

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Fakultät Life Sciences

BACHELORARBEIT
im Studiengang Umwelttechnik

Außenbeleuchtung konventionell und mit LED:
Gegenüberstellung aus technischer, wirtschaftlicher
und ästhetischer Sicht
am Beispiel der Hamburger Hauptkirche St. Petri

Hamburg
am 17.08.2012

vorgelegt von Kim Ayleen Laackmann
Matrikelnummer: 1918366

Betreuer: Prof. Dr. Heiner Kühle (HAW Hamburg)
Dipl.-Ing. Holger Krämer (sumbi INGENIEURE)

Die Bachelorarbeit wurde betreut und erstellt in der Firma sumbi INGENIEURE.

An dieser Stelle möchte ich mich bei meinen beiden Betreuern Prof. Dr. Heiner Kühle und Dipl.-Ing. Holger Krämer für die Unterstützung, sowohl im Vorfeld als auch während Bearbeitungszeit dieser Arbeit, bedanken.

Danken möchte ich auch allen Ansprechpartnern, die mir Unterlagen und Informationen zur Verfügung gestellt haben. Besonders ist hier Herr Fehrs-Otto der Firma ERCO zu nennen, der mir mit Rat und Tat zum Thema Beleuchtung zur Seite stand.

Außerdem möchte ich mich bei allen bedanken, die mich bei der Anfertigung der Arbeit unterstützt haben.

Ein besonderer Dank gilt Kevin Dankert, meiner Schwester und meinen Eltern, die mein ganzes Studium über der größte Rückhalt waren.

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Beleuchtung im Außenraum	3
3	Die Hauptkirche St. Petri	4
3.1	Übersicht der installierten Beleuchtung	6
3.2	Beleuchtung der St. Petri Kirche – ein Rundgang	7
3.3	Technische Bestandsaufnahme der installierten Beleuchtung	18
3.4	Bewertung der Außenbeleuchtung	21
3.5	Anforderungen an ein neues Beleuchtungskonzept	22
4	Material und Methoden	23
5	Das neue Lichtkonzept für die St. Petri Kirche	30
5.1	Variante LED Beleuchtung	31
5.1.1	Lichttechnische Berechnung und Visualisierung	36
5.1.2	Kostenaufstellung	42
5.2	Anwendung und Anpassung der Lichtplanung für eine konventionelle Variante	44
5.3	Variante konventionelle Beleuchtung	48
5.3.1	Lichttechnische Berechnung und Visualisierung	51
5.3.2	Kostenaufstellung	56
6	Vergleich Beleuchtung mit LED und konventionelle Beleuchtung	58
6.1	Vergleich technische Eigenschaften der unterschiedlichen Leuchtmittel	58
6.2	Vergleich Lichtwirkung der umgesetzten Lichtplanungen	61
6.3	Kostenvergleich Beleuchtung mit LED und konventionelle Beleuchtung	64
7	Fazit	68
	Zusammenfassung	69
	Literaturverzeichnis	70
	Anhang	76

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: ST. PETRI VOR DEM HAMBURGER BRAND 1842 (LINKS) UND NACH DEM WIEDERAUFBAU 1878 (RECHTS) [WIKI 2012B]	4
ABBILDUNG 2: ST. PETRI KIRCHE ANSICHTEN NORDWEST (OBEN LINKS), SÜD (OBEN RECHTS), NORD (MITTIG LINKS), WEST (UNTEN LINKS) UND SÜD (UNTEN RECHTS) (EIGENE FOTOS 16.03.2012).....	5
ABBILDUNG 3: AUSZUG AUS DEM STADTPLAN DES LANDESBETRIEBES GEOINFORMATION UND VERMESSUNG HAMBURG [GEOINFO2012] MIT EINGEZEICHNETEN LEUCHTENSTANDORTEN UND STANDORTEN BEI AUFNAHME DER FOTOS (EIGENE ABBILDUNG)	6
ABBILDUNG 4: BELEUCHTETE ST. PETRI KIRCHE ANSICHT NORDWEST (EIGENES FOTO 18.05.2012).....	8
ABBILDUNG 5: BELEUCHTUNGSANLAGE AUF DEM DACH DES HAUSES BERGSTRASSE 16 BESTRAHLT KIRCHTURM VON NORDWESTEN (EIGENES FOTO 18.05.2012).....	9
ABBILDUNG 6: NORDFASSADE DER ST. PETRI KIRCHE MIT BELEUCHTUNG DURCH STRAHLER AUF STRAßENLaternEN (EIGENES FOTO 18.05.2012)	10
ABBILDUNG 7: STRAHLER AUF STRAßENLaternEN BELEUCHTEN DIE NORDFASSADE DER ST. PETRI KIRCHE MIT ORANGEFARBENEM LICHT (EIGENES FOTO 18.05.2012).....	11
ABBILDUNG 8: OSTANSICHT ST. PETRI KIRCHE UND BELEUCHTETER PLATZ VOR KITA (LINKS) (EIGENES FOTO 18.05.2012)	12
ABBILDUNG 9: STRAHLER BELEUCHTEN TURM DER ST. PETRI KIRCHE VON DACH DES HAUSES MÖNCKEBERGSTRASSE 19 AUS (EIGENES FOTO 18.05.2012).....	13
ABBILDUNG 10: BELEUCHTETE ST. PETRI KIRCHE ANSICHT SÜDOST (EIGENES FOTO 18.05.2012)	13
ABBILDUNG 11: BELEUCHTETER TURM DER ST. PETRI KIRCHE, SOWIE BELEUCHTETER EINGANG 1 (RECHTS) UND EINGANG 2 (LINKS) SÜDANSICHT (EIGENES FOTO 18.05.2012).....	14
ABBILDUNG 12: BELEUCHTETER TURM DER ST. PETRI KIRCHE ANSICHT SÜDOST (EIGENES FOTO 18.05.2012)	15
ABBILDUNG 13: BELEUCHTETER EINGANG 1 DER ST. PETRI KIRCHE (EIGENES FOTO 18.05.2012)	16
ABBILDUNG 14: BELEUCHTETER EINGANG 2 DER ST. PETRI KIRCHE (EIGENES FOTO 18.05.2012)	16
ABBILDUNG 15: PLATZ HINTER DER KIRCHE (SÜDSEITE) MIT BLICK AUF KITA (EIGENES FOTO 18.05.2012) .	17
ABBILDUNG 16: PLATZ HINTER DER KIRCHE (SÜDSEITE) MIT BLICK AUF SPEERSORT (EIGENES FOTO 18.05.2012)	17
ABBILDUNG 17: GRUNDRISS ARCHICAD ZEICHNUNG (EIGENE ABBILDUNG)	24
ABBILDUNG 18: 3D ANSICHT DER ZEICHNUNG IN ARCHICAD (EIGENE ABBILDUNG)	24
ABBILDUNG 19: GRAFIK ERSTELLT MIT ARTLANTIS STUDIO 4 VON 3D-MODELL DER ST. PETRI KIRCHE ANSICHT NORDWEST (LINKS) UND ANSICHT NORD (RECHTS) (EIGENE ABBILDUNG).....	25
ABBILDUNG 20: GRAFIK ERSTELLT MIT ARTLANTIS STUDIO 4 VON 3D-MODELL DER ST. PETRI KIRCHE ANSICHT OST (LINKS) UND ANSICHT SÜD (RECHTS) (EIGENE ABBILDUNG).....	25
ABBILDUNG 21: GRAFIK ERSTELLT MIT ARTLANTIS STUDIO 4 VON 3D-MODELL DER ST. PETRI KIRCHE DETAILS WESTFASSADE (LINKS) UND EINGANG SÜD (RECHTS) (EIGENE ABBILDUNG)	26

ABBILDUNG 22: ÜBERSICHT DER LEUCHTENSTANDORTE DER FASSADEN- UND EINGANGSBELEUCHTUNG EINGEZEICHNET IN GRUNDRISSPLAN DER ST. PETRI KIRCHE [KKHHOST2012] (EIGENE ABBILDUNG).....	31
ABBILDUNG 23: ÜBERSICHT DER LICHTWIRKUNG DER UNTERSCHIEDLICHEN LEUCHTENTYPEN FÜR DIE AUßENBELEUCHTUNG MIT LED [ERCO2012B, S. 39]	32
ABBILDUNG 24: ÜBERSICHT LEUCHTENSTANDORTE DER TURMBELEUCHTUNG EINGEZEICHNET IN DACHAUFSICHT DER ST. PETRI KIRCHE [KKHHOST2012] (EIGENE ABBILDUNG)	35
ABBILDUNG 25: ÜBERSICHT DER LEUCHTEN STANDORTE UND AUSRICHTUNG DER TURMBELEUCHTUNG EINGEZEICHNET IN WESTANSICHT (LINKS) UND SÜDANSICHT (RECHTS) DER ST. PETRI KIRCHE [KKHHOST2012] (EIGENE ABBILDUNG)	35
ABBILDUNG 26: LICHTSZENE AUS DIALux MIT LED BELEUCHTUNG ANSICHT WEST (LINKS) UND ANSICHT NORDWEST (RECHTS) (EIGENE ABBILDUNG)	37
ABBILDUNG 27: LICHTSZENE AUS DIALux MIT LED BELEUCHTUNG ANSICHT NORD (EIGENE ABBILDUNG) ..	38
ABBILDUNG 28: LICHTSZENE AUS DIALux MIT LED BELEUCHTUNG ANSICHT OST (LINKS) UND ANSICHT SÜDWEST (RECHTS) (EIGENE ABBILDUNG)	39
ABBILDUNG 29: LICHTSZENE AUS DIALux MIT LED BELEUCHTUNG ANSICHT SÜD (EIGENE ABBILDUNG).....	40
ABBILDUNG 30: FALSCHFARBENRENDERING ANSICHT NORDWEST (LINKS) UND ANSICHT SÜDOST (RECHTS) MIT FARBLICH MARKIERTEN BELEUCHTUNGSSTÄRKEN (EIGENE ABBILDUNG).....	41
ABBILDUNG 31: TYPISCHE BELEUCHTUNGSSTÄRKEN E UNTER TAGESLICHT UND KÜNSTLICHER BELEUCHTUNG [GANSLANDT1992, S. 39].....	41
ABBILDUNG 32: AUSSCHNITT AUS ERCO PROGRAMM 2012 GRASSHOPPER SCHEINWERFER MIT LED [ERCO2012c, S. 861]	45
ABBILDUNG 33: AUSSCHNITT AUS ERCO PROGRAMM 2012 GRASSHOPPER SCHEINWERFER FÜR HALOGEN-METALLDAMPFLAMPEN [ERCO2012c, S. 865]	46
ABBILDUNG 34: AUSSCHNITT AUS LEUCHTENDATENBLÄTTERN (DIALux) - LICHTSTÄRKEVERTEILUNGSKURVEN DES GRASSHOPPER SCHEINWERFERS MIT 13 W LED (LINKS) UND MIT HALOGEN-METALLDAMPFLAMPE 20 W (RECHTS)	47
ABBILDUNG 35: VERLUSTE BEI DER LICHTLENKUNG DURCH STREULICHT ODER ZUR FASSUNG ABGESTRAHLTES LICHT (ROT EINGEZEICHNET) BEI REFLEXION MIT HERKÖMMLICHEN PUNKTLICHTQUELLEN (OBEN) UND PROJEKTION MIT LEDs (UNTEN) [ERCO2012B, S. 9]..	47
ABBILDUNG 36: VERGLEICH VERSCHIEDENER LEUCHTMITTEL MIT FESTGELEGTEM AUSSTRAHLUNGSWINKEL UND ABSTAND ZUM OBJEKT [ERCO2012B, S. 27]	48
ABBILDUNG 37: STANDORTE DER LEUCHTEN FÜR DIE FASSADEN- UND EINGANGSBELEUCHTUNG EINGEZEICHNET IN EINEN GRUNDRISS DER ST. PETRI KIRCHE [KKHHOST2012] (EIGENE ABBILDUNG).....	49
ABBILDUNG 38: STANDORTE DER LEUCHTEN FÜR DIE TURMBELEUCHTUNG EINGEZEICHNET IN DIE DACHAUFSICHT DER KIRCHE [KKHHOST2012] (EIGENE ABBILDUNG).....	49

ABBILDUNG 39: LAGE UND AUSRICHTUNG DER LEUCHTEN FÜR DIE TURMBELEUCHTUNG EINGEZEICHNET IN DIE WESTANSICHT (LINKS) UND DIE SÜDANSICHT (RECHTS) DER KIRCHE [KKHHOST2012] (EIGENE ABBILDUNG)	50
ABBILDUNG 40: LICHTSZENE AUS DIALUX MIT KONVENTIONELLER BELEUCHTUNG ANSICHT WEST (LINKS) UND ANSICHT NORDWEST (RECHTS) (EIGENE ABBILDUNG)	52
ABBILDUNG 41: LICHTSZENE AUS DIALUX MIT KONVENTIONELLER BELEUCHTUNG ANSICHT NORD EIGENE ABBILDUNG	53
ABBILDUNG 42: LICHTSZENE AUS DIALUX MIT KONVENTIONELLER BELEUCHTUNG ANSICHT OST (LINKS) UND ANSICHT SÜDWEST (RECHTS) (EIGENE ABBILDUNG)	54
ABBILDUNG 43: LICHTSZENE AUS DIALUX MIT KONVENTIONELLER BELEUCHTUNG ANSICHT SÜD	55
ABBILDUNG 44: FALSCHFARBENRENDERING ANSICHT NORDWEST (LINKS) ANSICHT SÜDOST (RECHTS) MIT FARBLICH MARKIERTEN BELEUCHTUNGSSTÄRKEN	56
ABBILDUNG 45: LEUCHTMITTEL UND IHRE EIGENSCHAFTEN IM VERGLEICH [ERCO2012B, S. 24]	58
ABBILDUNG 46: VERFÜGBARE FARBTEMPERATUREN DER EINZELNEN LEUCHTMITTEL [ERCO2012B, S.25]	58
ABBILDUNG 47: DER FARBWIEDERGABEINDEX DER UNTERSCHIEDLICHEN LEUCHTMITTEL IM VERGLEICH [ERCO2012B, S.25]	59
ABBILDUNG 48: LEBENSDAUER DER LEUCHTMITTEL IN DER ÜBERSICHT [ERCO2012B, S.25]	59
ABBILDUNG 49: DIREKTER VERGLEICH DER BERECHNETEN LICHTWIRKUNG ANSICHT WEST - LED LINKS UND KONVENTIONELL RECHTS (EIGENE ABBILDUNG)	61
ABBILDUNG 50: DIREKTER VERGLEICH DER BERECHNETEN LICHTWIRKUNG ANSICHT NORD - LED LINKS UND KONVENTIONELL RECHTS (EIGENE ABBILDUNG)	62
ABBILDUNG 51: DIREKTER VERGLEICH DER BERECHNETEN LICHTWIRKUNG ANSICHT SÜD - LED LINKS UND KONVENTIONELL RECHTS (EIGENE ABBILDUNG)	62
ABBILDUNG 52: DIREKTER VERGLEICH DER BERECHNETEN LICHTWIRKUNG ANSICHT OST - LED LINKS UND KONVENTIONELL RECHTS (EIGENE ABBILDUNG)	63
ABBILDUNG 53: INVESTITIONSKOSTENVERGLEICH BELEUCHTUNG MIT LED UND KONVENTIONELLE BELEUCHTUNG (EIGENE ABBILDUNG)	66

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: LEUCHTMITTEL AKTUELLE BELEUCHTUNG UND DEREN EIGENSCHAFTEN	19
TABELLE 2: ÜBERSICHT AKTUELLE AUßENBELEUCHTUNG ST. PETRI KIRCHE MIT LEUCHTENDATEN.....	20
TABELLE 3: LEUCHTENAUSWAHL MIT LED	33
TABELLE 4: KOSTENAUFSTELLUNG ANSCHAFFUNGSKOSTEN UND LAUFENDE KOSTEN IM ERSTEN BETRIEBSJAHR	43
TABELLE 5: EINGESETZTE LEUCHTEN FÜR DIE VARIANTE KONVENTIONELLE BELEUCHTUNG	51
TABELLE 6: AUFSTELLUNG ANSCHAFFUNGSKOSTEN UND LAUFENDE KOSTEN IM ERSTEN JAHR FÜR DIE KONVENTIONELLE AUßENBELEUCHTUNG	57
TABELLE 7: TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DER BELEUCHTUNG MIT LED UND DER KONVENTIONELLEN BELEUCHTUNG IM VERGLEICH	60
TABELLE 8: INVESTITIONSKOSTENVERGLEICH BELEUCHTUNG MIT LED UND KONVENTIONELLE BELEUCHTUNG	65

1 Einleitung

Die Leuchtdiode (kurz LED) gilt als Lichtquelle der Zukunft: Ihre Langlebigkeit, hohe Effizienz und vielfältige Einsatzmöglichkeiten in allen Beleuchtungsbereichen lassen die konventionellen Leuchtmittel im sprichwörtlichen Sinne alt aussehen. Im Privathaushalt fristet die LED bisher ein unscheinbares Dasein. Die klassische Glühfadenlampe wurde in den letzten Jahren vor allem durch Kompaktleuchtstofflampen, umgangssprachlich auch als Energiesparlampen bezeichnet, ersetzt. LED-Beleuchtung war und ist schlichtweg zu teuer [vgl. VKI2010]. In weniger augenscheinlichen Bereichen als der Raumbeleuchtung spielt die LED aber auch im Privathaushalt eine Rolle: Längst ist die LED-Hintergrundbeleuchtung für Flachbildfernseher und Monitore technischer Standard und hat die Kaltkathodenröhre (CCFL) abgelöst. Zudem ermöglichen LED-Leisten als Effektbeleuchtung die Akzentuierung des Wohnraums, die mit herkömmlichen Leuchtmitteln schon aufgrund ihrer Hitzeentwicklung und Größe so nicht möglich ist. Auch bei modernen Pkw ist LED-Beleuchtung mittlerweile zum Ausstattungsmerkmal geworden. Eben diese Beispiele zeigen aber auch, dass trotz der vielen sachlichen Argumente für die LED, ihr Anwendungsbereich im privatem Einsatz noch auf Randbereiche eingeschränkt ist, vor allem eben aufgrund des hohen Preises im Vergleich zu mittlerweile sehr günstigen Kompaktleuchtstofflampen.

Gerade aber im Bereich der öffentlichen Beleuchtung gibt es ein großes Einsparpotential. Im Vergleich zum Privathaushalt stehen hier nicht vorübergehende Anschaffungskosten im Vordergrund. Vielmehr sind die Verantwortungsträger im Rahmen des in den letzten Jahren gewachsenen Umweltbewusstseins und der steigenden Energiekosten dazu aufgefordert, möglichst energiesparende, umweltfreundliche Lösungen mit einer gewissen Nachhaltigkeit zu bevorzugen. Viele öffentliche Beleuchtungsanlagen basieren auf veralteter Beleuchtungstechnik und wurden nach mittlerweile überholten Prämissen geplant. Mit einer bundesweiten Umstellung auf Beleuchtung mit LED ließen sich sowohl Energiekosten als auch Wartungskosten erheblich senken. Vor allen Dingen Ersteres lässt sich anhand eines gedanklichen Experiments besonders verdeutlichen: Etwa 15% des weltweiten Strombedarfs wird für künstliches Licht verbraucht. Tauscht man nun weltweit alle Leuchtmittel gegen LED aus, als hätte es nie andere Technik gegeben, ließen sich von diesem Strombedarf satte 30 % einsparen. [vgl. Licht172010]. Dies entspricht 4,5 % des weltweiten Strombedarfs [Wiki2012a], also etwa 1.072 Milliarden kWh pro Jahr. Mit dem gesparten Strom könnte man eine Industrienation wie Deutschland ab 2010 immerhin

zwei Jahre lang mit Strom versorgen (konstanter Verbrauch ab 2010 von 580 Milliarden kWh vorausgesetzt) [vgl. BMWi2012a].

In dieser Arbeit soll der Einsatz einer Außenbeleuchtung mit LED detailliert am Beispiel der Hauptkirche St. Petri in Hamburg betrachtet werden. Dabei wird ein neues Lichtkonzept anhand moderner Prinzipien und Vorstellungen erstellt, das sich an technischen, ästhetischen und wirtschaftlichen Faktoren orientiert. Dieses Lichtkonzept soll mit einer Lichtplanungssoftware umgesetzt werden, sodass flexibel anhand eines 3D-Modells ein konventionelles Leuchtmittel in einem vergleichbaren Szenario mit LED-Beleuchtung gegenübergestellt werden kann. Dieser Vergleich ermöglicht dann herauszustellen, wie hoch die Anschaffungs-, Montage- und laufenden Kosten der verschiedenen Leuchtmittel sind und ab welchem Zeitpunkt die anfänglichen Kosten sich durch Einsparungen bei den laufenden Kosten amortisieren.

2 Beleuchtung im Außenraum

Die Beleuchtung im öffentlichen Raum ist ein entscheidender Faktor für die Orientierung und das Wohlfühlen in einer Stadt. Das Leben verlagert sich immer mehr in den Abend und viele Menschen nutzen die längeren Öffnungszeiten der Geschäfte und die Angebote von Restaurants, Bars und eine Vielzahl von Freizeitangeboten [vgl. Maier2010, S. 126].

Viele Städte und Kommunen haben diesen Trend bereits erkannt: Das Bewusstsein für gezielt eingesetztes Licht zur Steigerung der Attraktivität eines Standortes wächst. So dient die Umsetzung stimmiger Beleuchtungskonzepte heute als häufig eingesetztes Mittel für das Stadtmarketing [vgl. Licht162010, S.7].

Kunstlicht fällt eine immer größere Bedeutung zu. Die Bedürfnisse nach Sicherheit und Orientierung sowie ästhetische Werte sollen erfüllt werden. In dunklen Umgebungen, vor allem zur Nachtzeit, ist das Auge des Menschen sehr empfindlich und geringere Helligkeitswerte werden als angenehmer empfunden. Licht wird oft zu stark eingesetzt: Eine Lichtquelle überstrahlt die nächste und so kommt es häufig zu einer aufdringlichen Helligkeit [vgl. Kramer2002, S. 153]. Zu der Zeit der Errichtung der älteren Beleuchtungssysteme galt das Prinzip „The more the better.“ [Brandi2007, S. 91] Die Beleuchtung ist oft eindrucksvoll, aber plakativ. Die Texturen der Fassaden verschwinden im Flutlicht, das mit hoher Leistung aus großer Entfernung strahlt [vgl. Brandi2007, S. 91].

Das in Europa weit verbreitete Problem der Lichtverschmutzung steht einem verstärkten Sicherheitsbedürfnis gegenüber, das eine Beseitigung schwach- oder unbeleuchteter Zonen verlangt [vgl. Maier2010, S. 126]. Neben diesem Grundempfinden stehen auch ökonomische Interessen im Mittelpunkt. Nachts sind Schaufenster hell erleuchtet und repräsentative Gebäude werden angestrahlt, um die Konkurrenzfähigkeit einer Stadt gegenüber anderen weiter zu fördern [vgl. Licht162010, S.3].

Wenig Licht und ein ausgeklügeltes Konzept können stärker akzentuieren und das Wohlbefinden in einer Stadt positiv beeinflussen [vgl. Kramer2002, S. 153].

3 Die Hauptkirche St. Petri

Die St. Petri Kirche ist die älteste Hauptkirche Hamburgs. Sie markiert mit ihrer Lage an der Mönckebergstraße und an der Bergstraße mit 9,48 m ü. NN den höchsten Punkt der Altstadt. Die Ursprünge der Kirche werden bis ins 11. Jahrhundert zurück angenommen. Nachdem am 7. Mai 1842 der Hamburger Brand die Kirche fast vollständig zerstörte, wurde ein Neubau errichtet, der weitestgehend der ursprünglichen Hallenkirche entspricht [vgl. Malsch1974, S. 28-32]. Abbildung 1 zeigt, dass das Erscheinungsbild der Kirche vor dem Großen Brand und nach dem Wiederaufbau sehr ähnlich ist. Lediglich im Innenraum wurden größere Veränderungen vorgenommen, um eine klarere Einteilung zu schaffen [vgl. Malsch1974, S. 33]. Genau 7 Jahre nach dem großen Brand fand die Einweihung des Neubaus statt. Der Kirchturm mit dem kupfernen Turmhelm konnte 1878 fertig gestellt werden [vgl. Malsch1974, S. 37].



Abbildung 1: St. Petri vor dem Hamburger Brand 1842 (links) und nach dem Wiederaufbau 1878 (rechts) [Wiki 2012b]

Bei der St. Petri Kirche handelt es sich um eine gotische dreischiffige Hallenkirche, die hauptsächlich aus Backstein besteht. Die Abbildung 2 zeigt ein paar ausgewählte Aufnahmen, die bei einer ersten Begehung im März dieses Jahres entstanden sind. Die Fotos zeigen die charakteristischen Merkmale der St. Petri Kirche und bilden die Grundlage für die weitere Arbeit mit der Erstellung eines Modells und der anschließenden Lichtplanung.



Abbildung 2: St. Petri Kirche Ansichten Nordwest (oben links), Süd (oben rechts), Nord (mittig links), West (unten links) und Süd (unten rechts) (eigene Fotos 16.03.2012)

Die Kirche steht, wie viele historische Gebäude, unter Denkmalschutz. Sie ist seit dem 27.02.1926 in der Liste der geschützten Denkmäler Hamburgs eingetragen (Denkmallisten-Nr. 52) [Hamburg2012, S. 24]. Jegliche Renovierungs-, Instandhaltungs-, Sanierungs- oder Umbaumaßnahmen müssen also besonders geprüft und beim Denkmalschutzamt

angezeigt werden. Lediglich bei Bagatellmaßnahmen und Routinereparaturen bedarf es keiner Meldung [hamburg.deFAQ2012]. Dieser besondere Umstand soll in dieser Arbeit nicht problematisiert werden. Dies ist im Rahmen der Bachelorarbeit nicht möglich.

3.1 Übersicht der installierten Beleuchtung

Zusammen mit der Straßenbeleuchtung schaltet sich bei Einbruch der Dunkelheit auch die Außenbeleuchtung der St. Petri Kirche ein. Sie gehört mit Ausnahme der Beleuchtung der Eingänge zur öffentlichen Beleuchtung. Die Turmbeleuchtung wird von der Firma Vattenfall, die Fassadenbeleuchtung an der Mönckebergstraße von der Interessengemeinschaft Mönckebergstraße betrieben [vgl. Meier2012].

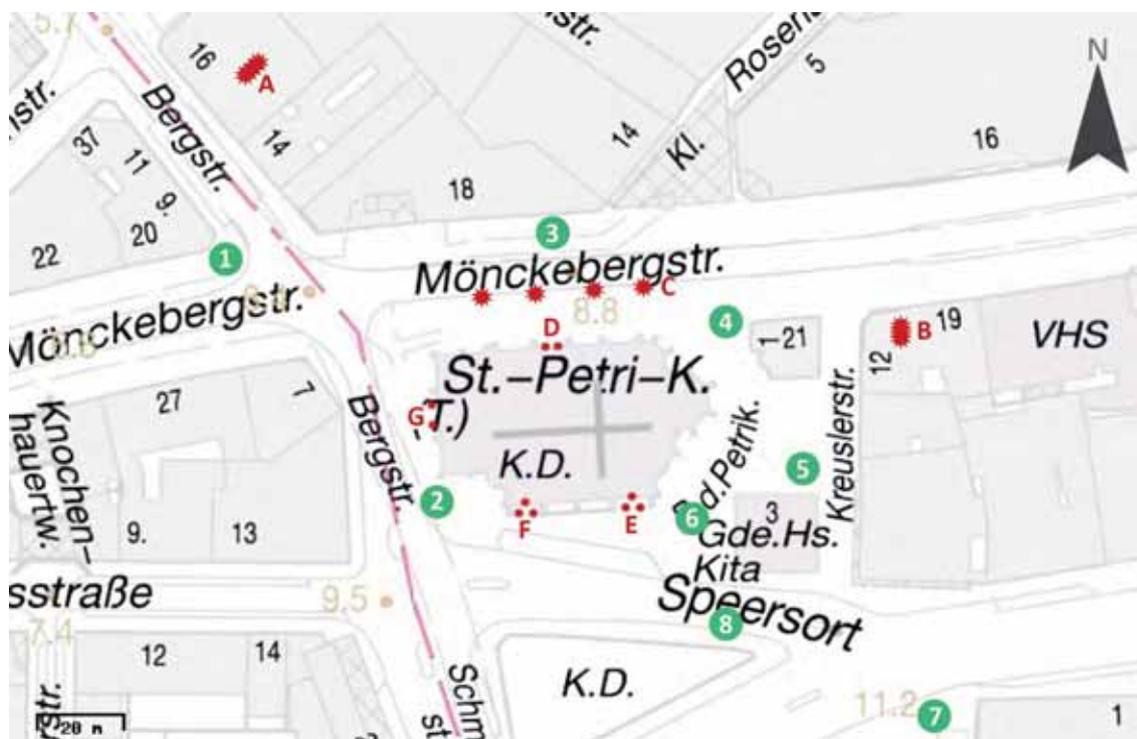


Abbildung 3: Auszug aus dem Stadtplan des Landesbetriebes Geoinformation und Vermessung Hamburg [GeoInfo2012] mit eingezeichneten Leuchtenstandorten und Standorten bei Aufnahme der Fotos (eigene Abbildung)

Um im Folgenden die Außenbeleuchtung der St. Petri Kirche und deren Wirkung anhand von Fotos zu beschreiben, soll Abbildung 3 als Übersichtskarte dienen. Rote Sterne markieren die Standorte der Leuchten der Fassadenbeleuchtung und der Eingangsbeleuchtung. Die Buchstaben bezeichnen jeweils eine Anlage, die einen bestimmten Bereich erhellt. Die weißen Zahlen auf grünem Grund zeigen die Standorte der im Folgenden aufgeführten Fotos von Beleuchtungssituationen.

Der Turm der St. Petri Kirche wird durch zwei Flutlichtanlagen Baujahr 1978 beleuchtet [vgl. Liedtke2012a]. Der Turm ist aus Sicht der Mönckebergstraße komplett beleuchtet,

die Südseite zur Straße Speersort wird nicht angestrahlt. Eine Flutlichtanlage (A) auf dem Dach des Gebäudes Bergstraße 16 erhellt die West- und die Nordwand des Turmes. Die gleiche Anlage befindet sich auch auf dem Dach des Gebäudes Mönckebergstraße 19 (B) und ist auf die Ostseite des Turmes gerichtet.

Die Fassade zur Mönckebergstraße hin wird mit vier kleineren Strahlern (C) beleuchtet. Diese sind auf den Straßenlaternen montiert, die die Mönckebergstraße säumen. Die Anlage wurde 1993 aufgebaut [vgl. Liedtke2012b].

Die Eingänge der Kirche werden von kleinen Strahlern erhellt. Die Tür zur Mönckebergstraße, deren Treppen am Tage für einen Blumenverkaufsstand genutzt werden, wird von zwei Strahlern von oben herab beleuchtet (D). Die Eingänge auf der Südseite sind mit jeweils fünf Strahlern ausgestattet (E und F), die die überdachten Eingänge, sowie die Statuen erhellen. Der Haupteingang zur Bergstraße profitiert lediglich von zwei Informationskästen rechts und links vor dem Eingang (G) und hat keine eigene Beleuchtung. Diese frei stehenden Quader werden von innen heraus beleuchtet.

Die Außenbeleuchtung wird mit Ausnahme der Turmbeleuchtung die ganze Nacht betrieben. Die Turmbeleuchtung wird gegen 23:30 Uhr ausgeschaltet [vgl. Meier2012].

3.2 Beleuchtung der St. Petri Kirche – ein Rundgang

Die Mönckebergstraße ist, als eine der bekanntesten und am Tage belebtesten Straßen Hamburgs, auch nachts gut beleuchtet und in ein harmonisches warmweißes Licht getaucht. Neben der Straßenbeleuchtung haben die meisten Gebäude eine Fassadenbeleuchtung. Zu dieser Beleuchtung kommen die beleuchteten Schaufenster der Einkaufsstraße.

In einem Rundgang um die St. Petri Kirche bei Nacht wird die Beleuchtung und deren Lichtwirkung aufgezeigt und beschrieben. Die folgenden Fotos stammen aus einer Begehung am 18.05.2012 von etwa 22:15 Uhr bis 23:15 Uhr.

Die Front der St. Petri Kirche ist in Abbildung 4 zu sehen. Das Foto wurde von Standort 1 aus geschossen (siehe Abbildung 3). Es ist gut zu erkennen, dass der Turm der am hellsten angestrahlt Bereich ist. Das Licht ist neutral weiß und stammt aus der Flutlichtanlage A, die sich auf dem Dach des Gebäudes Bergstraße 16 befindet.



Abbildung 4: Beleuchtete St. Petri Kirche Ansicht Nordwest (eigenes Foto 18.05.2012)

Die Anlage erhellt sowohl die West- als auch die Nordseite des Turmes. Die Flutlichtanlage B, die die Ostseite des Turmes beleuchtet, aus dieser Ansicht also von hinten, ist auf der Abbildung ebenfalls gut zu erkennen.

Die Front der Kirche hat keine weiteren Leuchten für die Fassade oder die Eingänge und wirkt deshalb unterhalb des Turmes recht dunkel. Der Haupteingang der Kirche ist in ein

vergleichsweise helles kaltes Licht getaucht, ausgehend von den Informationskästen rechts und links des Eingangs.



Abbildung 5: Beleuchtungsanlage auf dem Dach des Hauses Bergstraße 16 bestrahlt Kirchturm von Nordwesten (eigenes Foto 18.05.2012)

Die Lichtstrahlen, die von der Anlage A ausgehen sind auf Abbildung 5 zu sehen. Das Foto wurde von Standort 2 aus gemacht.

Die Fassade zur Mönckebergstraße wird von den Strahlern C in dezentes oranges Licht getaucht. Dies zeigen die Abbildung 4 und Abbildung 6. Zum Zeitpunkt der Begehung waren nur zwei von vier Strahlern eingeschaltet. Eine Intensivierung des Lichtes ist generell also denkbar.

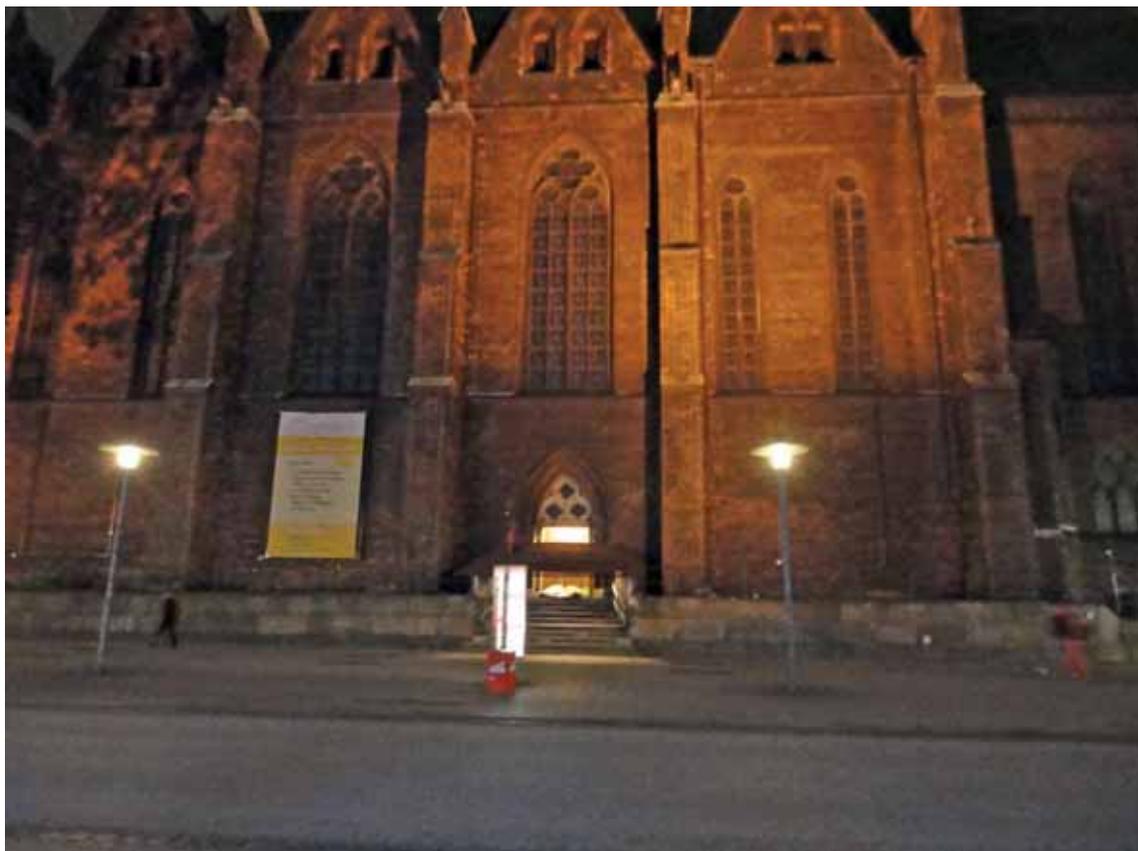


Abbildung 6: Nordfassade der St. Petri Kirche mit Beleuchtung durch Strahler auf Straßenlaternen (Eigenes Foto 18.05.2012)

Die Beleuchtung der Nordfassade sowie des Eingangs zur Mönckebergstraße (D) zeigt Abbildung 6 (Standort 3). Das warmweiße Licht der beiden Strahler, die den Eingangsbereich von oben beleuchten, wirkt im Vergleich zur Fassadenbeleuchtung recht hell und ist vergleichbar mit der Helligkeit der Straßenbeleuchtung. Das Dach vor dem Eingang schirmt das Licht weitestgehend ab. Von der Fassadenbeleuchtung ist lediglich die rechte Leuchte eingeschaltet und strahlt die Fassade in diesem Bereich gleichmäßig an. Im oberen linken Viertel des Fotos lassen sich außerdem Schatten von Bäumen erkennen, deren Äste im Lichtkegel der Strahler hängen. Dies zeigt Abbildung 7 (Standort 4). Außerdem ist erkennbar, dass nur zwei von vier Strahlern eingeschaltet sind.



