

Bei den relevanten Immissionsorten in der Wohnbebauung östlich und südlich der Anlage wird von Wohngebieten ausgegangen. Wohngebiete werden hinsichtlich der Grenzwerte für die Lichtimmissionen gleich behandelt.

Die in der LAI-Schrift aufgeführten Grenzwerte für die Raumaufhellung und die Blendung gelten „für zeitlich konstantes Licht, das mehrmals in der Woche länger als eine Stunde angeschaltet wird“. Dies trifft für die typische Nutzung solcher Sportanlagen zu.

Laut der LAI-Schrift „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ gelten für die betrachtete Beleuchtungsanlage folgende Richtwerte:

- Raumaufhellung:
- bis 22:00 Uhr:
    - max. 3 lx auf der Fensterebene, bei Terrassen oder Balkonen die vertikale Beleuchtungsstärke an der angrenzenden Hauswand.
  - ab 22.00 Uhr bis 6:00 Uhr:
    - max. 1 lx

Blendung:	bis 20:00 Uhr: Kontrast zwischen der Leuchtdichte der Scheinwerfer und dem nächtlichen Himmel (Proportionalitätsfaktor k): k-max 96
	ab 20:00 Uhr bis 22:00 Uhr: k-max 64
	ab 22.00 Uhr bis 6:00 Uhr: k-max 32

Die nicht klassifizierten Gebiete werden hier wie Wohngebiete behandelt.

Die geplante Anlage wird in der Regel bis maximal 22:00 Uhr eingeschaltet. In der typischen Nutzung wird die Flutlichtanlage mehrmals pro Woche in den Abendstunden betrieben.

Für die Einwirkung der Beleuchtung auf die Fahrer auf der Bahnstrecke gibt es in Deutschland keine gesonderte gesetzliche Regelung. Für Einwirkungen von Beleuchtungsanlagen, die keine Anlagen der Straßenbeleuchtung sind, wird nach internationalen Empfehlungen der CIE150 die Schwellenerhöhung TI herangezogen. Der kumulierte Grenzwert beträgt hier bei nach unbeleuchteten Straßen  $TI = 15\%$  auf Basis einer Adaptationsleuchtdichte von  $0,1 \text{ cd/m}^2$ .

Störwirkungen zu den angrenzenden Straßen sind für den Zeitraum des Betriebs der Anlage zu bewerten. Eine zeitliche Differenzierung der Grenzwerte geschieht hier nicht.

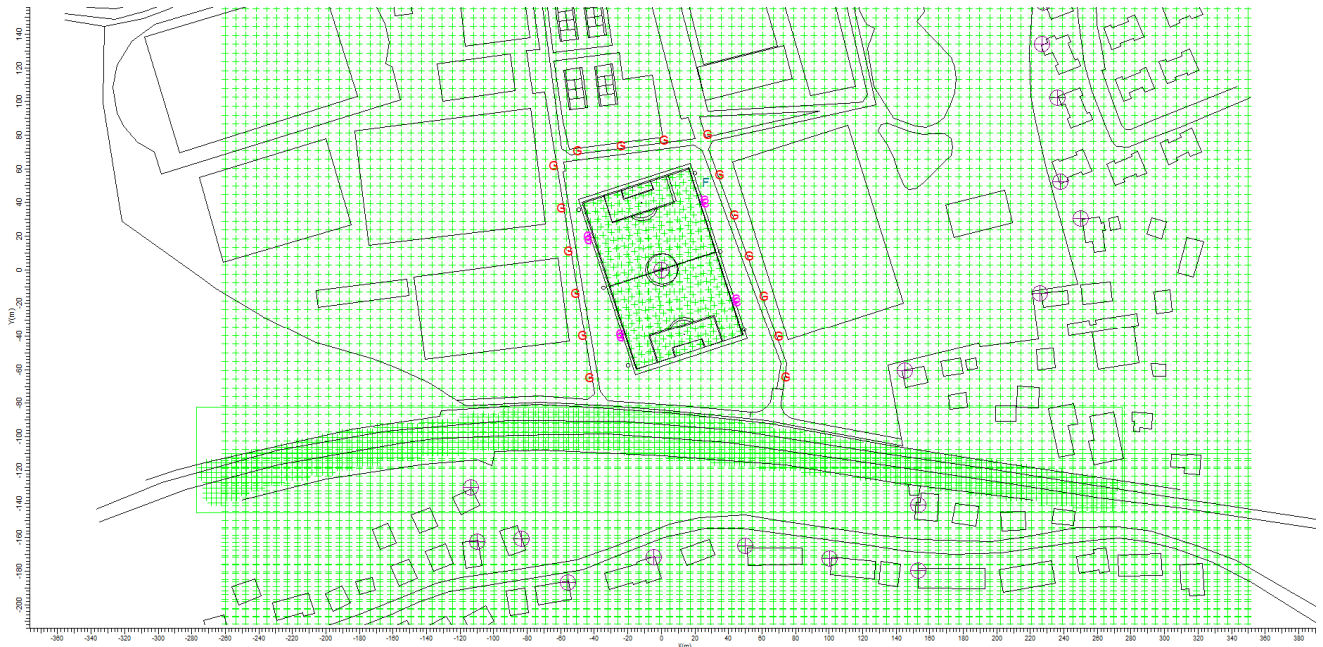
Der Grenzwert für den nach oben gerichteten Lichtanteil ULR beträgt wie oben beschrieben  $15\%$ . Dies ist eine anlagenspezifische Größe, die unabhängig von eventuellen Immissionsorten bewertet wird.

