bnNETZE
Zuverlässig und vor Ort

Gefördert durch den Innovationsfonds Klima- und Wasserschutz

badenova
Energie. Tag für Tag

Projekt 2015-01

Errichtung einer Außenbeleuchtung mit Mustercharakter und implementiertem Lichtmanagementsystem

Abschlussbericht

http://www.lighting.philips.com/main/sys 1

Ansprechpartner: Rolf Fien

Bearbeiter: Marc Hüttner

Erstellungsdatum: 21.11.2016

Inhaltsverzeichnis

1 Projektbeschreibung 1

1.1 Ausgangslage 1

1.2 Zielsetzung 1

1.3 Herausforderungen 2

2 Projektplanung 3

2.1 Terminelle Planung 3

2.2 Technische Planung 4

2.3 Finanzierung 5

3 Projekt Umsetzung 6

3.1 Technische Komponenten 6

3.2 Technische Umsetzung 8

3.3 Inbetriebnahme von CityTouch 11

3.4 Probleme bei der Umsetzung 14

3.5 Öffentlichkeitsarbeit 15

4 Arbeitsergebnisse 16

4.1 Ökologischer Nutzen 16

4.2 Wirtschaftlichkeit 18

4.3 Darstellung drei wesentlicher Erkenntnisse aus dem Projekt 19

5 Ausblick in die Zukunft 19

5.1 Auswirkungen auf den zukünftigen Betrieb 19

5.2 Weiterführende, resultierende Maßnahmen 19

5.3 Übertragbarkeit der Projektergebnisse 20

5.4 Weiter Entwicklungen 20

6 Zusammenfassung und Fazit 21

7 Anhang: Kostenübersicht 22

1 Projektbeschreibung

1.1 Ausgangslage

Im Zuge eines Neubaus der badenova AG & Co.KG auf dem Betriebsgelände Freiburg sollen neue Parkflächen entstehen. Dafür wird zum einen den bestehenden Mitarbeiterparkplatz mit Zugang von der Tullastraße erweitert, sowie eine neue Parkfläche hinter dem Neubau für die badenova AG & Co.KG eigenen Firmenwagen angelegt. Für diese Parkflächen gilt es eine Ordnungsgemäße Beleuchtung einzurichten.

1.2 Zielsetzung

Das Primärziel besteht darin, eine Beleuchtung so zu installieren dass:

- Ein – und Ausfahrten zu jeder Tageszeit erkennbar sind.
- Parkende und fahrende Fahrzeuge von Verkehrsteilnehmern erkannt werden.
- Ein Gefühl der Sicherheit zu jeder Tageszeit besteht.
- Das eigene Fahrzeuge mühelos erkannt und aufgefunden werden kann.
- Ausleuchtung nach DIN 13201 gewährleistet ist.

Des Weiteren fühlen wir uns als Energieversorger in der Pflicht mit gutem Beispiel voran zu gehen. Somit spielt die Energieeffizienz eine zentrale Rolle. Durch das Einsetzen neuster Technik im Bereich „Intelligente Beleuchtung“ soll eine Reduzierung des elektrischen Energiebedarfs auf bis zu 60% gegenüber konventioneller Beleuchtung mit Natriumdampflampen (NAV) erreicht werden.

Hiermit möchte die **bn**NETZE GmbH sich als Dienstleister präsentieren und die energiesparende LED-Beleuchtung voran zu bringen. Für die Kommunen in der Region soll ein innovativer Musterpark mit vielen verschiedenen Leuchten entstehen, der einen großen Übertragungsfaktor auf unsere Kunden haben sollte (Anstrahlung von Gebäuden, Wege-, Platz- und Fahrbahnbeleuchtung).

Gleichzeitig soll Langzeiterfahrung mit den Lichtsystemen gesammelt werden, z. B. Lichtstromrückgang etc., um diese mit den Herstellerangaben vergleichen zu können.

1.3 Herausforderungen

Der Einsatz von Leuchten unterschiedlicher Herstellern (wie es auch im städtischen Beleuchtungssystem vorkommt) erschwert die lichttechnische Berechnung, sowie die Planung nach DIN-Norm in Bezug auf das Einhalten der Beleuchtungsnorm.

Eine weitere Herausforderung wird die intelligente Steuerung der Leuchten sein, da hier Neuland betreten wird und kein Personal diesbezüglich Vorkenntnisse besitzt. Somit muss hier gegebenenfalls mit Überschreitungen der Plankosten gerechnet werden.

Ob und wieviel Energie mit diesem System eingespart wird kann vorzeitig nur theoretisch ermittelt werden. Jedoch kann wäred der Testphase über die Benutzeroberfläche des Systems eine Auswertung des Momentanverbrauches durch Auslesen der Parameter erfolgen.

2 Projektplanung

Die komplette Planung des Projektes besteht aus den wesentlichen Punkten der Terminierung, Angebote einholen, Auswahl und Vergleich der technischen Komponenten, Finanzierung und Förderung des Projektes.

2.1 Terminelle Planung

Die Projektplanung startete am 12.05.2014 und hat folgende Abfolge:

1. Auswahl der Steuerung
2. Lichtberechnung
3. Auswahl der Leuchten
4. Auswahl des Standorte
5. Angebote bezüglich Leuchten , Steuerung und Tiefbauarbeiten.
6. Kosten Kalkulation und Förderantrag

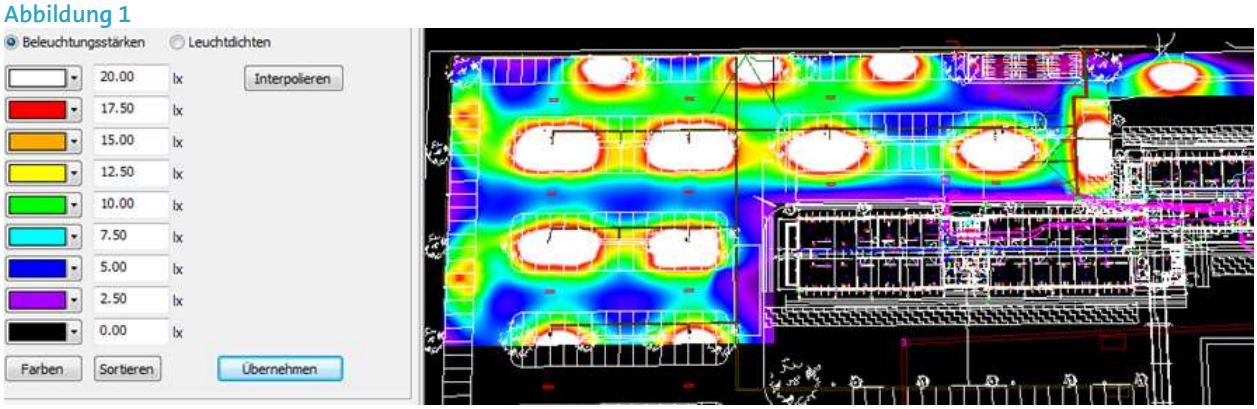
Die Umsetzung des Projektes begann ab dem 30.09.2014 mit folgenden Arbeitsschritten:

