

# CHRISTOPH HEYEN

freiberufl. Ingenieur für Lichttechnik

## Gutachterliche Stellungnahme zur

# Optimierung der LED-Straßenbeleuchtung in der Stadt Oberhausen

## Einleitung

Im Jahr 2015 wurden in der Stadt Oberhausen ca. 8.800 Leuchten mit Quecksilberdampf-Hochdruck-Lampen gegen Leuchten mit LED-Technik ausgewechselt. Die Leuchten-Erneuerung erfolgte zunächst „an Ort und Stelle“ ohne Änderung der SB-Anlagengeometrie

### SB-Ausführungsdetails:

- einseitige Leuchten-Anordnung
- Lichtpunktabstände 30 bis 60 m
- Lichtpunkthöhe 4 m

Das wichtigste Güte Merkmal für SB-Anlagen ist die Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke-Verteilung. Wesentliche Parameter dafür sind das Verhältnis von Lichtpunkthöhe zu Lichtpunktabstand sowie die Leuchten-Positionierung (Lichtpunktüberhang) im Straßen-Querschnitt (Fahrbahnbreite mit den angrenzenden Nebenanlagen).

Die Grundregel **„Lichtpunkthöhe ~ Fahrbahnbreite“** wurde beim seinerzeitigen Neubau der SB-Anlagen nicht beachtet.

Eine gutachterliche Überprüfung im vergangenen Jahr ergab, dass mit der „opalen Kegelaufsatz-Leuchte“ die normativen Anforderungen der **Beleuchtungsklasse S5** gemäß DIN EN 13201-2 in **keiner** SB-Situation erreicht wurde.

Dagegen erzielten die mit dem Leuchtentyp **PHILIPS Mini-Luma** umgerüsteten SB-Anlagen bei Lichtpunktabständen bis 30 m **immer** die Anforderungen der Beleuchtungsklasse S5 (auf der Fahrbahn).

Der Leuchten-seitige Gehweg war meistens sehr gut beleuchtet, der gegenüberliegende Gehweg dagegen häufig unzureichend.

*ABER: Die geltende Norm definiert für die Nebenanlagen keine Mindestanforderungen.*

Bei SB-Anlagen mit „einseitiger Leuchten-Anordnung“ an breiten Straßenquerschnitten und extremen Lichtpunktabständen zeigen sich in dramatischer Weise „ausgeprägte Dunkelzonen“, charakteristisch für eine mangelhafte Gesamt-Gleichmäßigkeit.

Dieses Qualitätsdefizit fiel bei den „ALT-Leuchten“ nicht sonderlich auf, aber umso mehr nach der Umrüstung auf die hochwertigen LED-Straßenleuchten.

## Lösungen zur Verbesserung der LED-SB-Anlagen

Durch eine Halbierung der extremen Lichtpunktabstände sowie eine Anpassung der Lichtpunkthöhen an den jeweiligen Straßenquerschnitt kann die Beleuchtungsqualität in den von Anwohnern reklamierten Straßen erheblich verbessert werden.

Für 12 unterschiedliche Straßenquerschnitte wurden vom SB-Dienstleister „Oberhausener Netzgesellschaft mbH“ (EVO) umfangreiche lichttechnische Berechnungen erstellt und Lösungsvorschläge erarbeitet.

Bei dem Ortstermin am 03.03.2016 wurden diese Berechnungen vom Unterzeichner überprüft und die Richtigkeit der Ergebnisse – bis auf geringe Abweichungen in Nachkommastellen aufgrund unterschiedlicher Berechnungs-Programme – bestätigt.

Ergänzt um alternative Berechnungen für vier Situationen sind die Lösungen im Anhang detailliert dokumentiert.

## Zusammenfassung

Mit den halbierten Lichtpunktabständen von max. 30 m und der neuen Lichtpunkthöhe von 5,5 m – in einigen Straßen mit zusätzlichen Auslegern - werden die SB-Anlagen grundlegend verbessert und erreichen in puncto Gleichmäßigkeit höchste Werte.

Die Leuchten-seitigen Gehwege sind sehr gut beleuchtet; die Beleuchtungsstärke-Werte auf den gegenüberliegenden Gehwegen haben sich verbessert, aber liegen bei extremen Breiten im unteren Bereich. Die Lösung für diese Fälle wäre eine zweiseitig versetzte Leuchten-Anordnung, die aber aufgrund der fehlenden Verkabelung nicht realisierbar ist.

**Anmerkung: Trotz der Erhöhung der Leuchten-Anzahl ist die Energieeinsparung immer noch > 60% gegenüber der ALT-Anlage !**

### Anlagen:

Untersuchungen + Lösungen	13 Seiten
Lichttechnische Berechnungen	16 Seiten

Merzenich, den 20. Juni 2016



### **Christoph Heyen**

freiberufl. Ingenieur für Lichttechnik

Kleine Kumm 22 | 52399 Merzenich

Stadt Oberhausen

LED-Leuchtenanordnung links

Wartungsfaktor = 0,9

Aufneigung = 5°

zusätzl. Leuchten

zusätzl. Leuchten + Lph 5,5 m / Ausleger

zusätzl. Leuchten + Lph 5,5 m + Lichtstrom 2.000 lm

Mastaustausch Lph 5,5 m + Lichtstrom 2.000 lm

Straße	Status	li. Gehweg	Straße	re. Gehweg	Leu-Abst.	Lph	Überhang	Lichtstrom	P	Gehweg links		Straße		Gehweg rechts			
										Em	Emin	Em	Emin	Uo	Blendung	Em	Emin
Heimbauweg 03-001	ALT	1,10 m	4,00 m	1,10 m	58,00 m	4,00 m	-1,50 m	1.500 lm	15 W								
	EVO				29,00 m	4,00 m	-1,50 m	1.500 lm	15 W	6,60 lx	1,30 lx	4,10 lx	1,40 lx	0,33	G1	1,34 lx	0,91 lx
	CH				29,00 m	4,00 m	-1,50 m	1.500 lm	15 W	6,59 lx	1,33 lx	4,07 lx	1,29 lx	0,32	G1	1,34 lx	0,91 lx
Annastraße 03-002	ALT	2,20 m	6,00 m	2,20 m	54,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W								
	EVO				27,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	6,00 lx	1,10 lx	4,30 lx	1,30 lx	0,29	G1	0,70 lx	0,40 lx
	Geometrie 1 CH				27,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	6,04 lx	1,11 lx	4,34 lx	1,19 lx	0,27	G1	0,70 lx	0,40 lx
Geometrie 2 CH				27,00 m	5,50 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	4,71 lx	2,24 lx	3,99 lx	1,69 lx	0,42	G1	1,39 lx	0,97 lx	
Wilhelmshavener Str. 03-003	ALT	2,50 m	6,00 m	2,50 m	56,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W								
	EVO				28,00 m	5,50 m	-0,50 m	2.000 lm	19 W	5,80 lx	2,70 lx	5,10 lx	2,20 lx	0,43	G1	1,71 lx	1,15 lx
	CH				28,00 m	5,50 m	-0,50 m	2.000 lm	19 W	5,83 lx	2,68 lx	5,13 lx	2,14 lx	0,42	G1	1,71 lx	1,15 lx
Walterstraße 03-004	ALT	2,00 m	6,00 m	1,60 m	56,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W								
	EVO				28,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	6,10 lx	1,10 lx	4,20 lx	1,20 lx	0,28	G1	0,76 lx	0,49 lx
	Geometrie 1 CH				28,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	6,09 lx	1,08 lx	4,18 lx	1,08 lx	0,26	G1	0,76 lx	0,49 lx
Geometrie 2 CH				28,00 m	5,50 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	4,63 lx	2,10 lx	3,84 lx	1,61 lx	0,42	G1	1,48 lx	1,08 lx	
Goethestraße 03-005	ALT	2,00 m	6,00 m	2,00 m	52,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W								
	EVO				26,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	6,50 lx	1,60 lx	4,50 lx	1,40 lx	0,32	G1	0,76 lx	0,45 lx
	Geometrie 1 CH				26,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	6,53 lx	1,62 lx	4,51 lx	1,32 lx	0,29	G1	0,76 lx	0,45 lx
Geometrie 2 CH				26,00 m	5,50 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	5,00 lx	2,44 lx	4,15 lx	1,78 lx	0,43	G1	1,49 lx	1,04 lx	
Leopoldstraße 03-006 + Ausleger 0,8m	ALT	3,80 m	6,00 m	3,80 m	60,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W								
	EVO				30,00 m	5,50 m	0,30 m	1.500 lm	15 W	2,32 lx	0,49 lx	4,00 lx	1,60 lx	0,41	G1	1,29 lx	0,72 lx
	CH				30,00 m	5,50 m	0,30 m	1.500 lm	15 W	2,32 lx	0,49 lx	3,96 lx	1,59 lx	0,4	G1	1,29 lx	0,72 lx
Eimersweg 03-007 + Ausleger 0,8m	ALT	5,00 m	7,00 m	---	54,00 m	4,00 m	-1,50 m	1.500 lm	15 W								
	EVO				27,00 m	5,50 m	-1,50 m	1.500 lm	15 W	3,83 lx	1,13 lx	3,07 lx	1,12 lx	0,37	G1	---	---
	CH				27,00 m	5,50 m	-1,50 m	1.500 lm	15 W	3,81 lx	0,98 lx	3,07 lx	1,09 lx	0,35	G1	---	---
+ Ausleger 0,8m CH				27,00 m	5,50 m	-0,70 m	1.500 lm	15 W	3,05 lx	0,35 lx	3,54 lx	1,33 lx	0,37	G1	---	---	
Körnerstraße 03-008	ALT	4,50 m	6,50 m	2,50 m	53,00 m	4,00 m	-1,00 m	1.500 lm	15 W								
	EVO				26,50 m	5,50 m	-1,00 m	1.500 lm	15 W	3,70 lx	1,30 lx	3,60 lx	1,44 lx	0,4	G1	0,94 lx	0,62 lx
	CH				26,50 m	5,50 m	-1,00 m	1.500 lm	15 W	3,71 lx	1,31 lx	3,59 lx	1,40 lx	0,39	G1	0,94 lx	0,62 lx
Bremenerstraße 03-009	ALT	4,00 m	6,50 m	4,00 m	54,00 m	4,00 m	-2,00 m	1.500 lm	15 W								
	EVO				27,00 m	5,50 m	-2,00 m	2.000 lm	19 W	6,40 lx	3,00 lx	3,90 lx	1,50 lx	0,38	G1	0,69 lx	0,37 lx
	CH				27,00 m	5,50 m	-2,00 m	2.000 lm	19 W	6,43 lx	2,98 lx	3,89 lx	1,43 lx	0,37	G1	0,69 lx	0,37 lx
Kiesstraße 03-010	ALT	1,50 m	6,00 m	2,00 m	50,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W								
	EVO				25,00 m	5,50 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	5,50 lx	2,70 lx	4,32 lx	1,96 lx	0,46	G1	1,56 lx	1,07 lx
	CH				25,00 m	5,50 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	5,46 lx	2,68 lx	4,31 lx	1,87 lx	0,43	G1	1,55 lx	1,07 lx
Badenstraße 03-011 + Ausleger 0,8m	ALT	2,00 m	6,00 m	3,50 m	56,00 m	4,00 m	-1,00 m	1.500 lm	15 W								
	EVO				28,00 m	5,50 m	-0,20 m	1.500 lm	15 W	4,38 lx	2,05 lx	4,02 lx	1,75 lx	0,44	G1	1,22 lx	0,68 lx
	CH				28,00 m	5,50 m	-0,20 m	1.500 lm	15 W	4,38 lx	2,05 lx	4,01 lx	1,69 lx	0,42	G1	1,22 lx	0,68 lx
Erlenstr. /Tannenstr. 03-012	ALT	4,00 m	7,50 m	1,80 m	26,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	4,06 lx	0,22 lx	3,77 lx	0,69 lx	0,18	G1	0,41 lx	0,27 lx
	EVO				26,00 m	5,50 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	3,58 lx	1,29 lx	3,64 lx	1,33 lx	0,37	G1	0,89 lx	0,66 lx
	CH				26,00 m	5,50 m	-0,50 m	2.000 lm	19 W	4,77 lx	1,72 lx	4,85 lx	1,72 lx	0,36	G1	1,18 lx	0,88 lx