Bei Untersuchung der Raumaufhellung an den Immissionsorten und der Schwellenerhöhung TI auf der Bahnstrecke wurden bei der ursprünglich geplanten Anlagenausführung erwartungsgemäß sehr niedrige Werte ermittelt. Die Werte der Raumaufhellung liegen deutlich unter  $1 \text{ lx}$  und damit unter dem strengsten anzusetzenden Richtwert für die Nachtzeit, die Werte der Schwellenerhöhung liegen mit maximal ca.  $1,59\%$  ebenfalls deutlich unter dem Grenzwert von  $15\%$ .

Allerdings werden die Richtwerte für die psychologische Blendung in der Wohnbebauung mit maximal  $k = 271$  deutlich überschritten.

Die Anlage wurde daher in Zusammenarbeit mit der Fa. Osram/Siteco optimiert.

In die erstellte und optimierte Lichtberechnung Nr. „190212Oa2 Oberasbach D-Platz LEM.CAR“ vom 14.2.2019 wurden hierfür die Rechenraster und Beobachter wie folgt positioniert:



Die relevanten Immissionsorte liegen in den Wohngebieten östlich und südlich der Anlage sowie auf der südlich der Anlage etwa in Ost-West-Richtung verlaufenden Bahnstrecke.

Die Scheinwerfertype wurde verändert. In diesem Beleuchtungskonzept ist die Type Siteco/Osram Floodlight 20 Maxi LED 5XA7693F3A1AC PL43 vorgesehen. Diese sollen an entsprechenden Traversen auf 4 Masten mit Lichtpunkthöhe 18 m an den in der Lichtberechnung markierten Punkten mit 30,5 m Abstand von der Verlängerung der Mittellinie angeordnet.

Die Scheinwerfer sollen nach der Berechnung mit 4° bzw. 5° Aufneigung in Richtung des jeweils gegenüberliegenden Mastes ausgerichtet werden.