1. Kabelverlegung
2. Masten stellen
3. Vermessung der Beleuchtungskabel mit dazugehörigen Betriebsmitteln
4. Montage der Leuchten
5. Dokumentation
6. Montage des „Intelligenten Beleuchtungssystems“ und allen dazugehörigen Komponenten
7. Inbetriebnahme der Beleuchtungsanlage
8. Auswertungen der gewonnenen Daten, aufgrund der intelligenten Steuerung
9. Veranstaltungen mit interessierten Kommunen und gewerblichen Kunden

2.2 Technische Planung

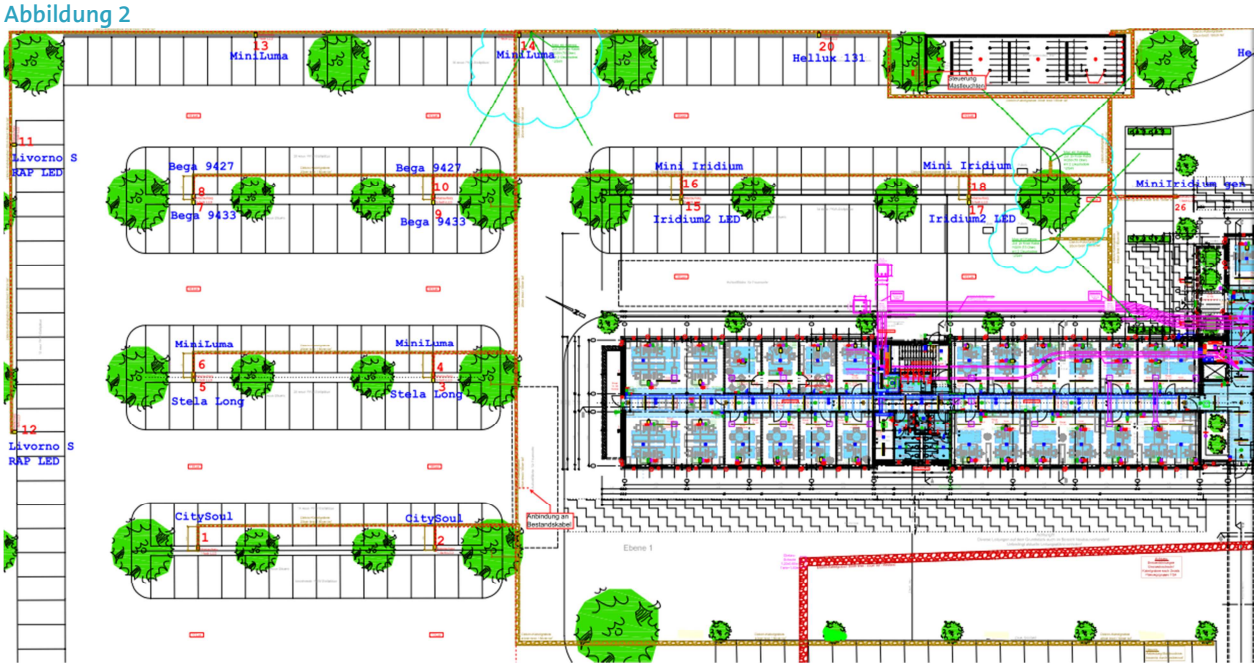
In der technischen Planung gilt es entscheidende Fragen zu klären: Die Auswahl der zu installierenden Leuchten in Bezug auf Hersteller , Lieferbarkeit, Kompatibilität mit dem Steuerungssystem, Lichtberechnung und damit auch den Leuchtenstandort. In der Lichtberechnung wurden dann verschiedene Szenarien in Bezug auf Standort und Leuchtentyp simuliert (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1



Aufgrund dieser Simulation wurden folgende Standorte mit folgenden Leuchtentypen bestimmt (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2



Die Auswahl der Steuerung fiel auf das Managementsystem CityTouch der Firma Philips GmbH. Dieses System ermöglicht mithilfe der Browseranwendung „CityTouch Connected Application“ eine große Flexibilität (Alle Möglichkeiten werden im Kapitel „technische Komponenten“ beschrieben). Technische Voraussetzungen an die Leuchten zur Anbindung am CityTouch System ist eine Dali oder 1- 10 V Schnittstelle.

2.3 Finanzierung

Es wurden mit Gesamtkosten des Projektes in Höhe von 49.374,20 € netto gerechnet (für eine detaillierte Zusammensetzung, siehe Anhang A1). Davon betragen die Kosten des innovativen Anteils 34.520, 40 € netto, die sich wie folgt zusammensetzen:

Tabelle 1

Beantragte Zuwendung:		48,45 %			
	im Jahr 2014	2015	2016	Gesamt-betrag	Förder-beitrag badenova *
Personalkosten	1.700,00 €	1.900,00 €	1.100,00 €	4.700,00 €	2.350,00 €
Kommunikation / Öffentlichkeitsarbeit	0,00 €	0,00 €	4.800,00 €	4.800,00 €	2.400,00 €
Planungskosten	3.500,00 €	0,00 €	0,00 €	3.500,00 €	1.750,00 €
Sachkosten	19.744,44 €	0,00 €	0,00 €	19.744,44 €	9.872,22 €
Baukosten	1.785,96 €	0,00 €	0,00 €	1.785,96 €	357,20 €
	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Gesamtausgaben	26.730,40 €	7.800,00 €	0,00 €	34.530,40 €	16.729,42 €

Der Innovationsfonds für Klima- und Wasserschutz unterstützt dieses Projekt unter dem Aspekt der Energieeinsparung mit 16.729,42 €. Dies entspricht 48,50% des innovativen Anteils.

3 Projekt Umsetzung

3.1 Technische Komponenten

Mit diesem Projekt verfolgen wir das Ziel, dass die neue Beleuchtungsanlage im Vergleich zu herkömmlichen Beleuchtungsanlage um 60% effizienter ist. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden das Telemanagementsystem CityTouch mit 21 energieeffizienten LED-Leuchten (siehe Tabelle 2) kombiniert.

