

BMU -UMWELTINNOVATIONSPROGRAMM
BUNDESWETTBEWERB
Energieeffiziente Stadtbeleuchtung

Abschlussbericht

zum Vorhaben:

Sanierung der Straßenbeleuchtung für unterschiedliche Straßentypen unter Nutzung
verschiedener Technologien
(6 Teilvorhaben)

KfW-Aktenzeichen: MBc3-001707

Fördernehmer/-in:

Landeshauptstadt Düsseldorf

Umweltbereich

Energie – und Ressourceneffizienz
Bundeswettbewerb energieeffiziente Stadtbeleuchtung

Laufzeit des Vorhabens

14.09.2011 bis 30.11.2012

Autor

Stefan Lorenz
Amt für Verkehrsmanagement

**Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit**

Datum der Erstellung

20.09.2013

Berichts-Kennblatt

Aktenzeichen: MBc3-001707	Vorhaben-Nr.:
Titel des Vorhabens: <u>BUNDESWETTBEWERB</u> Energieeffiziente Stadtbeleuchtung Sanierung der Straßenbeleuchtung für unterschiedliche Straßentypen unter Nutzung verschiedener Technologien (6 Teilvorhaben) Restoration of street lighting for different road classes using various technologies	
Autor(en); Name(n), Vorname(n) Lorenz, Stefan	Vorhabensbeginn: 14.09.2009
	Vorhabenende (Abschlussdatum): 30.11.2012
Fördernehmer/ -in (Name, Anschrift) Landeshauptstadt Düsseldorf Oberbürgermeister, Herr Dirk Elbers Markplatz 1 40200 Düsseldorf	Veröffentlichungsdatum:
	Seitenzahl:
Gefördert aus dem Umweltinnovationsprogramm des Bundesumweltministeriums <u>BUNDESWETTBEWERB</u> Energieeffiziente Stadtbeleuchtung	
Kurzfassung/Summary Sanierung der Straßenbeleuchtung. In 6 Teilvorhaben wurden unterschiedliche Sanierungsmaßnahmen im Bereich der öffentlichen Straßenbeleuchtung unter Nutzung verschiedener Technologien durchgeführt. Teilvorhaben 1: Von der Gaslaterne zur LED im Wohngebiet Teilvorhaben 2: Verkehrsabhängige Beleuchtungssteuerung auf einer Hauptstraße (Danziger Straße) Teilvorhaben 3 und 4: Von der Gasbeleuchtung zur NaH-Technologie mit Leistungsreduzierung auf Sammelstraßen Teilvorhaben 5: Energetische und lichttechnische Optimierung der dekorativen Bestandsleuchten auf der Königsallee (Kö) Teilvorhaben 6: Moderne trifft Nostalgie; LED in historischer Leuchte (Burgallee)	

Kurzfassung/Summary

Restoration of street lighting.

Within 6 subprojects various restoration approaches for public street lighting were realised using several different technologies.

- Supproject 1:** From gas lamps to LED in residential areas
Supproject 2: Traffic actuated lighting control on a major road (Danziger Straße)
Supprojects 3 and 4: From gas lighting to high pressure sodium lamps with consumption reduction on collecting roads
Supproject 5: Optimisation of energy consumption and luminous efficiency of existing ornamental street lamps on Königsallee (Kö)
Subproject 6: Modernism meets nostalgia: LED in historic street lamps (Burgallee)

Schlagwörter/Keywords

LED-Leuchten; Verkehrsabhängige Beleuchtungssteuerung

Leistungsreduzierung; Umrüstung dekorativer und historischer Leuchten

LED lamp, traffic actuated lighting control, consumption reduction; retrofitting of ornamental and historic street lamps

Anzahl der gelieferten Berichte
Papierform: Sieben Exemplare
Elektronischer Datenträger: Eine CD

Sonstige Medien:
Veröffentlichung im Internet geplant auf
der Homepage: www.duesseldorf.de

- Beschreibung / Description

Die ehemalige Wohnsiedlung des englischen Militärs im Stadtteil Lohausen ist heute geprägt durch Ein- bzw. kleinere Mehrfamilienhäuser.

44 mit Gas betriebene Aufsatzleuchten und 7 elektrisch betriebene Bogenleuchten sorgten für die Ausleuchtung der kleinen Anliegerstraßen. Durch die rotationssymmetrische Lichtverteilung der Leuchten ging die Hälfte des Lichtes für die eigentlichen zu beleuchtenden Verkehrsflächen verloren. Die Anschlussleistung einer Gasleuchte beträgt beachtliche 1.100 W. Die Lichtausbeute einer Gasleuchte liegt unter 2 lm / W. Hinsichtlich der Beleuchtungsstärke und der Gleichmäßigkeit wurden die Anforderungen gem. DIN EN 13201 nicht erfüllt.

Diese alte Gas-Technologie ist zudem sehr störanfällig und erfordert eine Funktionsüberprüfung im 10-Tage-Rhythmus.

Mit einer komplett neuen Beleuchtungsanlage (Kabel, Maste, Leuchten, Schaltschränke usw.) sollten neben der lichttechnischen, energetischen Optimierung und der weiteren Entwicklung der LED-Straßenbeleuchtung auch die Möglichkeiten für die Ansteuerung der neuen LED-Technologie in der Praxis erprobt werden. Eingesetzt wurden die Steuerungstechnologien DMX und DALI.

Die neue LED-Beleuchtungsanlage verfügt über umfangreiche Steuerungsmöglichkeiten der einzelnen Leuchten.

Nach der Inbetriebnahme wurden unterschiedliche Schaltvarianten getestet, zzt. ist die Beleuchtungsanlage auf Wunsch der Anwohner auf einen dauerhaften Wert - Beleuchtungsklasse S 5 - eingestellt.

Eine bedarfsabhängige Steuerung der Beleuchtung über die Verkehrsleitzentrale ist jederzeit möglich, z. B. Rettungseinsatz der Feuerwehr = 100% Beleuchtung.

- Anwendbarkeit der Technik / Applicability

Die hier eingesetzte Technik ist uneingeschränkt verwendbar.

Die technischen Ausstattungsstandards und somit die hierfür aufzuwendenden Kosten für die Ansteuerungskomponenten in den Leuchten und den Schaltschränken, können reduziert werden, da in der Praxis z. B. das individuelle Ansteuern einzelner Lichtpunkte nicht erforderlich ist.

Die hohen Einsparpotentiale resultieren hier aus dem Ersatz von Gasleuchten. Aber auch bei der Sanierung von Stromleuchten lassen sich z. B. bei dem Ersatz einer Leuchte mit Quecksilberdampf – Hochdrucklampen, Einsparpotentiale von bis zu 72 % erreichen.

