

DStGB DOKUMENTATION N° 143

KOMMUNALE BELEUCHTUNG



Wirtschaftliche,
technische und
rechtliche
Rahmenbedingungen



DStGB
Deutscher Städte-
und Gemeindebund
www.dstgb.de

jung
Rechtsanwälte

SKEIDE
Ingenieurbüro für
intelligente Elektrotechnik



TRIUX
SIMPLIFY YOUR LIGHT.

INHALT

Vorwort des Deutschen Städte- und Gemeindebundes	3	4 Finanzierung von Beleuchtungsprojekten	31
Vorwort Jung Rechtsanwälte und SKEIDE-Ingenieurbüro		4.1 Beleuchtungs-Contracting	31
Elektrotechnik	4	4.2 Energiegenossenschaften	32
Vorwort Trilux	5	4.3 Fördermittel	32
1 Rahmenbedingungen der		5 Vergaberechtliche Anforderungen	35
Öffentlichen Beleuchtung	6	5.1 Bedarfsplanung	35
1.1 Allgemeine Ausgangslage	6	5.2 Wahl der Verfahrensart	37
1.2 Technische Rahmenbedingungen	6	5.3 Eignungs- und Zuschlagskriterien	37
1.2.1 Normative Einordnung		5.4 Leistungsbeschreibung	38
der Bestandsbeleuchtung	9	5.5 Betrieb der Beleuchtung mit Ökostrom	39
1.2.2 Ganzheitliche Betrachtung		5.6 Direktvergabemöglichkeit	39
der Straßenbeleuchtungsanlagen	13	6 Kommunale Praxisbeispiele	40
1.2.3 Prüfung des Einsatzes von		6.1 Energetische Straßenbeleuchtungssanierung	
Managementsystemen	13	in einer mittleren Kleinstadt	40
1.3 Rechtliche		6.2 Kleine Umstellung mit großer Wirkung –	
Rahmenbedingungen	14	Light on Demand in Berlin sorgt für mehr	
1.3.1 Vorgaben des nationalen		Sicherheit bei weniger Betriebskosten	41
Gesetzgebers	15	6.3 Arnsberger Altstadt auf Smart-City-Kurs –	
2 Entwicklungen der Lichttechnik	17	Funkvernetzte Beleuchtung mit intelligenter	
2.1 Qualitätsstandards bei LED und		Steuerung jedes einzelnen Lichtpunkts	42
den Betriebsgeräten	17	6.4 Ludwigsburg mit intelligenter und vernetzter	
2.2 Prüfzeichen und Zertifizierungen		Beleuchtung – ein Rad- und Gehweg, bei dem	
bei LED-Leuchtsystemen	19	auch das Licht mitläuft	43
2.3 Effizienzsteigerungen der LED-Technik	22		
2.4 Intelligente Steuerung der Lichttechnik	24		
2.5 Smart Cities	27		
3 Betriebsmodelle und Vertragsgestaltung	29		
3.1 Darstellung der verschiedenen			
Betriebsmodelle: „Vom Betriebshof			
zum All-inclusive-Modell“	29		
3.2 Einzelne Regelungen eines			
Beleuchtungsvertrages	30		

IMPRESSUM **Redaktion**

Beigeordneter Norbert Portz, Referatsleiter Bernd Düsterdiek, Lukas Schütz,
Deutscher Städte- und Gemeindebund.

Erstellt in Kooperation mit TRILUX sowie Jung Rechtsanwälte und SKEIDE-Ingenieurbüro Elektrotechnik.

Fotos

TRILUX (Titel, S. 5, S. 7, S. 8/9, S. 13, S. 14, S. 24, S. 26, S. 27, S. 29, S. 34, S. 39, S. 40, S. 41, S. 42 und S. 43), DStGB (S. 3),
Jung Rechtsanwälte und SKEIDE-Ingenieurbüro Elektrotechnik (S. 4), shutterstock.com (S. 17, S. 31, S. 35 und S. 39).



Energieeffiziente, moderne und wartungsarme Beleuchtung schützt das Klima und spart Kosten.



*Dr. Gerd Landsberg,
Hauptgeschäftsführer
des Deutschen Städte-
und Gemeindebundes*

VORWORT DES DEUTSCHEN STÄDTE- UND GEMEINDEBUNDES

Mit dem Klimaschutzplan 2050 hat die Bundesregierung den Weg zu einem weitgehend treibhausgasneutralen Deutschland im Jahr 2050 vorgezeichnet. Der Plan stellt erstmals Klimaziele auch für einzelne Wirtschaftszweige auf und gibt eine konkrete Orientierung, wie Deutschland, seine Kommunen, Wirtschaft und Gesellschaft sich in den nächsten Jahrzehnten entwickeln sollen. Und dabei ist klar, dass insbesondere eine verbesserte Energieeffizienz und eine vermehrte Energieeinsparung eine große Rolle spielen werden.

In Deutschland belaufen sich die Kosten für kommunale Strom- und Wärmeversorgung jährlich auf rund 3,4 Milliarden Euro. Mehr als ein Drittel des kommunalen Energieverbrauchs entfällt dabei auf die Beleuchtung von Straßen, Wegen und öffentlichen Plätzen. Der Betrieb und die Wartung der über neun Millionen Lichtpunkte in deutschen Städten und Gemeinden stellen damit einen erheblichen Kostenfaktor in kommunalen Haushalten dar. Eine energieeffiziente, moderne und wartungsarme öffentliche Beleuchtung bietet Kommunen neben der Möglichkeit, wirksam Klimaschutz zu betreiben, auch enorme Chancen zur Kostenersparnis. Das Einsparpotenzial einer deutschlandweit rundum sanierten öffentlichen Beleuchtung wird auf bis 400 Millionen Euro beziehungsweise 2,2 Milliarden Kilowattstunden jährlich geschätzt.

Hinzu kommt, dass viele ältere Beleuchtungsprodukte nach den Vorgaben des europäischen Gesetzgebers nicht mehr in Verkehr gebracht werden dürfen, da sie die vorgegebenen Energieeffizienzanforderungen nicht erfüllen. So dürfen seit April 2015 beispielsweise Quecksilberdampf- und Natriumdampflampen aufgrund des HQL-Verbots der EU nicht mehr verkauft werden. Wenn die Ersatzleuchten zur Neige gehen, führt für Kommunen daher kein Weg an einer Modernisierung der Beleuchtungsanlagen vorbei.

Mit der Dokumentation „Öffentliche Beleuchtung 2017“ gibt der Deutsche Städte- und Gemeindebund Kommunen einen Leitfaden an die Hand, damit diese die zumeist erheblichen Effizienzpotenziale für eine Umrüstung veralteter Beleuchtungstechnik vor Ort identifizieren und heben können. Die Kenntnis der Rahmenbedingungen bei der öffentlichen Beleuchtung, auch in technischer und rechtlicher Hinsicht, ist elementar für eine Modernisierung der kommunalen Beleuchtung. Auch enthält diese Dokumentation Hinweise auf bestehende Fördermöglichkeiten, die von kommunaler Seite bei Projekten im Beleuchtungsbereich in Anspruch genommen werden können.

