

# Gute Beleuchtung in Zeiten knapper Kassen



**8. LiTG-Tagung Stadt- und Außenbeleuchtung**

30. bis 31. Januar 2013

# ABSTRACTS

The logo for LiTG, consisting of the letters 'LiTG' in a stylized, outlined font. A thin white circle is drawn around the 'i' and 'T'.

**LiTG**

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V.

# Impressum

## Veranstalter

### **Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e. V. (LiTG)**

Burggrafenstraße 6, D-10787 Berlin

### **LiTG-Bezirksgruppe Thüringen-Nordhessen**

Stützpunkt Weimar, Washingtonstraße 53a, D-99423 Weimar

## Kooperationspartner

Bauhaus Weiterbildungsakademie Weimar e.V. (WBA)  
Bauhaus-Universität Weimar, Professur Bauklimatik  
Technische Universität Ilmenau, Fachgebiet Lichttechnik  
Lichttechnische Gesellschaft Österreichs (LTG)  
Schweizer Licht Gesellschaft (SLG)  
Association Française de l'Eclairage (AFE)

## Medienpartner

Zeitschrift LICHT

## Herausgeber

© LiTG e.V. | Bauhaus Weiterbildungsakademie Weimar e.V. | 2013

Herausgeber der vorliegenden Dokumentation sind die Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V. (LiTG) in Zusammenarbeit mit der Bauhaus Weiterbildungsakademie Weimar e.V. (WBA).

Es wird darauf hingewiesen, dass das Urheberrecht sämtlicher Manuskripte und Grafiken in dieser Dokumentation bei den jeweiligen Autoren und das Urheberrecht der Dokumentation als Sammelwerk bei den Herausgebern liegt.

Jede Form der Vervielfältigung auf drucktechnischem oder elektronischem Weg – auch auszugsweise – bedarf der ausdrücklichen, schriftlichen Zustimmung der Herausgeber sowie des Verfassers des jeweiligen Beitrages. Für die Inhalte der Beiträge sind die Verfasser verantwortlich.

ISBN 978-3-927787-44-5

## Mittwoch, 30. Januar 2013

### 8:30 Anmeldung

#### Qualität, Bewertung und Sicherheit der Beleuchtung

- 9:30 Begrüßung  
Herr Dr. Schultz (Kanzler der Bauhaus-Universität Weimar) [angefragt]
- 9:50 Licht und Wahrnehmung  
Christoph Schierz (TU Ilmenau)
- 10:10 Warum sind Normen wie sie sind?  
Dipl.-Ing. Jörg Minnerup (TRILUX GmbH & Co. KG)
- 10:40 Neue Herausforderungen in der Blendungsbewertung von LED-Leuchten  
Prof. Dr.-Ing. habil. Stephan Völker, Mathias Niedling (Technische Universität Berlin)
- 11:00 Normgerechte Straßenbeleuchtung: Nur Behauptung oder ausführungorientierte Planungshilfe?  
Dipl.-Ing. Arch. M.Sc. Dennis Köhler (Lichtforum NRW)
- 11:20 Hinweise zur Verkehrssicherheit und öffentlicher Beleuchtung  
Michael Höppner (Forschungs- und Planungsgruppe Stadt und Verkehr)
- 11:40 Qualität, Bewertung und Sicherheit der Beleuchtung von Fahrbahnen  
Ralf Otte (DEKRA Automobil GmbH)
- 12:00 Beleuchtung und Haftung aus anwaltlicher Sicht  
Rainer Kuhn (Rechtsanwalt/Fachanwalt für Verkehrsrecht, Weimar)
- 12:20 Diskussion

### 12:40 Mittagspause

#### Planung, Erfahrung

- 13:30 Beurteilung von Lichtimmissionen – Die neue LitG 12.3  
Rainer Kindel (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW)
- 13:50 4 Jahre LED-Leuchten in der Straßenbeleuchtung in Offenbach  
Dr.-Ing. Klaus Petry (Ingenieurbüro für Licht- und Elektrotechnik)
- 14:10 Diskussion

#### Poster

- 14:20 Lichtmastenunikate und ganzheitliche Beleuchtung des Obermarktes Freiberg/ Sachsen – ein Beitrag zu urbaner Lichtkultur  
Ruairi O'Brien Dipl.-Arch. (Edin) BA (Hons) (Ruairi O'Brien. Architektur. Licht. Raumkunst.)
- 14:25 Innovative LED Beleuchtung im Historischen Stadtkern?  
Potentiale und Akzeptanz eines neuen Lichtkonzepts  
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Werner, B.Eng. Kristin Gabel, Prof. Dr.-Ing. Eva Schwenzfeier-Hellkamp (Fachhochschule Bielefeld)
- 14:30 LED Straßenbeleuchtung für Schorndorf – Hocheffiziente Mastleuchte Wow im Einsatz  
René Gädicke (iGuzzini illuminazione Deutschland GmbH)
- 14:35 Bis zu 67 Prozent weniger Energiekosten – ohne Abschaltung

# Programm

Neue dimmLIGHT-Technologie regelt nahezu jede Straßenbeleuchtung

Bernhard Dombrowski (dimmLIGHT, KD Elektroniksysteme GmbH)

- 14:40 Programmierbare LED Treiber zum Betrieb von Straßenleuchten  
Martin Schiel (Future Lighting Solutions EMEA, Future Electronics Deutschland GmbH)
- 14:45 Stadtbeleuchtung – Beispielhafte Modernisierung  
Lösungsorientierte Partnerschaften zwischen Kommune und Betreiber  
Ingo Barleben (Alliander AG)
- 14:50 Stromnetz-Datenbus – Einfaches Dimmverfahren für LED-Außenleuchten  
Dr.-Ing. Axel R. Hidde (Siegen), Bernhard Walter (Kraichtal)

## 14:55 Kaffeepause

### LED-Leitmarktinitiative

- 15:20 Förderung von LED für Kommunen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative  
Adelheid Rehmann (BMU, Deutsches Institut für Urbanistik)
- 15:40 ZVEI Checkliste für LED-Außenbeleuchtung  
Kilian Topp (ZVEI)
- 16:00 Bewertungsmatrix für Ausschreibungen von LED-Straßenleuchten  
Kilian Topp (ZVEI), Jörg Minnerup (TRILUX GmbH & Co. KG)
- 16:20 „Kommunen in neuem Licht“: LED-Netzwerk Schwarzwald  
Prof. Paola Belloni, Nina Heinig (Hochschule Furtwangen)
- 16:40 LED-Leitmarktinitiative: Contracting-Musterverträge  
Uwe Graf (Rechtsanwalt, Graf Real Estate)
- 17:00 Diskussion

## 19:00 Gemeinsame Abendveranstaltung

## Donnerstag, 31. Januar 2013

### Entwicklung von Leuchtmitteln und Leuchten

- 8:30 Entwicklungstendenzen von Entladungslampen  
Dr. Rainer Kling (Lichttechnisches Institut, Karlsruher Institut für Technologie)
- 8:50 Lebensdauer und Zuverlässigkeit von Hochleistungs-LEDs  
Dr. Thomas Zahner (OSRAM Opto Semiconductors)
- 9:10 ZHAGA Module für die Straßenbeleuchtung – Status und Vorteile  
Matthias Fiegler (OSRAM)
- 9:30 Anforderungen an LED-Leuchten – Richtlinien und Normen  
Richtlinien der Europäischen Union  
Dietmar Gläser (VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH)
- 9:50 Bewertung von LED-Leuchten im Vergleich zur konventionellen Technik  
Dr.-Ing. Uwe Slabke (LED Institut Dr. Slabke GmbH & Co. KG)
- 10:10 Neue Planungs- und Entwicklungsverfahren zur Bestimmung adaptiver Lichtverteilungen in der LED-Straßenbeleuchtung

Dipl.-Ing. Sebastian Schade, Prof. Dr.-Ing. habil. Stephan Völker (Technische Universität Berlin)

10:30 Diskussion

## 10:45 Kaffeepause

### Licht und Energie

11:10 Energieeffiziente Lichtarchitektur

Hans-Jürgen Rathmann (Alliander Stadtlicht GmbH)

11:30 City-Touch – Intelligentes Lichtmanagement für die Straße

Stefan Bohrer (Philips Lighting)

11:50 Energiekennwerte für die Straßenbeleuchtung

Holger Kschischenk (Stadt Salzgitter, FG-Straßenbeleuchtung und LSA)

12:10 Netznutzungsentgelte und Energiemessung in der öffentlichen Beleuchtung am

Beispiel der Stadt Köln

Gerhard Kleiker (RheinEnergie AG)

12:30 Wartungsfaktor – ein Thema von gestern?

LED – ein Vergleich untereinander und gegenüber konventioneller Technik

Dipl.-Ing. Jörg Minnerup (TRILUX GmbH & Co. KG)

12:50 Diskussion

## 13:00 Mittagspause

### Kosten und Finanzierung von Beleuchtungs- und Lichtsignalanlagen

13:45 HQL- / LED-Umrüstung – was nun? Versuch einer Bewertung und Handlungsempfehlung

Dr.-Ing. Matthias Hessling (SWARCO V.S.M. GmbH)

14:05 Kooperationsmodelle im Bereich der Lichtsignalanlagen

Andreas Leupold (Alfen Consult GmbH)

14:25 ÖPP: Der Lebenszyklusansatz für eine effiziente Beleuchtung

Alexander Wege (Partnerschaften Deutschland AG)

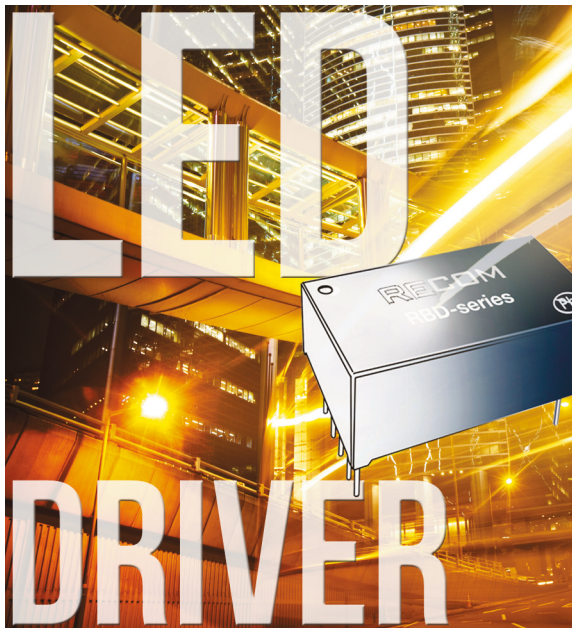
14:45 Erprobte Partnerschaftsmodelle im Bereich der Straßenbeleuchtung

Dr. Clemens Elbing (Jones Lang LaSalle GmbH)

15:05 Diskussion

15:20 Verabschiedung

## 15:30 Ende der Veranstaltung



[WWW.RECOM-LIGHTING.COM](http://WWW.RECOM-LIGHTING.COM)

### 20 WATT BUCK-BOOST LED DRIVER

- CONSTANT CURRENT (350 OR 500MA)
- DIGITAL PWM- AND ANALOG DIMMING
- EFFICIENCY UP TO 92%
- EN60950-1 AND UL60950-1 CERTIFIED
- 2-40VDC OUTPUT VOLTAGE
- THROUGH HOLE OR WIRED
- 5 YEAR WARRANTY

**RECOM**  
LIGHTING



FÜR HEUTE.  
FÜR MORGEN.  
FÜR MICH.

## LICHT AUF DEN PUNKT GEBRACHT.

Wirtschaftlich. Nachhaltig. Kompetent.

[www.swb-beleuchtung.de](http://www.swb-beleuchtung.de)

**swb**

<b>Impressum</b> .....	2
<b>Programm</b> .....	3
<b>Abstracts</b>	
<b>Licht und Wahrnehmung</b>	
Christoph Schierz (TU Ilmenau) .....	10
<b>Warum sind Normen wie sie sind?</b>	
Dipl.-Ing. Jörg Minnerup (TRILUX GmbH & Co. KG) .....	12
<b>Neue Herausforderungen in der Blendungsbewertung von LED-Leuchten</b>	
Prof. Dr.-Ing. habil. Stephan Völker, Mathias Niedling (Technische Universität Berlin) .....	14
<b>Normgerechte Straßenbeleuchtung: Nur Behauptung oder ausführungorientierte Planungshilfe?</b>	
Dipl.-Ing. Arch. M.Sc. Dennis Köhler (Lichtforum NRW) .....	16
<b>Hinweise zur Verkehrssicherheit und öffentlicher Beleuchtung</b>	
Michael Höppner (Forschungs- und Planungsgruppe Stadt und Verkehr) .....	18
<b>Qualität, Bewertung und Sicherheit der Beleuchtung von Fahrbahnen</b>	
Ralf Otte (DEKRA Automobil GmbH) .....	20
<b>Beleuchtung und Haftung aus anwaltlicher Sicht</b>	
Rainer Kuhn (Rechtsanwalt/Fachanwalt für Verkehrsrecht, Weimar) .....	22
<b>Beurteilung von Lichtimmissionen – Die neue LitG 12.3</b>	
Rainer Kindel (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW) .....	24
<b>4 Jahre LED-Leuchten in der Straßenbeleuchtung in Offenbach</b>	
Dr.-Ing. Klaus Petry (Ingenieurbüro für Licht- und Elektrotechnik) .....	26
<b>Lichtmastenunikate und ganzheitliche Beleuchtung des Obermarktes Freiberg/Sachsen – ein Beitrag zu urbaner Lichtkultur</b>	
Ruairi O'Brien Dipl.-Arch- (Edin) BA (Hons) (Ruairi O'Brien. Architektur. Licht. Raumkunst.) .....	28
<b>Innovative LED Beleuchtung im Historischen Stadtkern? Potentiale und Akzeptanz eines neuen Lichtkonzepts</b>	
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Werner, B.Eng. Kristin Gabel, Prof. Dr.-Ing. Eva Schwenzfeier-Hellkamp (Fachhochschule Bielefeld) .....	30
<b>LED Straßenbeleuchtung für Schorndorf – Hocheffiziente Mastleuchte Wow im Einsatz</b>	
René Gädicke (Guzzini illuminazione Deutschland GmbH) .....	32
<b>Bis zu 67 Prozent weniger Energiekosten – ohne Abschaltung Neue dimmLIGHT-Technologie regelt nahezu jede Straßenbeleuchtung</b>	
Bernhard Dombrowski (dimmLIGHT, KD Elektroniksysteme GmbH) .....	34
<b>Programmierbare LED Treiber zum Betrieb von Straßenleuchten</b>	
Martin Schiel (Future Lighting Solutions EMEA, Future Electronics Deutschland GmbH) .....	36

# Inhalt

<b>Stadtbeleuchtung – Beispielhafte Modernisierung</b>	
<b>Lösungsorientierte Partnerschaften zwischen Kommune und Betreiber</b>	
Ingo Barleben (Alliander AG) .....	38
<b>Stromnetz-Datenbus – Einfaches Dimmverfahren für LED-Außenleuchten</b>	
Dr.-Ing. Axel R. Hidde (Siegen), Bernhard Walter (Kraichtal) .....	40
<b>Förderung von LED für Kommunen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative</b>	
Adelheid Rehmann (BMU, Deutsches Institut für Urbanistik) .....	42
<b>ZVEI Checkliste für LED-Außenbeleuchtung</b>	
Kilian Topp (ZVEI) .....	44
<b>Bewertungsmatrix für Ausschreibungen von LED-Straßenleuchten</b>	
Kilian Topp (ZVEI), Jörg Minnerup (TRILUX GmbH & Co. KG) .....	46
<b>„Kommunen in neuem Licht“: LED-Netzwerk Schwarzwald</b>	
Prof. Paola Belloni, Nina Heinig (Hochschule Furtwangen) .....	48
<b>LED-Leitmarktinitiative: Contracting-Musterverträge</b>	
Uwe Graf (Rechtsanwalt, Graf Real Estate) .....	50
<b>Entwicklungstendenzen von Entladungslampen</b>	
Dr. Rainer Kling (Lichttechnisches Institut, Karlsruher Institut für Technologie).....	52
<b>Lebensdauer und Zuverlässigkeit von Hochleistungs-LEDs</b>	
Dr. Thomas Zahner (OSRAM Opto Semiconductors).....	54
<b>ZHAGA Module für die Straßenbeleuchtung – Status und Vorteile</b>	
Matthias Fiegler (OSRAM).....	56
<b>Anforderungen an LED-Leuchten – Richtlinien und Normen</b>	
<b>Richtlinien der Europäischen Union</b>	
Dietmar Gläser (VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH) .....	58
<b>Bewertung von LED-Leuchten im Vergleich zur konventionellen Technik</b>	
Dr.-Ing. Uwe Slabke (LED Institut Dr. Slabke GmbH & Co. KG).....	60
<b>Neue Planungs- und Entwicklungsverfahren zur Bestimmung adaptiver Lichtverteilungen in der LED-Straßenbeleuchtung</b>	
Dipl.-Ing. Sebastian Schade, Prof. Dr.-Ing. habil. Stephan Völker (Technische Universität Berlin).....	62
<b>Energieeffiziente Lichtarchitektur</b>	
Hans-Jürgen Rathmann (Alliander Stadtlicht GmbH) .....	64
<b>Energiekennwerte für die Straßenbeleuchtung</b>	
Holger Kschischenk (Stadt Salzgitter, FG-Straßenbeleuchtung und LSA).....	66
<b>Netznutzungsentgelte und Energiemessung in der öffentlichen Beleuchtung am Beispiel der Stadt Köln</b>	
Gerhard Kleiker (RheinEnergie AG) .....	68



