



Stadt Eschweiler
Der Bürgermeister
60 Abteilung für Straßenraum und Verkehr

Vorlagen-Nummer

161/10

1

Sitzungsvorlage

Datum: 16.11.2010

Beratungsfolge			Sitzungsdatum	TOP
1. Beschlussfassung	Planungs-, Umwelt- und Bauausschuss	öffentlich	02.12.2010	
2.				
3.				
4.				

Energetische Sanierung der Straßenbeleuchtung
hier: Darstellung der weiteren Vorgehensweise zur energetischen Sanierung und Bemusterung neuer Standardleuchten

Beschlussentwurf:

Der Planungs-, Umwelt- und Bauausschuss stimmt dem als neue Standardleuchte vorgeschlagenen Modell „Lumega 600/700/900“ zu.

J.V.

A 14 - Rechnungsprüfungsamt <input checked="" type="checkbox"/> gesehen <input type="checkbox"/> vorgeprüft 		Unterschriften 	
1	2	3	4
<input type="checkbox"/> zugestimmt <input type="checkbox"/> zur Kenntnis genommen <input type="checkbox"/> abgelehnt <input type="checkbox"/> zurückgestellt	<input type="checkbox"/> zugestimmt <input type="checkbox"/> zur Kenntnis genommen <input type="checkbox"/> abgelehnt <input type="checkbox"/> zurückgestellt	<input type="checkbox"/> zugestimmt <input type="checkbox"/> zur Kenntnis genommen <input type="checkbox"/> abgelehnt <input type="checkbox"/> zurückgestellt	<input type="checkbox"/> zugestimmt <input type="checkbox"/> zur Kenntnis genommen <input type="checkbox"/> abgelehnt <input type="checkbox"/> zurückgestellt
Abstimmungsergebnis	Abstimmungsergebnis	Abstimmungsergebnis	Abstimmungsergebnis
<input type="checkbox"/> einstimmig <input type="checkbox"/> ja			
<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> nein
<input type="checkbox"/> Enthaltung	<input type="checkbox"/> Enthaltung	<input type="checkbox"/> Enthaltung	<input type="checkbox"/> Enthaltung

Sachverhalt

1. Energetische Sanierung

1.1 Aktuelle Beschlusslage

Im Planungs-, Umwelt-, und Bauausschuss am 19.11.2009 wurde die geplante Vorgehensweise zur energetischen Sanierung der Straßenbeleuchtung vorgestellt (vgl. Vorl.-Nr. 211/09: „Erstellung eines Klimaschutzteilkonzeptes zur Reduzierung der Energieverbräuche und der CO₂-Emissionen der kommunalen Straßenbeleuchtung“).

Demnach sollte, beginnend in 2010 eine schrittweise Sanierung der Beleuchtungsanlage erfolgen; insbesondere mit Blick auf die Tatsache, dass die Quecksilberdampflampen, die zz. noch in großer Anzahl vorhanden sind, in 2015 die Zulassung verlieren.

Unterstützend sollten Fördermittel des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit in Höhe von 25 % der förderfähigen Ausgaben in Anspruch genommen werden.

Voraussetzung zur Gewährung dieser Fördermittel ist der Nachweis, dass durch die Sanierungsmaßnahmen die Energieeffizienz der Straßenbeleuchtung gesteigert wird, so dass im Vergleich zur „Altanlage“ eine Verminderung des Stromverbrauchs um 30% erreicht werden kann.

Ein entsprechender Auftrag wurde am 13.04.2010 an das Ingenieurbüro Skeide erteilt, daraufhin wurde umgehend mit der Erstellung der Antragsunterlagen begonnen.

1.2 Veränderung der Rahmenbedingungen

In der Pressemitteilung 059/10 vom 03.05.2010 teilte das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit mit, dass der Deutsche Bundestag mit dem Bundeshaushalt 2010 die Mittel für das „Marktanreizprogramm und Vorhaben der Klimaschutzinitiative“ mit einer Haushaltssperre belegt hat.

Das Forschungszentrum Jülich, vom Bundesministerium als Projektträger eingesetzt, teilte in einer Pressemitteilung ergänzend mit, dass bis zum 30.09.2010 keine Anträge entgegen genommen werden.

Ab dem 01.10.2010 sollten wieder Antragsunterlagen für 2011 angenommen werden, zudem wurde die Förderquote von 25 % auf 20% reduziert. Es wurde außerdem darauf hingewiesen, dass diese Regelungen vorbehaltlich in 2011 zur Verfügung stehender Fördermittel gelten.

Basierend auf diese Aussagen wurden Antragsunterlagen erstellt und mit Schreiben vom 08.09.2010 beim zuständigen Projektträger Forschungszentrum Jülich eingereicht.

Diese Antragsunterlagen wurden von dort am 14.09.2010 zurückgesandt mit dem Hinweis, dass das vorhandene Budget mit den vorliegenden Anträgen bereits weitestgehend ausgeschöpft sei. Zudem wurde mitgeteilt, dass zunächst im Dezember 2010 die „Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen“ novelliert wird. Diese Richtlinie soll am 01.01.2011 in Kraft treten, zwischen dem 01.01.2011 und dem 31.03.2011 können neue Anträge eingereicht werden.

Aufgrund der Entwicklung bei der Förderung dieser Projekte ist festzustellen, dass gegenüber dem ursprünglichen Zeitplan zur energetischen Sanierung bereits ein Jahr verloren wurde. Dies ist problematisch, da die Quecksilberdampf-Leuchtmittel, die nach wie vor in großer Anzahl in der Beleuchtungsanlage vorhanden sind, in 2015 die Zulassung verlieren. Zudem hätten bereits Einsparungen erzielt werden können, wenn die energetische Sanierung wie geplant hätte begonnen werden können.

Angesichts des seitens des Fördergebers dargestellten Zeitrahmens zur Novellierung der Förderrichtlinie kann zz. leider keine belastbare Aussage zur weiteren zeitlichen Entwicklung der energetischen Sanierung gemacht werden. Daher ist eine erneute, zeitnahe Ausschussbeteiligung zum Thema beabsichtigt, sobald die neuen Förderbedingungen geklärt sind.

Dennoch ist bereits heute absehbar, dass im Zuge der energetischen Sanierung der Straßenbeleuchtung eine Vielzahl von Leuchten ausgetauscht werden müssen. Darüber hinaus stehen Aus-

baumaßnahmen unmittelbar bevor, für die hinsichtlich der Beleuchtung Planungssicherheit benötigt wird. Daher empfiehlt es sich bereits heute, sich auf eine Standardleuchte zu verständigen. Zur Erläuterung und zum besseren Verständnis der einzelnen Komponenten einer Beleuchtungsanlage werden diese in Anlage 1.1 anhand einer Systemskizze dargestellt.