- Wesentliche Vorteile für die Umwelt / Main enviromental benefeits, main achieved emission levels

Durch die neue elektrische Beleuchtungsanlage mit LED-Leuchten und Leistungsreduzierung konnten folgende Verbesserungen erzielt werden:

1. Reduzierung der Anschlussleistung um 97 %.
Daraus folgt:
Reduzierung des jährlichen Energieverbrauches um 189.612 kWh bei 4.000 Betriebsstunden.
Reduzierung des CO₂-Ausstoßes um 36,7 t/a
(Berechnungsbasis: Gas = 202 g/kWh; Strom = 596 g/kWh).
2. Erhöhung der Verkehrssicherheit und der Kriminalprävention durch höhere Gleichmäßigkeit und Zuverlässigkeit
3. Einen durch LED-Licht um bis zu 80 % reduzierten Insektenanflug; im Vergleich zu anderen elektrischen Anlagen (für Gasleuchten gibt es keine Fanguntersuchungen, da die Insekten verbrennen).
4. Der Wartungszyklus wird verlängert und der Instandsetzungsaufwand geringer, so dass auch die Einsatzfahrten zu den Leuchten um 84 % reduziert werden.
5. Vermeidung des schwach radioaktiven Sondermülls, da keine Glühstrümpfe mehr eingesetzt werden.

- Kostendaten und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung / Economics and economic feasibility study

Die Kosten für den Rückbau der Gasanlage und den Neubau der elektrischen Anlage betragen 378.718 €. Die Maßnahme wurde zu 60 % gefördert.

Die Energiekosteneinsparung beträgt 12.788 €/a.

Berücksichtigt man bei der Amortisationsbetrachtung das Alter der Gasbeleuchtungsanlage (BJ. 1957), also das eine Investition zum Erhalt des Status ohnehin erforderlich war, so betragen in diesem Fall die Mehrkosten für Umstellung auf Strombetrieb mit LED-Technologie und aufwendiger Steuerungstechnik rund 270.000,- €. Die vereinfachte Amortisationszeit beträgt dann 21 Jahre, unter Berücksichtigung der Förderung von 60 %: 8 Jahre.

Anliegerbeiträge nach dem Kommunal Abgaben Gesetz NRW (KAG NRW) sind hierbei noch nicht berücksichtigt.

Die Erhöhung der Verkehrssicherheit und die deutliche CO₂-Reduzierung sind hier ebenfalls monetär nicht bewertet.

Bei einer Folgeanlage können der Leistungsumfang und somit die Kosten für die Steuerung reduziert werden. Die Preise für LED-Leuchten sind seit der Umsetzung dieses Projektes (2010) ebenfalls gesunken.

- Sonstige Betriebsdaten / Operational Data

Von der Fa. GSB wurde ein LED-Modul entwickelt, das in unterschiedlicher Anzahl und Anordnung flexibel für verschiedene Anwendungen einsetzbar ist. Die mit vier LED`s bestückten Module haben eine Anschlussleistung von max. 12 W und sind dimmbar, so dass für eine bestimmte Straßengeometrie mit einer Leuchte auch unterschiedliche Beleuchtungsklassen eingestellt werden können.

Die in Lohausen eingesetzte Leuchte hat mit 8 Modulen eine Anschlussleistung von 96 W, wird aber nur im Bereich bis max. 52 W (Beleuchtungsklassen bis S3) gesteuert.

- Problem bei der Durchführung / implementation problems

Vor dem Hintergrund einer emotional geführten, öffentlichen Diskussion über den heutigen und zukünftigen Status der gasbetriebenen Leuchten in Düsseldorf, hat der Rat der Landeshauptstadt Düsseldorf vor der abschließenden Entscheidung für diese Maßnahme gefordert, die Anwohner in den Entscheidungsprozess einzubeziehen. Im Bezug auf die Straßenbeleuchtung war eine solche frühzeitige und weitgehende Einbindung der Anwohner erstmals durchgeführt worden.

Es wurden rund 120 Informations-Flyer in der Siedlung verteilt und die Anwohner eingeladen, eine Testanlage unter fachlicher Begleitung zu besichtigen. Die Besichtigungstermine wurden von interessierten Bürgern wahrgenommen, die Umrüstung hierbei grundsätzlich begrüßt. Änderungswünsche gab es bezüglich der Lichtfarbe der LED's. Geplant war eine Leuchte mit 6.500 K. Im direkten Vergleich wurden Lichtfarben bis 4.000 Kelvin als angenehm empfunden. Dem Wunsch konnte entsprochen werden.

Mit der eingebauten Steuerungstechnik sind umfangreiche Einstellungen der Leuchten möglich – zentrale Eingriffe ebenso wie zeit- und/oder nutzerabhängige. Jedoch fehlte selbst für die zeitabhängigen Änderungen des Beleuchtungsniveaus bei den Anwohnern die Akzeptanz. Auf die Erweiterung der Anlage mit Erfassungssensoren für eine nutzerabhängige Steuerung (Erfassung von Verkehr und Anpassung der Beleuchtung) wurde einvernehmlich verzichtet. Die Versuchsanlage hierzu wurde in Düsseldorf-Benrath aufgebaut und ist in den o. g. Kosten nicht enthalten.

Die frühzeitige, weitgehende Einbindung und Kommunikation mit den betroffenen Bürgern ist von den Anwohnern und den Verwaltungsmitarbeitern als positiv und konstruktiv wahrgenommen worden.

Tabellarischer Teil

Teilvorhaben 1 "Lohausen" (Sa 1)

Bestand: Gasleuchten

Bestand: Stromleuchten

Leuchtentyp:
Neu Düsseldorf (LED)

