Kanton Bern
Canton de Berne

Bau- und Verkehrsdirektion
Tiefbauamt
Oberingenieurkreis II

Orientierende Unterlage
Dokument Nr. 6.4

Strassen-Nr.	**Kantonsstrasse Nr. 12**	Projekt-Nr.	**420.20097**
Strassenzug	**Fribourg - Bern - Solothurn**	Plan-Nr.	
Gemeinde	**Köniz**	Format	**A4**
Projekt vom	**22.08.2024**	Revidiert	

Anhang D: Beleuchtungskonzept

Sanierung Freiburgstrasse Niederwangen Arbeitszone

Projektverfassende

Kissling + Zbinden AG
Brunnhofweg 37
Postfach 402
3000 Bern 14
Tel. 031 370 11 70
bern@kzag.ch

Moeri & Partner AG
Mühlenplatz 3
Postfach 64
3000 Bern 13
Tel. 031 320 30 40
info@moeripartner.ch

Planauflage

Lichtplanung im Aussenraum


Stadtbach
neue Fussgängerquerung mit Mittelinsel:
Gehweg 2.00 m
Fahrstreifen 4.50 m
FG Insel var. m
Fahrstreifen 3.50 m
Gehweg var. m
Detailplanung, zusätzlicher Kreisellanschluss und Signalanlage wird mit Zentrumsentwicklung Niederwangen abgestimmt.
best. Parkplätze und ev. Gebäude 558b aufheben
best. Bushaltestelle Niederwangen Moos aufheben
neue Bushaltestelle Niederwangen Moos
L = 12.9 m, H = 22 cm
Kreisel Ø26m:
Gehweg 2.00 m
Grünfläche var. m
Fahrbahn 3.00 m
Innenring 2.50 m
Insel 5.50 m
Neuer Fussgänger-streifen und Mittelinsel:
Gehweg 2.00 m
Fahrstreifen 3.50 m
FG Insel 3.80 m
Fahrstreifen 4.50 m
Gehweg ca. 2.00 m
Perkplätze
Perkplätze
Velo
Velo
Velo

Inhalt

Projektname:	Niederwangen, Freiburgstr._OIK II
SIA Phase	32
Projektnr.	366
Variante:	-
Version:	1.0
Datum:	22.03.2024

Studie Perimeter

Beurteilungsflächen und Anforderungen 3

Lichtkonzept

Vision 4

Grauplan 5

Produkt 6

Lichtberechnung Ergebnisse - Perimeter A 7

Lichtberechnung Ergebnisse - Perimeter B 8

Einschätzung Fachplaner 9

Studie Lichtemission

Ausgangslage 10

SLG 202 – Beleuchtungsstärke-Index 12

SLG 202 – Ergebnisse Lichtberechnung 13

Vollzugsghilfe BAFU – K-Werte (Direktblendung) 14

Vollzugsghilfe BAFU – Ergebnisse Lichtberechnung 15

7-Punkte Plan 16

Projektspezifische Erläuterungen 17

Beurteilungsflächen und Anforderungen



Verkehrsflächen Tempo 50 (S)
nach Norm: SN EN 13201, C4 und C3

A-S

	$\bar{E}_m$(lx)	U_o
C4	10	0,40

B-S

	$\bar{E}_m$(lx)	U_o
C3	15	0,40

Trottoir / Radweg (T)
nach Norm: SN EN 13201, P5

A-T1 und A-T2

B-T1 und B-T2 und B-T3

	$\bar{E}_m$(lx)	E_{min}
P5	3	0,60

Bushaltestelle Strasse (BHA)
nach Norm: SN EN 12464-2, 5.12.1

B-BHA1

$\bar{E}_m$(lx)	U_o
5	0,40

Fussgängerstreiffen (FGS)
nach Norm: SN EN 13201, Ev5

B-FG1.1 und B-FG1.2

B-FG2.1 und B-FG2.2

B-FG3.1 und B-FG3.2

Ev5 ≥ 5lx

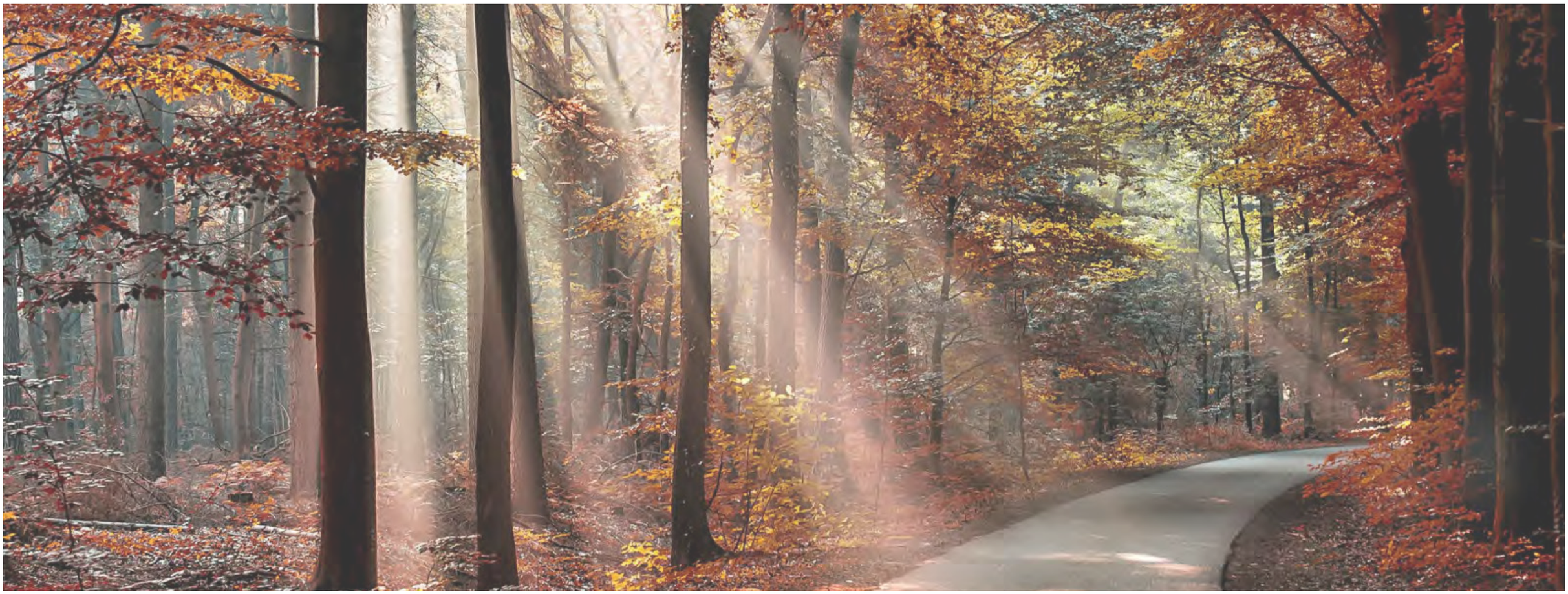
Definition

$\bar{E}_m$(lx) -> Mittlere Beleuchtungsstärke (Wartungswert der Beleuchtungsstärke) in lux (lx)