Viele Kommunen – einige davon werden mit ihren Projekten beispielhaft in der Dokumentation dargestellt – haben sich bereits entschieden, vor Ort auf eine energieeffiziente LED-Beleuchtung umzustellen. Dies ist ein Schritt, der vor dem Hintergrund kurzer Amortisationszeiten auch wirtschaftlich sinnvoll ist. Nicht nur die Einsparpotenziale und der Klimaschutz sprechen aber für eine Modernisierung der öffentlichen Beleuchtung. Ein weiterer Mehrwert lässt sich zudem dann erzielen, wenn das Licht auch als Gestaltungselement eingesetzt wird, und zwar sowohl, um Bürgerinnen und Bürgern vor Ort ein Gefühl von Sicherheit auf Straßen und Wegen zu geben als auch als Element zur Attraktivitätssteigerung von öffentlichen Plätzen, Gebäuden, Brücken etc. in der Kommune.

Berlin, im August 2017

Dr. Gerd Landsberg

» Von Anfang an
ein klares Konzept
entwickeln und
konsequent umsetzen.



Dipl.-Ing. Markus Skeide



RAin Dr. Desiree Jung,
Fachanwältin für Vergaberecht

VORWORT JUNG RECHTSANWÄLTE UND SKEIDE-INGENIEURBÜRO ELEKTROTECHNIK

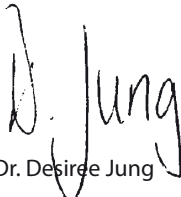
Die Aspekte, die für eine erfolgreiche Sanierung der Straßenbeleuchtung beachtet werden sollten, sind vielfältig und tangieren nicht nur die zukünftige Stromrechnung, sondern auch das Stadtbild sowie die laufenden Kosten für die Unterhaltung und Wartung der erneuerten Beleuchtung. Eine erfolgreiche Sanierungsumsetzung kann nur ökologisch und ökonomisch gelingen, wenn von Anfang an ein klares Konzept mit definierten Prioritäten und klarer Zeitvorgabe, natürlich unter Berücksichtigung der jeweiligen Haushaltslage, mit Unterstützung erfahrener Fachplaner entwickelt und konsequent umgesetzt wird. Für die Finanzierung solcher Projekte durch die Privatwirtschaft, aber auch durch öffentliche Stellen werden sehr interessante Möglichkeiten angeboten. Auch die rechtlichen Parameter einer erfolgreichen Sanierung müssen im Vorfeld durchdacht und alle Faktoren unter Berücksichtigung der individuellen Situation der jeweiligen Kommune umgesetzt werden.

Ziel dieser Publikation ist, interessierten Kommunen einen Überblick insbesondere über die aktuellen wirtschaftlichen, technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen der kommunalen Beleuchtung zu geben.

Jung Rechtsanwälte sind eine auf das Energie- und Vergaberecht spezialisierte Kanzlei mit Büro in Frechen bei Köln. Mit dem Anspruch einer maßgeschneiderten Rechtsberatung ist die Kanzlei für Kommunen und Stadtwerke im Bereich des Energie- und Vergaberechts tätig, insbesondere auch bei der Ausschreibung von Verträgen für die kommunale Straßenbeleuchtung. Jung Rechtsanwälte veröffentlichen regelmäßig Beiträge und sind als Referenten in den genannten Bereichen tätig.

SKEIDE-Ingenieurbüro Elektrotechnik mit acht Mitarbeitern in Rheinberg und weiteren Niederlassungen in Kaarst und Langenfeld haben mehr als 27 Jahre Erfahrung in der Planung von elektro- und beleuchtungstechnischen Anlagen und haben Straßenbeleuchtungsprojekte in Bezug auf die energetische Sanierung, angefangen von der Konzeptfindung bis zur Bauleitung sowie mängelfreien Abnahme, in mehr als 140 Städten und Gemeinden durchgeführt. Weitere Aktionsfelder sind u.a. gutachterliche Tätigkeiten, Fördermittelbeschaffung, gerichtsfeste Dokumentationen für die KAG-Erhebung und die ganzheitliche Analyse der gesamten Straßenbeleuchtungsanlage.

Frechen/Rheinberg, im August 2017


RAin Dr. Desiree Jung


Dipl.-Ing. Markus Skeide



» ... die zentrale Frage ist
dabei immer die Zukunfts-
fähigkeit des Gesamtsystems.

Dipl.-Betriebswirt (VWA) Stefan Metzner,
Leiter Vertrieb Außenleuchten Deutschland, TRILUX

VORWORT TRILUX

In den letzten Jahren hat die Sanierung von veralteter Außenbeleuchtung in vielen Städten und Gemeinden Fahrt aufgenommen. Das hat drei Gründe: Erstens müssen Kommunen die Klimaziele der Bundesregierung umsetzen und ihren CO₂-Ausstoß bis 2020 signifikant reduzieren. Und die Sanierung der veralteten kommunalen Außenbeleuchtung hat sich als ein starker Hebel erwiesen, um den Energieverbrauch und damit auch die CO₂-Emissionen zu senken. Zweitens belasten die veralteten Beleuchtungslösungen den kommunalen Haushalt mit unnötig hohen Energiekosten. Durch einen Umstieg auf die energieeffiziente LED-Technologie lassen sich Kosteneinsparungen von bis zu 80 Prozent realisieren, so dass sich die Investition innerhalb kurzer Zeit über sinkende Energie- und Wartungskosten amortisieren. Dennoch hat sich die Finanzierung für viele Kommunen aufgrund der Haushaltslage als schwierig erwiesen. Deshalb hat die Bundesregierung – drittens – umfangreiche Förderprogramme wie die BMUB-Förderung auf den Weg gebracht, die die finanzielle Belastung der Kommunen weiter reduzieren.

Vor diesem Hintergrund suchen viele kommunale Entscheider derzeit nach den optimalen Produkten, Prozessen und Finanzierungsmöglichkeiten für ihren speziellen Anwendungsfall. Eine zentrale Frage ist dabei immer die Zukunftsfähigkeit des Gesamtsystems – denn die durchschnittliche Lebensdauer einer Außenbeleuchtungslösung beträgt rund 30 Jahre – und im Lichtmarkt steht derzeit mit der Digitalisierung und Vernetzung der nächste Quantensprung nach der LED-Revolution an. Aus einzelnen Lichtpunkten werden intelligente Netzwerke mit einem Potenzial, das weit über die reine Beleuchtungsaufgabe hinausgeht. Unsere Städte werden immer vernetzter und smarter – eben „Smart Cities“ – und die Außenbeleuchtung

leistet einen wichtigen Beitrag dazu. All das muss im Rahmen einer Beleuchtungssanierung bedacht werden.