Lohausen	Werte vor Realisierung	Werte vor Realisierung	Werte nach Realisierung
1. Anzahl der Leuchtstellen:	44	7	54
2. Anzahl der Leuchten je Leuchtstelle:	1	1	1
3. Anzahl der Lampen je Leuchte:	1	1	1
4. Leistung der Lampe (inkl. Betriebsmittel):	1.100	62	26,5
5. Betriebsstunden / Jahr:	4.000	4.000	4.000
6. Mastabstand der Leuchtstellen:	31 m	31 m	31 m
7. Höhe der Leuchtstellen:	5 m	6 m	6 m
8. Ersatzteilkosten / Jahr: (Ergibt sich aus den Wechselzyklen sowie Kosten der Lampe und sonstigen Komponenten, die ausgetauscht werden)	880 €	21 €	162 €
9. Energieverbrauch / Jahr:	193.600	1.736	5.724
10. Energiekosten / Jahr:	13.552,00 €	95,48 €	858,60 €
11. eingesetzte Technik (z. B. Natriumdampflampen, LED-Leuchten, Steuerungstechnik):	Erdgas	NaH	LED-Leuchten mit Einzelansteuerung und Fernbedienung
12. Vorschaltgeräte (z. B. EVG):	Zündflamme	VVG	LED-Treiber
13. Absenkung des Beleuchtungsniveaus (ja / nein; auf wieviel %; ein- oder mehrstufig)	nein	nein	Ja, stufenlos
14. Beleuchtungsstärke bzw. Leuchtdichte (Mittel- und Min/Max-Werte)	$E_m = 1,3 \text{ lx}$ $E_{\min} = 0,2 \text{ lx} / E_{\max} = 5,1$		$E_m = 3,5 \text{ lx}$ $E_{\min} = 0,9 \text{ lx} / E_{\max} = 6,4$

- Beschreibung / Description

Bei der Danziger Straße handelt es sich um eine wichtige Hauptverkehrsstraße zur Anbindung des Internationalen Flughafen Düsseldorf, der Messe Düsseldorf und der Arena an die Innenstadt. Ihre Bedeutung als Eingangsstraße in die Landeshauptstadt hat durch die Rheinquerung der A 44 und durch den Bau der B8n nach Duisburg weiter zugenommen.

Die Danziger Straße ist eine Kraftfahrstraße mit getrennten, zweispurigen Richtungsfahrbahnen; Fußgänger und Radfahrer sind dort nur in einem Teilabschnitt auf parallel verlaufendem Fuß- und Radweg zugelassen. Es gibt Bus-Haltestellen für den ÖPNV.

Das beleuchtete Teilstück zwischen A 44 und Nordfriedhof ist - ohne die Zu- und Abfahrten - rund 2,6 km lang.

Nach Abwägung aller Interessen – Verkehrssicherheit, Wirtschaftlichkeit, Umweltschutz, Gestaltung usw. – war das Ziel, unter Optimierung der lichttechnischen Parameter zur Erhöhung der Verkehrssicherheit, gleichzeitig die Lichtemission, den Energieverbrauch und die Betriebskosten zu reduzieren.

Die vorhandene Beleuchtungsanlage aus dem Jahr 1960 wurde altersbedingt komplett erneuert. Für die neue Anlage wurde die technische Straßenleuchte „Lumega“ der Fa. Trilux, bestückt mit einer Natriumdampf-Hochdrucklampe, eingesetzt.

Die neue Anlage wird verkehrsabhängig gesteuert.

Zur Erfassung des Verkehrsaufkommens dienen die bereits zur Verfügung stehenden Detektoren des Verkehrsmanagement-Systems. Die Verkehrsströme werden kontinuierlich erfasst und die Daten werden vom Verkehrsrechner ausgewertet.

In Abhängigkeit dieser Verkehrssituationen werden resultierende Beleuchtungsstufen ermittelt und an das Beleuchtungsmanagement-System übermittelt. Von dort werden automatisch die Segmentcontroller in den Schaltschränken angesprochen, welche die Befehle über Powerline-Technologie an die Leuchtencontroller senden.

So wird beispielweise – von einem Grundwert ausgehend - bei zählfließendem Verkehr oder einer Stausituation das Beleuchtungsniveau erhöht und bei geringem Verkehr reduziert. Die Steuerung kann von der Verkehrsleitzentrale auch manuell beeinflusst und die Beleuchtung z. B. bei einem Unfall für die Rettungskräfte auf 100 % geschaltet werden.

Die Steuerung erfolgt richtungsunabhängig, stadtein- und auswärts werden separat im Beleuchtungsniveau angepasst.

Die Nutzung von vorhandenen Verkehrsdaten zur Beleuchtungssteuerung ist einmalig und hat bundesweit Pilotcharakter.

- Anwendbarkeit der Technik / Applicability

Die eigentliche Beleuchtungsanlage (Schaltschrank, Kabel, Maste und Leuchten, Steuereinheiten) besteht aus technischen Standardkomponenten.

Es ist ein Beleuchtungsmanagementsystem erforderlich und eine Schnittstelle zum Verkehrserfassungssystem. Sollte kein Verkehrserfassungssystem vorhanden sein, kann in der Regel auch das Beleuchtungsmanagement um die Erfassung der Verkehrsdaten erweitert werden.

Die Übertragung der Daten vom Beleuchtungsmanagementsystem zu den Schaltschränken erfolgt hier kabelgebunden (vorhandenes LZA-Kabelnetz), ist aber auch über GPS-Anbindung möglich.

Auch die Kombination von verkehrsabhängiger Steuerung und der weiterentwickelten LED-Technologie ist möglich und bringt weitere Vorteile, wie ein lineares Verhältnis zwischen elektrischer Leistung und Lichtausbeute oder eine sofortige Dimmung im gesamten Bereich von 0 – 100 %.

- Wesentliche Vorteile für die Umwelt / Main enviromental benefeits, main achieved emission levels

Neben einer besseren gleichmäßigen Ausleuchtung, konnten durch den Einsatz eines energieeffizienten Leuchtmittels und der verkehrsabhängigen Beleuchtungssteuerung folgende Verbesserungen erzielt werden:

1. Reduzierung der Anschlussleistung um 18 %.
Reduzierung der durchschnittlichen Anschlussleistung durch die Verkehrsabhängigkeit um weitere 33 % (Basis: 4.000 Betriebsstunden)
daraus folgt:
Reduzierung des jährlichen Energieverbrauches um 56.257 kWh
Reduzierung des CO₂-Ausstoßes um 33,5 t/a
(Berechnungsbasis: Strom = 596 g/kWh)
2. Reduzierung der Lichtemission in den Nachthimmel.
Geringere Anlockwirkung auf nachtaktive Insekten.
3. Der Wartungszyklus wird verlängert und der Instandsetzungsaufwand geringer, so dass auch die Einsatzfahrten zu den Leuchten reduziert werden.

Abschlußbericht zum Teilvorhaben 2 „Danziger Straße“

- Kostendaten und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung / Economics and economic feasibility study

Die Kosten der Gesamtanlage inkl. Demontage und Programmierung betragen 1.423.727,78 €. Die Maßnahme wurde zu 60 % gefördert.