U_o -> Gleichmässigkeit der Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe

E_{min} -> Minimale Beleuchtungsstärke (Wartungswert der Beleuchtungsstärke) in lux (lx)

E_v* -> Minimale vertikale Beleuchtungsstärke (Wartungswert der Beleuchtungsstärke) in lux (lx), gemessen auf 1m Hohe



Wahrnehmung

Komfort

Normen

Farbtemperatur 4000K

(Standard Kanton)

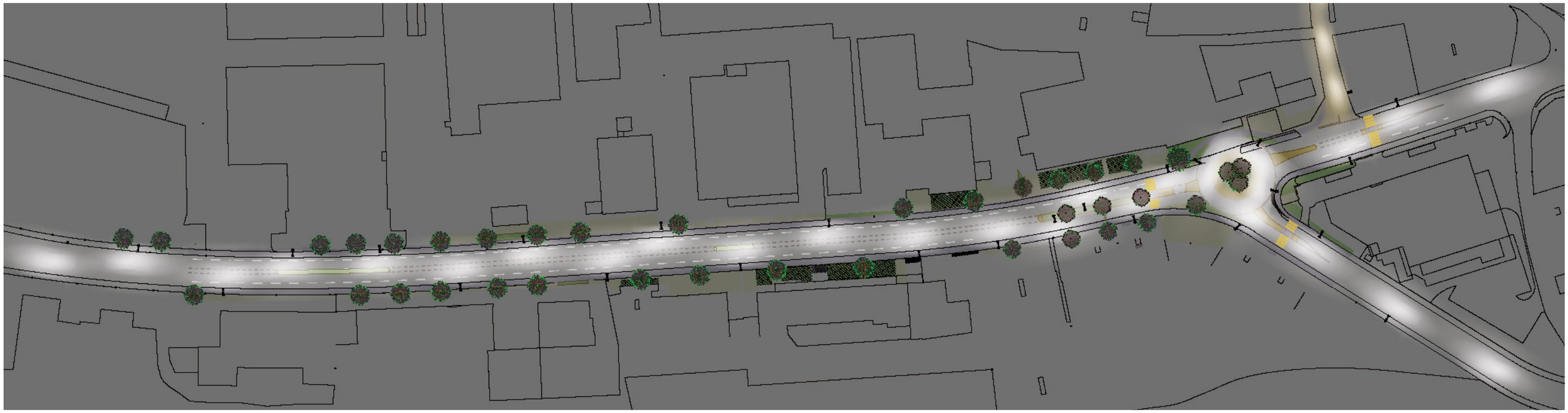
Ökologie

Orientierung

Sicherheit

Stimmung

Grauplan



Fussgängerstreifen mit Insel (exemplarische Darstellung)



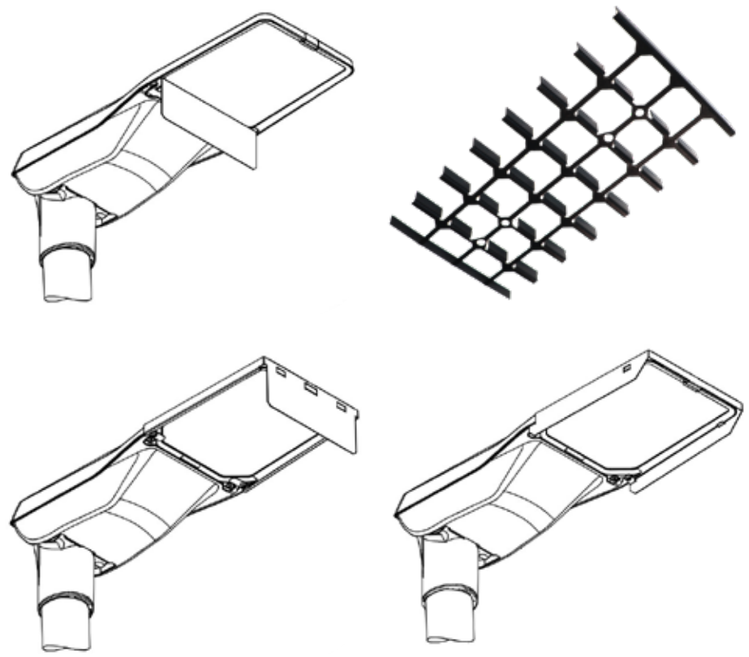
Strasse und Trottoir (exemplarische Darstellung)



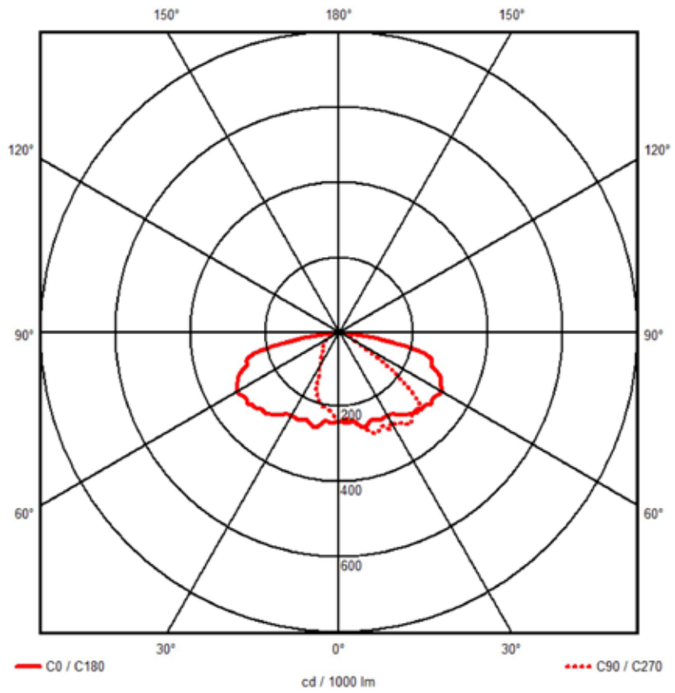
Siteco Streetlight SL21 Midi
116W, 16890lm, 4000K



Massnahmen zur Reduktion von Blendung und Lichtemission
Zubehör für Siteco Leuchte