2. Leuchten

2.1 Festlegung einer Standardleuchte

Infolge der energetischen Sanierung ist der Austausch einer Vielzahl von Leuchten erforderlich. Bei neueren Leuchtenmodellen ist der Aufwand für Wartung und Montage i.d.R. geringer, teilweise ist sogar eine werkzeuglose Wartung der Leuchte möglich. Hierdurch lässt sich der Stundenaufwand für Elektromonteur und Hubsteiger reduzieren. Ein weiterer Vorteil neuerer Leuchtenmodelle besteht in der höheren Schutzart dieser Leuchten (vgl. Anlage 1.2) verglichen mit den älteren Modellen die heute noch in großer Stückzahl in der Beleuchtungsanlage vorhanden sind. Aus diesem Grund wurde eine Überprüfung der zz. am Markt erhältlichen Leuchten vorgenommen und aus der Vielzahl eine Vorauswahl getroffen.

Maßgebliches Kriterium war u.a., dass der Leuchtenhersteller über entsprechendes Potential verfügt, d.h. seine Produkte sind bereits in großer Stückzahl in Straßenbeleuchtungsanlagen in Deutschland verbaut. Demzufolge liegen Erfahrungen und Referenzen vor. Dies gewährt eine gewisse Sicherheit, dass eine Nachbeschaffung von Ersatzteilen problemlos erfolgen kann.

Ausgehend von diesem Kriterium wurden die Leuchten folgender Hersteller vorausgewählt:

- Trilux Lumega 600/700/900; 935
- Siteco SQ 50/100/200; DL 500
- Philips Koffer²; Iridium
- Hellux 131; 171/172

Bei diesen Herstellern handelt es sich um bekannte und renommierte Hersteller, die bereits seit Jahrzehnten am Markt sind. Bei den Leuchtentypen handelt es sich um technische Leuchten, d.h. bei diesen Modellen stehen eher lichttechnische Aspekte im Vordergrund, weniger gestalterische oder dekorative.

Die Leuchten wurden zur Begutachtung in der Kaiserstraße zwischen Haus-Nr. 15 und Haus-Nr. 87 montiert. Darüber hinaus wurden zwei Trilux-Leuchten mit LED-Bestückung am Stadtgarten montiert. Eine Bewertung dieser LED-Leuchten erfolgte jedoch nicht, da diese Produkte zz. noch keine wirtschaftliche Alternative zu konventionell bestückten Leuchten darstellen.

Damit ein Vergleich der einzelnen Leuchten vorgenommen werden kann, wurde zunächst ein Anforderungsprofil mit den wichtigsten Kriterien erstellt, wobei eine Gewichtung vorwiegend im Hinblick auf Aspekte der Wirtschaftlichkeit erfolgte.

Auf die Lebensdauer (ca. 35 Jahre) einer Straßenbeleuchtungsanlage bezogen entfallen ca. 30 % der Kosten auf die Errichtung der Anlage, 70% der Kosten entfallen auf Wartungs- und Energiekosten. Demzufolge liegen die größten Einsparpotentiale in eben diesen Bereichen, die Anschaffungskosten sind bezogen auf die Lebensdauer also weniger ausschlaggebend.

Daher wurde beispielsweise das Kriterium „Anschaffungskosten“ nicht so hoch bewertet wie das Kriterium „Handling beim Austausch des Leuchtmittels“.

Im Hinblick auf die Entwicklung der LED-Leuchten wurde das Kriterium „Umrüstbarkeit auf LED-Leuchtmittel“ in die Bewertungsmatrix aufgenommen. Bei der Beschaffung einer großen Anzahl neuer Leuchten sollte zumindest die Option des Leuchtenumbaus auf LED-Leuchtmittel gegeben sein.

Ein weiterer Schwerpunkt wurde auf die Leuchten- bzw. Lichttechnik gelegt, hier wurde das Kriterium „Leuchtenbetriebswirkungsgrad“ besonders stark gewichtet. Ziel der energetischen Sanierung ist in erster Linie die Reduzierung des Energieverbrauchs, dies sollte jedoch mit einer möglichst optimalen Beleuchtung der Straßen einhergehen.

Verglichen mit diesem Aspekt wurde beispielsweise dem Kriterium „Leuchtendesign“ weniger Bedeutung zugemessen, ein Kriterium dem beispielsweise bei Beleuchtungsanlagen im Innenstadtbereich eine ungleich größere Bedeutung zukommt.

Der Begriff Standardleuchte ist dahingehend zu verstehen, dass diese Leuchte künftig in weiten Teilen des Stadtgebietes eingesetzt wird, sie wird zum Regelfall, weil sie die an sie gestellten Anforderungen am besten erfüllt („Brot und Butter Leuchte“), es bedeutet nicht, dass diese Leuchte künftig ausschließlich Verwendung findet.

Bei den bemusterten Leuchten handelt es sich ausschließlich um technische Leuchten, d.h. die licht- und wartungstechnischen Aspekte stehen hier klar im Vordergrund. Im Innenstadtbereich, im Bereich denkmalgeschützter Bebauung sowie in Bereichen, in denen bereits heute andere Leuchten dominieren, stehen ggf. andere Aspekte im Vordergrund; in der Innenstadt sind beispielsweise die Anforderungen an das Leuchtendesign höher, so dass auch künftig andere (dekorative) Leuchten in Betracht gezogen bzw. verwendet werden.

Da nicht jedes einzelne Kriterium zu jeder Leuchte im Rahmen dieser Vorlage ausführlich erörtert werden kann wird auf die Anlagen 2.1-2.8 verwiesen, hier finden sich gebündelt die relevanten Informationen zu den einzelnen Leuchten sowie die Beurteilung anhand der Bewertungsmatrix.

Anhand der Bewertungsmatrix ergibt sich die in Anlage 2.9 festgestellte Reihenfolge. Analog hierzu wird empfohlen, künftig die Leuchte Lumega des Herstellers Trilux als Standardleuchte zu verwenden, diese Leuchte ist in unterschiedlichen Ausführungen (Lumega 600/700/900) variabel von Lichtpunkthöhen von 4 bis 14 m einsetzbar.

2.2 Leuchtmittel (Lampen)

Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Leuchtmittel von verschiedenen Herstellern (z.B. Osram, Philips, Sylvania, etc.). Ein wesentlicher Anlass zur energetischen Sanierung besteht darin, dass in der städtischen Beleuchtungsanlage in großer Anzahl Quecksilberdampflampen (HQL-Lampen) vorhanden sind (vgl. Vorl.-Nr. 211/09: „Erstellung eines Klimaschutzteilkonzeptes zur Reduzierung der Energieverbräuche und der CO₂-Emissionen der kommunalen Straßenbeleuchtung“). Diese Leuchtmittel werden bereits seit Mitte der sechziger Jahre in der Straßenbeleuchtung verwendet und besitzen eine geringe Energieeffizienz. Daher verlieren diese Leuchtmittel in 2015 im Rahmen der EU-Ökodesign-Richtlinie ihr CE-Zeichen und dürfen nicht mehr in den Verkehr gebracht werden. Als Ersatz kommen vier unterschiedliche Leuchtmittel in Betracht; die Vor- und Nachteile dieser verschiedenen Leuchtmittel werden in Anlage 2.10 zusammengestellt.