Berücksichtigt man bei der Amortisationsbetrachtung das Alter der Beleuchtungsanlage (BJ. 1960), also dass eine Investition zum Erhalt des Status ohnehin erforderlich war, so betragen die eigentlichen Mehrkosten für die verkehrsabhängige Steuerung (dimmbare Vorschaltgeräte, Controller, Schaltschrankkomponenten sowie Programmierung und Montage): rund 235.000,- €.

Berücksichtigt man, dass die Schnittstellenprogrammierung zwischen Verkehrsmanagement und Beleuchtungssystem für weitere Anwendungen genutzt werden kann und teilt diese Kosten auf, ergibt sich ein Finanzierungsmehrbedarf von rund 160.000,- €.

Die Energieeinsparung durch die verkehrsabhängige Steuerung beträgt rund 5.100 € / a (33 % von 100 % der neuen Anlage, heutige Energiekosten).

Die vereinfachte Amortisationszeit beträgt 32 Jahre, unter Berücksichtigung der Förderung von 60 %: 13 Jahre.

Die Erhöhung der Verkehrssicherheit und die deutliche CO₂-Reduzierung sind hier monetär noch nicht bewertet.

Anliegerbeiträge nach dem Kommunal Abgaben Gesetz NRW (KAG NRW) werden für die anbaufreie Hauptverkehrsstraße nicht erhoben.

Selbst unter der Voraussetzung, dass für die Leuchten eine Abschreibungszeit von 30 Jahren vorgesehen wird, rechnet sich die Investition bei den aktuellen Preisen für Invest und Energie ohne Förderung nicht. Zudem entstehen in dieser Zeit aufgrund der geringeren Lebenserwartung der elektronischen Komponenten (ca. 15 Jahre) weitere Kosten.

- Sonstige Betriebsdaten / Operational Data
- Problem bei der Durchführung / implementation problems
- Keine -

Tabellarischer Teil

Teilvorhaben 2 "Danziger Straße" (Sa 2)

	Bestand: Langfeldleuchten	Leuchtentyp: Lumega	Leuchtentyp: Lumega
	Werte vor Realisierung	Werte nach Realisierung	Werte nach Realisierung
1. Anzahl der Leuchtstellen:	220	159	13
2. Anzahl der Leuchten je Leuchtstelle:	1	1	1
3. Anzahl der Lampen je Leuchte:	2	1	1
4. Leistung der Lampe (inkl. Betriebsmittel):	72	161	83
5. Betriebsstunden / Jahr:	4.000	4.000	4.000
6. Mastabstand der Leuchtstellen:	26 m	37m	37m
7. Höhe der Leuchtstellen:	9 m	10 m	6 m
8. Ersatzteilkosten / Jahr: (Ergibt sich aus den Wechselzyklen sowie Kosten der Lampe und sonstigen Komponenten, die ausgetauscht werden)	506 €	477 €	39 €
9. Energieverbrauch / Jahr:	126.720	67.613	2.850
10. Energiekosten / Jahr:	19.008,00 €	10.141,95 €	427,50 €
11. eingesetzte Technik (z. B. Natriumdampflampen, LED-Leuchten, Steuerungstechnik):		Natriumdampf-Hochdrucklampen	Natriumdampf-Hochdrucklampen
12. Vorschaltgeräte (z. B. EVG):	KVG	DALI EVG	DALI EVG
13: Absenkung des Beleuchtungsniveaus (ja / nein; auf wieviel %; ein- oder mehrstufig)	nein	ja,bis auf 50%, mehrstufig	ja,bis auf 50%, mehrstufig
14. Beleuchtungsstärke bzw. Leuchtdichte (Mittel- und Min/Max-Werte)	Nicht gemessen, da Teilweise abgeschaltet	Em = 15,1lx Emin = 7 lx / Emax = 32,5 lx	Em = 7 lx Emin = 3,5 lx / Emax = 16 lx

- Beschreibung / Description

In den im Stadtgebiet verteilten Straßen „Brinckmannstraße“, „Fahneburgstraße“, „Rennbahnstraße“ und „Pigageallee“ wurde die Beleuchtung energetisch und lichttechnisch optimiert. Parkstreifen, Gehwege und Radwege (teilweise) sind Teil der Straßengeometrie. Im Straßenprofil befinden sich Bäume, die Bebauung ist geprägt durch Ein- bzw. kleinere Mehrfamilienhäuser.

In den Straßen sorgten mit Gas betriebene Aufsatzleuchten für die Ausleuchtung. Durch die rotationssymmetrische Lichtverteilung der Leuchten ging die Hälfte des Lichtes für die eigentlichen zu beleuchtenden Verkehrsflächen verloren. Die Anschlussleistung einer Gasleuchte beträgt beachtliche 1.100 W, mit denen jedoch nur ein geringer Lichtstrom erzeugt wird ($< 2 \text{ lm/W}$).

Hinsichtlich der Beleuchtungsstärke und der Gleichmäßigkeit wurden die Anforderungen gem. DIN EN 13201 nicht erfüllt.

Diese alte Gas-Technologie ist zudem sehr störanfällig und erfordert eine Funktionsüberprüfung im 10-Tage-Rhythmus.

Mit dem Neubau der Anlagen (Kabel, Maste, Leuchten, Schaltschränke usw.) wurde die Beleuchtung lichttechnisch und energetisch optimiert. Insgesamt wurden 100 neue Leuchten installiert.

Die „Rennbahnstraße“ und teilweise die „Fahneburgstraße“ führen durch ein Waldgebiet mit dem Status „Landschaftsschutzgebiet“. Auf Wunsch des hier zu beteiligenden Landschaftsbeirates wurden, um die Anlockwirkung auf nachtaktive Insekten weiter zu reduzieren, LED-Leuchten eingesetzt.

Für den außerhalb des Landschaftsschutzgebietes liegenden, bebauten Teil der „Fahneburgstraße“ haben sich die Anwohner - im Rahmen der Bürgerbeteiligung vor der Umrüstung einer Gasbeleuchtungsanlage - mehrheitlich für eine dekorative Leuchte entschieden. Mit einem LED-Einsatz in dieser Leuchte waren die erforderlichen Beleuchtungswerte nicht zu erreichen und da gleichzeitig auch kein Wechsel der Lichtfarbe im Straßenverlauf entstehen sollte, ist in diesem Straßenabschnitt eine Halogen-Metaldampflampe eingesetzt worden.

Ansonsten wurde als Leuchtmittel bei diesem Sanierungsvorhaben die Natriumdampf-Hochdrucklampe (NaH) eingesetzt.

- Anwendbarkeit der Technik / Applicability

Die eingesetzte Technik ist uneingeschränkt verwendbar.