Vernetzte LED- Straßenbeleuchtung mit CityTouch Lichtmanagement

CityTouch ist eine Software-Plattform für die Außenbeleuchtung. Sie beinhaltet einfache Web-Anwendungen zur Verwaltung der Straßenleuchten und zur Analyse der Beleuchtungsdaten. Diese neue Technologie macht aus einer gewöhnlichen Stadt eine echte Smart City.

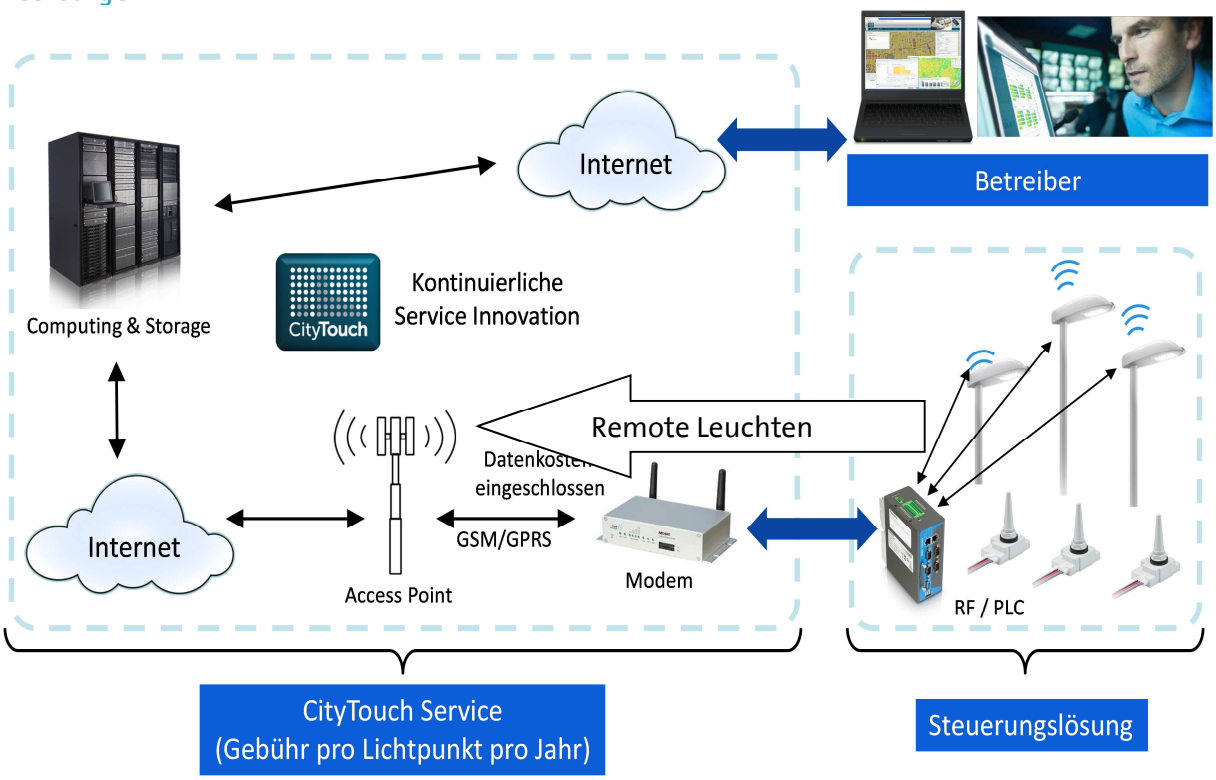
Welche Möglichkeiten bieten sich mit CityTouch Lichtmanagement?

- Energie- und Kosteneinsparung durch angepasstes Schalten und Dimmen
- Einfache und schnelle Ermittlung von defekten und Leuchten
- Kostenreduzierung durch gezielte Wartungsplanung
- Vollständig Regelung der Helligkeit zur richtigen Zeit am richtigen Ort
- Zugriff auf die Steuerung von jedem Arbeitsplatz aus
- Echtzeitdaten und Statusbericht jeder einzelne Leuchte
- Langzeiterfahrungen durch Datenerhebung, wie zum Beispiel Brennstunden und Energiebilanz
- Vermeidung von übermäßiger Lichtemission
- Dokumentation jeglicher Ereignisse
- Verknüpfung der Wartungsplanung an beliebige Systeme z.B SAP

Wie Funktioniert CityTouch

CityTouch ist ein End-to-End Service (schematisch dargestellt in Abbildung 3)

Abbildung 3



Das in den verwendeten Straßenleuchten eingebaute Vorschaltgerät wird über eine Dali-oder 1-10V Schnittstelle mit dem Leuchtencontroller verbunden. Dieser ist in der Leuchte verbaut oder am Leuchtenmast befestigt. Seine Aufgabe ist es, das Vorschaltgerät zu steuern und zu überwachen. Die Leuchtencontroller kommunizieren über ein RF Signal mit dem Segmentcontroller. Um die Reichweite und die Stabilität der Verbindung zu verbessern wurde es technisch so gelöst, dass die Leuchtencontroller in einem Maschennetz auch untereinander kommunizieren. Segmentkontroller und Modem werden zusammen in einem Schaltschrank installiert und über ein LAN-Kabel verbunden. Mittels der Web-Anwendungen „CityTouch Connected Application“ kann somit von jedem autorisiertem Arbeitsplatz aus auf die komplette Beleuchtungsanlage zugegriffen werden.

Eine andere Art von Leuchten sind die sogenannten Remote-Leuchten. Diese ermöglichen durch ein GSM-Modul eine einfache Installation ohne besonderes Expertenwissen. Das Modul übernimmt die automatische Positionsübermittlung und die Anmeldung der Leuchten über das Mobilfunknetz an CityTouch. Somit ist man mit dieser Art von Leuchten etwas flexibler bezüglich der Standortwahl, da die Daten direkt und nicht über einen externen Segmentcontroller übermittelt werden.

3.2 Technische Umsetzung

Insgesamt wurden, wie geplant, 21 LED-Leuchten (Tabelle 2) von vier Herstellern mit unterschiedlichen Leistungswerten (zwischen 36W und 60W) installiert. Die elektronischen Vorschaltgeräte (EVG) dieser Leuchten verfügen entweder über eine Dali-Schnittstelle oder eine 1-10V-Schnittstelle. Ohne diese Schnittstelle wäre keine Steuerung möglich. Die Philips-Leuchten wurden ab Werk mit integriertem Leuchtencontroller (LC) angefertigt. Die Leuchten der anderen Hersteller oder die Leuchten ohne integrierten Leuchtencontroller mussten nachgerüstet werden. Der Leuchtencontroller wurde am Leuchtenmast montiert und mit einer 5-adrigen Leitung (H07RN-F 5x1,5 mm²) mit dem EVG und dem Kabelübergangskasten (KÜK) verbunden (Abbildung 4).