Natriumdampf-Hochdrucklampen (NaV-Lampen)

Eine Alternative zu den Quecksilberdampflampen bieten Natriumdampf-Hochdrucklampen (NaV; gelbliches Licht). Dieser Lampentyp ist einer der am häufigsten verwendeten in der Straßenbeleuchtung, er wird etwa seit Mitte der achtziger Jahre eingesetzt, besitzt eine hohe Lichtausbeute und stellt damit eine sowohl energetisch optimierte als auch wirtschaftliche Lichtquelle dar. Mittlerweile werden auch so genannte Long-Life-Leuchtmittel angeboten, die eine Lebensdauer von ca. 48.000 Stunden haben. Einzig die Farbwiedergabe ist bedingt durch das gelbliche Lichtspektrum der Lampe gewöhnungsbedürftig.

Halogen-Metaldampflampen (CDO-, HIT-, CPO-Lampen)

Halogen-Metaldampflampen sind Quecksilberdampflampen, die zusätzlich Metallhalogenide enthalten. Durch geeignete Auswahl der Metallhalogenide kann die Lichtausbeute und die Farbwiedergabe verbessert werden (weißes Licht).

Natriumdampf-Hochdrucklampen und Halogen-Metaldampflampen sind hinsichtlich der Lichtausbeute vergleichbar. Die Lebensdauer eines CPO-Leuchtmittels beträgt ca. 12.000 Stunden, ein vergleichbares NaV-Leuchtmittel schafft 16.000 Stunden. Die Anschaffungskosten für Halogen-Metaldampflampen liegen jedoch um den Faktor 3-4 höher als bei vergleichbaren Natriumdampf-Hochdrucklampen.

Dieser Aspekt ist mit Blick auf die angestrebte Wirtschaftlichkeit nicht zu vernachlässigen, zumal den höheren Investitionskosten beim Leuchtmittel keine Einsparungen beim Energieverbrauch gegenüber stehen, so dass sich der Zeitraum, in dem sich die Sanierungsmaßnahme amortisiert, verlängert.

Kompakt-Leuchtstofflampen (TC-TEL-Lampen)

Als Kompakt-Leuchtstofflampen bezeichnet man solche, bei denen die Röhre kleiner, gebogen oder gewandelt ist; sie sind mit integriertem oder separatem Vorschaltgerät erhältlich. Die Lichtausbeute ist gegenüber Glühlampen 5- 6 mal größer. Sie haben eine bedeutend längere Lebensdauer. Ebenso wie bei Leuchtstofflampen sinkt der Lichtstrom bei niedrigen Temperaturen stark ab.

LED-Leuchtmittel

Eine Alternative zu diesen konventionellen bieten LED-Leuchtmittel. Die LED-Technologie entwickelt sich zz. noch stark. Die Lichtausbeute hat sich innerhalb von fünf Jahren verdreifacht und wird sich in den kommenden Jahren weiter steigern. Ein Vorteil, der häufig im Zusammenhang mit LED-Leuchtmitteln genannt wird, ist die lange Lebensdauer (ca. 50.000 Stunden). Dies wird jedoch zz. nur von namhaften, seriösen Herstellern als Garantie ausgesprochen, Langzeiterfahrungen liegen diesbezüglich noch nicht vor.

Technisch ist die LED zu den konventionellen Leuchtmitteln gleichwertig, lediglich bei großen Lichtpunkthöhen ist aufgrund der erforderlichen Bestückung der Leuchte zz. noch kein großes Energieeinsparpotential zu realisieren. In Anbetracht der zz. noch hohen Investitionskosten (eine LED-Leuchte kostet etwa das 2-3 fache einer konventionell bestückten Leuchte) ist die LED-Technologie jedoch noch nicht wirtschaftlich konkurrenzfähig (vgl. Anlage 2.10).

Aufgrund der Entwicklung ist künftig sicherlich von sinkenden Investitionskosten für Leuchten und Leuchtmittel auszugehen. Insofern ist eine Bewertung der LED-Technik eine temporäre Betrachtung, die beizeiten zu aktualisieren ist. Nicht zuletzt deswegen wurde das Kriterium „Umrüstbarkeit auf LED“ bei der Beurteilung der Leuchten stark gewichtet.

Auswahl des Leuchtmittels

Basierend auf der in Anlage 2.10 vorgenommenen Auswertung der verschiedenen Leuchtmittel sollen daher im Zuge der energetischen Sanierung Natriumdampfhochdruck-Leuchtmittel (ggf. als Long-Life-Leuchtmittel) verwendet werden. Dieses Leuchtmittel stellt nach Auffassung des Fachamtes zz. das Optimum hinsichtlich Lichtausbeute, Energieeffizienz und Investitionskosten dar.

3. Finanzielle Auswirkungen

Entgegen der ursprünglichen Planung konnte aufgrund der o.a. Probleme in Bezug auf die Förderantragstellung nicht wie geplant mit der energetischen Sanierung der Straßenbeleuchtung in 2010 begonnen werden. Für den nunmehr für 2011 geplanten Beginn der energetischen Sanierung der Straßenbeleuchtung wurden für den Haushalt 2011 beim Produkt 125410101 – Gemeindestraßen –geführten Sachkonto 52210200 - Unterhaltung Straßenbeleuchtung – Haushaltsmittel für 2011 in Höhe von 200.000,-€, für 2012 200.000,-€ und für die Jahre 2013 und 2014 jeweils 150.000,-€ vorgesehen.