## 03-001 Oberhausen | Heimbauweg

### Berechnungsgrundlagen:

Leuchte PHILIPS Mini-Luma - R4

Wartungsfaktor 0,9

Leuchten-Aufneigung 5°

Leuchtenanordnung einseitig links

Gehweg links	Fahrbahn	Gehweg rechts
Breite: 1,10 m	Breite: 4,00 m	Breite: 1,10 m

Status	Lp- Abstand	Lp- Höhe	Lp- Überhang	Licht- strom	P	$E_m$	$E_{min}$	$E_m$	$E_{min}$	$U_o$	Blendung	$E_m$	$E_{min}$
ALT	58,00 m	4,00 m	-1,50 m	1.500 lm	15 W								
EVO	29,00 m	4,00 m	-1,50 m	1.500 lm	15 W	6,60 lx	1,30 lx	4,10 lx	1,40 lx	0,33	G1	1,34 lx	0,91 lx
CH	29,00 m	4,00 m	-1,50 m	1.500 lm	15 W	6,59 lx	1,33 lx	4,07 lx	1,29 lx	0,32	G1	1,34 lx	0,91 lx

### Bewertung der LED-ALT-Anlage

Die Lichtpunkthöhe entspricht der Fahrbahnbreite; der negative Lichtpunkt-Überhang positioniert die Leuchte außerhalb des linken Gehwegs. Aufgrund der extremen Leuchtenabstände von 58 m werden die Anforderungen der Beleuchtungsklasse S5 (DIN EN 13201-2) **nicht** erreicht.

Lösung: **Zusätzliche Leuchten im Abstand von 29,0 m**

### Bewertung der geplanten LED-Anlage

Mit dem (halben) **Lichtpunktabstand von 29 m** werden die Normwerte der **Beleuchtungsklasse S5** mit sehr guter Gleichmäßigkeit erzielt. Wegen der einseitigen Leuchtenanordnung sind die Beleuchtungsstärkewerte auf dem rechten Gehweg niedriger, aber dennoch akzeptabel.

## 03-002

## Oberhausen | Annastraße

### Berechnungsgrundlagen:

Leuchte PHILIPS Mini-Luma - R4

Wartungsfaktor 0,9

Leuchten-Aufneigung 5°

Leuchtenanordnung einseitig links

Gehweg links Breite: 2,20 m	Fahrbahn Breite: 6,00 m	Gehweg rechts Breite: 2,20 m
--------------------------------	----------------------------	---------------------------------

Status	Lp- Abstand	Lp- Höhe	Lp- Überhang	Licht- strom	P	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	U <sub>o</sub>	Blendung	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>
ALT	54,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W								
EVO	27,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	6,00 lx	1,10 lx	4,30 lx	1,30 lx	0,29	G1	0,70 lx	0,40 lx
CH1	27,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	6,04 lx	1,11 lx	4,34 lx	1,19 lx	0,27	G1	0,70 lx	0,40 lx
CH2	27,00 m	5,50 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	4,71 lx	2,24 lx	3,99 lx	1,69 lx	0,42	G1	1,39 lx	0,97 lx

### Bewertung der LED-ALT-Anlage

Die Lichtpunkthöhe entspricht nicht der Fahrbahnbreite; der negative Lichtpunkt-Überhang positioniert die Leuchte über dem linken Gehweg. Aufgrund der extremen Leuchtenabstände von 54 m werden die Anforderungen der Beleuchtungsklasse S5 (DIN EN 13201-2) **nicht** erreicht.

Lösung: **Zusätzliche Leuchten im Abstand von 27,0 m + neue Lichtpunkthöhe = 5,5 m**

### Bewertung der geplanten LED-Anlage

Mit dem (halben) **Lichtpunkt**abstand von **27 m** und einer Erhöhung der **Lichtpunkthöhe auf 5,5 m** werden die normativen Anforderungen der **Beleuchtungsklasse S5** mit sehr guter Gleichmäßigkeit erzielt (Status CH2).

Wegen der einseitigen Leuchtenanordnung sind die Beleuchtungsstärkewerte auf dem rechten Gehweg niedriger, aber dennoch akzeptabel.

## 03-003 Oberhausen | Wilhelmshavener Str.

### Berechnungsgrundlagen:

Leuchte PHILIPS Mini-Luma - R4

Wartungsfaktor 0,9

Leuchten-Aufneigung 5°

Leuchtenanordnung einseitig links

Gehweg links Breite: 2,50 m	Fahrbahn Breite: 6,00 m	Gehweg rechts Breite: 2,50 m
--------------------------------	----------------------------	---------------------------------

Status	Lp- Abstand	Lp- Höhe	Lp- Überhang	Licht- strom	P	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	U <sub>o</sub>	Blendung	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>
ALT	56,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W								
EVO	28,00 m	5,50 m	-0,50 m	2.000 lm	19 W	5,80 lx	2,70 lx	5,10 lx	2,20 lx	0,43	G1	1,71 lx	1,15 lx
CH	28,00 m	5,50 m	-0,50 m	2.000 lm	19 W	5,83 lx	2,68 lx	5,13 lx	2,14 lx	0,42	G1	1,71 lx	1,15 lx

### Bewertung der LED-ALT-Anlage

Die Lichtpunkthöhe entspricht nicht der Fahrbahnbreite; der negative Lichtpunkt-Überhang positioniert die Leuchte über dem linken Gehweg.

Aufgrund der extremen Leuchtenabstände von 56 m werden die Anforderungen der Beleuchtungsklasse S5 (DIN EN 13201-2) **nicht** erreicht.

**Lösung: Zusätzliche Leuchten im Abstand von 28,0 m + neue Lichtpunkthöhe = 5,5 m**

### Bewertung der geplanten LED-Anlage

Mit dem (halben) **Lichtpunktabstand von 28 m** und einer Erhöhung der **Lichtpunkthöhe auf 5,5 m** werden die normativen Anforderungen der **Beleuchtungsklasse S4** mit sehr guter Gleichmäßigkeit erzielt.

Die Beleuchtungsstärkewerte auf dem rechten Gehweg entsprechen 50% der Beleuchtungsklasse S5.

## 03-004

## Oberhausen | Walterstraße

### Berechnungsgrundlagen:

Leuchte PHILIPS Mini-Luma - R4

Wartungsfaktor 0,9

Leuchten-Aufneigung 5°

Leuchtenanordnung einseitig links

Gehweg links	Fahrbahn	Gehweg rechts
Breite: 2,00 m	Breite: 6,00 m	Breite: 1,60 m

Status	Lp- Abstand	Lp- Höhe	Lp- Überhang	Licht- strom	P	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	U <sub>o</sub>	Blendung	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>
ALT	56,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W								
EVO	28,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	6,10 lx	1,10 lx	4,20 lx	1,20 lx	0,28	G1	0,76 lx	0,49 lx
CH1	28,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	6,09 lx	1,08 lx	4,18 lx	1,08 lx	0,26	G1	0,76 lx	0,49 lx
CH2	28,00 m	5,50 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	4,63 lx	2,10 lx	3,84 lx	1,61 lx	0,42	G1	1,48 lx	1,08 lx

### Bewertung der LED-ALT-Anlage

Die Lichtpunkthöhe entspricht nicht der Fahrbahnbreite; der negative Lichtpunkt-Überhang positioniert die Leuchte über dem linken Gehweg. Aufgrund der extremen Leuchtenabstände von 56 m werden die Anforderungen der Beleuchtungsklasse S5 (DIN EN 13201-2) **nicht** erreicht.

**Lösung: Zusätzliche Leuchten im Abstand von 28,0 m + neue Lichtpunkthöhe = 5,5 m**

### Bewertung der geplanten LED-Anlage

Mit dem (halben) **Lichtpunkt**abstand von **28 m** und einer Erhöhung der **Lichtpunkthöhe** auf **5,5 m** werden die normativen Anforderungen der **Beleuchtungsklasse S5** mit sehr guter Gleichmäßigkeit erzielt (Status CH2).

Die Beleuchtungsstärkewerte auf dem rechten Gehweg entsprechen 50% der Beleuchtungsklasse S5.