## Wartungsfaktor – ein Thema von gestern?

### LED – ein Vergleich untereinander und gegenüber konventioneller Technik

Dipl.-Ing. Jörg Minnerup (TRILUX GmbH & Co. KG) .....70

## HQL- / LED-Umrüstung – was nun?

### Versuch einer Bewertung und Handlungsempfehlung

Dr.-Ing. Matthias Hessling (SWARCO V.S.M. GmbH) .....72

## Kooperationsmodelle im Bereich der Lichtsignalanlagen

Andreas Leupold (Alfen Consult GmbH) .....74

## ÖPP: Der Lebenszyklusansatz für eine effiziente Beleuchtung

Alexander Wege (Partnerschaften Deutschland AG) .....76

## Eprobte Partnerschaftsmodelle im Bereich der Straßenbeleuchtung

Dr. Clemens Elbing (Jones Lang LaSalle GmbH) .....78

**Ausstellerliste** ..... 80

**Sponsoren** ..... 81

Anzeige

**TechnoTeam** high precision measuring systems

LMK 5 color  
LMK  
VIDEO PHOTOMETER

Canon EOS 550D

801  
RIGO  
GONIOPHOTOMETER

TechnoTeam Bildverarbeitung GmbH ■ Werner-von-Siemens-Straße 5 ■ D-98693 Ilmenau ■ www.TechnoTeam.de

## Licht und Wahrnehmung

**Christoph Schierz (TU Ilmenau)**

Stadt- und Außenbeleuchtung ist Beleuchtung im Wahrnehmungsbereich des Dämmerungssehens (mesopisch). Das heißt, nicht nur die Zapfen des Tagsehens (photopisch), oder nur die Stäbchen des Nachtsehens (skotopisch) bestimmen den Sehvorgang, sondern beide Rezeptortypen spielen je nach Sehkriterium und Umgebungshelligkeit eine mehr oder weniger große Rolle. Je dunkler die Umgebung wird, auf welche das Auge adaptiert, desto bedeutsamer werden für den Sehvorgang die lichtempfindlichen Stäbchen im Vergleich zu den Zapfen. Zudem verändert sich die Funktionalität der Netzhaut. Die Stäbchen sind lichtempfindlicher als die Zapfen; sie sind langsamer und anders auf der Netzhaut verteilt. Das hat bei geringer werdender Helligkeit folgende Konsequenzen:

- ♦ Die unterschiedliche spektrale Absorption von Zapfen und Stäbchen verschiebt die spektrale Hellempfindlichkeit zum blauen Bereich des Spektrums (Purkinje-Effekt).
- ♦ Die Verarbeitungsgeschwindigkeit des visuellen Systems verlangsamt sich.
- ♦ Obwohl geringere Leuchtdichteunterschiede wahrnehmbar werden, sinkt die Kontrastempfindlichkeit.
- ♦ Im Zentrum des Gesichtsfelds – da wo wir jeweils Hinsehen – sinkt die Kontrastempfindlichkeit stärker als in der Peripherie.
- ♦ Die rezeptiven Felder der Netzhaut, das heißt, die funktionalen Lichtempfängerflächen werden größer, mit der Konsequenz, dass das Auflösungsvermögen des Auges bzw. seine Sehschärfe sinkt.
- ♦ Die Pupillenweite wird größer, wodurch die Schärfentiefe des Auges verringert wird und seine optischen Fehler sich deutlicher bemerkbar machen. Auch dies hat eine Reduktion der Sehschärfe zur Folge.
- ♦ Die Wahrnehmung und Unterscheidung von Farben wird immer schwieriger.
- ♦ Das räumliche Sehen in die Tiefe (Stereosehen) wird eingeschränkt.
- ♦ Die Störwirkung von physiologischer Blendung wird stärker.

Es handelt sich somit generell um Einschränkungen des Sehvermögens, die eine Beeinträchtigung der Sicherheit im nächtlichen Straßenraum zur Folge hat. Oft wird nicht beachtet, dass zum Beispiel beim Fahren eines Fahrzeugs nachts Objekte auf der Straße weniger schnell gesehen, in der Peripherie auf die Straße zukommende Lebewesen weniger deutlich erkannt oder Entfernungen falsch eingeschätzt werden. Das bedeutet spätere und langsamere Reaktionen des Fahrers mit erhöhtem Kollisionsrisiko.

Im Referat wird eine Auswahl der genannten Wahrnehmungskomponenten in ihren physiologischen Grundlagen, in ihrer Veränderung mit der Umgebungshelligkeit und im Zusammenhang mit üblichen Gütemerkmalen der Straßenbeleuchtung dargestellt. Letztere werden in Anwendungsnormen festgelegt (z.B. DIN EN 13201 für die Straßenbeleuchtung).

Generell ist das Ziel der meisten Anwendungsnormen zu beschreiben, wie die Beleuchtung dem komfortablen, genauen, sicheren und schnellen Sehen von tätigkeitsrelevanten Objekten am besten dienen kann. Sie arbeiten oft mit Grenzwerten, die sich auf wissenschaftliche Untersuchungen abstützen, wie sie im Referat vorgestellt werden. Festgelegt werden sie aber „politisch“. „Politisch“ deswegen, weil es nicht Aufgabe der Wissenschaft ist, festzulegen welcher Komfort, welche Genauigkeit oder welche Sicherheit mit den zur Verfügung stehenden Mitteln in der jeweiligen Situation erwünscht sein soll.

Wer im Zuge von Energie- und Finanzsparplänen die Stadt- und Außenbeleuchtung reduziert, abbaut, bei der Planung als nebensächlich ansieht oder Anwendungsnormen aufweicht und relativiert, ist sich der großen Be-



# Abstracts

## Warum sind Normen wie sie sind?

**Dipl.-Ing. Jörg Minnerup (TRILUX GmbH & Co. KG)**

In wissensbasierten Volkswirtschaften hat vorhandenes Wissen einen wesentlichen Einfluss auf die Produktivität und somit auch auf das Wirtschaftswachstum. Die volkswirtschaftlichen Wirkungen von Normen reichen jedoch weit über wirtschaftlichen Nutzen hinaus, da Normen weitere Funktionen zugeordnet werden können, die den volkswirtschaftlichen Nutzen erhöhen. So legen viele Normen beispielsweise Sicherheitsbedingungen am Arbeitsplatz oder im Außenraum fest, was die Zahl der Unfälle verringert und den Ausfall von Arbeitskräften vermindert. Dadurch sinken Kosten für Sicherungsmaßnahmen und Versicherungen. Zusätzlich wird die Umwelt durch Umweltnormen geschützt, was sich positiv auf die Lebensqualität auswirkt und die gesamtwirtschaftliche Wohlfahrt erhöht. Die Umsetzung technischer Normen entlastet daher die Volkswirtschaft und damit den Staat.

Um neues technisches Wissen und dessen Akzeptanz am Markt zu fördern ist die Normung von neuen Erkenntnissen daher besonders geeignet. Insgesamt ist zu konstatieren, dass diese Gründe einen festen Platz der Normung als Instrument in vielen Politikfeldern rechtfertigen.

Nicht zuletzt durch die rasante Entwicklung im Bereich von Licht und Beleuchtung, insbesondere vor dem Hintergrund neuer Lichtquellen und der Verbesserung der energetischen Effizienz von Beleuchtungsanlagen, die durch entsprechende europäische Richtlinien und nationalen Klimaschutzvorgaben gefordert werden, aber auch der demografische Wandel unserer Gesellschaft fordert den Lichttechniker und den Beleuchtungsplaner heraus. Eine regelmäßige Überprüfung und Aktualisierung der Normen ist daher sinnvoll und vorgesehen.

Darüber hinaus dürfen Grundlagen und Hintergrundwissen zum Thema Lichttechnik nicht fehlen, auch wenn diese in entsprechenden Normen nicht aufgeführt sind, da diese hauptsächlich die Anwendung der Lichttechnik behandeln. So sind z. B. die Vorgaben der Gütemerkmale der Beleuchtung üblicherweise den entsprechenden Normen zu entnehmen, jedoch häufig nicht die Begründung, warum diese angewendet werden sollten, z. B. bestimmte Beleuchtungsniveaus, gleichmäßige Beleuchtung, Betrachtung der Blendung. Für welches Alter gelten die Vorgaben, welche Auswirkungen können neue Lichtquellen bewirken, welche weiteren Auswirkungen kann dies in Zukunft bedeuten? Dies sind Fragen, die es zu beantworten gilt.



*Bilder – Quelle: TRILUX-Beleuchtungspraxis Außenbeleuchtung (2009)*

*Gute Gleichmäßigkeit der Straßenbeleuchtung (links) und Tarnzonen durch Abschalten jeder zweiten Leuchte (rechts)*



## **Neue Herausforderungen in der Blendungsbewertung von LED-Leuchten**

**Prof. Dr.-Ing. habil. Stephan Völker, Mathias Niedling (Technische Universität Berlin)**

Mit der Einführung des elektrischen Lichtes begann die Ingenieurwissenschaft sich intensiv mit dem Phänomen der Blendung auseinanderzusetzen. Besonders gravierend tritt das Problem in der Sportstätten-, Kfz- und der Außenbeleuchtung auf. Maximale Sichtbarkeit bei geringstmöglicher Blendung ist hier das hohe Ziel einer guten Beleuchtungsplanung. Dass dies nur bedingt gelingt, zeigen unzählige Beispiele. Nicht immer lag und liegt dies an der mangelnden Umsetzung des vorhandenen Wissens. Gerade bei neuen Produkten reicht einfach das Wissen über das Phänomen der Blendung nicht aus.

Dies ist z. Z. bei der Umsetzung neuer Projekte mit LED in der Straßenbeleuchtung immer wieder erlebbar. Anwohner äußern: „Diese Leuchten blenden aber.“ Politiker und Stadtplaner sagen: „Die LED-Leuchten sind schön, aber sie blenden. Können wir diese nicht dunkler machen?“

Was ist der Grund dieses Erlebens? Analysiert man die Leuchtdichteverteilung einer LED-Leuchte mit einer Leuchte, welche eine konventionelle Natriumdampfhochdrucklampe enthält, so fallen zwei wesentliche Unterschiede auf:

die Leuchtdichteverteilung bei der LED-Leuchte ist (a) deutlich inhomogener, (b) weist sehr helle Einzelpeaks auf nahezu dunklem Hintergrund auf und (c) ist extrem winkelabhängig;

das Spektrum und damit die Farbtemperatur und die Farbwiedergabe unterscheiden sich signifikant.

Welche Folgen haben diese unterschiedlichen Erscheinungsformen?

Am Fachgebiet wird z. Z. ein Perimeter aufgebaut, mit welchem anschließend sowohl der spektrale Einfluss auf die Blendempfindung als auch die der Leuchtdichteverteilung (hohe Leuchtdichtegradienten) untersucht wird. Letzteres dürfte vor allem für die hohe Störwirkung der LED-Straßenbeleuchtung verantwortlich sein, da es an den Kanten der Einzel-LED zu einer deutlichen Kontrastverstärkung kommt.

In den vorhandenen Blendungsbewertungsmodellen gehen neben der Beleuchtungsstärke auf der Hornhaut, der Blendwinkel, teilweise Größe und mittlere Leuchtdichte der Blendquelle, die Umfeldleuchtdichte, die Anzahl der Leuchten, das Alter der Versuchspersonen, die Farbe der Regenbogenhaut, nicht aber das Spektrum oder die Leuchtdichteverteilung ein. Die Berücksichtigung von letzterem dürfte zu einer deutlichen Verbesserung der Blendvorhersage führen. Dies gilt insbesondere für LED-Leuchten, was von hohem aktuell politischem Interesse ist.



## **Normgerechte Straßenbeleuchtung: Nur Behauptung oder ausführungorientierte Planungshilfe?**

**Dipl.-Ing. Arch. M.Sc. Dennis Köhler (Lichtforum NRW)**

Von verschiedenen Seiten unter Handlungsdruck gesetzt und gleichzeitig umschmeichelt von verlockenden Lösungswegen, sind die Kommunen intensiver denn je zum nachhaltigen Umgang mit der öffentlichen Beleuchtung aufgefordert. Sofern die Kommunen Kompetenzen im Bereich Straßenbeleuchtung bewahren konnten, nicht sämtliche Steuerungshoheit bzw. sämtlichen Sachverstand an Versorgungsunternehmen abgetreten und sich auch nicht der ausschließlich technischen 1:1-Umrüstung verschrieben haben, wird ihnen bewusst, dass der Handlungsbereich sehr eng mit Positionen zur generellen Daseinsvorsorge verknüpft ist. Doch sobald Ideen der Abschaltung oder gar des Rückbaus von Infrastruktur nach außen dringen, wird das Wie, Wo und Warum der Beleuchtung auf eine vermeintlich unumgängliche Formel abgestellt: Einhaltung betreffender Norm-Vorgaben auf kommunal getragenen Straßen aufgrund verkehrlicher Sicherungspflichten. Entlang des Bestands der Straßenbeleuchtung bleibt die entsprechende Erfüllung dieser Formel jedoch nahezu flächendeckend hinter der Realität zurück. Bisher wurde eher mit einem Gefühl für Wattage und Straßenbreite operiert, wobei nicht selten der Daumenwert »DIN-Halbe« angelegt wurde. Hierbei stellt sich die Frage, ob die Norm ein Instrument ist, das nur vorgibt, an der Realität abgetragen zu sein. Warum scheint die Norm als Kriterienkatalog der »korrekten« Beleuchtung von Straßen so unumgänglich, wenn ihre Umsetzung im Alltagsgeschäft oftmals nur Lippenbekenntnis ist? Und was ist letztlich dran an der viel benannten »Beleuchtungspflicht« der Kommunen?

Seit einigen Jahren steht die Straßenbeleuchtung in einem Fokus, der genauer als je zuvor und von einer breiteren Menge an Akteuren auf Energie-, Umwelt- und Kostenfragen eingestellt wird. Der Vortrag hinterfragt dabei die Praxistauglichkeit normgerechter Straßenbeleuchtung und stellt diese zur Diskussion. Entlang von Beispielen werden Lösungsbedarfe und -strategien vorgestellt.





# Abstracts

## **Hinweise zur Verkehrssicherheit und öffentlicher Beleuchtung**

### **Michael Höppner (Forschungs- und Planungsgruppe Stadt und Verkehr)**

Begonnen hat das Thema Verkehrssicherheit und öffentliche Beleuchtung bei FGS im Rahmen einer Unfallstudie zu Kinderunfällen in Berlin 2008 für die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung. Dabei stellte sich heraus, dass Kinder sehr selten vor der Schule direkt verunglücken, es aber eine Auffälligkeit gab, die so nicht zu erwarten war: an Lichtsignalen in der Nähe der Schulen gab es häufig Kinderunfälle bei Dunkelheit.

Die Frage, ob die öffentliche Beleuchtung einen Einfluss auf diese Unfällen hat, konnte im Rahmen einer weiteren Unfallstudie für das Berliner Lichtkonzept 2011 überprüft werden.

Es stellte sich dabei heraus, dass die Beleuchtungsstärke auf öffentlichen Straßen keinen stringenten Zusammenhang zum Unfallgeschehen bei Dunkelheit aufwies.

Weiter ergab sich, durchaus erwartungsgemäß, dass unbeleuchtete Verkehrsteilnehmer auffällig häufig bei Dunkelheit betroffen waren.

Nicht erwartet worden war, dass diese Dunkelheitsunfälle häufig an mit Lichtsignalen gesicherten Kreuzungen gemeldet wurden. Es sind dabei nicht nur Kinder betroffen.

An den Lichtsignalanlagen mit solchen Unfällen ist häufiger die „Ausfahrt-Furt“ betroffen, also die Stelle wo links- und rechtsabiegende Kraftfahrer auf bevorrechtigte Fußgänger treffen. Warum verunglücken an diesen Stellen die Fußgänger? Als ein Grund schien zunächst plausibel, dass die Furten im Regelfall in Berlin nicht direkt beleuchtet werden. Häufig steht die erste Leuchte erst hinter der Furt. Damit wird ein für die Erkennbarkeit ungünstiger „negativer Kontrast“ geschaffen. Aber an einigen Furten gibt es Leuchten direkt darüber und auch diese Stellen waren nicht unfallfrei.

Weitere Überlegungen und Beobachtungen führten zu der Befürchtung, dass es die Scheinwerfer der entgegenkommenden Kraftfahrer sind, die den Linksabiegenden blenden, so dass er den Fußgänger auf der Furt nicht sehen kann, weil das Auge sich gegen den Lichteinfall schützt und sich „maskiert“. Mittlerweile kann gezeigt werden, dass das gleiche Blendungsphänomen auch im ganz normalen Begegnungsverkehr auftritt. Auch auf Streckenabschnitten querende Fußgänger sind gefährdet.

Es besteht die Befürchtung, bestätigt durch einen Bericht der Strahlenschutzkommission (!), dass die Aufrüstung der Autoscheinwerfer mit immer höheren Leuchtdichten und immer kleiner werden Lichtemittenten die Bemühungen der öffentlichen Straßenbeleuchtung zur Sicherung des Verkehrs konterkariert.

Bevor 60 % des Fuhrparks mit Xenon-Leuchtmitteln ausgestattet waren, spielte der Standort der Leuchten nur eine unterordnete Rolle. Es war insofern verzeihlich, die Leuchte hinter die Querungsstellen/Furten zu stellen und die Furten nicht mit besonderem Licht zu sichern.