Anlagen:

- 1.1 Komponenten der Straßenbeleuchtung
- 1.2 Komponenten der Straßenbeleuchtung - Schutzkennzeichnung
- 2.1...2.8 Datenblätter und Bewertungsmatrizen Leuchten
- 2.9 Auswertung
- 2.10 Wirtschaftlichkeitsanalyse innovativer Leuchtmittel

Komponenten der Straßenbeleuchtung



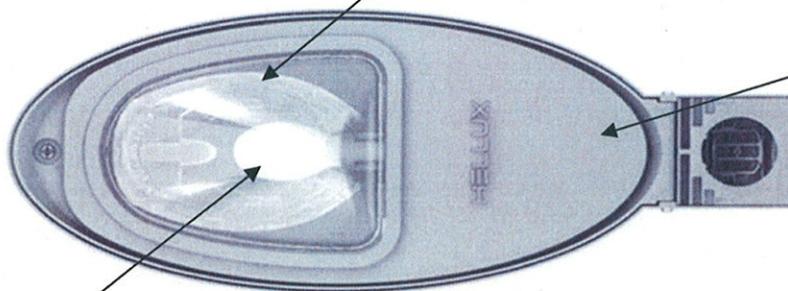
Leuchte
+
Mast (Tragsystem)
(alternativ: Seil)
=
Leuchtstelle

Geräteträger
(Elektro-Block)



Reflektor (Spiegel):

stellt die energieeffiziente Lichtverteilung
auf die Verkehrsfläche sicher

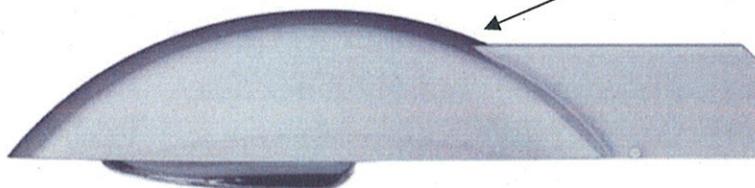


Anschlussraum:
Im Anschlussraum ist der
Geräteträger (Anschluss-
modul) installiert. Bestand-
teile des Geräteträgers
sind u.a. Vorschaltgeräte,
Zündgeräte, Kondensatoren
etc.

Leuchtmittel (Lampe)

Leuchtenkorpus (Leuchte):

In der Leuchte befindet
sich der Geräteträger,
das Leuchtmittel und der
Spiegel. Abgedeckt wird
der Leuchtenkorpus von
der Abdeckwanne.

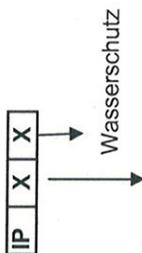


Abdeckwanne

Komponenten der Straßenbeleuchtung

Schutzkennzeichnung nach dem IP-Code gemäß EN 60529 - Schutzarten

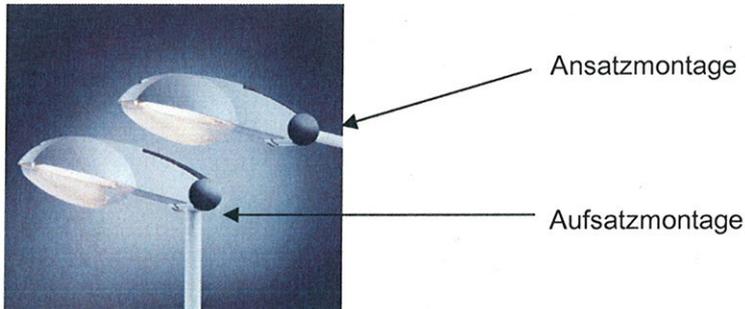
Leuchten und andere Geräte werden bezüglich ihrer Eignung für verschiedene Umgebungsbedingungen in verschiedene Schutzarten, sogenannte IP-Codes, eingeteilt. Die Schutzart gibt den Schutz gegen mechanische Beeinflussungen an. Die Bezeichnung folgt nachstehendem Schema:



Berührungsschutz/Fremdkörperschutz

Kenn- ziffer	Berührungs- schutz (erste Ziffer)	Fremdkörper- schutz (erste Ziffer)	Wasserschutz (zweite Ziffer)
0	kein Schutz	kein Schutz	kein Schutz
1	Geschützt gegen den Zugang mit dem Handrücken	Geschützt gegen feste Fremdkörper (Durchmesser ab 50 mm)	Schutz gegen senkrecht fallendes Tropfwasser
2	Geschützt gegen den Zugang mit einem Finger	Geschützt gegen feste Fremdkörper (Durchmesser ab 12,5 mm)	Schutz gegen fallendes Tropfwasser, wenn das Gehäuse bis zu 15° geneigt ist
3	Geschützt gegen den Zugang mit einem Werkzeug	Geschützt gegen feste Fremdkörper (Durchmesser ab 2,5 mm)	Schutz gegen fallendes Sprühwasser bis 60° gegen die Senkrechte
4	Geschützt gegen den Zugang mit einem Draht	Geschützt gegen feste Fremdkörper (Durchmesser ab 1,0 mm)	Schutz gegen allseitiges Spritzwasser
5	Geschützt gegen den Zugang mit einem Draht	Staubgeschützt	Schutz gegen Strahlwasser (Düse) aus beliebigem Winkel
6	Geschützt gegen den Zugang mit einem Draht	Staubdicht	Schutz gegen starkes Strahlwasser
7			Schutz gegen zeitweiliges Untertauchen

Trilux Lumega 600/700/900 - Datenblatt



Technische Daten

Leuchtenkörper	Aluminium-Druckguss, zweifarbig lichtgrau RAL 7035 und anthrazitgrau RAL 7016, pulverbeschichtet, hochwetterfest.		
Abschlusswanne	hochschlagzähes PMMA (Polymethylmethacrylat; umgangssprachlich Acrylglas/Plexiglas), klar. Werkzeuglos abklappbar und aushängbar.		
optisches System	aus hochglänzendem eloxiertem Aluminium		
Befestigung	Mastzopf Ø 76 mm Neigungswinkel einstellbar. Aufsatzmontage 0°...25° Ansatzmontage 0°...15°		
Anschlussmodul	Anschlussraum werkzeuglos durch große handliche Hebelverschlüsse zu öffnen. Elektro-Block mit allen elektrischen Komponenten von oben zugänglich und werkzeuglos austauschbar.		
Lichtpunkthöhe	Lumega 600	4...7m	
	Lumega 700	6...9m	
	Lumega 900	9...14m	
Schutzklasse	II		
Schutzart:	IP 66		
Kosten	Lumega 600	von 265 €	bis 290 €
	Lumega 700	von 280 €	bis 325 €
	Lumega 900	von 330 €	bis 390 €
	(Bruttopreis ohne Leuchtmittel; Katalogpreis liegt i.d.R. 40...60% höher in Abhängigkeit von der angefragten Stückzahl)		
Standort	Kaiserstraße Mast-Nr. 15	(vor Haus Moltkestraße 23)	

weitere Informationen: www.trilux.de

Trilux Lumega 600/700/900 - Bewertungsmatrix

Leuchte Nr. 1			
Fabrikat Trilux	Gewichtung/	Vergebene	Berechnete
Typ Lumega 600/700/900	Multiplikator	Punktzahl	Wertungspunkte
Bewertungskriterien	(1 bis 3)	(0 bis 3)	(0 bis 9 Punkte)
1. Wirtschaftlichkeit			
Anschaffungskosten der Leuchte	2	3	6
Handling bei der Montage	1	2	2
Handling bei Austausch des Leuchtmittels	3	3	9
Handling bei Wartung und Reparatur	2	3	6
2. Leuchten-/Lichttechnik			
Umrüstbarkeit auf LED-Leuchtmittel	3	3	9
Leuchtenbetriebswirkungsgrad eta Lb	3	3	9
Lichtverteilungskurve	2	3	6
Lichttechnik Einstellung von Spiegel oder Fassung	2	3	6
Qualität des Reflektors und Geräteträgers	2	3	6
Güte der Farbbeschichtung	1	3	3
Schutzart der Leuchte	2	3	6
Verarbeitungsqualität insgesamt	2	3	6
3. Sonstiges			
Leuchtendesign	2	2	4
Variable Einsatzfähigkeit für Lph bis 12 Meter	1	3	3
Nachliefergarantie für defekte Bauteile	2	3	6
Wertung Gesamtpunktzahl maximal 90			87