Damit das Management-System den genauen Standort anzeigen kann mussten die Standorte der Leuchten über ein GPS-Tracker übermittelt werden. Die Remote Leuchten übermittelten diese Daten selbständig.

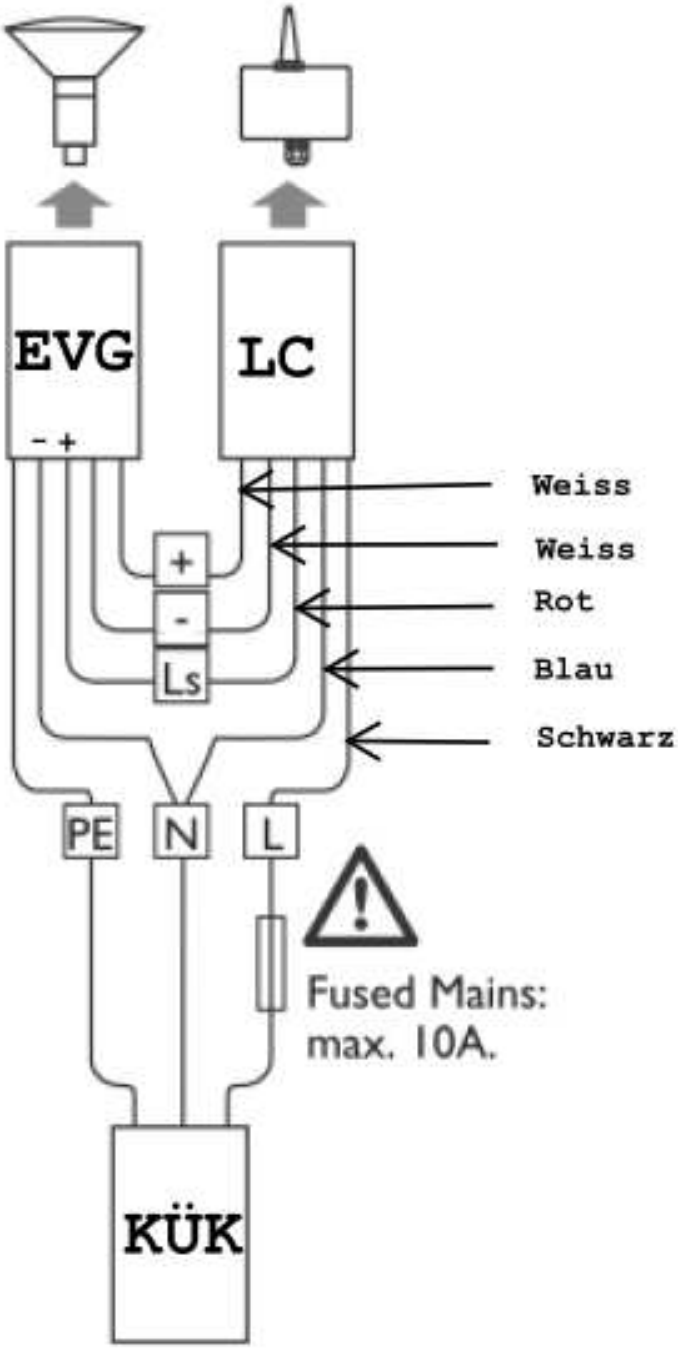


Abbildung 4

Tabelle 2

Stückzahl	Hersteller	Kennung	Bild	Schnitstelle	Leistung in	Lichtstrom
2	Hess	Livorno S RAP ME-Optik		Dali	33,00	1918
2	Philips	MiniCitySoul BGP430 GRN59,DRW-Optik		Dali	52,00	4200
2		Mini Luma BGP621 R6		Dali	59,00	6000
2		Mini Luma BGP620l R4		Direkt mit Dali	56,00	6100
2		Stela Long gen2 BPP616		Dali	36,00	3700
2		Mini Iridium BGS451 ECO43-2S/740		1-10V	41,00	2900
2		Iridium2 BGP352 GRN59, DM-Optik		Dali	58,70	5036
1		Iridium gen3 BGP381		Direkt mit Dali	38,10	4500
2	Bega	Bega 9427		1-10V	45,00	3201
2		Bega 9433		1-10V	50,60	4647
2	Hellux	Hellux Ellipse DWS 131		1-10V	60,00	6900
21					1058,80	

Das Segmentcontroller-Set bestehend aus einem Segmentcontroller, Antenne, Modem und Netzteil, wurde von der Firma Philips GmbH ab Werk schon vormontiert und komplett verdrahtet (Abbildung 5). Bei der Montage des Segmentcontroller-Sets mussten einige Parameter in Betracht gezogen werden. Diese Parameter sind für eine gute Verbindung und einen guten Datenaustausch Voraussetzung:

- Montagehöhe der Antenne: Mindestens 0,5m
- Der Abstand zwischen Segmentcontroller und Leuchtencontroller kann bis zu maximal 200m betragen und hängt von der Montagehöhe der Antenne ab. Bei einer Montagehöhe von 0,5m liegt die Entfernung höchstens bei 50m.
- Abstand Leuchtencontroller-Leuchtencontroller darf höchstens 300m betragen

Abbildung 5

3.3 Inbetriebnahme von CityTouch

Bevor die Beleuchtungsanlage mit all ihren Möglichkeiten in Betrieb gehen konnte mussten zuerst noch verschiedene Initialisierungen über die „CityTouch Connected Application“ vorgenommen werden. So mussten die Leuchtendaten eingepflegt werden so, dass das System jede Abweichung bemerkt und als Fehler deklariert. Es können über die Applikation zudem zu jedem Brennpunkt individuelle Daten wie zum Beispiel Mastart, Masthöhe, Standortnummer und Standortbeschreibung hinterlegt werden. Die Leuchten wurden zudem einem Gebiet, einer Straße und einer Gruppe zugeordnet.

Abbildung 6 Benutzeroberfläche der CityTouch Connected Application

In einer Schulung zur „CityTouch Connected Application“ wurde unserem verantwortlichen Personal die Oberfläche, verschiedene Einstellungen und Möglichkeiten vorgestellt.

Umsetzung der Möglichkeiten

Welche Möglichkeiten bieten sich um eine Beleuchtungsanlage kosteneffizienter und energieeffizienter zu gestalten? Die Lösung lautet intelligentes **Dimmen**! So ist es möglich mit CityTouch jeden Lichtpunkt, jede Gruppe, jede Straße oder jedes Gebiet individuell dimmen und zu schalten. Ganz nach dem Motto: „Licht nur da wo es benötigt wird“. Dafür werden über die „CityTouch Connected Application“ verschiedene Dimmkalender angelegt, die dann den Leuchten zugewiesen werden können. Dies geht theoretisch soweit, dass es möglich ist eine Leuchte jeden Tag im Jahr anders zu dimmen. So erhält man eine individuelle an die Jahreszeit angepasste Beleuchtungsanlage, die nur dann Licht liefert sofern es benötigt wird.