Als Experte und deutscher Marktführer für technische Beleuchtung sehen wir unsere Aufgabe darin, die Kommunen bei der Außenbeleuchtungssanierung ganzheitlich zu beraten und den Transformationsprozess hin zu effizienten, intelligenten und sicheren Beleuchtungsnetzwerken zu unterstützen. Ein wichtiger Baustein dazu ist unser extrem breit gefächertes modulares Produktportfolio, mit dem sich maßgeschneiderte Anwendungen in jeder Größenordnung umsetzen lassen. Denn es sind längst nicht nur Großprojekte mit vielen hundert Leuchten, die eine Transformation vorantreiben. Viele Städte und Gemeinden, beispielsweise Berlin, Ludwigsburg oder Arnsberg, setzen bewusst im ersten Schritt kleinere Smart Lighting Projekte um und nutzen diese Pilotprojekte als Grundlage für weitere Sanierungen.

Mit dieser Broschüre möchten wir kommunalen Entscheidern einen Überblick über Technologien, Lösungen, Prozesse und Finanzierungsmöglichkeiten rund um die Sanierung der kommunalen Außenbeleuchtung an die Hand geben, damit das Licht in unseren Städten besser, günstiger, intelligenter und umweltfreundlicher wird.

Arnsberg, im August 2017

Dipl.-Betriebswirt (VWA) Stefan Metzner

1 Rahmenbedingungen der Öffentlichen Beleuchtung

1.1 ALLGEMEINE AUSGANGSLAGE

Diverse Fördergeber, z. B. der Projektträger Jülich (kurz PtJ) mit dem BMU-Programm „Klimaschutzinitiative“, bieten finanzielle Unterstützung und damit eine gute Möglichkeit zur Sanierung von Beleuchtungsanlagen. Viele kommunale Entscheidungsträger innerhalb der Verwaltung und Politik sind mit schwierigen Haushaltslagen konfrontiert. Insoweit kann der Zuschuss durch Fördermittel ein Anstoß sein. Aber neben der Inanspruchnahme von Fördermitteln ist auch eine ganzheitliche Betrachtung der zu sanierenden Beleuchtungsanlagen die zentrale Aufgabenstellung. Insoweit sind die Rahmenbedingungen im Jahr 2017 und den kommenden Jahren gut, um den investiven „Stau“ in der Sanierung von kommunalen Außenbeleuchtungsanlagen zu „entkrampfen“. Besonders attraktiv ist eine Finanzierung über die KfW, deren effektiven Zinssätze derzeit deutlich unter denjenigen von Kommunalkrediten liegen.

Die Erfolgsformel für eine energieeffiziente und nachhaltige Beleuchtungssanierung mit einer vertretbaren Kapitalrendite lautet deshalb:

- Förderprogramme*
- + ganzheitliche Anlagenbetrachtung
 - = deutliche Energieeinsparung
 - + hohe Beleuchtungsqualität (mindestens Normerfüllung)
 - + signifikante Verringerung der Wartungs- und Instandhaltungskosten.

Diese Erfolgsformel ist grundsätzlich nicht schwer umzusetzen. Für die Sanierung von Straßenbeleuchtungsanlagen bedeutet dies, sich nicht nur die zu sanierenden Leuchten anzuschauen, sondern insbesondere auch die damit verbundenen Mastsysteme, Leitungsnetze und Energieverteilungen sowie über die Installation von Managementsystemen zum Controlling und zur Steuerung nachzudenken.

Eine ganzheitliche Betrachtung birgt auch weitere Chancen für eine Neugestaltung des Stadtbildes und möglicherweise auch die Verminderung von sogenannten „Angsträumen“, z. B. Dunkelzonen auf Plätzen oder an Gebäuden. Wichtig ist auch die richtige Wahl der einzusetzenden Produkte sowie deren Nachlieferfähigkeit. Insoweit ist es empfehlenswert, auf am Markt etablierte Hersteller mit zertifizierten Produkten zurückzugreifen.

Insgesamt gehen viele Kommunen den umfassenden Weg einer ganzheitlichen Sanierung. Dieser Weg findet mit der richtigen Konzeption sowohl bei der Politik und als auch den Bürgern eine hohe Akzeptanz.

1.2 TECHNISCHE RAHMENBEDINGUNGEN

Die Qualität eines Konzeptes für eine innovative und energieeffiziente Straßenbeleuchtungssanierung steht und fällt mit der systematischen und exakten Erfassung der Bestandsanlagen. Unabdingbar ist die Erfassung folgender Daten bzw. Werte:

Laufende Nummer der Leuchte mit Mastsystem

Für alle Konzept- und Planungsschritte ist eine unverwechselbare Beschreibung des Leuchtenstandortes Grundvoraussetzung für eine genaue und planungssichere Sanierung. Dazu haben viele Kommunen für jedes Beleuchtungssystem eine nur einmal vorkommende Ziffernkennzeichnung, welche in der Regel auf ein Klebeschild gedruckt und am Mast platziert wird.

Liegt kein „Ordnungssystem“ vor, sollte vor der Konzeptentwicklung ein solches definiert und umgesetzt werden. Denn nur so können Verwechslungen von Systemen vermieden werden.

Straßenschlüssel (KDVZ-Nummer) und Straßename

Eine Standortdefinition kann auch über den Straßenschlüssel und Nennung der Straße mit einer fortlaufenden Nummer für die jeweiligen Systeme in der Straße erfolgen. Auch hier gilt, dass die Bezeichnung eindeutig und einmalig sein muss.

»» *Es gibt viele Wege
zu einer guten
Beleuchtung, aber nur eine
Erfolgsformel.*

Hausnummer oder andere Positionsbeschreibung

Ideal ist eine Standortbestimmung über ein Globales Positionsbestimmungssystem (GPS) mit einer Schnittstelle zu einem Geographischen Informationssystem (GIS). Es genügt allerdings auch eine möglichst treffende Beschreibung, wie z. B. „Leuchte vor Haus-Nr. 36“ oder „Leuchte vor Haupteinfahrt zum REWE-Markt, rechte Seite“, wobei die Beschreibung auch insoweit eindeutig und einmalig sein muss.

Stadtteilbezeichnung

Hilfreich im Sinne einer schnelleren Zuordnung von Leuchten ist auch die Nennung von Stadtteilen oder Ortsteilbezeichnungen, z.B. Stadt Eschweiler-Stadtteil Kinzweiler. Denn je genauer die Ortsbeschreibung ist, desto eher können alle Projektbeteiligten die Leuchte auffinden oder einem bestimmten Konzeptschema zuordnen.

Art des Mastes (z. B. konisch, abgesetzt, Peitsche) mit Lichtpunktabstand zum nächsten Mastsystem

Bei vielen Sanierungsprojekten werden nicht nur die Altleuchten gegen neue energieeffiziente Leuchten ausgetauscht, sondern es wird zugleich auch eine neue Mastanlage installiert. Geschieht dies z. B. in einem Straßenzug nur zum Teil, so sollte – soweit technisch sinnvoll – die gleiche Mastart neu installiert werden, um die Homogenität des Straßenbildes nicht zu beeinträchtigen.