Gewichtung

1=weniger wichtig

2=wichtig

3=sehr wichtig

Vergebene Punktzahl

0= Anforderungen werden nicht erfüllt

1= Anforderungen werden gerade erfüllt

2= Anforderungen werden erfüllt

3= Anforderungen werden vollständig erfüllt

Trilux 935 - Datenblatt



Technische Daten

Leuchtenkörper	aus Aluminiumguss mit angeformtem Aufsatzstück, Farbe lichtgrau, ähnlich RAL 7035, pulverbeschichtet, hochwetterfest.	
Abschlusswanne	hochschlagzähes PMMA, klar. mit innen liegenden Federverschlüssen. dichtungslos.	
optisches System	aus hochglänzendem eloxiertem Aluminium.	
Befestigung	Mastzopf Ø 76 mm	
Anschlussmodul	werkzeuglos herausnehmbar. Geräteträger mit Steckverbindung, leicht herausnehmbar.	
Lichtpunkthöhe	4...8m	
Schutzklasse	II	
Schutzart	IP 54	
Kosten	von 310 € bis 415 € (Bruttopreis ohne Leuchtmittel; Katalogpreis liegt i.d.R. 40...60% höher in Abhängigkeit von der angefragten Stückzahl)	
Standort	Kaiserstraße Mast-Nr. 14	(vor Haus-Nr. 17/19)

Trilux 935 - Bewertungsmatrix

Leuchte Nr. 2			
Fabrikat Trilux	Gewichtung/	Vergebene	Berechnete
Typ 935	Multiplikator	Punktzahl	Wertungspunkte
Bewertungskriterien	(1 bis 3)	(0 bis 3)	(0 bis 9 Punkte)
1. Wirtschaftlichkeit			
Anschaffungskosten der Leuchte	2	3	6
Handling bei der Montage	1	2	2
Handling bei Austausch des Leuchtmittels	3	2	6
Handling bei Wartung und Reparatur	2	3	6
2. Leuchten-/Lichttechnik			
Umrüstbarkeit auf LED-Leuchtmittel	3	3	9
Leuchtenbetriebswirkungsgrad eta Lb	3	2	6
Lichtverteilungskurve	2	3	6
Lichttechnik Einstellung von Spiegel oder Fassung	2	2	4
Qualität des Reflektors und Geräteträgers	2	3	6
Güte der Farbbeschichtung	1	3	3
Schutzart der Leuchte	2	2	4
Verarbeitungsqualität insgesamt	2	3	6
3. Sonstiges			
Leuchtendesign	2	2	4
Variable Einsatzfähigkeit für Lph bis 12 Meter	1	3	3
Nachliefergarantie für defekte Bauteile	2	3	6
Wertung Gesamtpunktzahl maximal 90			77

Gewichtung

1=weniger wichtig

2=wichtig

3=sehr wichtig

Vergebene Punktzahl

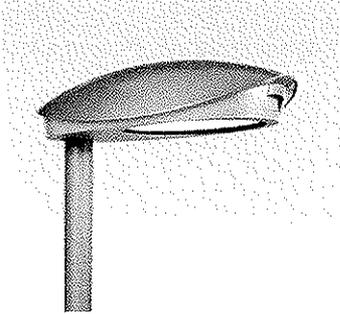
0= Anforderungen werden nicht erfüllt

1= Anforderungen werden gerade erfüllt

2= Anforderungen werden erfüllt

3= Anforderungen werden vollständig erfüllt

Siteco SQ 50/100/200 - Datenblatt



Technische Daten

Leuchtenkörper	Aluminium-Druckguss, Rahmen weissaluminium (RAL 9006)		
Abschlusswanne	PMMA oder PC, Abschlusscheibe plan oder gewölbt (Einscheibensicherheitsglas)		
optisches System	individuell einstellbare Lichttechnik durch Radialfacetten-Optik		
Befestigung	Mastansatz, Mastaufsatz für Mastzopf Ø 42 mm und Ø 76 mm		
Anschlussmodul	Komplett-Einheit mit Lampenfassung mit automatischer Netztrennung beim Öffnen des Daches werkzeuglos austauschbar		
Lichtpunkthöhe	SQ 50	4...6m	
	SQ 100	6...10m	
	SQ 200	8...12m	
Schutzklasse	II		
Schutzart	IP66		
Kosten	SQ 50	von 270 €	bis 290 €
	SQ 100	von 300 €	bis 340 €
	SQ 200	von 330 €	bis 370 €
	(Bruttopreis ohne Leuchtmittel; Katalogpreis liegt i.d.R. 40...60% höher in Abhängigkeit von der angefragten Stückzahl)		
Standort	Kaiserstraße Mast-Nr. 13	(östlich Einmündung Hompeschstraße)	

Siteco SQ 50/100/200 - Bewertungsmatrix

Leuchte Nr. 3			
Fabrikat Siteco	Gewichtung/	Vergebene	Berechnete
Typ SQ 50/100/200	Multiplikator	Punktzahl	Wertungspunkte
Bewertungskriterien	(1 bis 3)	(0 bis 3)	(0 bis 9 Punkte)
1. Wirtschaftlichkeit			
Anschaffungskosten der Leuchte	2	3	6
Handling bei der Montage	1	3	3
Handling bei Austausch des Leuchtmittels	3	3	9
Handling bei Wartung und Reparatur	2	2	4
2. Leuchten-/Lichttechnik			
Umrüstbarkeit auf LED-Leuchtmittel	3	2	6
Leuchtenbetriebswirkungsgrad eta Lb	3	3	9
Lichtverteilungskurve	2	3	6
Lichttechnik Einstellung von Spiegel oder Fassung	2	3	6
Qualität des Reflektors und Geräteträgers	2	2	4
Güte der Farbbeschichtung	1	3	3
Schutzart der Leuchte	2	3	6
Verarbeitungsqualität insgesamt	2	3	6
3. Sonstiges			
Leuchtendesign	2	2	4
Variable Einsatzfähigkeit für Lph bis 12 Meter	1	3	3
Nachliefergarantie für defekte Bauteile	2	3	6
Wertung Gesamtpunktzahl maximal 90			81