Heute stehen zwei Dinge auf der Agenda: Abrüstung der Kfz-Scheinwerfer durch Festlegen eines Grenzwertes der Emission und Aufrüstung der öffentlichen Beleuchtung mit einer Optimierung der Leuchtenstandorte. FGS bearbeitet zurzeit ein Pilotprojekt (LOLA – Lichttechnische Optimierung von Leuchtenstandorten), bei dem auf Grundlage der Unfallanalyse mit Standardleuchten und FGÜ-Leuchten die Sichtbarkeit von Fußgängern verbessert werden soll.



## **Qualität, Bewertung und Sicherheit der Beleuchtung von Fahrbahnen**

**Ralf Otte (DEKRA Automobil GmbH)**

Die Unfallanalytiker der DEKRA beschäftigen sich im Rahmen der Rekonstruktion von schweren Verkehrsunfällen regelmäßig auch mit sogenannten Dunkelheitsunfällen vornehmlich zwischen Kraftfahrzeugen und Fußgängern. Hier stellt sich aufgrund des im §3 Abs. 1 der Straßenverkehrsordnung festgeschriebenen Sichtfahrbahnbereiches grundsätzlich die Frage nach der Vermeidbarkeit des Unfallgeschehens durch den motorisierten Verkehrsteilnehmer. Zur Klärung der Vermeidbarkeit ist eine Ermittlung der Erkennbarkeitsentfernung notwendig. Dies ist die Wegstrecke, die einem Fahrzeugführer als Reaktions- und Bremsweg oder zusammengefasst als Anhaltewegstrecke zur Verfügung steht und innerhalb der der Fahrzeugführer sein Fahrzeug mit einer Vollbremsung unmittelbar vor dem Fußgänger zum Stillstand bringen muss.

Um die Vermeidbarkeit beurteilen zu können, sind Leuchtdichtemessungen unter vergleichbaren Bedingungen an der Unfallstelle erforderlich. Das heißt, bereits bei der Spurensicherung nach dem Unfallgeschehen werden die Beleuchtung des Unfallfahrzeuges und die Oberbekleidung des Fußgängers, die Mondphase sowie die Witterungsbedingungen und die Beleuchtungen für eine eventuell notwendige lichttechnische Untersuchung an der Unfallstelle dokumentiert.

Um die Situation beweissicher beurteilen zu können, werden aus Weg-Zeit-Betrachtungen Annäherungskonstellationen zwischen Fahrzeug und Fußgänger in der Bewegung auf die Kollisionsstelle lichttechnisch untersucht. Bei jeder Annäherungskonstellation werden Leuchtdichtemessungen auf dem Sehobjekt (Fußgänger) und im Bereich der unmittelbaren Umgebung des Sehobjektes vorgenommen, die entweder mit Hilfe einer Lumetrix-Leuchtdichtekamera oder mit dem LMT-Leuchtdichtemessgerät vorgenommen werden, um aus den gemessenen Werten unter Berücksichtigung der durch Blendung (entgegenkommende Fahrzeuge, Fahrbahnausleuchtung, Witterungsbedingungen) verursachten Schleierleuchtdichten den Leuchtdichteunterschied, also den Kontrast, zwischen Sehobjekt und Umgebung zu berechnen und somit die Erkennbarkeit beurteilen zu können.

Die Erkennbarkeitsentfernung (Abstand des Fahrzeuges zum späteren Kollisionsort) und damit die Vermeidbarkeitsgeschwindigkeit sind sehr stark abhängig von der Güte der installierten Fahrbahnausleuchtung. Vergleichende Messungen haben im Rahmen der Rekonstruktion eines aktuellen Unfallgeschehens auf einer für beide Fahrtrichtungen zweispurigen, innerorts gelegenen Bundesstraße, deren Fahrbahnbeleuchtung zum großen Teil nachts ab 23:00 Uhr abgeschaltet wird, gezeigt, dass die minimale Erkennbarkeitsentfernung eines mit Xenon-Scheinwerfern ausgestatteten Fahrzeuges unter sonst identischen Rahmenbedingungen bei voll eingeschalteter Straßenbeleuchtung um mindestens 10 m größer ist als bei größtenteils abgeschalteter nächtliche Beleuchtung. Hieraus resultiert zum Beispiel eine ebenfalls um ca. 10 km/h höhere Vermeidbarkeitsgeschwindigkeit (ca. 65 km/h zu ca. 55 km/h). Im aktuellen Fall betrug die zulässige ausgeschilderte Höchstgeschwindigkeit am Unfallort 70 km/h.

Noch extremer sind die Unterschiede bei Fahrzeugbeleuchtungsausstattungen nur mit Halogenlicht. Als gravierend hat sich auch die partielle Erkennbarkeit einzelner Körperregionen durch punktuelle Kreuzungsausleuchtungen im Hintergrund der Unfallstelle dargestellt, die durch den Hintergrundwechsel während der Annäherung des Fahrzeuges variieren und keine Identifizierung des Sehobjektes als Fußgänger ermöglichen. Aus der Sicht des Unfallanalytikers ist es wünschenswert, dass gleichmäßige Ausleuchtungen des Fahrbahnbereiches erfolgen und diese Aspekte der Verkehrssicherheit bei der Planung von Beleuchtungsanlagen stärker berücksichtigt werden, wenn man der Forderung nach null Verkehrsunfällen (Vision Zero) nachkommen will.



## **Beleuchtung und Haftung aus anwaltlicher Sicht**

**Rainer Kuhn (Rechtsanwalt/Fachanwalt für Verkehrsrecht, Weimar)**

Beleuchtung und Haftung, d.h. die Inanspruchnahme eines Schädigers für einen eingetretenen Schaden.

Als Rechtsgrundlage kommt u.a. zur Anwendung die Verletzung der Verkehrssicherungspflicht. Diese Pflicht folgt daraus, dass jeder, der eine Sache (fremd oder eigen, beweglich oder unbeweglich) so benutzt, dass daraus Gefahren für Dritte entstehen können, die Verpflichtung hat, Dritte möglichst vor eben diesen Gefahren zu bewahren.<sup>1</sup>

Die Verkehrssicherungspflichten bestehen nicht schrankenlos. Der Verkehrsteilnehmer darf nur die Sicherheit erwarten, die mit zumutbaren Maßnahmen erreicht werden kann und die ein verständiger und umsichtiger Mensch für ausreichend halten darf, um andere vor Schaden zu bewahren.<sup>2</sup>

In der Rechtsprechung der zurückliegenden Jahre ist eine deutliche Tendenz zur Einschränkung der Verkehrssicherungspflicht und Stärkung der Eigenverantwortlichkeit des Bürgers erkennbar. Es wird der Grundsatz hervorgehoben, dass vor hinreichend deutlich erkennbaren Gefahren nicht auch noch gewarnt werden muss.

Es werden nur die Vorkehrungen geschuldet, die im Rahmen der berechtigten Sicherheitserwartungen des in Betracht kommenden Verkehrs im Rahmen des wirtschaftlich Zumutbaren geeignet sind, Gefahren von den Verkehrsteilnehmern abzuwehren.<sup>3</sup>

Der Bundesgerichtshof hält eine Übertragung von Verkehrssicherungspflichten auf einen Dritten für zulässig. Sie muss klar und eindeutig vereinbart sein und der Dritte muss auch genügend überwacht werden.

Durch die Statuierung entsprechender Aufsichts- und Organisationspflichten hat die Rechtsprechung zur Straßenverkehrssicherungspflicht eine Befreiung von der Verantwortlichkeit praktisch unmöglich gemacht.<sup>4</sup>

---

1 Dr. Staab, Verkehrssicherungspflicht: Inhalt, Grenzen, Finanzierbarkeit – Straßenzustände – in 41. Deutscher Verkehrsgerichtstag 2003, S. 118

2 Dr. Staab, a.a.O. S. 120

3 Dr. Burmann, Die Verkehrssicherungspflicht für den Straßenverkehr, NZV 2003, S. 20

4 Wellner in Geigel, Der Haftpflichtprozess 26. Aufl. 2011 Rdn 204 und 205



## **Beurteilung von Lichtimmissionen – Die neue LitG 12.3**

**Rainer Kindel (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW)**

Licht gehört zu den Emissionen und Immissionen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz.

Trotz seiner positiven Eigenschaften kann es auch zu „schädlichen Umwelteinwirkungen“ führen. Die Konkretisierung der Erheblichkeit einer Belästigungswirkung durch künstliche Lichtquellen erfolgt im Immissionsschutz durch die „Licht-Hinweise der LAI“ (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz), deren wesentliche fachliche Grundlage seit 1992 die Publikation 12 der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft (LitG) darstellt.

Seit Mai 2011 gilt die aktualisierte Ausgabe 12.3 „Empfehlungen für die Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen künstlicher Lichtquellen“ der LitG. Die Empfehlungen können auch im Hinblick auf die Einschätzung der Belästigungswirkung bei öffentlichen Straßenbeleuchtungsanlagen eingesetzt werden. Gegenüber der Vorgängerausgabe aus 1996 haben sich einige wesentliche Neuerungen ergeben.

Die bisher bekannten Wirkungsbeziehungen bei der Beurteilung von Raumaufhellung und psychologischer Blendung wurden beibehalten, aber entsprechend dem Stand der Bewertungsmethoden und unter Berücksichtigung aktueller Normen an die praktischen Erfordernisse angepasst. Die Immissionsrichtwerte für Aufhellung und Blendung gelten im Kern unverändert. Bei der Raumaufhellung wurden die Zuschlagsfaktoren für zeitlich veränderliche Lichteinwirkung konkretisiert (Flimmerbewertung). Bezüglich der Blendung von Leuchten wurde das Blendmaß als neue Beurteilungsgröße eingeführt und neuere kamerabasierte Messverfahren berücksichtigt.

Die Sehleistung von Fahrzeuglenkern und Maschinenführern wird durch die physiologische Blendung herabgesetzt. In der Publikation 12.3 wird das auch für die Beurteilung von Straßenbeleuchtungen übliche Verfahren gemäß DIN EN 12464-2 bzw. DIN EN 12193 übernommen. Beurteilungsgröße ist die Schwellenwerterhöhung, die höchstens 15 % betragen darf.

Zur Vermeidung von Störungen durch angestrahlte Fassaden und leuchtende Schilder werden je nach Gebietsart maximal zulässige Leuchtdichten angeführt. Die Gebietsart nach der Baunutzungsverordnung lässt sich hierbei den Umweltzonen E1 bis E4 über eine Korrespondenzmatrix zuordnen.

Außer den lokal begrenzten Störwirkungen durch Lichtquellen am Immissionsort können Lichtemissionen auch eine weiterreichende Störwirkung durch die nächtliche Himmelaufhellung verursachen. Zum Schutz des natürlichen Nachthimmels ist eine Begrenzung der Himmelaufhellung durch künstliche Lichtquellen erforderlich. Hierzu werden zwei Verfahren (ULR, UFR) angeführt.

Mögliche störende Einflüsse durch Lichtimmissionen sollen bereits bei der lichttechnischen Planung von Anlagen berücksichtigt werden. Hierzu wurden geeignete Maßnahmen zur Minderung der Störwirkung von Lichtimmissionen auf Mensch und Tierwelt zusammengestellt.

Die Ausführungen der LitG-Publikation 12.3 insbesondere bezüglich der Raumaufhellung und der psychologischen Blendung wurden weitgehend in die inzwischen aktualisierten „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ (LAI-Licht-Hinweise) übernommen. Hierin wurden erstmals auch Empfehlungen bezüglich der Blendwirkung von Photovoltaikanlagen durch Sonnenlicht aufgenommen. Im September 2012 hat die LAI den deutschen Bundesländern die Anwendung empfohlen.





## **4 Jahre LED-Leuchten in der Straßenbeleuchtung in Offenbach**

**Dr.-Ing. Klaus Petry (Ingenieurbüro für Licht- und Elektrotechnik)**

Im Sommer 2008 wurden in einer Marktstudie die damals verfügbaren LED-Straßenleuchten analysiert und acht Leuchtentypen für einen Feldversuch unter realen Bedingungen ausgewählt. Ziel des Pilotprojekts ist es, Erfahrungswerte wie Lebensdauer und der Wartungsaufwand zu sammeln. Zudem wird in einer Bürgerbefragung die Meinung und Bewertung von Anwohnern und Verkehrsteilnehmern ermittelt. Dabei sollen für die Verkehrssicherheit wichtige Daten zur Wahrnehmung von Helligkeits- und Farbkontrasten der LED-Lichtquellen gewonnen werden. Für die Stadt Offenbach sollen Empfehlungen zum LED-Leuchteneinsatz, z.B. von Pilzleuchten erarbeitet werden. Zugleich wird ein Feedback an die Leuchtenhersteller gegeben um die Weiterentwicklung von LED-Straßenleuchten zu optimieren.

Im Feldversuch werden vier, bei Leuchtdichte 6, LED-Leuchten des gleichen Typs in einer Straße in Folge montiert. Mittels Messwandler und Speicher-Sticks werden Strom, Spannung und die Temperatur am Kühlkörper kontinuierlich im 5-Minuten-Rhythmus gemessen und protokolliert. Auf diese Art und Weise ist es möglich, die Aufheizzyklen der LED-Leuchte an einem heißen Sommertag ebenso exakt zu erfassen wie den Temperaturanstieg am Kühlkörper an einem kalten Wintertag. Als Maß für den Lichtstromrückgang wird die Beleuchtungsstärke gemäß DIN EN 13201 alle 3 bis 6 Monate gemessen und ausgewertet. Bei LED-Leuchten mit „constant light output“ wird versucht die Stromerhöhung (= den Stromanstieg) mit zunehmender Alterung messtechnisch zu erfassen.

Im Sommer 2009 wurden die Teststrecken sukzessive installiert und in Betrieb genommen, 2010/2011 waren im Maximum 20 Teststrecken in Betrieb, heute werden noch 16 LED-Teststrecken und 2 weitere Testfelder für Hochdrucklampen aktiv betrieben und instand gehalten.

Lichtstrompakete > 10 klm konnten erst seit September 2010 in die Untersuchungen mit einbezogen werden.

Erste Ergebnistrends: Lichtstrompaket bei Pilzleuchten noch zu gering, Stromerhöhung bei „constant light output“ frühestens nach 2 Jahren, Lichtstromanstieg nach ca. 100 h, Alterung ab ca. 1000 h, Farbveränderungen bei einem Leuchtentyp der LED's nach rosa, Lichtstromrückgang bei einem Leuchtentyp bis heute bei ca. 50%, Temperaturerhöhungen von bis zu 50°C nach dem Einschalten, Schwankungen der Beleuchtungsstärke um bis zu 0,5 lx bei der Messung, ein Netzteilausfall, drei LED-Ausfälle, Messergebnisse jahreszeitlich temperaturabhängig



## **Lichtmastenunikate und ganzheitliche Beleuchtung des Obermarktes Freiberg/Sachsen – ein Beitrag zu urbaner Lichtkultur**

**Ruairi O'Brien Dipl.-Arch- (Edin) BA (Hons) (Ruairi O'Brien. Architektur. Licht. Raumkunst.)**

Die neue Beleuchtung des historischen Obermarktes der Universitätsstadt Freiberg weist einen neuen Weg im Umgang mit Beleuchtung denkmalgeschützter öffentlicher Räume. Die Lichtmastenunikate, entstanden in interdisziplinärer Verbindung von Lichtplanung, Architektur, Städtebau, Ingenieurtechnologie und Kunst, schaffen einen universalen Bezug zu Zeit, Raum und Mensch – vereinen versöhnlich moderne Technologie und historische Umgebung.

Der Freiburger Obermarkt gilt als einer der schönsten Marktplätze Deutschlands. Zum 850jährigen Stadtjubiläum (2012) wurde der 110 m x 72 m große Marktplatz erneuert. Eine besondere Rolle nahm dabei die Neugestaltung seiner Beleuchtung ein. Die von Ruairi O'Brien eigens für den Obermarkt Freiberg entworfenen Lichtmasten-Unikate verbinden in eigener Dualität die technisch funktionale Konstruktion mit der künstlerischen Lichtskulptur. Innovative Technologie trifft hier auf zeitgenössische Architektur, Kunst auf Wissenschaft. Die Lichtmasten sind nicht mehr nur notwendige Funktionsträger für die Leuchten, sondern selbst attraktive skulpturale Elemente, maßgeschneidert für die individuellen Lichtbedürfnisse des Ortes. Ihre Gestaltung berücksichtigt die denkmalgeschützte städtebauliche Umgebung, reflektiert die Identität der modernen wie alten Stadt und sichert gleichzeitig die optimale Gewährleistung mehrerer Beleuchtungsfunktionen.

Neben der niveaувollen nächtlichen Ausleuchtung des gesamten Marktplatzes mit nur 6 Lichtmasten erfährt der Obermarkt auch am Tage eine repräsentative Aufwertung. In einem solargeometrischen Spiel mit der Sonne wird durch die dichroitischen Gläser im Obermast der ganze Marktplatz in eine lebendige Lichtskulptur verwandelt. Lichtreflexion in verschiedenen Farben macht den Platz mit änderndem Sonnenstand jeden Tag und zu jeder Tageszeit neu erlebbar. Das für den Freiburger Obermarkt maßgeschneiderte ganzheitliche Licht-Architektur-Kunstwerk wird komplettiert durch die abgestimmte Anstrahlung des zentralen Brunnens, der Rathausfassade und der Wasserspiele auf dem Obermarkt.