Die Aufnahme der Lichtpunktabstände ist ein weiterer wichtiger Parameter zur energetischen und beleuchtungstechnischen Neuplanung der Leuchten. Nur so können auch die normativen Forderungen weitgehend berücksichtigt werden.

Material des Mastes (z. B. Aluminium, Stahl, GFK, Holz) und Mastmanschette, sowie Mastbeschichtung

Das Material ist für den Einzelaustausch von Masten in Straßenzügen interessant, wobei Kunststoffmasten (GFK) oder Holzmasten in der heutigen Zeit eher weniger Verwendung finden. Die Gründe hierfür sind die vergleichsweise geringere Haltbarkeit und der höhere Preis.



Das Mastalter wiederum ist ein wichtiges Kriterium für die Standsicherheitsprüfung. Insoweit kann das äußere Erscheinungsbild Aufschluss über das Alter eines Mastes geben. So wurden z.B. Mastmanschetten erst ab ca. 1985 eingesetzt. Bei einer solchen Prüfung wird möglicherweise eine mangelhafte Standsicherheit des Mastes festgestellt, so dass aus Sicherheitsgründen ein Austausch des Mastes geboten ist. Viele Mastanlagen sind mittlerweile verzinkt und oft aus gestalterischen Gründen in einem bestimmten Farbton lackiert. Werden Einzelmasten oder vollständige Straßenzüge mit neuen Masten erstellt, so sollte das Kataster auch diese Information erhalten, um den Mehrpreis für die Mastlackierung in der Kostenschätzung der Planung berücksichtigen zu können.

Beschädigungen am Mast (z. B. Beulen, Knicke) oder fehlende Teile (z. B. Masttür)

Im Zuge von größeren Sanierungsmaßnahmen werden oft Mastanlagen ausgetauscht, die eigentlich im Rahmen der Wartung und Instandhaltung erneuert oder repariert werden müssten. Deshalb ist es hilfreich, wenn die Austauschkosten für defekte Masten oder fehlende Teile mit in die Kalkulation einfließen.

Masthöhen (Lichtpunkthöhen), Länge des möglichen Auslegers, Zopfdurchmesser

Die Aufnahme der Mast- bzw. Lichtpunkthöhe ist ebenfalls ein unverzichtbarer Parameter zur energetischen und beleuchtungstechnischen Neuplanung der Leuchten. Nur so können auch die normativen Forderungen weitgehend berücksichtigt werden. Ferner sollten die Länge des Auslegers sowie der Zopfkopfdurchmesser festgehalten werden.

Leuchtenfabrikate und Leuchtentypen

Beide Parameter sind für die Neuplanung der Leuchten oder möglicherweise auch für eine Umrüstung (z.B. auf LED-Technik) mit werkseitig gefertigten „Umrüstsätzen“ von Bedeutung.

Anzahl und Art der Leuchtmittel je Leuchte (1- bzw. 2-flammig) und die Leuchtmittelleistung

Für die Neuplanung und Gegenüberstellung der Alt- und Neuleistung der Leuchtensysteme sind die Anzahl und die Leuchtmittelleistung sowie die Art der Leuchtmittel (z.B. TC-TEL oder NAV) für die Konzepterstellung notwendig.

Vorschaltgerätetyp und die Gesamtleistungsaufnahme in Watt

Die Gesamtleistung einer Leuchte kann nur einwandfrei bestimmt werden, wenn die Art des Vorschaltgerätes, die Leuchtmittelleistung und die Anzahl der Leuchtmittel pro Leuchte bekannt sind.

BEISPIEL

Eine Leuchte hat zwei Leuchtmittel (HQL) mit jeweils 125 Watt, betrieben mit einem konventionellen Vorschaltgerät (KVG). Die Gesamtsystemleistung der Leuchte wird folgendermaßen berechnet:

$$\begin{aligned} 2 \text{ Leuchtmittel} \times 125 \text{ Watt} &= 250 \text{ Watt} \\ + 12 \% \text{ Verlustleistung der Vorschaltgeräte} \\ \Rightarrow 280 \text{ Watt Systemleistung der Leuchte.} \end{aligned}$$

Baujahrbestimmung durch Typenschild in der Leuchte oder Leuchtentyp oder Bebauung des jeweiligen Straßenzuges

Oft bereitet die Ermittlung des genauen Baujahres von Beleuchtungssystemen Schwierigkeiten. Dann helfen möglicherweise Typenschilder in der Leuchte oder die Art der Bebauung, z.B. in Wohngebieten, weiter. Sie geben eine ungefähre Orientierung, wann die Straßenbeleuchtungsanlage erstellt worden ist. Das Anlagenalter ist von Bedeutung für mögliche Abschreibungen und für die Überlegung, welche Leuchtensysteme in welcher zeitlichen Abfolge saniert werden sollten.

Kabellängen und Kabeltypen sowie Art der Verkabelung

In den meisten Sanierungsfällen liegt kein Netzplan mit den im Straßenbeleuchtungsnetz befindlichen Energieverteilern und deren Leitungssträngen in den jeweiligen Straßenzügen vor. Bei einer ganzheitlichen und nachhaltigen Sanierung sollten gerade Leitungslängen und das Alter von Kabelstrecken mit in die Konzeptfindung einfließen. Möglicherweise müssen zur optimalen Netzstruktur noch weitere Energieverteilungen installiert oder Kabelstrecken mit hoher Ausfallhäufigkeit aufgrund von Isolationsfehlern ausgetauscht werden. Die Kosten dafür sollten natürlich frühzeitig angezeigt werden, um in das Sanierungskonzept einfließen bzw. bei der Mittelbeschaffung berücksichtigt werden zu können.

Sonstige Bemerkungen

Auch insbesondere defekte Leuchtenteile, starker Bewuchs durch Bäume oder Rankpflanzen im Bereich der Leuchte, dadurch starke Einschränkung der Beleuchtungsstärke oder stark verschmutzte Leuchtengläser, Zustand des Kabelübergangskastens im Mast und weitere im Einzelfall relevante Angaben sollten bei einer Bestandsaufnahme in das Kataster eingepflegt werden, um ebenfalls im Rahmen eines Sanierungskonzeptes Berücksichtigung finden zu können. Wird der Leuchtenstandort in der Ausführungsphase angefahren, können auch gleich kleine Reparaturen oder ein Austausch von Komponenten mit ausgeführt werden. Dies spart die Kosten einer weiteren Anfahrt des Montagepersonals.





Bestimmung der Straßenklassifizierung (Kategorie) nach EN 13201

Nur wenn diese Werte vorliegen, kann eine Planung in Anlehnung an die normativen Vorgaben erfolgen. Ein möglicherweise projektbegleitender Fachplaner ist verpflichtet, diese Parameter zu kennen und planerisch zu berücksichtigen.