Gewichtung

1=weniger wichtig

2=wichtig

3=sehr wichtig

Vergebene Punktzahl

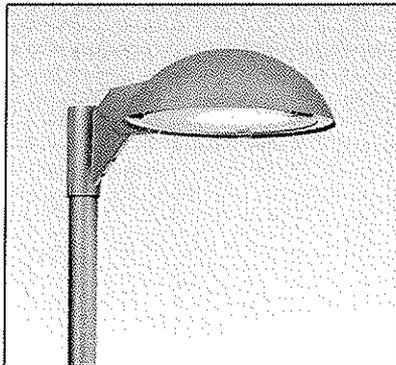
0=Anforderungen werden nicht erfüllt

1= Anforderungen werden gerade erfüllt

2= Anforderungen werden erfüllt

3= Anforderungen werden vollständig erfüllt

Siteco DL 500 - Datenblatt



Technische Daten

Leuchtenkörper	Aluminium-Druckguss		
Abschlusswanne	PMMA oder plane Abschluss Scheibe aus Einscheiben-Sicherheitsglas		
optisches System	Radialfacettenreflektor		
Befestigung	nur Mastaufsatzmontage für Mastzopf Ø 76 mm, auch als Seilleuchte erhältlich		
Anschlussmodul	elektrische Bauteile auf herausnehmbarem Geräteträger montiert, werkzeuglos zu öffnen und nach unten ausklappbar		
Lichtpunkthöhe	DL 500 midi	4...7m	
	DL 400 maxi	7...12m	
Schutzklasse	II		
Schutzart	IP 65		
Kosten	DL 500 midi	von 445 €	bis 480 €
	DL 500 maxi	von 460 €	bis 560 €
	(Bruttopreis ohne Leuchtmittel; Katalogpreis liegt i.d.R. 40...60% höher in Abhängigkeit von der angefragten Stückzahl)		
Standort	Kaiserstraße Mast-Nr. 12	(unmittelbar westlich Haus-Nr. 63)	

Siteco DL 500 - Bewertungsmatrix

Leuchte Nr. 4			
Fabrikat Siteco	Gewichtung/	Vergebene	Berechnete
Typ DL 500	Multiplikator	Punktzahl	Wertungspunkte
Bewertungskriterien	(1 bis 3)	(0 bis 3)	(0 bis 9 Punkte)
1. Wirtschaftlichkeit			
Anschaffungskosten der Leuchte	2	2	4
Handling bei der Montage	1	3	3
Handling bei Austausch des Leuchtmittels	3	3	9
Handling bei Wartung und Reparatur	2	2	4
2. Leuchten-/Lichttechnik			
Umrüstbarkeit auf LED-Leuchtmittel	3	1	3
Leuchtenbetriebswirkungsgrad eta Lb	3	3	9
Lichtverteilungskurve	2	3	6
Lichttechnik Einstellung von Spiegel oder Fassung	2	2	4
Qualität des Reflektors und Geräteträgers	2	3	6
Güte der Farbbeschichtung	1	3	3
Schutzart der Leuchte	2	2	4
Verarbeitungsqualität insgesamt	2	3	6
3. Sonstiges			
Leuchtdesign	2	3	6
Variable Einsatzfähigkeit für Lph bis 12 Meter	1	2	2
Nachliefergarantie für defekte Bauteile	2	3	6
Wertung Gesamtpunktzahl maximal 90			75

Gewichtung

1=weniger wichtig

2=wichtig

3=sehr wichtig

Vergebene Punktzahl

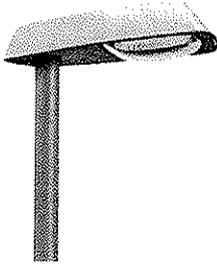
0=Anforderungen werden nicht erfüllt

1= Anforderungen werden gerade erfüllt

2= Anforderungen werden erfüllt

3= Anforderungen werden vollständig erfüllt

Phillips Koffer² - Datenblatt



Technische Daten

Leuchtenkörper	Polycarbonatwanne, satiniert (PCF), vandalismusresistent	
Abschlusswanne	Acrylwanne satiniert, Glasabdeckung Flachglas reduziert Blendung und Lichtemission in die Umwelt Flachglas mit DynaClean-Beschichtung	
optisches System	glatter eloxierter Spiegel	
Befestigung	Mastansatzmontage: Ø 42 - 48 mm Mastaufsatzmontage: Ø 60 - 76 mm Standardneigungswinkel Aufsatzmontage: 10°	
Anschlussmodul	elektronisches Vorschaltgerät	
Lichtpunkthöhe	Koffer ² 70	3,5...7m
	Koffer ² 100	6...12m
Schutzklasse	II	
Schutzart	IP 66	
Kosten	von 250 € bis 280 € (Bruttopreis ohne Leuchtmittel; Katalogpreis liegt i.d.R. 40...60% höher in Abhängigkeit von der angefragten Stückzahl)	
Standort	Kaiserstraße Mast-Nr. 11	(vor Haus-Nr 65)

Phillips Koffer² - Bewertungsmatrix

Leuchte Nr. 5			
Fabrikat Philips	Gewichtung/	Vergebene	Berechnete
Typ Koffer ²	Multiplikator	Punktzahl	Wertungspunkte
Bewertungskriterien	(1 bis 3)	(0 bis 3)	(0 bis 9 Punkte)
1. Wirtschaftlichkeit			
Anschaffungskosten der Leuchte	2	3	6
Handling bei der Montage	1	2	2
Handling bei Austausch des Leuchtmittels	3	3	9
Handling bei Wartung und Reparatur	2	2	4
2. Leuchten-/Lichttechnik			
Umrüstbarkeit auf LED-Leuchtmittel	3	0	0
Leuchtenbetriebswirkungsgrad eta Lb	3	2	6
Lichtverteilungskurve	2	3	6
Lichttechnik Einstellung von Spiegel oder Fassung	2	2	4
Qualität des Reflektors und Geräteträgers	2	2	4
Güte der Farbbeschichtung	1	3	3
Schutzart der Leuchte	2	3	6
Verarbeitungsqualität insgesamt	2	3	6
3. Sonstiges			
Leuchtendesign	2	2	4
Variable Einsatzfähigkeit für Lph bis 12 Meter	1	3	3
Nachliefergarantie für defekte Bauteile	2	3	6
Wertung Gesamtpunktzahl maximal 90			69