## 03-005

## Oberhausen | Goethestraße

### Berechnungsgrundlagen:

Leuchte PHILIPS Mini-Luma - R4

Wartungsfaktor 0,9

Leuchten-Aufneigung 5°

Leuchtenanordnung einseitig links

Gehweg links	Fahrbahn	Gehweg rechts
Breite: 2,00 m	Breite: 6,00 m	Breite: 2,00 m

Status	Lp-Abstand	Lp-Höhe	Lp-Überhang	Lichtstrom	P	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	U <sub>o</sub>	Blendung	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>
ALT	52,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W								
EVO	26,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	6,50 lx	1,60 lx	4,50 lx	1,40 lx	0,32	G1	0,76 lx	0,45 lx
CH1	26,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	6,53 lx	1,62 lx	4,51 lx	1,32 lx	0,29	G1	0,76 lx	0,45 lx
CH2	26,00 m	5,50 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	5,00 lx	2,44 lx	4,15 lx	1,78 lx	0,43	G1	1,49 lx	1,04 lx

### Bewertung der LED-ALT-Anlage

Die Lichtpunkthöhe entspricht nicht der Fahrbahnbreite; der negative Lichtpunkt-Überhang positioniert die Leuchte über dem linken Gehweg. Aufgrund der extremen Leuchtenabstände von 52 m werden die Anforderungen der Beleuchtungsklasse S5 (DIN EN 13201-2) **nicht** erreicht.

**Lösung: Zusätzliche Leuchten im Abstand von 26,0 m + neue Lichtpunkthöhe = 5,5 m**

### Bewertung der geplanten LED-Anlage

Mit dem (halben) **Lichtpunktabstand von 26 m** und einer Erhöhung der **Lichtpunkthöhe auf 5,5 m** werden die normativen Anforderungen der **Beleuchtungsklasse S5** mit sehr guter Gleichmäßigkeit erzielt (Status CH2).

Die Beleuchtungsstärkewerte auf dem rechten Gehweg entsprechen 50% der Beleuchtungsklasse S5.

03-006

Oberhausen | Leopoldstraße

Berechnungsgrundlagen:

Leuchte PHILIPS Mini-Luma - R4

Wartungsfaktor 0,9

Leuchten-Aufneigung 5°

Leuchtenanordnung einseitig links

Gehweg links Breite: 3,80 m	Fahrbahn Breite: 6,00 m	Gehweg rechts Breite: 3,80 m
--------------------------------	----------------------------	---------------------------------

Status	Lp- Abstand	Lp- Höhe	Lp- Überhang	Licht- strom	P	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	U <sub>o</sub>	Blendung	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>
ALT	60,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W								
EVO	30,00 m	5,50 m	0,3 m <sup>1</sup>	1.500 lm	15 W	2,32 lx	0,49 lx	4,00 lx	1,60 lx	0,41	G1	1,29 lx	0,72 lx
CH	30,00 m	5,50 m	0,3 m <sup>1</sup>	1.500 lm	15 W	2,32 lx	0,49 lx	3,96 lx	1,59 lx	0,40	G1	1,29 lx	0,72 lx

<sup>1</sup> mit Ausleger 0,8 mBewertung der LED-ALT-Anlage

Die Lichtpunkthöhe entspricht nicht der Fahrbahnbreite; der negative Lichtpunkt-Überhang positioniert die Leuchte über dem linken Gehweg. Aufgrund der extremen Leuchtenabstände von 60 m werden die Anforderungen der Beleuchtungsklasse S5 (DIN EN 13201-2) **nicht** erreicht.

Lösung: **Zusätzliche Leuchten im Abstand von 30,0 m + neue Lichtpunkthöhe = 5,5 m + Ausleger 0,8 m**

Bewertung der geplanten LED-Anlage

Mit dem (halben) **Lichtpunkt**abstand von **30 m** und einer Erhöhung der **Lichtpunkthöhe auf 5,5 m + Ausleger 0,8 m** werden die normativen Anforderungen der **Beleuchtungsklasse S5** mit sehr guter Gleichmäßigkeit erzielt.

Wegen der einseitigen Leuchtenanordnung sind die Beleuchtungsstärkewerte auf dem rechten Gehweg niedriger, aber dennoch akzeptabel.

03-007

## Oberhausen | Eimersweg

### Berechnungsgrundlagen:

Leuchte PHILIPS Mini-Luma - R4

Wartungsfaktor 0,9

Leuchten-Aufneigung 5°

Leuchtenanordnung einseitig links

Gehweg links	Fahrbahn
Breite: 5,00 m	Breite: 7,00 m

Status	Lp-Abstand	Lp-Höhe	Lp-Überhang	Lichtstrom	P	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	U <sub>o</sub>	Blendung
ALT	54,00 m	4,00 m	-1,50 m	1.500 lm	15 W						
EVO	27,00 m	5,50 m	-1,50 m	1.500 lm	15 W	3,83 lx	1,13 lx	3,07 lx	1,12 lx	0,37	G1
CH1	27,00 m	5,50 m	-1,50 m	1.500 lm	15 W	3,81 lx	0,98 lx	3,07 lx	1,09 lx	0,35	G1
CH2	27,00 m	5,50 m	-0,70 m <sup>1</sup>	1.500 lm	15 W	3,05 lx	0,35 lx	3,54 lx	1,33 lx	0,37	G1

<sup>1</sup> mit Ausleger 0,8 m

### Bewertung der LED-ALT-Anlage

Die Lichtpunkthöhe entspricht nicht der Fahrbahnbreite; der negative Lichtpunkt-Überhang positioniert die Leuchte über dem linken Gehweg. Aufgrund der extremen Leuchtenabstände von 54 m werden die Anforderungen der Beleuchtungsklasse S5 (DIN EN 13201-2) **nicht** erreicht.

**Lösung: Zusätzliche Leuchten im Abstand von 27,0 m + neue Lichtpunkthöhe = 5,5 m + Ausleger 0,8 m**

### Bewertung der geplanten LED-Anlage

Mit dem (halben) Lichtpunktabstand von 27 m und einer Erhöhung der Lichtpunkthöhe auf 5,5 m + Ausleger 0,8 m werden die normativen Anforderungen der Beleuchtungsklasse S5 mit sehr guter Gleichmäßigkeit erzielt (Status CH2)

## 03-008 Oberhausen | Körnerstraße

### Berechnungsgrundlagen:

Leuchte PHILIPS Mini-Luma - R4

Wartungsfaktor 0,9

Leuchten-Aufneigung 5°

Leuchtenanordnung einseitig links

Gehweg links Breite: 4,50 m	Fahrbahn Breite: 6,50 m	Gehweg rechts Breite: 2,50 m
--------------------------------	----------------------------	---------------------------------

Status	Lp-Abstand	Lp-Höhe	Lp-Überhang	Lichtstrom	P	$E_m$	$E_{min}$	$E_m$	$E_{min}$	$U_o$	Blendung	$E_m$	$E_{min}$
ALT	53,00 m	4,00 m	-1,00 m	1.500 lm	15 W								
EVO	26,50 m	5,50 m	-1,00 m	1.500 lm	15 W	3,70 lx	1,30 lx	3,60 lx	1,44 lx	0,4	G1	0,94 lx	0,62 lx
CH	26,50 m	5,50 m	-1,00 m	1.500 lm	15 W	3,71 lx	1,31 lx	3,59 lx	1,40 lx	0,39	G1	0,94 lx	0,62 lx

### Bewertung der LED-ALT-Anlage

Die Lichtpunkthöhe entspricht nicht der Fahrbahnbreite; der negative Lichtpunkt-Überhang positioniert die Leuchte über dem linken Gehweg. Aufgrund der extremen Leuchtenabstände von 53 m werden die Anforderungen der Beleuchtungsklasse S5 (DIN EN 13201-2) **nicht** erreicht.

**Lösung:** Zusätzliche Leuchten im Abstand von 26,5 m + neue Lichtpunkthöhe = 5,5 m

### Bewertung der geplanten LED-Anlage

Mit dem (halben) Lichtpunktabstand von 26,5 m und einer Erhöhung der Lichtpunkthöhe auf 5,5 m werden die normativen Anforderungen der Beleuchtungsklasse S5 mit sehr guter Gleichmäßigkeit erzielt.

Wegen der einseitigen Leuchtenanordnung sind die Beleuchtungsstärkewerte auf dem rechten Gehweg sehr niedrig.

03-009

Oberhausen | Bremenerstraße

Berechnungsgrundlagen:

Leuchte PHILIPS Mini-Luma - R4

Wartungsfaktor 0,9

Leuchten-Aufneigung 5°

Leuchtenanordnung einseitig links

Gehweg links Breite: 4,00 m	Fahrbahn Breite: 6,50 m	Gehweg rechts Breite: 4,00 m
--------------------------------	----------------------------	---------------------------------

Status	Lp-Abstand	Lp-Höhe	Lp-Überhang	Lichtstrom	P	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	U <sub>o</sub>	Blendung	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>
ALT	54,00 m	4,00 m	-2,00 m	1.500 lm	15 W								
EVO	27,00 m	5,50 m	-2,00 m	2.000 lm	19 W	6,40 lx	3,00 lx	3,90 lx	1,50 lx	0,38	G1	0,69 lx	0,37 lx
CH	27,00 m	5,50 m	-2,00 m	2.000 lm	19 W	6,43 lx	2,98 lx	3,89 lx	1,43 lx	0,37	G1	0,69 lx	0,37 lx

Bewertung der LED-ALT-Anlage

Die Lichtpunkthöhe entspricht nicht der Fahrbahnbreite; der negative Lichtpunkt-Überhang positioniert die Leuchte über dem linken Gehweg. Aufgrund der extremen Leuchtenabstände von 54 m werden die Anforderungen der Beleuchtungsklasse S5 (DIN EN 13201-2) nicht erreicht.

Lösung: Zusätzliche Leuchten im Abstand von 27,0 m + neue Lichtpunkthöhe = 5,5 m + höherer Lichtstrom

Bewertung der geplanten LED-Anlage

Mit dem (halben) Lichtpunktabstand von 27 m und einer Erhöhung der Lichtpunkthöhe auf 5,5 m werden die normativen Anforderungen der Beleuchtungsklasse S5 mit sehr guter Gleichmäßigkeit erzielt.