Bei der Erfassung von Katasterdaten sollten die Straßengeometrien ebenfalls erfasst werden, z.B. Breite der Straßen, Bürgersteige, Parkstreifen, Fahrradwege. Hier sind auch Fotos aller Teilstrecken hilfreich. Im Idealfall wird jedes Leuchtsystem mit einem Bild erfasst.

Anzahl der Energieverteilungen und deren jeweiligen Kabelabgänge

Die Anzahl und der Standort von Energieverteilungen für eine Überprüfung des Versorgungsnetzes der Straßenbeleuchtung ist von elementarer Bedeutung, d.h. die Bestimmung der Leuchtenanzahl und Kabellänge der jeweiligen Abgänge eines Verteilers. Nur so kann festgestellt werden, ob die Kabelquerschnitte ausreichend sind und bestimmte Schutzschaltungen überhaupt noch funktionieren können.

Zustand der Energieverteilungen und Feststellung möglicher Ausbaureserven für Straßenbeleuchtungssteuerungen

Im Sinne einer nachhaltigen Sanierung sollten auch „marode“ Energieverteilungen ausgetauscht werden (Grundlage die DGUV Vorschrift Nr. 3 und die einschlägig bekannte VDE 0100). Denn nicht vorschriftsmäßige Verteilungen dürfen aus Sicherheitsgründen nicht betrieben werden. Daher sollte bei der Datenerfassung von jedem Verteiler eine Außen- und Innenaufnahme als Bild erstellt werden. Dadurch werden unliebsame Überraschungen bei der Ausführung vermieden.

Je genauer die vorgenannten Daten erfasst werden, desto genauer können der Finanzbedarf ermittelt und die Neuplanung für eine ökologische und ökonomische Neugestaltung einer neuen Straßenbeleuchtung vorgenommen werden.

Zur Analyse der IST-Kosten für die Betriebsunterhaltung der Bestandsanlage dienen natürlich mögliche Betriebsunterhaltungsverträge oder die klassischen Wartungs- und

Instandhaltungsverträge mit Einheitspreisen für definierte Leistungen. Die wenigsten Kommunen unterhalten die Straßenbeleuchtung in Eigenregie, d.h. mit eigenem Personal und Baubetriebshof, da die Kosten für die Vorhaltung von Personal, Geräten und Fahrzeugen (z.B. Hubsteiger, Messgeräte u. a.) nicht unerheblich sind.

Die wichtigsten Positionen der IST-Kosten sind:

- » Energiekosten,
- » Kosten für die Wartung- und Instandhaltung der Leuchten und Mastsysteme,
- » Kosten für die Wartung- und Instandhaltung der Energieverteilungen und des Kabelnetzes,
- » Kosten für die Beseitigung von Schäden durch Unfälle und Vandalismus sowie
- » Personalkosten für die Verwaltung der oben genannten Positionen.

Es wird empfohlen, einen Betrachtungszeitraum von mindestens drei Jahren zu wählen, damit ein belastbarer Mittelwert für die Betriebsunterhaltung definiert werden kann.

PRAXISTIPP

1.2.1 NORMATIVE EINORDNUNG DER BESTANDSBELEUCHTUNG

Die zentrale Aufgabe der kommunalen Straßenbeleuchtung besteht darin, die Verkehrsteilnehmer – also Fußgänger, Rad- und Kraftfahrer – durch eine optimale Beleuchtungssituation bei Dunkelheit vor Schäden und Verletzungen zu schützen. Um hier einen einheitlichen Standard zu schaffen, sind die normativen Anforderungen an die Straßenbeleuchtung in der europäischen Norm DIN EN 13 201 definiert. Die Norm setzt sich aus insgesamt fünf Teilen zusammen. Teil eins der Normenreihe wird derzeit überarbeitet. Die Teile zwei bis fünf der DIN EN 13 201 sind im Juni 2016 als überarbeitete Fassung erschienen.

Europaweit gelten weitgehend einheitliche Anforderungen an die Qualität der Straßenbeleuchtung, die im europäischen Beleuchtungsstandard EN 13 201 festgeschrieben sind. Für die Aus- und Überarbeitung der Normenreihe ist das Technische Komitee (TC) CEN TC 169 (CEN – Comité Européen de Normalisation) zuständig. Die Normenreihe besteht aus insgesamt fünf Teilen.

Teil 1: Auswahl der Beleuchtungsklassen

Teil 2: Güteermkmale

Teil 3: Berechnung der Güteermkmale

Teil 4: Methoden zur Messung der Güteermkmale

Teil 5: Energieeffizienzindikatoren

DIN 13 201 Teil 1:

Auswahl der Beleuchtungsklassen

Teil 1 der aktuellen europäischen Normenreihe EN 13201 wurde als CEN/TR 13201-1 veröffentlicht. Unterschiedliche nationale Gegebenheiten fanden keine Berücksichtigung, so dass verschiedene Staaten eine Überarbeitung ihrer nationalen Norm vornahmen. In Deutschland ist die Überarbeitung noch nicht abgeschlossen.

Die Auswahl der Beleuchtungsklassen erfolgt mit Hilfe von Parametern, die die wesentlichen Einflüsse einer Straße und ihres Umfeldes auf die Auslegung der Straßenbeleuchtung widerspiegeln. Diese Auswahl ist daher eine unabdingbare Voraussetzung, um die normativ damit verbundenen Gütemerkmale der Beleuchtung zu ermitteln. In Deutschland werden vorrangig die Beleuchtungsklassen M, C und P verwendet.

Anwendung des Teil 1 bis zur Veröffentlichung der überarbeiteten Neufassung

Bis zum Erscheinen der überarbeiteten Version kann die bisherige DIN 13201-1 weiterhin angewendet werden, unter Berücksichtigung folgender Aspekte:

M-Klassen (alt: ME- und MEW-Klassen)

Die bisherigen ME1 bis ME6 und MEW1 bis MEW5 werden durch die Beleuchtungsklassen M1 bis M6 ersetzt. Da den jeweiligen Ziffern gleiche Beleuchtungsniveaus (Wartungswert der mittleren Fahrbahnleuchtdichten) zugeordnet sind, kann die Nummerierung identisch angewendet werden. Ebenfalls neu: Die bisherigen Beleuchtungsklassen ME3a, ME3b und ME3c werden in der Beleuchtungsklasse M3 zusammengefasst, die bisherigen Beleuchtungsklassen ME4a und ME4b werden zur Beleuchtungsklasse M4.