Gewichtung

1=weniger wichtig

2=wichtig

3=sehr wichtig

Vergebene Punktzahl

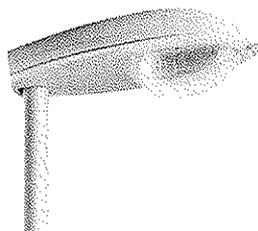
0= Anforderungen werden nicht erfüllt

1= Anforderungen werden gerade erfüllt

2= Anforderungen werden erfüllt

3= Anforderungen werden vollständig erfüllt

Philips Iridium - Datenblatt



Technische Daten

Leuchtenkörper	SGS253 (glasfaserverstärktes Gehäusedach aus Polyester) SGS453 (Gehäusedach aus Aluminium)
Abschlusswanne	UV-beständig; gehärtetes Glas
optisches System	Reflektor aus hochreinem Aluminium
Befestigung	Mastansatzmontage: Ø 34 / 60 mm Mastaufsatzmontage: Ø 60 / 76 mm Standardneigungswinkel Aufsatzmontage 5°
Anschlussmodul	werkzeugloses Öffnen von oben
Lichtpunkthöhe	empfohlene Montagehöhe 10 m
Schutzklasse	II
Schutzart	IP 66
Kosten	von 320 € bis 370 € (Bruttopreis ohne Leuchtmittel, Katalogpreis liegt i.d.R. 40...60% höher in Abhängigkeit von der angefragten Stückzahl)
Standort	Kaiserstraße Mast-Nr. 10 (unmittelbar östlich Haus-Nr 69)

Philips Iridium - Bewertungsmatrix

Leuchte Nr. 6			
Fabrikat Philips	Gewichtung/	Vergebene	Berechnete
Typ Iridium	Multiplikator	Punktzahl	Wertungspunkte
Bewertungskriterien	(1 bis 3)	(0 bis 3)	(0 bis 9 Punkte)
1. Wirtschaftlichkeit			
Anschaffungskosten der Leuchte	2	3	6
Handling bei der Montage	1	3	3
Handling bei Austausch des Leuchtmittels	3	3	9
Handling bei Wartung und Reparatur	2	2	4
2. Leuchten-/Lichttechnik			
Umrüstbarkeit auf LED-Leuchtmittel	3	1	3
Leuchtenbetriebswirkungsgrad eta Lb	3	3	9
Lichtverteilungskurve	2	3	6
Lichttechnik Einstellung von Spiegel oder Fassung	2	3	6
Qualität des Reflektors und Geräteträgers	2	3	6
Güte der Farbbeschichtung	1	3	3
Schutzart der Leuchte	2	3	6
Verarbeitungsqualität insgesamt	2	3	6
3. Sonstiges			
Leuchtendesign	2	2	4
Variable Einsatzfähigkeit für Lph bis 12 Meter	1	3	3
Nachliefergarantie für defekte Bauteile	2	3	6
Wertung Gesamtpunktzahl maximal 90			80

Gewichtung

1=weniger wichtig

2=wichtig

3=sehr wichtig

Vergebene Punktzahl

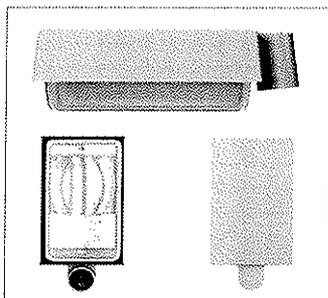
0= Anforderungen werden nicht erfüllt

1= Anforderungen werden gerade erfüllt

2= Anforderungen werden erfüllt

3= Anforderungen werden vollständig erfüllt

Hellux 171/172 - Datenblatt



Technische Daten

Leuchtenkörper	Aluminium		
Abschlusswanne	Acryl (PMMA) glatt-klar, strukturiert optional; Polycarbonat (PC) optional; flaches Glas optional; Farbe: nach RAL-Angabe		
optisches System	Reflektor für asymmetrische Lichtstärkeverteilung; bei LED-Bestückung Segmentspiegelreflektor für asymmetrische Lichtstärkeverteilung		
Befestigung	Aufsatzleuchte für Mastzopf Ø 60 mm oder Ø 76 mm; Ansatzleuchte für Stützen 42 x 100 mm; Hängeleuchte mit Seilmontage oder mit Wandausleger optional;		
Anschlussmodul	Öffnen und Leuchtmittelwechsel werkzeuglos; Glaswechsel und Austausch Elektro-Block werkzeugarm		
Schutzklasse	I, optional II		
Schutzart	IP 54		
Lichtpunkthöhe	171	4...6 m	
	172	6...8 m	
Kosten	171	von 285 €	bis 315 €
	172	von 310 €	bis 330 €
	(Bruttopreis ohne Leuchtmittel; Katalogpreis liegt i.d.R. 40...60% höher in Abhängigkeit von der angefragten Stückzahl)		
Standort	Kaiserstraße Mast-Nr. 9	(vor Haus-Nr. 79)	

Hellux 171/172 - Bewertungsmatrix

Leuchte Nr. 7			
Fabrikat Hellux	Gewichtung/	Vergebene	Berechnete
Typ 171	Multiplikator	Punktzahl	Wertungspunkte
Bewertungskriterien	(1 bis 3)	(0 bis 3)	(0 bis 9 Punkte)
1. Wirtschaftlichkeit			
Anschaffungskosten der Leuchte	2	3	6
Handling bei der Montage	1	2	2
Handling bei Austausch des Leuchtmittels	3	3	9
Handling bei Wartung und Reparatur	2	2	4
2. Leuchten-/Lichttechnik			
Umrüstbarkeit auf LED-Leuchtmittel	3	0	0
Leuchtenbetriebswirkungsgrad eta Lb	3	2	6
Lichtverteilungskurve	2	3	6
Lichttechnik Einstellung von Spiegel oder Fassung	2	2	4
Qualität des Reflektors und Geräteträgers	2	3	6
Güte der Farbbeschichtung	1	3	3
Schutzart der Leuchte	2	1	2
Verarbeitungsqualität insgesamt	2	2	4
3. Sonstiges			
Leuchtendesign	2	1	2
Variable Einsatzfähigkeit für Lph bis 12 Meter	1	2	2
Nachliefergarantie für defekte Bauteile	2	2	4
Wertung Gesamtpunktzahl maximal 90			60

Gewichtung

1=weniger wichtig

2=wichtig

3=sehr wichtig

Vergebene Punktzahl

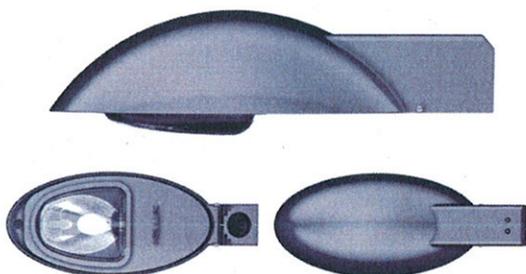
0= Anforderungen werden nicht erfüllt

1= Anforderungen werden gerade erfüllt

2= Anforderungen werden erfüllt

3= Anforderungen werden vollständig erfüllt

Hellux 131 - Datenblatt



Technische Daten

Leuchtenkörper	Aluminiumdruckguss
Abschlusswanne	Acryl (PMMA), Leuchtenglas temperaturwechselbeständiges Silikatglas flach oder gewölbt
optisches System	Facettenspiegelreflektor
Befestigung	Aufsatzleuchte für Mastzopf Ø 60 mm oder Ø 76 mm; Ansatzleuchte für Stützen 42 x 100 mm oder 60 x 100 mm;
Anschlussmodul	Öffnen und Leuchtmittelwechsel werkzeuglos über Druckverschluss im Gehäuserahmen mit automatischer Netztrennung; Glaswechsel und Austausch Elektro-Block werkzeuglos
Schutzklasse	I, optional II
Schutzart	IP 65
Lichtpunkthöhe	4... 10 m
Kosten	von 285 € bis 340 € (Bruttopreis ohne Leuchtmittel, Katalogpreis liegt i.d.R. 40...60% höher in Abhängigkeit von der angefragten Stückzahl)
Standort	Kaiserstraße Mast-Nr. 8 (vor Haus-Nr. 87)