Abbildung 7: Strahler auf Straßenlaternen beleuchten die Nordfassade der St. Petri Kirche mit orangefarbenem Licht (eigenes Foto 18.05.2012)

Der gesamte hintere Teil der Kirche ist unbeleuchtet, lediglich der Kirchturm wird angestrahlt. Abbildung 8 schafft einen Eindruck der Ostansicht. Die Gehwegbeleuchtung erhellt die Kreuzlerstraße und der östliche Teil der Kirche liegt im Bereich der Beleuchtung des Hulbehouses (Mönckebergstraße 21).

Insgesamt wirkt die St. Petri Kirche von Standort 5 aus unharmonisch, da der dunkle Teil dem hell erleuchteten Turm gegenüber einen großen Kontrast bildet. Die Turmbeleuchtung B befindet sich auf dem Dach des Gebäudes Mönckebergstraße 19 und lässt den Turm in einem neutral weißen Licht erscheinen. Die Lichtstrahlen, die auf den Turm gerichtet sind, sind in Abbildung 10 und Abbildung 4 aus zwei Perspektiven zu erkennen.



Abbildung 8: Ostansicht St. Petri Kirche und beleuchteter Platz vor Kita (links) (eigenes Foto 18.05.2012)



Abbildung 9: Strahler beleuchten Turm der St. Petri Kirche von Dach des Hauses Mönckebergstraße 19 aus (eigenes Foto 18.05.2012)



Abbildung 10: Beleuchtete St. Petri Kirche Ansicht Südost (eigenes Foto 18.05.2012)

Von Standort 7 aus kann ein Gesamteindruck der St. Petri Kirche von der Südseite gewonnen werden. Außer der Beleuchtung der Ostseite des Turmes sind lediglich die Ein-

gänge erleuchtet, wie Abbildung 10 und Abbildung 11 zeigen. Der Rest des Gebäudes und des Platzes direkt davor liegen im Dunkeln. Die Straßenbeleuchtung sowie die Eingangsbeleuchtung sorgen für eine gute Orientierung auf dem Platz und in der Straße Speersort direkt hinter der Kirche. Eine gewisse Grundbeleuchtung bestimmt die gesamte Innenstadt, da Gebäude- und öffentliche Beleuchtung einen weiten Wirkungsbereich haben.



Abbildung 11: Beleuchteter Turm der St. Petri Kirche, sowie beleuchteter Eingang 1 (rechts) und Eingang 2 (links) Südansicht (eigenes Foto 18.05.2012)



Abbildung 12: Beleuchteter Turm der St. Petri Kirche Ansicht Südost (eigenes Foto 18.05.2012)

Die Beleuchtung des Turmes reicht, wie Abbildung 12 zeigt, bis hin zur Turmspitze und so ist der Turm auch noch von weitem gut erkennbar.

Die überdachten Eingänge und die dort befindlichen Statuen werden mit Hilfe von jeweils fünf Strahlern in Szene gesetzt. Das Licht ist warmweiß und vergleichsweise hell im Kontrast zur unbeleuchteten Südfassade. Abbildung 13 zeigt den rechten der beiden Eingänge, dessen Beleuchtung in der Übersichtskarte mit E bezeichnet ist. Auf der Rückseite der beiden Pfeiler, die sich rechts und links des nachts geschlossenen Tores befinden, sind jeweils zwei Strahler montiert, die auf die Tür und die Statuen gerichtet sind. Außerdem befindet sich hinter der Figur direkt über der Tür eine weitere Leuchte, die diese indirekt beleuchtet.

Der linke Eingang hat, wie auf Abbildung 14 zu sehen, keine Figur über der Tür. Hier ist die fünfte Leuchte im Türsturz eingelassen und strahlt zu Boden. Die Beleuchtung, die an den beiden Pfeilern angebracht ist, entspricht der von Eingang 1. Für beide Eingänge wurde vor ein paar Jahren die Beleuchtung neu gestaltet und bringt die Statuen und Bögen gut zur Geltung.



Abbildung 13: Beleuchteter Eingang 1 der St. Petri Kirche (eigenes Foto 18.05.2012)

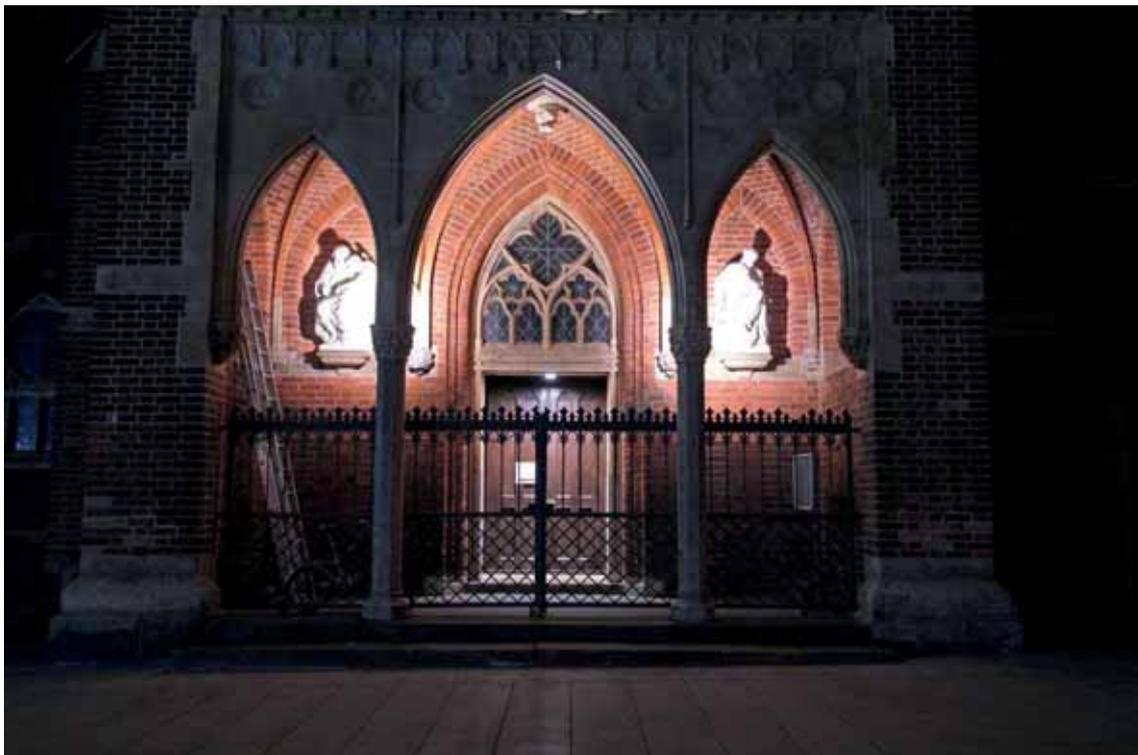


Abbildung 14: Beleuchteter Eingang 2 der St. Petri Kirche (eigenes Foto 18.05.2012)

Die Abbildung 15 und Abbildung 16 zeigen den Platz direkt hinter der Kirche. Diese Fotos wurden von Standort 1 aus aufgenommen. Es ist deutlich zu erkennen, dass der Platz an

sich nicht beleuchtet ist. Lediglich die Straßenbeleuchtung scheint aus einiger Entfernung und die Beleuchtung der Eingänge erhellt deren nahen Umkreis.



Abbildung 15: Platz hinter der Kirche (Südseite) mit Blick auf Kita (eigenes Foto 18.05.2012)



Abbildung 16: Platz hinter der Kirche (Südseite) mit Blick auf Speersort (eigenes Foto 18.05.2012)

3.3 Technische Bestandsaufnahme der installierten Beleuchtung

Die genauen technischen Daten der aktuellen Außenbeleuchtung der St. Petri Kirche sind aufgrund der unterschiedlichen Zuständigkeiten und Baujahre schwer zusammenzutragen. Aus demselben Grund ist eine Überprüfung der errechneten laufenden Kosten mit Hilfe von Abrechnungen nicht möglich. Aus Informationen von Seiten des Küsters, der Firma Vattenfall und eigenen Annahmen ergibt sich folgende Bestandsaufnahme der Leuchten sowie eine Annahme der aktuell laufenden Kosten für die Außenbeleuchtung in Tabelle 2.

Einige Angaben stammen aus Aussagen der verschiedenen Ansprechpartner. Der Ansprechpartner von Vattenfall konnte Aussagen zu den Anlagen A, B und C machen. [vgl. Liedtke2012a und Liedtke2012b] Hier lieferte er den Standort, Leuchte, Leuchtmittel, Nenn- und Systemleistung sowie Brenndauer für die Anlagen A und B.

Zu den Anlagen E und F konnte der Ansprechpartner von ERCO Angaben machen: Leuchte und Leuchtmittel konnten bestimmt werden. Die Annahme für die Brenndauer der Leuchten, die wie die Straßenbeleuchtung geschaltet sind, basiert auf Aussagen des Ansprechpartners von ERCO, zusammen mit denen des Küsters. Dieser gab für die unterschiedlichen Anlagen jeweils die Brenndauer pro Tag an [vgl. Meier2012]. Da die Anlagen bis auf die Flutlichtanlagen wie die Straßenbeleuchtung geschaltet sind und die ganze Nacht durchlaufen, wird hier eine typische Brenndauer von Straßenbeleuchtung angenommen, also 4000 Stunden pro Jahr [vgl. Fehrs-Otto2012a]. Für die Anlage D, die den Nordeingang beleuchtet, liegen keine Daten vor, sodass hier die gleichen Leuchten wie bei den Südeingängen angenommen werden. Leuchtentyp und Leuchtmittel für die Beleuchtung des Haupteingangs sind nicht bekannt und hier wird ebenfalls eine Annahme getroffen. Bei unbekanntem Systemleistungen, werden pauschal zehn Prozent Verlustleistung zur Nennleistung addiert [vgl. Fehrs-Otto2012a]. Um Kenndaten für die Leuchtmittel zu erhalten, wurden Leuchtmittel des Herstellers OSRAM ausgewählt und Datenblätter sowie Preislisten vom Hersteller direkt herangezogen [OSRAM2012a]. Diese sind in Tabelle 1 aufgeführt. Die Lichtfarben der Leuchten können wie folgt eingeteilt werden: warmweißes Licht bei bis zu 3.300 K, neutralweißes Licht 3.300 – 5.300 K und tageslichtweißes Licht bei mehr als 5.300 K.

Tabelle 1: Leuchtmittel aktuelle Beleuchtung und deren Eigenschaften

Bezeichnung	Leuchtmittel	Nennleistung	Nennlichtstrom	Anzahl	Nennlebensdauer	Farbtemperatur	
							W
A	Halogen-Metaldampflampe Osram HQI-T 2000W E40	2.000	240.000	4	9.000	4.000	[OSRAM 2012 b]
B	Halogen-Metaldampflampe Osram HQI-T 2000W E40						
C	Natriumdampf-Hochdrucklampe Osram Vialox NAV-T 250W E40	250	28.000	4	24.000	2.000	[OSRAM 2012 c]
D	Halogen Metaldampflampe Osram Powerball HCI-TC 20W G8.5	20	1.700	2	12.000	3.000	[OSRAM 2012 d]
E	Halogen Metaldampflampe Osram Powerball HCI-TC 20W G8.5						
F	Halogen Metaldampflampe Osram Powerball HCI-TC 20W G8.5						
G	Leuchtstoffröhre Osram Lumilux White T5 35W G5	35	3.320	2	24.000	3.500	[OSRAM 2012 e]

Der aktuelle Strompreis liegt bei 25 Cent pro kWh [BMWi2012b]. Eine Annahme für die Wartungskosten basiert auf der Angabe des Ansprechpartners von ERCO und richtet sich nach Art und Standort der Leuchte. Bei der Berechnung des Wartungsintervalls wird bei allen Leuchten davon ausgegangen, dass die Nennlebensdauer voll ausgeschöpft wird und erst nach Ablauf dieser ein Austausch des Leuchtmittels erfolgt.

Tabelle 2: Übersicht aktuelle Außenbeleuchtung St. Petri Kirche mit Leuchtendaten

Bezeichnung	Betreiber	Standort	Leuchte	Leuchtmittel	Nennleistung	Systemleistung	Anzahl	Gesamtleistung	Brenndauer	Nennlebensdauer	Strompreis	Wartungskosten	Kosten Leuchtmittel inkl. MwSt.	Wartungsintervall
					W	W	Stück	W	h/a	h	€/kWh	€	€/Stück	1/a
A	Vattenfall	Bergstraße 16	Philips Strahler	Halogen-Metaldampflampe Osram HQI-T 2000W E40	2.000	2.240	4	8.960	1.857	9.000	0,25	20	370,69	0,206
B	Vattenfall	Mönckebergstraße 19	Philips Strahler	Halogen-Metaldampflampe Osram HQI-T 2000W E40	2.000	2.240	4	8.960	1.857	9.000	0,25	20	370,69	0,206
C	Interessengemeinschaft Mönckebergstraße	Mönckebergstraße	Hellux Strahler	Natriumdampf-Hochdrucklampe Osram Valox NAV-T 250W E40	250	275	4	1.100	4.000	24.000	0,25	10	34,71	0,167
D	Gemeinde	Eingang Nord	Erco Strahler	Halogen Metaldampflampe Osram Powerball HCl-Tc 20W G8,5	20	24	2	48	4.000	12.000	0,25	10	47,60	0,333
E	Gemeinde	Eingang Süd	Erco Strahler	Halogen Metaldampflampe Osram Powerball HCl-Tc 20W G8,5	20	24	5	120	4.000	12.000	0,25	10	47,60	0,333
F	Gemeinde	Eingang Süd	Erco Strahler	Halogen Metaldampflampe Osram Powerball HCl-Tc 20W G8,5	20	24	5	120	4.000	12.000	0,25	10	47,60	0,333
G	Gemeinde	Haupteingang	unbekannt	Leuchtstoffröhre Osram Lumilux White T5 35W G5	35	39	2	77	4.000	24.000	0,25	10	6,57	0,167

Gesamtleistung Außenbeleuchtung 19,39 kW
 Stromverbrauch 39.137,44 kWh/a
 Stromkosten 9.784,36 €/a
 Wartungskosten 21,59 €/a
 Anschaffung Leuchtmittel 827,62 €/a
 Gesamtkosten 10.633,56 €/a

Die Kosten für die aktuelle Beleuchtung der St. Petri Kirche betragen 10.634,33 Euro pro Jahr inklusive Wartung und Anschaffungskosten neuer Leuchtmittel. Der größte Posten sind die laufenden Stromkosten mit etwa 92 Prozent der Gesamtkosten pro Jahr. Diese belaufen sich auf 9.784,36 Euro.

3.4 Bewertung der Außenbeleuchtung

Insgesamt wirkt die Beleuchtung der St. Petri Kirche unausgeglichen. Dies liegt zum einen an den unterschiedlichen Lichtfarben und Lichtintensitäten. Zum anderen sind einige Teile stark, andere wiederum gar nicht beleuchtet. Der Platz hinter der Kirche ist sehr dunkel und mit Ausnahme der Eingänge nicht beleuchtet. Durch die Standorte und Winkel der Leuchten werden die charakteristischen Merkmale der Kirche wenig hervorgehoben.

Zu den typisch gotischen Elementen und Charakteristika der Kirche gehört die Einturmfassade und die Durchbrechung der Außenwand durch viele Fenster. Die Vertikalen werden betont, Pfeiler und Spitzbögen sind die zentralen Elemente. Außerdem werden an einigen Stellen Figuren eingesetzt, hier vor allem in der Nähe der Eingänge. Einzig die Eingangsbeleuchtung der Südeingänge kann die charakteristischen Merkmale zur Geltung bringen, da sowohl die Formen als auch die Figuren akzentuiert werden. Die Beleuchtung des Turmes durch das weiter entfernte Flutlicht lässt vermuten, dass ein großer Teil des Lichtes am Turm vorbei in die Nacht strahlt. Mit 2000 W Lampenleistung ist der Verbrauch dieser Leuchten sehr groß und hat einen entsprechenden Anteil an den laufenden Kosten.

Der Energiebedarf der Leuchten beträgt etwa 39.000 kWh/a, dementsprechend hoch sind die laufenden Kosten. Rund 10.000 werden pro Jahr für Strom ausgegeben, mit steigender Tendenz.

Die St. Petri Kirche gehört zu den fünf Hamburger Hauptkirchen und ist aufgrund ihrer Lage in der Innenstadt keine typische Ortsgemeinde. In ihrem Umfeld gibt es nur wenige Anwohner, die regelmäßig die Kirche zu Gottesdiensten aufsuchen. Touristen besuchen die Kirche wegen ihrer Geschichte und natürlich der zentralen Lage. Für die Kirche als Wahrzeichen Hamburgs und Bestandteil der Innenstadt, in der Nähe des repräsentativ beleuchteten Rathauses, wäre ein ausgeklügeltes Beleuchtungskonzept wünschenswert. Besonders im Winter und in der Weihnachtszeit spielt die Beleuchtung der Innenstadt eine wichtige Rolle. Es wird viel zusätzliche Beleuchtung angebracht, um die Innenstadt zu schmücken. In den vergangenen Jahren wurden einzelne Strahler angemietet, um den Platz südlich der Kirche für Märkte zu erhellen und die Kirche als Hintergrund der Veran-

staltung in Szene zu setzen. Durch eine fest installierte Beleuchtung in diesem Bereich würden die zusätzlichen Arbeiten wegfallen.

3.5 Anforderungen an ein neues Beleuchtungskonzept

Ziel eines neuen Konzepts sollte sein, ein harmonisches Gesamtbild zu schaffen, das die Besonderheiten und Charakteristika des Gebäudes hervorhebt. Die Beleuchtung sollte die ausgeprägten vertikalen Formen und Strebepfeiler betonen. Wichtig ist auch der Haupteingang, der seiner Funktion gerecht hell und einladend gestaltet werden sollte. Die Kirchenbeleuchtung sollte sich optisch in das Gesamtbild der Mönckebergstraße einfügen, das Gebäude jedoch als eigenständig präsentieren.

Beleuchtung sollte gezielt, gebäudenah, langlebig und energieeffizient sein. In diesem Zusammenhang können auch Wartungs- und Betriebskosten gesenkt werden.

Der Punkt der Kostensenkung ist aktuell für die Gemeinde nur sekundär, da die Außenbeleuchtung sowohl extern betreut als auch finanziert wird. Diese Vereinbarungen werden jedoch in Zukunft immer wieder neu in Frage gestellt werden und die Situation könnte sich in den nächsten Jahren ändern. Dementsprechend sollte bei einem neuen, zukunftsorientierten Konzept eine unabhängige Beleuchtung gewährleistet werden. Die Gemeinde kann in dem Fall selbst die Betreuung übernehmen und die Finanzierung eigenständig regeln. Eigene Mittel können dafür eingesetzt werden oder andere Konzepte, wie beispielsweise eine Public Private Partnership (PPP), also eine Finanzierung durch private Investoren [vgl. Licht162010, S. 7] sind denkbar. Seit 2004 wächst diese Form von Zusammenarbeit vor allem in Kommunen. Neben den finanziellen Vorteilen, spielt auch eine effizienzsteigernde und beschleunigende Wirkung einer solchen Partnerschaft eine wichtige Rolle [vgl. Grabow2005, S. 5].

Um auch bei der Positionierung einer neuen Anlage eigenständig agieren zu können, wäre eine Leuchtenanordnung auf dem Grundstück der Kirche denkbar und zu empfehlen.

4 Material und Methoden

In einem ersten Ortstermin mit dem Küster wurde sich ein Überblick über die installierte Beleuchtung und das Gebäude verschafft. Eine Besichtigung der Flutlichtanlagen war aufgrund ihrer Standorte nicht möglich. In zwei weiteren Terminen wurde eine fotografische Dokumentation der Lichtverhältnisse bei Tag und Nacht erstellt. Die Fotos am Tag sollten vor allem für die Gestaltung eines 3D Modells zur Verfügung stehen, um Details nachbilden zu können und um die Pläne der Kirche mit diesen abzugleichen.

Die Fotos bei Nacht dokumentieren die aktuelle Beleuchtung. Anhand der Fotos wird in Kapitel 3.2 die Beleuchtung beschrieben und ein Ausblick auf ein neues Lichtkonzept gegeben.

Ausgangspunkt für eine Lichtplanung mit Umsetzung in einer entsprechenden Software ist eine Bestandsaufnahme. Dazu wurden von der Bauabteilung des Kirchenkreises Hamburg Ost die Pläne der St. Petri Kirche zur Verfügung gestellt.

Anhand der Pläne und der Fotos konnte mit der Architektursoftware „ArchiCAD 15“ ein Modell des Gebäudes angefertigt werden. Online Tutorials erleichterten den Einstieg in die fremde Software. Mit Fortschreiten der Arbeit mit ArchiCAD verbesserten sich das Verständnis und das Handling. Insgesamt konnte der Umgang mit der Software und dem Modell selbstständig erlernt werden. Viele Angaben aus den Planunterlagen waren nicht ausreichend, um eine nahezu maßstabsgetreue 3D-Zeichnung zu erstellen. Mit Hilfe des Programms „Brava! Reader“ wurden fehlende Maße aus den Planunterlagen gemessen und die Fotos zum Abgleich herangezogen. Passende Texturen für die verschiedenen Bauteile vervollständigten das Abbild der Kirche.

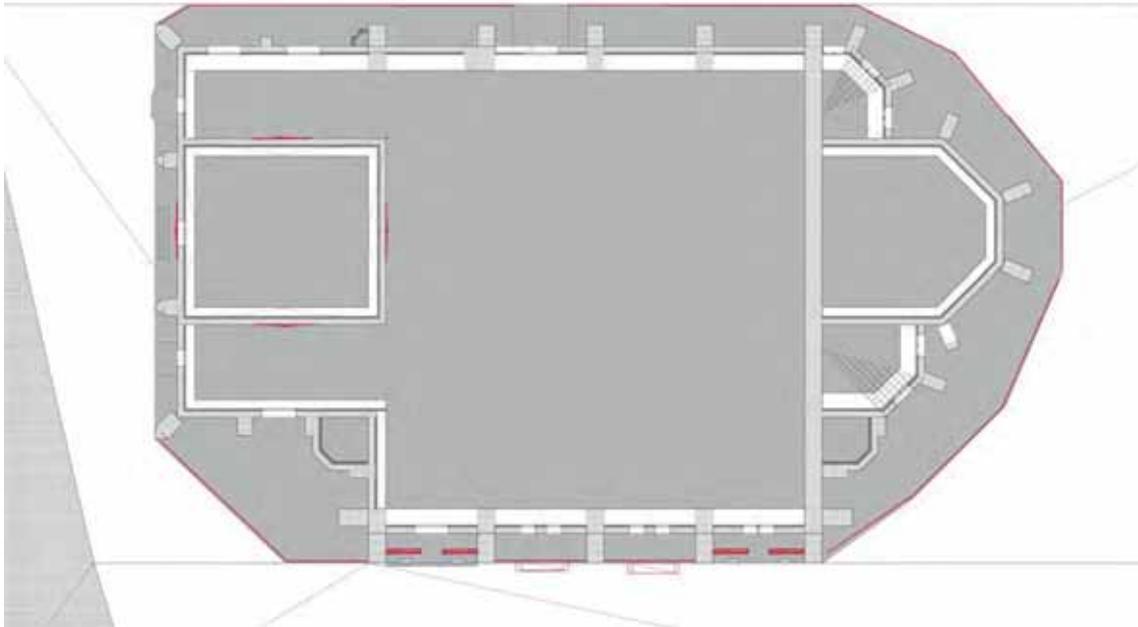


Abbildung 17: Grundriss ArchiCAD Zeichnung (eigene Abbildung)

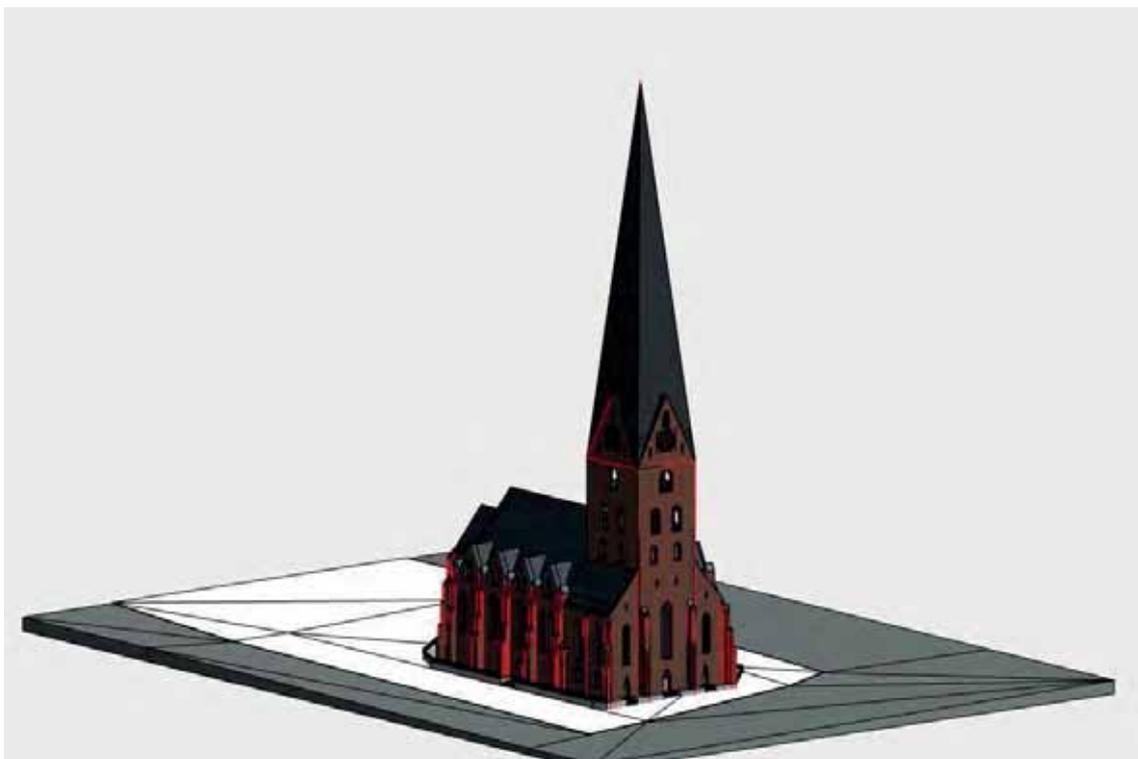


Abbildung 18: 3D Ansicht der Zeichnung in ArchiCAD (eigene Abbildung)

Um diese Texturen besonders zur Geltung zu bringen und das Modell so realistisch wie möglich wirken zu lassen, konnte die Software „Artlantis Studio 4“ für das Rendering eingesetzt werden. Mit Artlantis lassen sich unter anderem Texturen verändern, Hintergründe einfügen und Beleuchtungsszenen darstellen.



Abbildung 19: Grafik erstellt mit Artlantis Studio 4 von 3D-Modell der St. Petri Kirche Ansicht Nordwest (links) und Ansicht Nord (rechts) (eigene Abbildung)



Abbildung 20: Grafik erstellt mit Artlantis Studio 4 von 3D-Modell der St. Petri Kirche Ansicht Ost (links) und Ansicht Süd (rechts) (eigene Abbildung)

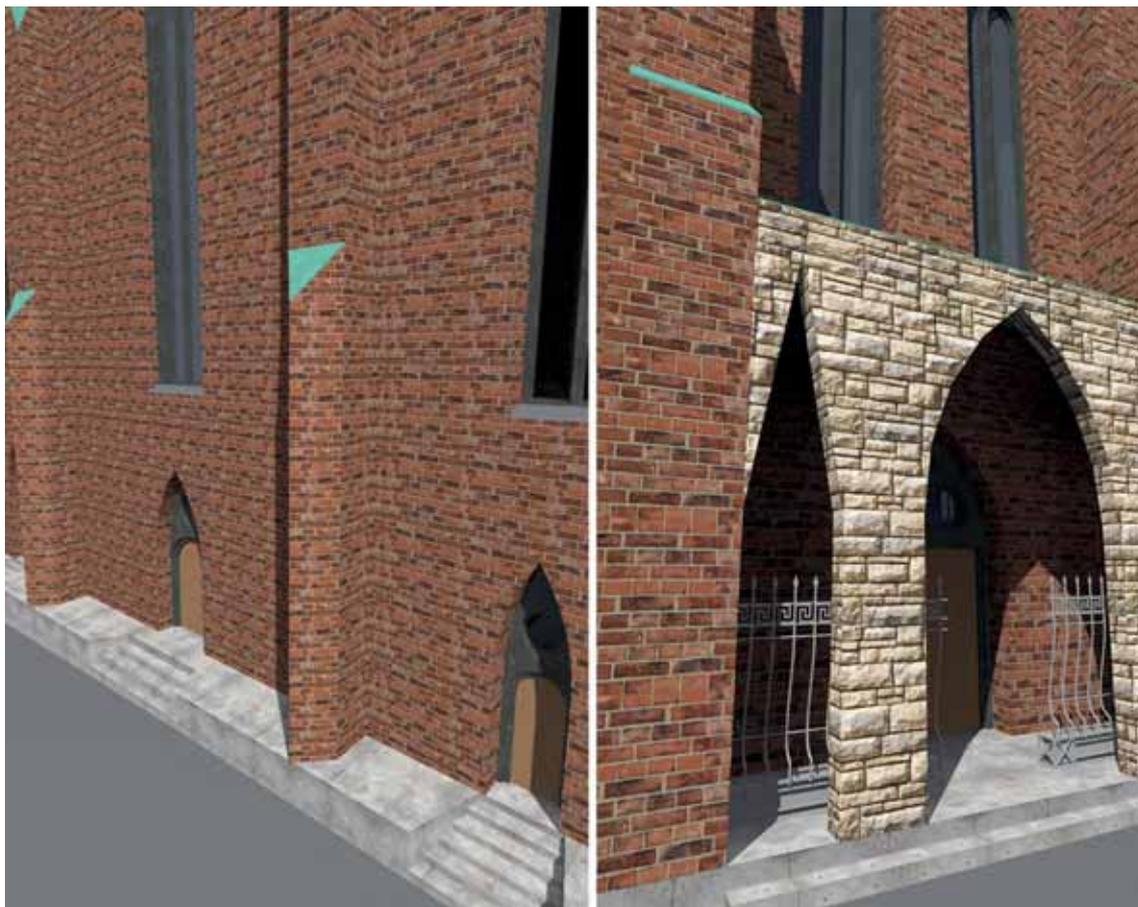


Abbildung 21: Grafik erstellt mit Artlantis Studio 4 von 3D-Modell der St. Petri Kirche Details Westfassade (links) und Eingang Süd (rechts) (eigene Abbildung)

Für die Lichtplanung an sich ist das Rendering mit Artlantis Studio 4 nicht notwendig. Die Bilder des 3D-Modells dienen der Gesamtanschauung des Gebäudes.

Bei der Lichtplanung wird mit Produkten des Unternehmens ERCO gearbeitet. Sie bieten Lichtwerkzeuge für den Innen- und Außenraum und verschiedene Ratgeber zum Thema Beleuchtung an. Für diese Bachelorarbeit konnte ein Lichtplaner von ERCO zur fachlichen Unterstützung gewonnen werden. Die langjährige Erfahrung mit Außenbeleuchtung und den eingesetzten Produkten sind ein wichtiger Aspekt für eine fundierte Lichtplanung. Vor allem konnte mit Hilfe des Lichtplaners geklärt werden, welche Leuchten mit welcher Leistung für welchen Zweck und eingesetzt werden können.

Die Lichtplanung erfolgt zunächst auf dem Papier. Standorte und passende Leuchten werden ausgesucht und in die Pläne der St. Petri Kirche eingezeichnet (siehe Abbildung 22, Abbildung 24 und Abbildung 25). Überlegungen zu gewünschter Lichtwirkung und Elementen, die besonders hervorgehoben werden sollen, dienen als Grundlage. Zuerst wird die LED Variante geplant und mit gleichen Standorten der Leuchten dann eine alter-

native konventionelle Variante mit vergleichbarer Lichtwirkung. Dies entspricht nicht dem herkömmlichen Vorgehen, da in der Regel eine konventionelle Beleuchtung vorhanden ist, die auf LED Beleuchtung umgestellt werden soll.

In diesem Fall wird eine komplett neue Beleuchtung geplant somit ist ein freieres Vorgehen möglich.

Die eigentliche Lichtplanung wird in der Lichtplanungssoftware „DIALux 4.10“ umgesetzt, einer Lichtplanungssoftware mit der sowohl Innen- als auch Außenbeleuchtung geplant werden kann. Um das Modell der Kirche, welches in ArchiCAD angefertigt wurde, in DIALux einzubinden, wird dieses in eine 3ds-Datei umgewandelt und anschließend in das Projekt importiert. Bei diesem Import ist darauf zu achten, dass die Einstellungen für das Dateiformat beim Speichern richtig ausgewählt werden, da ansonsten zum Beispiel Informationen wie Texturen weitestgehend verloren gehen können. Dies wurde erst bei der Umsetzung deutlich und war vorher nicht bekannt. Auch Details, wie beispielsweise die Kirchturmuhre, die Umzäunung des Grundstücks oder auch Sitzbänke in der Umgebung konnten mit Hilfe von externen 3D-Modellen in ArchiCAD eingefügt werden. Leider erwiesen sich diese Dateien aufgrund ihrer überproportional hohen Polygonzahlen als besonders rechenintensiv und verlangsamten die Berechnungen und das Handling in der Simulationssoftware DIALux. Daher wurden sie für die Arbeit in diesem Programm wieder entfernt. Texturen und Objekte, wie zum Beispiel die Sitzbänke, können in der Software allerdings nachträglich aus der DIALux Datenbank eingefügt werden, um das Modell möglichst realitätsgetreu darzustellen. Generell ist ein Programm für die Modellgestaltung nicht nötig, da in DIALux selbst ebenfalls Modelle erstellt und Objekte sowie Texturen eingefügt werden können. ArchiCAD wird als CAD Programm verwendet, da die Petrikerche ein einmaliges Gebäude mit Eigenheiten ist. Bei der Außenbeleuchtung eines Gebäudes geht es nicht vordergründig um das Erreichen bestimmter Helligkeitswerte, sondern darum ein stimmungsvolles Gesamtbild zu schaffen und Besonderheiten hervorzuheben. Ein detailliertes Modell erleichtert es diese Ziele zu erreichen.