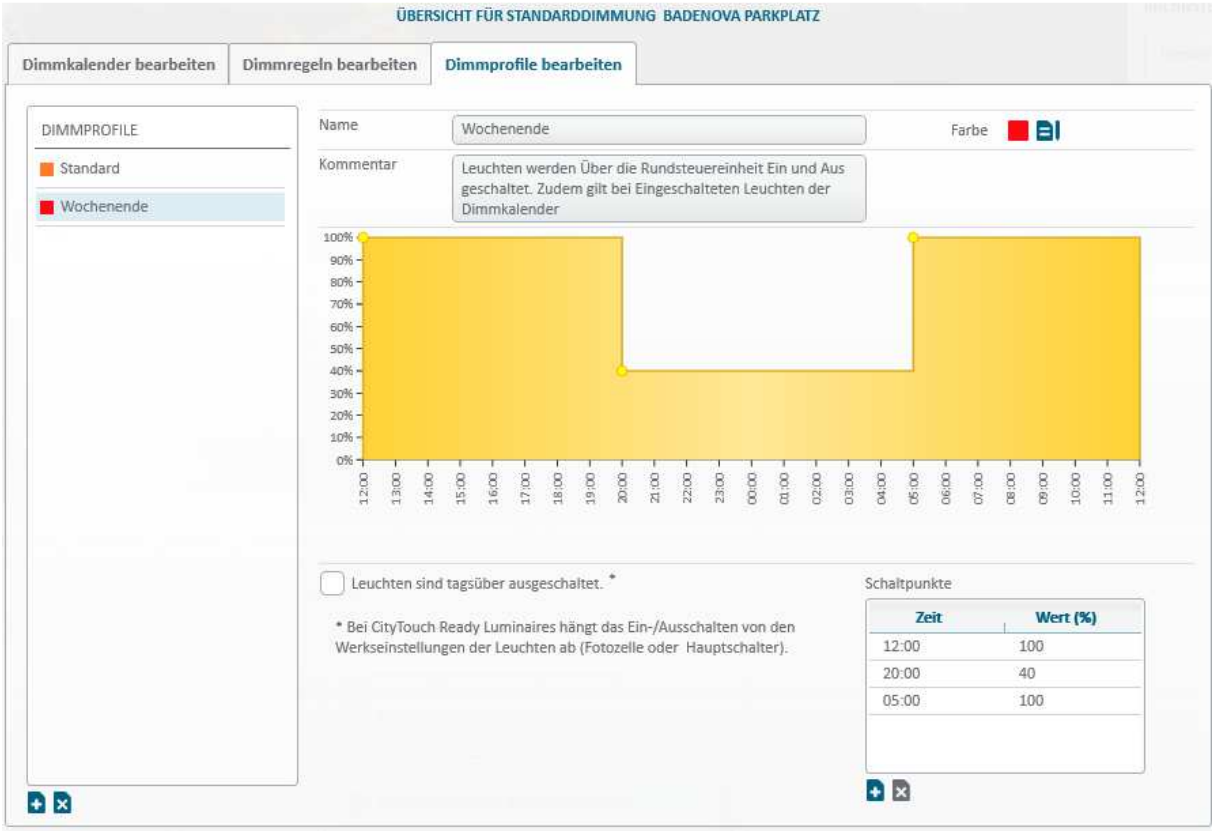


Abbildung 7 & 8

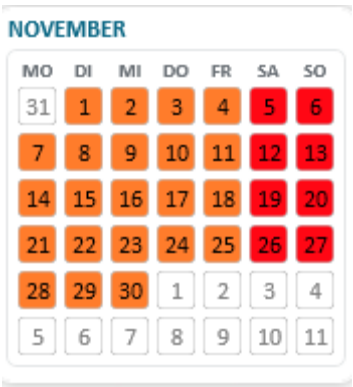
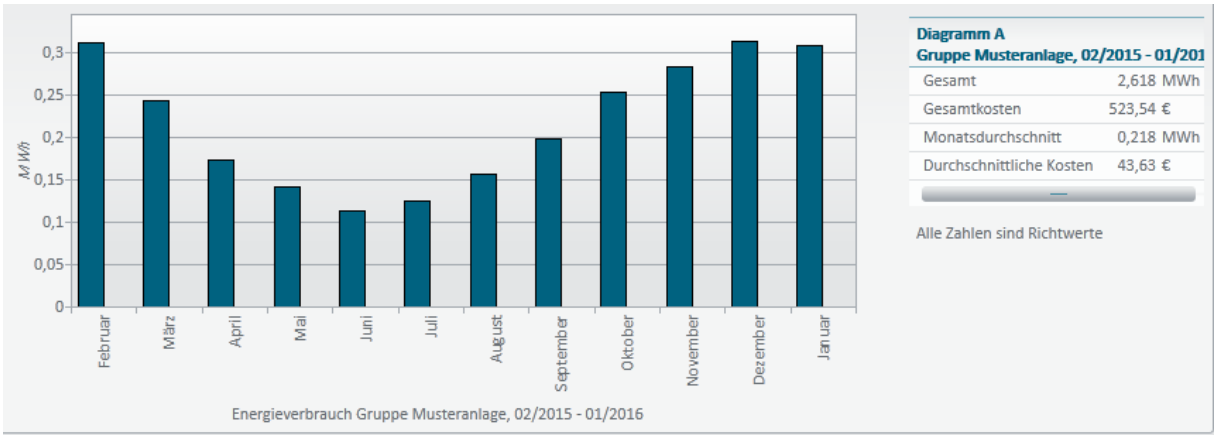


Abbildung 8

Die Leuchten der Musteranlagen werden momentan mit verschiedenen Dimmszenarien betrieben. Somit will man Erfahrung in diesem Bereich gewinnen. Ein Beispiel für eine mögliche Lösung einer Parkplatzbeleuchtung könnte so aussehen, dass zwischen Wochenende und Werktage unterschieden wird, da am Wochenende die Beleuchtung nicht für Verkehrsteilnehmer benötigt wird (Abbildung 7 & 8).

Die anfangs hinterlegten Daten, jeder Leuchte und Brennstelle, können jederzeit eingesehen werden. Zudem werden automatisch Daten über Schaltzustände, Brennstunden und Energiebilanz gespeichert, wodurch unzählige Erfahrungen mit den Leuchten gewonnen werden können.

