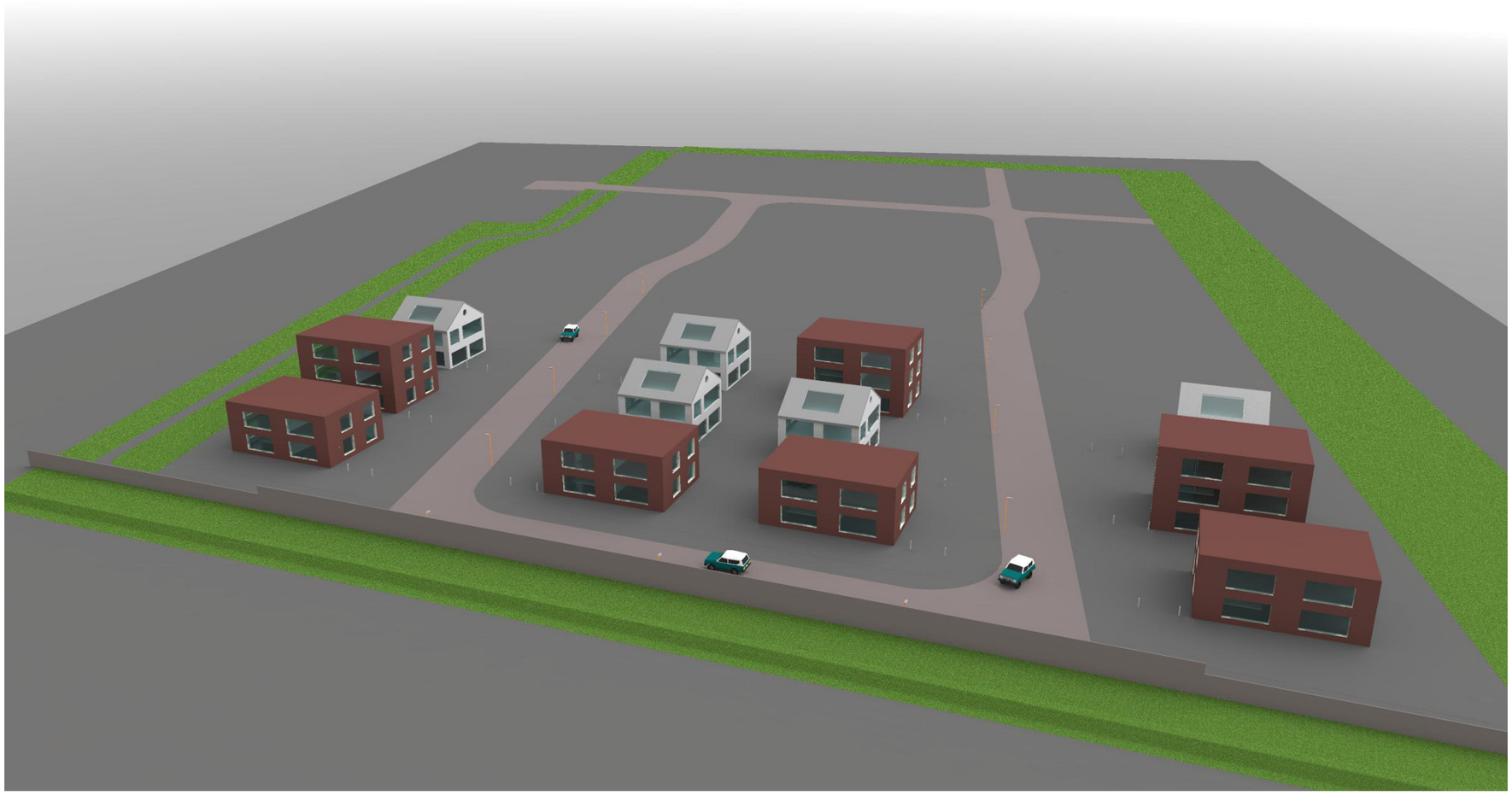


Auftraggeber:
Gemeinde Klein Rönnau
Amt Trave-Land
Waldemar-von-Mohl-Straße 10
23795 Bad Segeberg

Verfasser:
Dipl.-Ing. (FH) Burkhard Wand
Donnerstraße 10
22763 Hamburg
tel +49 40 18003470
e-mail post@wand-lichtplanung.com

I) Aufgabenstellung:

Für den vom Bebauungsplan Nr. 12 südlich gelegenen Redder ist die zu erwartende Lichtimmission durch die Neubebauungen und die Straßenbeleuchtung zu ermitteln. Optimierungsvorschläge sollen den Einfluss auf den Flugkorridor der Fledermäuse im Redder minimieren. Als Grenzwert für das Streulicht wird eine vertikale oder horizontale Beleuchtungsstärke von maximal 0,5lux angesehen.
Zur Aufnahme der Ist-Situation wird die Beleuchtungsstärke in zwei Neumondphasen mit belaubtem und unbelaubtem Redder gemessen.

II) Messung

Die Messung erfolgt mit einem Messgerät der Güteklasse Klasse B nach DIN 5032, Teil 7
Die horizontalen und vertikalen Beleuchtungsstärken werden an den einzelnen Messpunkten in +2m Höhe jeweils in N/S/W/O-Richtung gemessen.

1. Messung: 10. Oktober 2018 gegen 21:30Uhr
(Neumond 09.Oktober 04:47Uhr)

2. Messung: 07. Dezember 2018 gegen 19:30Uhr
(Neumond 07. Dezember 08:20 Uhr)

Belaubung des Redders um den 10. Oktober 2018

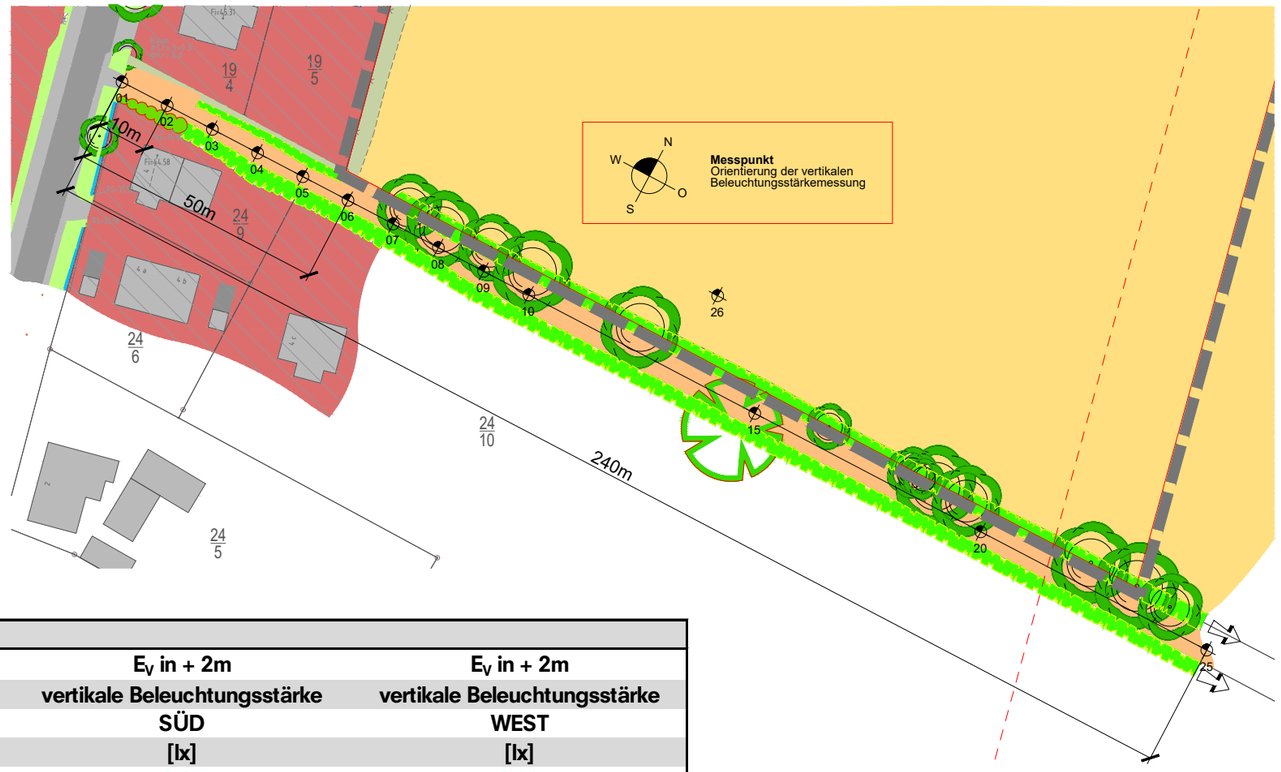
Belaubung des Redders am 07. Dezember 2018; Streulicht am südlichen Himmel

1. Messung: 10. Oktober 2018 (Neumond 9. Oktober) / 21:30 Uhr / belaubter Redder / klarer Himmel

Die Messpunkte liegen mittig im Redder in einer Höhe von ca. 2m im Abstand von ca. 10m bzw. 50m zueinander.

Im Bereich der ersten 3 Messpunkte haben das Streulicht der Straßenbeleuchtung und im geringen Maße die Wohnraumbeleuchtung Einfluss auf das Lichtniveau. Bereits am 4. Messpunkt, im Abstand von ca. 30m zum Chausseebaum, konnte kein relevantes Streulicht gemessen werden. Eine tatsächliche Überschreitung der Beleuchtungsstärkewerte von über 0,5 Lux konnte nur am ersten Messpunkt (Einmündung Redder) ermittelt werden.