Die Funktionen von DIALux sind für das Zeichnen und Modellieren beschränkt und basieren auf einfachen Formen. Natürlich ist ein in der Software selbst erstelltes Modell in jedem Falle kompatibel und die Funktionalität ist gewährleistet. Bei importierten Modellen kann es dazu kommen, dass z.B. Fensterscheiben intransparent werden. Dieses Phänomen verhindert eine Beleuchtung der Westfassade durch die großen Fenster von innen bei dem verwendeten 3D-Modell. Der Effekt wäre zur realitätsgetreuen Darstellung hilfreich und Befestigungspunkte sowie Stellflächen, die in diesem Bereich außen nicht vorhanden sind, fielen weg. DIALux kann die Fenster nicht als transparente Flächen anneh-

men und das innen erzeugte Licht ist von außen nicht sichtbar. Anstelle dieser ursprünglichen Planung wird eine Alternative von außen für diese Fassade umgesetzt.

Die Einarbeitung in DIALux erfolgte hauptsächlich bei der Arbeit mit dem Programm. Das Handbuch bietet zwar einige Hinweise und Anleitungen, ist allerdings für unerfahrene Nutzer nicht anwendungsorientiert genug. Oft werden Funktionen nur aufgezeigt, weniger wird auf Nutzen und Anwendbarkeit eingegangen. Schwierig bei der Erstellung einer Lichtszene war die Ausrichtung der Leuchten. Die Ausrichtung wurde mit häufiger Prüfung der Lichtwirkung Schritt für Schritt festgelegt. Dieser Schritt ist rechenintensiv und kann auch immer nur für eine Leuchte zurzeit dargestellt werden. Die Lichtwirkung kann nur nach einer vollständigen Berechnung überprüft werden, die einige Zeit in Anspruch nimmt. Eine grobe Vorschau wäre hier ein hilfreiches Mittel, um viele Probedurchläufe zu vermeiden. Das Programm konnte mit Unterstützung des Handbuches, Suchmaschinen im Internet, um bestimmte Probleme zu lösen, und hauptsächlich durch Ausprobieren erschlossen werden.

Viele Leuchtenhersteller bieten die Daten ihrer Leuchten auf unterschiedliche Weise für DIALux an. Manche Hersteller stellen Plug-Ins für DIALux bereit, andere einzelne Leuchtdaten. ERCO, dessen Leuchten für die Simulation der St. Petri Kirche verwendet werden, bietet auf seiner Internetseite sowohl das Plug-In, als auch die einzelnen Leuchtdaten separat an. Mit Hilfe des Plug-Ins können alle Leuchten aus dem Katalog ausgewählt und innerhalb weniger Sekunden in DIALux verwendet werden. Dieser Weg ist sehr komfortabel und schnell. Nachdem alle Leuchten eingesetzt und den Steuergruppen und Leuchtengruppen zugeordnet wurden, wird eine Berechnung durchgeführt. Diese benötigt etwa eine halbe Stunde Rechenzeit, je nachdem wie aufwändig das Projekt aufgebaut ist und welche Hardware zur Verfügung steht. Leider kann auch ein gut ausgerüsteter Rechner diese Zeit nicht wesentlich verkürzen, da das Programm nicht die volle Rechenleistung nutzen kann. Aufgrund des veralteten Kernels des Programms kann nur ein Kern des Prozessors für die Berechnungen genutzt werden, sodass Mehrkernprozessoren nicht für Mehrleistung sorgen. Auch hohe Rechenleistung pro Prozessorkern kann aufgrund der Limitierung der Software nicht umgesetzt werden. Im Durchlauf mit einem Intel i7 2600k wurde dies besonders deutlich: Der Rechenvorgang mit DIALux sorgte für eine Auslastung von nur etwa 15 % auf einem Kern. An dieser Tatsache soll bei einer neuen Version von DIALux gearbeitet werden. Für die Ausgabe der Rechenergebnisse gibt es eine große Auswahl an Daten, die ausgedruckt und aufgerufen werden können. Das 3D Rendering zeigt die Lichtwirkung des Arrangements und die verschiedenen einstellbaren

Blickwinkel ermöglichen eine Rundumansicht. Es ist ebenso möglich, ein Video zu erstellen, in dem die Lichtwirkung gezeigt wird. Für eine Auswertung innerhalb dieser Arbeit sind die Lichtwirkung in Form des 3D Renderings und die Leuchtendaten die wichtigsten Ausgabewerte.

5 Das neue Lichtkonzept für die St. Petri Kirche

Das veränderte Lichtkonzept zielt auf eine Verbindung der verbesserten Präsentation der Petrikirche und einer energieeffizienteren Beleuchtung ab.

Die Erstellung eines Lichtkonzeptes erfordert einige Vorbereitung, wie sie teilweise schon in Kapitel 4 beschrieben wurde. Anhand der Daten wie Plänen, Anforderungen an die Beleuchtung, Vorstellungen von Entscheidungsträgern und den Gegebenheiten vor Ort, lässt sich eine grobe Vorstellung einer zukünftigen Beleuchtung entwickeln. Das Zusammenbringen dieser Ideen und den technischen Möglichkeiten unter Berücksichtigung der Eigenschaften des Gebäudes erfolgt Schritt für Schritt.

Zunächst sollte das Umfeld des Gebäudes betrachtet werden. Die Beleuchtung der Nachbargebäude und die Stärke der Straßenbeleuchtung sollten bei einer Planung berücksichtigt werden, um ein stimmungsvolles Gesamtbild zu schaffen. Ebenso sollte geklärt werden, ob Anwohner durch das Licht gestört werden könnten und ob die neue Anlage genehmigungsbedürftig und -fähig ist. Ein Anhaltspunkt kann außerdem die Wirkung des Gebäudes und dessen Umfeld in verschiedenen Jahreszeiten sein [vgl. Brandi2001, S. 102].

Im Falle der St. Petri Kirche und deren Lage in der Hamburger Innenstadt gibt es wenige Bäume im Umfeld und im Winter werden die Straßen geräumt, sodass die Unterschiede in den verschiedenen Jahreszeiten marginal sind. Die Beleuchtung wird lediglich im Winter aufgrund der Weihnachtsbeleuchtung aufgestockt, die sowohl in den Straßen, als auch in den Schaufenstern der Läden installiert wird. Anwohner gibt es in der Mönckebergstraße wenige, die das Licht stören könnte und die Einkaufsstraße ist generell durch Schaufenster, Gebäudebeleuchtungen sowie die Straßenbeleuchtung angemessen beleuchtet. Eine Genehmigungspflicht besteht - wie auch schon in Kapitel 3 beschrieben - aufgrund des Denkmalschutzes der St. Petri Kirche. Im Rahmen dieser Arbeit werden diese besondere Genehmigungspflicht und die Prüfung durch das Denkmalschutzamt nicht problematisiert. Für die St. Petri Kirche soll eine Beleuchtung unter Berücksichtigung der in Abschnitt 3.5 festgelegten Kriterien geschaffen werden, die stimmungsvoll und repräsentativ ist.

Hierfür werden zunächst Pläne erstellt, aus denen Standort und Ausrichtung der Leuchten hervorgehen. Die passenden Leuchten werden dann zusammen mit dem erfahrenen Lichtplaner der Firma ERCO ausgewählt, um das gewünschte Lichtbild zu erhalten [ERCO2012c]. Die Eigenschaften der einzelnen Leuchten und Produktfamilien sind auf der Internetseite von ERCO in Form der Datenblätter und des aktuellen Kataloges abrufbar.

5.1 Variante LED Beleuchtung

Zunächst soll eine Lösung mit LEDs gezeigt werden, die eine erweiterte Version der Ursprungsplanung darstellt. Wie schon erwähnt konnte in DIALux eine Fassadenbeleuchtung von innen für die Westfassade nicht umgesetzt werden und so wird nun eine alternative Anordnung mit bekannten Leuchten gewählt.

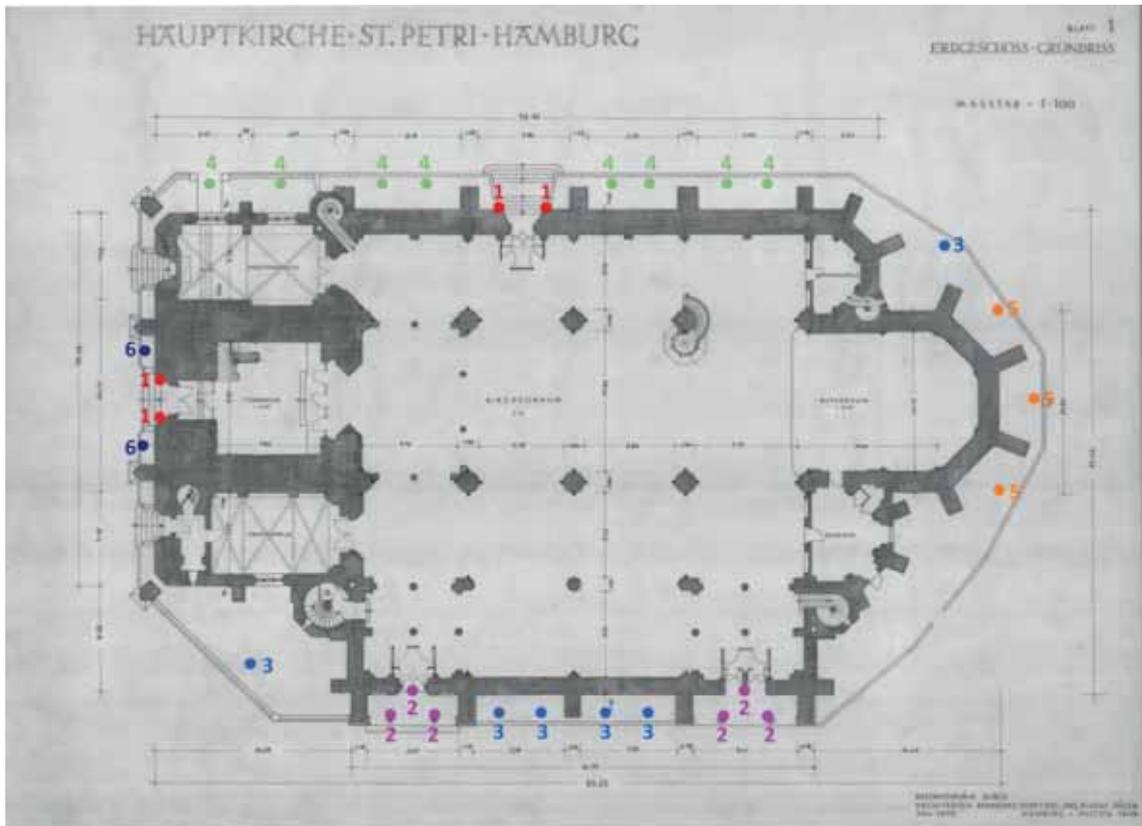


Abbildung 22: Übersicht der Leuchtenstandorte der Fassaden- und Eingangsbeleuchtung eingezeichnet in Grundrissplan der St. Petri Kirche [KKHHOst2012] (eigene Abbildung)

Die Leuchtenverteilung für die Fassadenbeleuchtung ist in Abbildung 22 im Grundriss der Kirche eingezeichnet. Gleiche Leuchten sind farblich und mit einer Zahl gekennzeichnet. Es ist gut zu erkennen, dass die Beleuchtung sehr nah am Gebäude geplant ist. Dies hat den Vorteil, dass die Leuchten auf dem Gelände der Kirche angebracht werden können und so die Planung unabhängig von externen Entscheidungsträgern erfolgen kann. Für die Fassadenbeleuchtung wurden hauptsächlich die ERCO Powercast Fluter und Linsenwandfluter eingesetzt. Diese Außenraumleuchten bieten mit den Flutern symmetrische Lichtverteilung für eine Akzentbeleuchtung sowie flutende Lichtverteilung mit den Linsenwandflutern. Sie sind nah am Gebäude einsetzbar, da das gewünschte Lichtbild keine Beleuchtung der gesamten Wandflächen fordert. Die Lichtwirkung, welche mit den unter-

schiedlichen Leuchtentypen erzielt werden kann, ist in Abbildung 23 dargestellt. Scheinwerfer, Fluter, Linsenwandfluter und Bodenflutern, werden für dieses Projekt eingesetzt.



Abbildung 23: Übersicht der Lichtwirkung der unterschiedlichen Leuchtentypen für die Außenbeleuchtung mit LED [ERCO2012b, S. 39]

Die Leuchten werden am Boden montiert und mit einem entsprechenden Winkel auf die Fassade gerichtet.

Die genaue Leuchtauswahl wird anhand der Abbildung 22, Abbildung 24 und Abbildung 25 sowie Tabelle 3 erläutert und begründet.

Tabelle 3: Leuchtenauswahl mit LED

Bez.	Farbe Markierung	Artikelbild	Artikelnummer	Leuchtenbezeichnung	
1			33528.000	Kubus Bodenfluter mit LED 6,7W 435lm 3000K Warmweiß	[ERCO- Dat2012a]
2			34030.000	Grasshopper Scheinwerfer mit LED 13W 870lm 3000K Warmweiß	[ERCO- Dat2012b]
3			34256.000	Powercast Fluter mit LED 27W 1740lm 3000K Warmweiß	[ERCO- Dat2012c]
4			34294.000	Powercast Linsenwandfluter mit LED 40W 2610lm 3000K Warmweiß	[ERCO- Dat2012d]
5			34300.000	Powercast Linsenwandfluter mit LED 54W 3480lm 3000K Warmweiß	[ERCO- Dat2012e]
6			34400.000	Beamer Scheinwerfer mit Armatur und LED 20W 1305lm 3000K Warmweiß	[ERCO- Dat2012f]

Für die Südfassade dienen die Powercast Fluter mit 27 Watt LED für die Ausleuchtung der Zwischenräume der Strebepeiler (3 – hellblau). Hier ist der Wandabstand sehr gering und die Zwischenräume sind vergleichsweise schmal. Etwas breiter sind diese auf der Nordseite. Die Ausleuchtung erfolgt hier mit Linsenwandflutern (4 – hellgrün), die diesen breiteren Bereich abdecken können. Da der Abstand zur Fassade auch etwas größer ist, wird eine Leistung von 40 Watt für die LED verwendet. Die größte Leistung von 54 Watt für die LED wird für die Beleuchtung der Zwischenräume der Strebepeiler auf der Ostseite benötigt. Die Linsenwandfluter müssen hier mit nur einer Leuchte pro Wandabschnitt und bei einem noch etwas größeren Wandabstand eine größere Raumzone erhellen können.

Jeweils ein Fluter im Nordosten und einer im Südwesten (3 – hellblau) runden die Beleuchtung der Nord- und Südfassade dezent ab.

Im Bereich der Westfassade sind die Installationsmöglichkeiten für Leuchten eingeschränkt. Der Wandabstand ist gering und die zu erreichende Höhe wegen des Überganges zum Turm groß. Zwei Beamer Scheinwerfer (6 – dunkelblau) mit einer Leistung von jeweils 20 Watt setzen hier Akzente und umrahmen den Haupteingang. Der schlanke Lichtkegel passt sowohl zu der Einturmfassade als auch dem Übergang der breiteren Fassade zum schmalen Turm. Auch die Figuren befinden sich in diesem Bereich und können im Schein erahnt werden.

Zwei Kubus Bodenfluter (1 – rot) à 6,7 Watt LED dienen als Eingangsbeleuchtung für den Haupteingang. Diese sind etwa in vier Meter Höhe im Türbogen angedacht und beleuchten mit ihren breit strahlenden Lichtkegeln den gesamten Eingangsbereich sowie die oberen Stufen der Treppe. Die gleichen Leuchten werden auch für den Nordeingang verwendet. In diesem Fall können die Bodenfluter rechts und links der Tür den Eingangsbereich und die oberen Treppenstufen erhellen.

Ein anderes Prinzip der Eingangsbeleuchtung soll für die Südeingänge realisiert werden. Besonders ist hier die überdachte Form mit den typischen Spitzbögen und Figuren. Akzente werden durch die Anordnung dreier Grasshopper Scheinwerfer (2 – magenta) gesetzt. Zwei Scheinwerfer an der Rückseite der Säulen erhellen die Zonen der Fassade auf beiden Seiten der Türen. Direkt über der Tür wird ein weiterer Grasshopper Scheinwerfer eingeplant, der nach unten gerichtet ist. Mit dieser Anordnung können sowohl die typischen gotischen Formen und Figuren als auch der Eingangsbereich in Szene gesetzt werden.

Der Turm der Kirche als repräsentatives, weithin sichtbares Element, erfährt eine separate Planung. Abbildung 24 zeigt die Standorte der Leuchten, die auf dem Dach der Kirche und an der Fassade befestigt werden. Dort sind diese in die Dachaufsicht eingezeichnet. Ergänzend hierzu verdeutlicht Abbildung 25 die Ausrichtung der Leuchten und die Höhe der Installation.

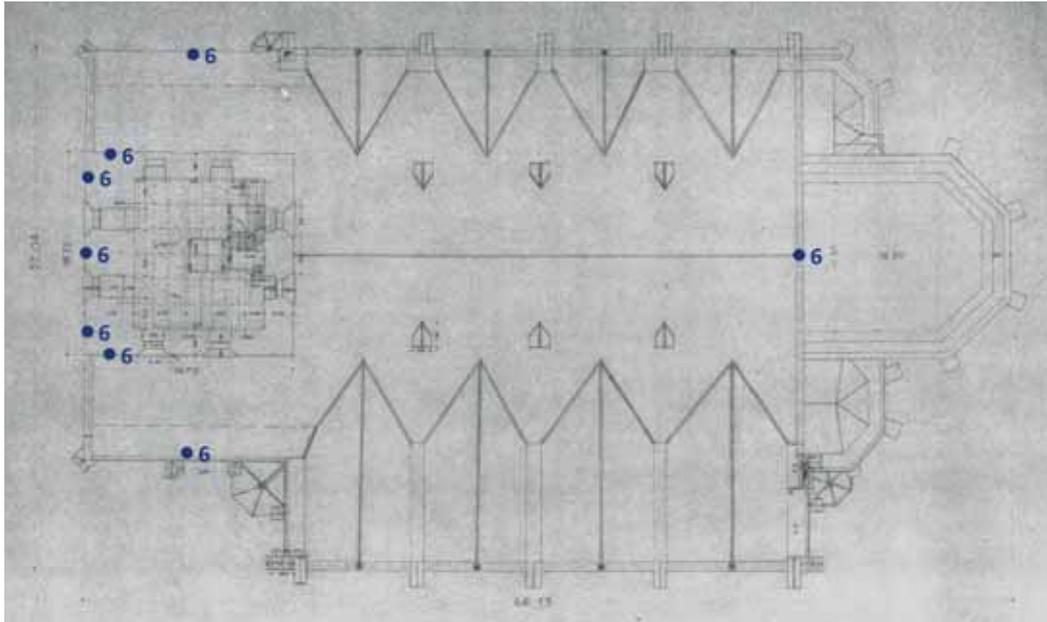


Abbildung 24: Übersicht Leuchtenstandorte der Turmbeleuchtung eingezeichnet in Dachaufsicht der St. Petri Kirche [KKHHOst2012] (eigene Abbildung)

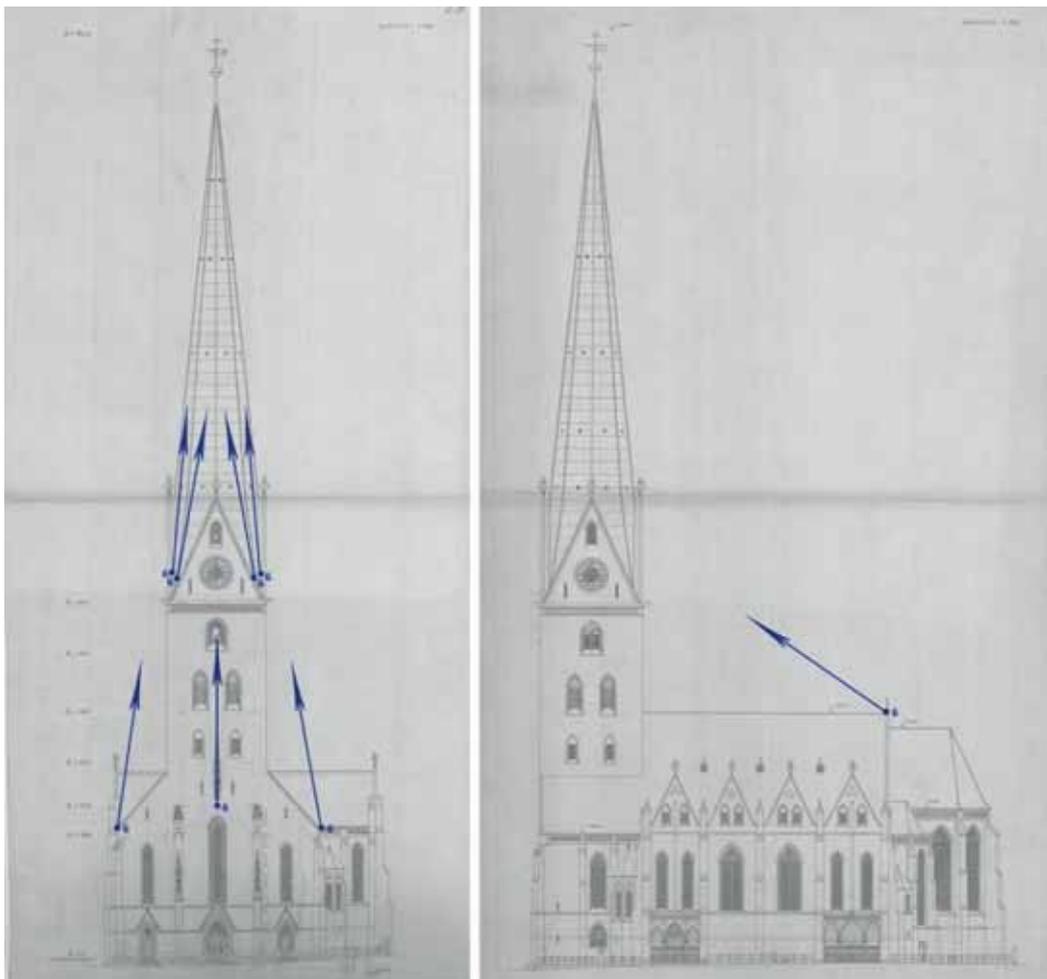


Abbildung 25: Übersicht der Leuchten Standorte und Ausrichtung der Turmbeleuchtung eingezeichnet in Westansicht (links) und Südansicht (rechts) der St. Petri Kirche [KKHHOst2012] (eigene Abbildung)

Für die Turmbeleuchtung werden ausschließlich die Beamer Scheinwerfer (6 – dunkelblau) verwendet, die auch schon bei der Beleuchtung der Westfassade eingeplant sind. Akzente sollen auf allen Turmseiten im Bereich der Turmuhr gesetzt werden. Die Leuchten hierfür werden an der Westfassade und auf dem Dach des Hauptschiffes platziert. Die gewünschte Reichweite kann bereits mit 20 Watt LED erreicht werden. Aus ästhetischer Sicht passen die schmalen Lichtkegel zu der schlanken Form des Turms. Zudem wird verhindert, dass das Licht an seinem Ziel vorbei in den Nachthimmel strahlt.

Eine weitere Beleuchtungsebene findet seine Befestigung am Turmhelm und konzentriert sich auf die Westseite, wo sich der Haupteingang befindet. Die schmalen Lichtkegel betonen die Form des Turmhelmes und zeigen in Richtung Turmspitze.

5.1.1 Lichttechnische Berechnung und Visualisierung

Mit einer Software wie DIALux lassen sich Beleuchtungen planen und visualisieren. Die 3D-Ansicht kann Strukturen und Gesamteindrücke vermitteln sowie die Einschätzung der Beleuchtungscharakteristika unterstützen.

Anhand der Vorplanung, wie sie mit Hilfe der Abbildung 22, Abbildung 24, Abbildung 25 und Tabelle 3 beschrieben wurde, erfolgt die Platzierung der Leuchten am 3D-Modell der St. Petri Kirche. Die Leuchtendaten werden aus dem Internet mit dem ERCO Plug-In in DIALux importiert und können direkt verwendet werden. Eine Ausrichtung der Leuchten erfolgt Schritt für Schritt mit ständiger Überprüfung der Lichtwirkung durch die Vorschau. Nach mehrmaligen Berechnungsdurchgängen und vereinzelt Änderungen kann das gewünschte Ergebnis erzielt werden.

Innerhalb der Planung werden die einzelnen Leuchten Leuchtengruppen und Steuergruppen zugeordnet. In diesem Projekt entsprechen die Namen der Leuchtengruppen denen der Steuergruppen und enthalten auch dieselben Leuchten. Die Gruppen orientieren sich an den Teilen der Kirche, die von den eingesetzten Leuchten angestrahlt werden: Fassade, Eingänge und Turm.

Die Abbildung 26 bis Abbildung 29 zeigen das Ergebnis des 3D-Renderings aus verschiedenen Perspektiven und geben einen Gesamteindruck der Beleuchtung wieder.

Insgesamt ist zu bemerken, dass die Darstellung des Gebäudes an sich schon nah an die Realität heranreicht, allerdings der Einfluss der Umgebungsbeleuchtung, das heißt Straßenbeleuchtungen und andere Gebäudebeleuchtungen nicht dargestellt werden. Vor allem im Bereich der Mönckebergstraße herrscht eine gewisse Grundhelligkeit, die im Folgenden nicht dargestellt ist.



Abbildung 26: Lichtszene aus DIALux mit LED Beleuchtung Ansicht West (links) und Ansicht Nordwest (rechts) (eigene Abbildung)

Abbildung 26 zeigt die Beleuchtung der Westfassade und des Haupteingangs. Im aktuellen Ist-Zustand werden lediglich der Kirchturm und Informationskästen beleuchtet. Nun werden Haupteingang, Fassade, Turm und Turmhelm individuell akzentuiert. Das warmweiße Licht setzt die einzelnen Bereiche in Szene. Die Formen der Fenster und der Strebpfeiler werden durch die schmalen Lichtkegel der Fassadenbeleuchtung aufgenommen. Auf der rechten Seite der Abbildung ist die Nordwestansicht abgebildet, die einen Eindruck aus der Sicht der Mönckebergstraße vermittelt. Die Beleuchtung der Nordfassade, die direkt an der Mönckebergstraße gelegen ist, ist gleichmäßig zwischen den Strebpfeilern platziert und umrahmt den separat beleuchteten Eingang.



Abbildung 27: Lichtszene aus DIALux mit LED Beleuchtung Ansicht Nord (eigene Abbildung)

Die Eingangsbeleuchtung kann zusätzlich die Treppe erhellen. Vom Dach der Kirche aus erhellt ein Strahler das Zentrum der Nordseite und ermöglicht das Ablesen der Kirchturmuhr. Auf dem Turmdach befinden sich Strahler, die zur Turmspitze gerichtet sind.

Die Rückseite der Kirche ist in Abbildung 28 links zu sehen und wird mit Flutern gleichmäßig im Bereich der Fenster angestrahlt. Vom Dach des Hauptschiffes aus, fällt ein Lichtkegel auf die Kirchturmuhr. So wird dieser Bereich akzentuiert und macht den Turm zu einem Blickfang.



Abbildung 28: Lichtszene aus DIALux mit LED Beleuchtung Ansicht Ost (links) und Ansicht Südwest (rechts) (eigene Abbildung)

Die rechte Seite der Abbildung zeigt das Gesamtbild aus Südwest.

Auf Abbildung 29 ist die Beleuchtung der Südfassade zu sehen. Die Zonen zwischen den Eingängen werden prinzipiell wie bei der Nordfassade mit je zwei Flutern abgedeckt. Die Eingänge selbst und deren überdachter Vorbereich mit Figuren und Spitzbögen sind einladend gestaltet und sowohl am Boden als auch in den Wandbereichen angestrahlt.

Der schmalere Bereich der Kirche (siehe Abbildung vorne links) bekommt nur eine dezente Beleuchtung durch einen Strahler, der auf den zentralen Erker gerichtet ist.

Die Turmbeleuchtung ist symmetrisch zu der auf der Nordseite und ermöglicht auch hier den Blick auf die Turmuhr.



Abbildung 29: Lichtszene aus DIALux mit LED Beleuchtung Ansicht Süd (eigene Abbildung)

Die lichttechnische Berechnung und die dazugehörige Visualisierung der Lichtszene zeigen, dass die vorher getroffene Leuchtenauswahl die erwünschte Lichtwirkung erzeugt. Die Anforderungen aus Abschnitt 3.5 und die geplante Lichtwirkung aus Abschnitt 5.1 anhand der Leuchtenangaben und geplanten Leistungen können erfüllt werden.

Zusätzlich zum 3D-Rendering kann eine Falschfarbendarstellung ausgegeben werden, die dazu dient, die Beleuchtungsstärken farblich darzustellen. Diese Funktion ermöglicht eine genauere Abschätzung anhand konkreter Werte. Vor allem im Bereich der Planung von Innenprojekten ist dies sinnvoll, da konkrete Anforderungen an die Beleuchtungsstärken für die unterschiedlichen Raumnutzungen und Raumzonen durch die DIN EN 12464-1 „Licht und Beleuchtung, Teil 1: Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen“ festgelegt sind.

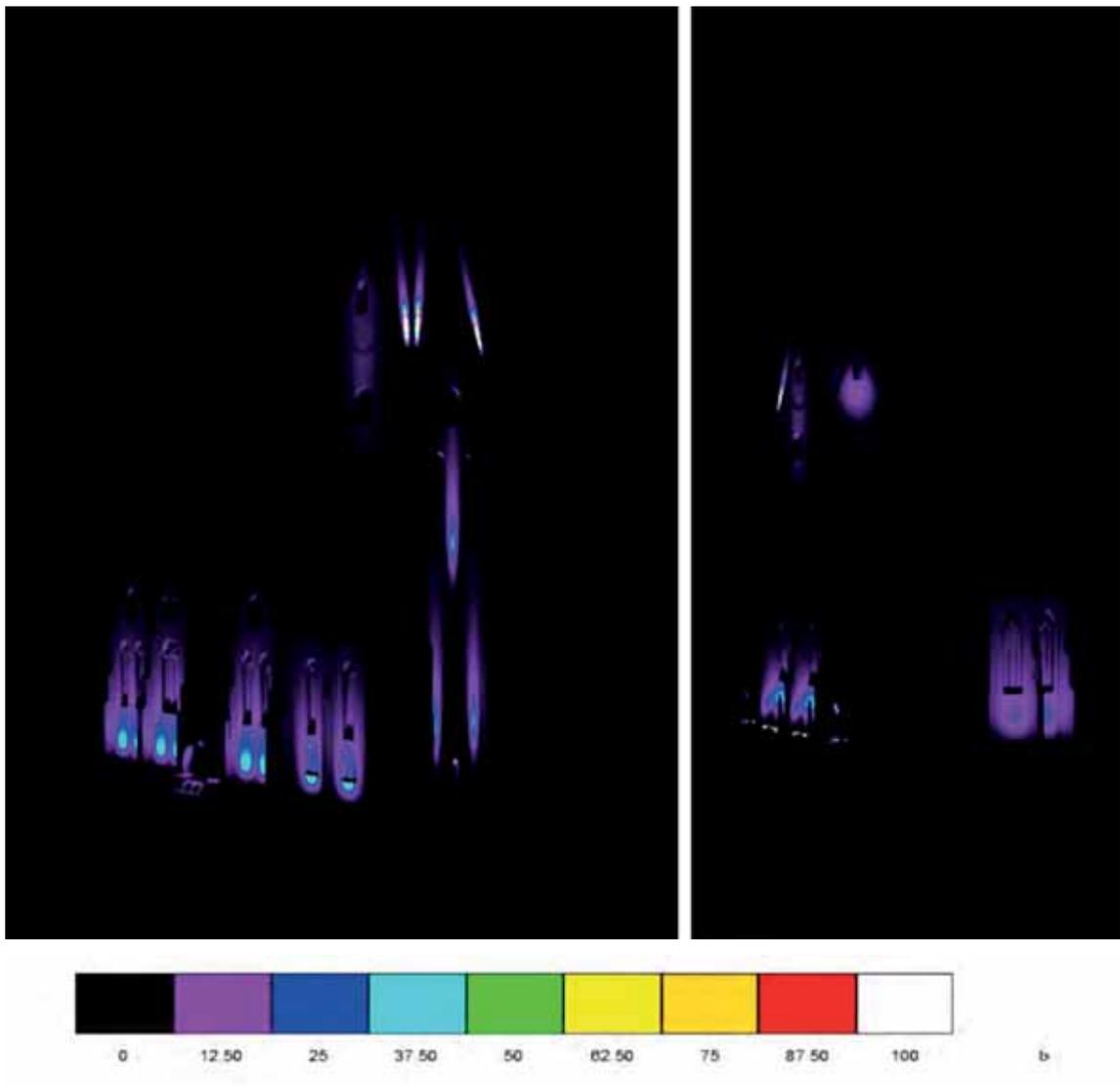


Abbildung 30: Falschfarbenrendering Ansicht Nordwest (links) und Ansicht Südost (rechts) mit farblich markierten Beleuchtungsstärken (eigene Abbildung)

Auf Abbildung 30 lassen sich die farblich markierten Beleuchtungsstärken ablesen. Für die Fassadenbeleuchtung ergeben sich Beleuchtungsstärken bis zu 50 lx, also 50 lm/m². Bei der Turmbeleuchtung werden punktuell mehr als 100 lx erreicht.

	E (lx)
Sonnenlicht	100000
bedeckter Himmel	10000
Arbeitsplatzbeleuchtung	1000
Verkehrszonenbeleuchtung	100
Straßenbeleuchtung	10
Mondlicht	1

Abbildung 31: Typische Beleuchtungsstärken E unter Tageslicht und künstlicher Beleuchtung [Ganslandt1992, S. 39]

Zum Vergleich zeigt Abbildung 31 typische Beleuchtungsstärken. 100 lx entsprechen einer Verkehrszonenbeleuchtung und werden bei der LED Variante lediglich durch die Strahler am Turm überschritten.

5.1.2 Kostenaufstellung

Die Leuchten mit LED Bestückung werden von ERCO mit integrierten LED Modulen ausgeliefert, die eine Lebensdauer von etwa 50.000 Stunden aufweisen. Wartungen fallen aufgrund dieser Langlebigkeit weg. In diesem Fall kann die gesamte Anlage etwa 20 Jahre lang betrieben werden, wenn man von einer Brenndauer von etwa 2.500 h/a ausgeht. Nach Ablauf dieser Betriebszeit müssten dann neue Leuchten eingesetzt werden, da ein Austausch der LED technisch unverhältnismäßig aufwändig und daher nicht sinnvoll ist.

Neben den Anschaffungskosten fallen also in der Betriebszeit lediglich laufende Kosten für Strom an. Diese Kosten richten sich nach der angeschlossenen Leistung und dem Strompreis, der aktuell bei 0,25 €/kWh liegt, tendenziell in den Folgejahren aber steigen wird.

Die einmaligen Anschaffungskosten werden anhand einer aktuellen Preisliste von ERCO zusammengestellt [ERCO2012a]. Laut Aussage des Ansprechpartners werden den Großhändlern auf diesen Listenpreis 30 % Rabatt gewährt und anschließend kommen für den Verkauf wieder vier bis acht Prozent hinzu [Fehrs-Otto2012d]. Mit diesen Faktoren errechnet sich der Kaufpreis für die gesamte Anlage.

In Tabelle 4 sind die Anschaffungskosten sowie die laufenden Kosten im ersten Jahr aufgelistet. Die Stromkosten belaufen sich auf 696,25 € im ersten Jahr, die Kosten für die Leuchten vom Großhändler betragen 33.951,20 €

Da die Strompreise in den nächsten Jahren tendenziell steigen, werden die laufenden Kosten dementsprechend höher ausfallen.