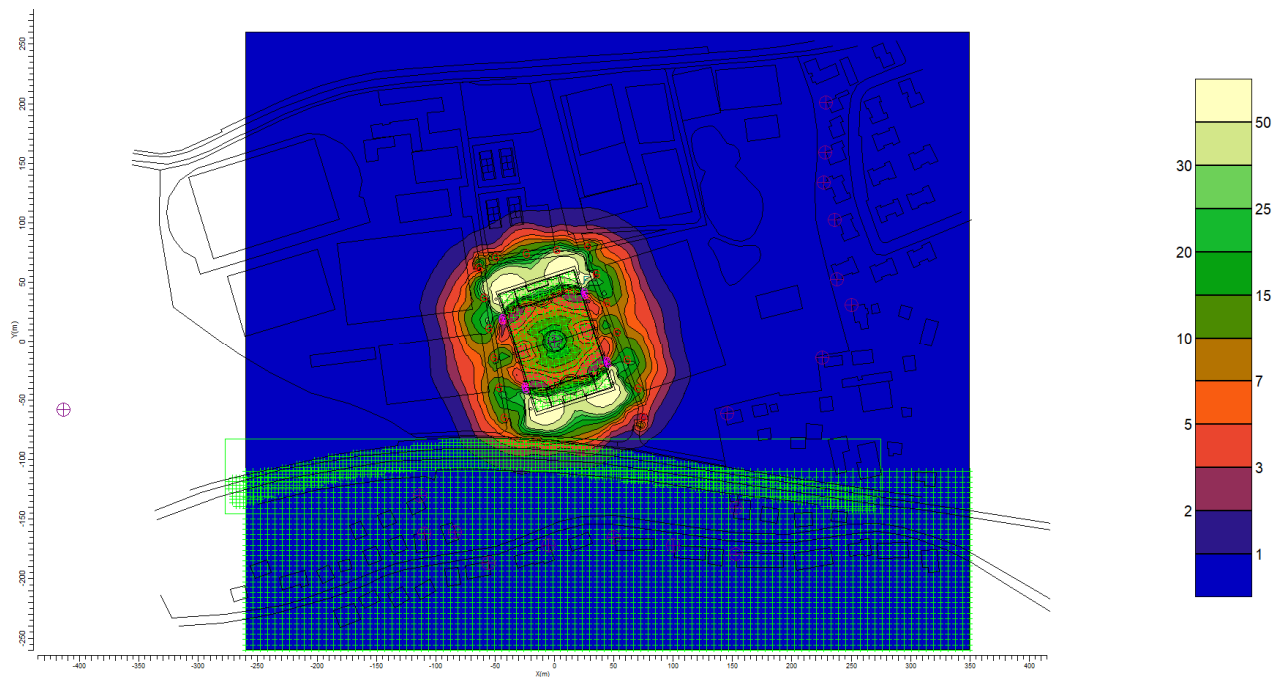
Die Aufneigung 4° ist bei diesem Scheinwerfer nicht vorgesehen, da dieser über eine Rasterscheibe für die Aufneigung mit 2,5°-Schritten verfügt. Die erforderliche Neigung von 4° ist unter Verwendung einer elektronischen Wasserwaage bauseits durch Unterlegen eines Bleches oder ähnlichem am Montagebügel zu realisieren.

Mit dem von Siteco/Osram vorgegebenen Wartungsfaktor 0,94 werden die Anforderungen nach DIN EN 12193 für einen Fußballplatz Klasse III mit  $E_m = 76,5 \text{ lx}$  bei  $G1 = 0,5$  erreicht.



## Raumaufhellung:

Für die vertikale Beleuchtungsstärke in 2 m Höhe wurde über das Gesamttraster folgende Ausbreitung ermittelt:



Es ist zu erkennen, daß sich die Raumaufhellung nur auf den unmittelbaren Nahbereich der Anlage beschränkt. Die relevanten Immissionsorte werden von er 1 lx-Linie nicht erreicht. Hier werden also keine Raumaufhellungen in Größenordnung der Richtwerte erreicht. Insofern ist von einer deutlichen Einhaltung der strengsten Richtwerte für die Raumaufhellung in der Nachtzeit nach 22:00 Uhr und damit auch für alle anderen Zeiträume auszugehen. Detailliertere Betrachtungen sind hier nicht erforderlich.

## Psychologische Blendung

Folgende Maximalwerte für die psychologische Blendung wurden im Rechenmodell gemäß Berechnung Nr. „1902120a2 Oberasbach D-Platz LEM.CAR“ für die festgelegten Immissionsorte in der Wohnbebauung ermittelt:

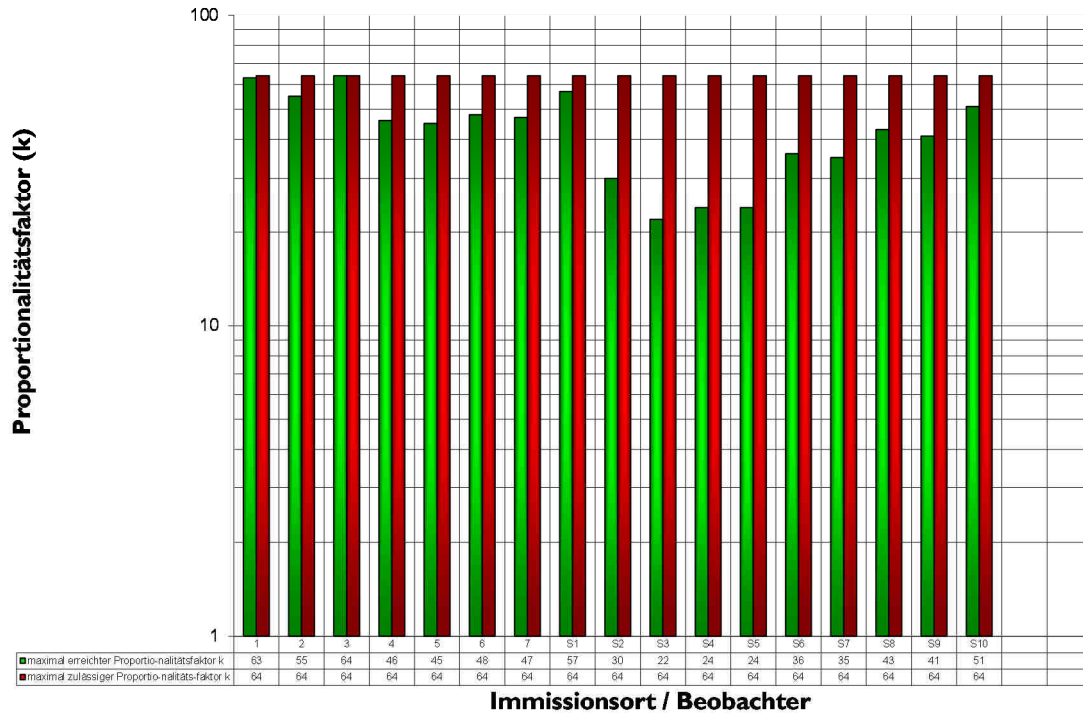
1902120a2 Oberasbach D-Platz LEM.CAR

IO Nr	IO Name	maximal zulässiger Proportionalitätsfaktor k	Hintergrundleuchtdichte Lu (cd/m <sup>2</sup> )	maximal zulässige Leuchtdichte Lmax (cd/m <sup>2</sup> )	maximal erreichte Lichtstärke (cd)	maximal erreichte Leuchtdichte (cd/m <sup>2</sup> )	maximal erreichter Proportionalitätsfaktor k	Leuchte Name	x (m)	y (m)	z (m)	Drehung (°)	Neigung A (°)	NgB (°)	
1	1	WA	64	0,1	24155	1253	24051	63	Floodlight 20 maxi LED, PL43 2xLED 5000K / CRI >= 70/5000 K	-44,03	19,79	18	17,3	5	0
2	2	WA	64	0,1	26115	1192	22842	55	Floodlight 20 maxi LED, PL43 2xLED 5000K / CRI >= 70/5000 K	-44,03	19,79	18	17,3	5	0
3	3	WA	64	0,1	441238	44	462641	64	CITY-LIGHT PLUS LED, P1,0a 1xLED 4000K / CRI >= 70/4000 K	27,7	80,2	4	-82	0	0
4	4	WA	64	0,1	434299	30	313549	46	CITY-LIGHT PLUS LED, P1,0a 1xLED 4000K / CRI >= 70/4000 K	27,7	80,2	4	-82	0	0
5	5	WA	64	0,1	29176	934	20788	45	Floodlight 20 maxi LED, PL43 2xLED 5000K / CRI >= 70/5000 K	-24,85	-38,68	18	17,3	4	0
6	6	WA	64	0,1	27101	1061	20347	48	Floodlight 20 maxi LED, PL43 2xLED 5000K / CRI >= 70/5000 K	-44,03	19,79	18	17,3	5	0
7	7	WA	64	0,1	29683	1110	22207	47	Floodlight 20 maxi LED, PL43 2xLED 5000K / CRI >= 70/5000 K	-44,03	19,79	18	17,3	5	0
8	S1	WA	64	0,1	18449	580	16509	57	Floodlight 20 maxi LED, PL43 2xLED 5000K / CRI >= 70/5000 K	-24,23	-40,56	18	17,3	4	0
9	S2	WA	64	0,1	24935	328	12014	30	Floodlight 20 maxi LED, PL43 2xLED 5000K / CRI >= 70/5000 K	-24,23	-40,56	18	17,3	4	0
10	S3	WA	64	0,1	29852	246	10546	22	Floodlight 20 maxi LED, PL43 2xLED 5000K / CRI >= 70/5000 K	-24,23	-40,56	18	17,3	4	0
11	S4	WA	64	0,1	24738	206	9353	24	Floodlight 20 maxi LED, PL43 2xLED 5000K / CRI >= 70/5000 K	-24,23	-40,56	18	17,3	4	0
12	S5	WA	64	0,1	21007	163	8186	24	Floodlight 20 maxi LED, PL43 2xLED 5000K / CRI >= 70/5000 K	44,87	-18,88	18	-162,7	4	0
13	S6	WA	64	0,1	19827	307	11378	36	Floodlight 20 maxi LED, PL43 2xLED 5000K / CRI >= 70/5000 K	44,87	-18,88	18	-162,7	4	0
14	S7	WA	64	0,1	23150	376	12847	35	Floodlight 20 maxi LED, PL43 2xLED 5000K / CRI >= 70/5000 K	44,87	-18,88	18	-162,7	4	0
15	S8	WA	64	0,1	21486	478	14680	43	Floodlight 20 maxi LED, PL43 2xLED 5000K / CRI >= 70/5000 K	44,87	-18,88	18	-162,7	4	0
16	S9	WA	64	0,1	23634	498	15221	41	Floodlight 20 maxi LED, PL43 2xLED 5000K / CRI >= 70/5000 K	44,87	-18,88	18	-162,7	4	0
17	S10	WA	64	0,1	21015	583	16748	51	Floodlight 20 maxi LED, PL43 2xLED 5000K / CRI >= 70/5000 K	44,87	-18,88	18	-162,7	4	0