Abbildung 9



Die **Energiebilanz** kann über ein Balkendiagramm ausgegeben werden (Abbildung 9), somit kann auch über den im Programm hinterlegten Preis pro kWh abgeschätzt werden, welche Energiekosten entstanden sind. Zudem ist es möglich, diese Informationen in ein Kalkulationsprogramm zu exportieren. Momentan dürfen diese Daten allerdings noch nicht zur Kostenberechnung berücksichtigt werden. Allerdings verhandelt die Firma Philips GmbH diesbezüglich mit der Bundesnetzagentur, wodurch auf baldiges Verwenden dieser Daten gehofft werden kann.

Des Weiteren ist es möglich, eine Vielzahl von **Echtzeit-Daten** im laufenden Betrieb abzurufen (siehe Abbildung 10).

Abbildung 10

Jede Abweichung der Normalbedingungen wird als detaillierte **Störmeldung** (Abbildung 11) ausgegeben. Diese, sind über die Benutzeroberfläche einzusehen. Zudem werden die Meldungen an eine hinterlegte E-Mail Adresse geschickt. Dadurch werden Ausfälle von Leuchten in kürzester Zeit bemerkt und können zeitnah behoben werden. Über die „CityTouch Workflow App“ besteht die Möglichkeit, auf Basis dieser Meldungen, automatisch einen Arbeitsauftrag zu generieren. Wird dieser Auftrag von der Disposition einem Mitarbeiter zugeteilt, erhält dieser alle Informationen auf ein mobiles Endgerät. Über das mobile Endgerät ist es zudem möglich Schäden oder Leuchtenstandorte mithilfe von hochgeladenen Fotos zu dokumentieren. Nicht nur die Dauer eines Vorgangszyklus wird dadurch minimiert, sondern auch der Arbeitsaufwand in der Planung und Disposition. Die Einbindung dieser Applikation umfasst eine Vielzahl von Möglichkeiten, die einen wirtschaftlichen und organisatorischen Vorteil erbringen. Die Prozessplanung und Einteilung der **bn**NETZE GmbH ist nicht nur auf den Bereich Beleuchtung beschränkt, wodurch es im Rahmen dieses Projektes, nicht möglich war diese Applikation zu nutzen.

Abbildung 11

Schweregrad	ID	Kategorie	Straße	Name	Standort-Kommentar	Erstmals gemeldet am	Zuletzt gemeldet am	Erstellt am	Detail	Komponenten-ID	Komponentenart	Komponenten-Modell	Ist offen
Fehler	2263	Defekt	Tullastraße (Freiburg Nord)	Mini Luma		30.10.2016 17:18:10	30.10.2016 17:18:10	30.10.2016 18:09:52	Lampe fehlerhaft: DALI hat einen Fehler der Lampe gemeldet.	13	Leuchte		Nein

3.4 Probleme bei der Umsetzung

- Das Segmentcontroller-Set wurde vorab nicht fehlerfrei verdrahtet. Dies hat dazu geführt, dass durch die Fehleruntersuchung ungeplante zusätzliche Kosten verursacht wurden.

- Nach der Inbetriebnahme der Anlage sind einige Störungen aufgetreten. Die Ursache dafür waren Montagefehler wie z.B. die Verwechslung der Polarität des Leuchtencontrollers . Dadurch konnte der Segmentcontroller keine Verbindung zum Leuchtencontroller herstellen. CityTouch erkannte diesen Fehler und erstellte wie oben beschrieben eine Störmeldung mit allen Informationen.

3.5 Öffentlichkeitsarbeit

Als Netzdienstleister sehen wir uns in der Pflicht unseren Kunden Innovationen der Technik vorzustellen. Diesbezüglich sollen nach erfolgreicher Ausführung des Projekts „Intelligente Beleuchtung“ im Herbst 2016 Veranstaltungen organisiert werden. Wir möchten Kommunen und private Kunden einladen, um unsere Erkenntnisse vorzustellen.

Zu den geplanten Veranstaltungen gehört eine Veröffentlichung in der örtlichen Presse. Eine Aufnahme der „Intelligenten Straßenbeleuchtung“ in unseren Leuchtepark und die Aufnahme dessen in unser Dienstleistungsportfolio rundet die Veröffentlichung ab.

4 Arbeitsergebnisse

Das Ziel einer modernen und intelligenten Beleuchtung wurde souverän gelöst. Inwieweit auch das ökologische Ziel unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit erreicht wurde, kann anhand der Energiebilanz und der Projektkosten gezeigt werden

4.1 Ökologischer Nutzen

Zum Vergleich des Energiebedarfs müssten wir, um das gleiche Beleuchtungsniveau wie mit LED-Leuchten zu erreichen, 21 Natriumdampf-Hochdrucklampe (NAV) mit 70W-Leuchtmittel installieren. Die NAV Lampen brauchen zusätzlich ein Vorschaltgerät, welches eine Leistung von 9 Watt benötigt.

→ D.h. Jede LED-Leuchte würde durch 79W NAV-Leuchte ersetzt

Angewandte Technik zum Einsparen des Energiebedarfs bei NAV Leuchten ist die Leistungsreduzierung zwischen 23:00Uhr und 05:00Uhr. Dabei wird die Leistung auf 59W (inkl. Leistung des Vorschaltgeräts) reduziert.

Berechnung:

Tabelle 3

	Anzahl Leuchte	Leistung pro Leuchte (in W)	Jährliche Brennstunde	Energiebedarf (in kWh)
100%-Betrieb	21	79	1355	2247,95
Leistungsred.	21	59	2855	3537,35
			4210	**5785,29**

Über die CityTouch-Benutzeroberfläche wurde der elektrische Energiebedarf der Beleuchtungsanlage entnommen. Dieser betrug im Zeitraum vom 01. Feb. 2015 bis 01. Jan. 2016 einen Gesamtwert von 2.618 kWh (Abbildung 9).Der Einsatz der LED-Leuchte in Kombination mit dem Telemanagementsystem CityTouch hat dazu geführt, dass 3167,29 kWh eingespart wurden. Nach dem Strommix heutzutage entspricht dies einer Reduzierung der CO_2-Emission von ca. 1,9 Tonnen pro Jahr.

Unsere neue Beleuchtungsanlage ist somit effektiver und umweltfreundlicher als eine herkömmliche Anlage, bestehend aus NAV-Leuchten. Ein weiterer interessanter Aspekt wäre der Vergleich zwischen nicht gesteuerten LED Leuchten und CityTouch gesteuerten Leuchten.