Lichtverteilungskurve - LVK
Optik ST1.0a



Inspirationen - Quelle: Siteco Website



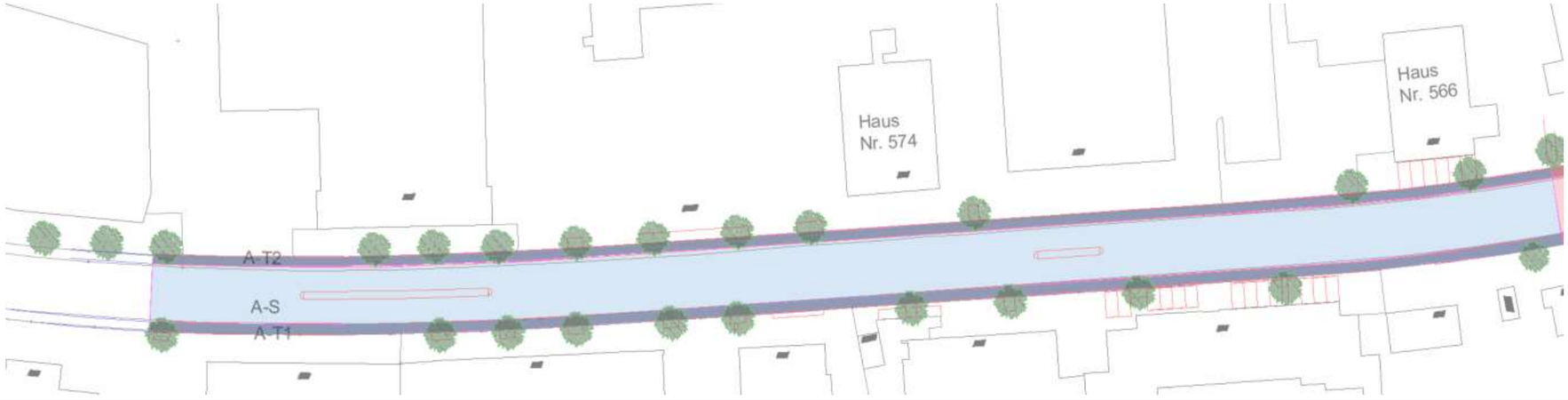




Lichtberechnung Ergebnisse - Perimeter A

Perimeterbezeichnung A

Planausschnitt:



Zellenmarkierungen	
keine Markierung=	keine Vorgaben
grüne Markierung=	Vorgaben erfüllt
gelbe Markierung=	Vorgabe nicht erfüllt. Abweichung max. 10%
rote Markierung=	Vorgabe nicht erfüllt.
blaue Markierung=	Keine Werte vorhanden

Strasse / Bereich	Normbezug	Soll					Berechnet Var.ohne Bäume					Berechnet Var. mit Bäume				
		Em	Emin	U0	GR	TI	Em	Emin	U0	GR	TI	Em	Emin	U0	GR	TI
A-S	SN EN 13201-2 C4	10.00	-	0.40	-	-	11.70	5.10	0.44	-	-	11.60	3.90	0.34	-	-
A-T1	SN EN 13201-2 P5	3.00	0.60	-	-	-	9.60	2.80	0.29	-	-	9.50	2.50	0.26	-	-
A-T2	SN EN 13201-2 P5	3.00	0.60	-	-	-	8.20	2.50	0.31	-	-	7.70	1.70	0.22	-	-
Bemerkung:																

Lichtberechnung Ergebnisse - Perimeter B

Perimeterbezeichnung B

Planausschnitt:



Zellenmarkierungen

keine Markierung=	keine Vorgaben
grüne Markierung=	Vorgaben erfüllt
gelbe Markierung=	Vorgabe nicht erfüllt. Abweichung max. 10%
rote Markierung=	Vorgabe nicht erfüllt.
blaue Markierung=	Keine Werte vorhanden

Strasse / Bereich	Vorgabe Bezeichnung	Soll					Berechnet Var.ohne Bäume					Berechnet Var. mit Bäume				
		Em	Emin	U0	GR	TI	Em	Emin	U0	GR	TI	Em	Emin	U0	GR	TI
B-S	SN EN 13201-2 C3	15.00	-	0.40	-	-	15.40	6.10	0.40	-	-	15.10	6.10	0.41	-	-
B-T1	SN EN 13201-2 P5	3.00	0.60	-	-	-	12.00	4.00	0.33	-	-	11.10	2.70	0.24	-	-
B-T2	SN EN 13201-2 P5	3.00	0.60	-	-	-	12.60	4.50	0.36	-	-	12.00	4.50	0.37	-	-
B-T3	SN EN 13201-2 P5	3.00	0.60	-	-	-	13.30	6.00	0.45	-	-	13.30	6.00	0.45	-	-
B-BHA1	SN EN 12464-2 Ref. Nr. 5.12.1	5.00	-	0.40	-	-	15.30	12.40	0.81	-	-	13.40	6.80	0.51	-	-
B-F1.1	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	12.20	-	-	-	-	10.50	-	-	-
B-F1.2	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	9.49	-	-	-	-	9.44	-	-	-
B-F2.1	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	5.93	-	-	-	-	5.92	-	-	-
B-F2.2	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	9.93	-	-	-	-	9.93	-	-	-
B-F3.1	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	7.05	-	-	-	-	7.05	-	-	-
B-F3.2	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	8.66	-	-	-	-	8.66	-	-	-
Bemerkung:																

Einschätzung Fachplaner



- Die Lichtpunkte sind so platziert, dass die Strasse gleichmässig ausgeleuchtet ist und auf die Umgebung bestmöglich Rücksicht genommen wird.
- Durch die neu definierten Lichtpunkte, der Lichtpunkthöhe und dem Einsatz von Auslegern, werden Verschattungen bestmöglich vermieden/reduziert.

  Es ist jedoch nicht auszuschliessen, dass punktuell dennoch Verschattungen auftreten können. Deswegen ist darauf zu achten, dass die Bäume so geschnitten werden, dass diese den Lichtaustritt nicht beeinträchtigen.
- Bäume wurden bestmöglich in die Lichtberechnung miteinbezogen. Dies gibt zwar eine Grobübersicht über mögliche Verschattungen, schliesst solche aber nicht gänzlich aus.
- Einmündungen wurden ebenfalls überprüft und bestmöglich ausgeglichen um einen nahtlosen Übergang zwischen Kantons- und Gemeindebeleuchtung zu schaffen.
- Die Positionierung der Lichtpunkte und korrekten Leuchtenspezifikationen (Lichtstrom, Lichtverteilung, Niveau) müssten spätestens im Ausführungsprojekt noch einmal geprüft und abschliessend definiert werden.
- Grundsätzlich empfehlen wir entgegen dem Kantonsstandard eine wärmere Lichtfarbe (max. 3‘000K) einzusetzen.