Bis auf die ersten 30m kann der Redder als von Lichtimmissionen unbelasteter Bereich angesehen werden.

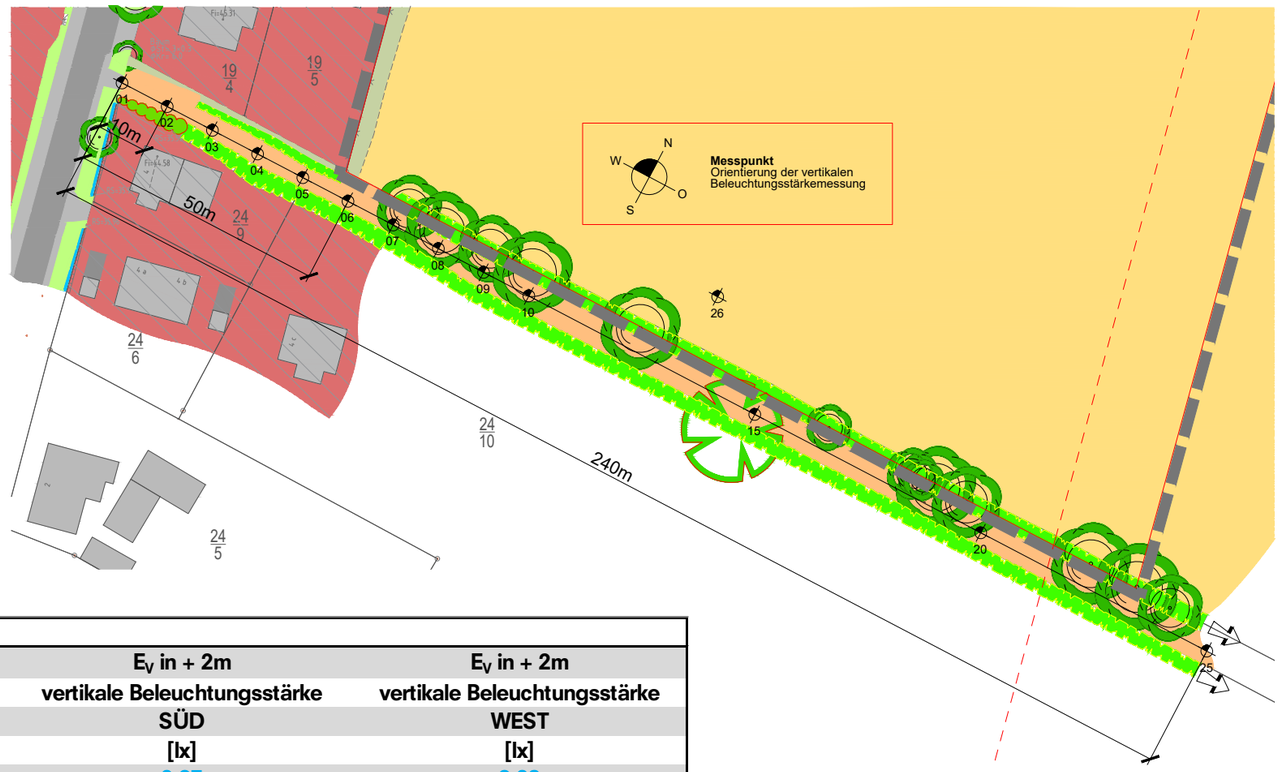


Messung am 10. Oktober gegen 21:30; klarer Himmel					
Messpunkt	E_H in + 2m	E_V in + 2m	E_V in + 2m	E_V in + 2m	E_V in + 2m
	Beleuchtungsstärke	vertikale Beleuchtungsstärke	vertikale Beleuchtungsstärke	vertikale Beleuchtungsstärke	vertikale Beleuchtungsstärke
	HORIZONTAL	NORD	OST	SÜD	WEST
	[lx]	[lx]	[lx]	[lx]	[lx]
1	0,9	1,95	0,08	0,17	1,92
2	0,17	0,16	0,016	0,026	0,55
3	0,01	0,014	0,006	0,005	0,19
4	0,008	0,01	0,002	0,004	0,01
5	0,002	0,002	0,004	0,004	0,004
6	0,004	0,004	<0,004	<0,004	0,004
10	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
15	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
20	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
25	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004

2. Messung: 07. Dezember 2018 (Neumond 7. Dezember) / 19:30 Uhr / unbelaubter Redder / Hochnebel

Die Messpunkte liegen mittig im Redder in einer Höhe von ca. 2m im Abstand von ca. 10m bzw. 50m zueinander.
Der Redder ist weitestgehend unbelaubt.
Das Grundlichtniveau liegt aufgrund des bedeckten Himmels über den Messwerten vom Oktober. In südlicher Richtung wird das Streulicht der Stadt Bad Segeberg am Himmel gut ablesbar (s. Foto S.2).
Neben dem Streulicht der Straßenbeleuchtung hat vor allem die außenliegende Weihnachtsbeleuchtung der Apotheke einen Einfluss auf die Beleuchtungsstärkewerte.
Nur an den ersten zwei Messpunten konnte eine tatsächliche Überschreitung der Beleuchtungsstärkewerte von über 0,5 Lux (Einmündung Redder) ermittelt werden.

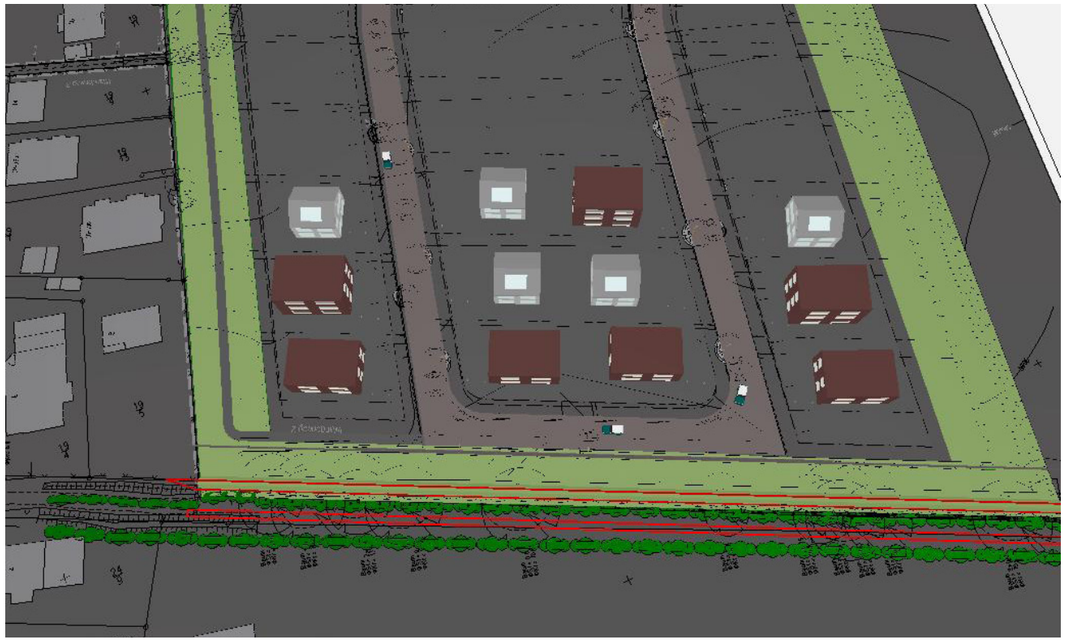
Ein auf dem Feld gemessener Referenzwert (26) zeigt das grundsätzliche unverschattete Streulichtniveau des Umfeldes bei Hochnebel:
E_H = 0,058 lux; $E_{V\ NORD}$ = 0,04 lux