Diese neue ganzheitliche Beleuchtung hebt die Funktion dieses zentralen repräsentativen Platzes der Stadt selbstbewusst heraus und erweitert gleichzeitig die Möglichkeiten seiner Nutzung, sie unterstreicht den überregionalen bis internationalen Anspruch der Universitätsstadt Freiberg.

Die allgemeine Wiederentdeckung der Innenstadt (Urban Revival) macht deren Aufwertung zunehmend wichtiger und Licht spielt dabei eine wesentliche Rolle. Dem gesellschaftlich demokratischen Prozess der verstärkten Aneignung des urbanen öffentlichen Raumes durch die Bürgerschaft kann mit passenden Lichtkonzepten begegnet werden. Die erzielte Erhöhung der Aufenthalts- und Erlebnisqualität des zentralen Marktplatzes besitzt eine Schlüsselfunktion für Anziehungskraft und Attraktivität der Innenstadt. Damit kann Lichtkultur entscheidend zur Belebung der Innenstadt beitragen, wovon auch die lokale Wirtschaft, der Handel, der Tourismus profitieren.

Der erzielte Zusatznutzen in mehreren verschiedenen Bereichen – Energie, Verkehr, Sicherheit, Wirtschaft, Stadtmarketing, Tourismus macht diese Beleuchtung hochgradig effizient. Zudem ist Sie sie durch die abschließliche Verwendung marktüblicher Ersatzteile / Leuchtmittel unkompliziert in der Wartung.



## **Innovative LED Beleuchtung im Historischen Stadtkern? Potentiale und Akzeptanz eines neuen Lichtkonzepts**

**Dipl.-Ing. (FH) Daniel Werner, B.Eng. Kristin Gabel, Prof. Dr.-Ing. Eva Schwenzfeier-Hellkamp  
(Fachhochschule Bielefeld)**

Ausgangssituation im Historischen Stadtkern Rietberg:

Eine nicht normgerechte und veraltete Straßenbeleuchtung, ein fehlendes einheitliches Erscheinungsbild der Straßenbeleuchtung (mehr als 7 verschiedene Leuchtentypen bei ca. 200 Lichtpunkten), eine veraltete, kostenintensive Weihnachts- und Fassadenbeleuchtung sowie die Haushalts- und Finanzkrise 2008 waren nur einige Gründe, weshalb sich die Stadt Rietberg bei dem BMBF Wettbewerb „Kommunen in neuem Licht“ bewarb. Im April 2011 lag der positive Bewilligungsbescheid vor.

Was ist innovativ / „best practice“ an dem neuen Lichtkonzept:

Das neue Lichtkonzept der Stadt Rietberg bezieht sich auf den gesamten Historischen Stadtkern. Es war eine Herausforderung, den Konflikt zwischen technischem Fortschritt (LED) und dem Erhalt des typischen historischen Altstadtcharakters zu lösen. Die Veränderungen sollten harmonisch in das historische Stadtbild einfügen. Hierbei galt es, Straßen-, Fassaden- und Weihnachtsbeleuchtung erstmals ganzheitlich auf LED Technologie umzustellen. Bei der Straßenbeleuchtung sollten aus finanziellen Gründen die vorhandenen Maststandorte möglichst erhalten bleiben. Als Grundlage zur Umrüstung dienten zuvor erstellte umfassende und flächendeckende Beleuchtungssimulationen des gesamten Historischen Stadtkerns, woraufhin jede Leuchte individuell eingeregelt wurde. Ergänzend erfolgten elektro- und lichttechnische Messungen an den alten Leuchten und den neuen LED Leuchten im Labor sowie vor Ort.

Realisierungsgrad:

Im April 2011 startete das Projekt „Lichtkonzept Historischer Stadtkern“. Der erste Straßenzug sowie die ersten Gebäudeilluminationen wurden Anfang Oktober 2011 umgerüstet bzw. realisiert. Eine erste Umstellung der Weihnachtsbeleuchtung auf LED Retrofit Produkte erfolgte im Winter 2011/2012. Die Installationen aller Straßenzüge (ca. 200 Lichtpunkte), der Gebäudeilluminationen (ca. 50 illuminierte Gebäude) sowie des Teilprojekts taktiler Leiteitstein für sehbeeinträchtigte und -behinderte Menschen waren im Herbst 2012 abgeschlossen. Es wurden sowohl technische als auch dekorative Leuchten im Historischen Stadtkern installiert. Abschließende lichttechnische Messungen wie auch Umfrage- und Interviewaktionen (Akzeptanz des neuen Lichtkonzepts bei Anwohnern, Bürgern und Geschäftsleuten) werden seit Herbst 2012 aufgenommen.

Ergebnis:

In weiten Teilen ließ sich eine deutliche Verbesserung der Beleuchtungssituation erreichen. Eine normgerechte Beleuchtung gestaltete sich in bestimmten Straßenzügen – aufgrund hoher Mastabstände – als schwierig, sodass an besonders problematischen Stellen Verdichtungsmaßnahmen erfolgten. Durch gezielte Lichtlenkung sowie der individuellen Einstellung jeder einzelnen Leuchte konnten in weiten Teilen flächendeckend die normativ geforderten Mindestbeleuchtungsstärken der Klassen S4 und S5 erreicht werden.

Erste Umfrageergebnisse zeigen, dass das ganzheitliche Beleuchtungskonzept sowohl von Anwohnern als auch Geschäftsleuten überwiegend positiv angenommen wird. Besonders zu ehemals kritisch beurteilten Stellen des Historischen Stadtkerns äußern sich die Anwohner positiv gegenüber dem neuen Beleuchtungskonzept und berichten von einem deutlich gesteigerten Sicherheitsgefühl in den Abendstunden.



## **LED Straßenbeleuchtung für Schorndorf – Hocheffiziente Mastleuchte Wow im Einsatz**

**René Gädicke (iGuzzini illuminazione Deutschland GmbH)**

### Problemstellung und Zielsetzung

Die stark veraltete Straßenbeleuchtung der Kreisstadt Schorndorf mit über 1.340 HQL-Leuchten bedurfte der Sanierung. Ziel des Sanierungsprojektes war neben der erhöhten Effizienz der Beleuchtungsanlage vor allem die Kostenreduktion.

### Innovative Lösung

Die Stadt entschied sich, in einem Pilotprojekt 120 Quecksilberdampf Lampen mit 2x80W und einer Systemleistung von 184W gegen 120 LED-Leuchten mit 36W Anschlussleistung auszutauschen: Damit erreicht die Stadt eine Energieeinsparung von über 81 %.

Neben der beträchtlichen Energieeinsparung von 70.699 Kilowattstunden pro Jahr und der damit einhergehenden Budgetentlastung, profitiert die Stadt Schorndorf von einer Reihe weiterer Vorteile, allen voran einer sehr effizienten und gleichmäßigen Beleuchtung. Erreicht wird diese hohe Effizienz – der Systemwirkungsgrad der Leuchte beträgt bis zu 106lm/W bei 350mA – und die absolute Gleichmäßigkeit durch die patentierte Optik mit silberbedampften Aluminiumreflektoren und die Ausleuchtung im Multiplayerprinzip. Gleichzeitig bietet die LED Mastleuchte dem Kunden ein Höchstmaß an Flexibilität: Dank eines intelligenten Treibers können bei jeder Leuchte 4 festgelegte Betriebsmodi (350mA, 450mA, 525mA und Mitternachtserkennung) sowie kundenspezifische Profile eingestellt werden, so dass der Einsatz einer einzigen Leuchtentype in Straßen mit unterschiedlichen Lichtbedarf möglich ist. Für Schorndorf war vor allem die automatische Mitternachtserkennung, bei der der Lichtstrom zwischen 22 Uhr und 4 Uhr um 30 % gesenkt wird, interessant; war dies doch Bedingung für die staatliche Förderung des Projektes durch das Bundesumweltministerium (BMU). Restlos überzeugt hat schlussendlich auch die Timeless-Led-Technologie: Die Mastleuchte ist dafür ausgelegt, zukünftige LED-Generationen aufzunehmen. Sogar bei installierter Leuchte ist es möglich, einzelne LED-Module, die gesamte Optikgruppe und den Treiber werkzeuglos auszuwechseln.





# Abstracts

## **Bis zu 67 Prozent weniger Energiekosten – ohne Abschaltung Neue dimmLIGHT-Technologie regelt nahezu jede Straßenbeleuchtung**

**Bernhard Dombrowski (dimmLIGHT, KD Elektroniksysteme GmbH)**

Die seit Jahren bundesweit eingesetzte, patentierte und u. a. vom Bundespräsidenten ausgezeichnete Spar-Technologie ermöglicht Ihnen, Energieverbrauch und Kosten der Straßenbeleuchtung ohne Abschaltung und damit bei gesichert gleichmäßiger Ausleuchtung um zeitweise bis zu 67 Prozent zu reduzieren.

Die durchschnittliche, jährliche Gesamtersparnis beträgt erfahrungsgemäß rund 50 Prozent gegenüber nicht geregelten Anlagen.

Basis dafür ist eine frei programmierbare, dem jeweils tatsächlichen Bedarf folgende Beleuchtungssteuerung für marktübliche Leuchten mit induktiven Vorschaltgeräten.

Wirkprinzip der bedarfsgerechten Beleuchtungssteuerung ist hier, im Gegensatz zu den bekannten Verfahren, die Stromregelung ohne Spannungsabsenkung. Damit spielen die bekannten Problempunkte wie Alter der Leuchtmittel, Kabellängen, Spannungsschwankungen, usw. keine Rolle mehr. Auch Mischbetrieb und Freileitungsanlagen sind zulässig.

In den frühen Abendstunden sorgt das einfach nachrüstbare, zentral im Schaltschrank oder einem Zusatzschrank eingebaute dimmLIGHT-Gerät für gewohnt hohe Beleuchtungsstärke. Im Verlauf der Nacht wird diese stufenlos auf den gewünschten, geringeren Bedarf reduziert. Wächst dieser gegen Morgen wieder, steigt auch die Beleuchtungsintensität erneut.

Die Amortisationszeit beträgt ca. 4 Jahre.

Die Umsetzung kann auf Wunsch auch gänzlich ohne Beschaffung zusätzlicher Finanzmittel erfolgen: In diesem Fall werden sämtliche Kosten erst 1,5 Jahre nach Inbetriebnahme beginnend, d.h. nachträglich aus der bereits tatsächlich eingetretenen, haushaltswirksamen Ersparnis in Raten gedeckt, also ohne zusätzliche Kosten für die Kommune! Diese Form der „rentierlichen Investition“ wird von der Kommunalaufsicht befürwortet und auch als Teil eines Konsolidierungskonzeptes unterstützt.

Die Funktionstüchtigkeit der Technik und das prognostizierte Einsparvolumen werden Ihnen von uns mit Ausstellung einer Leistungs-Garantie-Urkunde garantiert.

Gern führen wir Ihnen und Ihren Technikexperten das System vor, beantworten Ihre Fragen und unterbreiten einen Ihren Bedingungen entsprechenden konkreten Vorschlag.

Der Vertrieb der dimmLIGHT-Geräte erfolgt direkt durch die KD Elektroniksysteme GmbH, 39261 Zerbst, Jerversche Straße 15, unter Einbeziehung ortsansässiger Installationsunternehmen. Einbau und Service werden durch geschultes und von uns autorisiertes Personal aus Ihrer Region gesichert.

Weitere Informationen finden Sie auch unter [www.dimmLIGHT.de](http://www.dimmLIGHT.de)



## **Programmierbare LED Treiber zum Betrieb von Straßenleuchten**

**Martin Schiel (Future Lighting Solutions EMEA, Future Electronics Deutschland GmbH)**

In Straßenleuchten kann moderne LED Technik heutzutage eine sehr hohe Energieeffizienz, lange Lebensdauer, exzellente Lichtqualität, Designfreiheit und intelligente Kontrolle zur Verfügung stellen.

Neben dem LED Leuchtenmodul inklusive Optik und Kühlung muss dem LED Treiber besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Er dient dazu, die LEDs mit einem konstanten Betriebsstrom zu versorgen. Dieser bestimmt wichtige optische und thermische Parameter.

Der LED Treiber, mehr als ein Trafó!

Der LED Treiber wandelt die zur Verfügung stehende Netzwechselfspannung in einen konstanten Strom zur Ansteuerung der LEDs um. Dies erfolgt mit sehr hoher Effizienz und einer Korrektur des Leistungsfaktors bei Leistungen oberhalb 25 W. Desweiteren kann er folgende Schutzmechanismen übernehmen, wie Überspannungsschutz (in begrenztem Umfang) am Eingang, Überlastschutz, Über- und Unterspannungsschutz, Überstrom- und Kurzschlusschutz am Ausgang, Temperaturüberwachung mit Übertemperaturschutz sowohl des Treibers als auch des LED Moduls. Dies erfolgt durch Verringerung des Ausgangstroms oder Abschaltung.

Normalerweise ist der Treiber am Ausgang spezifiziert über LED Strom und Arbeitsspannungsbereich. Manche Treiber bieten konfigurierbare LED Ströme über eine mechanische Einstellmöglichkeit am Treiber oder über einen externen Widerstand. Damit kann z.B. eine Anpassung an eine LED Platine mit unterschiedlichen Effizienzen erfolgen, um immer einen spezifizierten Lichtstrom zu gewährleisten. Viele LED Treiber bieten heute eine Schnittstelle zur Dimmung in der Regel über 0–10 V oder Dali.

Über die Schnittstelle (z.B. Dali) lassen sich LED Leuchten sehr einfach ein- und ausschalten bzw. dimmen. Dies ermöglicht ein weiteres Energieeinsparpotential, das alleine durch Umstellung auf LED nicht erreicht werden kann. Auch eine zusätzliche Ausgangsspannung zur Versorgung einer aktiven Kühlung kann von Nutzen sein. Mittlerweile gibt es eine neue Generation von Treibern, die noch mehr Möglichkeiten der Einstellung und Parametrisierung der LED Leuchten ermöglichen. Dies sind programmierbare LED Treiber mit eingebautem Mikrokontroller.

Warum programmierbare LED Treiber und welche zusätzlichen Möglichkeiten eröffnen diese?

Im einfachsten Fall lässt sich der LED Betriebsstrom programmieren und dies auch über einen zeitlichen Ablauf festlegen. Somit können Beleuchtungsprofile z.B. über den Tagesablauf bestimmt werden oder auch ein konstanter Lichtstrom über die Lebensdauer vorgegeben werden. Durch Einsatz von Mikrocontrollern in den programmierbaren Treibern kann auch die Energieaufnahme der LED Leuchte direkt im Treiber gemessen werden. Durch Anbindung an ein Netzwerk, z.B. Funk oder Powerline kann dann der Meßwert an eine zentrale Stelle übertragen werden. Desweiteren kann über ein Netzwerk auch sehr einfach eine Verbindung zu Sensoren, wie Tageslichtsensoren oder Bewegungsmeldern hergestellt werden. Auch die Überwachung und Steuerung ganzer Straßen oder Städte über ein Steuerungssystem kann mittels vernetzter programmierbarer Treiber vereinfacht werden.

Programmierbare LED Treiber reduzieren durch die Anpassmöglichkeiten die Lagerhaltung für Leuchtenbauer und -betreiber. Es kann der Ausgangsstrom je nach Effizienz der LED Module eingestellt werden um so auch verschiedene Leuchtentypen zu realisieren. Dies kann auch dazu benutzt werden, um Anpassungen an verschiedene Masthöhen und Straßenkonfigurationen durchzuführen. Dies verringert die Anzahl der zu lagernden Treibermodelle und beeinflusst durch eine größere Stückzahl vom gleichen Treiber auch die Kostenseite positiv.



## **Stadtbeleuchtung – Beispielhafte Modernisierung Lösungsorientierte Partnerschaften zwischen Kommune und Betreiber**

**Ingo Barleben (Alliander AG)**

In vielen Kommunen ist es durch die begrenzt zur Verfügung stehenden Mittel zu einem Investitionsstau in der Straßenbeleuchtung gekommen. Dieser führt zur Überalterung der Beleuchtungsanlage und steigendem Energieverbrauch, der bei steigenden Energiepreisen die Kosten weiter steigen lässt.

Gute Beleuchtung in Zeiten knapper Kassen – das muss kein Widerspruch sein. Mit der Umsetzung Öffentlich Privater Partnerschaften existieren Lösungsansätze mit einer Vielzahl von individuellen Gestaltungsmöglichkeiten für die Kommune sowohl als Eigentümer der Beleuchtungsanlagen als auch als Auftraggeber des Betriebsführers.

Die Alliander Stadtlicht GmbH ist Betreiber der Öffentlichen Beleuchtung in den Städten Cottbus, Rüsselsheim und Hagen. Im Rahmen von Öffentlich Privaten Partnerschaften werden die kommunalen Haushalte ab dem ersten Vertragstag wesentlich entlastet. Die Kommune zahlt eine Lichtpunktpauschale pro Jahr über die gesamte Vertragslaufzeit. Diese Pauschale liegt deutlich unter den bisherigen Ausgaben der Kommune. Trotzdem werden umfangreiche Modernisierungsmaßnahmen, die mit Energieeinsparungen von ca. 30% verbunden sind, umgesetzt, aber auch Maßnahmen wie die Erneuerung von Tragsystemen, Schaltschränken und Leitungsanlagen sind Vertragsbestandteile.