Einleitung

- Seit Oktober 2021 ist sowohl das Kapitel 6 (Lichtemissionen) in der SLG 202, wie auch die Vollzugshilfe des BAFU, Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen, publik.

Regelwerke, Normen, Richtlinien, Empfehlungen

- Norm SNR 13201-1

  Auswahl der Beleuchtungsklassen

- Norm SN EN 12464-2

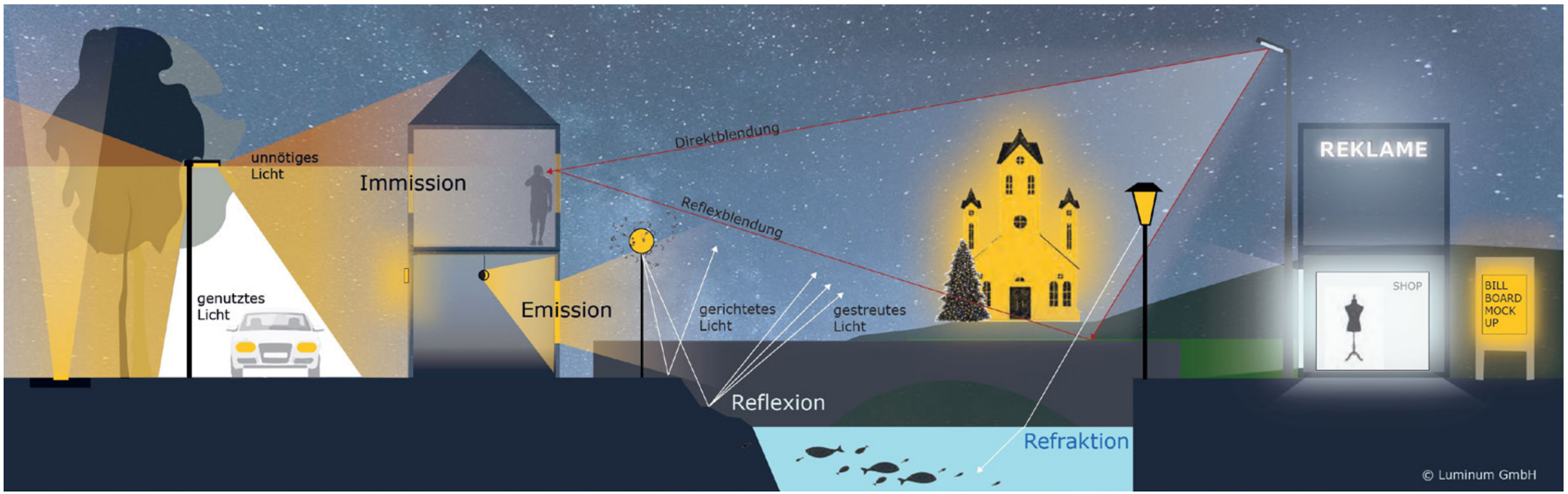
  Arbeitsplätze im Freien

- Richtlinie SLG 202:2021

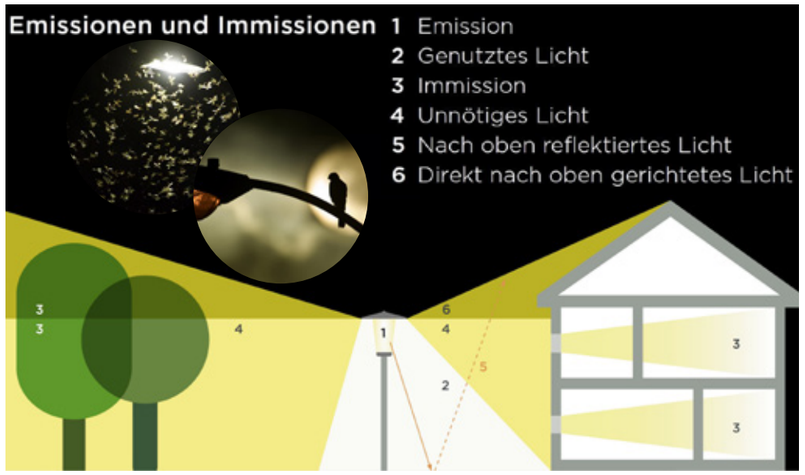
  Ergänzungen SNR 13201-1 & SN EN 13201-2 bis -5

- Umwelt-Vollzug BAFU:2021

  Ergänzungen zur Vermeidung von Lichtemissionen



Umgebungszone (gemäss Tabelle 4)	Mittlere vertikale Beleuchtungsstärke E_v in Lux
E0, ganz dunkel: Dark-Sky-Parks, schützenswerte Naturräume, Nationalparks etc.	–
E1, dunkel: relativ unbewohnte ländliche Gebiete	0
E2, geringe Gebietshelligkeit: spärlich besiedelte Gebiete, reine Wohngebiete etc.	1
E3, mittlere Gebietshelligkeit: gut besiedelte ländliche und städtische Siedlungen	2
E4, hohe Gebietshelligkeit: Stadt- und Geschäftszentren	5



Relevanzmatrix

Ein wichtiger Indikator ist die Matrix des Relevanzindex von Lichtemissionen einer Anlage, mit welchem die Dringlichkeit von Massnahmen zur Begrenzung der Emissionen geprüft wird. Im Falle dieses Projektes, ordnen wir den Perimeter der Umweltzone E3 (mittlere Gebietshelligkeit) zu. Die Sensitivität wird daher als «Mittel» angesehen. Die Emissionen stufen wir aufgrund der gewählten Beleuchtungsklasse, als «Mittel» ein. Dadurch ergibt sich ein Relevanzindex von 2 (gelber Kreis).

Beim Relevanzindex 1 ist im Einzelfall festzulegen, welche eingreifenden Massnahmen in Abhängigkeit der Verhältnismässigkeit anzuwenden sind. Die Funktion (z.B. korrekte Ausleuchtung des Perimeters) ist dabei höher zu gewichten.