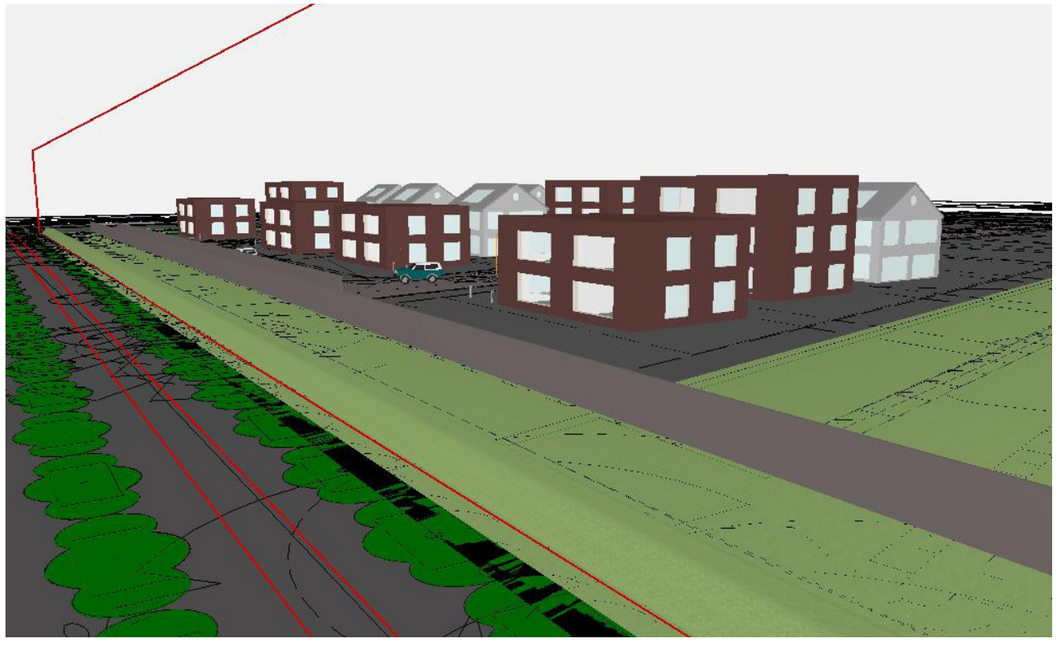


Messungen am 07. Dezember gegen 19:30 Uhr; bedeckter Himmel					
Messpunkt	E_H in + 2m	E_V in + 2m	E_V in + 2m	E_V in + 2m	E_V in + 2m
	Beleuchtungsstärke	vertikale Beleuchtungsstärke	vertikale Beleuchtungsstärke	vertikale Beleuchtungsstärke	vertikale Beleuchtungsstärke
	HORIZONTAL	NORD	OST	SÜD	WEST
	[lx]	[lx]	[lx]	[lx]	[lx]
1	0,92	2,63	0,16	0,23	2,08
2	0,2	0,63	0,05	0,06	0,66
3	0,068	0,11	0,02	0,02	0,25
4	0,05	0,02	0,02	0,015	0,1
5	0,05	0,02	0,019	0,016	0,05
6	0,05	0,012	0,02	0,025	0,023
7	0,05	0,024	0,02	0,02	0,28
8	0,05	0,02	0,01	0,01	0,03
9	0,03	0,02	0,008	0,014	0,02
10	0,042	0,02	0,015	0,02	0,016
15	<0,05	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
20	<0,05	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
25	<0,05	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
26	0,058	0,04	0,029	0,03	0,03

III) Berechnungsmodell

Simuliert wurden die 12 südlichen, zum Redder orientierten Bebauungen.
In den südlichsten 4 Baufeldern wurde von der im Bebauungsplan festgeschriebenen maximalen Bebauungshöhe von 9,5m abgewichen. Die vier Baukörper sind zweigeschossig mit einer Höhe von 6,5m simuliert. Die Vorberechnungen hatten gezeigt, dass bei 2-Vollgeschossen + Staffelgeschoss die Beleuchtungsstärken im Redder durch eine Rauminnenbeleuchtung in dieser Bebauungshöhe über 0,5 Lux ansteigen. Die simulierten Beleuchtungskörper der Innenraumbeleuchtung entsprechen in ihrer Bauform und Leistungsstufe dem Anwendungsfall Wohnraum. Es wurde eine theoretische Maximalsituation angenommen (Gleichzeitigkeitsfaktor = 1). Die gesamte Beleuchtung ist in den Gebäuden eingeschaltet. Ein realistisches „Maximalszenario“ für die Beleuchtung in und an einem Wohnhaus liegt erfahrungsgemäß bei < 0,7. Das heißt, es ist maximal 70% der relevanten Beleuchtung gleichzeitig eingeschaltet.
Die Verglasung ist klar ohne Verschmutzung und ohne Vorhänge und Gardinen angenommen.
Die Größe der Berechnungsfläche für die vertikale Beleuchtungsstärke beträgt in der Länge 230m und in der Höhe 15m. Sie ist an der Nordseite des Redders angeordnet. Die horizontale Beleuchtungsstärke wurde am Boden des Redders berechnet. Die Lichtsimulationen wurden mit der Lichtplanungssoftware Relux ausgeführt. Verwendet wurde diese im Raytracing Berechnungsmodus mit 8 Interreflexionen ohne Berücksichtigung von Bepflanzungen. Eine Blendschutzwand, 2m Höhe bzw. 3m Höhe im Straßenbereich, verhindert bodennahe Direkteinstrahlung in den Redder durch allgemeine Beleuchtung und Fahrzeugscheinwerfer. Details siehe Modellschnitt Seite 5.





III) Berechnungsmodell

Systemschnitt 1 - 1
Berechnungsmodell

2-Vollgeschosse

simulierte Beleuchtung

6 Downlights	je 880lm
1 Pendelleuchte direktstrahlend	2.000lm
1 Pendelleuchten direkt/indirekt strahlend	2.600lm
1 freistrahlende Lampe	1.500lm
Transmissiongrad Verglasung	77%
Glasanteil Südfassade	33%

2-Vollgeschosse+Staffelgeschoss

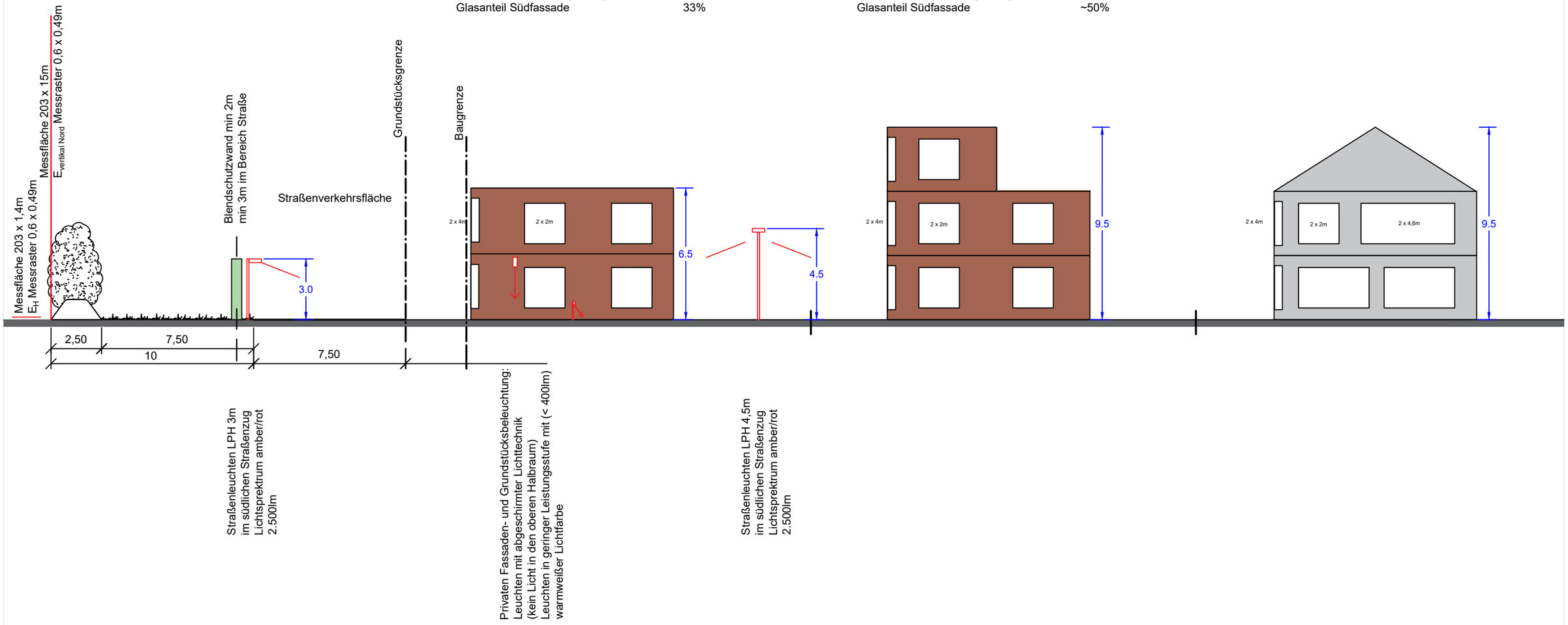
Simulierte Beleuchtung im Haus:

12 Downlights	je 880lm
1 Pendelleuchte direktstrahlend	2.000lm
1 Pendelleuchten direkt/indirekt strahlend	2.600lm
2 freistrahlende Lampe	1.500lm
Transmissionsgrad Verglasung	77%
Glasanteil Südfassade	~50%

Haus mit Satteldach

Simulierte Beleuchtung im Haus:

20 Downlights	je 880lm
Transmissionsgrad Verglasung	77%
Glasanteil Südfassade	~33%

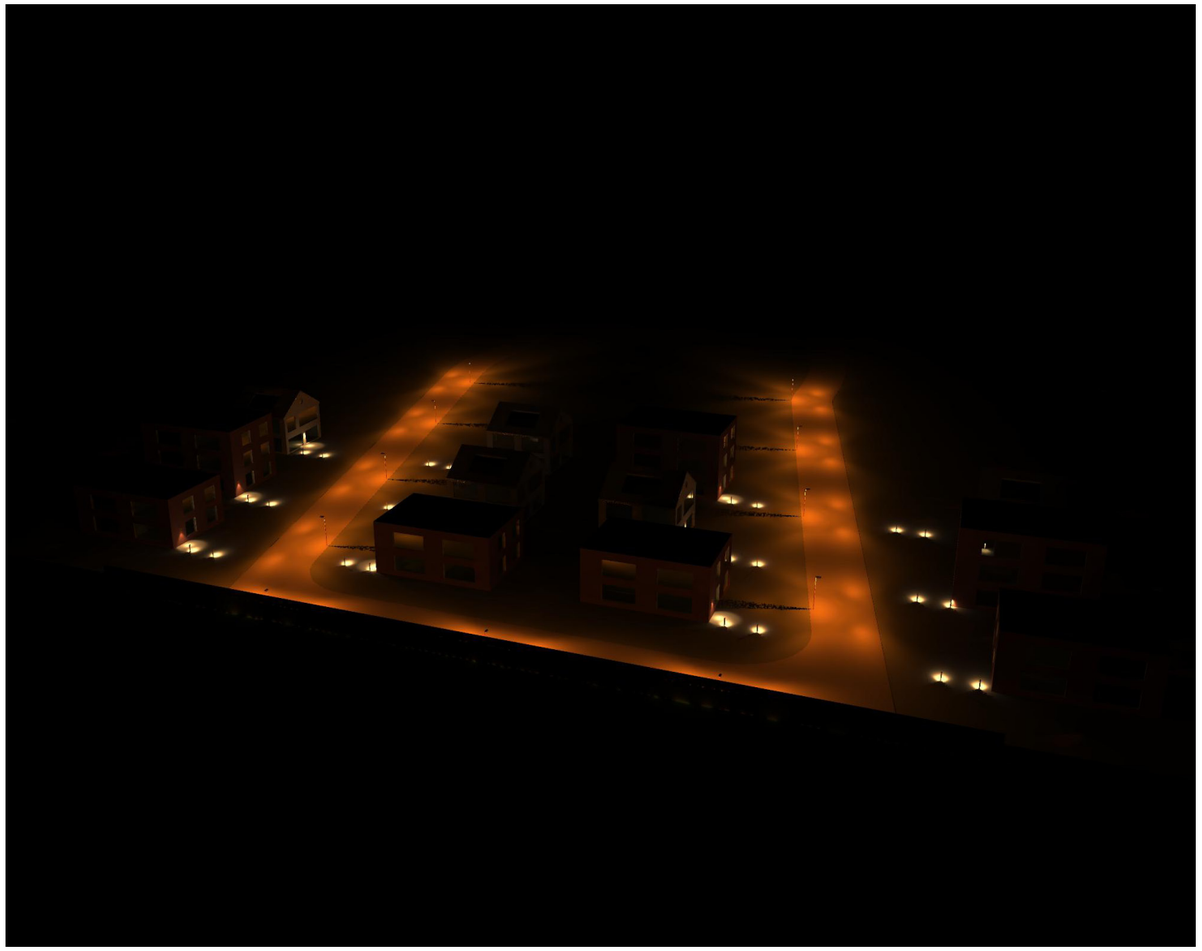


burkhard wand
lichtplanung.

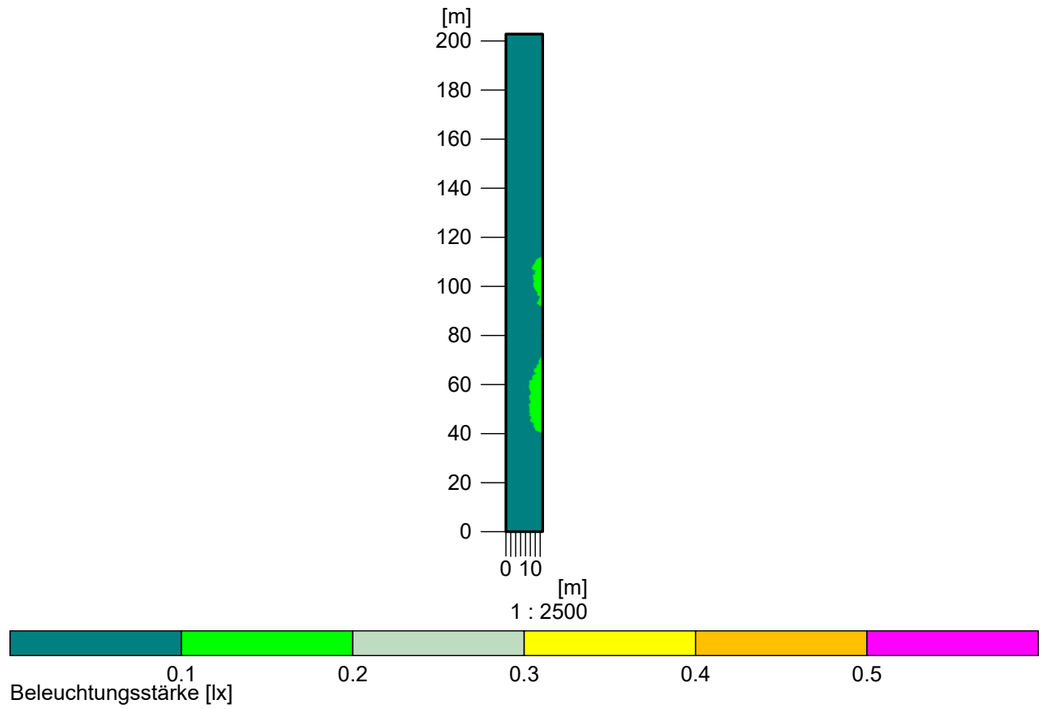
IV) Situation 1 - Berechnungsergebnisse

Straßenbeleuchtung und private Eingangs- Fassadenbeleuchtungen

Straßenbeleuchtung:	Asymmetrische Lichtverteilung, abgeblendet, Lichtstrom 2.500lm; 1.750K LPH 3m und 4,5m;
Aussenbeleuchtung:	Abgeblendete Poller- und Fassadenleuchten Lichtstrom < 400lm; 3.000K



Vertikale Beleuchtungsstärke:



Mittlere Beleuchtungsstärke	Em	: 0.03 lx
Minimale Beleuchtungsstärke	Emin	: 0 lx
Maximale Beleuchtungsstärke	Emax	: 0.14 lx

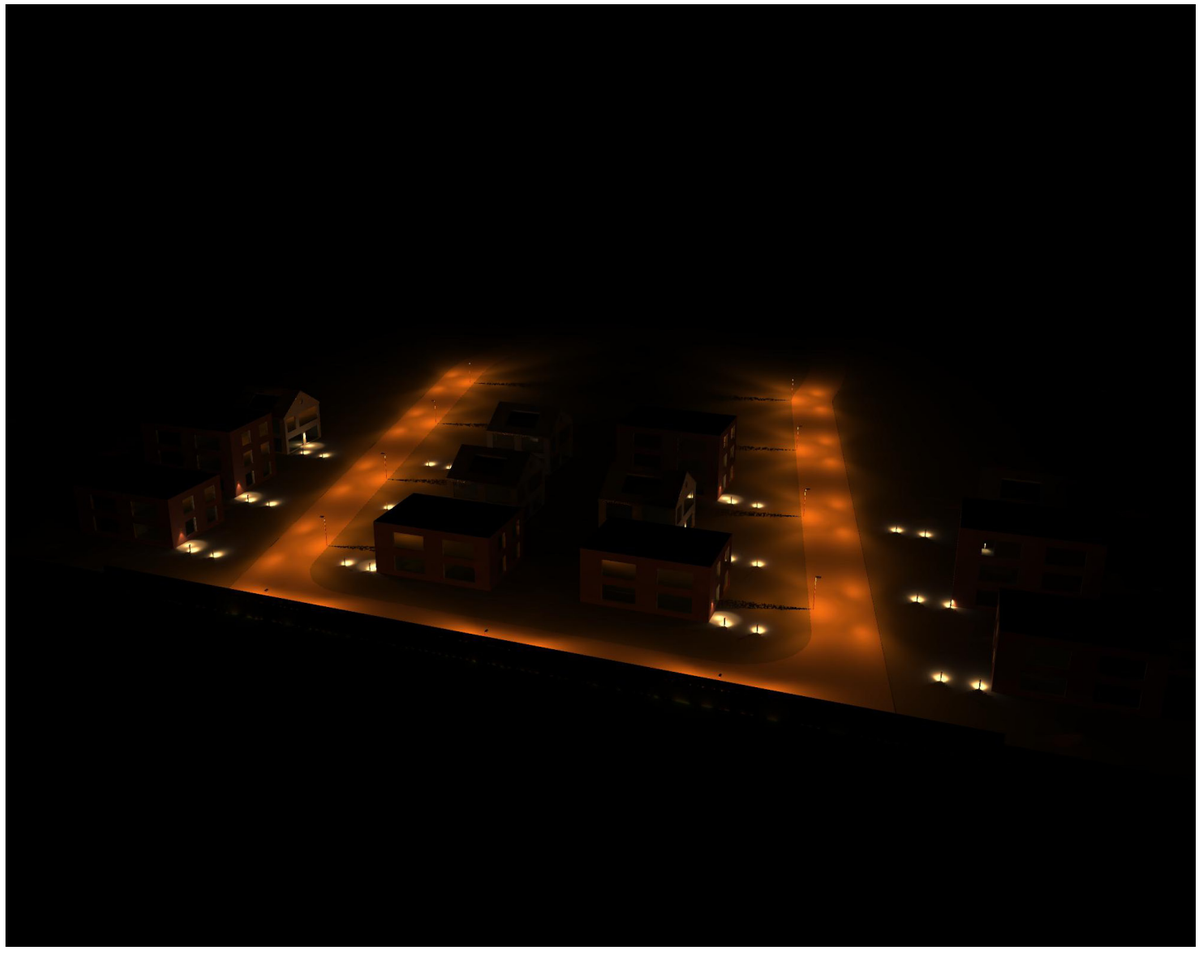
Vertikale Beleuchtungsstärken höher 0,1Lux liegen in Höhen größer 10m.