In Cottbus wurden von den 13.000 Lichtpunkten in den ersten beiden Vertragsjahren über 4.000 Leuchten erneuert. Damit wurde bereits die für das 5. Vertragsjahr garantierte Energieeinsparung von 28,0 % bezogen auf den Gesamtbestand erreicht. Das Vertragsmodell in Cottbus sieht vor, dass die Stadt und der Betreiber gemeinsam die Energiekosten tragen. Dadurch partizipiert die Kommune an jeder eingesparten kWh Energie.

Die Stadt Hagen hat ein Modell gewählt, in dem eine jährliche Modernisierungsquote von 580 Leuchten für 12 Jahre Vertragslaufzeit festgeschrieben ist, dies entspricht 6.960 Leuchten. Die Energiekosten werden komplett von der Stadt getragen.

In Rüsselsheim sind die Stadtwerke Rüsselsheim Vertragspartner der Stadt und Alliander der Dienstleister der Stadtwerke. Über fest vereinbarte Jahresmengen von zu modernisierenden Leuchten, insgesamt 3.080 Stück werden in Rüsselsheim bis zum Ende der 10-jährigen Vertragslaufzeit 28 % Energieeinsparung garantiert.

Neben diesen Aufgaben versteht sich Alliander als Partner der Kommunen und unterstützt diese bei der Erstellung von Lichtmasterplänen, Stadtmarketing und Umsetzung von Lichtarchitektur an stadtbildprägenden Objekten.

Die drei unterschiedlichen Vertragsmodelle zeigen die Gestaltungsmöglichkeiten der Kommunen. Den Verträgen wurde jeweils ein mehrstufiges Verhandlungsverfahren im Rahmen einer europaweiten Ausschreibung vorangestellt.

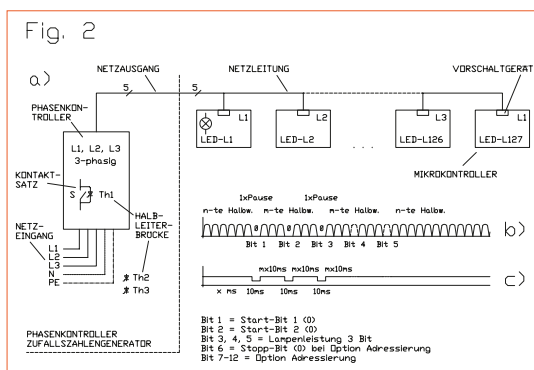


## Stromnetz-Datenbus – Einfaches Dimmverfahren für LED-Außenleuchten

Dr.-Ing. Axel R. Hidde (Siegen), Bernhard Walter (Kraichtal)

Vorgestellt wird ein Netzübertragungssystem mit Steuerung, Leitung und Empfänger – insbesondere für das Übertragen eines Vorschaltgeräte-Dimmniveaus an ein elektronisches Vorschaltgerät über eine Wechselstromzuleitung.

Die Netzleitungssteuerung – wie ein Power-line Controller (PLC) oder Transmitter – ist dazu eingerichtet, das Vorschaltgerätesteuersignal zu erzeugen und dieses Signal mit dem Wechselstromversorgungssignal – Power-line – zu verbinden, das über die Versorgungsleitung übertragen wird. Ein Netzleitungsempfänger – Power-line Receiver – empfängt das Wechselstromversorgungssignal und dekodiert das Vorschaltgerätesteuersignal vom Wechselstromversorgungssignal, um das Dimmniveausignal abzuleiten, welches dem geforderten Vorschaltgeräte-Dimmniveau entspricht.



Das Netzübertragungssystem ist vorgesehen für das Steuern von elektrischen Geräten – insbesondere von Leuchten und hier Außenleuchten und Lightemitting Diode (LED)-Außenleuchten, wie sie in der Straßen- und Verkehrsbeleuchtung zur Anwendung kommen, die an ein gemeinsames Stromversorgungsnetz angeschlossen sind, über das die elektrischen Geräte als Netzleitungsempfänger mittels eines Netzleitungsübertragungsverfahrens Informationen mit der Netzleitungssteuerung über die Netzleitung austauschen.

Eine Netzleitungssteuerung, wie ein mikroprozessorgesteuertes Phasenkontrollgerät, erzeugt und sendet positive sinusförmige Halbwellen, die auch ebenfalls die Leuchtenkodierung für Vorschaltgerät und Lampe beinhalten – den Stromnetz-Datenbus – eine halbwellenkodierte Netzleitung. Der Netzleitungsempfänger, das Vorschaltgerät, empfängt die Halbwellen, paßt die elektrischen Werte der Lampenschaltung an, wertet die Nachrichten aus und steuert die Lichtleistung der Lampe. Durch das Unterbrechen des Sendens einzelner Halbwellen durch die Netzleitungssteuerung wird eine Kodierung geschaffen, die auf der Empfängerseite durch 'Dekodierung der Netzspannung' als Steuersignal ausgewertet wird. Das Vorschaltgerät verfügt über ausreichend elektrischen Speicher, um das Fehlen einer Halbwellen nicht sichtbar oder wahrnehmbar werden zu lassen. Die Leuchteneinschaltzeitpunkte sind vielfältig über eine Zeitschaltuhr, einen Dämmerungsschalter, einen Fernschalter, etc., gesteuert.





## **Förderung von LED für Kommunen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative**

**Adelheid Rehmann (BMU, Deutsches Institut für Urbanistik)**

Die deutsche Bundesregierung hat mit dem Energiekonzept von 2010 ein Programm beschlossen, um die Treibhausgasemissionen in Deutschland um 40 Prozent bis zum Jahr 2020, 55 % bis 2030 und 80 bis 95 % bis 2050 zu senken. Kommunen spielen eine entscheidende Rolle für die Erreichung dieser Zielstellung: bis zu 80 % aller Treibhausgasemissionen werden in Städten generiert. Deshalb stellen Kommunen im Rahmen der Förderungen der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesumweltministeriums neben Verbrauchern, Wirtschaft und Schulen die größte Zielgruppe dar. Die Kommunalrichtlinie unterstützt gezielt den Aufbau und die Umsetzung kommunaler Klimaschutzmanagementsysteme und bietet umfassende und bedarfsorientierte Unterstützung bei der Einbindung aller relevanten Akteure auf kommunaler Ebene.

Die Förderung von LED-Außen- und -Innenbeleuchtung ist aktuell zentraler Baustein des Förderprogramms. Seit seiner Einführung in 2008 konnten bereits über 60.000 Leuchtpunkte ausgetauscht werden. Die Begrenzung auf LED im Jahr 2011 hat diesen Erfolg sogar bestärkt: Im Jahr 2011 bezogen sich über 700 Anträge und 2012 knapp 1000 Anträge auf die Förderung von LED-Straßenbeleuchtung und entsprachen somit rund zwei Drittel aller eingereichten Förderanträge. Geschätzte 500.000 Leuchtpunkte können damit umgerüstet werden und erreichen damit – gemäß jüngster Auswertungen – einen mittleren Energieeinsparungswert von 74,6 %. Das bedeutet nicht nur eine Entlastung für das Klima und die öffentlichen Kassen, sondern wirkt gleichzeitig positiv auf die generelle Marktetablierung von LED-Produkten.

Im diesjährigen Antragsfenster (01.01.–31.03.2013) stellt LED-Straßenbeleuchtung mit einer Förderquote von 20 % erneut Teil des Förderangebots dar. Ab Mitte 2013 wird dann ein zinsvergünstigtes Kreditprogramm der KfW die Förderung fortführen.



# Abstracts

## **ZVEI Checkliste für LED-Außenbeleuchtung**

### **Kilian Topp (ZVEI)**

LED-Leitmarktinitiative:

Ein breiter Einsatz der LED-Technologie vereint Umweltschutz, finanzielle Einsparmöglichkeiten und bessere Lichtqualität. Um die Markteinführung der LED (Leuchtdioden) in Deutschland zu unterstützen und die Diffusionshemmnisse zu überwinden, arbeiten im Rahmen der LED Leitmarktinitiative Ministerien, Wissenschaft, Industrie und Anwender zusammen.

Als Orientierungshilfen und Auswahlwerkzeuge wurden u.a. entwickelt:

- ♦ Checkliste zur Bewertungsmatrix für Ausschreibungen von LED-Straßenleuchtpunkte
- ♦ Arbeits- und Entscheidungshilfe zur Auswahl von LED-Leuchten

Da die LED-Technologie und der Markt dafür sich schnell verändert, ist es wichtig, verlässliche Daten zu bekommen, damit die Kommunen eine fundierte Entscheidung treffen können. Der Fachverband Licht im ZVEI hat eine Checkliste als Entscheidungshilfe für Kommunen zur Auswahl von LED-Außenleuchten zusammengestellt. Sie vereint zentrale Prüfsteine zur Beurteilung von Produktmerkmalen, erforderlichen Dokumentationen und herstellerbezogenen Nachweisen.

Die Checkliste ist über die Seiten des ZVEI und auf [licht.de](http://licht.de) abrufbar.

## Arbeits- und Entscheidungshilfe zur Auswahl von LED-Leuchten Checkliste für Kommunen und Entscheider

✓	BEREICH / KRITERIUM	DOKUMENTATION	BEURTEILUNGSHILFE	BEGRÜNDUNG / BEMERKUNG
	<b>A. Produktmerkmale</b>			
	<b>Angabe konkreter Leistungsdaten:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lichtstrom des Gesamtsystems (Leuchte)</li> <li>• Leistungsaufnahme des Gesamtsystems (Leuchte)</li> <li>• Lebensdauer (Leuchte)</li> <li>• Leuchtenwartungsfaktor</li> <li>• erwarteter Lichtstromrückgang</li> <li>• Leuchtenbetriebswirkungsgrad bei konventionellen Leuchten, bei LED in Lumen/Watt (Leuchte)</li> <li>• Nachtabsenkung (optional)</li> </ul>	Technisches Datenblatt	<p>Alle Angaben müssen sich auf das Gesamtsystem Leuchte und nicht nur auf einzelne Komponenten beziehen. Die Effizienzangabe Lumen/Watt kann nur in Verbindung mit einer Lichtplanung beurteilt werden, da das abgegebene Licht auch tatsächlich z. B. auf der geplanten Straße und ihre angrenzenden Flächen zur Erkennung des Umfelds ankommen muss. Die Lumen/Watt-Angabe der Leuchte ist für den ungedimmten Zustand bei 25 °C Umgebungstemperatur am Anfang der Lebensdauer anzugeben. Die Leistungsaufnahme der Leuchte sollte für eine Umgebungstemperatur von 25 °C angegeben werden. Ebenso der erwartete Lichtstromrückgang oder alternativ bei Konstantlichtstromregelung der steigende Energiebedarf über die Lebensdauer. Der Leuchtenwartungsfaktor ist für ein praxisübliches Reinigungsintervall von vier Jahren und den vorgegebenen Verschmutzungsgrad der Umgebung anzugeben.</p> <p>Grundsätzlich sind die Angaben für die Leuchte und nicht nur für den LED-Chip anzugeben.</p>	<p>Viele Hersteller geben nur Daten der Einzelkomponenten (z. B. nur Summe der LED-Chips) oder der Komponentenhersteller (z. B. Lebensdauer der LED) an. Um zu beurteilen, ob eine Leuchte für den geplanten Anwendungsfall einsetzbar ist, sind lichttechnische Berechnungen notwendig. Dafür sollte der Hersteller Lichtstärkeverteilungskurven (Leuchtendatensätze) zur Verfügung stellen. Berechnungen zeigen auf, welche Helligkeitsniveaus auf dem Boden und zur Erkennung von Gegenständen oder Gesichtern erreicht werden. Außerdem zeigen sie, wie effizient die Leuchte in der Anlage tatsächlich ist. Berechnungen sollten die Entscheidungsgrundlage sein, ob die Leuchte für die jeweilige Anwendung geeignet ist. Bei Leuchten mit Konstantlichtstromregelung ist der Wartungsfaktor ohne Konstantlichtstromsteuerung zu beziffern. Vom Auftraggeber ist der Verschmutzungsgrad der Umgebung abzuschätzen und zur Ermittlung des Leuchtenwartungsfaktors weiterzugeben:</p> <p><b>hoch:</b> Rauch- und Staubwolken, z. B. häufig Industriegebiete;  <b>mittel:</b> mittelmäßiger Rauch und Staub, mittelstarker Verkehr;  <b>niedrig:</b> kein Rauch oder Staub, diese Kategorie ist ausschließlich für Wohn- und ländliche Gebiete vorgesehen.</p>
	Produktqualität und Ästhetik	Beurteilung technisches Gremium. Designausschuss	<p>Qualität der verwendeten Materialien, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aluminiumgehäuse</li> <li>• hochwertige Lacke</li> <li>• geringe tragende Kunststoffanteile</li> <li>• wechselbare Standardkomponenten</li> <li>• Gläser/Abdeckungen (z. B. Einscheibensicherheitsglas oder PMMA)</li> </ul>	<p>Eine Leuchte ist als Investitionsgut über 20 Jahre im Einsatz, im Außenbereich häufig sogar deutlich länger. Dieser Anspruch sollte bei der Auswahl des Produkts berücksichtigt werden und sich in der Produktqualität widerspiegeln.</p> <p>Gestalterische Aspekte der Kommune sollten ebenfalls berücksichtigt werden.</p>
	Thermomanagement	Technisches Datenblatt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Darlegung des thermischen Konzepts (aktive, passive Kühlung)</li> <li>2. Einhaltung der maximalen Grenztemperatur <math>T_a</math></li> </ol>	<p>Eine LED-Anbindung an das Leuchtengehäuse ist i. d. R. vorteilhaft, da so die beim Betrieb der LED entstehende Wärme von ihr abgeführt werden kann. Es gilt, je wärmer die LED betrieben wird, desto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kürzer ist die Lebensdauer</li> <li>• geringer ist ihre Effizienz (weniger Licht).</li> </ul> <p>Um die Lebensdauer- und Lichtstromangaben der LED für den Betrieb in Leuchten zu verwirklichen, dürfen die vorgegebenen Temperaturen nicht überschritten werden.</p>
	Lichtwirkung und Lichtqualität	Lichtplanung, technisches Datenblatt und Bemusterung	Planungsunterlagen, abgestimmt auf konkrete Straßensituation und den entsprechenden beleuchtungstechnischen Anforderungen	Planungen machen Ergebnisse vergleichbar, sofern identische Auswahrgößen gewählt wurden (Geometrie, Höhen, ...). Zusätzlich ist häufig die Bereitstellung einer Musterleuchte im Auswahlprozess zum konkreten optischen Wirkungsvergleich sinnvoll.
	Entsorgungskonzept	Herstellerangaben	Entsorgungskonzept der Leuchte bzw. Recyclingfähigkeit sollte hinterfragt werden.	Einfache Demontierbarkeit und Wertstofftrennung sowie geringer Anteil Sonderabfälle sind anzustreben.

# Abstracts

## Bewertungsmatrix für Ausschreibungen von LED-Strassenleuchten

Kilian Topp (ZVEI), Jörg Minnerup (TRILUX GmbH & Co. KG)

Die LED-Technologie stellt eine vergleichsweise junge Technologie dar und verfügt aktuell über ein sehr dynamisches Produktangebot. Die damit verbundenen technologischen Eigenschaften und Innovationen rufen deshalb für öffentliche Beschaffer oft die Herausforderung hervor, fundierte Aussagen über das Preis-Leistungs-Verhältnis der Produkte zu treffen. Gleichzeitig sind öffentliche Auftraggeber dazu aufgefordert, im Rahmen der Beschaffung nicht nur den Preis als Entscheidungskriterium zu heranzuziehen, sondern auch wirtschaftliche Kriterien zu berücksichtigen.

Im Rahmen der LED-Leitmarktinitiative der Bundesregierung wurde deshalb eine Bewertungsmatrix erarbeitet, welche es den Beschaffern von LED-Strassenleuchten ermöglichen soll, die wesentlichen Kriterien für eine wirtschaftliche Bewertung vergleichbar zu machen.

Ziel der Bewertungsmatrix und Voraussetzungen für ihre Anwendung

Ziel der Bewertungsmatrix ist es, beispielhaft verschiedene Bieter anhand von frei wählbaren Kriterien gegenüberzustellen und den Bieter mit dem wirtschaftlichsten Angebot zu wählen (es wird auf VOL/A §25 (3) verwiesen). Die Beispielmatrix kann als Excelformat individuell auf die Anforderungen der Kommune angepasst und verändert werden. Dies gilt sowohl für die Kriterien als auch für die beispielhaft eingetragene Gewichtung.

Mit einer Bewertungsmatrix ist es möglich, im Rahmen einer Ausschreibung mehr als den Preis zu bewerten. So können eine beliebige Anzahl von Kriterien betrachtet werden, die beispielsweise auch die langfristigen Kosten, die mit dem Produkteinsatz verbunden sind (z.B. Energieverbrauch pro Kilometer Straße, pro Jahr) berücksichtigen. Auch ist somit die Einbeziehung von qualitativen Merkmalen wie bspw. der Lichtqualität möglich. Die pro Kriterium erzielten Bewertungen lassen sich dann für jeden Bieter addieren und zwischen den einzelnen Bietern vergleichen. Der Bieter mit der höchsten Punktezahl erhält den Auftrag. Die Anzahl der Bieter ist beliebig.