Die Spalte „maximal erreichter Proportionalitätsfaktor k“ gibt den maximal erreichten Blendwert an. In der letzten Spalte „Leuchte“ wird die Leuchte angezeigt, die diesen Maximalwert an dem jeweiligen Immissionsort verursacht.

In der hier zu Grunde gelegten Konstellation der Beleuchtungsanlage wird der angesetzte Grenzwert  $k_{\max}$  64 für Wohngebiete bis 22:00 Uhr an allen untersuchten Immissionsorten eingehalten bzw. unterschritten.

**1902120a2 Oberasbach D-Platz LEM.CAR**  
**Proportionalitätsfaktor k - Blendung bei Lu = 0,1cd/m<sup>2</sup>**



**IBT**  
Ingenieurbüro Teichelmann  
Jens Teichelmann  
Dipl.-Ing. Lichttechnik  
  
Kronacher Str.19  
90765 Fürth  
Tel.: (+49) 0911-7903-288  
Mobil (+49) 0177-1980807  
Fax: (+49) 0911-7903-289  
info@Licht-Immission.de  
www.Licht-Immission.de

Die dargestellten Emissionsquellen sind jeweils die Scheinwerfer oder Leuchten mit den Maximalwerten. Neben diesen gibt es jeweils noch weitere Leuchten, die niedrigere Blendwerte aufweisen. Hier ist zu prüfen, inwieweit die relevanten kritischen Sichtverbindungen auch real vorhanden sind.

Die mit einer Umfeldleuchtdichte von 0,1 cd/m<sup>2</sup> dargestellten Werte entsprechen dem „worst case“ mit dunklem Nachthimmel als Hintergrund beim Blick zu den Blendquellen, bei dem der Kontrast natürlicherweise am größten ist.

Bei dem vorliegenden Beleuchtungskonzept werden sowohl die Blendwerte als auch die Werte der Raumaufhellung auf ein Minimum beschränkt.

Physiologische Blendung - Schwellenwerterhöhung TI:

Auf der Bahnstrecke wurden in der Ausbreitungsberechnung auch bei dem maximal wirksamen Winkel und bei angenommenen freien Sichtachsen nur sehr geringe vertikalen Beleuchtungsstärken ermittelt.