IV) Situation 1 - Berechnungsergebnisse

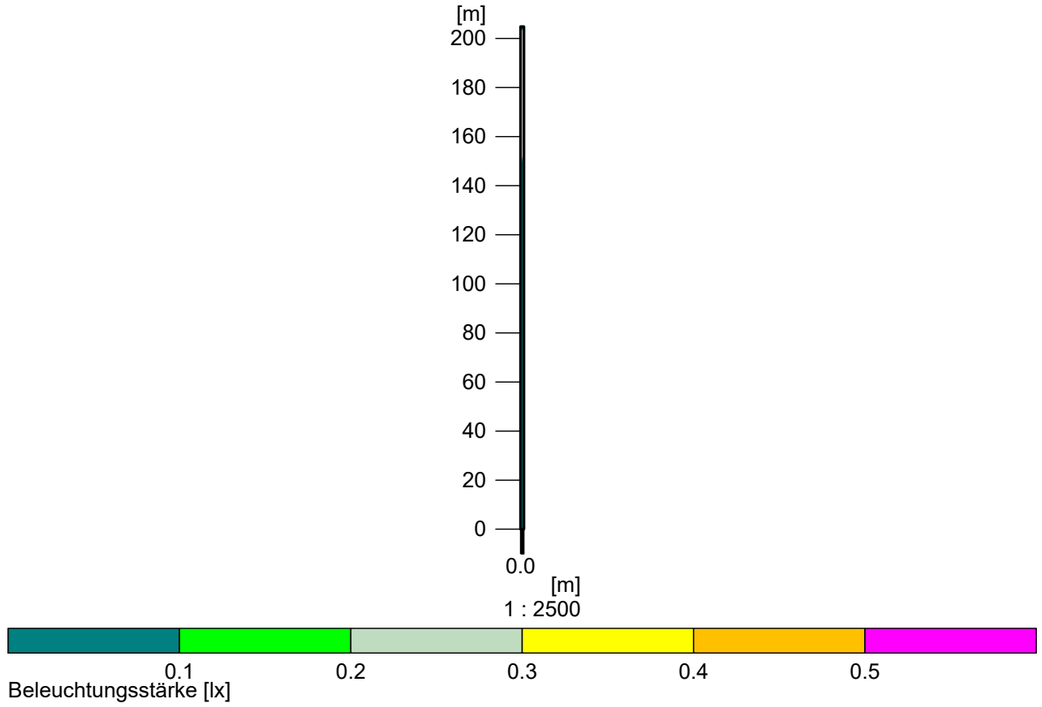
Straßenbeleuchtung und private Eingangs- Fassadenbeleuchtungen

Straßenbeleuchtung: Asymmetrische Lichtverteilung, abgeblendet, Lichtstrom 2.500lm; 1.750K LPH 3m und 4,5m;

Aussenbeleuchtung: Abgeblendete Poller- und Fassadenleuchten Lichtstrom < 400lm; 3.000K



Horizontale Beleuchtungsstärke:



Höhe der Nutzebene		: 0.01 m
Mittlere Beleuchtungsstärke	Em	: 0 lx
Minimale Beleuchtungsstärke	Emin	: 0 lx
Maximale Beleuchtungsstärke	Emax	: 0 lx

Keine horizontale Beleuchtungsstärken durch die Straßenbeleuchtung am Boden des Redders ermittelt.

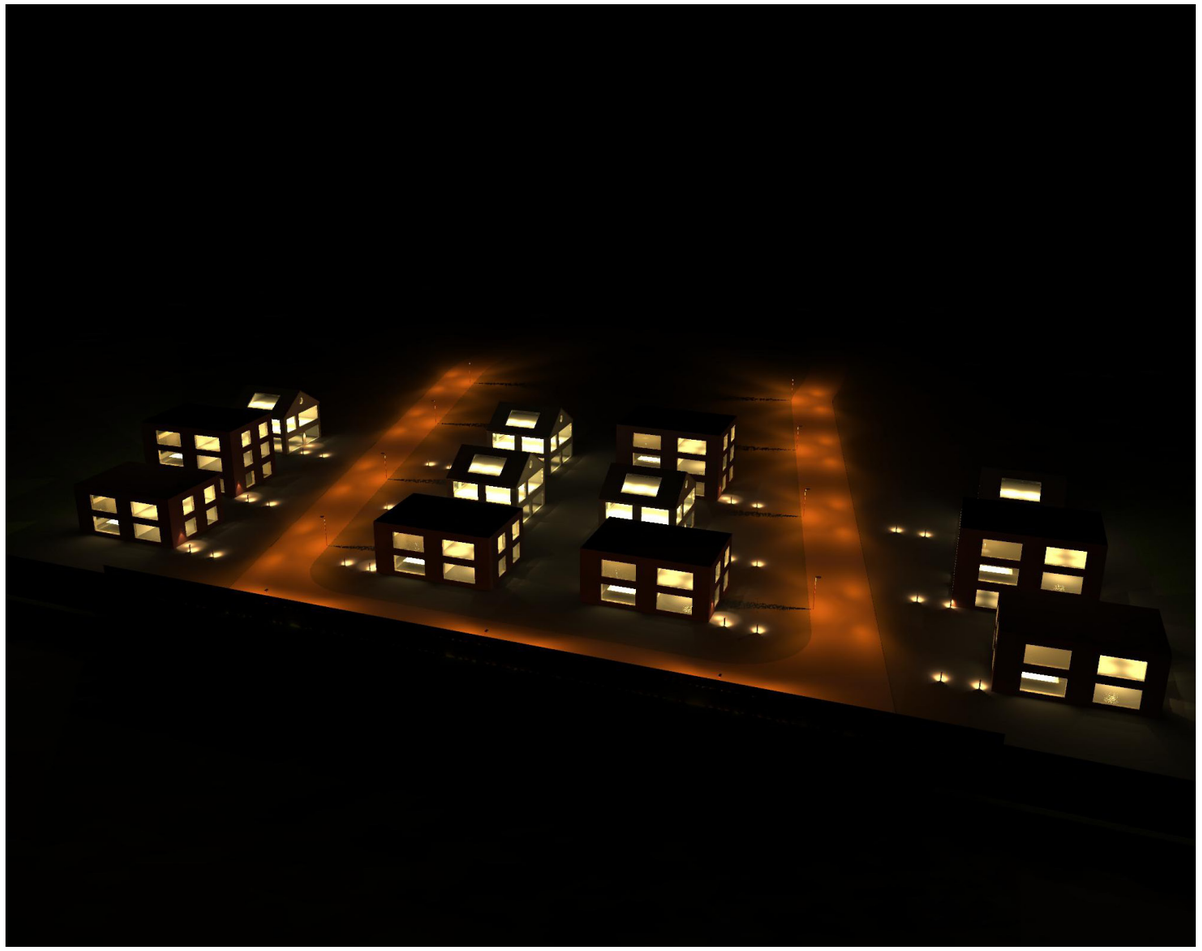
IV) Situation 2 - Berechnungsergebnisse

Straßenbeleuchtung und private Eingangs- Fassadenbeleuchtungen

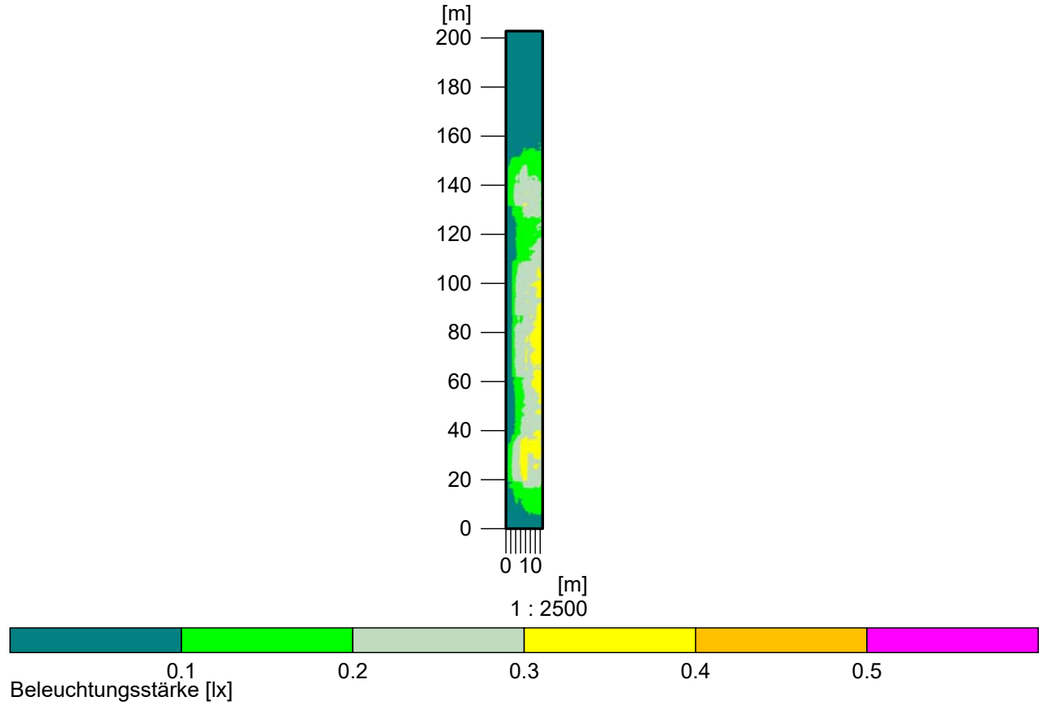
Straßenbeleuchtung: Asymmetrische Lichtverteilung, abgeblendet, Lichtstrom 2.500lm; 1.750K LPH 3m und 4,5m;

Aussenbeleuchtung: Abgeblendete Poller- und Fassadenleuchten Lichtstrom < 400lm; 3.000K

Innenbeleuchtung Wohnhäuser



Vertikale Beleuchtungsstärke:



Mittlere Beleuchtungsstärke	Em	: 0.15 lx
Minimale Beleuchtungsstärke	Emin	: 0 lx
Maximale Beleuchtungsstärke	Emax	: 0.4 lx

Für ein theoretisches Maximalszeario (die Beleuchtung aller relevanten Innenleuchten ist eingeschaltet) ergeben sich maximale vertikale Beleuchtungsstärken von 0,4 Lux am Redder in Höhen > 5m.