Die hohen Einsparpotentiale resultieren hier aus dem Ersatz von Gasleuchten. Aber auch bei der Sanierung von Stromleuchten lassen sich z. B. bei dem Ersatz einer Leuchte mit Quecksilberdampf – Hochdrucklampen, Einsparpotentiale von über 50 % erreichen.

- Wesentliche Vorteile für die Umwelt / Main enviromental benefeits, main achieved emission levels

Durch die neue elektrische Beleuchtungsanlage mit energieeffizienten NaH, bzw.LED-Leuchtmitteln und Leistungsreduzierung konnten folgende Verbesserungen erzielt werden:

1. Reduzierung der Anschlussleistung um 94 %.
daraus folgt:
Reduzierung des jährlichen Energieverbrauches um 375.011 kWh bei 4.000 Betriebsstunden.
Reduzierung des CO₂-Ausstoßes um 67,5 t/a
(Berechnungsbasis: Gas = 202 g/kWh; Strom = 596 g/kWh)
2. Erhöhung der Verkehrssicherheit und der Kriminalprävention durch höhere Gleichmäßigkeit und Zuverlässigkeit.
3. Ein durch LED-Licht um bis zu 80 % reduzierten Insektenanflug; im Vergleich zu anderen elektrischen Anlagen (für Gasleuchten gibt es keine Fanguntersuchungen, da die Insekten verbrennen).
4. Der Wartungszyklus wird verlängert und der Instandsetzungsaufwand geringer, so dass auch die Einsatzfahrten zu den Leuchten um 84 % reduziert werden.
5. Vermeidung des schwach radioaktiven Sondermülls, da keine Glühstrümpfe mehr eingesetzt werden.

- Kostendaten und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung / Economics and economic feasibility study

Die Kosten für den Rückbau der Gasanlage und den Neubau der elektrischen Anlage betragen 497.709 €. Die Maßnahme wurde zu 60 % gefördert.

Die Energiekosteneinsparung beträgt 24.571 €/a

Die Ersatzteilkosten reduzieren sich um 84 %, also rund 1.501,- €/a

Berücksichtigt man bei der Amortisationsbetrachtung das Alter der Gasbeleuchtungsanlage (BJ. <1960), also dass eine Investition zum Erhalt des Status ohnehin erforderlich war, so betragen in diesem Fall die Mehrkosten für Umstellung auf Strombetrieb 204.085 €. Die vereinfachte Amortisationszeit beträgt dann weniger als 8 Jahre, unter Berücksichtigung der Förderung von 60 %: 3,1 Jahre.

Abschlußbericht zum Teilvorhaben 3 „Gasbeleuchtungsersatz“

Anliegerbeiträge nach dem Kommunal Abgaben Gesetz NRW (KAG NRW) sind hierbei noch nicht berücksichtigt.

Die Erhöhung der Verkehrssicherheit und die deutliche CO₂-Reduzierung sind hier ebenfalls monetär noch nicht bewertet.

- Sonstige Betriebsdaten / Operational Data

- Problem bei der Durchführung / implementation problems

Vor dem Hintergrund einer emotional geführten, öffentlichen Diskussion über den heutigen und zukünftigen Status der gasbetriebenen Leuchten in Düsseldorf, hat der Rat der Landeshauptstadt Düsseldorf vor der abschließenden Entscheidung für die Maßnahmen „Gasumrüstung“ gefordert, die Anwohner in den Entscheidungsprozess einzubeziehen.

Es wurden Informationsschreiben verteilt und die Anwohner eingeladen, an einer Informationsveranstaltung vor Ort teilzunehmen oder sich schriftlich zu äußern. Die Anregungen und Bedenken wurden protokolliert und abgewogen und entweder in der weiteren Planung berücksichtigt oder schriftlich mit Begründung abgelehnt.

Hauptthemen / Fragen seitens der Anwohner waren hierbei störende Lichteinwirkungen, die Auswahl des Leuchtendesigns, die Standorte der Maste und die Lichtfarbe der Leuchtmittel.

Die frühzeitige und weitgehende Einbindung ist von den Anwohnern und den Verwaltungsmitarbeitern als weitgehend positiv und konstruktiv wahrgenommen worden.

Tabellarischer Teil

Gesamtübersicht zum Teilvorhaben 3 (Sa 3)

Bestand: Gasleuchte

Neue Stromleuchten

Brinckmannstraße, Fahneburgstraße, Rennbahnstraße, Pigageallee	Werte vor Realisierung	Werte nach Realisierung
1. Anzahl der Leuchtstellen:	90	100
2. Anzahl der Leuchten je Leuchtstelle:	1	1
3. Anzahl der Lampen je Leuchte:	1	1
4. Leistung der Lampe (inkl. Betriebsmittel):	1.100	64
5. Betriebsstunden / Jahr:	4.000	4.000
6. Mastabstand der Leuchtstellen:	26 m bis 30 m	23 m bis 28 m
7. Höhe der Leuchtstellen:	5 m	6 m bis 8 m
8. Ersatzteilkosten / Jahr: (Ergibt sich aus den Wechselzyklen sowie Kosten der Lampe und sonstigen Komponenten, die ausgetauscht werden)	1.800 €	294 €
9. Energieverbrauch / Jahr (kWh/a):	396.000	20.989
10. Energiekosten / Jahr:	27.720,00 €	3.148,39 €
11. eingesetzte Technik (z. B. Natriumdampflampen, LED-Leuchten, Steuerungstechnik):	Erdgas	Natriumdampf-Hochdrucklampe, LED, Halogen-Metall dampflampe
12. Vorschaltgeräte (z. B. EVG):	Zündflamme	VVG / LED-Treiber
13. Absenkung des Beleuchtungsniveaus (ja / nein; auf wieviel %; ein- oder mehrstufig)	nein	ja; 70%;einstufig
14. Beleuchtungsstärke bzw. Leuchtdichte (Mittel- und Min/Max-Werte)	Lm = 0,15 UI = 0,45 Uo = 0,48 (Anlage Brinckmannstraße)	Lm = 0,86 UI = 0,55 Uo = 0,52 (Anlage Brinckmannstraße)

- Beschreibung / Description

In den im Stadtgebiet verteilten Straßen „Unterrather Straße“, „Posener Straße“, „Tichauer Weg“, „Höherweg“, „Ronsdorfer Straße“, „Uerdinger Straße“, „Hansaallee“, „Schießestraße“, „Niederkasseler Lohweg“, „Ickerswarde Straße“, „Urdenbacher Allee“ und „Koblenzer Straße“ wurde die Beleuchtung energetisch und lichttechnisch optimiert. Parkstreifen, Gehwege und Radwege (teilweise) sind Teil der Straßengeometrie. Im Straßenprofil befinden sich Bäume, die Bebauung ist unterschiedlich und reicht von Gewerbehallen, über Mehrfamilienhäuser bis hin zu Einfamilienhäuser.