Rechen- pkt Nr.	Blick- richtung	Adaptations- leuchtdichte / cd/m <sup>2</sup>	Alter Beob- achter	Blickwin- kel zur IQ	E <sub>Straße</sub> / lx	TI /%
1	Bahn FRO	0,1	45	17,3	0,04	0,65 %
2	Bahn FRO	0,1	45	22,2	0,08	0,79 %
3	Bahn FRO	0,1	45	30,9	0,14	0,72 %
4	Bahn FRO	0,1	45	37,1	0,21	0,75 %
5	Bahn FRO	0,1	45	46,4	0,27	0,61 %
6	Bahn FRW	0,1	45	22,9	0,09	0,84 %
7	Bahn FRW	0,1	45	30,3	0,13	0,69 %
8	Bahn FRW	0,1	45	42,9	0,14	0,37 %
9	Bahn FRW	0,1	45	52,5	0,18	0,32 %
10	Bahn FRW	0,1	45	62,4	0,15	0,19 %

Daher kann hier auch nur sehr niedrige Werte der Schwellenwerterhöhung, die direkt mit der vertikalen Beleuchtungsstärke am Beobachterauege korreliert, erzeugt werden. Es wurden TI-Werte von maximal 0,84% ermittelt, was deutlich unter dem anzusetzenden Grenzwert von 15% liegt.

Hier ist ebenfalls von einer Einhaltung der Vorgaben auszugehen.

Auswirkungen der Beleuchtungsanlage auf Tiere – insbesondere auf Vögel und Insekten

Neben dem Schutz der Menschen ist es ebenfalls notwendig, betroffene Tiere und Pflanzen vor schädlichen Umwelteinflüssen zu schützen.

Viele Tiere und Pflanzen haben sich im Laufe der Evolution an einen bestimmten Tag-Nacht-Zyklus in ihrem Lebensbereich angepasst, den Lichtemissionen durch künstliche Beleuchtung drastisch stören können. Nachtaktive Insekten und andere Kleinlebewesen werden durch weithin sichtbare Lichtquellen angelockt und kommen zum Teil entweder durch die Lichtquelle selbst oder durch ebenfalls angelockte Fressfeinde zu Tode. Fledermäuse und nachts jagende Vögel lernen es schnell, solche Gelegenheiten auf leichte Beute zu nutzen.

Dies kann im Extremfall zu Dezimierungen in den Populationen einzelner Arten und damit zu starken Verschiebungen und nachhaltigen Störungen im lokalen ökologischen Gleichgewicht im Einflussbereich der Beleuchtung führen.

Für nachts jagende und ziehende Vögel oder Fledermäuse bilden natürliche Lichtquellen wie Mond und Sterne wichtige Orientierungspunkte. Solche Tiere werden durch Lichtemissionen künstlicher Lichtquellen dadurch gefährdet, dass es verstärkt zu Kollisionen mit Hindernissen oder zu Veränderungen im Zug- oder Jagdverhalten der Tiere kommt.

Diese negativen Auswirkungen sind bei Beleuchtungsanlagen im Außenbereich nicht völlig zu vermeiden. Hier ist ein Kompromiss zwischen dem Nutzen der Beleuchtungsanlage zum Schutz oder zur Steigerung der Lebensqualität der Menschen und der geringst möglichen Störung der Natur zu finden.

Ziel der zu treffenden Maßnahmen zur Reduzierung der Lichtimmissionen von Beleuchtungsanlagen ist es neben dem Schutz von betroffenen Menschen auch, die Auswirkungen auf Tiere und Pflanzen zu vermeiden bzw. auf ein Mindestmaß zu begrenzen.

Die maßgeblich notwendigen Maßnahmen sind:

- Reduzierung der Beleuchtungsniveaus und der Einschaltzeiten auf ein Mindestmaß
- Emissionsoptimierte Planung: Verwendung von entblendeten Leuchten, Lichtlenkung und Anordnung von Leuchten in die Bereiche, in denen das Licht benötigt wird
- Optimierung der Lichtpunkthöhen anhand der Lichtverteilungskurven der Leuchten
- Verwendung von Lichtspektren mit verminderter anlockender Wirkung auf Tiere
- Verwendung von staubdichten Leuchten ohne Unter- bzw. Einschlußmöglichkeiten für Insekten
- Vermeidung von Beleuchtung an Schlaf- und Brutplätzen von Vögeln

Als weitere Maßnahme zum Schutz der nachtaktiven Vögel gilt die sanfte und emissionsoptimierte Beleuchtung von Hindernissen (Türme, Hochhäuser, Masten), um diese auch nachts sichtbar zu machen und Vogelschlag zu vermeiden.