Definition

Der Beleuchtungsstärke-Index in Abhängigkeit der Distanz (D) berechnet sich aus dem Quotienten der vertikalen Beleuchtungsstärke, auf der Fassade am Immissionsort und des Soll-Wertes der mittleren horizontalen Beleuchtungsstärke der definierten Beleuchtungsklasse C oder P.

$$I(D) = \frac{E_v}{E_{h,med}\ (C_x,\ P_x)}$$

Legende

Ev - die berechnete oder gemessene vertikale Beleuchtungsstärke am Immissionsort, in Richtung der Beleuchtungsanlage

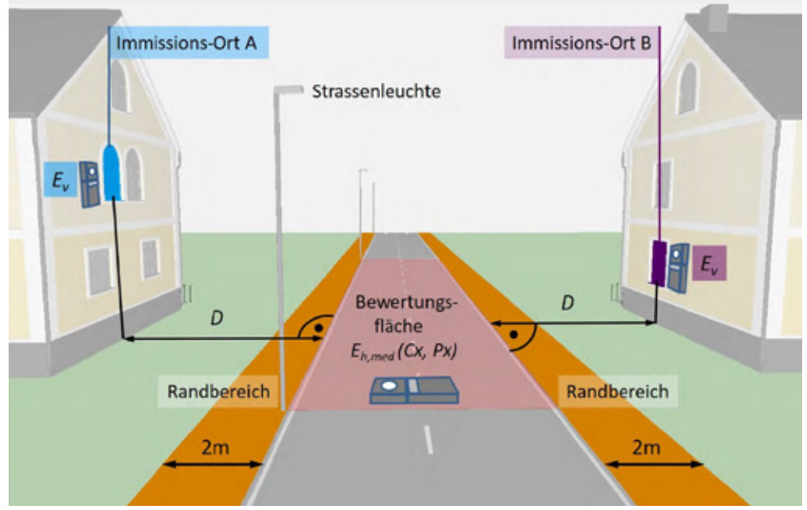
Eh,med (Cx,Px) - der Anforderungswert als Wartungswert der Beleuchtungsanlage, in Abhängigkeit der zugehörenden Beleuchtungsklasse Cx oder Px nach SN 13201-2

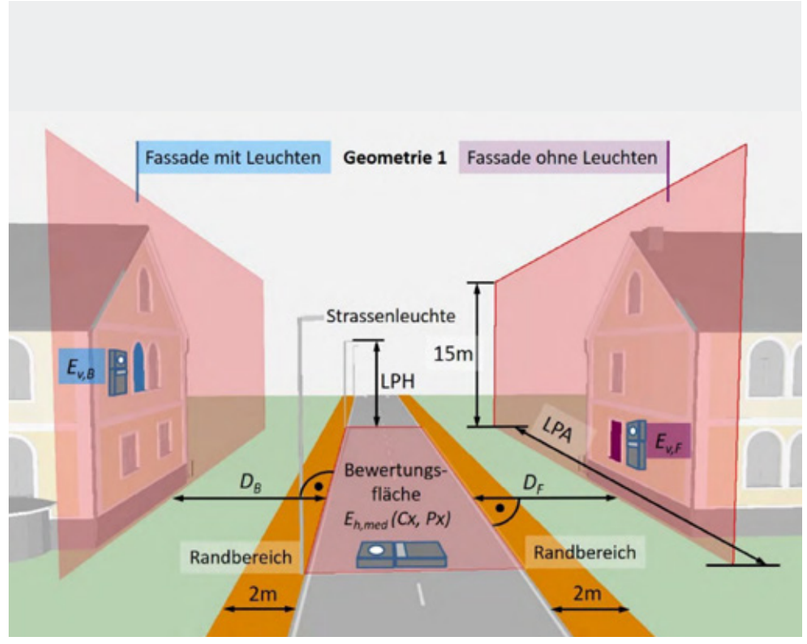
Cx, Px - Beleuchtungsklassen, wobei x stellvertretend als Zahl 1 - 6 für die C- oder P Beleuchtungsklassen nach SN EN 13201-2 steht

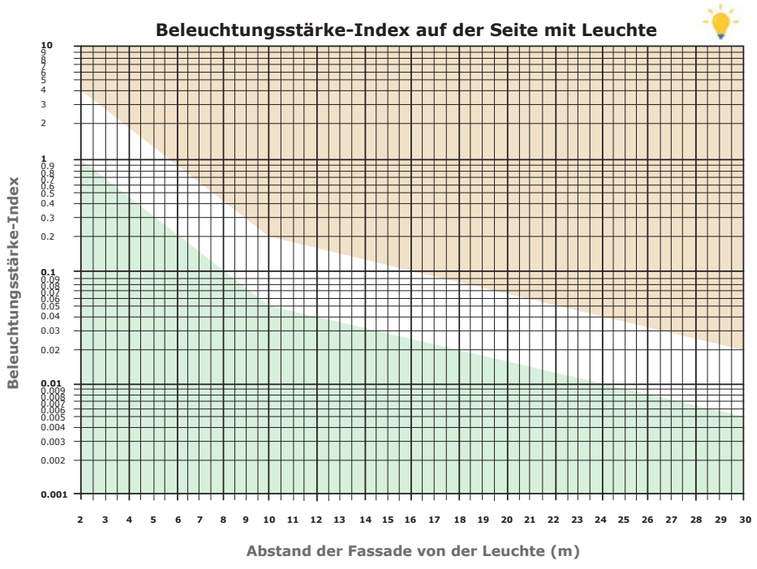
D - die Distanz vom Immissions-Ort zur Ebene der Leuchtenposition bzw. der Bewertungsfläche der Beleuchtungsanlage, im rechten Winkel von der Strasse gemessen

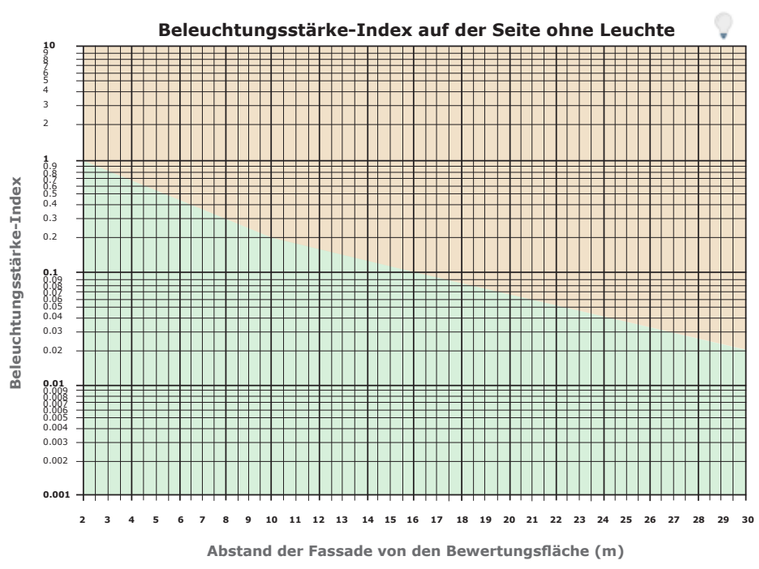
Index B - für die Fassade mit Leuchte und index F - für die Fassade ohne Leuchte

$$I(D_B) = \frac{E_{v,B}}{E_{h,med}\ (C_x,\ P_x)} \qquad I(D_F) = \frac{E_{v,F}}{E_{h,med}\ (C_x,\ P_x)}$$