In den Straßen sorgten mit Gas betriebene Aufsatzleuchten für die Ausleuchtung. Durch die rotationssymmetrische Lichtverteilung der Leuchten ging die Hälfte des Lichtes für die eigentlichen zu beleuchtenden Verkehrsflächen verloren. Die Anschlussleistung einer Gasleuchte beträgt beachtliche 1.100 W, mit denen jedoch nur ein geringer Lichtstrom erzeugt wird ($< 2 \text{ lm/W}$).

Hinsichtlich der Beleuchtungsstärke und der Gleichmäßigkeit wurden die Anforderungen gem. DIN EN 13201 nicht erfüllt.

Diese alte Gas-Technologie ist zudem sehr störungsanfällig und erfordert eine Funktionsüberprüfung im 10-Tage-Rhythmus.

Mit dem Neubau der Anlagen (Kabel, Maste, Leuchten, Schaltschränke usw.) wurde die Beleuchtung lichttechnisch und energetisch optimiert.

Insgesamt wurden 413 neue Leuchten installiert. Als Leuchtmittel wurde die Natriumdampf-Hochdrucklampe (NaH) eingesetzt.

Die Anlagen werden zu bestimmten Zeiten leistungsreduziert betrieben.

- Anwendbarkeit der Technik / Applicability

Die eingesetzte Technik ist uneingeschränkt verwendbar.

Die hohen Einsparpotentiale resultieren hier aus dem Ersatz von Gasleuchten. Aber auch bei der Sanierung von Stromleuchten lassen sich z. B. bei dem Ersatz einer Leuchte mit Quecksilberdampf – Hochdrucklampen, Einsparpotentiale von über 50 % erreichen.

- Wesentliche Vorteile für die Umwelt / Main enviromental benefeits, main achieved emission levels

Durch die neue elektrische Beleuchtungsanlage mit energieeffizienten NaH-Leuchtmitteln und Leistungsreduzierung konnten folgende Verbesserungen erzielt werden:

1. Reduzierung der Anschlussleistung um 91 %.
daraus folgt:
Reduzierung des jährlichen Energieverbrauches um 1.773.554 kWh bei 4.000 Betriebsstunden.
Reduzierung des CO₂-Ausstoßes um 303 t/a
(Berechnungsbasis: Gas = 202 g/kWh; Strom = 596 g/kWh)
2. Erhöhung der Verkehrssicherheit und der Kriminalprävention durch höhere Gleichmäßigkeit und Zuverlässigkeit.
3. Der Wartungszyklus wird verlängert und der Instandsetzungsaufwand geringer, so dass auch die Einsatzfahrten zu den Leuchten um 84 % reduziert werden.
4. Vermeidung des schwach radioaktiven Sondermülls, da keine Glühstrümpfe mehr eingesetzt werden.

- Kostendaten und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung / Economics and economic feasibility study

Die Kosten für den Rückbau der Gasanlage und den Neubau der elektrischen Anlage betragen 2.336.324 €. Die Maßnahme wurde zu 60 % gefördert.

Die Energiekosteneinsparung beträgt 115.383 €/a.

Die Ersatzteilkosten reduzieren sich um 86 %, also rund 8.000,- €/a.

Berücksichtigt man bei der Amortisationsbetrachtung das Alter der Gasbeleuchtungsanlage (BJ. <1960), also dass eine Investition zum Erhalt des Status ohnehin erforderlich war, so betragen in diesem Fall die Mehrkosten für Umstellung auf Strombetrieb 849.660 €. Die vereinfachte Amortisationszeit beträgt dann weniger als 7 Jahre, unter Berücksichtigung der Förderung von 60 %: 3 Jahre.

Anliegerbeiträge nach dem Kommunal Abgaben Gesetz NRW (KAG NRW) sind hierbei noch nicht berücksichtigt.

Die Erhöhung der Verkehrssicherheit und die deutliche CO₂-Reduzierung sind hier ebenfalls monetär noch nicht bewertet.

- Sonstige Betriebsdaten / Operational Data

- Problem bei der Durchführung / implementation problems

Vor dem Hintergrund einer emotional geführten, öffentlichen Diskussion über den heutigen und zukünftigen Status der gasbetriebenen Leuchten in Düsseldorf, hat der Rat der Landeshauptstadt Düsseldorf vor der abschließenden Entscheidung für die Maßnahmen „Gasumrüstung“ gefordert, die Anwohner in den Entscheidungsprozess einzubeziehen.

Es wurden Informationsschreiben verteilt und die Anwohner eingeladen, an einer Informationsveranstaltung vor Ort teilzunehmen oder sich schriftlich zu äußern. Die Anregungen und Bedenken wurden protokolliert und abgewogen und entweder in der weiteren Planung berücksichtigt oder schriftlich mit Begründung abgelehnt.

Hauptthemen / Fragen seitens der Anwohner waren hierbei störende Lichteinwirkungen, die Auswahl des Leuchtendesigns, die Standorte der Maste und die Lichtfarbe der Leuchtmittel.

Die frühzeitige und weitgehende Einbindung ist von den Anwohnern und den Verwaltungsmitarbeitern als weitgehend positiv und konstruktiv wahrgenommen worden.

Tabellarischer Teil

Gesamtübersicht Teilvorhaben 4 (Sa 4)