Tabelle 4: Kostenaufstellung Anschaffungskosten und laufende Kosten im ersten Betriebsjahr

Anzahl	Artikelbild	Artikelnummer	Bestückung LED	Leuchtenleistung	Brenndauer	Energiebedarf	Strompreis	Stromkosten	UVP ohne MwSt.	Preis im Handel ohne MwSt.
Stck			W	W	h/a	kWh/a	€/kWh	€/a	€/Stck	€/Stck
4		33528.000	6,7	8	2500	80	0,25	20	548,00	414,29
6		34030.000	13	16	2500	240	0,25	60	880,50	665,66
6		34256.000	27	33	2500	495	0,25	123,75	1.038,00	784,73
8		34294.000	40	46	2500	920	0,25	230	1.289,00	974,48
3		34300.000	54	60	2500	450	0,25	112,5	1.638,00	1.238,33
10		34400.000	20	24	2500	600	0,25	150	1.598,00	1.208,09

Gesamt Bestückung LED	948,8 W
Gesamt Leuchtenleistung	1114 W
Gesamt Energiebedarf	2.785 kWh/a
Gesamt Stromkosten	696,25 €/a
Gesamt Anschaffungskosten UVP	44.909,00 €
Gesamt Anschaffungskosten Handel	33.951,20 €

5.2 Anwendung und Anpassung der Lichtplanung für eine konventionelle Variante

Die Vergleichbarkeit der Varianten Beleuchtung mit LED und konventionelle Beleuchtung wird durch identische Leuchtenstandorte und Ausrichtungen sichergestellt. Ziel ist es mit einem konventionellen Leuchtmittel ein vergleichbares Lichtbild zu erreichen.

Die verwendeten Leuchten für die LED Variante werden von ERCO mit zwei weiteren Leuchtmitteln angeboten. Zur Wahl für eine konventionelle Variante stehen Niedervolt-Halogenlampen und Halogen-Metall dampflampen.

Niedervolt-Halogenlampen hätten den Vorteil, dass sie dimmbar sind und eine sehr gute Farbwiedergabe haben. Der Nachteil der Lebensdauer von nur etwa 3000 Stunden überwiegt jedoch in diesem Fall, denn ein nahezu jährlicher Austausch macht einen Einsatz des Leuchtmittels unwirtschaftlich. Die Wartung der Turmbeleuchtung wäre zudem sehr aufwändig.

Da die Leuchten sich im Freien befinden, ist bei der Wartung besonders darauf zu achten, dass die Leuchten wieder ordnungsgemäß verschlossen werden. Es könnten sonst leicht Feuchtigkeit und Schmutz eindringen, die die Leuchte beschädigen. Je häufiger die Leuchten geöffnet werden müssen, desto wahrscheinlicher werden solche technischen Defekte.

Für eine Anwendung von Halogen-Metall dampflampen (HIT) gilt ebenfalls dieser Umstand. Ein Leuchtmitteltausch muss hier nur etwa alle fünf Jahre erfolgen. Die Lebensdauer beträgt etwa 12.000-15.000 Stunden.

Für die Planung der Außenbeleuchtung der St. Petri Kirche wird im Folgenden die Halogen-Metall dampflampe als Leuchtmittel verwendet. Die Lebensdauer ist deutlich höher als bei den Niedervolt-Halogenlampen und sie haben sich im Außenbereich bewährt.

Um von der LED Variante ausgehend die passenden Leuchten mit Halogen-Metall dampflampen festzulegen, wurden Leuchtenwirkungsgrad und Lichtstärkeverteilung miteinander abgeglichen.

Halogen-Metall dampflampen haben in der Regel eine Farbtemperatur von 3000 K, wie auch unsere verwendeten LED. Das Licht der LED erscheint trotz gleicher Farbtemperatur in der Regel im Vergleich etwas satter, das der HIT blasser.

Mit Hilfe des Leuchten-Wirkungsgrades und der Lichtstärkeverteilungskurve der Leuchten und ihren Leuchtmitteln, können Strahler und Leistung festgelegt werden, die ein vergleichbares Lichtergebnis wie die LED-Leuchten erzielen.

Dazu kann die Leuchtenstückliste oder das Leuchtendatenblatt, die DIALux ausgibt, zu Hilfe genommen werden. Zusammen mit dem ERCO Katalog werden innerhalb der Produktfamilien die Werte abgeglichen.

Am Beispiel des Grasshopper Scheinwerfers, der für die Eingangsbeleuchtung verwendet wird, soll im Folgenden dieses Vorgehen gezeigt werden.

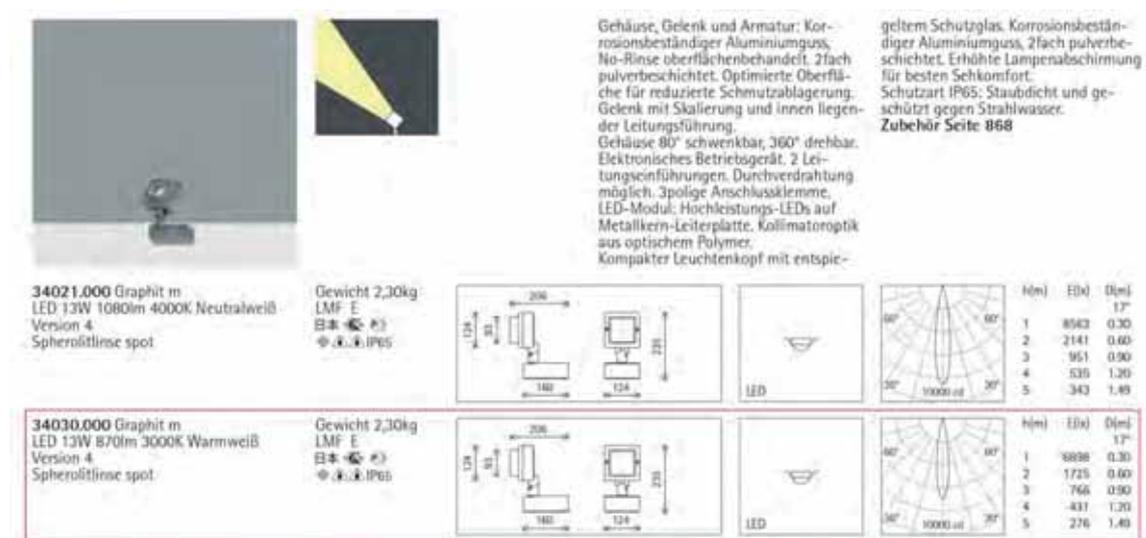


Abbildung 32: Ausschnitt aus ERCO Programm 2012 Grasshopper Scheinwerfer mit LED [ERCO2012c, S. 861]

Aus dem ERCO Katalog, Programm 2012 stammt die Abbildung 32. Rot umrahmt ist hier die verwendete Leuchte mit deren Eigenschaften. Es ist auch die Lichtstärkeverteilungskurve abgebildet. Nun wird anhand dieser Kurve und der Tatsache, dass 870 lm Lampen Lichtstrom angegeben sind, eine passende Leuchte für die konventionelle Variante im Katalog gesucht.

Die Grasshopper Scheinwerfer für Halogen-Metaldampflampen sind in Abbildung 33 dargestellt. Auf den ersten Blick ist bereits ersichtlich, dass nur eine der Lichtstärkeverteilungskurven dem Vorbild der LED ähnlich ist. Diese Leuchte ist auf der Abbildung rot umrandet. Sie ist die mit der geringsten verfügbaren Leistung (20 W). Zum Vergleich: die LED hat 13 Watt. Auch der angegebene Lichtstrom der LED ist deutlich kleiner.

Grasshopper Scheinwerfer für Halogen-Metaldampflampen



Gehäuse, Gelenk und Armatur; Korrosionsbeständiger Aluminiumguss, No-Rinse oberflächenbehandelt, 2fach pulverbeschichtet. Optimierte Oberfläche für reduzierte Schmutzablagerung. Gelenk mit Skalierung und innen liegender Leitungsführung. Gehäuse 80° schwenkbar, 360° drehbar. Elektronisches Betriebsgerät, 2 Leitungseinführungen. Durchverdrahtung möglich. 3polige Anschlussklemme. Reflektor: Aluminium, silber eloxiert, hochglänzend. Kompakter Leuchtenkopf mit Schutzglas. Korrosionsbeständiger Aluminium-

guss, 2fach pulverbeschichtet. Erhöhte Lampenabschirmung für besten Sehkombi. Schutzart IP65: Staubdicht und geschützt gegen Strahlwasser. **Zubehör Seite 888**

Modell	Gewicht 2,30kg LMF E IP65	Abmessungen (mm)	HT-TC-CE	Strahlungsdiagramm	h(m)	E(lx)	D(m)
34022.000 Graphit m EVG HIT-TC-CE 20W G8.5 1800lm Spherolitreflektor spot				1	10040	0.24	15°
2				2512	0.53		
3				1117	0.79		
4				428	1.05		
5				402	1.32		
34023.000 Graphit m EVG HIT-TC-CE 20W G8.5 1800lm Spherolitreflektor flood							1
2	695	1.11					
3	309	1.66					
4	174	2.22					
5	111	2.77					
34024.000 Graphit m EVG HIT-TC-CE 20W G8.5 1800lm Spherolitreflektor wide flood							1
2				364	1.66		
3				162	2.40		
4				91	3.31		
5				58	4.14		
34025.000 Graphit m EVG HIT-TC-CE 35W G8.5 3900lm Spherolitreflektor spot							1
2	4666	0.56					
3	2074	0.84					
4	1167	1.12					
5	747	1.41					
34026.000 Graphit m EVG HIT-TC-CE 35W G8.5 3900lm Spherolitreflektor flood							1
2				1592	1.11		
3				708	1.66		
4				398	2.22		
5				255	2.77		
34027.000 Graphit m EVG HIT-TC-CE 35W G8.5 3900lm Spherolitreflektor wide flood							1
2	807	1.70					
3	354	2.55					
4	200	3.40					
5	138	4.24					

Abbildung 33: Ausschnitt aus ERCO Programm 2012 Grasshopper Scheinwerfer für Halogen-Metaldampflampen [ERCO2012c, S. 865]

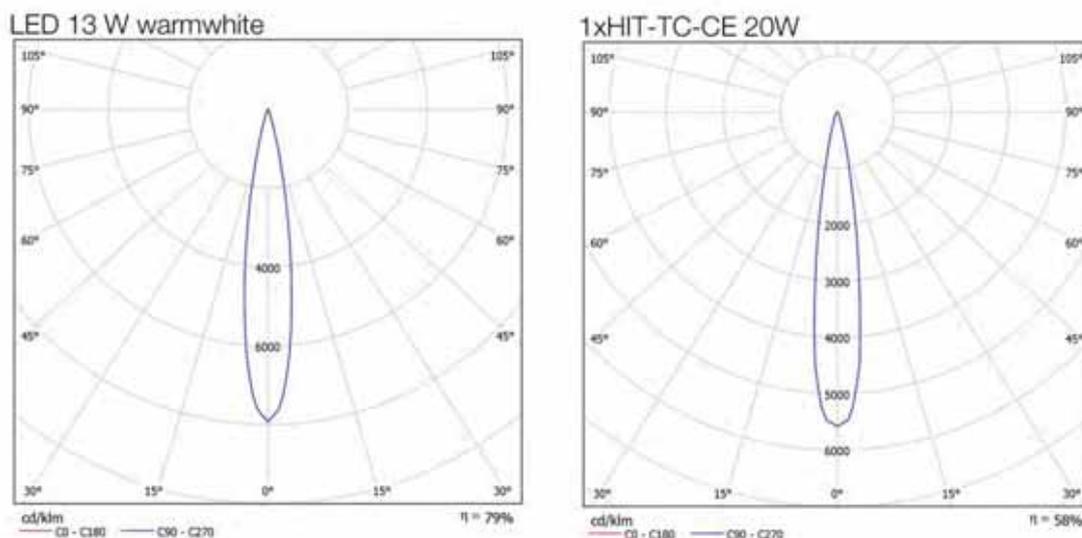


Abbildung 34: Ausschnitt aus Leuchtendatenblättern (DIALux) - Lichtstärkeverteilungskurven des Grasshopper Scheinwerfers mit 13 W LED (links) und mit Halogen-Metaldampflampe 20 W (rechts)

Die Lichtstärkeverteilungskurven sind noch einmal in Abbildung 34 gegenübergestellt. Hier ist jeweils unten rechts auch der Wirkungsgrad der Leuchte abgedruckt, der das Verhältnis des Lichtstroms der Lampe und der Leuchte angibt. Für die LED-Variante beträgt dieser Wirkungsgrad 79 %, im Gegensatz zur konventionellen Variante mit 58 %. Die LED ist aufgrund geringerer Verluste im System effizienter als die konventionelle Variante. Bei dieser sind einige Verluste im Bereich des Reflektors durch die Glasscheibe und durch Licht zu verzeichnen, das in Richtung der Fassung abgestrahlt wird (siehe Abbildung 35).

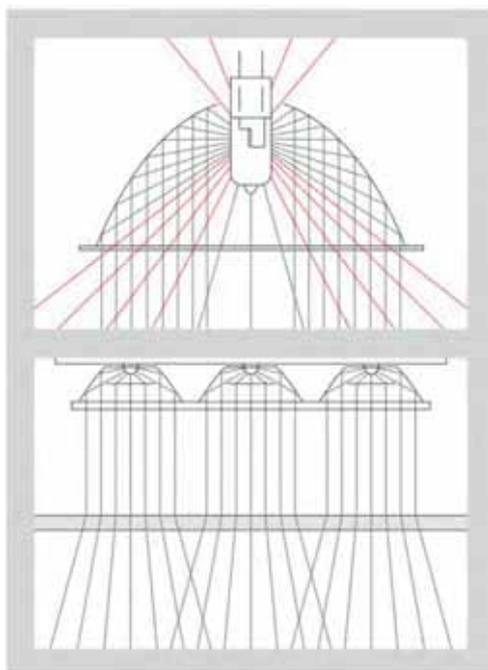
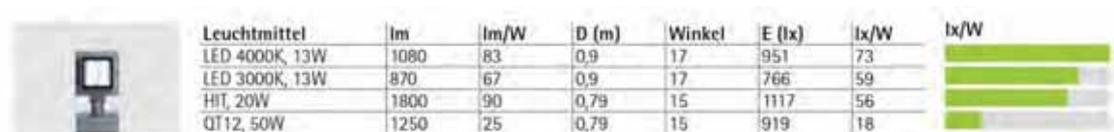


Abbildung 35: Verluste bei der Lichtlenkung durch Streulicht oder zur Fassung abgestrahltes Licht (rot eingezeichnet) bei Reflexion mit herkömmlichen Punktlichtquellen (oben) und Projektion mit LEDs (unten) [ERCO2012b, S. 9]



Leuchtmittel	lm	lm/W	D (m)	Winkel	E (lx)	lx/W	lx/W
LED 4000K, 13W	1080	83	0,9	17	951	73	
LED 3000K, 13W	870	67	0,9	17	766	59	
HIT, 20W	1800	90	0,79	15	1117	56	
QT12, 50W	1250	25	0,79	15	919	18	

Abbildung 36: Vergleich verschiedener Leuchtmittel mit festgelegtem Ausstrahlungswinkel und Abstand zum Objekt [ERCO2012b, S. 27]

Ein Vergleich der Leuchtmittel mit gleichen Testkriterien in Abbildung 36 zeigt, dass die Effizienz der warmweißen LED mit 59 lx/W etwas besser ist als die der HIT mit 56 lx/W. Bei einem Einsatz einer LED wird also eine geringere Leistung benötigt, um die gleiche Helligkeit zu erzielen.

Aufgrund der höheren Leistung und des damit höheren Lumen-Wertes, ist die Lichtstärke bei der HIT mit 1117 lx zu 766 lx bei der LED höher.

Für jede Leuchte kann wie oben beschrieben vorgefahren werden, um ein vergleichbares Lichtbild von LED und konventioneller Beleuchtung zu erreichen. Eine eins zu eins Umsetzung lässt sich nicht realisieren, ist aber auch nicht Ziel dieser Betrachtung.

Insgesamt wird das Licht der konventionellen Variante heller sein. Die Unterschiede sind jedoch marginal, sodass die konzeptionelle Idee eines harmonischen Beleuchtungskonzepts auch mit diesem Leuchtmittel umsetzbar und eine Vergleichbarkeit gegeben ist.

5.3 Variante konventionelle Beleuchtung

Grundlage für die Lichtplanung der konventionellen Beleuchtungsvariante ist die in 5.1 beschriebene Auswahl der Leuchten an den festgelegten Standorten (Abbildung 37, Abbildung 38 und Abbildung 39).

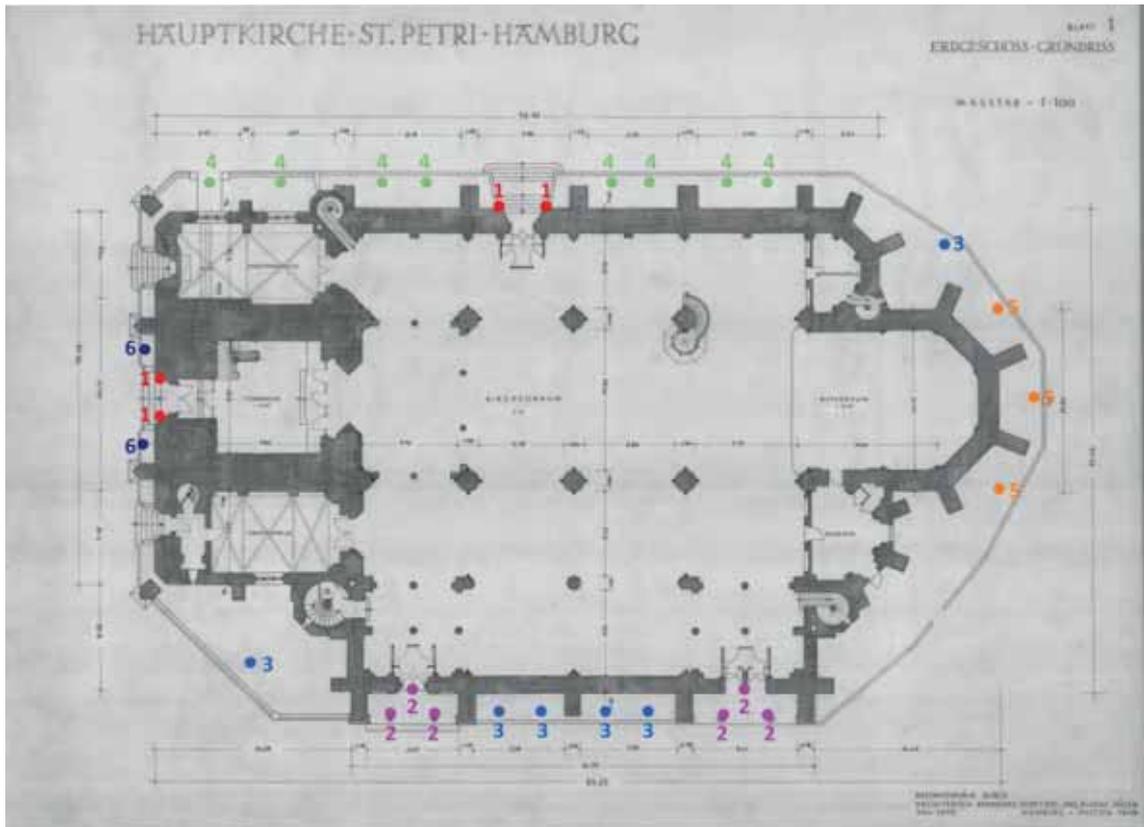


Abbildung 37: Standorte der Leuchten für die Fassaden- und Eingangsbeleuchtung eingezeichnet in einen Grundriss der St. Petri Kirche [KKHHOst2012] (eigene Abbildung)

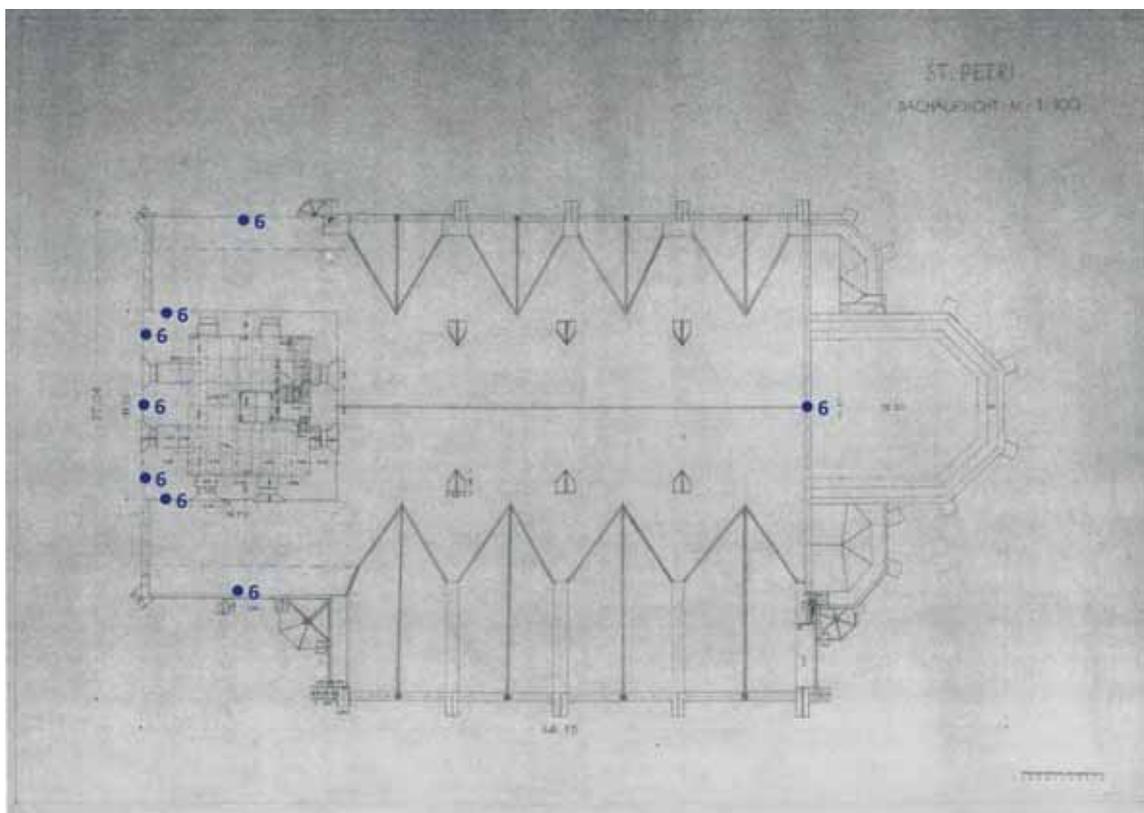


Abbildung 38: Standorte der Leuchten für die Turmbeleuchtung eingezeichnet in die Dachansicht der Kirche [KKHHOst2012] (eigene Abbildung)

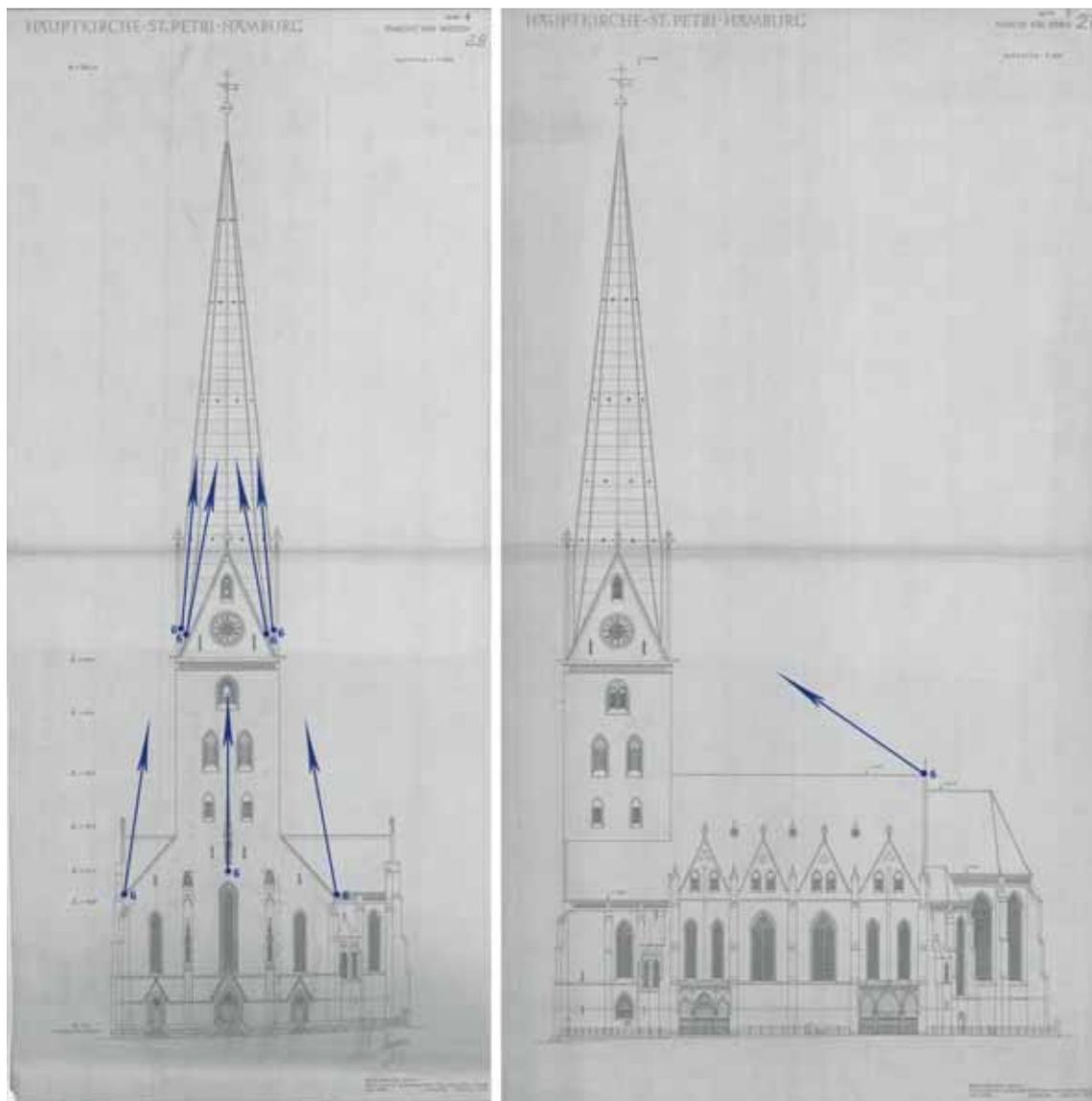


Abbildung 39: Lage und Ausrichtung der Leuchten für die Turmbeleuchtung eingezeichnet in die Westansicht (links) und die Südansicht (rechts) der Kirche [KKHHOst2012] (eigene Abbildung)

Die Leuchtauswahl ist in Tabelle 5 aufgelistet. Für die Vergleichbarkeit werden die Farbmarkierung und die Nummerierung von der LED-Variante übernommen.

Tabelle 5: Eingesetzte Leuchten für die Variante konventionelle Beleuchtung

Bez.	Farbe Markierung	Artikelbild	Artikelnummer	Leuchtenbezeichnung	
1			33519.000	Kubus Bodenfluter mit HIT-TC-CE 20W 1800 lm	[ERCO-Dat2012g]
2			34022.000	Grasshopper Scheinwerfer mit HIT-TC-CE 20W 1800 lm und Spherolitreflektor spot	[ERCO-Dat2012h]
3			34213.000	Powercast Fluter mit HIT-CE 35W 3300 lm	[ERCO-Dat2012i]
4			34217.000	Powercast Linse wandfluter mit HIT-CE 70W 6600 lm und Spherolitreflektor washlight	[ERCO-Dat2012j]
5			34217.000	Powercast Linse wandfluter mit HIT-CE 70W 6600 lm und Spherolitreflektor washlight	[ERCO-Dat2012j]
6			34055.000	Beamer Scheinwerfer mit HIT-CE 35W 3300 lm und Spotreflektor	[ERCO-Dat2012k]

Die Erwartung an die lichttechnische Berechnung und die Visualisierung sind ein Lichtbild, das bis auf einige charakteristische Abweichungen zur LED Variante, dem in Abschnitt 5.1.1 entspricht.

5.3.1 Lichttechnische Berechnung und Visualisierung

Für die konventionelle Außenbeleuchtung wird das 3D-Modell der Kirche mit den Leuchten aus Tabelle 5 bestückt. Die Position und Rotation einer Leuchte kann aus der LED-Variante übernommen werden. Ablesen lassen sich diese Daten aus dem DIALux Bericht. Die Leuchten- und Steuergruppen entsprechen ebenfalls denen der Planung mit LED. Die Abbildung 40 bis Abbildung 43 zeigen das Ergebnis des 3D-Renderings aus verschiedenen Perspektiven und geben einen Gesamteindruck der Beleuchtung.

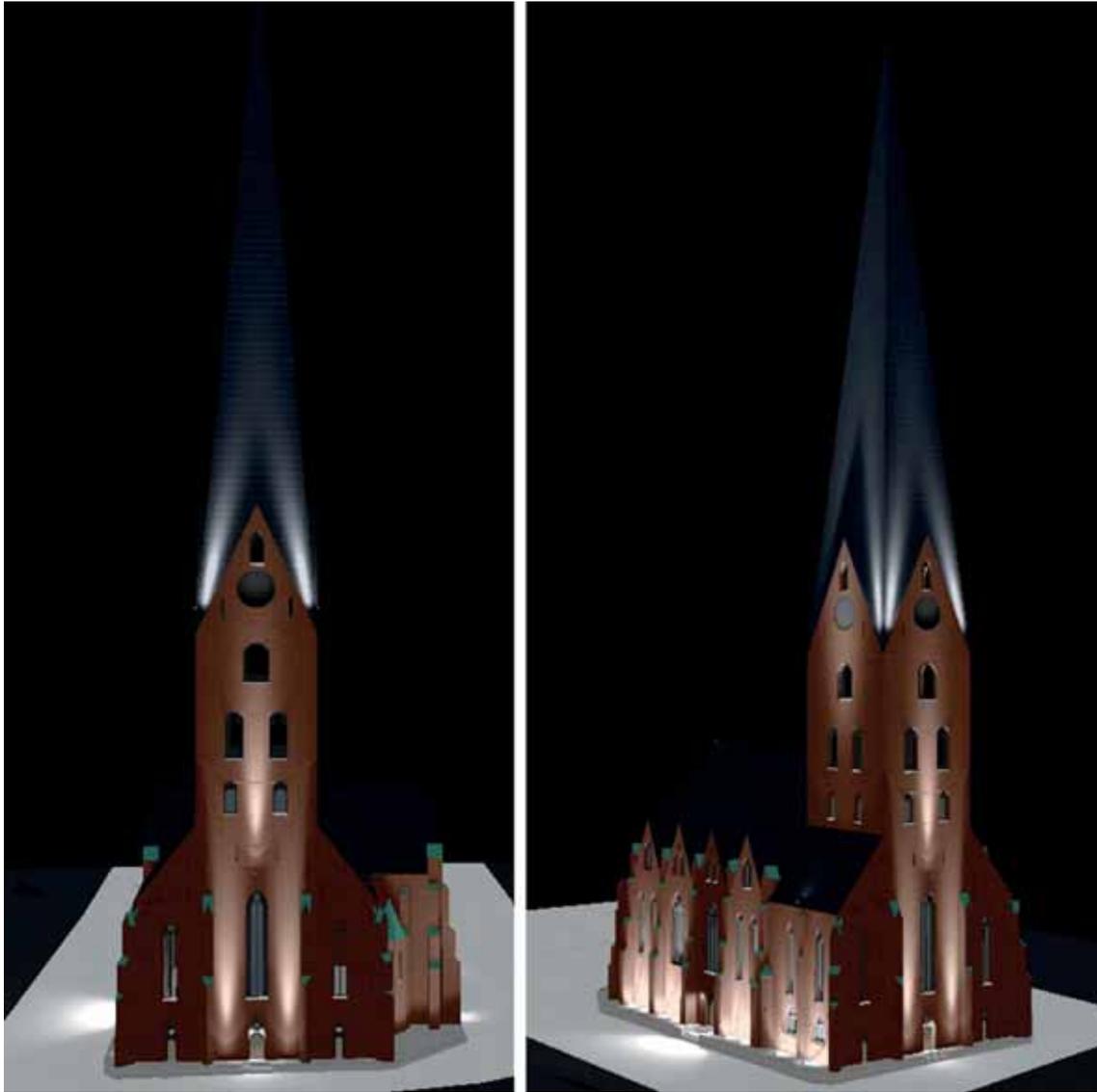


Abbildung 40: Lichtszene aus DIALux mit konventioneller Beleuchtung Ansicht West (links) und Ansicht Nordwest (rechts) (eigene Abbildung)



Abbildung 41: Lichtszene aus DIALux mit konventioneller Beleuchtung Ansicht Nord eigene Abbildung



Abbildung 42: Lichtszene aus DIALux mit konventioneller Beleuchtung Ansicht Ost (links) und Ansicht Südwest (rechts) (eigene Abbildung)



Abbildung 43: Lichtszene aus DIALux mit konventioneller Beleuchtung Ansicht Süd

Die erzeugten Ansichten bestätigen die Erwartung, dass die konventionelle Beleuchtungsvariante vom Lichtbild der LED-Variante im Allgemeinen entspricht. Im Detail gibt es Unterschiede aufgrund der leuchtmittelspezifischen Eigenschaften des erzeugten Lichtes sowie der Lichtstärke.

Die Beleuchtungsstärke ist in der Abbildung 44 ablesbar. Sowohl für die Fassadenbeleuchtung als auch bei der Turmbeleuchtung werden teilweise mehr als 100 lx erreicht.

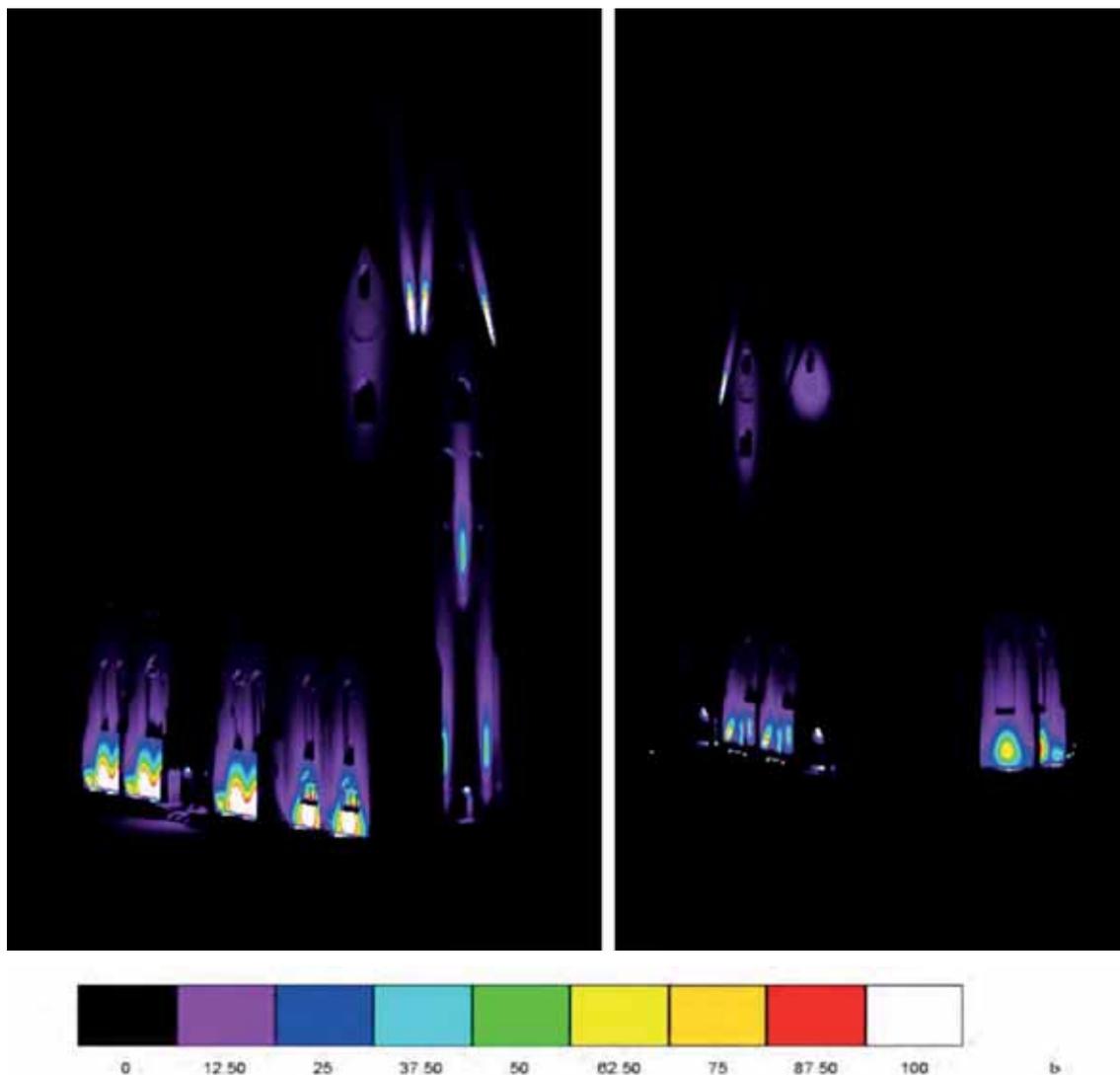


Abbildung 44: Falschfarbenrendering Ansicht Nordwest (links) Ansicht Südost (rechts) mit farblich markierten Beleuchtungsstärken

5.3.2 Kostenaufstellung

Die Kosten für die Außenbeleuchtung mit der konventionellen Variante setzen sich aus den Anschaffungskosten für die Leuchten, die Leuchtmittel und den Stromkosten zusammen. Die Anschaffungskosten für die Leuchten richten sich wie auch bei den LED nach der unverbindlichen Preisempfehlung (UVP) aus der ERCO Preisliste [Fehrs-Otto2012d] mit den 30 % Nachlass für Großhändler und den acht Prozent Aufschlag im Verkauf [Fehrs-Otto2012d]. Für die Leuchtmittel wird die UVP des Herstellers OSRAM herangezogen [OSRAM2012a]. Da die Nennlebensdauer für die passenden Leuchtmittel 12.000 Stunden beträgt, wird bei einer Brenndauer von 2.500 Stunden pro Jahr alle 4,8 Jahre ein Austausch der Leuchtmittel fällig. Die Kosten hierfür werden für die Fassadenbeleuchtung mit zehn Euro pro Leuchte und für die Turmbeleuchtung mit 50 Euro pro Leuchte angenommen. Die Wartung im Bereich des Turmes ist aufgrund der schweren

Erreichbarkeit sehr aufwändig und muss mit speziellem Gerät durchgeführt werden, um die hoch gelegenen Leuchtenstandorte erreichen zu können.