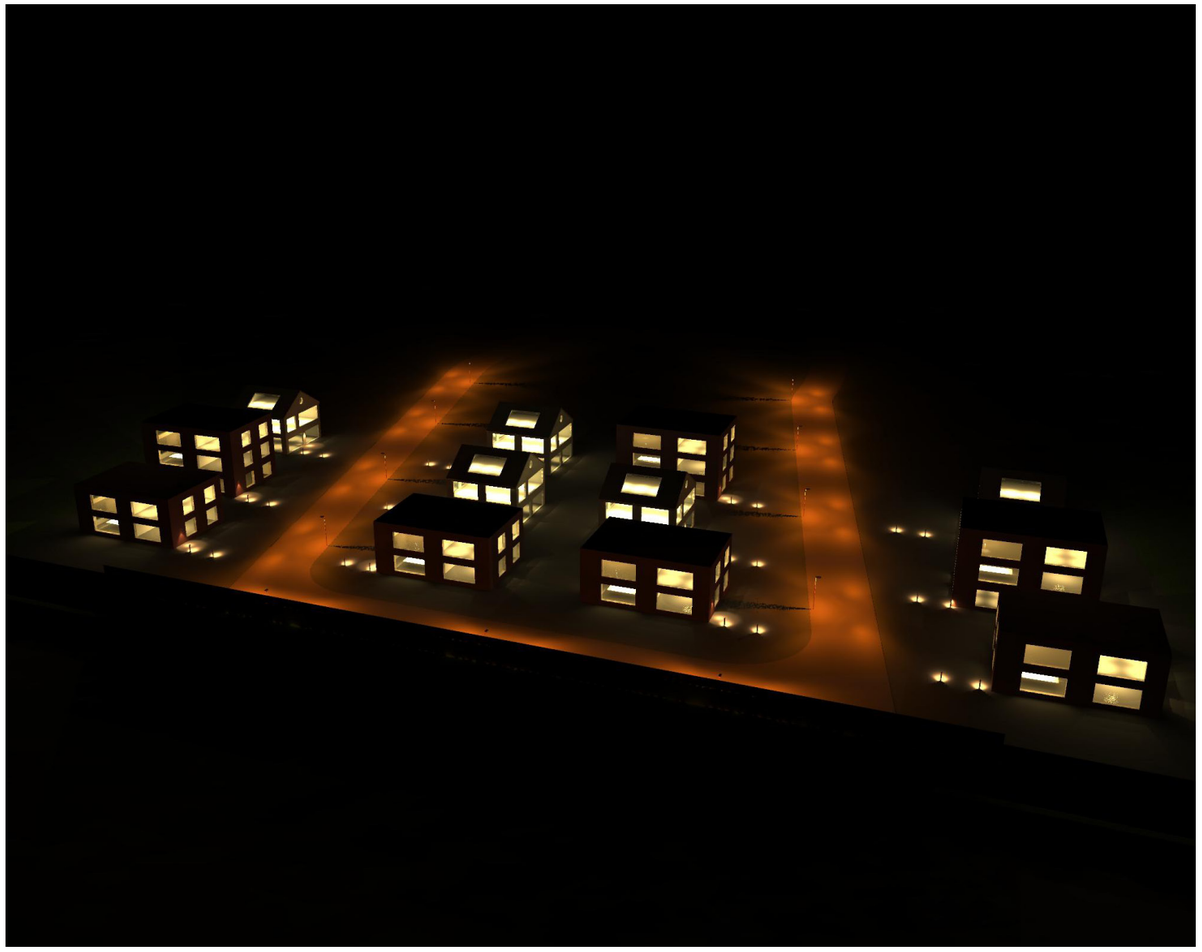
IV) Situation 2 - Berechnungsergebnisse

Straßenbeleuchtung und private Eingangs- Fassadenbeleuchtungen

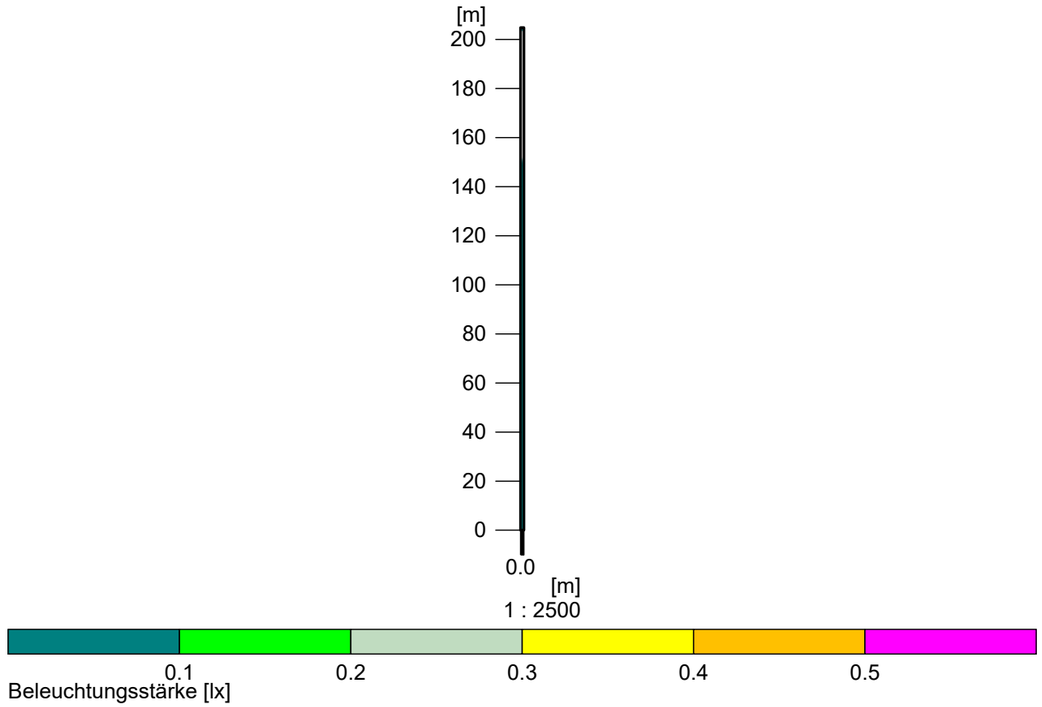
Straßenbeleuchtung: Asymmetrische Lichtverteilung, abgeblendet, Lichtstrom 2.500lm; 1.750K LPH 3m und 4,5m;

Aussenbeleuchtung: Abgeblendete Poller- und Fassadenleuchten Lichtstrom < 400lm; 3.000K

Innenbeleuchtung Wohnhäuser



Horizontale Beleuchtungsstärke:



Höhe der Nutzebene		: 0.01 m
Mittlere Beleuchtungsstärke	Em	: 0 lx
Minimale Beleuchtungsstärke	Emin	: 0 lx
Maximale Beleuchtungsstärke	Emax	: 0.02 lx

Es können maximale horizontale Beleuchtungsstärken von 0,02 Lux simuliert werden.