Bestand: Gasleuchte

Neue Stromleuchten

Unterrather Straße, Posener Straße, Tichauer Weg, Höherweg, Ronsdorfer Straße, Uerdinger Straße, Hansaallee, Schiessstraße, Niederkasseler Lohweg, Ickerswarde Straße, Urdenbacher Allee, Koblenzer Straße	Werte vor Realisierung	Werte nach Realisierung
1. Anzahl der Leuchtstellen:	470	413
2. Anzahl der Leuchten je Leuchtstelle:	1	1
3. Anzahl der Lampen je Leuchte:	1	1
4. Leistung der Lampe (inkl. Betriebsmittel):	1.100	94
5. Betriebsstunden / Jahr:	4.000	4.000
6. Mastabstand der Leuchtstellen:	24 m bis 40 m	24 m bis 42 m
7. Höhe der Leuchtstellen:	5 m	5 m bis 12 m
8. Ersatzteilkosten / Jahr: (Ergibt sich aus den Wechselzyklen sowie Kosten der Lampe und sonstigen Komponenten, die ausgetauscht werden)	9.400 €	1.233 €
9. Energieverbrauch / Jahr (kWh/a):	1.913.399,00	139.845,50
10. Energiekosten / Jahr:	136.354 €	20.970 €
11. eingesetzte Technik (z. B. Natriumdampflampen, LED-Leuchten, Steuerungstechnik):	Erdgas	Natriumdampf-Hochdrucklampe
12. Vorschaltgeräte (z. B. EVG):	Zündflamme	VVG / EVG
13: Absenkung des Beleuchtungsniveaus (ja / nein; auf wieviel %; ein- oder mehrstufig)	nein	ja; 70%;einstufig
14. Beleuchtungsstärke bzw. Leuchtdichte (Mittel- und Min/Max-Werte)	Lm = 0,22 0,6 Uo = 0,4 (Anlage Höherweg)	Emittel=14,73lx Emin=3,45lx / Emax=42,79lx (Anlage Höherweg)

- Beschreibung / Description

Die wohl bekannteste Einkaufsstraße in Düsseldorf ist die Königsallee (Kö) mit ihrem unverkennbaren Boulevardcharakter und als hochwertiger Einzelhandelsstandort.

Die Fahrbahn, die Gehwege auf der Geschäftsseite und der Rad- und Gehweg entlang des Düsselgrabens werden durch beidseitig im Straßenverlauf aufgestellte, aufwendige Kandelaber („Kö“-Leuchte Fa. Robbers) ausgeleuchtet.

Die Leuchte, mit einer ausgezeichneten Tagwirkung, offenbarte im eingeschalteten Zustand ihre Schwächen. Die bisher eingesetzten, freistrahrenden Quecksilberdampf-Hochdrucklampe führten zu einer hohen Blendung und einer Lichtverteilungskurve mit einer hohen Lichtemission im Bereich $< 90^\circ$.

Durch den Einsatz eines Refraktors der Firma Selux, der Restaurierung des vorhandenen Leuchtenreflektors und dem Einbau einer Halogen Metalldampflampe mit EVG wurde die Lichttechnik der Bestandsleuchte deutlich verbessert und die Leistungsaufnahme um 53 % reduziert.

Die Halogenmetall-Dampflampe erfüllt die Forderung, an diesem Ort eine gute Farbwiedergabe sicherzustellen.

- Anwendbarkeit der Technik / Applicability

Immer, wenn eine Leuchte in die Jahre gekommen ist, ihre Lichttechnik nicht mehr den Anforderungen genügt, aber diese Leuchte einen Ort besonders prägt oder gestaltet, stellt sich die Frage: Neubau oder Erhalt des Bestandes.

Nach Abwägung aller Interessen wie Verkehrssicherheit, Kriminalprävention, Wirtschaftlichkeit, Umweltschutz, Denkmalpflege usw. und den Rahmenbedingungen, die das Leuchtengehäuse setzt, kann es sinnvoll sein, solche Leuchten zu restaurieren, technisch zu optimieren und zu bewahren.

Die hier für die technische Optimierung der „Kö“-Leuchten eingesetzten Komponenten und handwerklichen Leistungen, sind am Markt von verschiedenen Anbietern zu beziehen. Die Technik ist ausgereift.

Abschlußbericht zum Teilvorhaben 5 „Königsallee“

- Wesentliche Vorteile für die Umwelt / Main enviromental benefeits, main achieved emission levels

Durch die Verbesserung der Lichtverteilung und dem Einsatz eines energieeffizienteren Leuchtmittels konnten folgende Verbesserungen erzielt werden:

1. Reduzierung der Anschlussleistung um 53 %.
daraus folgt:
Reduzierung des jährlichen Energieverbrauches um 21.200 kWh bei 4.000 Betriebsstunden.
Reduzierung des CO₂-Ausstoßes um 12,6 t/a
(Berechnungsbasis: Strom = 596 g/kWh)
2. Reduzierung der Blendung und somit eine Erhöhung der Verkehrssicherheit und des Wohlbefindens
3. Reduzierung der Lichtemission in den Nachthimmel.

- Kostendaten und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung / Economics and economic feasibility study

Die Kosten für die Optimierung der Leuchten betragen 42.116 €.

Die Energieeinsparung beträgt 3.180 € / a.

Die vereinfachte Amortisationszeit beträgt 13 Jahre, unter Berücksichtigung der Förderung von 60 %: 5 Jahre.

Die Erhöhung der Verkehrssicherheit und die deutliche CO₂-Reduzierung sind hier monetär noch nicht bewertet.

- Sonstige Betriebsdaten / Operational Data

Die Leuchten wurden im Austauschverfahren demontiert / montiert und in der Werkstatt aufgearbeitet.

- Problem bei der Durchführung / implementation problems

Keine.

Tabellarischer Teil

Teilvorhaben 5 "Königsallee" (Sa 5)

	Werte vor Realisierung	Werte nach Realisierung
1. Anzahl der Leuchtstellen:	53	53
2. Anzahl der Leuchten je Leuchtstelle:	2	2
3. Anzahl der Lampen je Leuchte:	1	1
4. Leistung der Lampe (inkl. Betriebsmittel):	95	45
5. Betriebsstunden / Jahr:	4.000	4.000
6. Mastabstand der Leuchtstellen:	25 m	25 m
7. Höhe der Leuchtstellen:	3,5 m	3,5 m
8. Ersatzteilkosten / Jahr: (Ergibt sich aus den Wechselzyklen sowie Kosten der Lampe und sonstigen Komponenten, die ausgetauscht werden)	318 €	636 €
9. Energieverbrauch / Jahr:	40.280	19.080
10. Energiekosten / Jahr:	6.042,00 €	2.862,00 €
11. eingesetzte Technik (z. B. Natriumdampflampen, LED-Leuchten, Steuerungstechnik):	Quecksilberdampf-Hochdrucklampe 80 W	Halogen-Metaldampflampen 35 W
12. Vorschaltgeräte (z. B. EVG):	KVG	EVG
13. Absenkung des Beleuchtungsniveaus (ja / nein; auf wieviel %; ein- oder mehrstufig)	nein	nein
14. Beleuchtungsstärke bzw. Leuchtdichte (Mittel- und Min/Max-Werte)	$E_m = 3,1$ $E_{min} = 1,3 / E_{max} = 7,9$	$E_m = 3,1$ $E_{min} = 0,7 / E_{max} = 10,4$

- Beschreibung / Description

Moderne trifft Nostalgie; LED´s in der Alt-Düsseldorfer-Leuchte

Die Alt`Düsseldorfer verleihen den Straßen Düsseldorfs, in denen sie eingesetzt sind, einen besonderen Charme und sind bei den Düsseldorfer Bürgern sehr beliebt.