Zum Vergleich wurden zwei identische Mini Luma Leuchten installiert. Eine Leuchte wurde so gedimmt, wie im städtische Betrieb üblich. Das heißt, die gleiche Leistungsreduzierung wie auch bei den NAV-Leuchten (von 100% auf 70% zwischen 23:00Uhr und 05:00Uhr (Gelb)). Für die andere Mini Luma Leuchte wurde über CityTouch ein Dimmkalender angepasst der den Beleuchtungsanforderung angepasst ist (Lila). Zum Beispiel Runterfahren der Beleuchtung am Wochenende.

Das Ergebnis (Abbildung 12) zeigt, dass der elektrische Energiebedarf der CityTouch gesteuerten Leuchte unter dem der Standard LED-Leuchte liegt. In Zahlen ausgedrückt ist der elektrische Energiebedarf auf 84% gesunken.

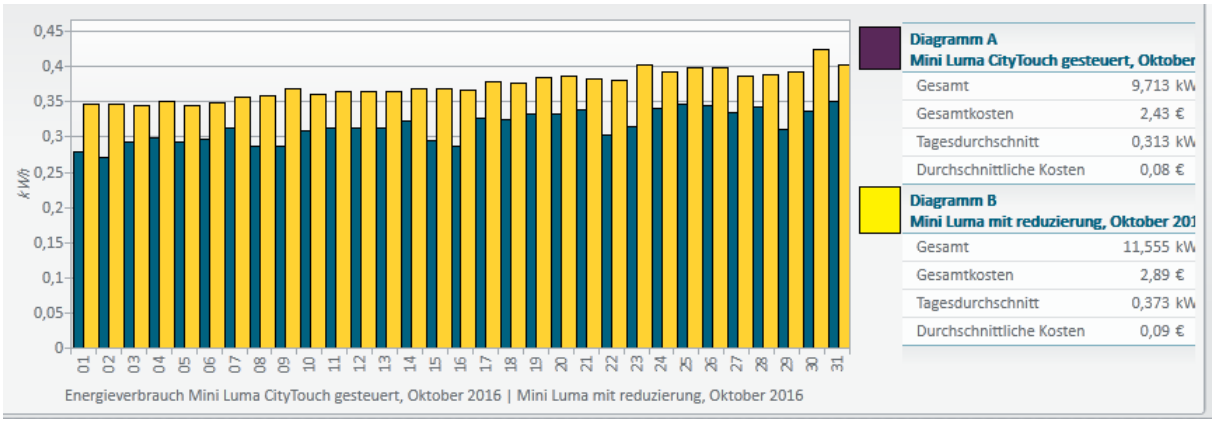


Abbildung 12

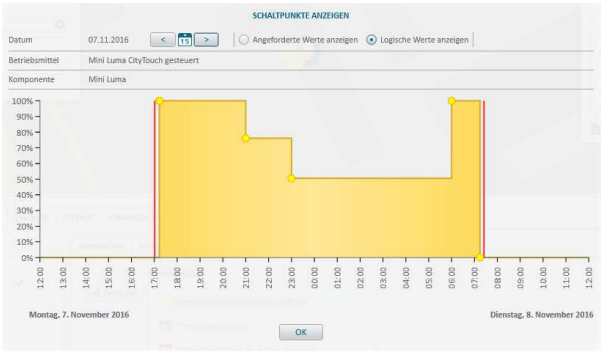


Abbildung 13

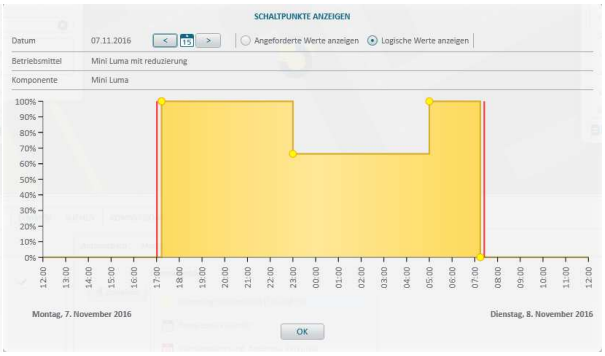


Abbildung 14

4.2 Wirtschaftlichkeit

Investitionskosten

Die gesamten Investitionskosten bestehen aus Materialkosten, Personalkosten und den Baukosten. In unserer Anlage liegen die Gesamtinvestitionen bei 59.402 Euro (siehe Anlage 2).

Betriebskosten

Die Betriebskosten setzen sich aus den Energie-, Personal-, Material- und Systemkosten zusammen. Auf Basis der Bedarfswerte aus der CityTouch-Benutzeroberfläche können die Energiekosten ermittelt werden. Diese belaufen sich im Jahr 2015 auf ca. 523,54€ netto, gerechnet mit 0,25€/KWh.

Die Beleuchtungsanlage befindet sich in einem einwandfreien Zustand und ist voll funktionsfähig. Wir gehen heute davon aus, dass wir in den nächsten 8 Jahren keine zusätzlichen Kosten für weiteres Material (Ersatz) ausgeben müssen. Die Personalkosten hingegen können nicht beziffert werden, da diese nur für unerwartete Ereignisse entstehen werden.

Zusätzlich zu den Energiekosten entstehen jährliche Kosten von 5,52€/Leuchte für folgende Leistungen:

- Visualisierung der Leuchten auf der Bedienoberfläche (Lizenz)
- Datenverbindung zur Leuchte (Datenübertragung)
- Speichern der Daten, Datenbankpflege und zur Verfügung stellen der gespeicherten Daten je Lichtpunkt (Lichtpunktdatenbank)
- Softwareupgrade
- Sicherung der Daten gegen Zugang durch Dritte

Eine Amortisationszeit für die Anlage lässt sich nur sehr schwer berechnen, da es sich um eine Musteranlage handelt. Viele Leuchtenhersteller sind uns deswegen preislich entgegengekommen. Zudem sind die jährlichen Kosten von etwa 5,52€ pro Lichtpunkt einiges über der aktuell vergleichbaren Pauschale aus den heutigen Betriebsführungsverträgen.

Verbesserung der Wirtschaftlichkeit

Die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit wird maßgeblich über die Kosten für die Leuchten und die dazugehörige Steuerungstechnik bestimmt. Durch einen höheren Absatz der für City Touch fähigen Leuchten und das Steuern weiterer Leuchten mit dem einen Steuerungssystem, können die Fixkosten pro Leuchte stark reduziert werden.