Bewertungsmatrix zur Bewertung von Straßenbeleuchtungssystemen													
Hauptkriterien A-Kriterien Name	Gewichtung max. Punktwertung	Bieter 1 Meier		Bieter 2 Müller		Bieter 3 Schulze		Bieter 4 Topp		Bieter 5 Schneider		Bieter 6 Schmidt	
		Angebot Nr. 1 Punkte	Angebot Nr. 2 Punkte	Angebot Nr. 3 Punkte	Angebot Nr. 4 Punkte	Angebot Nr. 5 Punkte	Angebot Nr. 6 Punkte						
Preis	30	100,001 30,00	150,001 20,00	200,001 15,00	250,001 12,00	300,001 10,00	350,001 8,60						
zwei-gesteuert zwei-gesteuert Energieverbrauch in kWh/Jahr oder Energieverbrauch in kWh/(km x Jahr) (für alle Bieter jeweils identische Bewertungsgrundlage eingeben)	30	345,00 kWh 8,70	300,00 kWh 10,00	250,00 kWh 12,00	200,00 kWh 15,00	150,00 kWh 20,00	100,00 kWh 30,00						
Produktqualität und Lichttechnische Eigenschaften	30	8,57	12,86	16,07	23,57	12,86	30,00						
Ästhetik	10	5,00	10,00	10,00	0,00	10,00	5,00						
Punktestand	100	52,27	52,86	53,07	50,57	52,86	73,60						
<b>Platzierung</b>		<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>1</b>						



## **„Kommunen in neuem Licht“: LED-Netzwerk Schwarzwald**

**Prof. Paola Belloni, Nina Heinig (Hochschule Furtwangen)**

Das „LED-Netzwerk Schwarzwald“ ist ein Verbundprojekt der vier Kommunen Königsfeld, Mönchweiler, St. Georgen und Villingen-Schwenningen und gehört zu den Gewinnern des BMBF-Wettbewerbs „Kommunen in neuem Licht“ aus dem Jahr 2010. Im Rahmen des Projektes wird die bestehende Straßenbeleuchtung bei Beibehaltung der Mastabstände sowie der Lichtpunkthöhen auf LED-Leuchten umgerüstet um ein normkonformes und energiesparendes Beleuchtungsergebnis zu erzielen.

### Ergebnisse LICHTTECHNISCHE MESSUNGEN

Erstes Ziel der wissenschaftlichen Begleitung des Projektes ist es, die alte herkömmliche Beleuchtung mit den neuen LED-Lösungen zu vergleichen und zu bewerten. Es wurden unterschiedliche räumliche, verkehrstechnische und architektonische Situationen ausgesucht, welche typisch für die Kommunen sind und einen hohen Demonstrations- und Übertragbarkeitswert als Beleuchtungsmodelle haben:

Modell 1: Historischer Ortskern; Modell 2: Repräsentativer Straßenraum; Modell 3: Wohngebiet; Modell 4: Sammelstraße; Modell 5: Durchfahrtsstraße; Modell 6: Wegebeleuchtung; Modell 7: Inszenierung; Modell 8: Innenbeleuchtung; Modell 9: Sensor-LED, intelligente Lichtstrecke.

Die Ergebnisse der lichttechnischen Messungen zeigen dass die neue LED-Beleuchtung wesentlich effektiver ist, als die bisherige. Bei Energieeinsparungen von bis zu 70 % konnte eine deutliche Verbesserung der Beleuchtungsstärke erreicht und somit auch die Normkonformität der Beleuchtung in den meisten Straße gesichert werden.

### Ergebnisse BÜRGERBEFRAGUNG

Parallel zu den lichttechnischen Messungen fand eine umfassende Bürgerbefragung statt, um die Akzeptanz der neuen LED-Beleuchtung in der Bevölkerung zu dokumentieren. Den Bewohnern wurden nicht nur quantitative sondern auch qualitative Fragen nach sozialwissenschaftlichen Methoden gestellt welche bis dato so noch nie durchgeführt wurden.

Um möglichst viele Bürger zu erreichen, wurden drei Befragungsmethoden eingesetzt:

- ◆ Direkte Befragung
- ◆ Briefsendungen
- ◆ Online-Umfrage

Ziel der Befragung war auch, die Bewohner der vier Kommunen über die LED-Beleuchtung zu informieren und evtl. verbreitete Vorurteile gegenüber der neuen Technologie zu beseitigen.

Knapp 400 Antwortbögen wurden gesammelt und mit Hilfe der Fragebogensoftware GrafStat ausgewertet. Die Ergebnisse dieser Auswertung sind überwiegend positiv. Stufen vor der Umrüstung noch 45 % der Befragten die Helligkeit der Beleuchtung als zu dunkel und nur 25 % optimal ein, so stieg die Zahl der „optimal“-Antworten nach der Umrüstung auf 65 %. Auch die Erkennbarkeit von Personen und Hindernissen hat sich stark verbessert. Im Altzustand konnten 50 % der Befragten Personen und Hindernisse nur ausreichend erkennen. Im Neuzustand mit den LED-Leuchten können dagegen 80 % Personen und Hindernisse gut und sehr gut erkennen.

Zu den Befragungsergebnissen wurde eine ausführliche statistische Analyse durchgeführt. Dabei wurden nicht nur „alte“ und „neue“ Beleuchtung miteinander verglichen, sondern die Fragen nach unterschiedlichen Kriterien analysiert. Beispielsweise wurde die Akzeptanz der Lichtfarbe der alten und neuen Beleuchtung, in





# Abstracts

## **LED-Leitmarktinitiative: Contracting-Musterverträge**

**Uwe Graf (Rechtsanwalt, Graf Real Estate)**

Die LED-Leitmarktinitiative hat mit Mitteln des Bundesforschungsministeriums ein Verfahren erarbeitet, das Kommunen in die Lage versetzen soll, im Außenleuchtenbereich überholte Licht-Technologie durch energieeffiziente LED-Beleuchtungsanlagen zu ersetzen. In diesem Zusammenhang wurden Contracting-Vertragsmuster entwickelt, die mit vergleichsweise geringem Aufwand die Einbindung privater Dritter in den Bereichen Service und Finanzierung ermöglichen.

Eines dieser Vertragsmuster wird vorgestellt.



## Entwicklungstendenzen von Entladungslampen

**Dr. Rainer Kling (Lichttechnisches Institut, Karlsruher Institut für Technologie)**

Hochdruckentladungslampen werden seit über 50 Jahren kontinuierlich weiterentwickelt. Da die Hochdrucklampen in neuen Applikationsbereichen wie Shoplight eingesetzt werden, wo sie Halogenlampen ersetzen, liegt der Marktanteil der HID Lampen in der Allgemeinbeleuchtung bei über 20 %. Auch in der Straßenbeleuchtung haben sie eine beherrschende Marktposition. Wie wird sich diese entwickeln?

Zum einen werden mit der 2005/2009 beschlossenen EuP-Direktive einfache HID Lampen mit geringer Lichtausbeute ausgephast, darunter die weitverbreiteten HQL und die HPS Lampen. Welche weiteren Lampentypen bis 2015 betroffen sind und welchen Ersatz es dafür gibt wird aufgezeigt. Auch die Betriebsgeräte für die HID Lampen sind hier betroffen. Alleine HQL Lampen werden europaweit in ca. 17 Mio. Straßenleuchten eingesetzt.

- ♦ Zum anderen werden neue und wichtige Entwicklungstendenzen auf dem Entladungslampengebiet wie:
- ♦ HID-Lampen EVG Systemaufbau: ermöglicht effiziente Lampen, schnellen Start und Regelbarkeit bei reduziertem Gewicht.
- ♦ Lichtausbeute-Erhöhungen: durch neue Keramik- Körper und geringere Füllmengen bis über 150 lm/W.
- ♦ Lebensdauer-Erhöhungen: mit Lampenkörper, EVG Betrieb werden 30.000 h realistisch.
- ♦ Weißes Licht hoher Güte: hohe Farbwiedergabe- Indizes und hohe Brillanz.
- ♦ Dimm- und Regelbarkeit bis zu 30 % der Nennleistung.
- ♦ Quecksilberreduktion: Füllmengenreduktion, Quecksilberfreiheit in Vorbereitung.
- ♦ Elektrodenlose Lampensysteme mit über 60.000 h Lebensdauer

in diesem Vortrag dargestellt und mit der LED verglichen. Gerade der EVG Betrieb mit innovativen Brenner Weiterentwicklungen ermöglichen dies. Hier wären sogar neue, kleinere HID Leuchten Systeme denkbar.

Die effizienten Entladungslampen-Systeme werden mit Lichtausbeuten über 150 lm/W als wirklich punktförmige Lichtquelle noch lange eine wichtige Rolle in der Beleuchtungstechnik spielen, und damit auch in der Straßenbeleuchtung. Dies gilt auch unter dem Kostenaspekt im Vergleich zu LED Leuchten Systemen.



# Abstracts

## Lebensdauer und Zuverlässigkeit von Hochleistungs-LEDs

Dr. Thomas Zahner (OSRAM Opto Semiconductors)

Im Rahmen dieses Vortrags werden die Begriffe Lebensdauer und Zuverlässigkeit von LEDs näher erläutert und grundlegenden Einblicke in die Methodik zur Ermittlung und Absicherung dieser Parameter geben. Darüber hinaus werden wichtige Einflussfaktoren auf Lebensdauer und Zuverlässigkeit von LEDs diskutiert.

Ähnlich den konventionellen Leuchtmitteln ist auch bei LED-Lichtquellen die Zuverlässigkeit und Lebensdauer von vielen, unterschiedlichen Faktoren abhängig bzw. kann durch diese beeinflusst werden. Zu den wichtigsten physikalischen Einflussfaktoren gehören unter anderem Temperatur, Strom und Spannung, mechanische Kräfte, Chemikalien, Feuchtigkeit und einwirkende Strahlung (Bild 1).

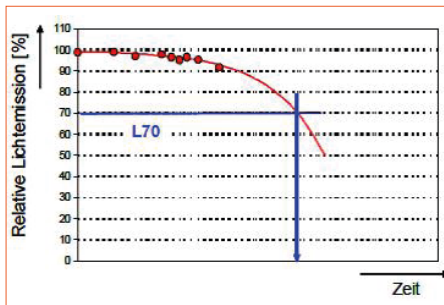


Bild 1:  
Einflussfaktoren auf Zuverlässigkeit und Lebensdauer einer LED.

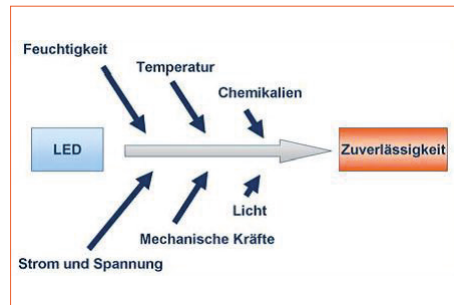


Bild 2:  
Degradation der Lichtemission.

Diese können unter extremen Situationen zu sogenannten Totalausfällen oder langfristig zu einer kontinuierlichen Veränderung von Betriebsparametern führen. Durch sogenannte Stress-Tests gelingt es für beide Ausfallarten beschleunigte Alterungsanalysen durchzuführen. Üblich sind hier 10.000 h Tests auf deren Grundlage dann auf Lebensdauern bis zu 100.000 h unter realen Applikationsbedingungen geschlossen werden können.

Wichtigster Degradationsparameter der LED ist die Änderung der Helligkeit über der Zeit. Diese Lichtdegradation wird in der Regel durch Betriebsstrom und Betriebstemperatur einer LED beschleunigt (Bild 2).

Durch gute thermische Auslegung von LED-Applikationen verbunden mit den sehr kleinern Wärmewiderständen von Hochleistungs-LEDs gelingt es jedoch die Sperrschichttemperatur ( $T_j$ ) in einem optimalen Temperaturbereich zu gewährleisten wodurch eine lange Lebensdauer erreicht werden kann (Bild 3).



# Abstracts

## **ZHAGA Module für die Straßenbeleuchtung – Status und Vorteile**

**Matthias Fiegler (OSRAM)**

Das Zhaga Buch 4 definiert Lichtquellen spezifisch für Anwendungen in der Außenbeleuchtung. Der Vortrag informiert über die für verschiedene Marktteilnehmer relevanten Aspekte.

Nach Vorstellung der Struktur und Arbeitsweise des Zhaga Konsortiums werden die in Arbeit befindlichen, für die Außenbeleuchtung relevanten Standards („Book 4“) vorgestellt.

Kern des Vortrages ist die Darstellung der Vor- und Nachteile eines Zhaga-standardisierten LED-Moduls. Dies geschieht entlang der Wertschöpfungsstufen von Lichtquellen-Herstellern bis hin zum Nutzer und schließt mit Beispielen an vorhandenen Produkten im Markt.





# Abstracts

## Anforderungen an LED-Leuchten – Richtlinien und Normen

### Richtlinien der Europäischen Union

**Dietmar Gläser (VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH)**

Die Richtlinien der EU fordern zum Schutz des Verbrauchers bzw. Verwenders eines Produktes, dass Produkte nur dann in Verkehr gebracht werden dürfen, wenn die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen erfüllt werden. Anwendbare Richtlinien für LED-Leuchten sind:

- ◆ Produktsicherheitsrichtlinie (2001/95/EG)
- ◆ Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG)
- ◆ EMV-Richtlinie (2004/108/EG)
- ◆ ErP-Richtlinie (2009/125/EG)

Alle Richtlinien der EU müssen in nationales Recht umgesetzt werden. Während die Richtlinien nur den Rahmen setzen, werden klare Vorgaben durch produktspezifische Verordnungen gesetzlich geregelt. EU-Verordnungen sind ohne weitere Rechtssetzung in den EU Mitgliedstaaten rechtsverbindlich.

#### CE-Kennzeichnung

Produkte, die in den Geltungsbereich von EU Richtlinien fallen, müssen vor dem erstmaligen Inverkehrbringen auf dem Gebiet der europäischen Gemeinschaft mit dem Symbol „CE“ gekennzeichnet werden. Für alle Marktteilnehmer sind die Anforderungen nach Gesetzen und Richtlinien mit den entsprechenden Verordnungen relevant

- ◆ Die Konformität zu den Richtlinien wird von dem Inverkehrbringer mit der Konformitätserklärung bestätigt und auf den Produkten ist die CE-Kennzeichnung anzubringen
- ◆ Die unter den Richtlinien im OJEC (Official Journal EC) gelisteten europäischen Normen sind Prüfgrundlage für die einschlägigen Prüfungen
- ◆ Alle Produkte unter der ErP-Richtlinie sind ebenfalls CE-kennzeichnungspflichtig

#### Vermutungswirkung, Listung im OJEC<sup>1)</sup>

- ◆ Erfüllt ein Produkt die Anforderungen der betreffenden harmonisierten Norm in ihrer jeweils aktuellen Ausgabe, so wird vermutet, dass das Produkt ebenfalls den Anforderungen an Sicherheit und Gesundheit genügt. Im OJEC (Official Journal EC) sind diese Normen unter der jeweiligen Richtlinie gelistet.

#### Normen für LED-Leuchten

Sicherheit (gelistete Normen)	Norm
Luminaires, General Requirements	IEC/EN 60598-1 (VDE 0711-1)
Luminaires for road and street lighting	IEC/EN 60598-2-3 (VDE 0711-2-3)
Luminaires with built-in transformers*	IEC/EN 60598-2-6 (VDE 0711-2-6)
Photobiological Safety	IEC/EN 62471-1 + IEC/TR 62471-2
EMF	IEC/EN 62493 (VDE 0848-493)

<sup>\*) diese Norm ist nach OSM/CTL-Beschluss bindend anzuwenden</sup>

Komponenten in Leuchten müssen der zutreffenden Komponentennorm entsprechen

Performance	Norm
Luminaires, Performance-Requirements	IEC/PAS 62722-2-1



## **Bewertung von LED-Leuchten im Vergleich zur konventionellen Technik**

**Dr.-Ing. Uwe Slabke (LED Institut Dr. Slabke GmbH & Co. KG)**

Die Verwendung von LED-Leuchten bieten in der heutigen Beleuchtungstechnik in der Strassenapplikation Vorteile gegenüber der konventionellen Technik. Die aktuellen Effizienzen der LED, die Ausstrahlcharakteristik als Halbraumstrahler und die Möglichkeiten der Steuerungstechnik sind die signifikanten Parameter dieser Vorteile. Heutige Hochdruckentladungslampen in Strassenleuchten können aber in den oberen Leistungsklassen immer noch die bessere Wahl sein, da auf kleinster Brennergeometrie sehr hohe Lichtströme erzeugt werden können und das Verhältnis zwischen Euro zu lumen bei der Hochdrucklampe hier noch klar besser ist.

Die Erfahrung der Leuchtenindustrie in Bezug auf die Hochdruckentladungstechnik ist im professionellen Bereich sehr ausgeprägt. Es handelt sich hierbei um robuste Systeme mit hoher Langzeiterfahrung in Sachen Zuverlässigkeit. Die LED Leuchte enthält nur neueste elektronische Komponenten, sowohl auf Seiten der LED, als auch auf Seiten der Treiber und der Vorschaltgerätechnik. Die Qualität dieser Komponenten spielt eine entscheidende Rolle bei der Zuverlässigkeit. Aufgrund der hohen Lebensdauererwartung (L90/B10) der Produkte ist eine Bewertung bei der Entscheidungsfindung sehr wichtig, jedoch für den Laien auch sehr schwierig geworden. Die Lichttechnik, die Thermodynamik und die Elektrotechnik müssen auf Qualität hin betrachtet werden.