» ÜBERSICHT ÜBER DIE BELEUCHTUNGSKLASSEN NACH EN 13201-2

M-Klassen (alt: ME- und MEW-Klassen) Die Beleuchtungsklassen M1 bis M6 gelten für Straßen mit mittleren bis höheren Fahrgeschwindigkeiten. Die Gütemerkmale der Beleuchtung entsprechen der Leuchtdichtebewertung.	Die Gütemerkmale sind: $\bar{L}_m$, U_0 , U_l , TI , SR . SR (Umgebungs-Beleuchtungsstärkeverhältnis) – ein neues Gütemerkmal – ist das Verhältnis der mittleren Beleuchtungsstärke der beiden außerhalb der Fahrbahn angrenzenden Flächen zur mittleren Beleuchtungsstärke der äußeren Fahrstreifen der Fahrbahn, wobei beide Flächen die gleiche Breite aufweisen.
C-Klassen (alt: CE-Klassen) Die Beleuchtungsklassen C0 bis C5 werden wie die M-Klassen angewendet, jedoch für Straßen mit Konfliktzonen, wie Straßenkreuzungen, Einmündungen, Kreisverkehre, Staubereiche an Kreuzungen, Straßen mit Fußgängern und Radfahrern, Einkaufs- und Geschäftsstraßen, auch für Unterführungen und Treppen. Die Gütemerkmale der Beleuchtung entsprechen der Beleuchtungsstärkebewertung.	Die Gütemerkmale sind: $\bar{E}_m$, U_0
P-Klassen (alt: S-Klassen) Die Beleuchtungsklassen P1 bis P7 werden für Fußgänger- und Radfahrerbereiche, Stand- und Sicherheitsstreifen und andere Straßenbereiche außerhalb der Fahrbahnen, für repräsentative Straßen, Anwohnerstraßen, Fußgängerzonen, Fußwege, Radwege, Parkstraßen, Parkplätze, Schulhöfe usw. angewendet. Die Beleuchtung wird nach dem Kriterium Beleuchtungsstärke bewertet.	Die Gütemerkmale sind: $\bar{E}_m$, E_{min}
HS-Klassen (alt: A-Klassen) Die Beleuchtungsklassen HS1 bis HS4 werden zur Gesichtserkennung herangezogen. Die Bewertung erfolgt mit der halbsphärischen (halbzylindrischen) Beleuchtungsstärke $\bar{E}_{hs}$.	Die Gütemerkmale sind: $\bar{E}_{hs}$, U_0
SC-Klassen (alt: ES-Klassen) Die Beleuchtungsklassen SC1 bis SC9 ermöglichen eine zusätzliche Bewertung der Beleuchtung durch den Mindestwert der halbzyklindrischen Beleuchtungsstärke $E_{sc,min}$ (sc – semicylindrical), z.B. für Bereiche erhöhter Kriminalität, d.h. zur Identifizierung von Personen und Objekten gegen das subjektive Gefühl der Unsicherheit in Fußgängerzonen und auf Parkplätzen.	Das Gütemerkmal ist: $E_{sc,min}$
EV-Klassen Die Beleuchtungsklassen EV1 bis EV6 ermöglichen eine zusätzliche Bewertung der Beleuchtung durch den Mindestwert der vertikalen Beleuchtungsstärke $E_{v,min}$, z.B. an Mautstellen, in Umschlag- und Rangierbereichen usw.	Das Gütemerkmal ist: $E_{v,min}$

C-Klassen (alt: CE-Klassen)

Die bisherigen Beleuchtungsklassen CE0 bis CE5 werden zu den Beleuchtungsklassen C0 bis C5. Auch hier sind den jeweiligen Ziffern die gleichen Beleuchtungsniveaus (Wartungswert der mittleren Beleuchtungsstärke) zugeordnet und können daher uneingeschränkt verwendet werden.

P-Klassen (alt: S-Klassen)

Die bisherigen Beleuchtungsklassen S1 bis S6 werden in die Beleuchtungsklassen P1 bis P6 überführt. Auch hier führt die ermittelte Ziffer für die jeweilige Beleuchtungsklasse zu identischen Beleuchtungsniveaus (Wartungswert der mittleren Beleuchtungsstärke). Die Beleuchtungsklasse P7 wird in Deutschland nicht angewendet.

EN 13 201 Teil 2: Gütemerkmale

Die Gütemerkmale werden nach dem Grundsatz gewählt, dass die Qualität der Straßenbeleuchtung umso höher sein muss, je höher das Sicherheitsrisiko für die Verkehrsteilnehmer ist. Dieses Risiko wird im ersten Teil der EN 13 201 definiert und hängt entscheidend von der Geschwindigkeit der Verkehrsteilnehmer ab, die die Kollisionsgefahr beeinflusst. Weitere Faktoren, die die Gütemerkmale mitbestimmen, sind beispielsweise die Verkehrsstärke bei Nacht und das Risiko, das entsteht, wenn ruhende Verkehrsteilnehmer (parkende Autos oder Fußgänger am Straßenrand) in den fließenden Verkehr einscheren bzw. die Straße überqueren.

Gütemerkmale der Straßenbeleuchtung

Die Qualität der Straßenbeleuchtung wird über folgende Gütemerkmale definiert:

- » Wartungswert der mittleren Leuchtdichte bzw. Beleuchtungsstärke
- » Gleichmäßigkeit der Leuchtdichte bzw. Beleuchtungsstärke
- » Minimalwert der Beleuchtungsstärke
- » Blendungsbegrenzung

» DIE GÜTEMERKMALE DER NEUEN BELEUCHTUNGSKLASSEN NACH DIN EN 13 201-2: 2016-6

2005 Klasse	2016 Klasse	$\bar{E}$ in lx [Wartungswert]	E_{min} in lx [Wartungswert]	$E_{v,min}$ in lx [Wartungswert]	$E_{sc,min}$ in lx [Wartungswert]	f_{T1} in % [Höchstwert]
S1	P1	15,00	3,00	5,0	3,0 ²⁾	20
S2	P2	10,00	2,00	3,0	2,0	25
S3	P3	7,50	1,50	2,5	1,5	25
S4	P4	5,00	1,00	1,5	1,0	30
S5	P5	3,00	0,60	1,0	0,6	30
S6	P6	2,00	0,40	0,6	0,4 ²⁾	35
S7	P7	unbestimmte Anforderung	unbestimmte Anforderung			Merkmal nicht bestimmt

Detail-Informationen in der Fachliteratur

Weiterführende detaillierte Informationen finden sich in der entsprechenden Fachliteratur, beispielsweise der kostenlos erhältlichen Beleuchtungspraxis Außenbeleuchtung von TRILUX.



Darüber hinaus muss eine Beleuchtungsanlage weitere Bedingungen erfüllen, um einen reibungslosen Verkehr zu garantieren. Dazu zählt insbesondere die visuelle Führung der Nutzer. So können beispielsweise Leuchten mit einem höheren Leuchtenlichtstrom genutzt werden, um das Beleuchtungsniveau in kritischen Bereichen wie Kreuzungen oder Kreisverkehre anzuheben, so dass sie bereits aus größerer Entfernung wahrgenommen werden.

Zur Farbwiedergabe macht die EN 13 201 keine konkreten Vorgaben – sie soll jedoch das Führen von Fahrzeugen, die Orientierung der Fußgänger und die Identifikation von Personen oder Objekten ermöglichen. Behörden haben jedoch nach CEN/TR 13201-1 die Möglichkeit, besondere Farbwiedergabeeigenschaften vorzugeben, beispielsweise aus Gründen des Beleuchtungskomforts oder aufgrund einer Kameraüberwachung.