4.3 Darstellung drei wesentlicher Erkenntnisse aus dem Projekt.

Tabelle 4

1.	Die Technik und die nötigen Nachrüstungen dazu sind noch relativ kostenintensiv und aufwendig. Bis die Anlage funktionsfähig ist bedarf es eines hohen Aufwandes und technischer Unterstützung des Herstellers. Allerdings ist auch eine erhebliche Einsparung des elektrischen Energiebedarfs möglich.
2.	Die Kompatibilität der verschiedenen Leuchten zur Steuerung und Abfragen der Gegebenheiten ist noch stark eingeschränkt und bedarf noch einer Verbesserung.
3.	Die Prozessvereinfachungen, Steuerung, Dokumentation und die Auswertungs-möglichkeiten des Systems sind sehr gut und würden eine höhere Produktivität zur Folge haben.

5 Ausblick in die Zukunft

5.1 Auswirkungen auf den zukünftigen Betrieb

Die Auswirkungen auf den Betrieb wären vielschichtig. Störungen im Netz könnten jeden Morgen abgefragt werden, ohne das die Bevölkerung Störungen an die Leitstelle melden müsste. Eine Reparatur und damit die Einsatzbereitschaft der Leuchten wären auch sofort wieder im System sichtbar. Das hätte eine enorme Prozessvereinfachung im Störungsprozess und der Dokumentation zu Folge. Änderungen in den Schaltzeiten, der Lichtintensität, Kundenwünsche etc., könnten ohne größere Aufwendung von der Leitstelle eingestellt oder verändert werden.

5.2 Weiterführende, resultierende Maßnahmen

Im Projekt hat sich gezeigt, dass die Einbindung von „Fremdleuchten“ in ein System einer anderen Firma sich als großer Hemmschuh darstellt. Solange die Schnittstellen und die Kommunikation mit Fremdlieferanten nicht eindeutig festgelegt und freigegeben sind, ist ein gleichmäßiger Betrieb eines Beleuchtungsnetzes nicht möglich. Durch verschiedenste Einschränkungen in der Steuerung und Abfrage der jeweiligen Leuchten werden die Möglichkeiten und die Flexibilität die das System bietet wieder weggenommen. Ein Netz in dem nur Leuchten eines einzigen Herstellers montiert sind ist aber nicht realistisch und nicht wünschenswert.

5.3 Übertragbarkeit der Projektergebnisse

Die Übertragbarkeit auf den aktuellen Netzbetrieb ist relativ gut möglich. Das System könnte ohne weitere Veränderung auf einen Platz oder ein Gebiet in der Stadt eingerichtet werden. Die dafür nötigen Nachrüstungen wären allerdings so hoch, dass so ein Projekt kaum eine Chance bekommen wird. Trotzdem würde bei Neuinstallationen z. B. in einem Neubaugebiet, auf Betriebs-und Kundenparkplätzen, Verkehrsstraßen oder Stadtparks eine Chance zur Realisierung bestehen. Es stehten zudem eine Reihe von Sensoren zu Verfügung, wie Bewegungsmelder und Parkplatzzähler, die in das System eingebunden werden können. Jedoch scheuen sich die Kommunen noch, da die relativ hohen Mehrkosten aus ihrer Sicht einem geringen Nutzen gegenüberstehen.

Beispiele:

1. Auf einem größeren **Parkplatz** wie zum Beispiel einem **Park + Ride**, könnte eine intelligente Beleuchtung dafür sorgen, dass dort genug Licht ist, wo es gebraucht wird. In dem Bereich in dem Menschen oder Fahrzeuge unterwegs sind sollte das Licht von normgerechter Helligkeit sein und in den übrigen Gebieten könnten die Leuchten so gedimmt werden, dass eine minimale Ausleuchtung gegeben ist.

2. **Verkehrsstraßen** in **Stätten** könnten je nach Verkehrsaufkommen gedimmt werden, sodass zu jeder Verkehrslage ein sicheres Erkennen aller Teilnehmer gewährleistet ist.

5.4 Weiter Entwicklungen

Nicht nur die Firma Philips GmbH ist in der Entwicklung intelligenter Straßenbeleuchtung tätig. Durch vorschreitende Technik wird es in diesem Bereich ständig Erneuerungen geben, die solche System noch effizienter und kostengünstiger gestalten. Ein Beispiel einer dieser Erneuerungen ist das neue „connector kit„ von Philips GmbH wodurch aus jeder Leuchte mit Dali Schnittstelle eine direktübertragende Leuchte entsteht. Ein weiteres sind die neuen QR Codes die unten am Leuchtenmast angebracht werden. Wird dieser mit einer App eingescannt, kann direkt auf leuchtenspezifische Informationen zugegriffen werden.

6 Zusammenfassung und Fazit

Der Aufbau einer intelligenten Straßenbeleuchtung in einem begrenzten Gebiet hat uns ermöglicht einen guten Einblick in die Leistungsfähigkeit und Steuermöglichkeit zukünftiger Beleuchtungssysteme zu erlangen.

Fakt ist, dass die Musteranlage auf dem Betriebsgelände der badenova AG & Co.KG durch die Verwendung von CityTouch energieeffizienter wurde.

Der im Vordergrund stehende wirtschaftliche Aspekt ist nicht einfach zu durchschauen. Gegenüber der definitiven Senkung des elektrischen Energiebedarfs, im Vergleich zur herkömmlichen LED Beleuchtung, stehen die höheren Investitionskosten sowie die jährlichen Gebühren pro Lichtpunkt. Weitere Vorteile die berücksichtigt werden müssen, für die aber noch keine Erfahrungen hinsichtlich Kosteneinsparung gemacht wurden, sind:

- Senkung der Personalkosten über die Verwendung der CityTouch Workflow App.
- Verbesserte Dokumentation über Serienwechsel, Störungen und Wartungsarbeiten.
- Einfache Veränderungen der Beleuchtungsstärke.
- Automatische Übertragung der Leuchtenstandorte.

Durch längere Erfahrungen wird man diese Aspekte auf ihren Nutzen hin einschätzen können.

Verschiedene Probleme des Projektes haben allerdings auch gezeigt, dass die Industrie noch nacharbeiten muss. Gerade bei Leuchten von externen Herstellern war die Einbindung zum Teil noch mit Problemen verbunden. Dies ist aktuell ein Hauptgrund, warum diese Systeme noch nicht flächendeckend verbreitet sind. Auch die Mehrkosten zu den normalen LED Leuchten sind aktuell noch so hoch, damit das System bei den Kommunen und Privatkunden in Betracht gezogen wird.

Das System zeigt uns, wohin uns die Zukunft der Steuerung und des Betriebes in der Straßenbeleuchtung führt. Es ist sehr wichtig, die weiteren Entwicklungen dieser Systeme zu beobachten und zu prüfen. Wann ist der richtige Zeitpunkt gekommen, um auf ein intelligentes Straßenbeleuchtungssystem umzurüsten?

7 Anhang: Kostenübersicht