Eine Erfahrung des Langzeitverhaltens in Bezug auf frühzeitigen Ausfall von Einzel-Chips und damit LED clustern und in Bezug auf eine beschleunigte Alterung am Ende der Lebenszeit ist kaum vorhanden. Die Lebensdauerkurven bei identischem Lichtmodul zeigen bei höherer Bestromung des Packages einen starken Abfall der Lebensdauer. Insbesondere in der Nähe der maximal zulässigen Junctiontemperatur sind die Lebensdauern signifikant schlechter wie bei niedriger Bestromung (Vergleich 350 mA zu 1500 mA beim 1 W Package). Die Bewertung des Arbeitspunktes des verwendeten Packages stellt einen Punkt in der Bewertung der LED Leuchte dar.

Folgende Kriterien bezüglich Zuverlässigkeit sind zu untersuchen:

- ◆ Bewertung Package
- ◆ Arbeitspunkt Package
- ◆ Zuverlässigkeit der Komponenten – Schutzmechanismen
- ◆ Wärmemanagement

Darüber hinaus spielen bei der LED Leuchte folgende Bewertungskriterien im Vergleich zur konventionellen Technik eine Rolle

- ◆ Blendungsbewertung – Schwellenwerterhöhung
- ◆ Berücksichtigung der Dynamik der Entwicklung (Effizienz/Preis)
- ◆ Ausnutzung von intelligenten Steuerungsmöglichkeiten



# Abstracts

## Neue Planungs- und Entwicklungsverfahren zur Bestimmung adaptiver Lichtverteilungen in der LED-Straßenbeleuchtung

Dipl.-Ing. Sebastian Schade, Prof. Dr.-Ing. habil. Stephan Völker (Technische Universität Berlin)

Die Europäischen Standards zur Straßenbeleuchtung geben Empfehlungen zu Beleuchtungsstärken und Leuchtdichten auf der Fahrbahn, den Gehwegen und deren Umgebung. Hinzu kommen Mindestwerte für Gesamt- und Längsgleichmäßigkeiten. Die Höhe der Werte richtet sich z. B. nach der Verkehrsdichte, welche zu unterschiedlichen Straßenklassen führt (vgl. EN 13201).

Abbildung 1 zeigt, wie wichtig eine optimale Dimensionierung der Beleuchtung an jeder Stelle der Fahrbahn ist. Beide Straßen erfüllen die Forderungen der aktuellen Norm der Straßenbeleuchtung (vgl. EN 13201). Jedoch wird deutlich, wie unterschiedlich die Erkennbarkeit eines Testobjektes auf der Fahrbahn ausfallen kann. Das im Beispiel dargebotene Sehbjekt hat eine Größe von 0,3 m x 0,3 m und sollte aufgrund seines niedrigen Reflexionsgrade von  $\rho = 0,07$  (wie im rechten Beispiel aufgezeigt) relativ gut zu erkennen sein. Dies stellt sich im linken Beispiel jedoch als schwierig heraus.



Abbildung 1: Zwei Nebenerschließungsstraßen, welche beide die Anforderungen nach EN 13201 erfüllen, jedoch völlig unterschiedliche Objekterkennbarkeit aufweisen.

Eine mögliche Verbesserung stellen erkennbarkeitsorientierte Ansätze zur Optimierung von Lichtstärkeverteilungskurven (LVK) dar. Sie galten in der Vergangenheit als zu aufwendig und schwierig zu realisieren. Heute bieten LEDs in der Straßenbeleuchtung die nötige Flexibilität zeitlicher und räumlicher Anpassung der LVK, so dass hier neue Ansätze verfolgt werden können.

Mit der Berechnung von LVKs aus vorgegebenen Situationen, bietet eine neue Methode der TU Berlin die Möglichkeit, Beleuchtungssysteme auf Leuchtdichte, Beleuchtungsstärke und Erkennbarkeit hin zu optimieren und zu vergleichen. So wird eine Grundlage der Dimensionierung adaptiver LED-Leuchten ebenso geboten, wie die Möglichkeit der Prüfung gegebener LVKs für eine bestimmte Beleuchtungssituation. Dabei wird für eine vorgegebene Straßengeometrie und Beleuchtungsanordnung nach dem Raytracing – Prinzip auf die Lichtstärkeverteilung der Lichtquelle zurückgerechnet. Hierbei beschränkt sich die Simulation aufgrund der in der Straßenbeleuchtung vorkommenden Periodizität der Leuchteninstallation auf die das nach EN 13201 vorgegebene Bewertungsfeld einrahmenden Lichtpunkte (2 Lichtpunkte bei einseitiger Beleuchtung, 4 bei beidseitiger, etc.). Lichtverteilungen, die größere Spannweiten als eine Bewertungsfeldlänge besitzen werden aufgrund ihrer tendenziell höheren Blendwirkung nicht angestrebt.

Die Optimierung kann auf Basis einer maximalen, oder definierten Gesamt- oder Längsgleichmäßigkeit der vertikalen oder horizontalen Beleuchtungsstärke, der Leuchtdichte oder der Erkennbarkeit in Form des Visibility Levels an definierbaren Messrastern des Bewertungsfeldes (orientiert an ANSI IESNA RP-8-00) erfolgen.



## **Energieeffiziente Lichtarchitektur**

### **Hans-Jürgen Rathmann (Alliander Stadtlicht GmbH)**

Licht im Außenraum steht im Spannungsfeld des Schönen Lichts und des funktionalen Lichts – im Spannungsfeld zwischen Energieverschwendung und Energieeinsparung. In dem Vortrag zur energieeffizienten Lichtarchitektur wird die Problematik der Parallelwelten schön – funktional aufgezeigt und erörtert.

Als Lösungsansatz dieses Konfliktes werden Projekte beschrieben, in denen Schönes Licht verwirklicht wurde und gleichzeitig der Energieverbrauch im Vergleich zu früheren Installationen verringert wurde. Folgende Beispiele werden genannt:

Pariser Platz, Berlin:

Der Platz zeichnet sich dadurch aus, dass alleine das Brandenburger Tor angestrahlt wird, die übrigen Fassaden bilden nur den Rahmen, die Bühne für das angestrahlte Tor. Der gezielte Einsatz von Licht führt in Summe zu einem weniger an Licht und damit an Energie.

Brandenburger Tor, Berlin:

Der Energieverbrauch der Installation von 2001 verringert sich gegenüber der Installation von 1993 von ca. 36 kW auf ca. 12 kW. Die geringste Leistungsstufe betrug damals HIT 35W, heute wäre durch Einsatz neuer Techniken eine Anschlussleistung von ca. 5 kW möglich – bei gleicher Helligkeit.

Französischer Dom, Berlin:

Die planerische Aufgabenstellung bestand darin, das Beleuchtungskonzept aufgrund der Duplizität der Architektur an das Konzept des Deutschen Doms anzulehnen. Die Planung des Französischen Doms führt durch den Einsatz moderner Techniken zu einer Reduzierung der Anschlussleistung um 50 %.

Wettbewerb Reichstag, Berlin:

Trotz hohem Energieeinsatz erschien der Reichstag in der Zeit vor dem Wettbewerb eher dunkel im Stadtraum. Die Stiftung Lebendige Stadt hat daher im Jahr 2008 einen Wettbewerb zur Überplanung ausgelobt. Eckpunkte des eingereichten Konzepts waren die Nutzung vorhandener Leuchtenpositionen, sowie die Reduzierung der weit überdimensionierten Flaggenbeleuchtung. Mit dem darüber hinaus günstigsten Konzept aller Bewerber wurde der 2. Preis errungen.

Oberkirche, Cottbus:

Mit dem Einsatz von Bodeneinbauleuchten der Leistungsstufe HIT 20 W, ergänzt durch Strahler HIT 70 W im Eingangsbereich und LED Leuchten auf der Balustrade wurde das Beleuchtungskonzept entwickelt und umgesetzt. Aufgrund der hoch effizienten Lampen und der Fassadennahen Positionierung liegt der Energieverbrauch für die gesamte Kirche bei unter 2 Euro pro Tag.

Theater, Hagen:

Durch die Kombination von Leuchten bestückt mit Metaldampflampen und miniaturisierten Leuchten mit LED konnten die Theaterfassade optimal herausgearbeitet werden. Die installierten Leuchten fallen nicht auf, doch das Licht der einzelnen Strahler fügt sich zu einem Ganzen zusammen. Außer zwei 70 W Leuchten beträgt die maximale Leistung eines Strahlers 35 W, für LED Leuchten im Giebel max. 18 W.





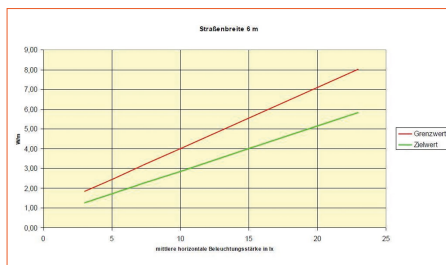
# Abstracts

## Energiekennwerte für die Straßenbeleuchtung

**Holger Kschischenk (Stadt Salzgitter, FG-Straßenbeleuchtung und LSA)**

Ein wichtiger Meilenstein für die Kommunen und Gemeinden auf dem Weg zu einer wirtschaftlichen Straßenbeleuchtung ist die Beurteilung der Energieeffizienz.

In Sachsen setzt sich die Sächsische Energieagentur (SAENA GmbH) für energetisch optimierte öffentliche Beleuchtung ein und hat zu diesem Zweck Anfang 2012 Hinweise zu Energiekennwerten für die Straßenbeleuchtung herausgegeben. Diese Empfehlungen richten sich an die Entscheidungsträger in Städten und Gemeinden sowie an Betreiber und Planer von Straßenbeleuchtungsanlagen in Sachsen. Seit 1. 11. 2012 ist die Einhaltung dieser Kennwerte Bestandteil des Antragsverfahren für Förderanträge im Rahmen der Richtlinie Energie- und Klimaschutz (RL EuK/ 2007) bei der Sächsischen Aufbaubank.



Als Kennwerte wurden Grenz- und Zielwerte für die streckenspezifische Anschlussleistung [W/m] und den streckenspezifischen Energieverbrauch eines Lichtsystems pro Jahr [kWh/(m • a)] entwickelt. Die Grenz- und Zielwerte sind in Abhängigkeit der lt. lichttechnischer Berechnung erreichten mittleren horizontalen Beleuchtungsstärke  $E_m$  [lx] für unterschiedliche Straßenbreiten definiert und beziehen sich auf den „laufenden Meter“ Straße. Für Maßnahmen, die nach dem Kriterium der Leuchtdichte geplant werden, wird mittels Umrechnungsfaktor eine mittlere horizontale Referenz-Beleuchtungsstärke ermittelt. Des Weiteren erfolgt ein möglicher Abschlag in Folge geringer Gleichmäßigkeit. Aus den so ermittelten Leistungskennziffern ergeben sich die Energiekennwerte. Eine genaue Beschreibung finden Sie unter <http://www.keds-online.de/tycon/file.php?id=7079>.

Dieses Bewertungssystem basiert auf dem derzeitigen Stand der Technik. Grundlage waren empirische Daten, Veröffentlichungen und Modellberechnungen. Die Grenzwerte stellen Werte dar, die in der Regel mindestens erreicht werden können. Die Zielwerte sind demgegenüber als Hinweis zu verstehen, welche Werte durch eine optimale Planung und den Einsatz besonders energieeffizienter Technik in Verbindung mit einer bedarfsgerechten Beleuchtungssteuerung erzielbar sind.

Die Schwierigkeiten und die Herausforderungen bestehen darin, die in Geometrie und Beleuchtungsniveau teilweise stark differierenden Beleuchtungsanlagen, in Hinblick auf Energieeffizienz praktikabel handhabbar, vergleichen zu können.

Bei Anwendung des Kennwertesystems auf die entsprechenden lichttechnischen Berechnungen der bei der Saena eingegangenen Förderanträge (Stand 2001; neuere Daten im Vortrag und Text-Langfassung) zeigt sich, dass ca. 20–30 % die Grenzwerte verfehlen und nach neuem Stand möglicherweise nicht mehr förderfähig wären. Andererseits erreichen oder unterschreiten ca. 30–40 % den angegebenen Zielwert und sind somit besonders energieeffizient.

	Planung nach Beleuchtungsstärke	Planung nach Leuchtdichte		
	besser als Grenzwert	besser als Zielwert	besser als Grenzwert	besser als Zielwert
Anzahl	102	41	55	26
Prozent	71%	29%	77%	37%



# Abstracts

## **Netznutzungsentgelte und Energiemessung in der öffentlichen Beleuchtung am Beispiel der Stadt Köln**

**Gerhard Kleiker (RheinEnergie AG)**

Der Vortrag geht auf die unterschiedlichen Spannungsversorgungen und Netzformen der Beleuchtungsanlagen sowie auf die Verbrauchsermittlung für die Öffentliche Beleuchtung der Stadt Köln ein.

Weiterhin werden die technischen und monetären Auswirkungen der Vorgaben der BNetzA bzgl. der Ermittlung der Netznutzungsentgelte erläutert.



## **Wartungsfaktor – ein Thema von gestern?**

### **LED – ein Vergleich untereinander und gegenüber konventioneller Technik**

**Dipl.-Ing. Jörg Minnerup (TRILUX GmbH & Co. KG)**

Die richtige Verwendung des Wartungsfaktors hat bei der Auslegung und dem Betrieb von Beleuchtungsanlagen einen wesentlichen Einfluss auf die Beschaffungs- und Betriebskosten. Durch den Einsatz von LED in Leuchten gibt es komplexere Zusammenhänge bzw. voneinander abhängende Wirkungsweisen als bei bisher in der Breite verwendeten Leuchtmitteln in der Vergangenheit. Viele von ihnen haben Einfluss auf die Lebensdauer, den Lichtstrom oder den Lichtstromrückgang von LED.

Derzeit gibt es im Markt für LED-Leuchten zwar meistens Angaben zu Lebensdauern und Lichtströmen, allerdings häufig ohne jegliche Bezugsgröße bzw. wird diese sehr häufig nicht kommuniziert.

Welche Randbedingungen gelten für die Bestimmung der Angaben zur Lebensdauer?

Werden Lichtströme oder Lichtausbeuten für die verwendeten Module oder für die Leuchten angegeben?

Diese Größen haben direkten Einfluss auf den „LED- Wartungsfaktor“. Seitens der IEC gibt es inzwischen zwar einige Publikationen zur Lebensdauerbestimmung, allerdings hat sich bereits gezeigt, dass deren Inhalte zur Bestimmung eines sinnvollen LED-Wartungsfaktors nicht ausreichend erscheinen.

Der Vortrag soll aufzeigen, auf welche Größen der Anwender achten sollte, wenn lichttechnische Planungen mit LED-Leuchten durchgeführt bzw. diese später miteinander verglichen werden.



## **HQL- / LED-Umrüstung – was nun?**

### **Versuch einer Bewertung und Handlungsempfehlung**

**Dr.-Ing. Matthias Hessling (SWARCO V.S.M. GmbH)**

Die Förderprogramme von Bund und Ländern zur Modernisierung von Straßenbeleuchtungsanlagen bei mindestens 60%-iger Steigerung der Energieeffizienz führen zu einer wesentlichen Veränderung der Anlagenstruktur, ganz überwiegend unter Nutzung von LED-Technologie. Unter den Gesichtspunkten Energieeffizienz, Verlängerung der Wartungszyklen und Innovationsfreundlichkeit der Anwender mit entsprechendem Imagezuwachs ist dies zu begrüßen.

Leider bezieht sich die Umrüstung meist auf das reine Wechseln der Leuchten bei typischerweise „mindestens Aufrechterhaltung des Beleuchtungsniveaus“. Resultat sind oft eine weiterhin vorhandene Unterschreitung der DIN EN 13201, unzureichende Werte bei Gütemerkmalen wie Gleichmäßigkeit oder Blendungsbegrenzung sowie ungünstig gewählte Farbtemperaturen. Weitergehende Potentiale der LED-Beleuchtung, z.B. zur Verbesserung lichttechnischer Parameter oder zur Nutzung „intelligenter“ (z.B. adaptiver) Steuerung mit Datenaustausch bleiben weitgehend ungenutzt.

Erklärbar ist dies u.a. durch die enorme Geschwindigkeit, mit der Entscheidungen zur Umrüstung getroffen werden müssen – oft geprägt durch die Vertriebsarbeit der Hersteller – und die trotz Förderung noch sehr hohen bei den Kommunen verbleibenden Investitionsvolumina. Zinsgünstige Finanzierungsmöglichkeiten z.B. der KfW lindern zwar die Belastungen. Strukturelle Überlegungen zur Optimierung der gesamten – auch „konventionellen“ – Beleuchtungsinfrastruktur, basierend auf einem Beleuchtungs- und Modernisierungskonzept, zu einem kosteneffizienten Betrieb der gesamten Infrastruktur und zur Nutzung haushaltsentlastender Finanzierungsmodelle für die Realisierung einer umfassend optimierten öffentlichen Beleuchtung werden dabei aber oft vernachlässigt.

Damit werden – auch nach bereits erfolgter Umrüstung aller HQL-bestückten Leuchten noch bestehende – weitere erhebliche – im Saldo aus zusätzlichen Einsparungen und damit verbundenen Finanzierungskosten äußerst positive – Entwicklungsmöglichkeiten kommunaler Beleuchtung verpasst, und die „Qualität“ der Beleuchtung wird unter ihrem technischen und finanzierbaren Potential belassen.