In Tabelle 6 sind die Anschaffungskosten für die Beleuchtung und die Stromkosten im ersten Betriebsjahr aufgeführt. Die angesprochenen Wartungskosten werden in einem direkten Kostenvergleich der beiden Beleuchtungsvarianten in Kapitel 6 einbezogen.

Tabelle 6: Aufstellung Anschaffungskosten und laufende Kosten im ersten Jahr für die konventionelle Außenbeleuchtung

Anzahl Stck	Artikelbild	Artikelnummer	Bestückung HIT-TC-CE		Leuchtenleistung W	Brenndauer h/a	Energiebedarf kWh/a	Strompreis €/kWh	Stromkosten €/a	UVP ohne MwSt. €/Stck	Preis im Handel ohne MwSt. €/Stck	Preis Leuchtmittel UVP des Herstellers ohne MwSt. €/Stck
			W	W								
4		33519.000	20	24	2500	240	0,25	60	548,10	414,36	40,00	
6		34022.000	20	24	2500	360	0,25	90	585,40	442,56	40,00	
6		34213.000	35	48	2500	720	0,25	180	679,20	513,48	40,00	
11		34217.000	70	48	2500	1320	0,25	330	657,40	496,99	40,00	
10		34055.000	35	88	2500	2200	0,25	550	775,70	586,43	40,00	

Gesamt Bestückung HIT-TC-CE	1530 W
Gesamt Leuchtenleistung	1936 W
Gesamt Energiebedarf	4.840 kWh/a
Gesamt Stromkosten	1.210,00 €/a
Gesamt Anschaffungskosten UVP	24.768,40 €
Gesamt Anschaffungskosten Handel	18.724,91 €
Gesamt Anschaffungskosten Leuchtmittel	1480,00 €

Die Gesamtanlagenkosten inklusive Leuchtmittel betragen 20.204,91 €. Die Stromkosten im ersten Jahr belaufen sich auf 1.210,00 €

6 Vergleich Beleuchtung mit LED und konventionelle Beleuchtung

Im direkten Vergleich der Beleuchtungsvarianten für die St. Petri Kirche ergeben sich technisch, wirtschaftlich und visuell einige Unterschiede, die im Folgenden betrachtet werden.

6.1 Vergleich technische Eigenschaften der unterschiedlichen Leuchtmittel

Technisch gesehen ist eine eins zu eins Umsetzung aufgrund der leuchtmittelspezifischen Eigenschaften schwierig. Für die Verwendung von LED und HIT sind jedoch die Voraussetzungen, wie in Abbildung 45 erkennbar, ähnlich.

	LED ww	LED nw	LED varychrome	QT	HIT	TC / T
Lampenleistung P (W)	2,2-54	2,2-54	12-30	20-100	20-400	9-55
Lichtstrom (lm)	145-3480	180-4320	375-870	320-2200	1800-35000	600-4800
Lichtausbeute max. (lm/W)	64	80	38	22	111	94
Lichtfarbe	ww	nw	verschieden	ww	ww, nw	ww, nw, tw
Farbtemperatur T (K)	3000	4000	1700-10000	3000	3000-4200	2700-6500
Farbwiedergabestufe	1b	1b	1b	1a	1b	1b
Farbwiedergabeindex R _a	90	80	90	100	81-90	80-89
Lebensdauer t (h)	50000	50000	50000	2000-4000	5000-15000	12000-20000
Dimmverhalten	+	+	+	+	-	+
Brillanz	+	+	+	+	+	-
Anlaufverhalten	+	+	+	+	-	+

Abbildung 45: Leuchtmittel und ihre Eigenschaften im Vergleich [ERCO2012b, S. 24]

Die Dimensionen der verfügbaren Lampenleistung und des Lichtstromes unterscheiden sich zwar, bieten aber auch eine Schnittmenge, die für das Vorhaben der Beleuchtung der St. Petri Kirche geeignet ist. Die LED ist aufgrund der verwendeten Technik deutlich effizienter und kommt so mit geringerer Leistung auf ähnliche Helligkeitswerte wie die HIT. Die Farbtemperatur der warmweißen LED mit 3000 K ist auch mit HIT möglich. Die ausgesuchten Leuchtmittel weisen diese Lichtfarbe auf. Trotzdem kann es zu Abweichungen kommen, denn die LED hat eine etwas andere Farbdarstellung als die HIT. Ihr Licht wirkt satter, das der HIT blasser. Noch vor einigen Jahren gab es wenige LED, die warmweißes Licht erzeugen konnten. Heute sind LEDs in allen Farbvarianten und Weißtönen im Handel verfügbar, was auch aus Abbildung 46 deutlich wird.

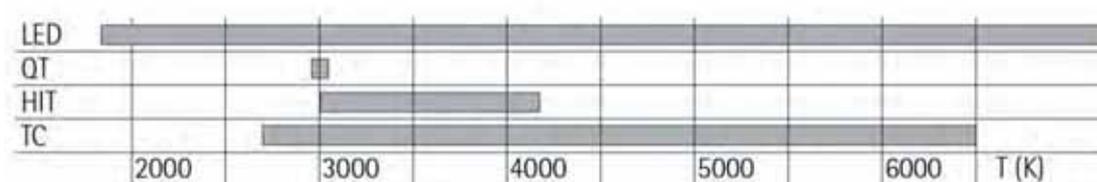


Abbildung 46: Verfügare Farbtemperaturen der einzelnen Leuchtmittel [ERCO2012b, S.25]

Die Farbwiedergabestufe und der Farbwiedergabeindex erreichen vergleichbare, sehr gute Werte (Abbildung 47).

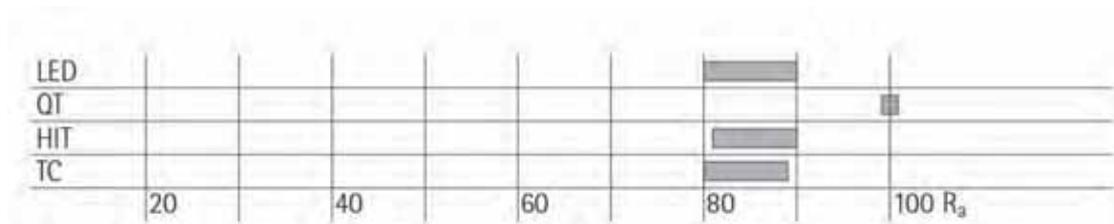


Abbildung 47: Der Farbwiedergabeindex der unterschiedlichen Leuchtstoffmittel im Vergleich [ERCO2012b, S.25]

Aktuell ist die LED mit ihren 50.000 Stunden Lebensdauer (Abbildung 48) herausragend. Die HIT erreicht nur 5.000-15.000 Stunden.

Natürlich kann es immer wieder Ausnahmen geben, indem schon vor Ablauf der mittleren Lebensdauer Lampen ausfallen oder auch deutlich länger brennen, als vom Hersteller angegeben. Im Falle der LED ist die Lebensdauer noch nicht ausreichend in der Praxis erprobt, da die LED noch nicht so lange in der Form verfügbar sind. In den Berechnungen dieser Arbeit werden die Herstellerangaben zu Grunde gelegt.

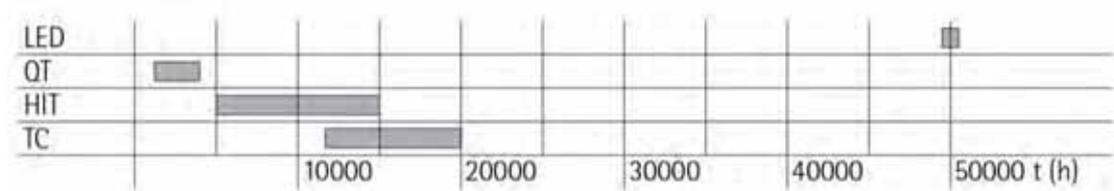


Abbildung 48: Lebensdauer der Leuchtstoffmittel in der Übersicht [ERCO2012b, S.25]

Die Leuchten mit LED müssen, wenn sie nicht mehr funktionieren, komplett ausgetauscht werden, was natürlich ein hoher finanzieller Aufwand ist. Die HIT Leuchten benötigen im Gegenzug einen regelmäßigen Leuchtstoffmitteltausch. Bei unsachgemäßer Wartung kann es zu Schäden an den Leuchten kommen, was zusätzliche Kosten verursachen würde.

Setzt man LED ein, so hat man viele Jahre (in diesem Fall bis zu 20 Jahre) keine Arbeit mit der Außenbeleuchtung.

Die LED sind im Gegensatz zu den HIT dimmbar, was in dieser Anwendung nicht eingeplant wurde.

Ein Nachteil der HIT ist noch das Anlaufverhalten. Erst nach etwa fünf Minuten sind 50 % der Lichtleistung der HIT erreicht. Fällt einmal der Strom aus oder die Leuchte im warmen Zustand ausgeschaltet wird, so kann sie nicht direkt wieder eingeschaltet werden. Erst nachdem sie abgekühlt ist, ist sie wieder funktionsfähig. Diesen Umstand gibt es bei der LED nicht.

Tabelle 7 gibt einen Überblick über die technischen Eigenschaften der beiden Beleuchtungsvarianten.

Vergleich Beleuchtung mit LED und konventionelle Beleuchtung

Tabelle 7: Technische Eigenschaften der Beleuchtung mit LED und der konventionellen Beleuchtung im Vergleich

Gesamt	Beleuchtung mit LED										konventionelle Beleuchtung										
	Anzahl	Artikelbild	Artikelnummer	Bestückung LED	Leuchtenleistung	Brenndauer	Energiebedarf	Lichtstrom (Lampe)	Lichtstrom (Leuchte)	Wirkungsgrad η	Anzahl	Artikelbild	Artikelnummer	Bestückung HIT-TC-CE	Leuchtenleistung	Brenndauer	Energiebedarf	Lichtstrom (Lampe)	Lichtstrom (Leuchte)	Wirkungsgrad η	
37	4		33528.000	6,7	8	2500	80	435	284	65,29	4		33519.000	20	24	2500	240	1800	788	43,78	
	6		34030.000	13	16	2500	240	870	689	79,20	6		34022.000	20	24	2500	360	1800	1043	57,94	
	6		34256.000	27	33	2500	495	1740	1310	75,29	6		34213.000	35	48	2500	720	3300	2429	73,61	
	8		34294.000	40	46	2500	920	2610	1832	70,19	11		34217.000	70	48	2500	1320	6600	4447	67,38	
	3		34300.000	54	60	2500	450	3480	2478	71,21											
	10		34400.000	20	24	2500	600	1905	913	69,96	10		34055.000	35	88	2500	2200	3300	1581	47,91	
Gesamt	37			948,80	1.114		2.785	61.770	44.350		37			1.530	1.936		4.840	143.400	88.711		

Die LED benötigen generell weniger Leistung als die konventionellen Leuchten und haben einen besseren Wirkungsgrad. Der erreichte Lichtstrom bei den HIT ist höher, bei höherer Leistung.

Insgesamt ergibt sich ein Energiebedarf von 2.785 kWh/a für die LED-Variante, 4.840 kWh/a für die konventionelle Beleuchtung. Der aufsummierte Lichtstrom (Leuchte) ist für die konventionelle Variante mit 88.711 lm mehr als doppelt so hoch wie der der LED mit 44.350 lm.

6.2 Vergleich Lichtwirkung der umgesetzten Lichtplanungen

Vergleicht man das 3D-Rendering aus DIALux und die gezeigte Lichtwirkung der beiden Beleuchtungsvarianten, so sind Unterschiede im Detail zu erkennen. Die Abbildung 49 bis Abbildung 51 zeigen diesen direkten Vergleich für die vier Ansichten.

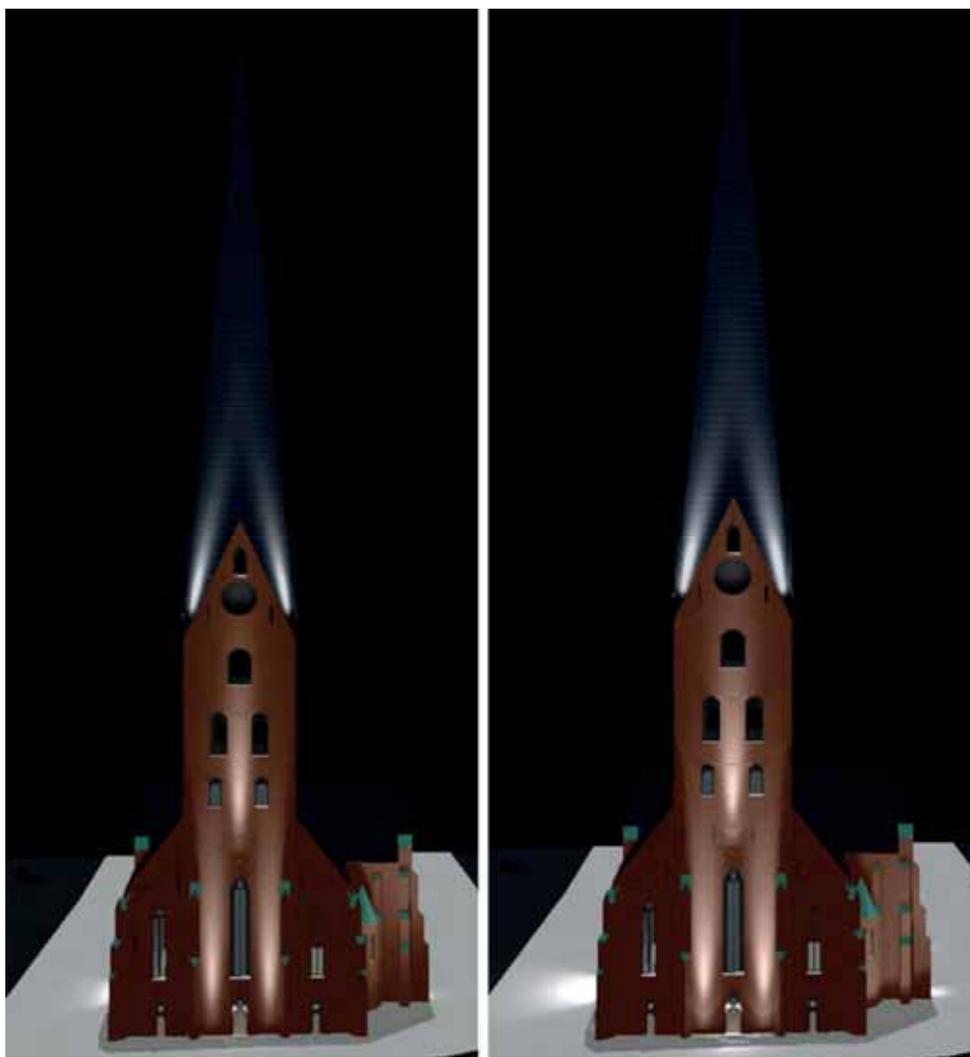


Abbildung 49: Direkter Vergleich der berechneten Lichtwirkung Ansicht West - LED links und konventionell rechts (eigene Abbildung)

Generell ist die Beleuchtung mit HIT heller. Dies zeigt sich auch in einem direkten Vergleich der Beleuchtungsstärken, die in den Kapiteln 5.1.1 und 5.3.1 aus den Abbildung 30 und Abbildung 44 hervorgehen. Es lässt sich in den folgenden Abbildungen erkennen, was bekannt war: der Streulichtanteil ist größer als bei den LED und das Warmweiße Licht wirkt minimal blasser. Wahrscheinlich aufgrund der unterschiedlichen Lichtrichtungstechnik, hat der Lichtkegel eine etwas andere Form und zeichnet sich wegen der größeren Helligkeit auch deutlicher ab.

Diese Unterschiede gelten für alle Leuchten und treten je nach Ansicht deutlicher oder kaum zu Tage. Je weiter die Leuchte vom Objekt entfernt ist, desto geringer ist der sichtbare Unterschied in Form und Helligkeit.



Abbildung 50: Direkter Vergleich der berechneten Lichtwirkung Ansicht Nord - LED links und konventionell rechts (eigene Abbildung)



Abbildung 51: Direkter Vergleich der berechneten Lichtwirkung Ansicht Süd - LED links und konventionell rechts (eigene Abbildung)



Abbildung 52: Direkter Vergleich der berechneten Lichtwirkung Ansicht Ost - LED links und konventionell rechts (eigene Abbildung)

Insgesamt handelt es sich für beide Varianten um stimmige Lichtkonzepte, die mit den unterschiedlichen Leuchtmitteln sehr gut umsetzbar sind. Natürlich kann eine Probeinstallation weitere Erkenntnisse im Bereich der Lichtwirkung bringen und sollte vor einer Umsetzung durchgeführt werden.

6.3 Kostenvergleich Beleuchtung mit LED und konventionelle Beleuchtung

Neben den oben formulierten Unterschieden aus technischer und ästhetischer Sicht, spielt natürlich die wirtschaftliche Betrachtung eine große Rolle.

In Tabelle 8 sind die aufsummierten Jahreskosten im Zeitraum von 20 Jahren (entspricht der Lebensdauer der LED mit 50.000 Stunden) der beiden Beleuchtungsvarianten gegenübergestellt. Die Kosten für die Installation der Anlagen würden sich nicht unterscheiden und tauchen nicht in der Kostenaufstellung auf.

Die Kosten für die Leuchten und Leuchtmittel stammen aus den Katalogen der Hersteller und wurden auch in den entsprechenden Kapiteln bereits aufgeführt. Die Wartungskosten werden angenommen und richten sich nach Lage und Erreichbarkeit der Leuchten. Entsprechend der Lebensdauer der Lampen ergibt sich ein Wartungsintervall von 4,8 Jahren für die HIT-Leuchten. Die Stromkosten richten sich nach dem aktuellen Strompreis von 0,25 €/kWh und einer Teuerungsrate von 5,4 %, die sich als Durchschnittswert aus der Preissteigerung der letzten drei Jahre ergibt [vgl. BMWi2012b].

Vergleich Beleuchtung mit LED und konventionelle Beleuchtung

Tabelle 8: Investitionskostenvergleich Beleuchtung mit LED und konventionelle Beleuchtung

a	Beleuchtung mit LED						konventionelle Beleuchtung						Differenz Kosten Beleuchtung mit LED und konventionelle Beleuchtung
	€	€	€	€	%	€	€	€	€	%	€		
0	33.961,20	0,00	0,00	696,25	5,40	34.647,45	18.724,91	1.480,00	0,00	1.210,00	5,40	21.414,91	13.232,54
1	0,00	0,00	0,00	733,85	5,40	35.381,30	0,00	0,00	0,00	1.275,34	5,40	22.690,25	12.691,05
2	0,00	0,00	0,00	773,48	5,40	36.154,77	0,00	0,00	0,00	1.344,21	5,40	24.034,46	12.120,31
3	0,00	0,00	0,00	815,24	5,40	36.970,02	0,00	0,00	0,00	1.416,80	5,40	25.451,25	11.518,76
4	0,00	0,00	0,00	859,27	5,40	37.829,28	0,00	1.480,00	690,00	1.493,30	5,40	29.114,56	8.714,73
5	0,00	0,00	0,00	905,67	5,40	38.734,95	0,00	0,00	0,00	1.573,94	5,40	30.688,50	8.046,45
6	0,00	0,00	0,00	954,57	5,40	39.689,52	0,00	0,00	0,00	1.658,93	5,40	32.347,43	7.342,09
7	0,00	0,00	0,00	1.006,12	5,40	40.695,64	0,00	0,00	0,00	1.748,52	5,40	34.095,95	6.599,69
8	0,00	0,00	0,00	1.060,45	5,40	41.756,09	0,00	0,00	0,00	1.842,94	5,40	35.938,88	5.817,21
9	0,00	0,00	0,00	1.117,71	5,40	42.873,80	0,00	1.480,00	690,00	1.942,45	5,40	40.051,34	2.822,47
10	0,00	0,00	0,00	1.178,07	5,40	44.051,87	0,00	0,00	0,00	2.047,35	5,40	42.098,69	1.953,19
11	0,00	0,00	0,00	1.241,69	5,40	45.293,56	0,00	0,00	0,00	2.157,90	5,40	44.256,59	1.036,97
12	0,00	0,00	0,00	1.308,74	5,40	46.602,30	0,00	0,00	0,00	2.274,43	5,40	46.531,02	71,28
13	0,00	0,00	0,00	1.379,41	5,40	47.981,71	0,00	0,00	0,00	2.397,25	5,40	48.928,27	-946,56
14	0,00	0,00	0,00	1.453,90	5,40	49.435,60	0,00	1.480,00	690,00	2.526,70	5,40	53.624,97	-4.189,37
15	0,00	0,00	0,00	1.532,41	5,40	50.968,01	0,00	0,00	0,00	2.663,14	5,40	56.288,11	-5.320,10
16	0,00	0,00	0,00	1.615,16	5,40	52.583,17	0,00	0,00	0,00	2.806,95	5,40	59.095,07	-6.511,90
17	0,00	0,00	0,00	1.702,38	5,40	54.285,55	0,00	0,00	0,00	2.958,53	5,40	62.053,60	-7.768,05
18	0,00	0,00	0,00	1.794,30	5,40	56.079,85	0,00	0,00	0,00	3.118,29	5,40	65.171,88	-9.092,03
19	0,00	0,00	0,00	1.891,20	5,40	57.971,05	0,00	1.480,00	690,00	3.286,68	5,40	70.628,56	-12.657,51
20	0,00	0,00	0,00	1.993,32	5,40	59.964,37	0,00	0,00	0,00	3.464,16	5,40	74.092,72	-14.128,35
Ges.	33.961,20	0,00	0,00	26.013,17		59.964,37	18.724,91	7.400,00	2.760,00	45.207,81		74.092,72	

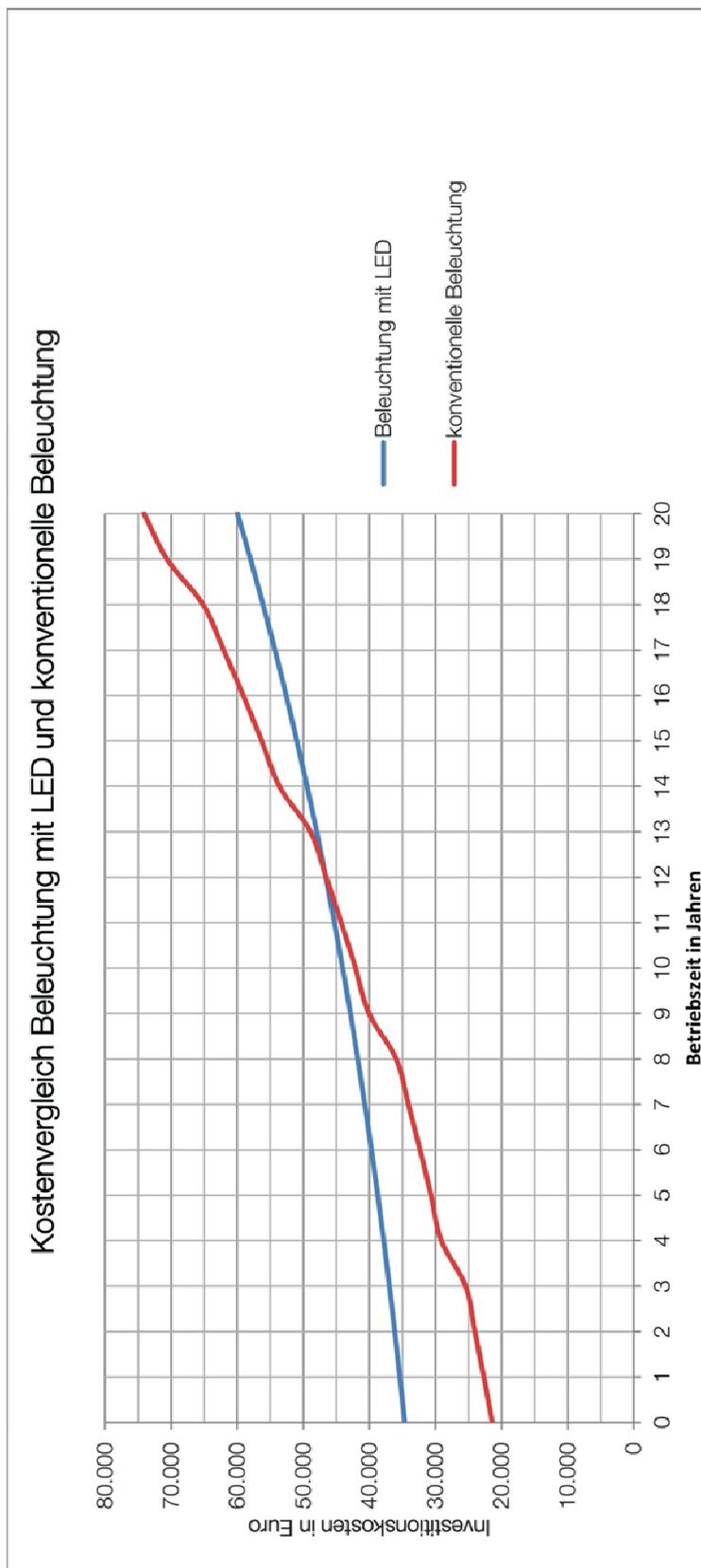


Abbildung 53: Investitionskostenvergleich Beleuchtung mit LED und konventionelle Beleuchtung (eigene Abbildung)

Die Ergebnisse der Berechnungen aus Tabelle 8 werden im Diagramm Abbildung 53 dargestellt.

Die einmaligen Investitionskosten sind bei der Beleuchtung mit LED deutlich höher. Durch die geringeren laufenden Kosten, wie Strom und entfallende Wartung, amortisiert sich nach zwölf Jahren diese Variante. Ab diesem Zeitpunkt übersteigen die Kosten für die konventionelle Variante die mit LED. Nach der Betriebsdauer von 20 Jahren müssten die Leuchten mit LED komplett ausgetauscht werden, was wieder eine größere Investition bedeutet. Allerdings kann dies auch für die konventionelle Variante gelten, da nach 20 Jahren auch hier bereits eine Erneuerung geplant werden kann. Dazu kommt, dass in den nächsten Jahren die Nachfrage nach LEDs steigen und Herstellungsprozesse optimiert werden, sodass sinkende Kosten absehbar sind. Dazu wird der Strompreis weiter steigen und somit die laufenden Kosten.

7 Fazit

Die vorherigen Kapitel dieser Arbeit haben gezeigt, wie ein neues Konzept für die Außenbeleuchtung der St. Petri Kirche aussehen kann und wie es mit zwei verschiedenen Leuchtmitteln umgesetzt wird.

Die Entwicklung der LED ist so weit fortgeschritten, dass inzwischen alle Lichtfarben und Anwendungsbereiche abgedeckt werden können. Einzig hohe Anschaffungskosten sind noch ein entscheidender Faktor. Der Kostenvergleich hat gezeigt, dass sich die LED Variante erst nach etwa zwölf Jahren auszahlt.

Voraussichtlich werden die laufenden Kosten aufgrund der stetigen Erhöhung der Strompreise steigen und die Anschaffungskosten für LED mit zunehmender Verbreitung sinken.

Die Prognose geht also dahin, dass LEDs einen immer größeren Anteil an Beleuchtungslösungen gewinnen werden, da sie hoch effizient sind die Attraktivität für die unterschiedlichsten Anwendungen steigt.

Besonders im Bereich der Außenbeleuchtung von Gebäuden und von Straßenbeleuchtung wird die LED immer beliebter.

Im Hinblick auf die aktuelle Beleuchtung der St. Petri Kirche kann festgehalten werden, dass eine neue Anlage sich schon nach wenigen Jahren amortisieren würde. Die laufenden Kosten liegen aktuell bei etwa 10.000 € pro Jahr, da der Energiebedarf sehr hoch ist. Vor allem die Flutlichtanlagen, die den Turm erhellen, schlagen mit 2.000 W pro Leuchte zu Buche. Im Vergleich hierzu lägen die Stromkosten für die neue konventionelle Beleuchtungsvariante aktuell bei etwa 1.200 Euro, 700 Euro bei der Beleuchtung mit LED. Das neue Lichtkonzept verspricht zudem eine dezente, gezielte Beleuchtung, die die gotischen Bauelemente betont und zusätzliche Beleuchtung in der Weihnachtszeit fällt weg. Die finanziellen und gestaltungstechnischen Vorteile liegen sowohl bei einer Umsetzung mit Halogen-Metaldampflampen als auch mit LED-Beleuchtung vor. Das veränderte Beleuchtungskonzept ergibt eine wirtschaftlichere, energieeffizientere und repräsentativere Beleuchtung für die St. Petri Kirche Hamburg.

Zusammenfassung

In dieser Bachelorarbeit werden eine Außenbeleuchtung mit LED und eine konventionelle Außenbeleuchtung für die Hamburger Hauptkirche St. Petri entwickelt. Diese Varianten werden aus technischer, wirtschaftlicher und ästhetischer Sicht miteinander verglichen.

Zunächst wird die aktuell installierte Beleuchtung anhand von gesammelten Informationen und Fotodokumentationen beschrieben und bewertet.

Ein Lichtkonzept mit LED-Beleuchtung wird anhand herausgearbeiteter Anforderungen an die Beleuchtung erarbeitet und in der Lichtplanungssoftware umgesetzt.

Ein zweites Beleuchtungskonzept mit konventionellen Leuchtmitteln wird mit der Voraussetzung gleicher Leuchtenstandorte und eines vergleichbaren Lichtbildes angewendet.

Beide Konzepte werden auf Lichtwirkung, Anschaffungs- und laufende Kosten untersucht und miteinander verglichen.

Abschließend werden die Ergebnisse zusammengefasst und ein Ausblick auch in Bezug auf die aktuelle Ist-Situation gegeben.

Literaturverzeichnis

- Brandi2007 Brandi, Ulrike; Geissmar-Brandi, Christoph (2007): Light for Cities. Light Planning in the Urban Space. A Handbook. 1. Aufl. Basel: Birkhäuser.
- Brandi2001 Brandi, Ulrike; Geissmar-Brandi, Christoph; Ritchie, Ian; Krämer, Felix; Prätzlich, Annika; Theiling, Mariana; Ost, Oliver (2001): Lichtbuch. Die Praxis der Lichtplanung. Basel: Birkhäuser.
- BMWi2012a Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hg.) (2010): Entwicklung des Energieverbrauchs in 2010. Online verfügbar unter <http://www.bmwi.de/DE/Presse/pressemitteilungen,did=374818.html>, zuletzt geprüft am 03.08.2012.
- BMWi2012b Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hg.) (2012): Entwicklung von Energiepreisen und Preisindizes. Online verfügbar unter <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/Binaer/Energiedaten/energiepreise-und-energiekosten1-entwicklung-energiepreise-preisindizes,property=blob,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.xls>, zuletzt geprüft am 03.08.2012.
- ERCO2012a ERCO Preisliste 2012 (2012).
- ERCO2012b ERCO (Hg.) (2012): Beleuchtung mit LED. Grundlagen. Optoelektronik. Lichtwerkzeuge und Anwendung. Online verfügbar unter http://www.erco.com/download/data/30_media/55_erco_ledbrochure/de_erco_led_lighting.pdf, zuletzt geprüft am 15.08.2012.
- ERCO2012c ERCO (Hg.) (2012): ERCO Programm 2012. Online verfügbar unter http://www.erco.com/download/data/10_catalogues/10_catalogue/110_de/de_0_catalogue_2012.pdf.
- ERCO-Dat2012a ERCO (Hg.) (2012): Kubus Bodenfluter 33519.000. Online verfügbar unter <http://www.erco.com/products/outdoor/floor-washlight/kubus-3016/de/artno-1.php?KEY=1033519000&TU=1&LANG=1031&TUR=1&ARTR=1033519000>.

-
- ERCO-Dat2012b ERCO (Hg.) (2012): Grasshopper Scheinwerfer 34030.000. Online verfügbar unter <http://www.ercos.com/products/outdoor/proj-flood-l/grasshopper-2331/de/artno-1.php?KEY=1034030000&TU=1&LANG=1031&TUR=1&ARTR=1234030104>.
- ERCO-Dat2012c ERCO (Hg.) (2012): Powercast Fluter 34256.000. Online verfügbar unter <http://www.ercos.com/products/outdoor/proj-flood-l/powercast-3634/de/artno-1.php?KEY=1034256000&TU=1&LANG=1031&TUR=1&ARTR=1234256103>.
- ERCO-Dat2012d ERCO (Hg.) (2012): Powercast Linsenwandfluter 34294.000. Online verfügbar unter <http://www.ercos.com/products/outdoor/proj-flood-l/powercast-3634/de/artno-1.php?KEY=1034294000&TU=1&LANG=1031&TUR=1&ARTR=1234294103>.
- ERCO-Dat2012e ERCO (Hg.) (2012): Powercast Linsenwandfluter 34300.000. Online verfügbar unter <http://www.ercos.com/products/outdoor/proj-flood-l/powercast-3634/de/artno-1.php?KEY=1034300000&TU=1&LANG=1031&TUR=1&ARTR=1234300103>.
- ERCO-Dat2012f ERCO (Hg.) (2012): Beamer Scheinwerfer 34400.000. Online verfügbar unter <http://www.ercos.com/products/outdoor/proj-flood-l/beamer-102/de/artno-1.php?KEY=1034400000&TU=1&LANG=1031&TUR=1&ARTR=1234400101>.
- ERCO-Dat2012g ERCO (Hg.) (2012): Kubus Bodenfluter 33519.000. Online verfügbar unter <http://www.ercos.com/products/outdoor/floor-washlight/kubus-3016/de/artno-1.php?KEY=1033519000&TU=1&LANG=1031&TUR=1&ARTR=1033519000>.