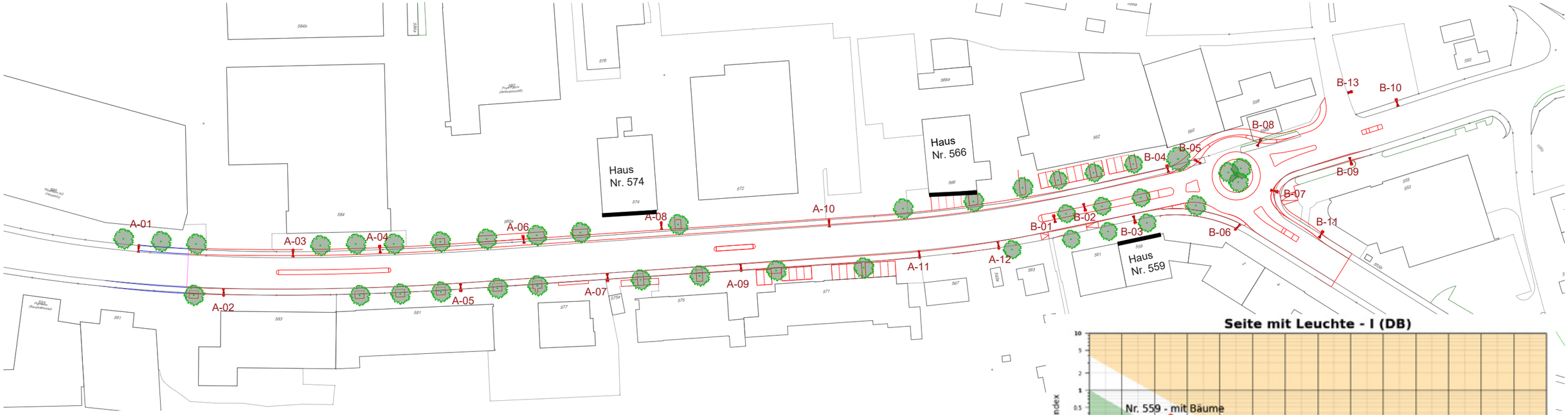


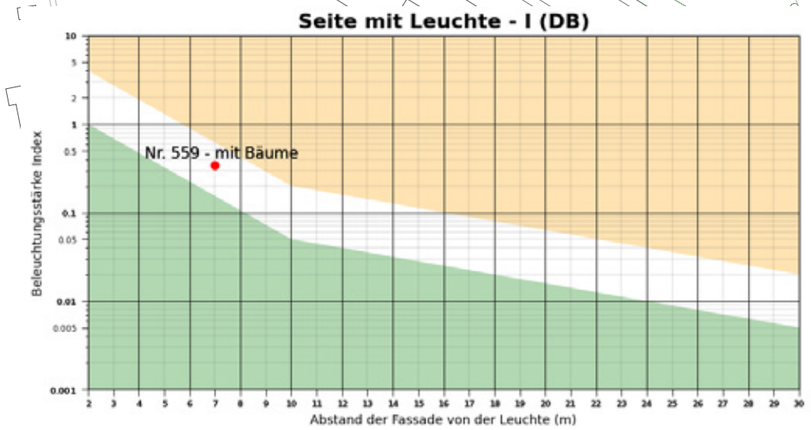


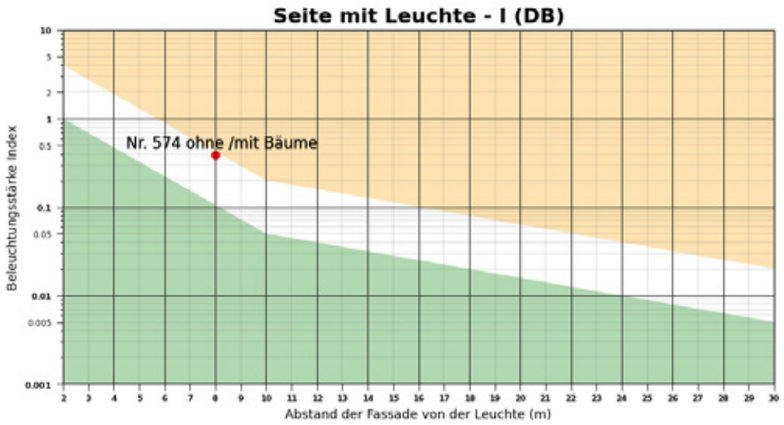


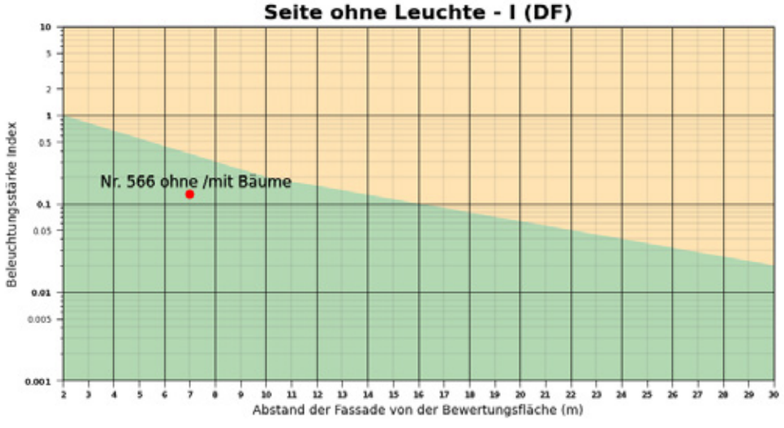
SLG 202 – Ergebnisse Lichtberechnung

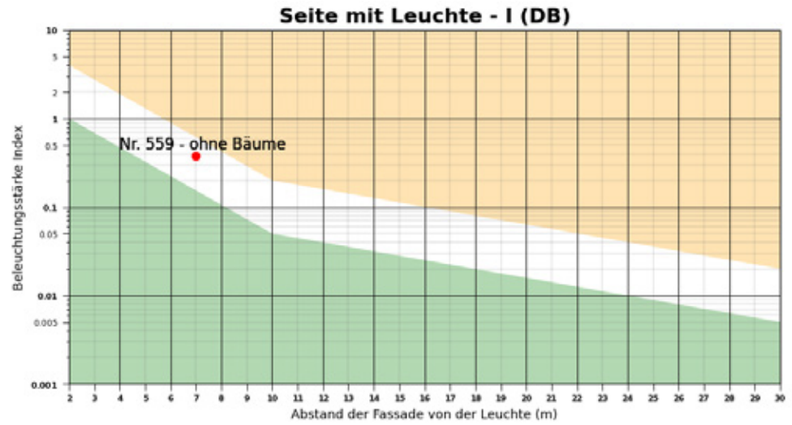
Variante ohne Bäume











Definition

Die einzuhaltende maximale Lichtstärke steht in Abhängigkeit von Beobachterposition und der leuchtenden sichtbaren Fläche.
Zur Beurteilung der belästigenden Blendung wird bei Sportanlagen die Lichtstärke der Leuchtquelle in Candela herangezogen.
Für alle anderen Situationen wird der Proportionalitätsfaktor k für eine Beurteilung verwendet.
Der „k-Wert" steht in Abhängigkeit der Leuchtdichte der störenden Lichtquelle, der Umgebungsleuchtdichte und des Raumwinkels der Beobachterposition.