Diese Empfehlungen können in einer Anlage wie der betrachteten Flutlichtbeleuchtung nur zum Teil berücksichtigt werden. Dem Einsatz insektenfreundlicherer Spektren sind durch die spezifischen Anforderungen an die Farbwiedergabe einer Flutlichtbeleuchtung enge Grenzen gesetzt.

Mit der vorliegenden optimierten Planung unter Berücksichtigung der empfohlenen Maßnahmen zur Reduzierung der Lichtimmissionen wurden die störenden Wirkungen der Flutlichtanlage des Sportparks Am Frankfurter Bogen auf ein Mindestmaß reduziert sowie räumlich auf einen sehr kleinen Bereich begrenzt. Weitere Reduzierungen dieser Wirkungen würden eine Minderung der Funktionalität der Beleuchtungsanlage mit sich bringen.

Im betrachteten Fall der Flutlichtanlage des D-Platzes der Hans-Reif-Sportanlage Oberasbach sind die Auswirkungen auf Tiere durch die kurzen Einschaltzeiten verhältnismäßig gering.

Die Untersuchung der zu erwartenden Lichtimmissionswerte bei dem optimierten Flutlichtkonzept des D-Platzes der Hans-Reif-Sportanlage Oberasbach erfolgte wie vereinbart durch rechnerische Überprüfung der im Vorlauf optimierten Lichtplanung.

Die rechnerische Bewertung der Raumaufhellung und der psychologischen Blendung der optimierten Lichtplanung zeigte an den untersuchten Immissionsorten eine Unterschreitung der Grenzwerte an den betrachteten Anwohnergrundstücken.

Die erreichte Raumaufhellung erreicht im worst case Werte bis zu ca. 0,02 lx und liegt damit unterhalb der Grenzwerte und natürlich auch deutlich unter den angesetzten Grenzwerten.

Die mit dem optimierten Beleuchtungskonzept maximal erreichten Blendwerte liegen an den untersuchten Immissionsorten in der Wohnbebauung unter dem angesetzten Grenzwert  $k_{\max}$  64.

Die physiologische Blendung auf der Bahnstrecke erreicht keine nachweisbaren Werte.

Auch der direkt nach oben gerichtete Lichtanteil ULR beträgt ca. 0%.

Der teilweise vorgesehene Bewuchs auf dem Gelände wirkt abschattend sowie durch Streuung leicht aufhellend und damit zusätzlich mindernd auf die ermittelten Lichtimmissionen.

Durch die teilweise Abschattung und die Aufhellung des Blickfeldes durch Streuung bewirkt die dichte Vegetation auch in unbelaubtem Zustand außerhalb der Vegetationsperiode eine Einschränkung der Sichtverbindungen und eine deutliche Reduzierung der Immissionswerte.

Die empfohlenen Maßnahmen zur Reduzierung der Auswirkungen auf die Umwelt und die anlockende Wirkung des Lichtes auf Tiere wurden in dem vorgeschlagenen Beleuchtungskonzept weitestgehend umgesetzt. Der Einsatz von Leuchtmitteln mit insektenfreundlichem Spektrum ist wegen dem Anspruch an eine solche Flutlichtbeleuchtung hinsichtlich der Farbwiedergabe nicht zu empfehlen.

Durch die drastische Reduzierung der Auswirkungen der Flutlichtanlage auf die Umgebung werden die negativen Auswirkungen sowohl in ihrer Auswirkung als auch räumlich auf ein Minimum begrenzt.

Entsprechende weitere Optimierungen und Modifizierungen der Anlage müssen unter Berücksichtigung der Einhaltung dieser Werte geschehen.

Hierzu ist die Typen, Ausrichtung und Aufneigung der Scheinwerfer gemäß der Lichtplanung „190212Oa2 Oberasbach D-Platz LEM.CAR“ einzuhalten. Im weiteren Verlauf eventuell erforderliche Optimierungen oder Planungsänderungen müssen die erreichten Emissionswerte berücksichtigen und ggf. noch mal geprüft werden.

Für Rückfragen stehen wir gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen



Jens Teichelmann  
IBT 4Light GmbH