Wegen der einseitigen Leuchtenanordnung sind die Beleuchtungsstärkewerte auf dem rechten Gehweg sehr niedrig.

## 03-010 Oberhausen | Kiesstraße

### Berechnungsgrundlagen:

Leuchte PHILIPS Mini-Luma - R4

Wartungsfaktor 0,9

Leuchten-Aufneigung 5°

Leuchtenanordnung einseitig links

<b>Gehweg links</b>	<b>Fahrbahn</b>	<b>Gehweg rechts</b>
Breite: 1,50 m	Breite: 6,00 m	Breite: 2,00 m

Status	Lp-Abstand	Lp-Höhe	Lp-Überhang	Lichtstrom	P	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	U <sub>o</sub>	Blendung	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>
ALT	50,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W								
EVO	25,00 m	5,50 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	5,50 lx	2,70 lx	4,32 lx	1,96 lx	0,46	G1	1,56 lx	1,07 lx
CH	25,00 m	5,50 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	5,46 lx	2,68 lx	4,31 lx	1,87 lx	0,43	G1	1,55 lx	1,07 lx

### Bewertung der LED-ALT-Anlage

Die Lichtpunkthöhe entspricht nicht der Fahrbahnbreite; der negative Lichtpunkt-Überhang positioniert die Leuchte über dem linken Gehweg. Aufgrund der extremen Leuchtenabstände von 50 m werden die Anforderungen der Beleuchtungsklasse S5 (DIN EN 13201-2) **nicht** erreicht.

**Lösung:** Zusätzliche Leuchten im Abstand von 25,0 m + neue Lichtpunkthöhe = 5,5 m

### Bewertung der geplanten LED-Anlage

Mit dem (halben) Lichtpunktabstand von 25 m und einer Erhöhung der Lichtpunkthöhe auf 5,5 m werden die normativen Anforderungen der Beleuchtungsklasse S5 mit sehr guter Gleichmäßigkeit erzielt.

Die Beleuchtungsstärkewerte auf dem rechten Gehweg entsprechen 50% der Beleuchtungsklasse S5.

## 03-011

## Oberhausen | Badenstraße

### Berechnungsgrundlagen:

Leuchte PHILIPS Mini-Luma - R4

Wartungsfaktor 0,9

Leuchten-Aufneigung 5°

Leuchtenanordnung einseitig links

Gehweg links	Fahrbahn	Gehweg rechts
Breite: 2,00 m	Breite: 6,00 m	Breite: 3,50 m

Status	Lp-Abstand	Lp-Höhe	Lp-Überhang	Lichtstrom	P	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	U <sub>o</sub>	Blendung	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>
ALT	56,00 m	4,00 m	-1,00 m	1.500 lm	15 W								
EVO	28,00 m	5,50 m	-0,2 m <sup>1</sup>	1.500 lm	15 W	4,38 lx	2,05 lx	4,02 lx	1,75 lx	0,44	G1	1,22 lx	0,68 lx
CH	28,00 m	5,50 m	-0,2 m <sup>1</sup>	1.500 lm	15 W	4,38 lx	2,05 lx	4,01 lx	1,69 lx	0,42	G1	1,22 lx	0,68 lx

<sup>1</sup> mit Ausleger 0,8 m

### Bewertung der LED-ALT-Anlage

Die Lichtpunkthöhe entspricht nicht der Fahrbahnbreite; der negative Lichtpunkt-Überhang positioniert die Leuchte über dem linken Gehweg. Aufgrund der extremen Leuchtenabstände von 56 m werden die Anforderungen der Beleuchtungsklasse S5 (DIN EN 13201-2) **nicht** erreicht.

Lösung: **Zusätzliche Leuchten im Abstand von 28,0 m + neue Lichtpunkthöhe = 5,5 m + Ausleger 0,8 m**

### Bewertung der geplanten LED-Anlage

Mit dem (halben) **Lichtpunkt**abstand von 28 m und einer Erhöhung der **Lichtpunkthöhe** auf 5,5 m + **Ausleger 0,8 m** werden die normativen Anforderungen der **Beleuchtungsklasse S5** mit sehr guter Gleichmäßigkeit erzielt.

Wegen der einseitigen Leuchtenanordnung sind die Beleuchtungsstärkewerte auf dem rechten Gehweg niedriger, aber dennoch akzeptabel.

## 03-012 Oberhausen | Erlenstraße / Tannenstraße

### Berechnungsgrundlagen:

Leuchte PHILIPS Mini-Luma - R4

Wartungsfaktor 0,9

Leuchten-Aufneigung 5°

Leuchtenanordnung einseitig links

Gehweg links	Fahrbahn	Gehweg rechts
Breite: 4,00 m	Breite: 7,50 m	Breite: 1,80 m

Status	Lp-Abstand	Lp-Höhe	Lp-Überhang	Lichtstrom	P	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>	U <sub>o</sub>	Blendung	E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub>
ALT	26,00 m	4,00 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	4,06 lx	0,22 lx	3,77 lx	0,69 lx	0,18	G1	0,41 lx	0,27 lx
EVO	26,00 m	5,50 m	-0,50 m	1.500 lm	15 W	3,58 lx	1,29 lx	3,64 lx	1,33 lx	0,37	G1	0,89 lx	0,66 lx
CH	26,00 m	5,50 m	-0,50 m	2.000 lm	19 W	4,77 lx	1,72 lx	4,85 lx	1,72 lx	0,36	G1	1,18 lx	0,88 lx

### Bewertung der LED-ALT-Anlage

Die Lichtpunkthöhe entspricht nicht der Fahrbahnbreite; der negative Lichtpunkt-Überhang positioniert die Leuchte über dem linken Gehweg.

Mit der niedrigen Lichtpunkthöhe werden zwar die Anforderungen der Beleuchtungsklasse S5 (DIN EN 13201-2) für die Fahrbahn erreicht, aber der rechte Gehweg ist nahezu unbeleuchtet.

**Lösung: Neue Lichtpunkthöhe = 5,5 m + höherer Lichtstrom**

### Bewertung der geplanten LED-Anlage

Mit der neuen **Lichtpunkthöhe von 5,5 m** und einer Erhöhung des Lichtstroms werden die normativen Anforderungen der **Beleuchtungsklasse S5** mit deutlich verbesserter Gleichmäßigkeit erzielt.

Wegen der einseitigen Leuchtenanordnung sind die Beleuchtungsstärkewerte auf dem rechten Gehweg niedriger, aber dennoch akzeptabel.

**Projekt-Nr.** 03-001

**Datum/Bearbeiter** 03.03.2016 / Heyen

**Dateiname**

**Projektbeschreibung** Oberhausen | Heimbauweg  
S5  
Mini-Luma OFR4

### Anlagen-Geometrie

(Maximale) Lichtpunkthöhe	4,00 m
Lichtpunktabstand	29,00 m
Breite der Fahrbahn	4,00 m
Anzahl Fahrstreifen	2
Breite eines Fahrstreifens	2,00 m
Lichtpunktüberhang	-1,50 m
Leuchtenneigung	5,0 °

### Projektierungsdaten

Beleuchtungsklasse	S5
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	3,0 lx
Minimale Beleuchtungsstärke (Wartungswert)	0,6 lx
Anzahl Berechnungspunkte in (x/y)-Richtung	10 / 6

### Ausgewählte Leuchten

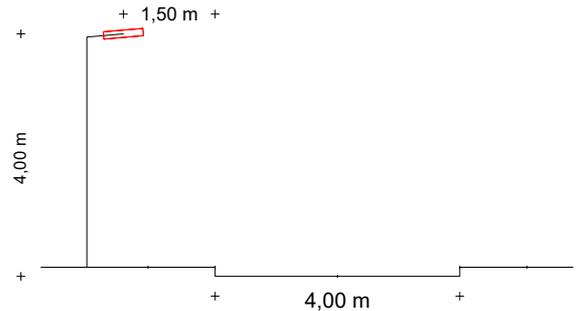
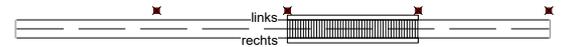
Typ	Anzahl	Leuchtentyp	Bestückung	Dateiname
1	4	BGP621 OFR4 LED-HB No	12 x LED-HB/NW - 1500 lm	BGP621_20_OFR4 20XLED-HB_NW

### Berechnungsergebnisse

Mittlere Beleuchtungsstärke $E_m$	4,07 lx
Gesamtgleichmäßigkeit $U_o$	0,32
$E_{min}/E_{max}$	0,09
Minimale Beleuchtungsstärke $E_{min}$	1,29 lx
Lichtstärkeklasse	G1
elektr. Anschlusswert / Fahrbahnlänge	0,517 kW/km
jährl. Energiebedarf / Fahrbahnlänge	2069,0 kWh/km/a (4000 Betriebsstunden/Jahr)
Lichtstrom gewichteter mittlerer Wartungsfaktor	0,90

### Seitenstreifen:

	$E_m$	$E_{min}$
Seite 1 (rechts)	1,34 lx	0,91 lx
Seite 2 (links)	6,59 lx	1,33 lx



**Projekt-Nr.** 03-002

**Datum/Bearbeiter** 05.03.2016 / Heyen

**Dateiname**

**Projektbeschreibung** Oberhausen | Annastraße  
S5  
Mini.Luma OFR4

**Anlagen-Geometrie**

(Maximale) Lichtpunkthöhe 4,00 m  
Lichtpunktstand 27,00 m  
Breite der Fahrbahn 6,00 m  
Anzahl Fahrstreifen 2  
Breite eines Fahrstreifens 3,00 m  
Lichtpunktüberhang -0,50 m  
Leuchtenneigung 5,0 °

**Projektierungsdaten**

Beleuchtungsklasse S5  
Wartungswert der Beleuchtungsstärke 3,0 lx  
Minimale Beleuchtungsstärke (Wartungswert) 0,6 lx  
Anzahl Berechnungspunkte in (x/y)-Richtung 10 / 6