Bemerkung - Relux Ergebnisse - Blendungsbewertung Lichtemissionen

Die tabellarischen Ergebnisse aus Lichtberechnungen sind als Richtwerte zu verstehen und stimmen nur bedingt mit der Realität überein. Einerseits können Werte aufgrund unterschiedlicher Vermessungsart der Leuchten verfälscht werden und andererseits kann die Umgebungsleuchtdichte und weitere Lichtquellen im Sichtfeld nicht definiert bzw. miteinbezogen werden.
Ein wichtiger, nicht berechenbarer Einflussparameter auf die Blendung ist auch die Lichtfarbe der Leuchten.
Die quantizierbare Energiedeffizienz (ca.10% weniger Energie bei 4000K), steht einer angenehmeren Gesamtwirkung aufgrund des geringeren Blauanteils bei 3000K oder tiefer gegenüber. Die subjektive Wahrnehmung erscheint im Regelfall bei 3000K angenehmer als 4000K.

Messung

In der Praxis haben die Umgebungselemente einen starken Einfluss auf die Absolutwerte. Dies sind unter Anderem:

- die Möbilierung und die Signalethik innerhalb des Strassenraums
- die Lichtfarben oder Farben der Umgebungselemente
- Sämtliche sich im Sichtfeld befindenden Lichtquellen (weitere Strassenleuchten, Privatleuchten, Werbeschilder, etc.)
- die Farbe, Materialisierung und Reflexiongsrad der Fassaden
- die Dynamik der Programierung

Wir empfehlen für die Bestimmung des k-Wertes zwingend eine Messung. Dies z.B. mit einer Leuchtdichtebildkamera (LMK mobile air od. ähnlich)

Tabelle 15: Proportionalitätsfaktor k zur Bestimmung der maximal zulässigen Leuchtdichte von technischen Lichtquellen während der Dunkelstunden auf Basis der Umweltzonen E0 bis E4 (gemäss Tabelle C.1 der CIE150:2017)

Umgebungszone	Proportionalitätsfaktor k	
	Pre-curfew (vor Geltungszeit)	Post-curfew (nach Geltungszeit)
E0 Intrinsically dark – UNESCO Starlight Reserves, IDA Dark Sky Parks, Major optical observatories	0	0
E1 Dark – Relatively uninhabited rural areas	32	0
E2 Low district brightness – Sparsely inhabited rural areas	64	32
E3 Medium district brightness – Well inhabited rural and urban settlements	96	32
E4 High district brightness – Town and city centres and other commercial areas	160	32

Ergebnisse

Messflächen | Lichtstärke

Nr.	Bezeichnung	Nr.	I [cd]	Ls [cd/m²]	Ωs [sr]	ks
k-Wert_Nr.9_H=1.5m, Limit: k = 999, Lu = 0.3 cd / m²						
1	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	3	302	5448	6.425e-05	79.73
2	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	5	42	672.8	5.993e-05	9.51
3	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	2	28	930.7	1.652e-05	6.91
4	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	1	19	625.3	1.287e-05	4.10
5	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	1	8	419.3	4.345e-06	1.60
6	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	3	10	447.4	2.605e-06	1.32
7	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	7	6	355.5	2.293e-06	0.98
8	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	6	3	137.5	1.132e-05	0.84
9	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	10	5	141.6	9.917e-06	0.81
10	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	5	4	400	5.822e-07	0.56
11	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	6	3	358.2	2.797e-07	0.35
12	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	7	3	415.9	1.790e-07	0.32
13	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	2	3	206.1	4.603e-07	0.26
14	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	13	0	39.3	6.163e-07	0.06
15	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	12	0	23.99	1.034e-06	0.04
16	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	9	0	-1	1.000e-12	0.00
17	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	4	0	-1	1.000e-12	0.00
18	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	2	0	-1	1.000e-12	0.00
19	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	6	0	-1	1.000e-12	0.00
20	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	4	0	-1	1.000e-12	0.00
21	FLEXIA FG MIDI (FLEXID 73...	5	0	-1	1.000e-12	0.00

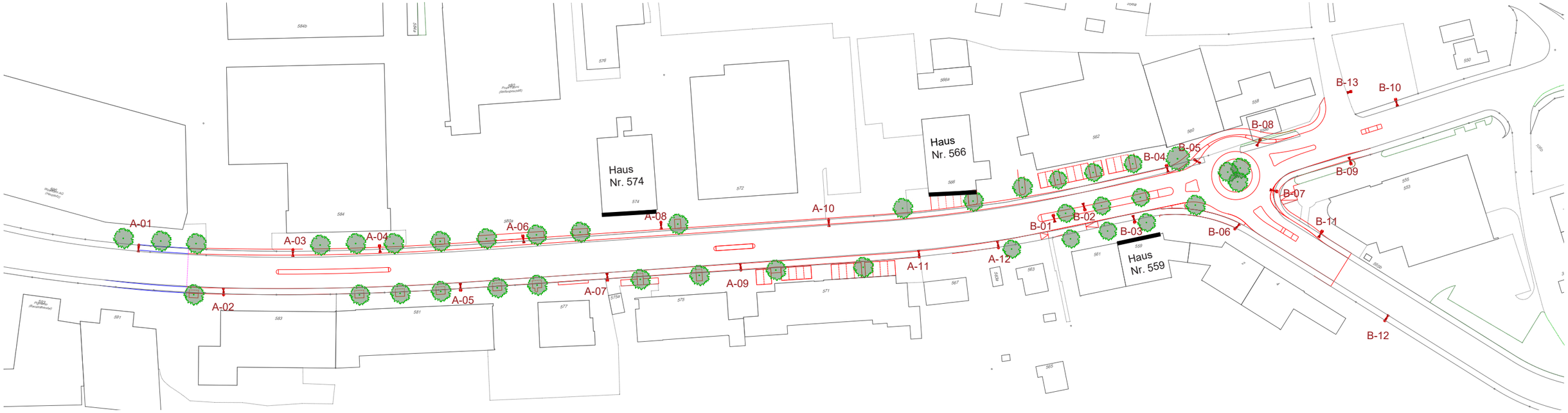
Tabelle 20: Zusammenhang zwischen dem Blendmass k_S und dem Anteil belästigter Personen (basierend auf Assmann et al. 1987, Hopkinson 1957, LiTG 2011, Schierz 2009).