IV) Situation 3 - Berechnungsergebnisse

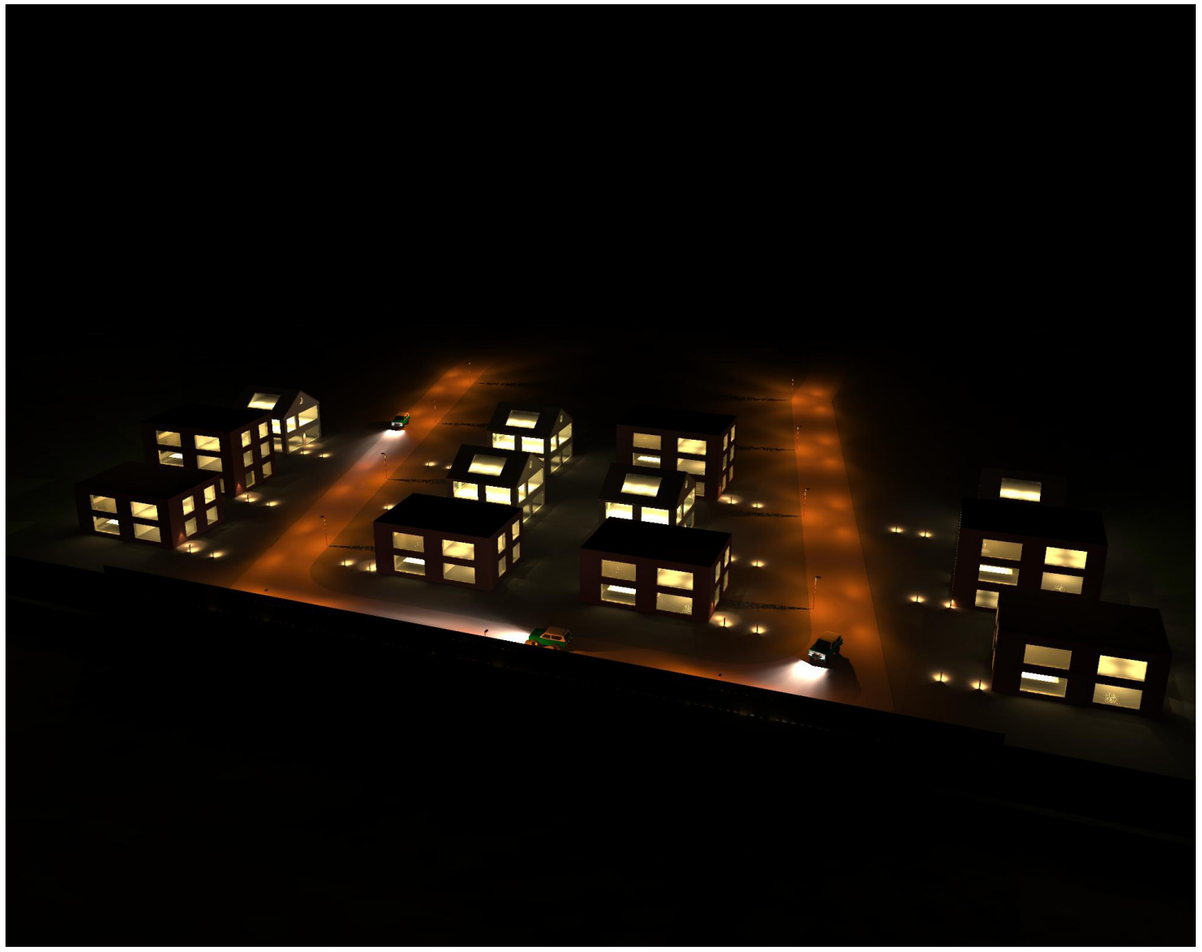
Straßenbeleuchtung und private Eingangs- Fassadenbeleuchtungen

Straßenbeleuchtung: Asymmetrische Lichtverteilung, abgeblendet, Lichtstrom 2.500lm; 1.750K LPH 3m und 4,5m;

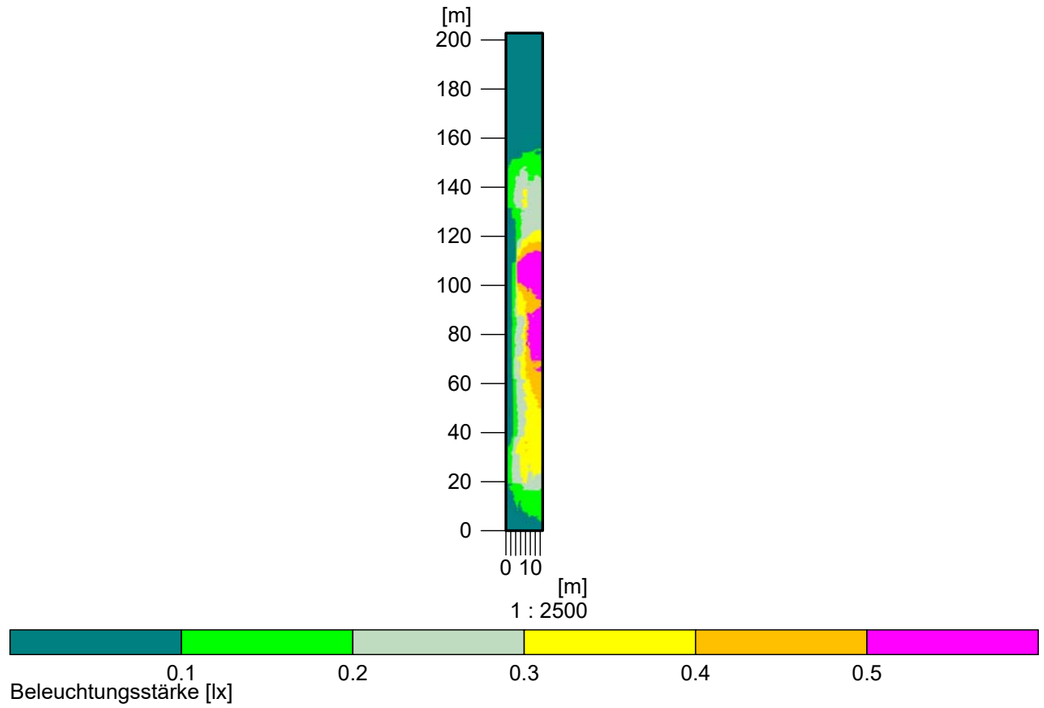
Aussenbeleuchtung: Abgeblendete Poller- und Fassadenleuchten Lichtstrom < 400lm; 3.000K

Innenbeleuchtung Wohnhäuser

Fahrzeugbeleuchtung: Abblendlicht Xenon ~ 3.000lm



Vertikale Beleuchtungsstärke:



Mittlere Beleuchtungsstärke	Em	: 0.21 lx
Minimale Beleuchtungsstärke	Emin	: 0 lx
Maximale Beleuchtungsstärke	Emax	: 0.73 lx

Durch das Ablendlicht der drei simulierten Fahrzeuge wird der Grenzwert von 0,5 Lux kurzfristig überschritten. Die Überschreitung setzt sich primär aus 2 Lichtanteilen zusammen:

- Streulicht der Scheinwerfer
- Lichtreflexion vom Straßenbelag (simulierter Reflexionsgrad 15%)

IV) Situation 3 - Berechnungsergebnisse

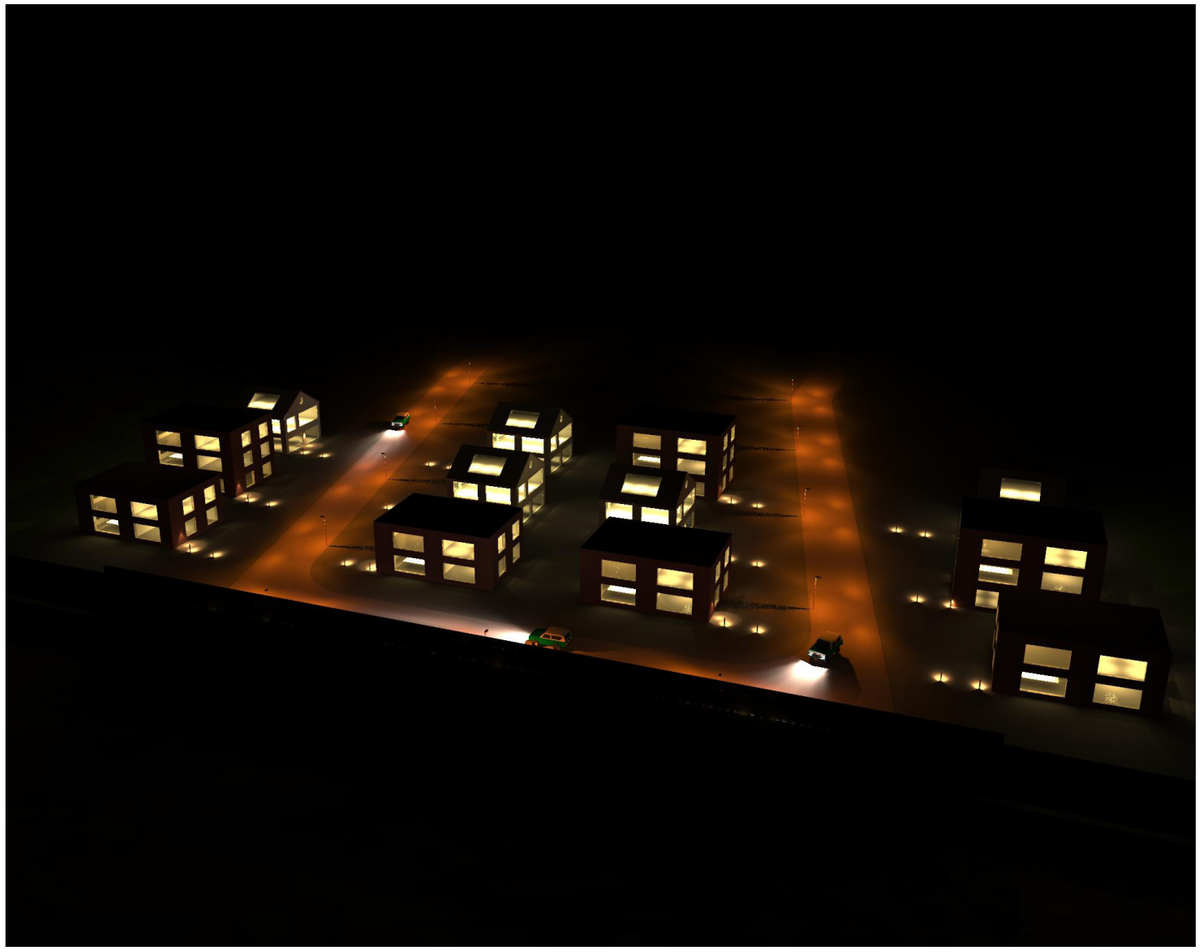
Straßenbeleuchtung und private Eingangs- Fassadenbeleuchtungen