**Ausgewählte Leuchten**

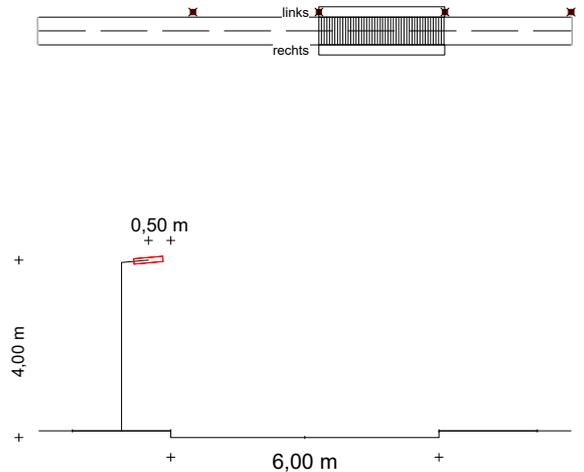
Typ	Anzahl	Leuchtentyp	Bestückung	Dateiname
1	4	BGP621 OFR4 LED-HB No	12 x LED-HB/NW - 1500 lm	BGP621_20_OFR4 20XLED-HB_NW

**Berechnungsergebnisse**

Mittlere Beleuchtungsstärke  $E_m$  4,34 lx  
Gesamtgleichmäßigkeit  $U_o$  0,27  
 $E_{min}/E_{max}$  0,07  
Minimale Beleuchtungsstärke  $E_{min}$  1,19 lx  
Lichtstärkeklasse G1  
elektr. Anschlusswert / Fahrbahnlänge 0,556 kW/km  
jährl. Energiebedarf / Fahrbahnlänge 2222,2 kWh/km/a (4000 Betriebsstunden/Jahr)  
Lichtstrom gewichteter mittlerer Wartungsfaktor 0,90

**Seitenstreifen:**

	$E_m$	$E_{min}$
Seite 1 (rechts)	0,70 lx	0,40 lx
Seite 2 (links)	6,04 lx	1,11 lx



**Projekt-Nr.** 03-002-b

**Datum/Bearbeiter** 05.03.2016 / Heyen

**Dateiname**

**Projektbeschreibung** Oberhausen | Annastraße  
S5 Lph = 5,5m  
Mini.Luma OFR4

### Anlagen-Geometrie

(Maximale) Lichtpunkthöhe	5,50 m
Lichtpunktabstand	27,00 m
Breite der Fahrbahn	6,00 m
Anzahl Fahrstreifen	2
Breite eines Fahrstreifens	3,00 m
Lichtpunktüberhang	-0,50 m
Leuchtenneigung	5,0 °

### Projektierungsdaten

Beleuchtungsklasse	S5
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	3,0 lx
Minimale Beleuchtungsstärke (Wartungswert)	0,6 lx
Anzahl Berechnungspunkte in (x/y)-Richtung	10 / 6

### Ausgewählte Leuchten

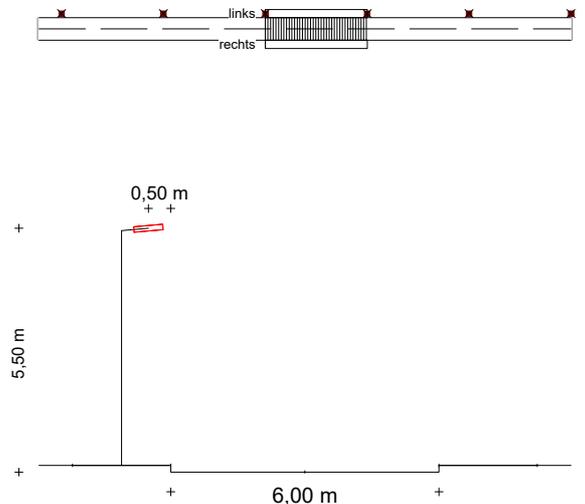
Typ	Anzahl	Leuchtentyp	Bestückung	Dateiname
1	6	BGP621 OFR4 LED-HB No	12 x LED-HB/NW - 1500 lm	BGP621_20_OFR4 20XLED-HB_NW

### Berechnungsergebnisse

Mittlere Beleuchtungsstärke $E_m$	3,99 lx
Gesamtgleichmäßigkeit $U_o$	0,42
$E_{min}/E_{max}$	0,17
Minimale Beleuchtungsstärke $E_{min}$	1,69 lx
Lichtstärkeklasse	G1
elektr. Anschlusswert / Fahrbahnlänge	0,556 kW/km
jährl. Energiebedarf / Fahrbahnlänge	2222,2 kWh/km/a (4000 Betriebsstunden/Jahr)
Lichtstrom gewichteter mittlerer Wartungsfaktor	0,90

### Seitenstreifen:

	$E_m$	$E_{min}$
Seite 1 (rechts)	1,39 lx	0,97 lx
Seite 2 (links)	4,71 lx	2,24 lx



**Projekt-Nr.** 03-003

**Datum/Bearbeiter** 03.03.2016 / Heyen

**Dateiname**

**Projektbeschreibung** Oberhausen | Wilhelmshavener Str.  
S4 Lph = 5,5m  
Mini-Luma OFR4

**Anlagen-Geometrie**

(Maximale) Lichtpunkthöhe	5,50 m
Lichtpunktabstand	28,00 m
Breite der Fahrbahn	6,00 m
Anzahl Fahrstreifen	2
Breite eines Fahrstreifens	3,00 m
Lichtpunktüberhang	-0,50 m
Leuchtenneigung	5,0 °

**Projektierungsdaten**

Beleuchtungsklasse	S4
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	5,0 lx
Minimale Beleuchtungsstärke (Wartungswert)	1,0 lx
Anzahl Berechnungspunkte in (x/y)-Richtung	10 / 6

**Ausgewählte Leuchten**

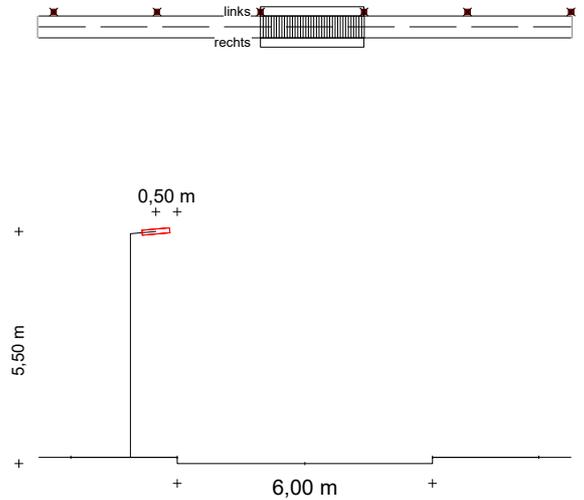
Typ	Anzahl	Leuchtentyp	Bestückung	Dateiname
1	6	BGP621 OFR4 LED-HB No	12 x LED-HB/NW - 2000 lm	BGP621_20_OFR4 20XLED-HB_NW

**Berechnungsergebnisse**

Mittlere Beleuchtungsstärke Em	5,13 lx
Gesamtgleichmäßigkeit Uo	0,42
Emin/Emax	0,16
Minimale Beleuchtungsstärke Emin	2,14 lx
Lichtstärkeklasse	G1
elektr. Anschlusswert / Fahrbahnlänge	0,679 kW/km
jährl. Energiebedarf / Fahrbahnlänge	2714,3 kWh/km/a (4000 Betriebsstunden/Jahr)
Lichtstrom gewichteter mittlerer Wartungsfaktor	0,90

**Seitenstreifen:**

	Em	Emin
Seite 1 (rechts)	1,71 lx	1,15 lx
Seite 2 (links)	5,83 lx	2,68 lx



**Projekt-Nr.** 03-004

**Datum/Bearbeiter** 05.03.2016 / Heyen

**Dateiname**

**Projektbeschreibung** Oberhausen | Walterstraße  
S5 Lph = 4m  
Mini.Luma OFR4

**Anlagen-Geometrie**

(Maximale) Lichtpunkthöhe 4,00 m  
Lichtpunktabstand 28,00 m  
Breite der Fahrbahn 6,00 m  
Anzahl Fahrstreifen 2  
Breite eines Fahrstreifens 3,00 m  
Lichtpunktüberhang -0,50 m  
Leuchtenneigung 5,0 °

**Projektierungsdaten**

Beleuchtungsklasse S5  
Wartungswert der Beleuchtungsstärke 3,0 lx  
Minimale Beleuchtungsstärke (Wartungswert) 0,6 lx  
Anzahl Berechnungspunkte in (x/y)-Richtung 10 / 6

**Ausgewählte Leuchten**

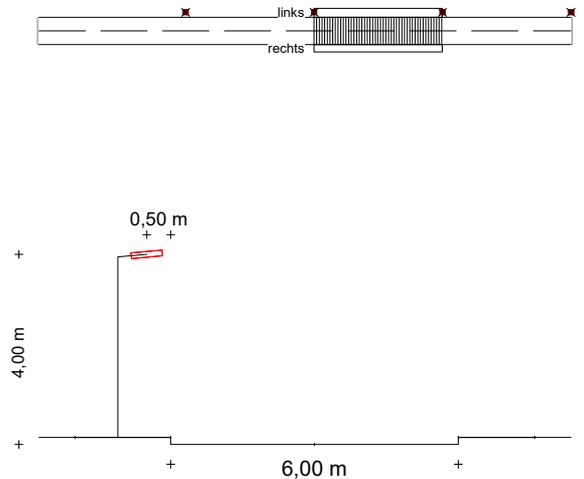
Typ	Anzahl	Leuchtentyp	Bestückung	Dateiname
1	4	BGP621 OFR4 LED-HB No	12 x LED-HB/NW - 1500 lm	BGP621_20_OFR4 20XLED-HB_NW

**Berechnungsergebnisse**

Mittlere Beleuchtungsstärke  $E_m$  4,18 lx  
Gesamtgleichmäßigkeit  $U_o$  0,26  
 $E_{min}/E_{max}$  0,06  
Minimale Beleuchtungsstärke  $E_{min}$  1,08 lx  
Lichtstärkeklasse G1  
elektr. Anschlusswert / Fahrbahnlänge 0,536 kW/km  
jährl. Energiebedarf / Fahrbahnlänge 2142,9 kWh/km/a (4000 Betriebsstunden/Jahr)  
Lichtstrom gewichteter mittlerer Wartungsfaktor 0,90