EN 13 201 Teil 3:

Veränderungen bei der Berechnung der Gütemerkmale

Die Berechnung der Gütemerkmale erfolgt in der Neufassung der EN 13 201-3 (2016) grundsätzlich analog zur Version von 2005. Neu sind die Betrachtungen zum Randbeleuchtungsverhältnis R_{EI} . Es löst das bisherige Verfahren zur Bestimmung des Umgebungsbeleuchtungsstärkeverhältnisses SR ab und wird in Teil 3 der DIN EN 13 201 detailliert beschrieben.

Bei der Bestimmung von R_{EI} wird für jede Fahrbahnseite das Verhältnis der mittleren Beleuchtungsstärke auf dem Randstreifen ($\bar{E}_1$ bzw. $\bar{E}_4$) zur mittleren Beleuchtungsstärke auf den äußeren Fahrstreifen (Fahrspuren) ($\bar{E}_2$ bzw. $\bar{E}_3$) der Straße gebildet. Beide Werte müssen die Anforderungen der jeweiligen Beleuchtungsklasse erfüllen.

$$R_{EI12} = \bar{E}_1 / \bar{E}_2$$

$$R_{EI43} = \bar{E}_4 / \bar{E}_3$$

$$R_{EI} = \min(R_{EI12}, R_{EI43})$$

**>> AUSWAHLVERFAHREN NACH BISHERIGER DIN 13201-1 MIT ANWENDUNGSBEISPIELEN
BIS ZUM ERSCHEINEN EINER NEUEN DIN 13201-1 (VERMUTLICH ENDE 2018)**

Typische Geschwindigkeit des Hauptnutzers	Nutzertypen innerhalb einer betrachteten Fläche				
	Hauptnutzer	Andere zugelassene Nutzer	Ausgeschlossene Nutzer	Situation	Beispiele
> 60 km/h	Motorisierter Verkehr	Keine	Langsam fahrende Fahrzeuge, Rad- bzw. Mopedfahrer, Fußgänger	A1	Autobahnen und Kraftfahrstraßen, wie Schnell- und Umgehungsstraßen mit oder ohne Mittelstreifen
		Langsam fahrende Fahrzeuge	Rad- bzw. Mopedfahrer, Fußgänger	A2	Höherrangige Landstraßen, ggf. mit separatem Rad- und Fußweg, wie Hauptverkehrs- und Durchfahrtsstraßen
		Langsam fahrende Fahrzeuge, Rad- bzw. Mopedfahrer, Fußgänger	Keine	A3	Nachgeordnete Landstraßen, wie Haupt- und Durchgangsstraßen z.B. in Dörfern
> 30 ... ≤ 60 km/h	Motorisierter Verkehr, langsam fahrende Fahrzeuge	Rad- bzw. Mopedfahrer, Fußgänger	Keine	B1	Hauptverkehrsstraßen, Verbindungsstraßen z.B. von Wohngebieten, Sammelstraßen, Anliegerstraßen
	Motorisierter Verkehr, langsam fahrende Fahrzeuge, Rad- bzw. Mopedfahrer	Fußgänger	Keine	B2	
> 5 ... ≤ 30 km/h	Rad- bzw. Mopedfahrer	Fußgänger	Motorisierter Verkehr, langsam fahrende Fahrzeuge	C1	Rad- und Fußwege, auch solche, die neben, aber getrennt von Fahrstraßen verlaufen
	Motorisierter Verkehr, Fußgänger	Keine	Langsam fahrende Fahrzeuge, Rad- bzw. Mopedfahrer	D1	Autobahnrastanlagen, Containerplätze
		Langsam fahrende Fahrzeuge, Rad- bzw. Mopedfahrer	Keine	D2	Bahnhofsvorplätze, Busbahnhöfe, Taxistände
	Motorisierter Verkehr, Rad- bzw. Mopedfahrer	Langsam fahrende Fahrzeuge, Fußgänger	Keine	D3	Anlieger- und Wohnstraßen, verkehrsberuhigte Zonen, Spielstraßen, Zone-30 km/h-Straßen, meist mit Gehweg
	Motorisierter Verkehr, langsam fahrende Fahrzeuge, Rad- bzw. Mopedfahrer, Fußgänger	Keine	Keine	D4	Anlieger- und Wohnstraßen, verkehrsberuhigte Zonen, Zone-30 km/h-Straßen, meist ohne Gehweg, Parkplätze, Werkstraßen und Verkehrsweg für den Lade- und Zubringerverkehr
Schrittgeschwindigkeit	Fußgänger	Keine	Motorisierter Verkehr, langsam fahrende Fahrzeuge, Rad- bzw. Mopedfahrer	E1	Fußgänger- und Einkaufszonen, Fußwege, Fußwege neben und getrennt von Fahrbahnen
		Motorisierter Verkehr, langsam fahrende Fahrzeuge, Rad- bzw. Mopedfahrer	Keine	E2	Fußgänger- und Einkaufszonen mit Lade- und Zubringerverkehr, Fußwege, verkehrsberuhigte Zonen, Spielstraßen

1.2.2 GANZHEITLICHE BETRACHTUNG DER STRAßENBELEUCHTUNGSANLAGEN

Eine zukunftsorientierte Straßenbeleuchtungssanierung ist mehr als die Reduzierung auf Energiekosten und Effektivität von Wartung und Instandhaltung. In einem „Lighting System Design Process“ müssen vielmehr auch die Auswahl von Leuchten, Lichtpunkthöhen und Lichtfarben sowie die städtebaulichen Gegebenheiten intensiv analysiert und diskutiert werden. Insbesondere sollten besondere Bereiche (z.B. Angst- und Konfliktzonen), aber auch eine bestimmte Art der Bebauung bei der Planung und Auswahl bestimmter Leuchten und Techniken berücksichtigt werden.

Hilfreich sind hier Tag- und Nachtfahrten bzw. Begehungen durch diverse Bebaubauungsstrukturen einer Kommune. Auch die Tagwirkung einer neuen Straßenbeleuchtung ist im Hinblick auf die Stadtgestaltung wichtig. Weiterhin spielen u.a. Geschosshöhen, Straßenbreiten, Fahrbahnbeläge und Fassadenbaustoffe eine besondere Rolle bei der Entscheidung für neue Leuchtensysteme. Hier darf die Auswahl der Leuchten nicht ausschließlich von wirtschaftlichen Kennziffern getrieben werden, denn das Design der Leuchten und auch die optimale Beleuchtungsstärke mit einer richtig gewählten Lichtfarbe machen die Sanierung erst zu einem vollen Erfolg. Ziel der optimalen Bündelung der vorstehenden Faktoren ist auch die Erreichung einer breiten Akzeptanz auf Seiten der Bürger.

Um eine innovative Planung und Umsetzung aus einem Guss zu erreichen, ist auch die Integration von Platzbeleuchtungen, Anstrahlungen (z.B. von Brunnenanlagen, Fassaden, Brücken und Denkmälern), Fußwegen und den sogenannten Angsträumen (z.B. in Grünflächen und Parkanlagen) sinnvoll.