Hellux 131 - Bewertungsmatrix

Leuchte Nr. 8			
Fabrikat Hellux	Gewichtung/	Vergebene	Berechnete
Typ 131	Multiplikator	Punktzahl	Wertungspunkte
Bewertungskriterien	(1 bis 3)	(0 bis 3)	(0 bis 9 Punkte)
1. Wirtschaftlichkeit			
Anschaffungskosten der Leuchte	2	3	6
Handling bei der Montage	1	2	2
Handling bei Austausch des Leuchtmittels	3	3	9
Handling bei Wartung und Reparatur	2	2	4
2. Leuchten-/Lichttechnik			
Umrüstbarkeit auf LED-Leuchtmittel	3	0	0
Leuchtenbetriebswirkungsgrad eta Lb	3	2	6
Lichtverteilungskurve	2	2	4
Lichttechnik Einstellung von Spiegel oder Fassung	2	3	6
Qualität des Reflektors und Geräteträgers	2	3	6
Güte der Farbbeschichtung	1	3	3
Schutzart der Leuchte	2	3	6
Verarbeitungsqualität insgesamt	2	3	6
3. Sonstiges			
Leuchtendesign	2	3	6
Variable Einsatzfähigkeit für Lph bis 12 Meter	1	3	3
Nachliefergarantie für defekte Bauteile	2	2	4
Wertung Gesamtpunktzahl maximal 90			71

Gewichtung

- 1=weniger wichtig
- 2=wichtig
- 3=sehr wichtig

Vergebene Punktzahl

- 0= Anforderungen werden nicht erfüllt
- 1=Anforderungen werden gerade erfüllt
- 2=Anforderungen werden erfüllt
- 3=Anforderungen werden vollständig erfüllt

Auswertung

Nr.	Hersteller	Leuchte	Punktzahl	Platzierung
1	Trilux	Lumega 600/700/900	87	1
2	Trilux	935	77	4
3	Siteco	SQ50/100/200	81	2
4	Siteco	DL500	75	5
5	Philips	Koffer ²	69	7
6	Philips	Iridium	80	3
7	Hellux	Typ 171	60	8
8	Hellux	Typ 131	71	6

Wirtschaftlichkeitsanalyse innovativer Leuchtmittel (alle Euro-Angaben brutto, inklusive 19 % Mehrwertsteuer)

Nr.	Parameter	Betriebsgeräte und Leuchtmittel										LongLife	
		CDO-TT/ HIT-CE-70W	TC-TEL-42 W	TC-TEL- Longlife	CPO 60 W	NAV 50 W	NAV 50 W	NAV 70 W	NAV 70 W	NAV 70 W	NAV 70 W	LongLife	LongLife
1	Lichtfarbe, optische Erscheinung des Leuchtmittels	weiß	weiß	weiß	weiß	gelblich	weiß/bläulich						
2	Lichtfarbe in Kelvin [K] (Farbtemperatur)	4.000	4.000	4.000	4.000	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	5.000
3	Leuchtmittelleistung in Watt [W]	70	42	42	60	50	50	70	70	70	70	70	28
4	Systemleistung der Leuchte mit Leuchtmittel in Watt [W]	77	46	46	66	56	56	83	83	83	83	83	36
5	Farbwiedergabeindex [Ra]	80	80	80	60	20	20	20	20	20	20	20	nicht genormt
6	Lumen [lm]	7.000	3.200	3.200	6.800	3.500	3.500	5.600	5.600	5.600	5.600	5.600	2.640
7	Lichtausbeute (Wirkungsgrad) Lumen pro Watt [lm/W]	79	70	70	103	56	56	67	67	67	67	67	74
8	Leuchtmittelpreis in [€]	30,00	8,00	18,00	45,00	8,00	18,00	9,00	9,00	9,00	19,00	19,00	380,00
9	Leuchtmittelaustauschkosten in [€] über 35 Betriebsjahre *1	428,75	378,00	107,92	746,67	236,25	107,92	245,00	245,00	245,00	110,83	110,83	1.117,20
10	Leuchtmittellebensdauer in Stunden [h]	16.000	10.000	48.000	12.000	16.000	48.000	16.000	16.000	16.000	48.000	48.000	50.000
11	Abhängigkeiten von Lieferanten (Preisdiiktat !) Ja/Nein	nein	nein	nein	ja- Philips	nein	ja-Leuchtenherst.						
12	Eignung für Leuchtenmasthöhen in [m]	8	6	6	8	6	6	8	6	6	8	8	6
13	Alterung über die Betriebsstunden in [%]	30	25	10	30	20	20	20	20	20	20	20	30
14	Nachtabenkung möglich? Ja/Nein Kosten für Vorschaltgeräte/ Betriebsgeräte in [€]	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	bedingt
15	Betriebsstunden Leuchtmittel pro Jahr [h/a]	65,00	85,00	85,00	140,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	190,00
16	Betriebsgeräte/Vorschaltgeräte Lebensdauer in Stunden [h]	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
17	Austauschkosten Betriebsgeräte über 35 Jahre in [€]	80.000	50.000	50.000	50.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	50.000
18	Energiekosten der Leuchte über 35 Jahre in [€] *3	164,50	319,20	319,20	473,20	147,00	147,00	147,00	147,00	147,00	147,00	147,00	613,20
19	Gesamterhaltungskosten je Leuchte in [€] (Pos.9+18+19)	1.832,60	1.094,80	1.094,80	1.570,80	1.332,80	1.332,80	1.975,40	1.975,40	1.975,40	1.975,40	1.975,40	856,80
20		2.425,85	1.792,00	1.521,92	2.790,67	1.716,05	1.587,72	2.367,40	2.367,40	2.367,40	2.233,23	2.233,23	2.587,20

*1=19/29 Euro pro Leuchtmittel/Betriebsgerät für Arbeitsleistung

*2= 50.000 Stunden LED-Lebensdauer, aber nur bei optimalen technischen Bedingungen

*3= 0,17 Euro brutto je kWh

positives Entscheidungskriterium

negatives Entscheidungskriterium