**Seitenstreifen:**

	$E_m$	$E_{min}$
Seite 1 (rechts)	0,76 lx	0,49 lx
Seite 2 (links)	6,09 lx	1,08 lx



**Projekt-Nr.** 03-004-b

**Datum/Bearbeiter** 05.03.2016 / Heyen

**Dateiname**

**Projektbeschreibung** Oberhausen | Walterstraße  
S5 Lph = 5,5m  
Mini.Luma OFR4

### Anlagen-Geometrie

(Maximale) Lichtpunkthöhe	5,50 m
Lichtpunktabstand	28,00 m
Breite der Fahrbahn	6,00 m
Anzahl Fahrstreifen	2
Breite eines Fahrstreifens	3,00 m
Lichtpunktüberhang	-0,50 m
Leuchtenneigung	5,0 °

### Projektierungsdaten

Beleuchtungsklasse	S5
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	3,0 lx
Minimale Beleuchtungsstärke (Wartungswert)	0,6 lx
Anzahl Berechnungspunkte in (x/y)-Richtung	10 / 6

### Ausgewählte Leuchten

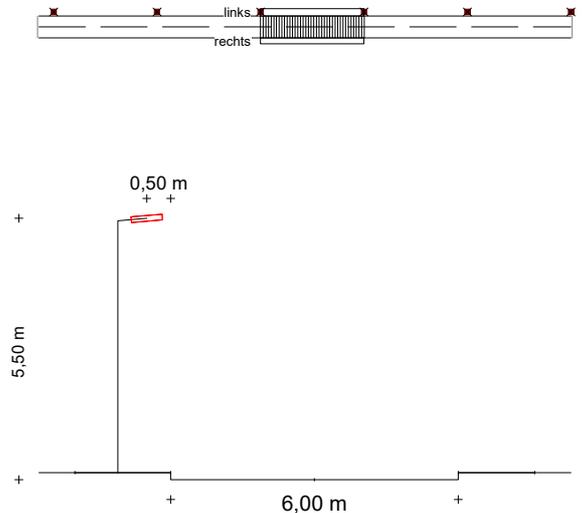
Typ	Anzahl	Leuchtentyp	Bestückung	Dateiname
1	6	BGP621 OFR4 LED-HB No	12 x LED-HB/NW - 1500 lm	BGP621_20_OFR4 20XLED-HB_NW

### Berechnungsergebnisse

Mittlere Beleuchtungsstärke $E_m$	3,84 lx
Gesamtgleichmäßigkeit $U_o$	0,42
$E_{min}/E_{max}$	0,16
Minimale Beleuchtungsstärke $E_{min}$	1,61 lx
Lichtstärkeklasse	G1
elektr. Anschlusswert / Fahrbahnlänge	0,536 kW/km
jährl. Energiebedarf / Fahrbahnlänge	2142,9 kWh/km/a (4000 Betriebsstunden/Jahr)
Lichtstrom gewichteter mittlerer Wartungsfaktor	0,90

### Seitenstreifen:

	$E_m$	$E_{min}$
Seite 1 (rechts)	1,48 lx	1,08 lx
Seite 2 (links)	4,63 lx	2,10 lx



**Projekt-Nr.** 03-005

**Datum/Bearbeiter** 03.03.2016 / Heyen

**Dateiname**

**Projektbeschreibung** Oberhausen | Goethestr.  
 S5  
 Mini-Luma OFR4

**Anlagen-Geometrie**

(Maximale) Lichtpunkthöhe 4,00 m  
 Lichtpunktabstand 26,00 m  
 Breite der Fahrbahn 6,00 m  
 Anzahl Fahrstreifen 2  
 Breite eines Fahrstreifens 3,00 m  
 Lichtpunktüberhang -0,50 m  
 Leuchtenneigung 5,0 °

**Projektierungsdaten**

Beleuchtungsklasse S5  
 Wartungswert der Beleuchtungsstärke 3,0 lx  
 Minimale Beleuchtungsstärke (Wartungswert) 0,6 lx  
 Anzahl Berechnungspunkte in (x/y)-Richtung 10 / 6

**Ausgewählte Leuchten**

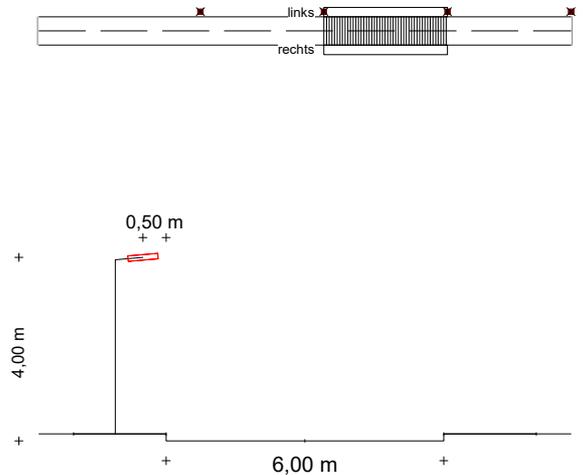
Typ	Anzahl	Leuchtentyp	Bestückung	Dateiname
1	4	BGP621 OFR4 LED-HB No	12 x LED-HB/NW - 1500 lm	BGP621_20_OFR4 20XLED-HB_NW

**Berechnungsergebnisse**

Mittlere Beleuchtungsstärke  $E_m$  4,51 lx  
 Gesamtgleichmäßigkeit  $U_o$  0,29  
 $E_{min}/E_{max}$  0,08  
 Minimale Beleuchtungsstärke  $E_{min}$  1,32 lx  
 Lichtstärkeklasse G1  
 elektr. Anschlusswert / Fahrbahnlänge 0,577 kW/km  
 jährl. Energiebedarf / Fahrbahnlänge 2307,7 kWh/km/a (4000 Betriebsstunden/Jahr)  
 Lichtstrom gewichteter mittlerer Wartungsfaktor 0,90

**Seitenstreifen:**

	$E_m$	$E_{min}$
Seite 1 (rechts)	0,76 lx	0,45 lx
Seite 2 (links)	6,53 lx	1,62 lx



**Projekt-Nr.** 03-005-b

**Datum/Bearbeiter** 03.03.2016 / Heyen

**Dateiname**

**Projektbeschreibung** Oberhausen | Goethestr.  
S5 Lph = 5,5m  
Mini-Luma OFR4

**Anlagen-Geometrie**

(Maximale) Lichtpunkthöhe 5,50 m  
Lichtpunktstand 26,00 m  
Breite der Fahrbahn 6,00 m  
Anzahl Fahrstreifen 2  
Breite eines Fahrstreifens 3,00 m  
Lichtpunktüberhang -0,50 m  
Leuchtenneigung 5,0 °

**Projektierungsdaten**

Beleuchtungsklasse S5  
Wartungswert der Beleuchtungsstärke 3,0 lx  
Minimale Beleuchtungsstärke (Wartungswert) 0,6 lx  
Anzahl Berechnungspunkte in (x/y)-Richtung 10 / 6

**Ausgewählte Leuchten**

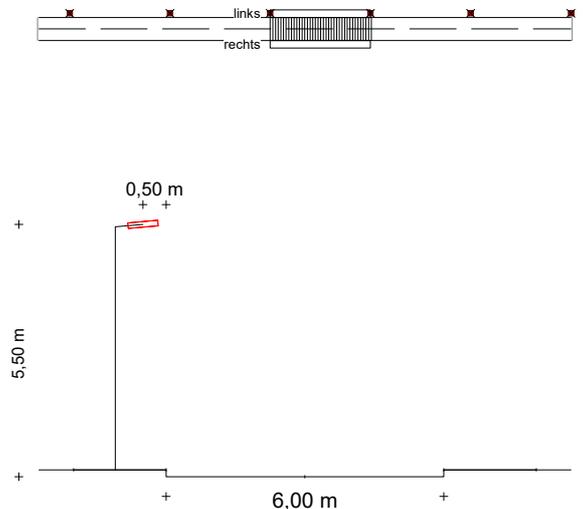
Typ	Anzahl	Leuchtentyp	Bestückung	Dateiname
1	6	BGP621 OFR4 LED-HB No	12 x LED-HB/NW - 1500 lm	BGP621_20_OFR4 20XLED-HB_NW

**Berechnungsergebnisse**

Mittlere Beleuchtungsstärke  $E_m$  4,15 lx  
Gesamtgleichmäßigkeit  $U_o$  0,43  
 $E_{min}/E_{max}$  0,18  
Minimale Beleuchtungsstärke  $E_{min}$  1,78 lx  
Lichtstärkeklasse G1  
elektr. Anschlusswert / Fahrbahnlänge 0,577 kW/km  
jährl. Energiebedarf / Fahrbahnlänge 2307,7 kWh/km/a (4000 Betriebsstunden/Jahr)  
Lichtstrom gewichteter mittlerer Wartungsfaktor 0,90

**Seitenstreifen:**

	$E_m$	$E_{min}$
Seite 1 (rechts)	1,49 lx	1,04 lx
Seite 2 (links)	5,00 lx	2,44 lx



**Projekt-Nr.** 03-006

**Datum/Bearbeiter** 03.03.2016 / Heyen

**Dateiname**

**Projektbeschreibung** Oberhausen | Leopoldstr.  
S5 Lph = 5,5m  
Mini-Luma OFR4

**Anlagen-Geometrie**

(Maximale) Lichtpunkthöhe 5,50 m  
 Lichtpunktstand 30,00 m  
 Breite der Fahrbahn 6,00 m  
 Anzahl Fahrstreifen 2  
 Breite eines Fahrstreifens 3,00 m  
 Lichtpunktüberhang 0,30 m  
 Leuchtenneigung 5,0 °

**Projektierungsdaten**

Beleuchtungsklasse S5  
 Wartungswert der Beleuchtungsstärke 3,0 lx  
 Minimale Beleuchtungsstärke (Wartungswert) 0,6 lx  
 Anzahl Berechnungspunkte in (x/y)-Richtung 10 / 6