In dem hier vorgestellten Projekt wurden die Leuchten auf der Burgallee optimiert. Die Anliegerstraße / der Fußweg verläuft parallel zum Rhein, oberhalb der Kaiserpfalz.

In der Vergangenheit wurden die ehemals mit Gas betriebenen Leuchten bereits auf elektrischen Betrieb umgerüstet. Eingesetzt wurde 1973 eine freistrahrende Quecksilberdampf-Hochdrucklampe. Neben den lichttechnischen Unzulänglichkeiten (Blendung, Lichtverteilung) und einem hohen Verschmutzungsgrad durch angelockte Spinnen und Insekten, fehlten den Leuchten die gastypischen Einbauten, so dass ihre Tagwirkung als Stadtmobiliar in Teilen verloren ging.

In Zusammenarbeit mit der Düsseldorfer Handwerkerschaft ist es gelungen einen LED-Einbausatz zu entwickeln, der die lichttechnischen Eigenschaften verbessert und der Leuchte ihr „Gesicht“ wiedergibt.

Die Einbauten der ehemaligen Gasbeleuchtung wurden nachgebildet und anstatt der typischen Glühstrümpfe sind Attrappen mit integrierten LED´s eingesetzt. Die Lichtfarbe der LED ähnelt dem Gaslicht. Das Leuchtengehäuse wurde in IP 54 ausgeführt.

Über das Steuerungssystem „ViaLumen“ wird die Leuchtenleistung zeitabhängig halbiert. Eine individuelle Schaltung bei Bedarf z. B. „Kaiserpfalz“-Fest ist möglich.

Der Energiebedarf gegenüber der Bestückung mit HQL beträgt 62 %.

Wird eine gasbetriebene Leuchte ersetzt, wird 98 % weniger Energie benötigt und gleichzeitig ein höherer Lichtstrom erzeugt und besser verteilt.

- Anwendbarkeit der Technik / Applicability

Immer, wenn eine Leuchte in die Jahre gekommen ist, ihre Lichttechnik nicht mehr den Anforderungen genügt, aber diese Leuchte einem Ort besonders prägt oder gestaltet, stellt sich die Frage: Neubau oder Erhalt des Bestandes.

Nach Abwägung aller Interessen wie Verkehrssicherheit, Kriminalprävention, Wirtschaftlichkeit, Umweltschutz, Denkmalpflege usw. und den Rahmenbedingungen die das Leuchtengehäuse setzt, kann es sinnvoll sein, solche Leuchten zu restaurieren, technisch zu optimieren und zu bewahren.

Die hier verwendete Technik kann grundsätzlich in allen historischen Leuchten zum Einsatz kommen, ggf. sind leuchtentypenspezifische Anpassungen erforderlich.

- Wesentliche Vorteile für die Umwelt / Main enviromental benefeits, main achieved emission levels

Durch die Verbesserung der Lichtverteilung und dem Einsatz eines energieeffizienteren Leuchtmittels konnten folgende Verbesserungen erzielt werden:

1. Reduzierung der Anschlussleistung um 62 %.
Daraus folgt:
Reduzierung des jährlichen Energieverbrauches um 3.538 kWh bei 4.000 Betriebsstunden.
Reduzierung des CO₂-Ausstoßes um 2,1 t/a
(Berechnungsbasis: Strom = 596 g/kWh).
2. Reduzierung der Blendung und somit eine Erhöhung der Verkehrssicherheit und des Wohlbefindens.
3. Reduzierung der Lichtemission in den Nachthimmel und durch das LED-Licht ein um 80 % reduzierten Insektenanflug, gegenüber der HQL.
4. Der Wartungszyklus wird verlängert und der Instandsetzungsaufwand geringer, so dass auch die Einsatzfahrten zu den Leuchten reduziert werden.

Abschlußbericht zum Teilvorhaben 6 „Burgallee“

- Kostendaten und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung / Economics and economic feasibility study

Die Erneuerung der Leuchten und der Steuerung kostet 50.967 €.

Die Energieeinsparung beträgt 531 €/a

Die vereinfachte Amortisationszeit beträgt 96 Jahre, unter Berücksichtigung der Förderung von 60 %: 38 Jahre.

Anliegerbeiträge nach dem Kommunal Abgaben Gesetz NRW (KAG NRW) sind hierbei noch nicht berücksichtigt.

Die Erhöhung der Verkehrssicherheit und die deutliche CO₂-Reduzierung sind hier ebenfalls monetär noch nicht bewertet.

- Sonstige Betriebsdaten / Operational Data

- Problem bei der Durchführung / implementation problems

Keine.

Tabellarischer Teil

Teilvorhaben 6 "Burgallee" (Sa 6)

	Werte vor Realisierung	Werte nach Realisierung
1. Anzahl der Leuchtstellen:	21	21
2. Anzahl der Leuchten je Leuchtstelle:	1	1
3. Anzahl der Lampen je Leuchte:	HQL	LED
4. Leistung der Lampe (inkl. Betriebsmittel):	62	24
5. Betriebsstunden / Jahr:	4.000	4.000
6. Mastabstand der Leuchtstellen:	15 m	15 m
7. Höhe der Leuchtstellen:	3,5 m	3,5 m
8. Ersatzteilkosten / Jahr: (Ergibt sich aus den Wechselzyklen sowie Kosten der Lampe und sonstigen Komponenten, die ausgetauscht werden)	63 €	63 €
9. Energieverbrauch / Jahr:	5.208	1.670
10. Energiekosten / Jahr:	781,20 €	250,43 €
11. eingesetzte Technik (z. B. Natriumdampflampen, LED-Leuchten, Steuerungstechnik):	Quecksilberdampf-Hochdrucklampe	LED-Leuchten mit Halbnachtschaltung, über Fernsteuerung ist Änderung der Schaltzeit möglich
12. Vorschaltgeräte (z. B. EVG):	KVG	LED-Treiber
13. Absenkung des Beleuchtungsniveaus (ja / nein; auf wieviel %; ein- oder mehrstufig)	Nein	Ja, 50 % einstufig
14. Beleuchtungsstärke bzw. Leuchtdichte (Mittel- und Min/Max-Werte)	$E_m = 1,8$ $= 0,3 / E_{max} = 6,6$	$E_m = 3,0$ $E_{min} = 0,6 / E_{max} = 8,7$