- ERCO-Dat2012h ERCO (Hg.) (2012): Grasshopper Scheinwerfer 34022.000. Online verfügbar unter <http://www.erco.com/products/outdoor/proj-flood-l/grasshopper-2331/de/artno-1.php?KEY=1034022000&TU=1&LANG=1031&TUR=1&ARTR=1034022000>.
- ERCO-Dat2012i ERCO (Hg.) (2012): Powercast Fluter 34213.000. Online verfügbar unter <http://www.erco.com/products/outdoor/proj-flood-l/powercast-3634/de/artno-1.php?KEY=1034213000&TU=1&LANG=1031&TUR=1&ARTR=1034213000>.
- ERCO-Dat2012j ERCO (Hg.) (2012): Powercast Wandfluter 34217.000. Online verfügbar unter <http://www.erco.com/products/outdoor/proj-flood-l/powercast-3634/de/artno-1.php?KEY=1034217000&TU=1&LANG=1031&TUR=1&ARTR=1034217000>.
- ERCO-Dat2012k ERCO (Hg.) (2012): Beamer Scheinwerfer 34055.000. Online verfügbar unter <http://www.erco.com/products/outdoor/proj-flood-l/beamer-102/de/artno-1.php?KEY=1034055000&TU=1&LANG=1031&TUR=1&ARTR=1034055000>.
- Fehrs-Ottoa Fehrs-Otto, Kai-Stefan (ERCO) (2012): Außenbeleuchtung St. Petri, Beleuchtungsplanung. Osterfeldstraße 6, 22529 Hamburg, 04.07.2012. Treffen mit Kim Ayleen Laackmann.
- Fehrs-Ottob Fehrs-Otto, Kai-Stefan (ERCO) (2012): Außenbeleuchtung St. Petri, Beleuchtungsplanung. Hamburg, 03.08.2012. Telefonat an Kim Ayleen Laackmann.
- Fehrs-Ottoc Fehrs-Otto, Kai-Stefan (ERCO) (2012): Außenbeleuchtung St. Petri, Beleuchtungsplanung. Hamburg, 08.08.2012. Telefonat an Kim Ayleen Laackmann.

-
- Fehrs-Ottod Fehrs-Otto, Kai-Stefan (ERCO) (2012; 2012): Preisliste ERCO. Hamburg, 06.08.2012; 14.08.2012. Email an Kim Ayleen Laackmann.
- KKHHOst2012 Frese, Astrid (Kirchenkreis Hamburg Ost) (2012): Planunterlagen St. Petri Kirche. Steindamm 55, 20099 Hamburg, 16.03.2012. Treffen mit Kim Ayleen Laackmann.
- Ganslandt1992 Ganslandt, Rüdiger (1992): Handbuch der Lichtplanung. 1. Aufl. Braunschweig; Wiesbaden: Vieweg, zuletzt geprüft am 15.08.2012.
- Geoinfon2012 Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung, www.geoinfo.hamburg.de (Hg.): Hamburg Stadtplan. Online verfügbar unter <http://www.hamburg.de/stadtplan-fhh/>, zuletzt geprüft am 17.06.2012.
- Grabow2005 Dr. Grabow, Brusso; Dipl.-Volksw. Reidenbach, Michael; Ass. jur. Rottmann, Manuela; Dipl.-Soz. Seidel-Schulze, Antje (2005): Public Private Partnership Projekte Public Private Partnership Projekte. Eine aktuelle Bestandsaufnahme in Bund, Ländern und Kommunen. Kurzfassung. Hg. v. Deutsches Institut für Urbanistik. Online verfügbar unter <http://www.difu.de/sites/difu.de/files/archiv/presse/050906ppp.pdf>, zuletzt geprüft am 03.08.2012.
- Hamburg2012 Freie und Hansestadt Hamburg (Hg.) (2011): Denkmalliste der Freien und Hansestadt Hamburg. Kulturbehörde Denkmalschutzamt Hamburg. Online verfügbar unter <http://www.hamburg.de/contentblob/201404/data/denkmalliste-gesamt.pdf>, zuletzt geprüft am 03.08.2012.
- hamburg.deFAQ2012 hamburg.de GmbH & Co. KG: FAQ. Welche Maßnahmen müssen angezeigt werden? Online verfügbar unter <http://www.hamburg.de/faq/177060/frage-welche-massnahmen.html>, zuletzt geprüft am 03.08.2012.
- Kramer2002 Kramer, Heinrich; Lom, Walter von (2002): Licht. Bauen mit Licht. Köln: R. Müller.

- Licht162010 Licht.de, Fördergemeinschaft Gutes Licht (2010): Stadtmarketing mit Licht. Frankfurt a.M: Licht.de Fördergemeinschaft Gutes Licht (Licht.wissen, 16). Online verfügbar unter http://www.licht.de/fileadmin/shop-downloads/lichtwissen16_Stadtmarketing_mit_Licht.pdf.
- Licht172012 Licht.de, Fördergemeinschaft Gutes Licht (2010): LED. Das Licht der Zukunft. Frankfurt a.M.: Licht.de, Fördergemeinschaft Gutes Licht (Licht.wissen, 17). Online verfügbar unter http://www.licht.de/fileadmin/shop-downloads/lichtwissen17_LED.pdf.
- Liedtke2012a Liedtke, Rolf (Vattenfall) (2012): Außenbeleuchtung St. Petri, Bestehende Beleuchtung. Hamburg, 06.06.2012. Email an Kim Ayleen Laackmann.
- Liedtke2012b Liedtke, Rolf (Vattenfall) (2012): Außenbeleuchtung St. Petri, Bestehende Beleuchtung. Hamburg, 26.06.2012. Email an Kim Ayleen Laackmann.
- Maier2010 Maier, Fabian (2010): Beleuchtung im Freiraum. Lichtgestaltung für Gärten und urbane Räume. 1. Aufl. München: Deutsche Verlags-Anstalt.
- Malsch1974 Malsch, Carl; Wittig, Friedrich; Oldach, Dörte; u.a. (1974): Die Hauptkirche St. Petri in Hamburg. Geschichte und Gegenwart. 125 Jahre Hauptkirche St. Petri seit dem Wiederaufbau nach dem Hamburger Brand. Hamburg: Friedrich Wittig Verlag.
- Meier2012 Meier, Martin (Küster) (2012): Begehung St. Petri Kirche, Informationen über aktuelle Beleuchtung und Situation Finanzierung. Bei der Petrikirche 2, 20095 Hamburg, 22.03.2012. Treffen mit Begehung mit Kim Ayleen Laackmann.
- OSRAM2012a OSRAM AG (Hg.): Unverbindliche Preisempfehlung für konventionelle Lampen und EVG 2012/2013. Online verfügbar unter <http://www.osram.de/media/resource/HIRES/337551/3914928/2013.pdf>, zuletzt geprüft am 02.08.2012.

- OSRAM2012b OSRAM AG (Hg.): POWERSTAR HQI-T 1000...2000 W 2000 W/N/E E40. Datenblatt. Online verfügbar unter http://www.osram.de/appsinfo/pdc/pdf.do?cid=GPS01_1028078&mpid=ZMP_58185&vid=EU_ALL_eCat&lid=DE, zuletzt geprüft am 02.08.2012.
- OSRAM2012c OSRAM AG (Hg.) (2012): VIALOX NAV-T 250 W E40. Datenblatt. Online verfügbar unter http://www.osram.de/appsinfo/pdc/pdf.do?cid=GPS01_1028109&mpid=ZMP_58276&vid=EU_ALL_eCat&lid=DE, zuletzt geprüft am 02.08.2012.
- OSRAM2012d OSRAM AG (Hg.) (2012): POWERBALL HCI-TC 20 W/830 WDL PB G8.5. Datenblatt. Online verfügbar unter http://www.osram.de/appsinfo/pdc/pdf.do?cid=GPS01_1028044&mpid=ZMP_58114&vid=EU_ALL_eCat&lid=DE, zuletzt geprüft am 02.08.2012.
- OSRAM2012e OSRAM AG (Hg.) (2012): LUMILUX T5 HE 35 W/840. Datenblatt. Online verfügbar unter http://www.osram.de/appsinfo/pdc/pdf.do?cid=GPS01_1027863&mpid=ZMP_60159&vid=EU_ALL_eCat&lid=DE, zuletzt geprüft am 02.08.2012.
- VKI2010 Verein für Konsumenteninformation (VKI) (Hg.) (2010): LED Lampen. Teures Dekor. Online verfügbar unter <http://www.konsument.at/cs/Satellite?pagename=Konsument%2FMagazinArtikel%2FDetail&cid=318868237313>.
- Wiki2012a Weltenergiebedarf. Online verfügbar unter <http://de.wikipedia.org/wiki/Weltenergiebedarf>.
- Wiki2012b Suhr, Peter; Suhr Christopher; Digital restauriert und optimiert Scheppelmann, Rainer (2005): Grafik: Die St. Petri Kirche Hamburg 1840 und 1849. St Petri HH 1840 and 1849.jpg. Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:St_Petri_HH_1840_and_1849.jpg, zuletzt geprüft am 03.08.2012.

Anhang

DIALux Bericht Lichtszene LED

DIALux Bericht Lichtszene konventionelle Beleuchtung

Außenbeleuchtung mit LED - St. Petri Kirche

Datum: 15.08.2012
Bearbeiter(in): Kim Ayleen Laackmann

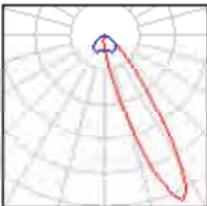
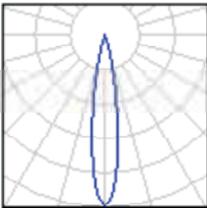
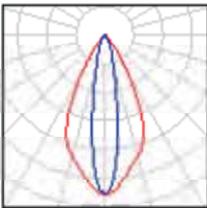
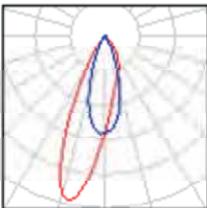
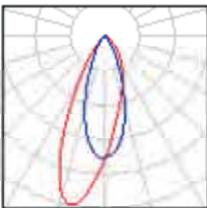
Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Inhaltsverzeichnis

Außenbeleuchtung mit LED - St. Petri Kirche	
Projektdeckblatt	1
Inhaltsverzeichnis	2
Leuchtenstückliste	3
ERCO 34400000 Beamer Scheinwerfer 1xLED 20W warm white	
Leuchtendatenblatt	5
ERCO 33528000 Kubus Bodenfluter 1xLED 6.7W warm white	
Leuchtendatenblatt	6
ERCO 34030000 Grasshopper Scheinwerfer 1xLED 13W warm white	
Leuchtendatenblatt	7
ERCO 34294000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 40W warm white	
Leuchtendatenblatt	8
ERCO 34300000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 54W warm white	
Leuchtendatenblatt	9
ERCO 34256000 Powercast Fluter 1xLED 27W warm white	
Leuchtendatenblatt	10
Außenbeleuchtung mit LED	
Grundriss	11
Leuchten (Lageplan)	12
Steuergruppen	
Fassade	
Planungsdaten	14
Eingänge	
Planungsdaten	16
Turm	
Planungsdaten	18
Lichtszenen	
Lichtszene LED	
Planungsdaten	20
3D Rendering	22
Falschfarben Rendering	23

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

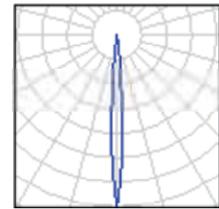
Außenbeleuchtung mit LED - St. Petri Kirche / Leuchtenstückliste

4 Stück	<p>ERCO 33528000 Kubus Bodenfluter 1xLED 6.7W warm white Artikel-Nr.: 33528000 Lichtstrom (Leuchte): 284 lm Lichtstrom (Lampen): 435 lm Leuchtenleistung: 8.0 W Leuchtenklassifikation nach DIN: A50 CIE Flux Code: 68 96 100 100 65 Bestückung: 1 x LED 6,7W Warmweiß (Korrekturfaktor 1.000).</p>		
6 Stück	<p>ERCO 34030000 Grasshopper Scheinwerfer 1xLED 13W warm white Artikel-Nr.: 34030000 Lichtstrom (Leuchte): 689 lm Lichtstrom (Lampen): 870 lm Leuchtenleistung: 16.0 W Leuchtenklassifikation nach DIN: A 0 CIE Flux Code: 99 100 100 100 87 Bestückung: 1 x LED 13W Warmweiß (Korrekturfaktor 1.000).</p>		
6 Stück	<p>ERCO 34256000 Powercast Fluter 1xLED 27W warm white Artikel-Nr.: 34256000 Lichtstrom (Leuchte): 1310 lm Lichtstrom (Lampen): 1740 lm Leuchtenleistung: 33.0 W Leuchtenklassifikation nach DIN: A 0 CIE Flux Code: 95 99 100 100 77 Bestückung: 1 x LED 27W Warmweiß (Korrekturfaktor 1.000).</p>		
8 Stück	<p>ERCO 34294000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 40W warm white Artikel-Nr.: 34294000 Lichtstrom (Leuchte): 1832 lm Lichtstrom (Lampen): 2610 lm Leuchtenleistung: 46.0 W Leuchtenklassifikation nach DIN: A30 CIE Flux Code: 92 98 100 100 71 Bestückung: 1 x LED 40W Warmweiß (Korrekturfaktor 1.000).</p>		
3 Stück	<p>ERCO 34300000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 54W warm white Artikel-Nr.: 34300000 Lichtstrom (Leuchte): 2478 lm Lichtstrom (Lampen): 3480 lm Leuchtenleistung: 60.0 W Leuchtenklassifikation nach DIN: A10 CIE Flux Code: 89 98 100 100 72 Bestückung: 1 x LED 54W Warmweiß (Korrekturfaktor 1.000).</p>		

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
Telefon 040-32841723
Fax
e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung mit LED - St. Petri Kirche / Leuchtenstückliste

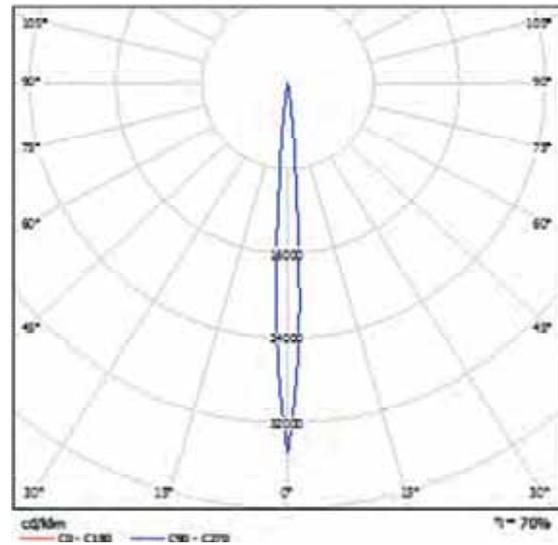
10 Stück ERCO 34400000 Beamer Scheinwerfer
1xLED 20W warm white
Artikel-Nr.: 34400000
Lichtstrom (Leuchte): 913 lm
Lichtstrom (Lampen): 1305 lm
Leuchtenleistung: 24.0 W
Leuchtenklassifikation nach DIN: A60
CIE Flux Code: 100 100 100 100 82
Bestückung: 1 x LED 20W Warmweiß
(Korrekturfaktor 1.000).



Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

**ERCO 34400000 Beamer Scheinwerfer 1xLED 20W warm white /
 Leuchtendatenblatt**

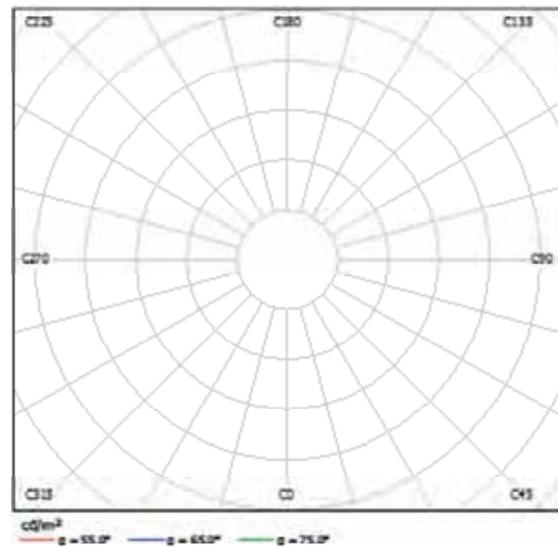
Lichtaustritt 1:



Leuchtenklassifikation nach DIN: A60
 CIE Flux Code: 100 100 100 100 82

Lichtaustritt 1:

34400.000
 Beamer Scheinwerfer
 mit Armatur und LED
 Graphit m
 Version 1
 Spherolitlinse narrow spot
 Gehäuse, Gelenk und Armatur: Korrosionsbeständiger
 Aluminiumguss, No-Rinse oberflächenbehandelt. 2fach
 pulverbeschichtet. Optimierte Oberfläche für reduzierte
 Schmutzablagerung. Gelenk mit innen liegender Leitungsführung,
 130° schwenkbar. Skalenscheibe: Korrosionsbeständiges Aluminium.
 Armatur 240° drehbar.
 2 Leitungseinführungen. Durchverdrahtung möglich. 3polige
 Anschlussklemme. Elektronisches Betriebsgerät.
 LED-Modul: Hochleistungs-LEDs auf Metallkern-Leiterplatte.
 Kollimatoroptik aus optischem Polymer.
 Verschraubte Fronteinheit mit Schutzglas: Korrosionsbeständiger
 Aluminiumguss, 2fach pulverbeschichtet. Streulichfrei.
 Schutzart IP65: Staubdicht und geschützt gegen Strahlwasser.
 Lieferbar ab 2. Quartal 2012
 Max. Bezugsfläche für Windlasten 0,06m²
 Gewicht 6,90kg
 IP65



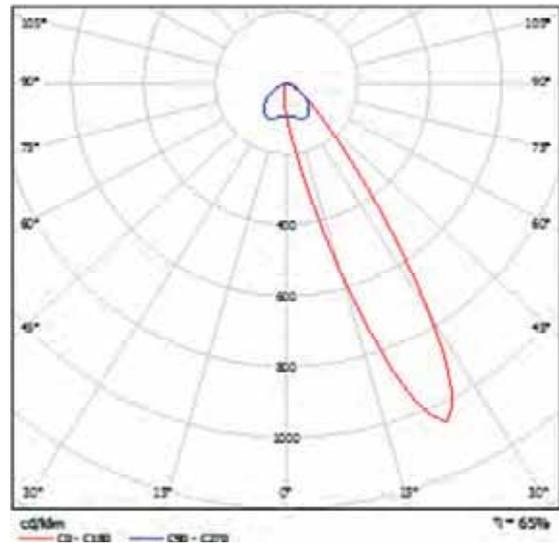
Bestandteile:
 •2 x

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

ERCO 33528000 Kubus Bodenfluter 1xLED 6.7W warm white /
 Leuchtendatenblatt

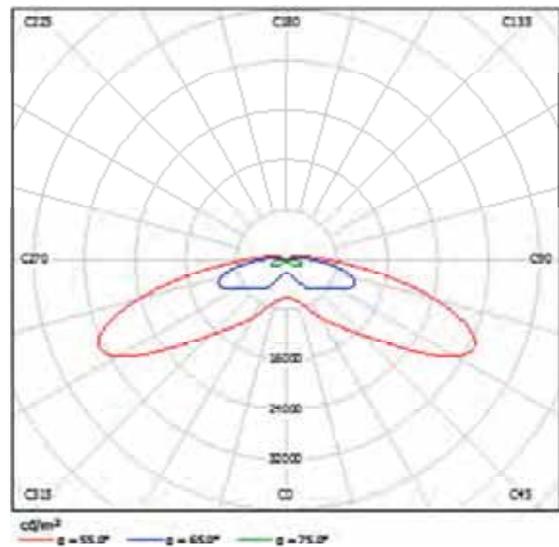


Lichtaustritt 1:



Leuchtenklassifikation nach DIN: A50
 CIE Flux Code: 68 96 100 100 65

Lichtaustritt 1:

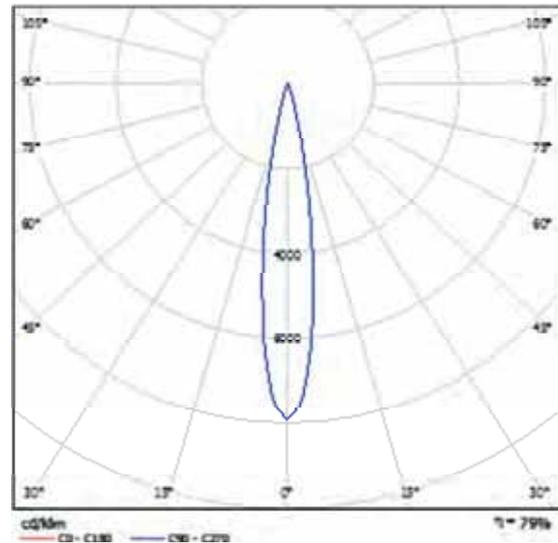


33528.000
 Kubus Bodenfluter
 mit LED
 Graphit m
 Version 4
 Spherillinse breit strahlend
 Gehäuse und Wandarmatur: Korrosionsbeständiger Aluminiumguss,
 No-Rinse oberflächenbehandelt. 2fach pulverbeschichtet. Optimierte
 Oberfläche für reduzierte Schmutzablagerung.
 Elektronisches Betriebsgerät. 2 Leitungseinführungen.
 Durchverdrahtung möglich. 3polige Steckklemme.
 LED-Modul: Hochleistungs-LEDs auf Metallkern-Leiterplatte.
 Kollimatoroptik aus optischem Polymer.
 Entspiegeltes Schutzglas.
 Schutzart IP65: Staubdicht und geschützt gegen Strahlwasser.
 Gehäusetemperatur 34°C
 Temperatur am Lichtaustritt 35°C
 Gewicht 1,50kg
 ENEC10, VDE, IP65, GOST

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

ERCO 34030000 Grasshopper Scheinwerfer 1xLED 13W warm white /
 Leuchtendatenblatt

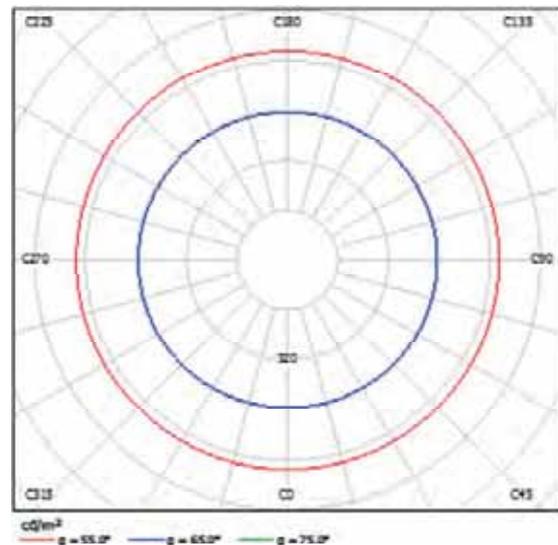
Lichtaustritt 1:



Leuchtenklassifikation nach DIN: A 0
 CIE Flux Code: 99 100 100 100 87

Lichtaustritt 1:

34030.000
 Grasshopper Scheinwerfer
 mit LED
 Graphit m
 Version 4
 Spherillinse spot
 Gehäuse, Gelenk und Armatur: Korrosionsbeständiger
 Aluminiumguss, No-Rinse oberflächenbehandelt. 2fach
 pulverbeschichtet. Optimierte Oberfläche für reduzierte
 Schmutzablagerung. Gelenk mit Skalierung und innen liegender
 Leitungsführung.
 Gehäuse 80° schwenkbar, 360° drehbar.
 Elektronisches Betriebsgerät. 2 Leitungseinführungen.
 Durchverdrahtung möglich. 3polige Anschlussklemme.
 LED-Modul: Hochleistungs-LEDs auf Metallkern-Leiterplatte.
 Kollimatoroptik aus optischem Polymer.
 Kompakter Leuchtenkopf mit entspiegeltem Schutzglas.
 Korrosionsbeständiger Aluminiumguss, 2fach pulverbeschichtet.
 Erhöhte Lampenabschirmung für besten Sehkomfort.
 Schutzart IP65: Staubdicht und geschützt gegen Strahlwasser.
 Gewicht 2,30kg
 ENEC15, IP65, GOST



Bestandteile:

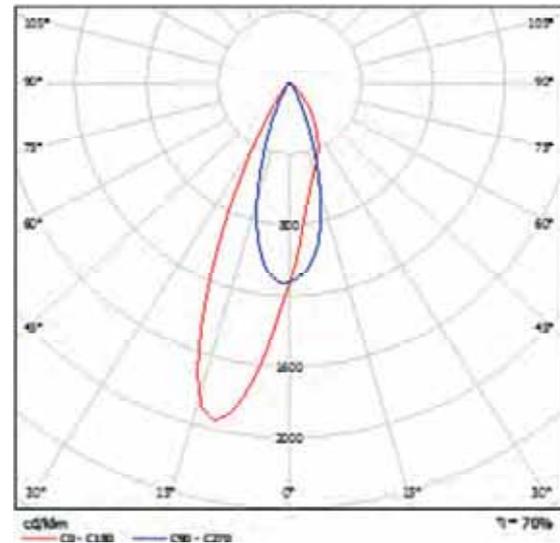
•2 x

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

ERCO 34294000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 40W warm white /
 Leuchtendatenblatt



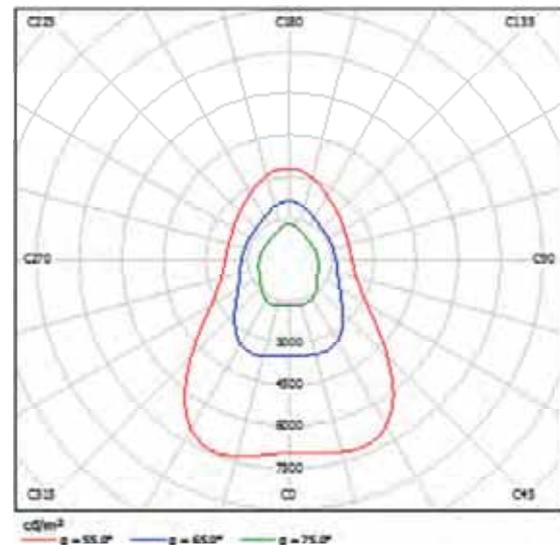
Lichtaustritt 1:



Leuchtenklassifikation nach DIN: A30
 CIE Flux Code: 92 98 100 100 71

34294.000
 Powercast Linsenwandfluter
 mit LED
 Graphit m
 Version 3
 Spherolitlinse wallwash
 Gehäuse: Korrosionsbeständiger Aluminiumguss, No-Rinse
 oberflächenbehandelt. 2fach pulverbeschichtet. Optimierte
 Oberfläche für reduzierte Schmutzablagerung. Befestigungsbügel:
 Korrosionsbeständiges Aluminium, 2fach pulverbeschichtet.
 Gehäuse ±90° schwenkbar.
 Elektronisches Betriebsgerät. 2 Leitungseinführungen mit
 Kabelverschraubungen M25. Durchverdrahtung möglich. 5polige
 Anschlussklemme.
 LED-Modul: Hochleistungs-LEDs auf Metallkern-Leiterplatte.
 Kollimatoroptik aus optischem Polymer.
 Verschraubte Fronteinheit mit Schutzglas: Korrosionsbeständiger
 Aluminiumguss, 2fach pulverbeschichtet.
 Montage von Gehäuse und Befestigungsbügel muss bauseits
 erfolgen.
 Schutzart IP65: Staubdicht und geschützt gegen Strahlwasser.
 Gehäusetemperatur 52°C
 Temperatur am Lichtaustritt 34°C
 Max. Bezugsfläche für Windlasten 0,06m²
 Gewicht 4,50kg
 IP65

Lichtaustritt 1:



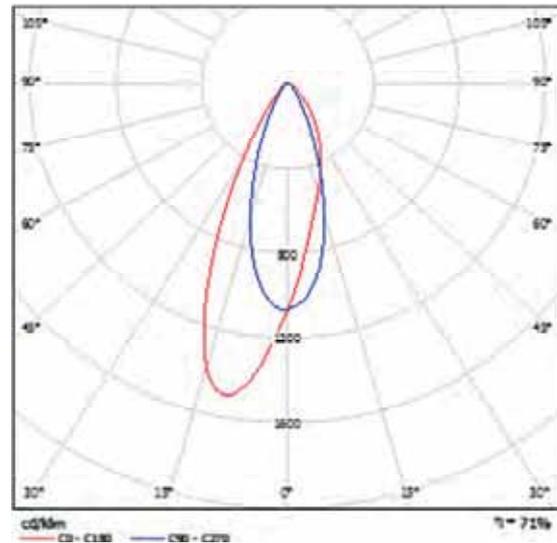
Bestandteile:
 •2 x

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

ERCO 34300000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 54W warm white /
 Leuchtendatenblatt



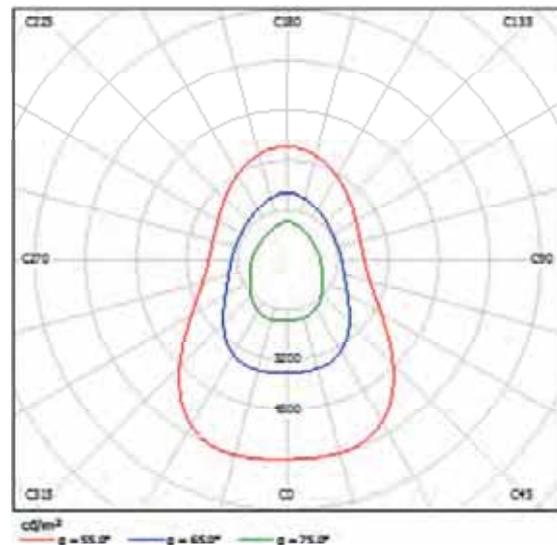
Lichtaustritt 1:



Leuchtenklassifikation nach DIN: A10
 CIE Flux Code: 89 98 100 100 72

34300.000
 Powercast Linsenwandfluter
 mit LED
 Graphit m
 Version 3
 Spherolitlinse wallwash
 Gehäuse: Korrosionsbeständiger Aluminiumguss, No-Rinse
 oberflächenbehandelt. 2fach pulverbeschichtet. Optimierte
 Oberfläche für reduzierte Schmutzablagerung. Befestigungsbügel:
 Korrosionsbeständiges Aluminium, 2fach pulverbeschichtet.
 Gehäuse ±90° schwenkbar.
 Elektronisches Betriebsgerät. 2 Leitungseinführungen mit
 Kabelverschraubungen M25. Durchverdrahtung möglich. 5polige
 Anschlussklemme.
 LED-Modul: Hochleistungs-LEDs auf Metallkern-Leiterplatte.
 Kollimatoroptik aus optischem Polymer.
 Verschraubte Fronteinheit mit Schutzglas: Korrosionsbeständiger
 Aluminiumguss, 2fach pulverbeschichtet.
 Montage von Gehäuse und Befestigungsbügel muss bauseits
 erfolgen.
 Schutzart IP65: Staubdicht und geschützt gegen Strahlwasser.
 Gehäusetemperatur 65°C
 Temperatur am Lichtaustritt 38°C
 Max. Bezugsfläche für Windlasten 0,12m²
 Gewicht 8,00kg
 IP65

Lichtaustritt 1:



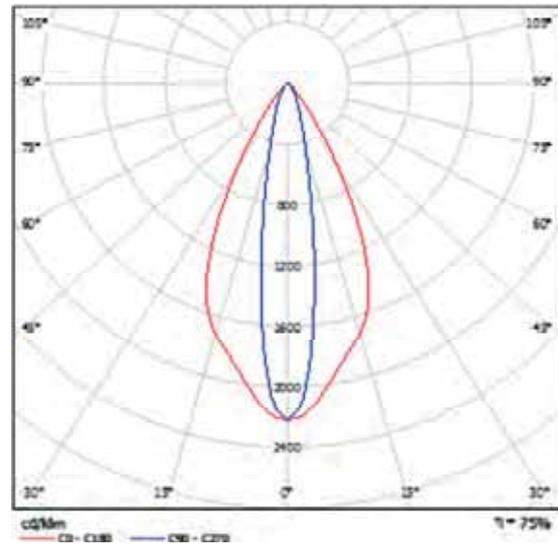
Bestandteile:
 •2 x

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

ERCO 34256000 Powercast Fluter 1xLED 27W warm white /
 Leuchtendatenblatt



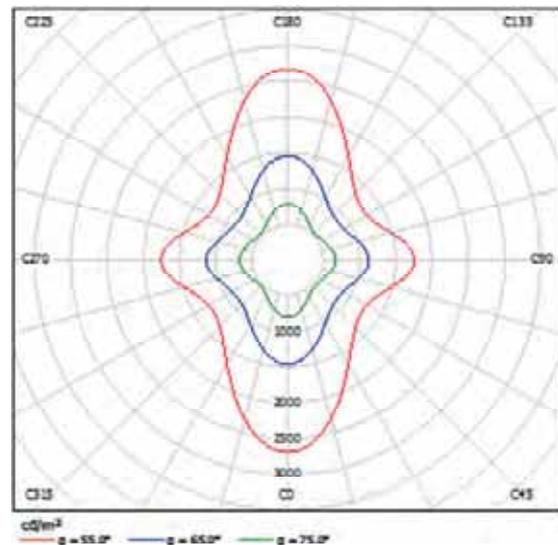
Lichtaustritt 1:



Leuchtenklassifikation nach DIN: A 0
 CIE Flux Code: 95 99 100 100 77

34256.000
 Powercast Fluter
 mit LED
 Graphit m
 Version 3
 Spherolitlinse oval flood
 Gehäuse: Korrosionsbeständiger Aluminiumguss, No-Rinse
 oberflächenbehandelt. 2fach pulverbeschichtet. Optimierte
 Oberfläche für reduzierte Schmutzablagerung. Befestigungsbügel:
 Korrosionsbeständiges Aluminium, 2fach pulverbeschichtet.
 Gehäuse ±90° schwenkbar.
 Elektronisches Betriebsgerät. 2 Leitungseinführungen mit
 Kabelverschraubungen M25. Durchverdrahtung möglich. 5polige
 Anschlussklemme.
 LED-Modul: Hochleistungs-LEDs auf Metallkern-Leiterplatte.
 Kollimatoroptik aus optischem Polymer. Linse 360° drehbar.
 Verschraubte Fronteinheit mit Schutzglas: Korrosionsbeständiger
 Aluminiumguss, 2fach pulverbeschichtet.
 Montage von Gehäuse und Befestigungsbügel muss bauseits
 erfolgen.
 Schutzart IP65: Staubdicht und geschützt gegen Strahlwasser.
 Gehäusetemperatur 47°C
 Temperatur am Lichtaustritt 29°C
 Max. Bezugsfläche für Windlasten 0,06m²
 Gewicht 4,50kg
 IP65

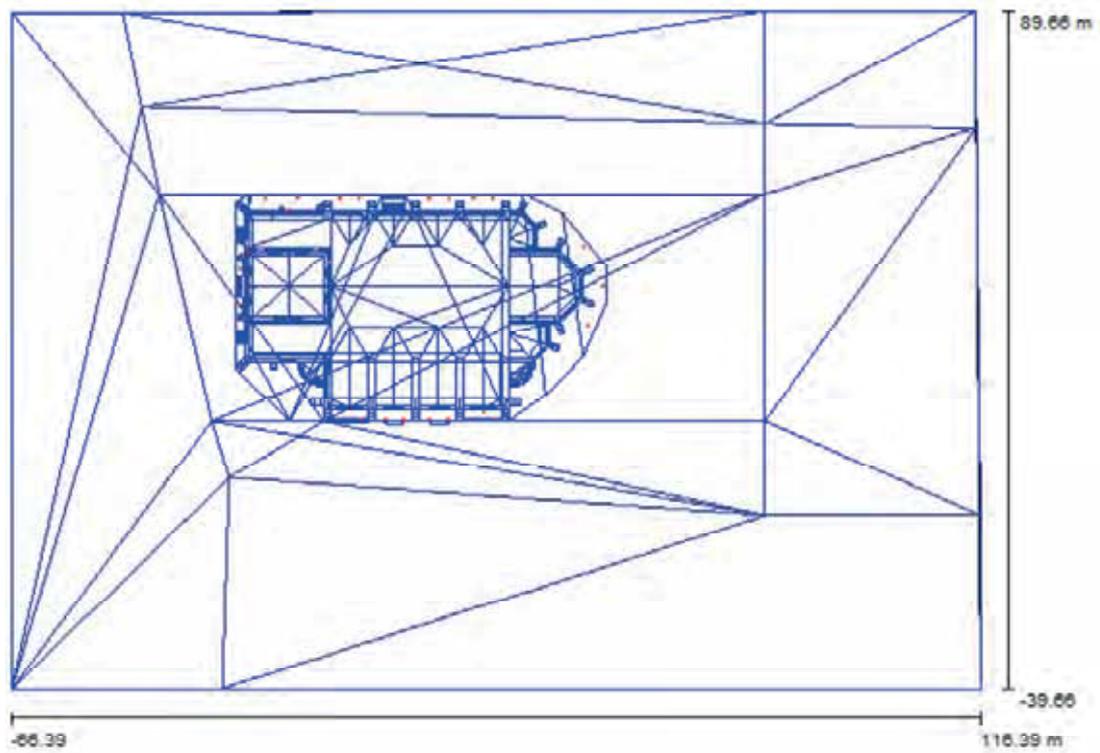
Lichtaustritt 1:



Bestandteile:
 •2 x

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
Telefon 040-32841723
Fax
e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

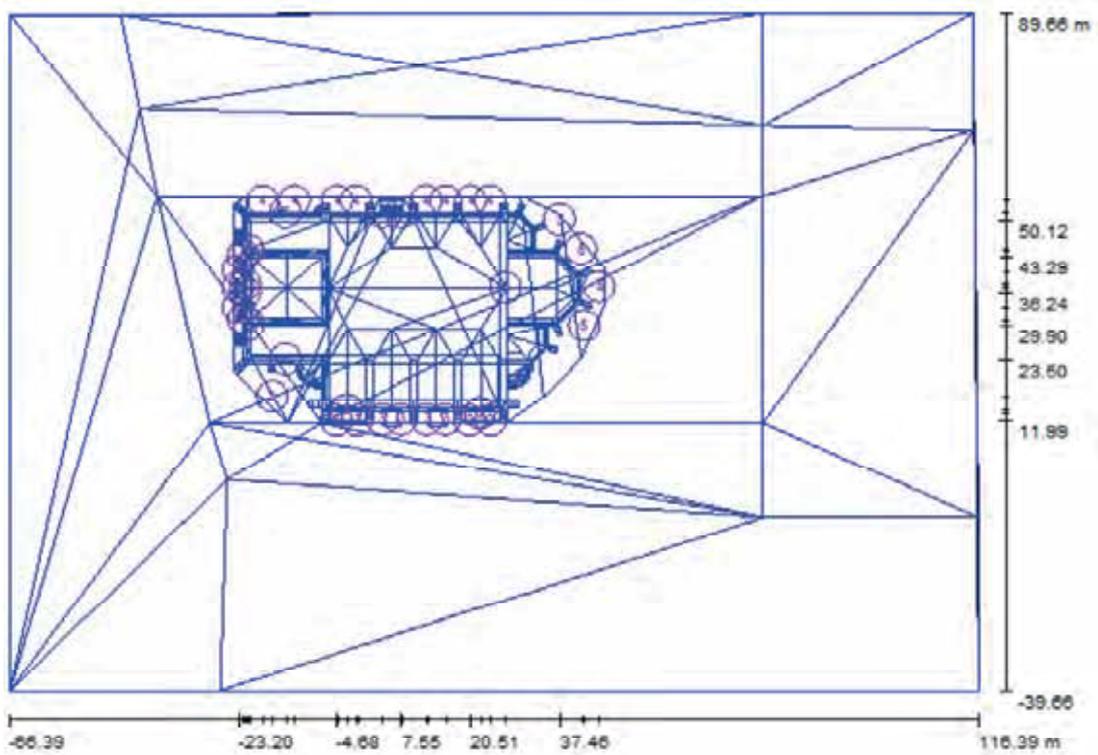
Außenbeleuchtung mit LED / Grundriss



Maßstab 1 : 1307

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung mit LED / Leuchten (Lageplan)



Maßstab 1 : 1307

Leuchten-Stückliste

Nr.	Stück	Bezeichnung
1	4	ERCO 33528000 Kubus Bodenfluter 1xLED 6.7W warm white
2	6	ERCO 34030000 Grasshopper Scheinwerfer 1xLED 13W warm white
3	6	ERCO 34256000 Powercast Fluter 1xLED 27W warm white
4	8	ERCO 34294000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 40W warm white

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
Telefon 040-32841723
Fax
e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

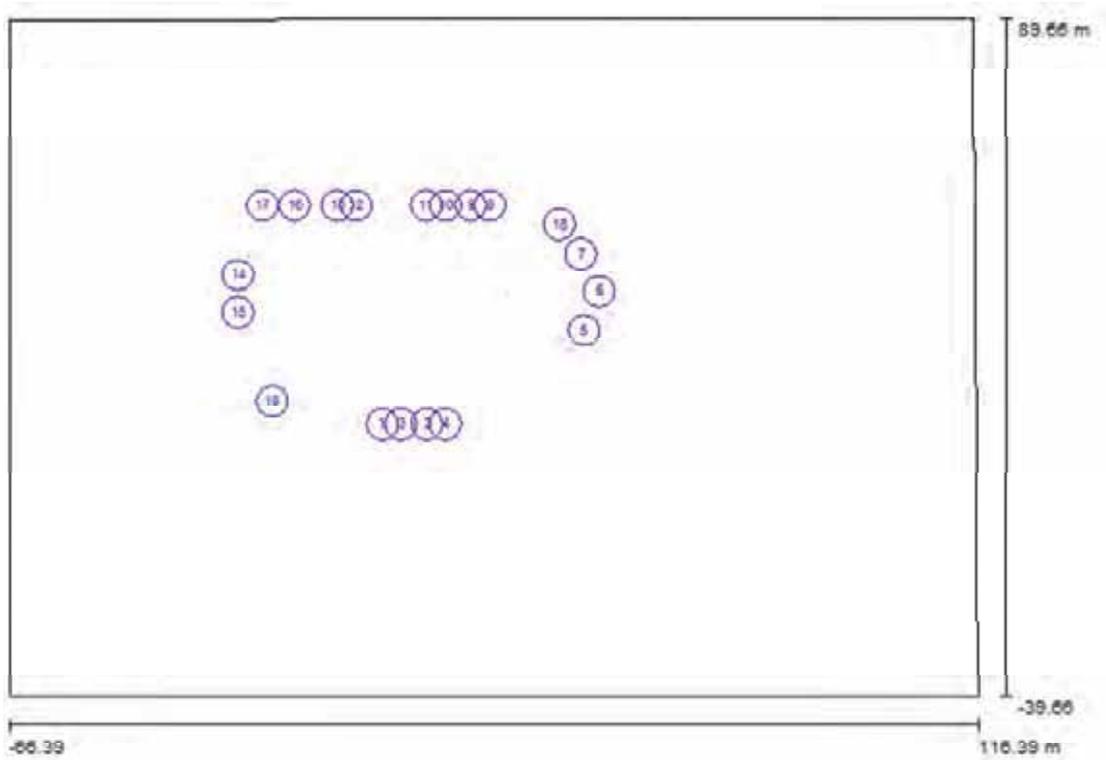
Außenbeleuchtung mit LED / Leuchten (Lageplan)

Leuchten-Stückliste

Nr.	Stück	Bezeichnung
5	3	ERCO 34300000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 54W warm white
6	10	ERCO 34400000 Beamer Scheinwerfer 1xLED 20W warm white

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung mit LED / Fassade / Planungsdaten



Maßstab 1 : 1307

Nr.	Leuchte	Position [m]			Rotation [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	ERCO 34256000 Powercast Fluter 1xLED 27W warm white	4.052	12.112	3.200	40.0	0.0	0.0
2	ERCO 34256000 Powercast Fluter 1xLED 27W warm white	12.451	12.112	3.200	40.0	0.0	0.0
3	ERCO 34256000 Powercast Fluter 1xLED 27W warm white	7.548	12.112	3.200	40.0	0.0	0.0
4	ERCO 34256000 Powercast Fluter 1xLED 27W warm white	15.947	12.112	3.200	40.0	0.0	0.0
5	ERCO 34300000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 54W warm white	42.135	29.900	3.200	10.0	0.0	50.0
6	ERCO 34300000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 54W warm white	44.955	37.370	3.200	10.0	0.0	90.0
7	ERCO 34300000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 54W warm white	41.515	44.557	3.200	10.0	0.0	140.0

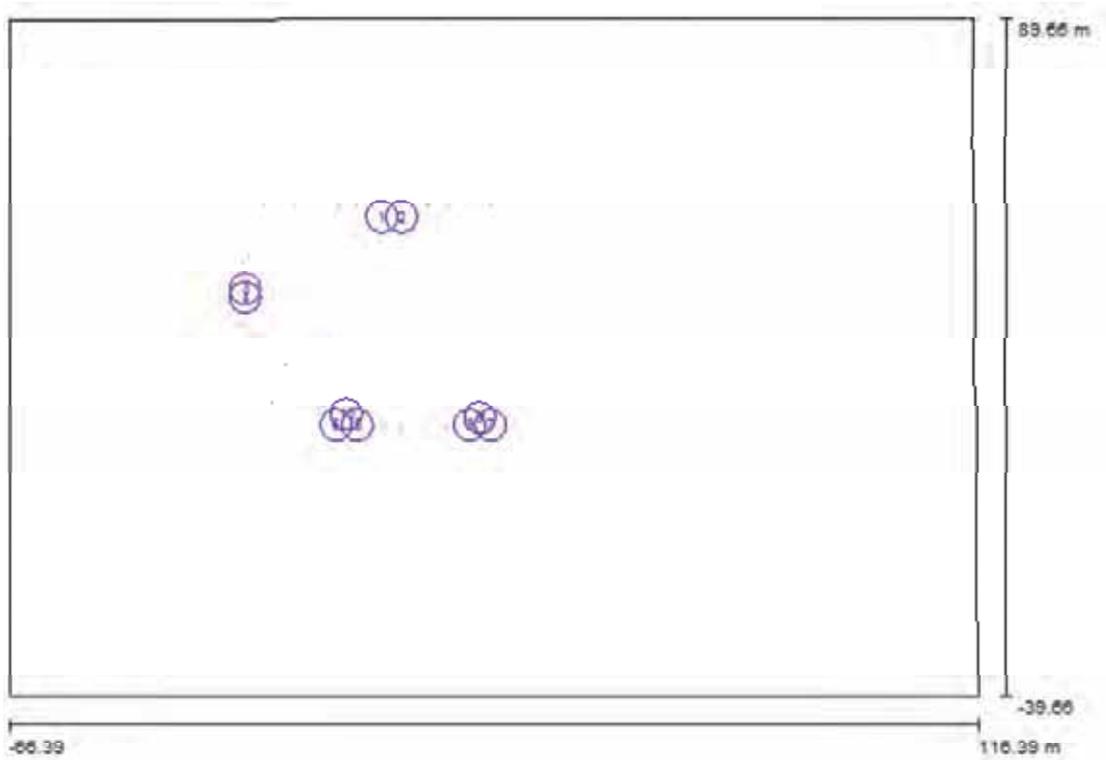
Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung mit LED / Fassade / Planungsdaten

Nr.	Leuchte	Position [m]			Rotation [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
8	ERCO 34294000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 40W warm white	24.364	53.725	3.200	10.0	0.0	-180.0
9	ERCO 34294000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 40W warm white	20.727	53.725	3.200	10.0	0.0	180.0
10	ERCO 34294000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 40W warm white	15.986	53.725	3.200	10.0	0.0	180.0
11	ERCO 34294000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 40W warm white	12.348	53.725	3.200	10.0	0.0	180.0
12	ERCO 34294000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 40W warm white	-0.881	53.725	3.200	10.0	0.0	180.0
13	ERCO 34294000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 40W warm white	-4.519	53.725	3.200	10.0	0.0	180.0
14	ERCO 34400000 Beamer Scheinwerfer 1xLED 20W warm white	-23.200	40.559	3.200	40.0	0.0	-90.0
15	ERCO 34400000 Beamer Scheinwerfer 1xLED 20W warm white	-23.200	33.387	3.200	40.0	0.0	-90.0
16	ERCO 34294000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 40W warm white	-12.526	53.725	3.200	10.0	0.0	180.0
17	ERCO 34294000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 40W warm white	-18.556	53.725	3.200	10.0	0.0	180.0
18	ERCO 34256000 Powercast Fluter 1xLED 27W warm white	37.460	50.124	3.200	45.0	0.0	145.0
19	ERCO 34256000 Powercast Fluter 1xLED 27W warm white	-16.700	16.500	3.200	40.0	0.0	-65.0

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung mit LED / Eingänge / Planungsdaten



Maßstab 1 : 1307

Nr.	Leuchte	Position [m]			Rotation [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	ERCO 33528000 Kubus Bodenfluter 1xLED 6.7W warm white	3.924	51.536	7.500	0.0	0.0	90.0
2	ERCO 33528000 Kubus Bodenfluter 1xLED 6.7W warm white	7.691	51.536	7.500	0.0	0.0	90.0
3	ERCO 33528000 Kubus Bodenfluter 1xLED 6.7W warm white	-21.855	37.855	6.850	0.0	0.0	0.0
4	ERCO 33528000 Kubus Bodenfluter 1xLED 6.7W warm white	-21.850	36.244	6.850	0.0	0.0	0.0
5	ERCO 34030000 Grasshopper Scheinwerfer 1xLED 13W warm white	-0.700	11.994	6.000	0.0	0.0	90.0
6	ERCO 34030000 Grasshopper Scheinwerfer 1xLED 13W warm white	-4.679	11.994	6.000	0.0	0.0	90.0
7	ERCO 34030000 Grasshopper Scheinwerfer 1xLED 13W warm white	24.489	11.987	6.000	0.0	0.0	90.0

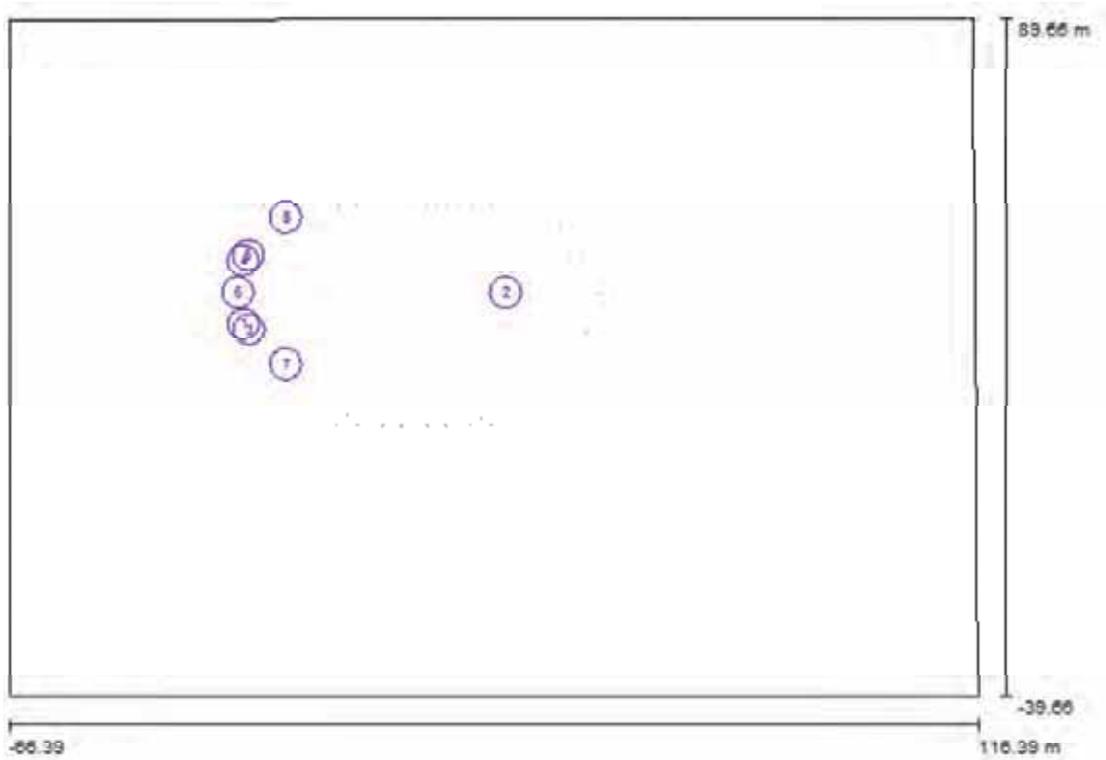
Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
Telefon 040-32841723
Fax
e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung mit LED / Eingänge / Planungsdaten

Nr.	Leuchte	Position [m]			Rotation [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
8	ERCO 34030000 Grasshopper Scheinwerfer 1xLED 13W warm white	20.510	11.987	6.000	0.0	0.0	90.0
9	ERCO 34030000 Grasshopper Scheinwerfer 1xLED 13W warm white	22.500	13.300	7.500	0.0	130.0	-90.0
10	ERCO 34030000 Grasshopper Scheinwerfer 1xLED 13W warm white	-2.700	13.990	8.000	0.0	130.0	-90.0

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung mit LED / Turm / Planungsdaten



Maßstab 1 : 1307

Nr.	Leuchte	Position [m]			Rotation [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	ERCO 34400000 Beamer Scheinwerfer 1xLED 20W warm white	-22.200	31.155	56.000	30.0	0.0	-45.0
2	ERCO 34400000 Beamer Scheinwerfer 1xLED 20W warm white	27.300	37.200	39.800	-15.0	0.0	90.0
3	ERCO 34400000 Beamer Scheinwerfer 1xLED 20W warm white	-21.098	30.085	56.000	30.0	0.0	-45.0
4	ERCO 34400000 Beamer Scheinwerfer 1xLED 20W warm white	-22.210	43.288	56.000	30.0	0.0	-135.0
5	ERCO 34400000 Beamer Scheinwerfer 1xLED 20W warm white	-21.195	44.349	56.000	30.0	0.0	-135.0
6	ERCO 34400000 Beamer Scheinwerfer 1xLED 20W warm white	-23.200	37.233	25.000	40.0	0.0	-90.0
7	ERCO 34400000 Beamer Scheinwerfer 1xLED 20W warm white	-14.200	23.505	22.000	35.0	0.0	0.0

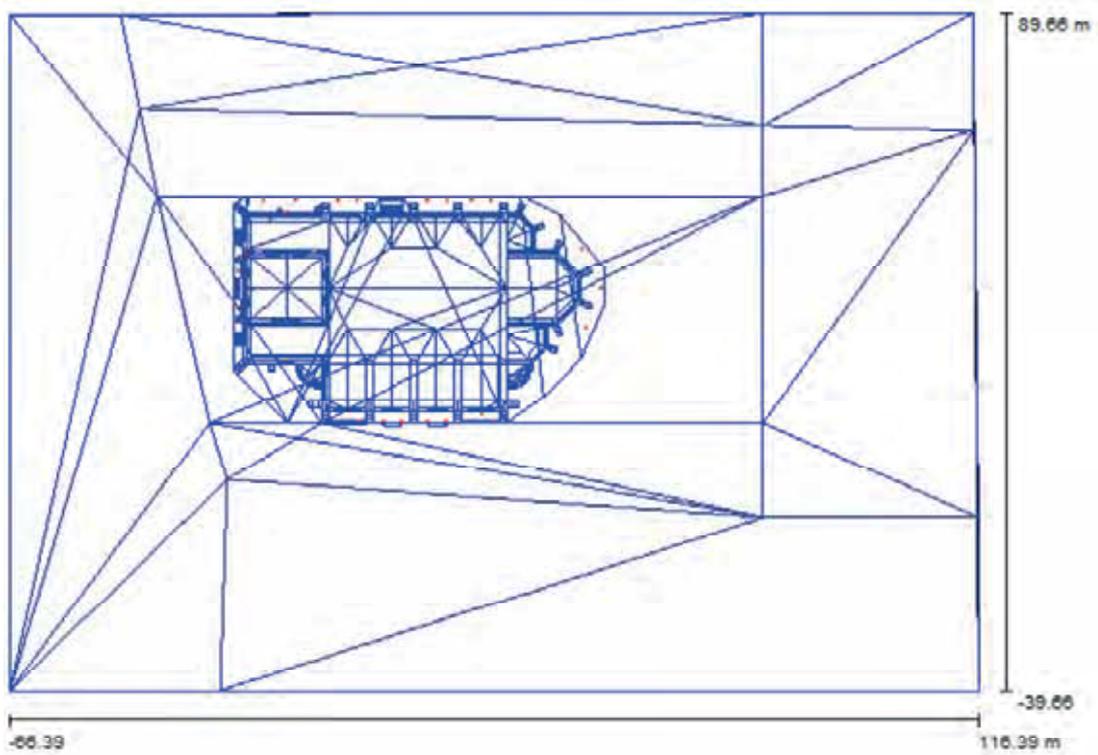
Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung mit LED / Turm / Planungsdaten

Nr.	Leuchte	Position [m]			Rotation [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
8	ERCO 34400000 Beamer Scheinwerfer 1xLED 20W warm white	-14.200	51.509	22.000	35.0	0.0	180.0

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung mit LED / Lichtszene LED / Planungsdaten



Wartungsfaktor: 0.57

Maßstab 1:1307

Leuchten-Stückliste

Nr.	Stück	Bezeichnung (Korrekturfaktor)	Φ (Leuchte) [lm]	Φ (Lampen) [lm]	P [W]
1	4	ERCO 33528000 Kubus Bodenfluter 1xLED 6.7W warm white (1.000)	284	435	8.0
2	6	ERCO 34030000 Grasshopper Scheinwerfer 1xLED 13W warm white (1.000)	689	870	16.0
3	6	ERCO 34256000 Powercast Fluter 1xLED 27W warm white (1.000)	1310	1740	33.0
4	8	ERCO 34294000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 40W warm white (1.000)	1832	2610	46.0
5	3	ERCO 34300000 Powercast Linsenwandfluter 1xLED 54W warm white (1.000)	2478	3480	60.0

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
Telefon 040-32841723
Fax
e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung mit LED / Lichtszene LED / Planungsdaten

Leuchten-Stückliste

Nr.	Stück	Bezeichnung (Korrekturfaktor)	Φ (Leuchte) [lm]	Φ (Lampen) [lm]	P [W]
6	10	ERCO 34400000 Beamer Scheinwerfer 1xLED 20W warm white (1.000)	913	1305	24.0
Gesamt:			44352	Gesamt: 61770	1114.0

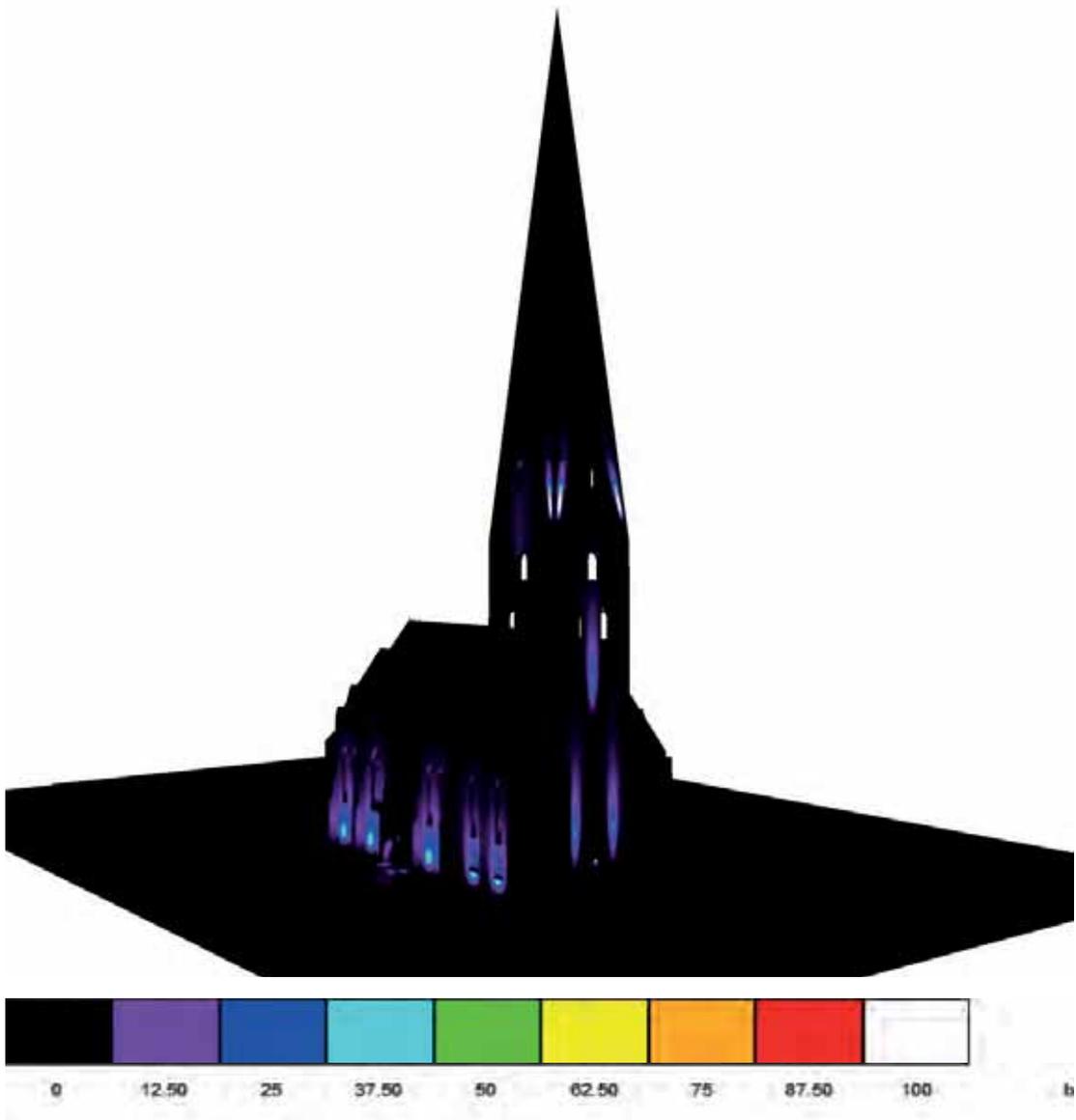
Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
Telefon 040-32841723
Fax
e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung mit LED / Lichtszene LED / 3D Rendering



Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
Telefon 040-32841723
Fax
e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung mit LED / Lichtszene LED / Falschfarben Rendering



konventionelle Außenbeleuchtung - St. Petri Kirche

Datum: 15.08.2012
Bearbeiter(in): Kim Ayleen Laackmann

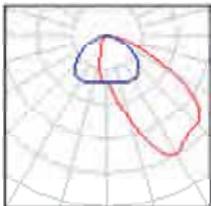
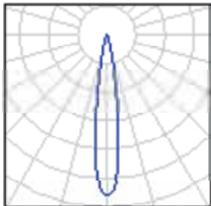
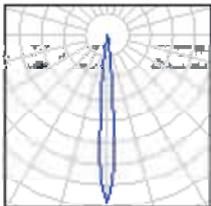
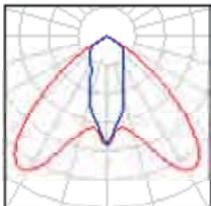
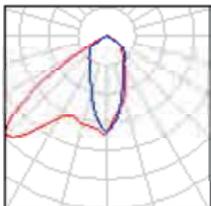
Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Inhaltsverzeichnis

konventionelle Außenbeleuchtung - St. Petri Kirche	
Projektdeckblatt	1
Inhaltsverzeichnis	2
Leuchtenstückliste	3
ERCO 34022000 Grasshopper Scheinwerfer 1xHIT-TC-CE 20W	
Leuchtendatenblatt	4
ERCO 33519000 Kubus Bodenfluter 1xHIT-TC-CE 20W	
Leuchtendatenblatt	5
ERCO 34055000 Beamer Scheinwerfer 1xHIT-CE 35W	
Leuchtendatenblatt	6
ERCO 34217000 Powercast Wandfluter 1xHIT-CE 70W	
Leuchtendatenblatt	7
ERCO 34213000 Powercast Fluter 1xHIT-CE 35W	
Leuchtendatenblatt	8
Außenbeleuchtung Hauptkirche St. Petri Hamburg	
Grundriss	9
Leuchten (Lageplan)	10
Steuergruppen	
Fassade	
Planungsdaten	12
Eingänge	
Planungsdaten	14
Turm	
Planungsdaten	16
Lichtszenen	
Lichtszene konventionell	
Planungsdaten	18
3D Rendering	19
Falschfarben Rendering	20

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

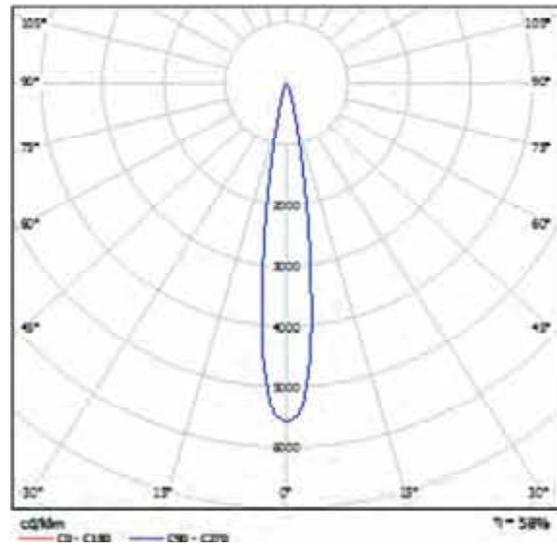
konventionelle Außenbeleuchtung - St. Petri Kirche / Leuchtenstückliste

4 Stück	<p>ERCO 33519000 Kubus Bodenfluter 1xHIT-TC-CE 20W Artikel-Nr.: 33519000 Lichtstrom (Leuchte): 788 lm Lichtstrom (Lampen): 1800 lm Leuchtenleistung: 24.0 W Leuchtenklassifikation nach DIN: A40 CIE Flux Code: 47 83 97 100 44 Bestückung: 1 x HIT-TC-CE 20W (Korrekturfaktor 1.000).</p>		
6 Stück	<p>ERCO 34022000 Grasshopper Scheinwerfer 1xHIT-TC-CE 20W Artikel-Nr.: 34022000 Lichtstrom (Leuchte): 1043 lm Lichtstrom (Lampen): 1800 lm Leuchtenleistung: 24.0 W Leuchtenklassifikation nach DIN: A60 CIE Flux Code: 100 100 100 100 66 Bestückung: 1 x HIT-TC-CE 20W (Korrekturfaktor 1.000).</p>		
10 Stück	<p>ERCO 34055000 Beamer Scheinwerfer 1xHIT-CE 35W Artikel-Nr.: 34055000 Lichtstrom (Leuchte): 1581 lm Lichtstrom (Lampen): 3300 lm Leuchtenleistung: 48.0 W Leuchtenklassifikation nach DIN: A60 CIE Flux Code: 100 100 100 100 66 Bestückung: 1 x HIT-CE 35W (Korrekturfaktor 1.000).</p>		
6 Stück	<p>ERCO 34213000 Powercast Fluter 1xHIT-CE 35W Artikel-Nr.: 34213000 Lichtstrom (Leuchte): 2429 lm Lichtstrom (Lampen): 3300 lm Leuchtenleistung: 48.0 W Leuchtenklassifikation nach DIN: A10 CIE Flux Code: 71 99 100 100 75 Bestückung: 1 x HIT-CE 35W (Korrekturfaktor 1.000).</p>		
11 Stück	<p>ERCO 34217000 Powercast Wandfluter 1xHIT-CE 70W Artikel-Nr.: 34217000 Lichtstrom (Leuchte): 4447 lm Lichtstrom (Lampen): 6600 lm Leuchtenleistung: 88.0 W Leuchtenklassifikation nach DIN: A10 CIE Flux Code: 61 97 100 100 68 Bestückung: 1 x HIT-CE 70W (Korrekturfaktor 1.000).</p>		

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

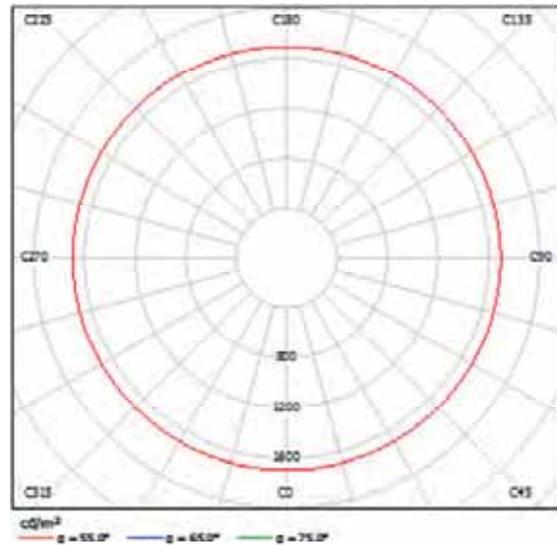
ERCO 34022000 Grasshopper Scheinwerfer 1xHIT-TC-CE 20W /
 Leuchtendatenblatt

Lichtaustritt 1:



Leuchtenklassifikation nach DIN: A60
 CIE Flux Code: 100 100 100 100 66

Lichtaustritt 1:



34022.000
 Grasshopper Scheinwerfer
 für Halogen-Metaldampflampen
 Graphit m
 EVG
 Spherolitreflektor spot
 Gehäuse, Gelenk und Armatur: Korrosionsbeständiger
 Aluminiumguss, No-Rinse oberflächenbehandelt. 2fach
 pulverbeschichtet. Optimierte Oberfläche für reduzierte
 Schmutzablagerung. Gelenk mit Skalierung und innen liegender
 Leitungsführung.
 Gehäuse 80° schwenkbar, 360° drehbar.
 Elektronisches Betriebsgerät. 2 Leitungseinführungen.
 Durchverdrahtung möglich. 3polige Anschlussklemme.
 Reflektor: Aluminium, silber eloxiert, hochglänzend.
 Kompakter Leuchtenkopf mit Schutzglas. Korrosionsbeständiger
 Aluminiumguss, 2fach pulverbeschichtet. Erhöhte
 Lampenabschirmung für besten Sehkomfort.
 Schutzart IP65: Staubdicht und geschützt gegen Strahlwasser.
 Energieeffizienzklasse: EEI A2
 Gewicht 2,30kg
 ENEC05, IP65, GOST

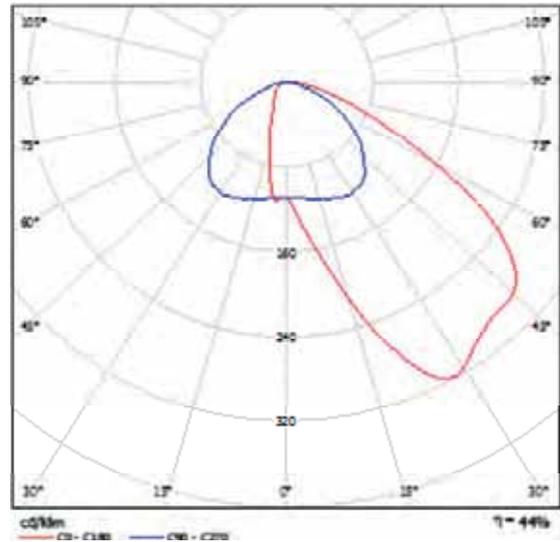
Bestandteile:

•2 x

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

ERCO 33519000 Kubus Bodenfluter 1xHIT-TC-CE 20W / Leuchtendatenblatt

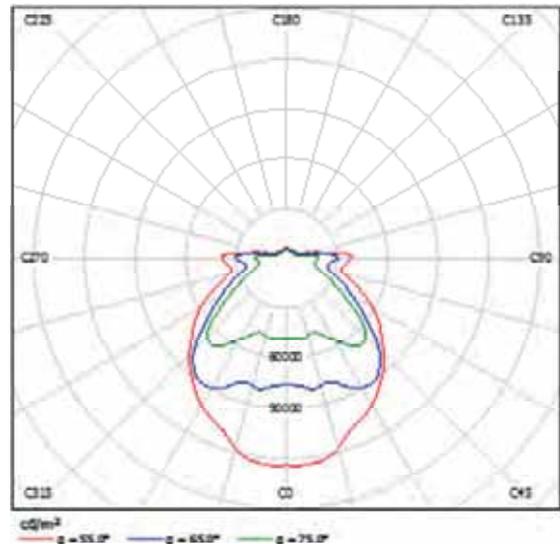
Lichtaustritt 1:



Leuchtenklassifikation nach DIN: A40
 CIE Flux Code: 47 83 97 100 44

Lichtaustritt 1:

33519.000
 Kubus Bodenfluter
 für Halogen-Metaldampflampen
 Graphit m
 EVG
 Gehäuse und Wandarmatur: Korrosionsbeständiger Aluminiumguss, No-Rinse oberflächenbehandelt. 2fach pulverbeschichtet. Optimierte Oberfläche für reduzierte Schmutzablagerung.
 Elektronisches Betriebsgerät. 2 Leitungseinführungen.
 Durchverdrahtung möglich. 3polige Steckklemme.
 Reflektor: Aluminium, silber eloxiert, seidenmatt.
 Streulinse als Schutzglas.
 Schutzart IP65: Staubdicht und geschützt gegen Strahlwasser.
 Gehäusetemperatur 55°C
 Temperatur am Lichtaustritt 77°C
 Energieeffizienzklasse: EEI A2
 Gewicht 1,73kg
 ENEC05, IP65, GOST

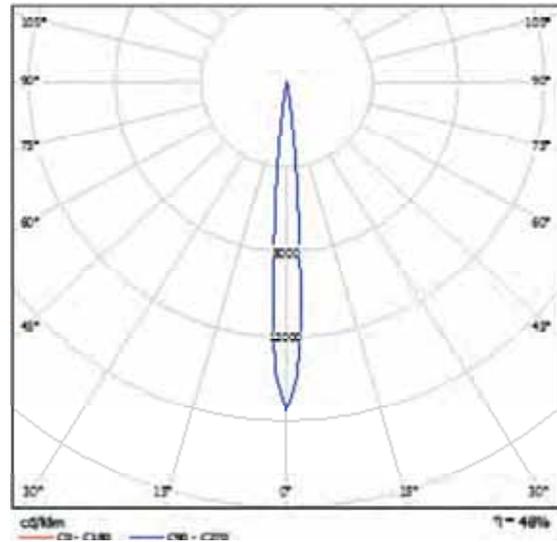


Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

ERCO 34055000 Beamer Scheinwerfer 1xHIT-CE 35W / Leuchtendatenblatt

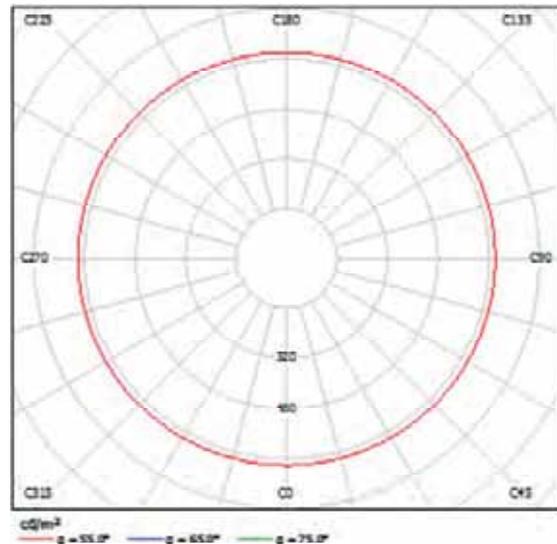


Lichtaustritt 1:



Leuchtenklassifikation nach DIN: A60
 CIE Flux Code: 100 100 100 100 66

Lichtaustritt 1:



34055.000
 Beamer Scheinwerfer
 mit Montageplatte für Halogen-Metaldampflampen
 Graphit m
 Spotreflektor
 Zur Montage an Zubehör.
 Gehäuse, Gelenk und Montageplatte: Korrosionsbeständiger Aluminiumguss, No-Rinse oberflächenbehandelt. 2fach pulverbeschichtet. Optimierte Oberfläche für reduzierte Schmutzablagerung. Gelenk mit innen liegender Leitungsführung, 130° schwenkbar. Skalenscheibe: Korrosionsbeständiges Aluminium.
 Temperaturbeständige Anschlussleitung mit Stecker.
 Vorschaltgerät 230V, 50Hz, mit Thermowächter, Timer-Zündgerät, Kompensationskondensator.
 Reflektor: Aluminium, silber eloxiert, hochglänzend.
 Verschraubte Snoot mit Schutzglas: Korrosionsbeständiger Aluminiumguss, 2fach pulverbeschichtet. Kreuzraster: Metall, schwarz lackiert. Abschirmwinkel 50°. Streulichtfrei.
 Montagezubehör separat bestellen.
 Max. Bezugsfläche für Windlasten 0,06m²
 Energieeffizienzklasse: EEI A3
 Gewicht 6,50kg
 ENEC10, VDE, IP44, GOST

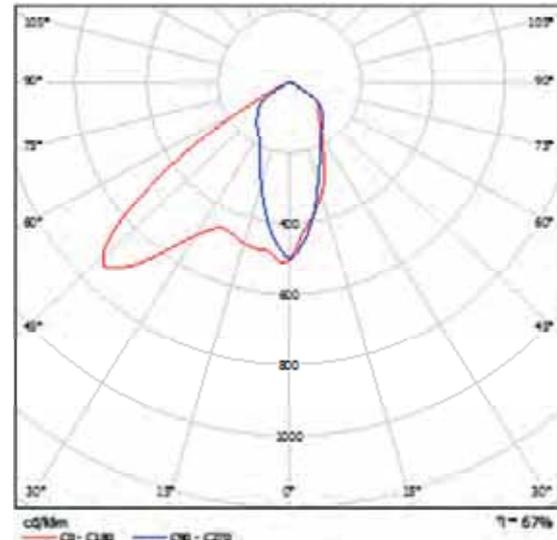
Bestandteile:
 •2 x

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

ERCO 34217000 Powercast Wandfluter 1xHIT-CE 70W / Leuchtendatenblatt



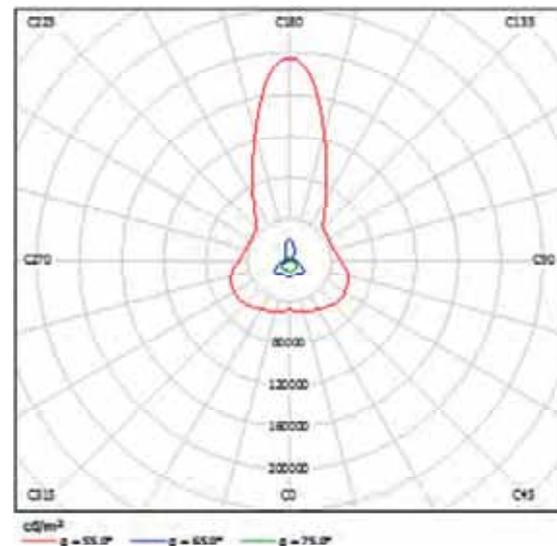
Lichtaustritt 1:



Leuchtenklassifikation nach DIN: A10
 CIE Flux Code: 61 97 100 100 68

34217.000
 Powercast Wandfluter
 für Halogen-Metaldampflampen
 Graphit m
 Spherolitreflektor washlight
 Gehäuse: Korrosionsbeständiger Aluminiumguss, No-Rinse
 oberflächenbehandelt. 2fach pulverbeschichtet. Optimierte
 Oberfläche für reduzierte Schmutzablagerung. Befestigungsbügel:
 Korrosionsbeständiges Aluminium, 2fach pulverbeschichtet.
 Gehäuse ±90° schwenkbar.
 Vorschaltgerät 230V, 50Hz, mit Thermowächter, Timer-Zündgerät,
 Kompensationskondensator. 2 Leitungseinführungen mit
 Kabelverschraubungen M25. Durchverdrahtung möglich. 5polige
 Anschlussklemme.
 Verschraubte Fronteinheit mit Schutzglas: Korrosionsbeständiger
 Aluminiumguss, 2fach pulverbeschichtet. Zum Lampenwechsel
 abzuklappen.
 Werkzeuglos wechselbarer Reflektor: Aluminium, silber eloxiert,
 hochglänzend. 360° drehbar.
 Montage von Gehäuse und Befestigungsbügel muss bauseits
 erfolgen.
 Schutzart IP65: Staubdicht und geschützt gegen Strahlwasser.
 Max. Bezugsfläche für Windlasten 0,06m²
 Energieeffizienzklasse: EEI A3
 Gewicht 5,80kg
 ENE C05, IP65

Lichtaustritt 1:



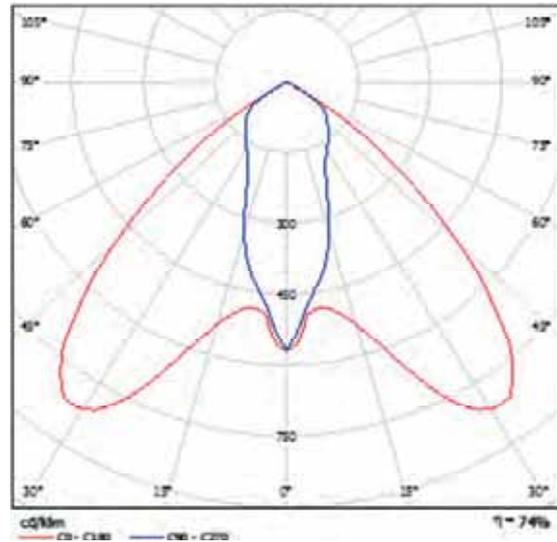
Bestandteile:
 •2 x

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

ERCO 34213000 Powercast Fluter 1xHIT-CE 35W / Leuchtendatenblatt

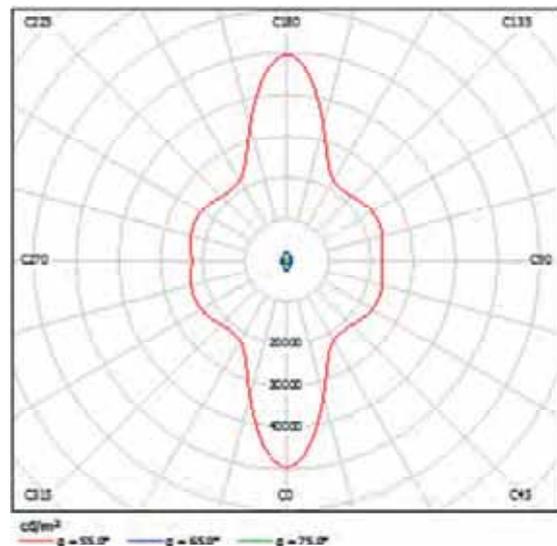


Lichtaustritt 1:



Leuchtenklassifikation nach DIN: A10
 CIE Flux Code: 71 99 100 100 75

Lichtaustritt 1:

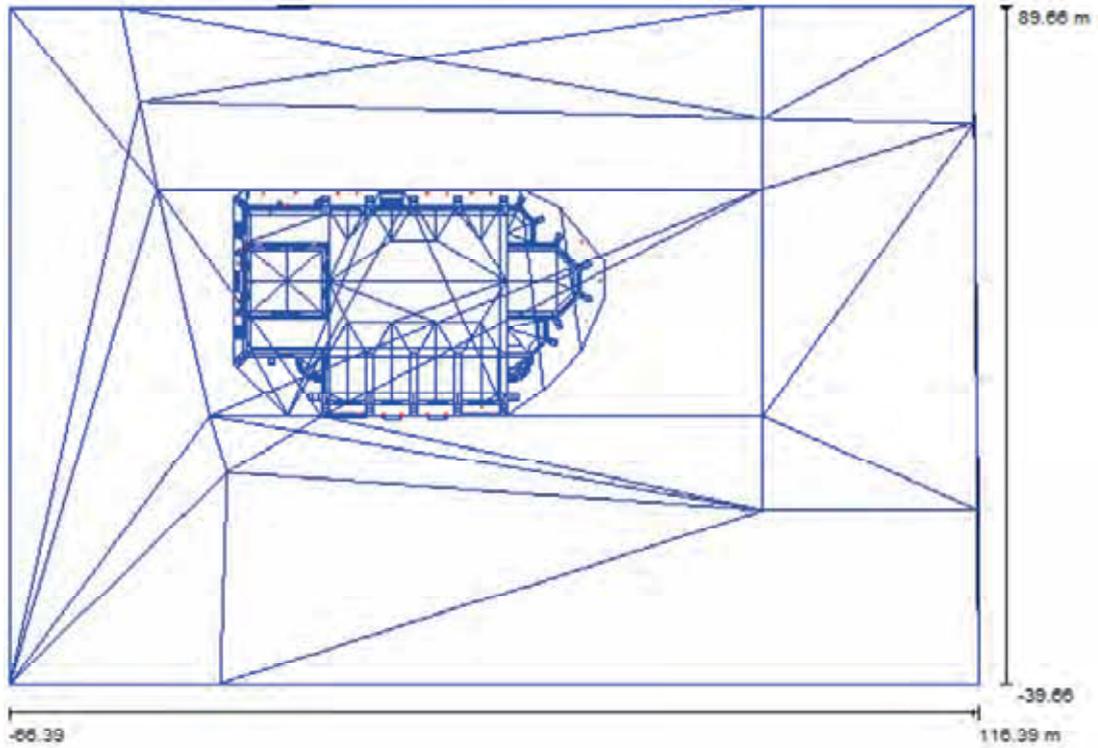


34213.000
 Powercast Fluter
 für Halogen-Metaldampflampen
 Graphit m
 Spherolitreflektor oval flood
 Gehäuse: Korrosionsbeständiger Aluminiumguss, No-Rinse
 oberflächenbehandelt. 2fach pulverbeschichtet. Optimierte
 Oberfläche für reduzierte Schmutzablagerung. Befestigungsbügel:
 Korrosionsbeständiges Aluminium, 2fach pulverbeschichtet.
 Gehäuse ±90° schwenkbar.
 Vorschaltgerät 230V, 50Hz, mit Thermowächter, Timer-Zündgerät,
 Kompensationskondensator. 2 Leitungseinführungen mit
 Kabelverschraubungen M25. Durchverdrahtung möglich. 5polige
 Anschlussklemme.
 Verschraubte Fronteinheit mit Schutzglas: Korrosionsbeständiger
 Aluminiumguss, 2fach pulverbeschichtet. Zum Lampenwechsel
 abzuklappen. Innen liegende Aufnahme für Zubehör.
 Werkzeuglos wechselbarer Reflektor: Aluminium, silber eloxiert,
 hochglänzend. 90° drehbar.
 Montage von Gehäuse und Befestigungsbügel muss bauseits
 erfolgen.
 Schutzart IP65: Staubdicht und geschützt gegen Strahlwasser.
 Max. Bezugsfläche für Windlasten 0,06m²
 Energieeffizienzklasse: EEI A3
 Gewicht 5,40kg
 ENE C05, IP65

Bestandteile:
 •2 x

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
Telefon 040-32841723
Fax
e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

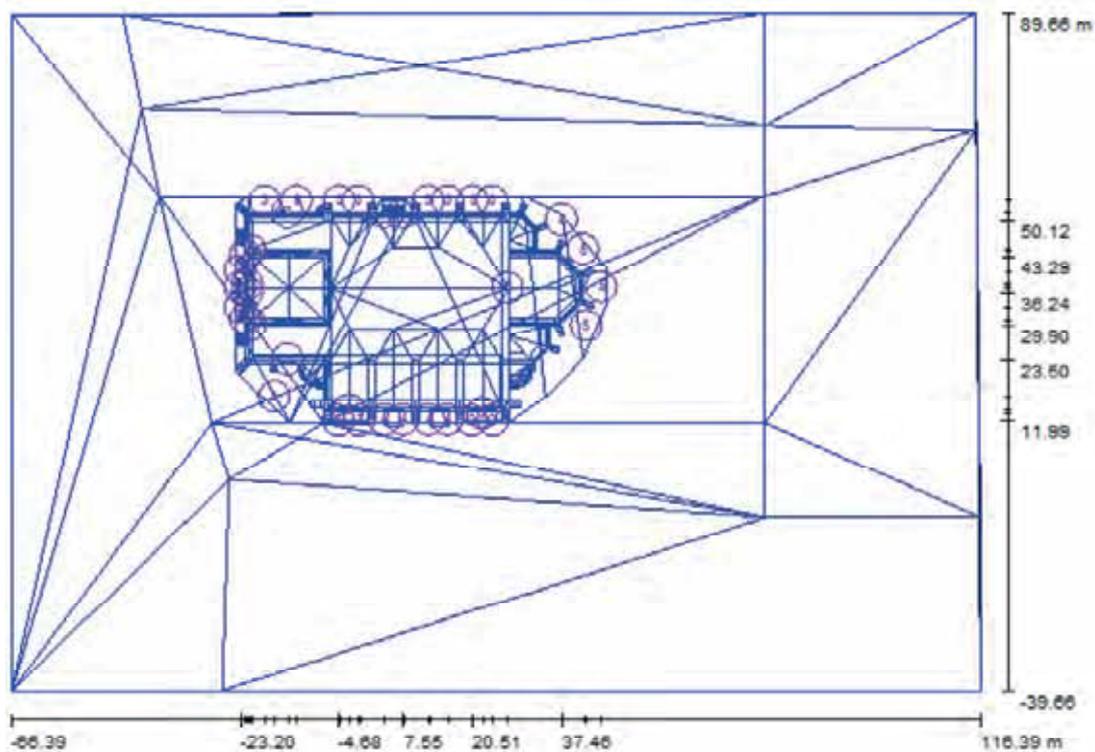
Außenbeleuchtung Hauptkirche St. Petri Hamburg / Grundriss



Maßstab 1 : 1307

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung Hauptkirche St. Petri Hamburg / Leuchten (Lageplan)



Maßstab 1 : 1307

Leuchten-Stückliste

Nr.	Stück	Bezeichnung
1	4	ERCO 33519000 Kubus Bodenfluter 1xHIT-TC-CE 20W
2	6	ERCO 34022000 Grasshopper Scheinwerfer 1xHIT-TC-CE 20W
3	10	ERCO 34055000 Beamer Scheinwerfer 1xHIT-CE 35W
4	6	ERCO 34213000 Powercast Fluter 1xHIT-CE 35W

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
Telefon 040-32841723
Fax
e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

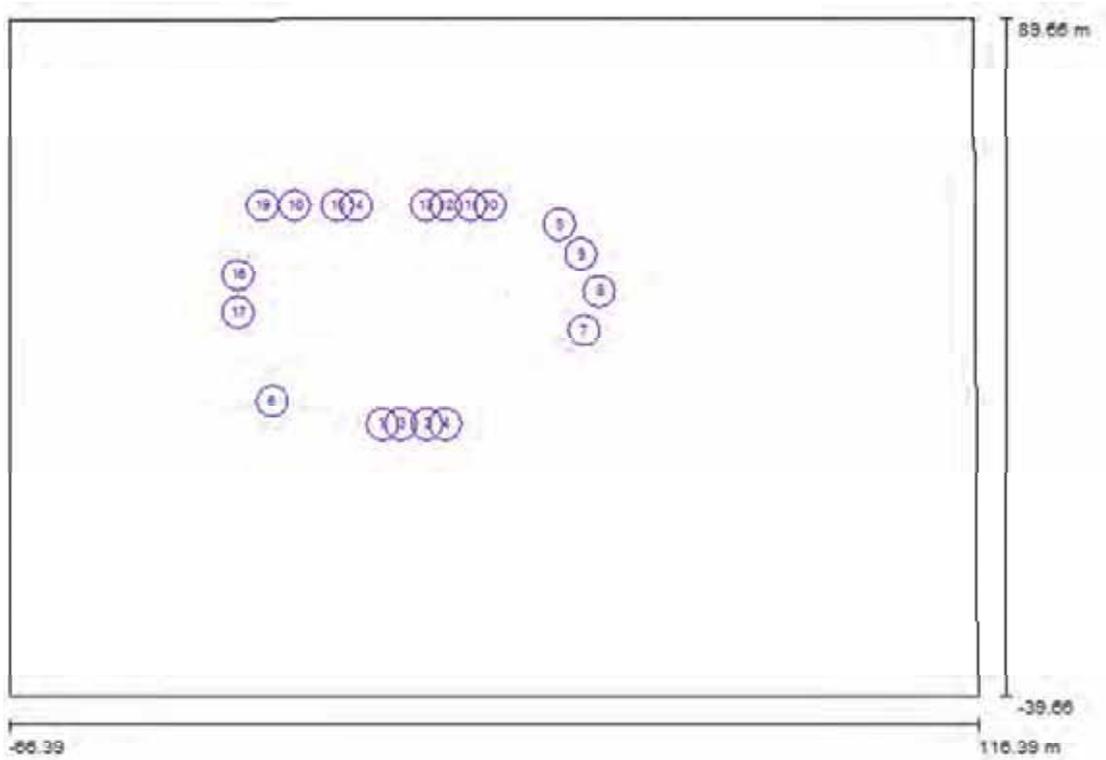
Außenbeleuchtung Hauptkirche St. Petri Hamburg / Leuchten (Lageplan)

Leuchten-Stückliste

Nr.	Stück	Bezeichnung
5	11	ERCO 34217000 Powercast Wandfluter 1xHIT-CE 70W

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung Hauptkirche St. Petri Hamburg / Fassade / Planungsdaten



Maßstab 1 : 1307

Nr.	Leuchte	Position [m]			Rotation [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	ERCO 34213000 Powercast Fluter 1xHIT-CE 35W	4.052	12.112	3.200	40.0	0.0	0.0
2	ERCO 34213000 Powercast Fluter 1xHIT-CE 35W	12.451	12.112	3.200	40.0	0.0	0.0
3	ERCO 34213000 Powercast Fluter 1xHIT-CE 35W	7.548	12.112	3.200	40.0	0.0	0.0
4	ERCO 34213000 Powercast Fluter 1xHIT-CE 35W	15.947	12.112	3.200	40.0	0.0	0.0
5	ERCO 34213000 Powercast Fluter 1xHIT-CE 35W	37.460	50.124	3.200	45.0	0.0	145.0
6	ERCO 34213000 Powercast Fluter 1xHIT-CE 35W	-16.700	16.500	3.200	40.0	0.0	-65.0
7	ERCO 34217000 Powercast Wandfluter 1xHIT-CE 70W	42.135	29.900	3.200	10.0	0.0	50.0

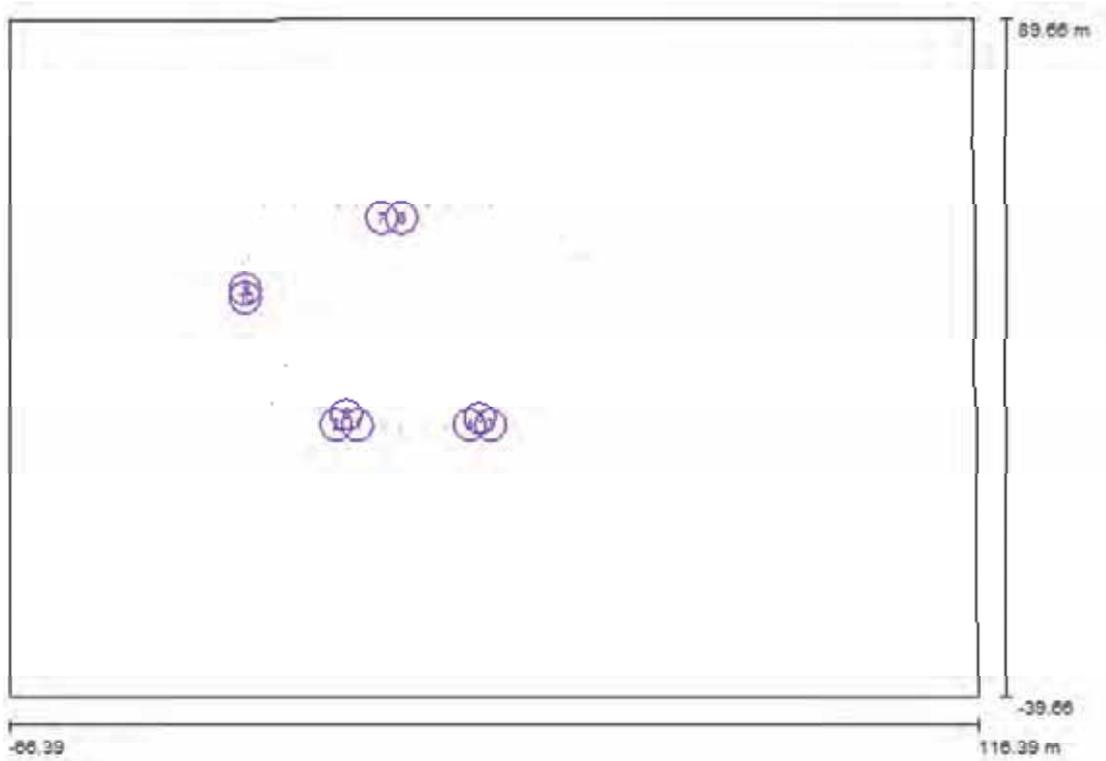
Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung Hauptkirche St. Petri Hamburg / Fassade / Planungsdaten

Nr.	Leuchte	Position [m]			Rotation [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
8	ERCO 34217000 Powercast Wandfluter 1xHIT-CE 70W	44.955	37.370	3.200	10.0	0.0	90.0
9	ERCO 34217000 Powercast Wandfluter 1xHIT-CE 70W	41.515	44.557	3.200	10.0	0.0	140.0
10	ERCO 34217000 Powercast Wandfluter 1xHIT-CE 70W	24.364	53.725	3.200	10.0	0.0	-180.0
11	ERCO 34217000 Powercast Wandfluter 1xHIT-CE 70W	20.727	53.725	3.200	10.0	0.0	180.0
12	ERCO 34217000 Powercast Wandfluter 1xHIT-CE 70W	15.986	53.725	3.200	10.0	0.0	180.0
13	ERCO 34217000 Powercast Wandfluter 1xHIT-CE 70W	12.348	53.725	3.200	10.0	0.0	180.0
14	ERCO 34217000 Powercast Wandfluter 1xHIT-CE 70W	-0.881	53.725	3.200	10.0	0.0	180.0
15	ERCO 34217000 Powercast Wandfluter 1xHIT-CE 70W	-4.519	53.725	3.200	10.0	0.0	-180.0
16	ERCO 34055000 Beamer Scheinwerfer 1xHIT-CE 35W	-23.200	40.559	3.200	40.0	0.0	-90.0
17	ERCO 34055000 Beamer Scheinwerfer 1xHIT-CE 35W	-23.200	33.387	3.200	40.0	0.0	-90.0
18	ERCO 34217000 Powercast Wandfluter 1xHIT-CE 70W	-12.526	53.725	3.200	10.0	0.0	180.0
19	ERCO 34217000 Powercast Wandfluter 1xHIT-CE 70W	-18.556	53.725	3.200	10.0	0.0	180.0

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung Hauptkirche St. Petri Hamburg / Eingänge /
 Planungsdaten



Maßstab 1 : 1307

Nr.	Leuchte	Position [m]			Rotation [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	ERCO 34022000 Grasshopper Scheinwerfer 1xHIT-TC-CE 20W	-0.700	11.994	6.000	0.0	0.0	90.0
2	ERCO 34022000 Grasshopper Scheinwerfer 1xHIT-TC-CE 20W	-4.679	11.994	6.000	0.0	0.0	90.0
3	ERCO 34022000 Grasshopper Scheinwerfer 1xHIT-TC-CE 20W	24.489	11.987	6.000	0.0	0.0	90.0
4	ERCO 34022000 Grasshopper Scheinwerfer 1xHIT-TC-CE 20W	20.510	11.987	6.000	0.0	0.0	90.0
5	ERCO 34022000 Grasshopper Scheinwerfer 1xHIT-TC-CE 20W	22.500	13.300	7.500	0.0	130.0	-90.0
6	ERCO 34022000 Grasshopper Scheinwerfer 1xHIT-TC-CE 20W	-2.700	13.990	8.000	0.0	130.0	-90.0
7	ERCO 33519000 Kubus Bodenfluter 1xHIT-TC-CE 20W	3.924	51.536	7.500	0.0	0.0	90.0

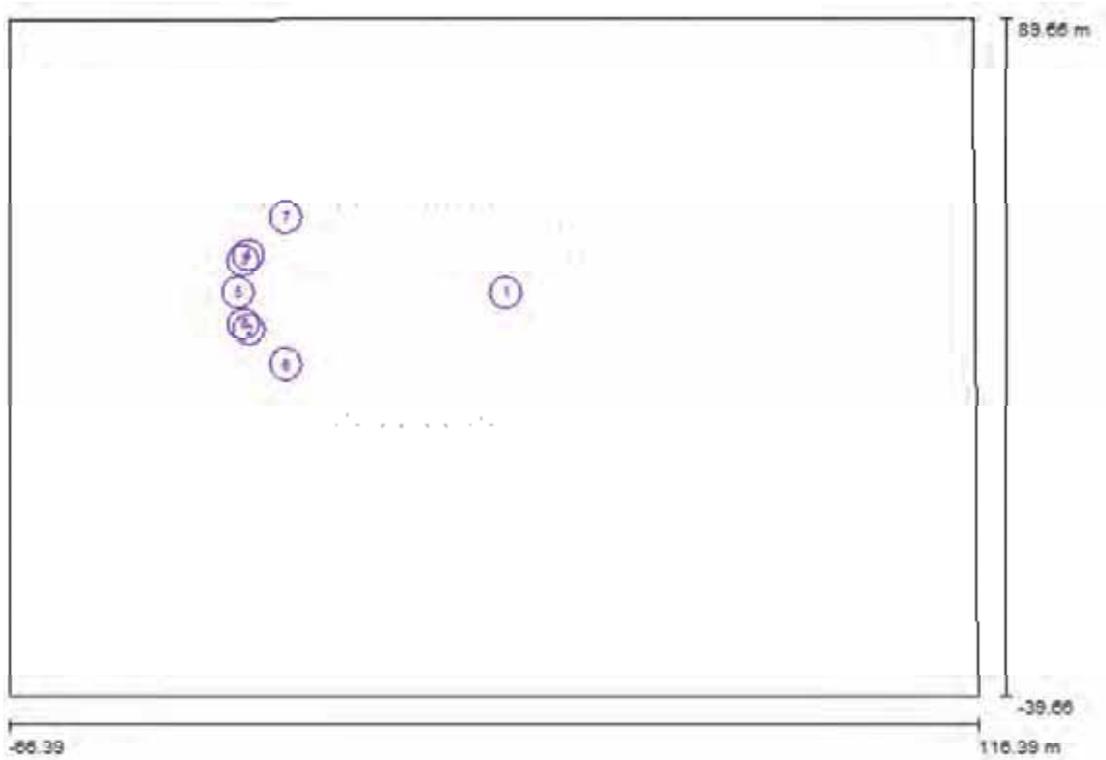
Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
Telefon 040-32841723
Fax
e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung Hauptkirche St. Petri Hamburg / Eingänge / Planungsdaten

Nr.	Leuchte	Position [m]			Rotation [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
8	ERCO 33519000 Kubus Bodenfluter 1xHIT-TC-CE 20W	7.691	51.536	7.500	0.0	0.0	90.0
9	ERCO 33519000 Kubus Bodenfluter 1xHIT-TC-CE 20W	-21.855	37.855	6.850	0.0	0.0	0.0
10	ERCO 33519000 Kubus Bodenfluter 1xHIT-TC-CE 20W	-21.850	36.244	6.850	0.0	0.0	0.0

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung Hauptkirche St. Petri Hamburg / Turm / Planungsdaten



Maßstab 1 : 1307

Nr.	Leuchte	Position [m]			Rotation [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	ERCO 34055000 Beamer Scheinwerfer 1xHIT-CE 35W	27.300	37.200	39.800	-15.0	0.0	90.0
2	ERCO 34055000 Beamer Scheinwerfer 1xHIT-CE 35W	-21.098	30.085	56.000	30.0	0.0	-45.0
3	ERCO 34055000 Beamer Scheinwerfer 1xHIT-CE 35W	-22.210	43.288	56.000	30.0	0.0	-135.0
4	ERCO 34055000 Beamer Scheinwerfer 1xHIT-CE 35W	-21.195	44.349	56.000	30.0	0.0	-135.0
5	ERCO 34055000 Beamer Scheinwerfer 1xHIT-CE 35W	-23.200	37.233	25.000	40.0	0.0	-90.0
6	ERCO 34055000 Beamer Scheinwerfer 1xHIT-CE 35W	-14.200	23.505	22.000	35.0	0.0	0.0
7	ERCO 34055000 Beamer Scheinwerfer 1xHIT-CE 35W	-14.200	51.509	22.000	35.0	0.0	180.0

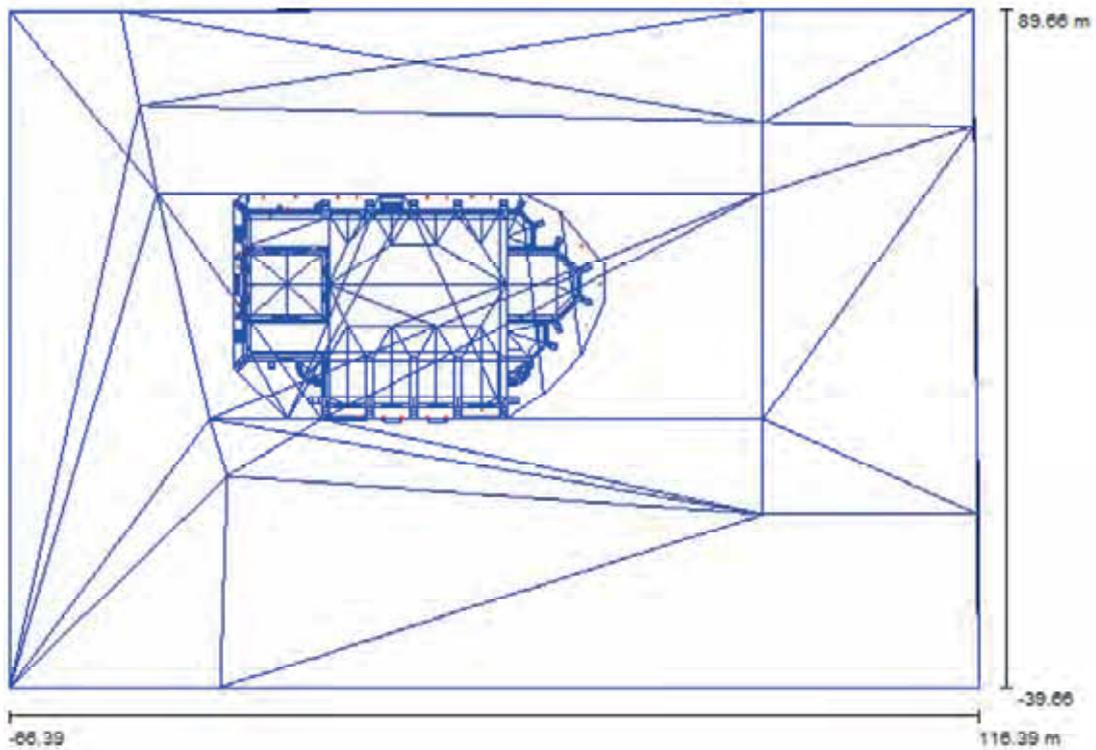
Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
Telefon 040-32841723
Fax
e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung Hauptkirche St. Petri Hamburg / Turm / Planungsdaten

Nr.	Leuchte	Position [m]			Rotation [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
8	ERCO 34055000 Beamer Scheinwerfer 1xHIT-CE 35W	-22.200	31.155	56.000	30.0	0.0	-45.0

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
 Telefon 040-32841723
 Fax
 e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung Hauptkirche St. Petri Hamburg / Lichtszene konventionell / Planungsdaten



Wartungsfaktor: 0.57

Maßstab 1:1307

Leuchten-Stückliste

Nr.	Stück	Bezeichnung (Korrekturfaktor)	Φ (Leuchte) [lm]	Φ (Lampen) [lm]	P [W]
1	4	ERCO 33519000 Kubus Bodenfluter 1xHIT-TC-CE 20W (1.000)	788	1800	24.0
2	6	ERCO 34022000 Grasshopper Scheinwerfer 1xHIT-TC-CE 20W (1.000)	1043	1800	24.0
3	10	ERCO 34055000 Beamer Scheinwerfer 1xHIT-CE 35W (1.000)	1581	3300	48.0
4	6	ERCO 34213000 Powercast Fluter 1xHIT-CE 35W (1.000)	2429	3300	48.0
5	11	ERCO 34217000 Powercast Wandfluter 1xHIT-CE 70W (1.000)	4447	6600	88.0

Gesamt: 88710 Gesamt: 143400 1976.0

Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
Telefon 040-32841723
Fax
e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung Hauptkirche St. Petri Hamburg / Lichtszene konventionell /
3D Rendering



Bearbeiter(in) Kim Ayleen Laackmann
Telefon 040-32841723
Fax
e-Mail kim_laackmann@yahoo.de

Außenbeleuchtung Hauptkirche St. Petri Hamburg / Lichtszene konventionell /
Falschfarben Rendering