**Ausgewählte Leuchten**

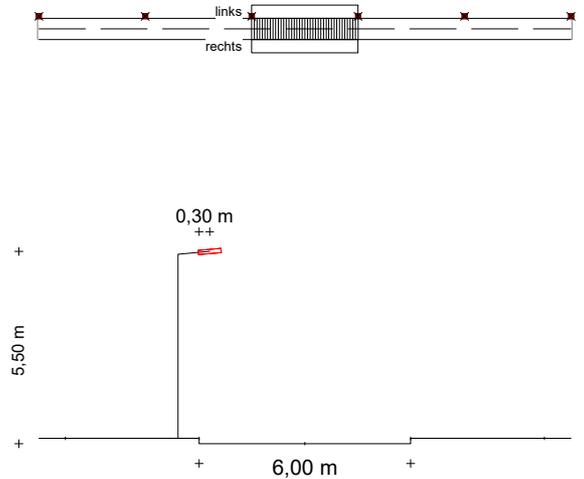
Typ	Anzahl	Leuchtentyp	Bestückung	Dateiname
1	6	BGP621 OFR4 LED-HB No	12 x LED-HB/NW - 1500 lm	BGP621_20_OFR4 20XLED-HB_NW

**Berechnungsergebnisse**

Mittlere Beleuchtungsstärke Em 3,96 lx  
 Gesamtgleichmäßigkeit Uo 0,40  
 Emin/Emax 0,16  
 Minimale Beleuchtungsstärke Emin 1,59 lx  
 Lichtstärkeklasse G1  
 elektr. Anschlusswert / Fahrbahnlänge 0,500 kW/km  
 jährl. Energiebedarf / Fahrbahnlänge 2000,0 kWh/km/a (4000 Betriebsstunden/Jahr)  
 Lichtstrom gewichteter mittlerer Wartungsfaktor 0,90

**Seitenstreifen:**

	Em	Emin
Seite 1 (rechts)	1,29 lx	0,72 lx
Seite 2 (links)	2,32 lx	0,49 lx



Projekt-Nr. 03-007

Datum/Bearbeiter 03.03.2016 / Heyen

Dateiname

Projektbeschreibung Oberhausen | Eimersweg  
S5 Lph = 5,5m  
Mini-Luma OFR4

**Anlagen-Geometrie**

(Maximale) Lichtpunkthöhe 5,50 m  
Lichtpunktabstand 27,00 m  
Breite der Fahrbahn 7,00 m  
Anzahl Fahrstreifen 2  
Breite eines Fahrstreifens 3,50 m  
Lichtpunktüberhang -1,50 m  
Leuchtenneigung 5,0 °

**Projektierungsdaten**

Beleuchtungsklasse S5  
Wartungswert der Beleuchtungsstärke 3,0 lx  
Minimale Beleuchtungsstärke (Wartungswert) 0,6 lx  
Anzahl Berechnungspunkte in (x/y)-Richtung 10 / 6

**Ausgewählte Leuchten**

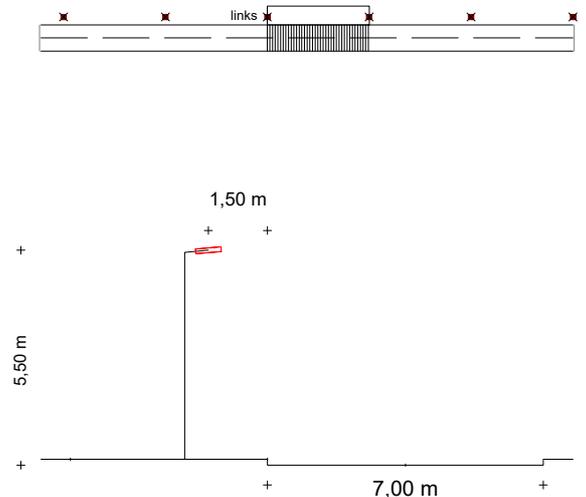
Typ	Anzahl	Leuchtentyp	Bestückung	Dateiname
1	6	BGP621 OFR4 LED-HB No	12 x LED-HB/NW - 1500 lm	BGP621_20_OFR4 20XLED-HB_NW

**Berechnungsergebnisse**

Mittlere Beleuchtungsstärke  $E_m$  3,07 lx  
Gesamtgleichmäßigkeit  $U_o$  0,35  
 $E_{min}/E_{max}$  0,12  
Minimale Beleuchtungsstärke  $E_{min}$  1,09 lx  
Lichtstärkeklasse G1  
elektr. Anschlusswert / Fahrbahnlänge 0,556 kW/km  
jährl. Energiebedarf / Fahrbahnlänge 2222,2 kWh/km/a (4000 Betriebsstunden/Jahr)  
Lichtstrom gewichteter mittlerer Wartungsfaktor 0,90

**Seitenstreifen:**

	$E_m$	$E_{min}$
Seite 2 (links)	3,81 lx	0,98 lx



**Projekt-Nr.** 03-007b

**Datum/Bearbeiter** 29.03.2016 / Heyen

**Dateiname**

**Projektbeschreibung** Oberhausen | Eimersweg  
S5 Lph = 5,5m + Ausleger 0,8m  
Mini-Luma OFR4

### Anlagen-Geometrie

(Maximale) Lichtpunkthöhe	5,50 m
Lichtpunktabstand	27,00 m
Breite der Fahrbahn	7,00 m
Anzahl Fahrstreifen	2
Breite eines Fahrstreifens	3,50 m
Lichtpunktüberhang	-0,70 m
Leuchtenneigung	5,0 °

### Projektierungsdaten

Beleuchtungsklasse	S5
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	3,0 lx
Minimale Beleuchtungsstärke (Wartungswert)	0,6 lx
Anzahl Berechnungspunkte in (x/y)-Richtung	10 / 6

### Ausgewählte Leuchten

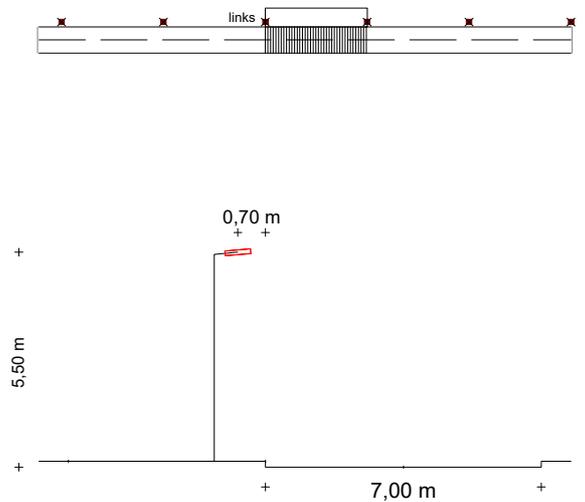
Typ	Anzahl	Leuchtentyp	Bestückung	Dateiname
1	6	BGP621 OFR4 LED-HB No	12 x LED-HB/NW - 1500 lm	BGP621_20_OFR4 20XLED-HB_NW

### Berechnungsergebnisse

Mittlere Beleuchtungsstärke $E_m$	3,54 lx
Gesamtgleichmäßigkeit $U_o$	0,37
$E_{min}/E_{max}$	0,14
Minimale Beleuchtungsstärke $E_{min}$	1,33 lx
Lichtstärkeklasse	G1
elektr. Anschlusswert / Fahrbahnlänge	0,556 kW/km
jährl. Energiebedarf / Fahrbahnlänge	2222,2 kWh/km/a (4000 Betriebsstunden/Jahr)
Lichtstrom gewichteter mittlerer Wartungsfaktor	0,90

### Seitenstreifen:

	$E_m$	$E_{min}$
Seite 2 (links)	3,05 lx	0,35 lx



**Projekt-Nr.** 03-008

**Datum/Bearbeiter** 03.03.2016 / Heyen

**Dateiname**

**Projektbeschreibung** Oberhausen | Körnerstrasse  
S5 Lph =5,5m  
Mini-Luma OFR4

**Anlagen-Geometrie**

(Maximale) Lichtpunkthöhe 5,50 m  
Lichtpunktabstand 26,50 m  
Breite der Fahrbahn 6,50 m  
Anzahl Fahrstreifen 2  
Breite eines Fahrstreifens 3,25 m  
Lichtpunktüberhang -1,00 m  
Leuchtenneigung 5,0 °

**Projektierungsdaten**

Beleuchtungsklasse S5  
Wartungswert der Beleuchtungsstärke 3,0 lx  
Minimale Beleuchtungsstärke (Wartungswert) 0,6 lx  
Anzahl Berechnungspunkte in (x/y)-Richtung 10 / 6

**Ausgewählte Leuchten**

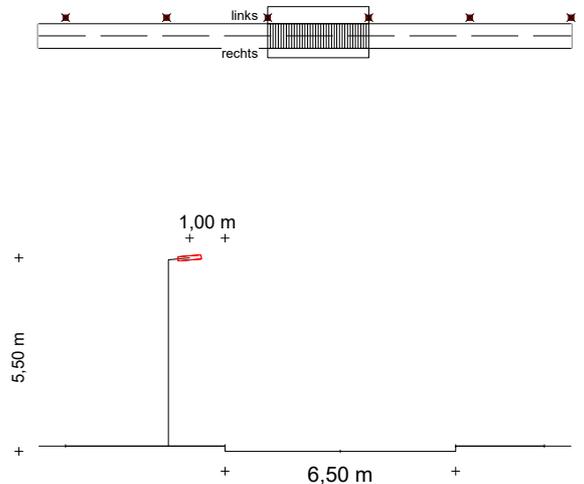
Typ	Anzahl	Leuchtentyp	Bestückung	Dateiname
1	6	BGP621 OFR4 LED-HB No	12 x LED-HB/NW - 1500 lm	BGP621_20_OFR4 20XLED-HB_NW

**Berechnungsergebnisse**

Mittlere Beleuchtungsstärke Em 3,59 lx  
Gesamtgleichmäßigkeit Uo 0,39  
Emin/Emax 0,15  
Minimale Beleuchtungsstärke Emin 1,40 lx  
Lichtstärkeklasse G1  
elektr. Anschlusswert / Fahrbahnlänge 0,566 kW/km  
jährl. Energiebedarf / Fahrbahnlänge 2264,2 kWh/km/a (4000 Betriebsstunden/Jahr)  
Lichtstrom gewichteter mittlerer Wartungsfaktor 0,90