Straßenbeleuchtung: Asymmetrische Lichtverteilung, abgeblendet, Lichtstrom 2.500lm; 1.750K LPH 3m und 4,5m;

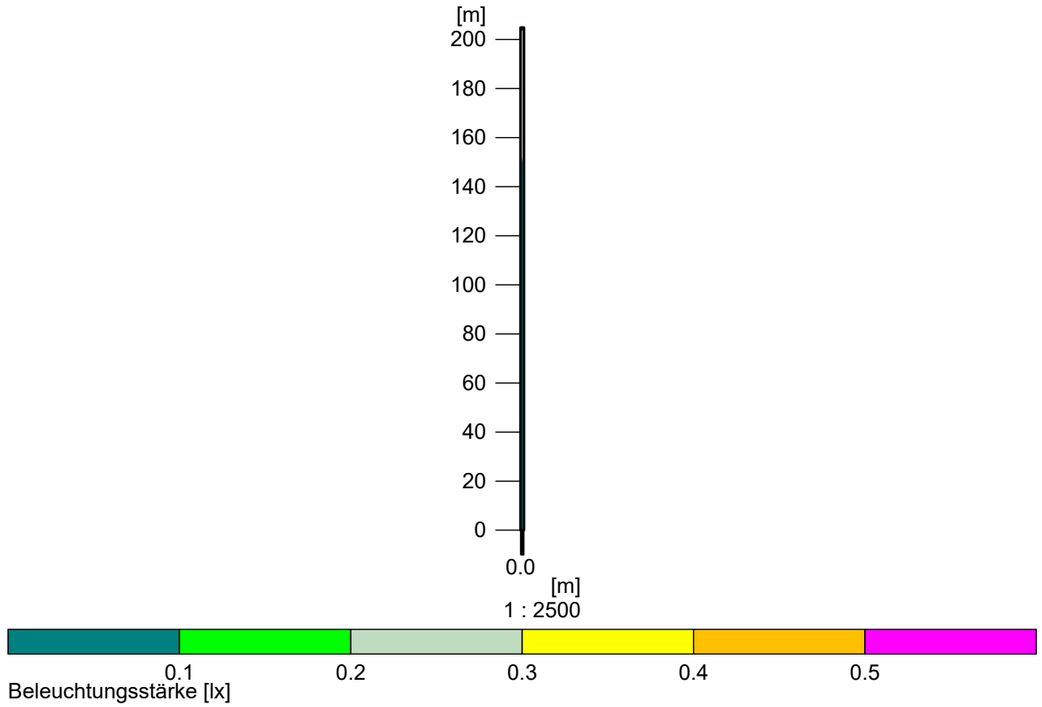
Aussenbeleuchtung: Abgeblendete Poller- und Fassadenleuchten Lichtstrom < 400lm; 3.000K

Innenbeleuchtung Wohnhäuser

Fahrzeugbeleuchtung: Abblendlicht Xenon ~ 3.000lm



Vertikale Beleuchtungsstärke:



Höhe der Nutzebene		: 0.01 m
Mittlere Beleuchtungsstärke	Em	: 0 lx
Minimale Beleuchtungsstärke	Emin	: 0 lx
Maximale Beleuchtungsstärke	Emax	: 0.02 lx

Es können maximale horizontale Beleuchtungsstärken von 0,02 Lux simuliert werden

V) Resümee

Die Lichtemmissionen sind mit vorsichtigen, d.h. relativ ungünstigen Annahmen ermittelt worden:

- Die gesamte simulierte Innenbeleuchtung und die Aussenbeleuchtung wird in den Ergebnissen berücksichtigt (Gleichzeitigkeitsfaktor =1)
- Es sind keine Vorhänge, Jalousien oder Gardinen vor den Fenstern berücksichtigt.
- Der Glasanteil der Fassaden ist im Vergleich zu ähnlichen, bereits bestehenden Neubaugebieten (z.B.Neubaugebiet am Heinrich-der-Löwe-Ring in Bad Segeberg) relativ hoch angenommen.
- Die Bepflanzungen des Redders, respektive dessen Verschattungen, sind nicht berücksichtigt
- Der gesamte Strahlungsanteil der Straßenbeleuchtung fließt in das Berechnungsergebnis mit ein, obwohl wir davon ausgehen, dass Lichtquellen mit wirkungsarmen Spektren für Fledermäuse Verwendung finden (LEDs mit einem Spektrum im Amber oder Rotbereich, Beispiele siehe S.14).
- Es wurde das nur kurzfristig einwirkende Abblendlicht von 3 Fahrzeugen gleichzeitig bewertet.

Unter Berücksichtigung der o.g. Annahmen ist aus unserer Sicht das theoretische Überschreiten des Wertes von 0,5Lux für die vertikale Beleuchtungsstärke am Redder, als temporäres Ereignes, vertretbar.

Wir empfehlen, die Bebauungshöhe der südlichsten 4 Baufelder, wie auch simuliert, auf eine Zweigeschossigkeit festzuschreiben, da gerade aufgrund der Nähe zum Redder der Einfluss der oberen Geschosse auf die Lichtimmissionwerte sehr hoch ist.

Als mögliche Optimierung wurde darüber hinaus eine Variante mit einer höheren Blendschutzwand (Höhe 4m) berechnet.
Die Verbesserung der vertikalen Beleuchtungsstärken E_M = 0,18 lux; E_{MAX} = 0,69 lux für die Lichtsituation 3 fiel geringer aus als erwartet.
Aus unserer Sicht ist eine Blendschutzwand mit einer Höhe von 2m, im Bereich der Straße 3m, ausreichend, wenn die Lichtpunkthöhen der Straßenbeleuchtung im Bereich der Blendschutzwand <3m ausgeführt werden.

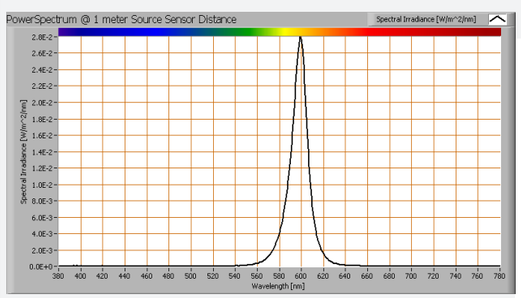
Eine Verbesserung der Immissionswerte könnten durch einen besonders dunklen und diffus reflektierenden Fahrbahnbelag erreicht werden. Simuliert wurde ein Fahrbahnbelag mit einem Reflexionsgrad von 15%. Grundsätzlichen können zusätzliche Pflanzungen zwischen Redder und Blendschutzwand die Immisionswerte weiter reduzieren.

VI) Prouktbeispiele Straßenbeleuchtung mit wirkungsarmen Spektren für Fledermäuse

PRODUKTBEISPIEL FA. INNOLUMIS

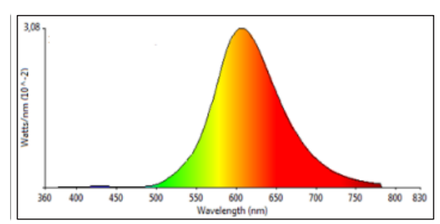
Fitting material	Aluminium, LM6 quality
Finishing	Antifouling powder coating (dirt repellent)
Fitting colour	All RAL colours available, RAL 7035 standard
Optics materials	Safety glass and aluminium (miro6)
Driver	MeanWell® / CLQ Quad Output
Dimmable	Yes, 0 - 10 V (from 14 W)
Recommended dimmers	Dynadimmer, Liandimmer, SDU, OLC, PLM
Power	9 to 31 W
Power factor	> 0.95
Connector	Connector for a 3 or 5 conductor cable
Protection class	I and II
Source	100 - 240 VAC 50/60Hz
Ambient temperature	-40 to +50 °C
mber of light compartments	4
LEDs per compartment	10 x amber

		System power
Light current	9 W: 760 lumen	9 W
	14 W: 1020 lumen	16 W
	22 W: 1300 lumen	24 W
	31 W: 2000 lumen	33 W
Wavelength	592-594 nm	



PRODUKTBEISPIEL FA. OSRAM/SITECO

Leuchtenvarianten	
Bemessungslichtstrom	Bis zu 2500lm
Bemessungsleistung	Bis zu 32W
Spannung	220 – 240 V, 50 Hz
Leuchten-Lichtausbeute	Bis zu 77lm/W
Farbtemperatur	Amber
Farbwiedergabeindex	
Lichtstärkeklasse	G3
Schutzart	IP66
Schutzklasse	II (opt. I)
Nennlebensdauer	Up to L90 B10 80,000h
Garantie	5 years*
EVG	OT4DIM
Abmessungen	408 x 216 x 120mm
Gewicht	3.4 kg



PROJEKTBEISPIEL FA. SIGNIFY (PHILIPS)

BILD: SMARTLIGHTLIVING.DE