Ein „ÖPP“-Modell (Öffentlich-Private Partnerschaft) kann sich an verfügbaren Standardkonzepten und Ausschreibungstexten orientieren, muss letztlich aber auf die spezifischen Bedürfnisse der Kommune „maßgeschneidert“ sein und die große Spannweite der Gestaltungsmöglichkeiten ausnutzen. Empfehlenswert ist eine Einpreisung der Modernisierungsinvestitionen in ein Beleuchtungsentgelt, welches bei ausreichend langer Laufzeit immer niedriger sein wird als die bisherigen Kosten der Straßenbeleuchtung. Der private Partner sollte zudem eine Mindesteinsparung garantieren. Geeignete Anreizelemente sollten für beide Seiten Motivation zur Realisierung größtmöglicher Einsparungen liefern, wobei das Einsparziel nicht nur auf den Energieverbrauch, sondern auf die langfristige Entlastung des kommunalen Haushalts ausgerichtet sein sollte.

Wichtig ist die Festlegung individuell durchdachter Entscheidungskriterien bei der Ausschreibung, die auch qualitative Aspekte beinhalten sollten. Im Rahmen geeigneter Betriebsführungs- oder Kooperationsmodelle (letztere mit gesellschaftsrechtlicher Beteiligung der Kommune an einer gemeinsamen Gesellschaft) lassen sich die genannten Ziele optimal gestalten. Zunehmend interessant werden auch Contractingmodelle, die – auch ohne Fördermittel – attraktive Finanzierungsbedingungen ermöglichen und die Kommune von Risiken entlasten.





## **Kooperationsmodelle im Bereich der Lichtsignalanlagen**

**Andreas Leupold (Alfen Consult GmbH)**

Für Planung, Bau und Wartung/Betrieb von Verkehrssteuerungs- und -managementsysteme werden verschiedene Kooperationsformen mit der Industrie (Herstellern von Lichtsignalanlagen) in den Kommunen angewandt. Kommunen, die den Bereich der Wartung/Betrieb der Anlagen eigenverantwortlich durchführen, werden als Eigenwarter bezeichnet. Sie bestellen, die hierfür erforderlichen Anlagenteile bzw. -komponenten bei den jeweiligen Herstellern und führen die Wartung eigenständig durch. Sie übernehmen nicht selten auch die Errichtung oder Modernisierung von Anlagen in Eigenregie. Oft greifen die Kommunen aber gerade im Bereich der Errichtung auf die Hersteller von Lichtsignalanlagen zurück. Die Ausschreibung hierfür kann dabei einzeln pro Anlage erfolgen oder ein Paket von Anlagen umfassen. Teilweise werden hierfür auch Rahmenverträge mit einer zum Teil mehrjährigen Laufzeit angewandt. Erfolgt die Wartung von Anlagen nicht durch städtisches Personal, sondern durch beauftragte Unternehmen (überwiegend Hersteller von Lichtsignalanlagen), so werden diese Kommunen als Fremdwarter bezeichnet. Die Vergabe von Wartungsleistungen kann dabei sehr unterschiedlich sein. Zum einen ist zu unterscheiden, ob separate Wartungsverträge für einzelne Anlagen oder Wartungsverträge für ein Anlagenpaket oder bzw. ein Wartungsvertrag für alle Anlagen im Stadtgebiet bestehen. Des Weiteren ist zu unterscheiden, ob alle Wartungsleistungen einer Lichtsignalanlage zum Leistungspaket des mit der Wartung betrauten Unternehmens gehören oder ob hier für die einzelnen Leistungsbereiche unterschiedliche Wartungsverträge bestehen.

Eine die verschiedenen Leistungsbereiche Planung, Bau und Wartung/Betrieb umfassende Kooperationsform ist das sogenannte ÖPP-Modell (Öffentlich-Private-Partnerschaften). Dieses Kooperationsmodell wird derzeit im Bereich der innerstädtischen Verkehrssteuerung in Deutschland in zwei Kommunen angewandt. In der Ausgestaltung der Projekte gibt es zum Teil starke Unterschiede, die zum Teil auf die jeweilige Ausgangssituation zurückzuführen sind.

Bereiche der Kommunikations- und Informationstechnik wie dem der innerstädtischen Verkehrssteuerung sind nicht selten durch eine marktbeherrschende Stellung einiger Unternehmen geprägt. Im Bereich der innerstädtischen Lichtsignalsteuerung zeigt sich dies zum einen darin, dass in vielen Kommunen eher herstellereigene Systeme installiert sind. Dies bedeutet, dass in der jeweiligen Kommune vornehmlich Anlagen nur eines Herstellers von Lichtsignalanlagen verbaut wurden. Dies ist vor allem auch darauf zurückzuführen, dass hier lange Zeit eine einheitliche, herstellerübergreifende Schnittstelle zur Kommunikation zwischen den Lichtsignalanlagen und dem Verkehrsrechnersystem nicht existierte und eine einwandfreie Kommunikation in sicherheitssensiblen Bereichen wie dem der Verkehrssteuerung in herstellergemischten Systemen somit nicht gegeben war. Vor einigen Jahren haben sich daher verschiedene Hersteller in Deutschland und Kommunen zusammengetan und einheitliche Schnittstellen für die unterschiedlichen Ebenen der Verkehrssteuerung und des Verkehrsmanagement definiert. Bei Neuausschreibungen für die Errichtung/Modernisierung der Lichtsignalanlagen sowie des Verkehrsrechnersystems wird nun vermehrt durch die Kommunen der Einsatz dieser vereinheitlichten Schnittstelle gefordert.

Zum anderen zeigt sich die marktbeherrschende Stellung in der geringen Anzahl der Marktakteure und deren Anteil gemessen an der Gesamtheit installierter Anlagen. Grundlage hierfür war eine Umfrage an der 48 Städte teilnahmen. Die Ergebnisse zeigen eine starke marktbeherrschende Stellung zweier Unternehmensgruppen in Deutschland.

Nicht nur im Falle langfristiger Kooperationen können sich aus der marktbeherrschende Stellung Herausforderungen für Kommunen ergeben.



## **ÖPP: Der Lebenszyklusansatz für eine effiziente Beleuchtung**

### **Alexander Wege (Partnerschaften Deutschland AG)**

Im Auftrag des Bundesministeriums der Finanzen hat die ÖPP Deutschland AG im Zeitraum zwischen April und Oktober 2011 Beschaffungsvarianten für kommunale Lichtsignalanlagenprojekte analysiert. Daraus wurde unter Einbindung von Marktteilnehmern auf öffentlicher und privater Seite ein marktgängiges ÖPP-Modell, als eine alternative Beschaffungsvariante zur Neuorganisation der kommunalen LSA-Infrastruktur, entwickelt.

Um die Transaktionskosten für Verfahren zur Neuorganisation der städtischen LSA-Infrastruktur zu senken und die Anwendbarkeit für Kommunen zu vereinfachen, wurden weiterhin standardisierte Verdingungsunterlagen für die Vorbereitung und Durchführung von Vergabeverfahren für Lichtsignalanlagenprojekte als Öffentlich-Private Partnerschaft (ÖPP) erstellt. Bei einer Neuorganisation der kommunalen Lichtsignalanlagen und deren Anlagenkomponenten durch ein ÖPP-Modell und der Anwendung der Musterverdingungsunterlagen können Kommunen von den folgenden Vorteilen profitieren:

- ♦ schnelle, haushaltsverträgliche Erneuerung von LSA, Verkehrsrechnern, Steuergeräten und weiteren Anlagenkomponenten,
- ♦ Abbau von Investitionsstaus, Erzielen von Effizienzvorteilen, kurzfristige Erzielung von Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen,
- ♦ umfangreiche Leistungs- und Risikoübernahme durch private Partner,
- ♦ Erhöhung der Verkehrssicherheit durch Verbesserung des Qualitätsniveaus in der Betriebsführung der Lichtsignalanlagensteuerung,
- ♦ partnerschaftliche Zusammenarbeit,
- ♦ Reduzierung von Transaktionskosten durch Nutzung von Standards,
- ♦ Erhöhung der Lebensqualität durch optimierten Verkehrsfluss.

Das entwickelte ÖPP-Modell für Lichtsignalanlagenprojekte sieht im ausgestalteten Projektvertrag eine 15-jährige Laufzeit der Betriebs- und Instandhaltungsleistungen vor. In den ersten drei Jahren der Laufzeit ist eine Investitionsphase vorgesehen, in der ein größerer Bestand an unwirtschaftlichen Anlagen erneuert wird. Diese Investitionen sollen durch den privaten Partner über ein Forfaitierungsmodell mit dreistufigem Einredeverzicht zwischen- und endfinanziert. Weitere Erneuerungsmaßnahmen können über die gesamte Vertragslaufzeit im Rahmen des Erneuerungsanteils des Betriebsführungsentgelts finanziert werden. Der Projektvertrag definiert Budgets und Leistungen für Maßnahmen, die zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses noch nicht bekannt sind. Ferner enthält der Projektvertrag für zukünftig notwendige Neubau-, Rückbau-, Umbau-, Erweiterungs-, Verkleinerungs- und Änderungsmaßnahmen hinterlegte Einheitspreise des privaten Partners zu denen die Kommune die Maßnahmen während der Vertragslaufzeit vom privaten Partner abrufen kann. Das Eigentum an Bestandsanlagen verbleibt bei der Kommune, Neuanlagen, die der Vertragspartner auf Verlangen der Kommune während der Vertragslaufzeit errichtet, gehen mit Inbetriebnahme in das Eigentum der Kommune über.

Die standardisierten Musterverdingungsunterlagen bieten einen Orientierungsrahmen zur Umsetzung von Lichtsignalanlagenprojekten. Zur Vorbereitung und Durchführung eines Vergabeverfahrens müssen die Musterverdingungsunterlagen jedoch auf die projektspezifischen Besonderheiten, Zielsetzungen und den vorliegenden LSA-Bestand angepasst werden. Auch für die kommunale Straßenbeleuchtung wurden vergleichbare Musterverdingungsunterlagen erstellt. Alle Musterverdingungsunterlagen stehen unter folgendem Link kostenlos als Download zur Verfügung: <http://www.partnerschaften-deutschland.de/grundlagenarbeit/abgeschlossene-grundlagenarbeiten/>



## **Erprobte Partnerschaftsmodelle im Bereich der Straßenbeleuchtung**

**Dr. Clemens Elbing (Jones Lang LaSalle GmbH)**

Die Ausgangslage ist vielerorts ähnlich: Straßenbeleuchtungsanlagen sind überaltert, der Bestand ist äußerst inhomogen, Anlagen sind energetisch ineffizient und häufig existieren kaum verwertbare Bestandsunterlagen zu Leuchten, Tragsystemen, Vorschaltgeräten und Netzen. Betriebs-, Wartungs- und Instandhaltungsleistungen werden entweder mit eigenen kommunalen Ressourcen, mittels Einzelvergaben oder mit einem Energieversorger organisiert. Beleuchtungsleistungen sind in der Vergangenheit in vielen Fällen mit der Stromkonzession an Energieversorger vergeben worden. Dabei erfolgt nur selten eine lebenszyklusübergreifende Optimierung der Leistungen unter Kosten-, Energie- und Organisationsgesichtspunkten.

Im Rahmen der Neuorganisation der Straßenbeleuchtungsleistungen können erhebliche Haushaltsentlastungen für Kommunen und energetische Einsparpotentiale erschlossen werden.

Der Vortrag gibt einen Überblick zu den erprobten Partnerschaftsmodellen im Bereich der Straßenbeleuchtung. Damit werden die Erneuerung von Anlagen, deren Betriebs-, Wartungs- und Instandhaltungsleistungen sowie Energieversorgung unter Lebenszyklusgesichtspunkten mit Risikotransfer auf die Partner vergeben. In Frage kommen dafür EU-weite Vergabeverfahren, In-House Vergaben an Stadtwerke oder andere rein kommunale Gesellschaften, Contractingmodelle für Lieferleistungen und gemischtwirtschaftliche Gesellschaften.

Solche Partnerschaftsmodelle sind üblicherweise dann interessant, wenn aufgrund des überalterten Anlagenbestands und der hohen Anschlussleistungen von Anlagen große energetische Einsparpotentiale oder andere Kosteneinsparpotentiale im Bereich des Betriebs bestehen. Kosteneinsparungen lassen sich durch eine Reduzierung der Anschlussleistung von Anlagen, eine Optimierung der Betriebs-, Wartungs- und Instandhaltungsleistungen aber auch im Bereich der Energiebeschaffung erschließen.

Zahlreiche Kommunen haben bereits BMU-Fördermittel genutzt, um alte Leuchten auf LED-Anlagen umzurüsten. Diese Projekte belegen die immensen energetischen Einsparpotentiale von bis zu 80 % der Energiemengen und Energiekosten. Eine Beantragung von BMU-Fördermitteln für die Umrüstung auf LED-Anlagen wird jedoch letztmalig in 2013 möglich sein. Anschließend müssen Kommunen wieder über andere alternative Beschaffungsvarianten nachdenken um Beleuchtungsanlagen zu erneuern und deren Betrieb, Wartung und Instandhaltung zu organisieren.

Für die Neuorganisation der Straßenbeleuchtung bieten Partnerschaftsmodelle erhebliche Vorteile, da diese unter Lebenszyklusgesichtspunkten, mit umfangreichem Risikotransfer auf den kommunalen oder privaten Partner und mittels anreizorientierter Vergütung strukturiert werden. Damit können Haushaltsentlastungen gezielt und energetische Einsparpotentiale auf einem effizienten Weg erschlossen werden.

Mit dem Bereich Public Sector Services berät Jones Lang LaSalle Kommunen bei der Strukturierung, Vorbereitung und Umsetzung von Partnerschaftsmodellen im Bereich des öffentlichen Hochbaus und im Bereich von Energieeffizienzprojekten. Derzeit hat das deutsche Team mehrere laufende Mandate im Bereich der Straßenbeleuchtung und Lichtsignalanlagen und kann auf umfangreiche Erfahrungen in der Vorbereitung und Begleitung von EU-weiten Vergabeverfahren sowie mit In-House Geschäften verweisen.



# Ausstellerliste

Aura Light GmbH	<a href="http://www.auralight.de">www.auralight.de</a>
ATON LICHTTECHNIK GmbH	<a href="http://www.aton-lichttechnik.com">www.aton-lichttechnik.com</a>
BöSha Technische Produkte GmbH & Co. KG	<a href="http://www.boesha.de">www.boesha.de</a>
Designplan Lighting Ltd.	<a href="http://www.designplanleuchten.de">www.designplanleuchten.de</a>
Hoffmeister Leuchten GmbH	<a href="http://www.hoffmeister.de">www.hoffmeister.de</a>
JUST NORMLICHT GmbH, Vertrieb + Produktion	<a href="http://www.just-normlicht.com">www.just-normlicht.com</a>
KD Elektroniksysteme GmbH/dimmLIGHT	<a href="http://www.dimmlIGHT.de">www.dimmlIGHT.de</a>
Pfeiffer Stahlrohrmaste GmbH	<a href="http://www.pfeiffer-stahlrohrmaste.de">www.pfeiffer-stahlrohrmaste.de</a>
Radium Lampenwerk GmbH	<a href="http://www.radium.de">www.radium.de</a>
RECOM Electronic GmbH	<a href="http://www.recom-lighting.com">www.recom-lighting.com</a>
TRILUX GmbH & Co. KG	<a href="http://www.trilux.de">www.trilux.de</a>
Vossloh-Schwabe Deutschland GmbH	<a href="http://www.vossloh-schwabe.com">www.vossloh-schwabe.com</a>
ZETT HELLUX GmbH	<a href="http://www.hellux.de">www.hellux.de</a>





**ATON LICHTTECHNIK**  
A Phoenix Mecano Company

## **ATON LICHTTECHNIK GmbH**

» Hocheffiziente und leistungsstarke LED-Beleuchtungslösungen speziell für den Außenbereich  
ATON THE LED PEOPLE: TOWN. TRAFFIC. INDUSTRY.  
[www.aton-lichttechnik.com](http://www.aton-lichttechnik.com)



## **LED Roadway Lighting**

» Kanadischer Produzent bietet geringste 'Total Cost of Ownership' und höchste Treiberzuverlässigkeit durch eigene Entwicklung und Fertigung.  
» Entworfen für eine Lebensdauer von 20 Jahren.  
[www.ledroadwaylighting.com](http://www.ledroadwaylighting.com)



## **RECOM Electronic GmbH**

» Stromversorgung: LED-Treiber, Konstantstrom & -spannung, AC- & DC-Eingang, Dimmbar, Desing-Support  
[www.recom-lighting.com](http://www.recom-lighting.com)



## **swb Beleuchtung GmbH**

» Ingenieursdienstleister mit langjährigen Kenntnissen in der Fachplanung sowie dem Betrieb und der Instandhaltung von städtischen Beleuchtungsanlagen.  
[www.swb-beleuchtung.de](http://www.swb-beleuchtung.de)



## **TechnoTeam Bildverarbeitung GmbH**

» Bildauflösende Licht- und Farbmess-technik, Nahfeldgoniophotometer, Mess- und -prüftechnik für die Produktion lichttechnischer Baugruppen  
[www.TechnoTeam.de](http://www.TechnoTeam.de)





The logo features a stylized road graphic on the left, consisting of a solid white triangle at the bottom and a dashed white line above it, both pointing upwards and to the right. To the right of this graphic, the word "LED" is written in a large, bold, white sans-serif font. To the right of "LED", the words "ROADWAY" and "LIGHTING" are stacked vertically in a smaller, bold, white sans-serif font.

# LED ROADWAY LIGHTING

**Hochwertige Lichtausbeute  
Langjährige Treiberqualität**

[www.ledroadwaylighting.com](http://www.ledroadwaylighting.com) • [alexpo@skynet.be](mailto:alexpo@skynet.be)