**Seitenstreifen:**

	Em	Emin
Seite 1 (rechts)	0,94 lx	0,62 lx
Seite 2 (links)	3,71 lx	1,31 lx



**Projekt-Nr.** 03-009

**Datum/Bearbeiter** 03.03.2016 / Heyen

**Dateiname**

**Projektbeschreibung** Oberhausen | Bremenerstrasse  
S5 Lph =5,5m  
Mini-Luma OFR4

**Anlagen-Geometrie**

(Maximale) Lichtpunkthöhe 5,50 m  
Lichtpunktabstand 27,00 m  
Breite der Fahrbahn 6,50 m  
Anzahl Fahrstreifen 2  
Breite eines Fahrstreifens 3,25 m  
Lichtpunktüberhang -2,00 m  
Leuchtenneigung 5,0 °

**Projektierungsdaten**

Beleuchtungsklasse S5  
Wartungswert der Beleuchtungsstärke 3,0 lx  
Minimale Beleuchtungsstärke (Wartungswert) 0,6 lx  
Anzahl Berechnungspunkte in (x/y)-Richtung 10 / 6

**Ausgewählte Leuchten**

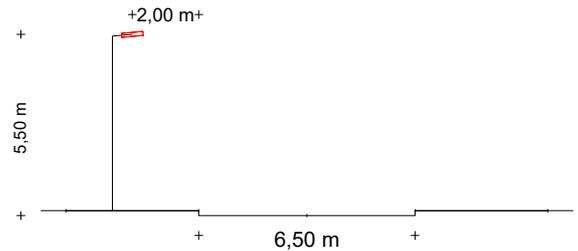
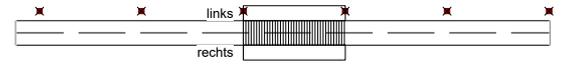
Typ	Anzahl	Leuchtentyp	Bestückung	Dateiname
1	6	BGP621 OFR4 LED-HB No	12 x LED-HB/NW - 2000 lm	BGP621_20_OFR4 20XLED-HB_NW

**Berechnungsergebnisse**

Mittlere Beleuchtungsstärke Em	3,89 lx
Gesamtgleichmäßigkeit Uo	0,37
Emin/Emax	0,12
Minimale Beleuchtungsstärke Emin	1,43 lx
Lichtstärkeklasse	G1
elektr. Anschlusswert / Fahrbahnlänge	0,704 kW/km
jährl. Energiebedarf / Fahrbahnlänge	2814,8 kWh/km/a (4000 Betriebsstunden/Jahr)
Lichtstrom gewichteter mittlerer Wartungsfaktor	0,90

**Seitenstreifen:**

	Em	Emin
Seite 1 (rechts)	0,69 lx	0,37 lx
Seite 2 (links)	6,43 lx	2,98 lx



**Projekt-Nr.** 03-010

**Datum/Bearbeiter** 03.03.2016 / Heyen

**Dateiname**

**Projektbeschreibung** Oberhausen | Kiesstrasse  
S5 Lph = 5,5m  
Mini-Luma OFR4

**Anlagen-Geometrie**

(Maximale) Lichtpunkthöhe 5,50 m  
Lichtpunktabstand 25,00 m  
Breite der Fahrbahn 6,00 m  
Anzahl Fahrstreifen 2  
Breite eines Fahrstreifens 3,00 m  
Lichtpunktüberhang -0,50 m  
Leuchtenneigung 5,0 °

**Projektierungsdaten**

Beleuchtungsklasse S5  
Wartungswert der Beleuchtungsstärke 3,0 lx  
Minimale Beleuchtungsstärke (Wartungswert) 0,6 lx  
Anzahl Berechnungspunkte in (x/y)-Richtung 10 / 6

**Ausgewählte Leuchten**

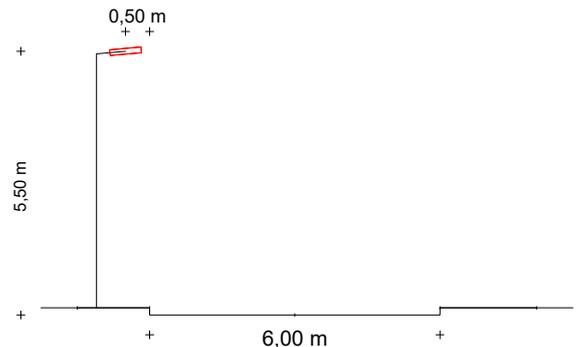
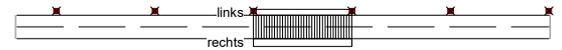
Typ	Anzahl	Leuchtentyp	Bestückung	Dateiname
1	6	BGP621 OFR4 LED-HB No	12 x LED-HB/NW - 1500 lm	BGP621_20_OFR4 20XLED-HB_NW

**Berechnungsergebnisse**

Mittlere Beleuchtungsstärke  $E_m$  4,31 lx  
Gesamtgleichmäßigkeit  $U_o$  0,43  
 $E_{min}/E_{max}$  0,19  
Minimale Beleuchtungsstärke  $E_{min}$  1,87 lx  
Lichtstärkeklasse G1  
elektr. Anschlusswert / Fahrbahnlänge 0,600 kW/km  
jährl. Energiebedarf / Fahrbahnlänge 2400,0 kWh/km/a (4000 Betriebsstunden/Jahr)  
Lichtstrom gewichteter mittlerer Wartungsfaktor 0,90

**Seitenstreifen:**

	$E_m$	$E_{min}$
Seite 1 (rechts)	1,55 lx	1,07 lx
Seite 2 (links)	5,46 lx	2,68 lx



**Projekt-Nr.** 03-011

**Datum/Bearbeiter** 03.03.2016 / Heyen

**Dateiname**

**Projektbeschreibung** Oberhausen | Badenstrasse  
S5 Lph =5,5m + Ausleger 0,8m  
Mini-Luma OFR4

**Anlagen-Geometrie**

(Maximale) Lichtpunkthöhe 5,50 m  
Lichtpunktstand 28,00 m  
Breite der Fahrbahn 6,00 m  
Anzahl Fahrstreifen 2  
Breite eines Fahrstreifens 3,00 m  
Lichtpunktüberhang -0,20 m  
Leuchtenneigung 5,0 °

**Projektierungsdaten**

Beleuchtungsklasse S5  
Wartungswert der Beleuchtungsstärke 3,0 lx  
Minimale Beleuchtungsstärke (Wartungswert) 0,6 lx  
Anzahl Berechnungspunkte in (x/y)-Richtung 10 / 6

**Ausgewählte Leuchten**

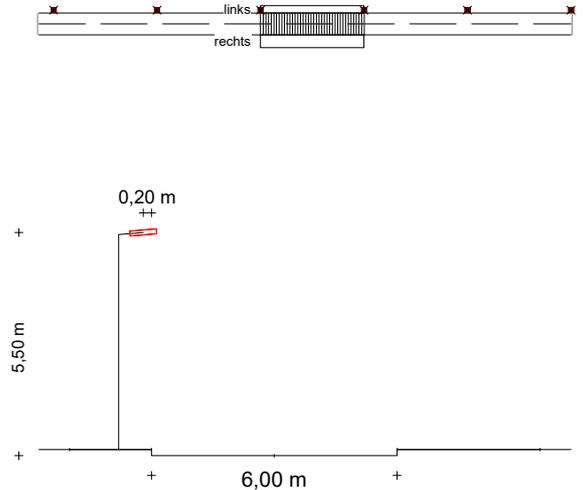
Typ	Anzahl	Leuchtentyp	Bestückung	Dateiname
1	6	BGP621 OFR4 LED-HB No	12 x LED-HB/NW - 1500 lm	BGP621_20_OFR4 20XLED-HB_NW

**Berechnungsergebnisse**

Mittlere Beleuchtungsstärke  $E_m$  4,01 lx  
Gesamtgleichmäßigkeit  $U_o$  0,42  
 $E_{min}/E_{max}$  0,17  
Minimale Beleuchtungsstärke  $E_{min}$  1,69 lx  
Lichtstärkeklasse G1  
elektr. Anschlusswert / Fahrbahnlänge 0,536 kW/km  
jährl. Energiebedarf / Fahrbahnlänge 2142,9 kWh/km/a (4000 Betriebsstunden/Jahr)  
Lichtstrom gewichteter mittlerer Wartungsfaktor 0,90

**Seitenstreifen:**

	$E_m$	$E_{min}$
Seite 1 (rechts)	1,22 lx	0,68 lx
Seite 2 (links)	4,38 lx	2,05 lx



**Projekt-Nr.** 03-012

**Datum/Bearbeiter** 03.03.2016 / Heyen

**Dateiname**

**Projektbeschreibung** Oberhausen | Erlenstr. / Tannenstrasse  
S5 Lph =5,5m  
Mini-Luma OFR4

**Anlagen-Geometrie**

(Maximale) Lichtpunkthöhe 5,50 m  
Lichtpunktabstand 26,00 m  
Breite der Fahrbahn 7,50 m  
Anzahl Fahrstreifen 2  
Breite eines Fahrstreifens 3,75 m  
Lichtpunktüberhang -0,50 m  
Leuchtenneigung 5,0 °

**Projektierungsdaten**

Beleuchtungsklasse S5  
Wartungswert der Beleuchtungsstärke 3,0 lx  
Minimale Beleuchtungsstärke (Wartungswert) 0,6 lx  
Anzahl Berechnungspunkte in (x/y)-Richtung 10 / 6

**Ausgewählte Leuchten**

Typ	Anzahl	Leuchtentyp	Bestückung	Dateiname
1	6	BGP621 OFR4 LED-HB No	20 x LED-HB/NW - 2000 lm	BGP621_20_OFR4 20XLED-HB_NW

**Berechnungsergebnisse**

Mittlere Beleuchtungsstärke  $E_m$  4,85 lx  
Gesamtgleichmäßigkeit  $U_o$  0,36  
 $E_{min}/E_{max}$  0,13  
Minimale Beleuchtungsstärke  $E_{min}$  1,72 lx  
Lichtstärkeklasse G1  
elektr. Anschlusswert / Fahrbahnlänge 0,731 kW/km  
jährl. Energiebedarf / Fahrbahnlänge 2923,1 kWh/km/a (4000 Betriebsstunden/Jahr)  
Lichtstrom gewichteter mittlerer Wartungsfaktor 0,90

**Seitenstreifen:**

	$E_m$	$E_{min}$
Seite 1 (rechts)	1,18 lx	0,88 lx
Seite 2 (links)	4,77 lx	1,72 lx