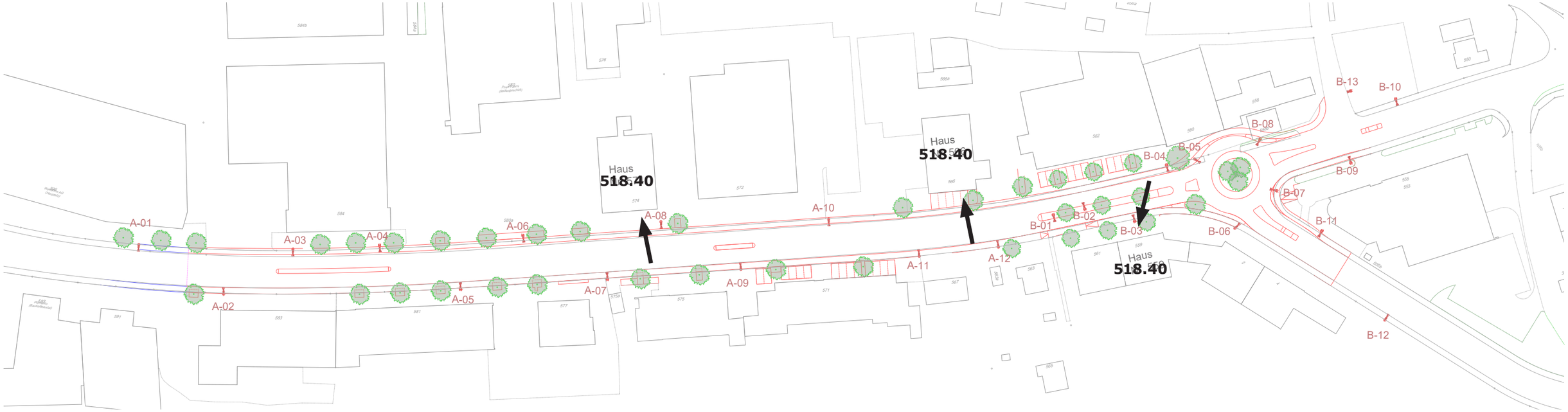
Blendmass k_S	Anzahl belästigte Personen
32	ca. 3 – 10%
64	ca. 15 – 33%
96	ca. 30 – 50%
160	ca. 55 – 70%

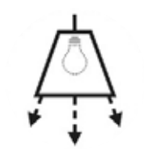


Vollzugsghilfe BAFU – Ergebnisse Lichtberechnung

Variante ohne Bäume





	**NOTWENDIGKEIT** Braucht es eine Beleuchtung?	Eine Beleuchtung ist für den vorgegebenen Perimeter notwendig. Die Umsetzung der Ergänzungen in den Querstrassen liegen im Ermessen der Gemeinde Köniz.
	**INTENSITÄT / HELLIGKEIT** Wie hell muss es beleuchtet sein?	Die Beleuchtung entspricht den Vorgaben aus der SN13201 und der SLG 202. Eine Überbeleuchtung wird bestmöglich und im Rahmen der vorhandenen Möglichkeiten vermieden.
	**LICHTSPEKTRUM /LICHTFARBE** Ist das Lichtspektrum richtig gewählt?	Wir empfehlen, entgegen dem Kantonsstandard, eine Lichtfarbe von max. 3‘000K. Das Spektrum wird nicht ausgewählt und ergibt sich durch die Standardbestückung des Lieferanten.
	**AUSWAHL UND PLATZIERUNG DER LEUCHTEN** Ist der passende Leuchtentyp gewählt und geeignet platziert?	Eingesetzt wurde die Standardleuchte des Kantons Bern. Diese soll im Ausführungsprojekt noch einmal verifiziert werden. Die Detailspezifikationen richten sich an die lichttechnische Berechnung. woraus auch die Standortdefinition erfolgte. Dies unter bestmöglicher Berücksichtigung der vorhandenen Gegebenheiten. Die Platzierung der Leuchten erfolgt ebenfalls anhand der Lichtberechnungsdaten.
	**AUSRICHTUNG** Sind die Leuchten optimal ausgerichtet?	Die LVK der Leuchte ist so gewählt, dass kein Licht nach oben abstrahlt und gezielt auf den definierten Perimeter gerichtet ist. Die Neigungseinstellungen sind der Stückliste zu entnehmen. Eine Aufneigung der Leuchten >10° wird vermieden.
	**ZEITMANAGEMENT / STEUERUNG** Wann braucht es welche Beleuchtung und kann diese zeitweise ausgeschaltet oder reduziert werden?	Die Beleuchtung wird auf die erforderlichen Werte einreguliert. Das Beleuchtungsniveau wird bei tieferer Verkehrsfrequenz reduziert. Ausgenommen von der Reduzierung sind die Leuchten vor den Fussgängerstreifen, welche auf das notwendige Niveau einreguliert und belassen werden.
	**ABSCHIRMUNG** Sind Abschirmungen vorzusehen?	Die Emissions- und Immissionswerte sind grundsätzlich gut, könnne aber punktuell auch überschritten werden. Dies auch durch subjektive Unterscheidungen und Empfinden. Punktuelle Störwirkungen können mit Entblendungsmassnahmen (z.B. interne oder teilweise auch externe Blendschutze) reduziert werden. Ebenfalls kann das Niveau über die Steuerung feinjustiert werden, sofern dies keine negativen Auswirkungen auf die Normwerte der weiteren Flächen hat.

- Durch die Vorgabe des Leuchtentyps entfallen Möglichkeiten zu einer detaillierten Evaluation und einem Produktevergleich.
- Es wird stark darauf geachtet, dass die Strassen nicht überbeleuchtet sind und nur soviel Licht wie notwendig, aber nicht mehr vorhanden ist.
- Für den verwendeten Leuchtentyp sind Möglichkeiten vorhanden (Blendschutze vorne, hinten, seitlich, integriert) um die Lichtemission und Blendwirkung punktuell weiter zu begrenzen. Dies immer unter Berücksichtigung der Verhältnismässigkeit.
- Die Lichtemission ist stark abhängig von der ganzen Umgebung im Sichtfeld, welche bei allfälligen Störungsfällen detaillierter analysert werden muss.
- Mit den vorhandenen Möglichkeiten wurde die Lichtemission und Lichtimmission in diesem Projekt auf ein Minimum reduziert.
- Wir empfehlen, entgegen dem Kantonsstandard, eine Lichtfarbe von max. 3‘000K.

Bildsammlung zur Veranschaulichung des Nutzens und von negativen Auswirkungen einer öffentlichen Beleuchtungsanlage

Tageslicht



Nacht mit Licht



Nacht ohne Licht