PRAXISTIPP

Für eine ganzheitliche und umfängliche Sanierung ist die Aufstellung eines spezifischen Maßnahmenplans mit Prioritätszuordnung zwingend notwendig. Dazu gehört natürlich auch die Kostenschätzung der jeweiligen Projektschritte. Dadurch wird die Möglichkeit geschaffen, dass Sanierungsprojekt aus haushaltstechnischen Gründen auch über mehrere Jahre sinnvoll umzusetzen.

Eines wird nicht gelingen, eine Umsetzung nach dem Motto *„jedes Jahr hier ein bisschen und dort noch etwas“*, denn ohne Grundkonzept und den berühmten „roten Faden“ würden öffentliche Finanzmittel ineffektiv eingesetzt.



1.2.3 PRÜFUNG DES EINSATZES VON MANagementsYSTEMEN

Selbst für die energieeffizienteste LED-Lösung gilt: wenn sie leuchtet, obwohl das Licht aktuell nicht benötigt wird, verursacht sie unnötige Kosten. Um das Beleuchtungsniveau an den realen Bedarf anzupassen, werden mittlerweile viele Außenbeleuchtungslösungen mit einem Lichtmanagementsystem und intelligenten Sensoriken kombiniert. Zudem bietet ein Lichtmanagementsystem den Betreibern die Möglichkeit, die Außenleuchten einfach und komfortabel zu vernetzen, zu steuern und zu überwachen. Vor der Entscheidung für eine bestimmte Außenbeleuchtungslösung sollte geklärt werden, ob und in welchem Umfang die individuellen Projekte von einem Lichtmanagement profitieren können.

Sensorik und Dimmprofile – Energiekosten um bis zu 90 Prozent reduzieren

Durch den Einsatz modernster LED Technologie lassen sich die Energiekosten einer Außenbeleuchtungslösung im Vergleich zu konventionellen Systemen oft um weit mehr als 50 Prozent senken. Aber Energieeffizienz ist erst der Anfang. Denn eine zeitgemäße und zukunftsfähige

Beleuchtungslösung bietet viel mehr. Durch die Kombination mit einem Lichtmanagementsystem und einer intelligenten Sensorik lassen sich Einsparungen von bis zu 90 Prozent erzielen. So können Präsenzmelder die Anwesenheit von Personen oder Fahrzeugen im festgelegten Bereich erfassen und Tageslichtsensoren sind in der Lage, eine Beleuchtungsanlage erst dann zu aktivieren, wenn die Helligkeit ein bestimmtes Niveau unterschreitet. Darüber hinaus lassen sich mit einem Lichtmanagementsystem beispielsweise zeitabhängige Dimmprofile einrichten, so dass zu Zeiten mit geringem (Personen)-Verkehr ein niedriges Grundbeleuchtungsniveau vorherrscht (weiterführende Informationen und Beispiele, siehe Kapitel 2.4, 2.5 und 6).

Intelligente Steuerung – Flexibilität dank webbasierter Software

Ein leistungsfähiges Lichtmanagementsystem bietet dem Betreiber in der Regel einen komfortablen Online-Zugriff auf das gesamte Außenbeleuchtungsnetzwerk. Das ermöglicht Städten und Kommunen umfangreiche Möglichkeiten zur individuellen und flexiblen Steuerung der Leuchten. So können bestimmte Stadtbereiche bei Bedarf gezielt länger beleuchtet werden, zum Beispiel bei einer Veranstaltung. Auch das Dimmniveau und die Lichtfarbe lassen sich bei entsprechend ausgelegten Leuchten einfach per Mausklick über die Online-Benutzeroberfläche regeln. Damit lässt sich auch die Außenbeleuchtung gezielt für das Stadtmarketing nutzen.

Analyse- und Reporting-Tools – mehr Transparenz und weniger Kosten

Umfangreiche Analyse- und Reporting-Tools bieten einen Ad-Hoc-Einblick in alle relevanten Systemparameter, beispielsweise den Betriebszustand, den Energieverbrauch, die Temperatur oder die Schalthäufigkeiten bei sensorgesteuerten Leuchten. Anhand dieser Informationen lassen sich präzise Energieverbrauchs- und -einsparungsdaten generieren und so die Effizienz des Gesamtsystems optimieren.

Zudem identifiziert das System eventuelle lichtspezifische Störungen – und versendet automatische Ausfallberichte in Echtzeit. Damit können defekte Leuchten gezielt identifiziert und innerhalb kürzester Zeit ersetzt bzw. repariert werden. Auch die Kosten und der Aufwand für die Wartung lassen sich durch die so genannte Predictive Maintenance – also vorausschauende, proaktive Instandhaltung – um bis zu 50 Prozent senken. Denn durch die genaue Kenntnis der Systemparameter können die Wartungszyklen an den realen Bedarf angepasst werden, statt sich an fest definierten Intervallen zu orientieren. Das reduziert gleichermaßen Aufwand und Kosten.

Zukunftssicherheit – heute ein Lichtpunkt, morgen ein Netzwerk

Die Entscheidung für eine Außenbeleuchtungslösung reicht weit in die Zukunft – im Schnitt sind die Systeme auf mindestens 30 Jahre Betriebsdauer ausgelegt. Schon heute ist absehbar, dass die Möglichkeiten, die ein intelligentes Außenbeleuchtungsnetzwerk bietet, innerhalb der nächsten Jahre rapide zunehmen werden. Deshalb ist die Kompatibilität des Systems für kommende Anwendungen ein wichtiges Kriterium für die Leistungsfähigkeit und Zukunftssicherheit. Ideale Voraussetzungen bieten modulare Baukasten-Systeme mit offenen Schnittstellen, durch die sich neue Hard- und Software-Komponenten schnell und mühelos integrieren lassen. Mehr Informationen dazu unter Kapitel 2.5.

1.3 RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN

Der Betrieb der kommunalen Beleuchtung ist auch rechtlichen Vorgaben unterworfen, deren Einhaltung bei der Planung und Umsetzung von Maßnahmen zu gewährleisten ist. Hierzu soll im Folgenden ein Überblick erfolgen.

Revision der Ökodesign-Richtlinie

Die von der EU verabschiedete Ökodesign-Richtlinie schreibt Mindestanforderungen an die Energieeffizienz von energiebetriebenen Produkten vor. Die Vorgaben betreffen unter anderem Lampen, Leuchten und Vorschaltgeräte für die Straßenbeleuchtung – und fungieren damit als starker Treiber für einen Transformationsprozess hin zu energieeffizienten und umweltfreundlichen Außenbeleuchtungssystemen. Aktuell wird an einer Revision der Ökodesign-Richtlinie gearbeitet, die voraussichtlich jedoch nicht vor 2018 veröffentlicht werden wird.



Für Straßenbeleuchtung lief 2012 die Zulassung für ineffiziente Natriumdampflampen aus

Die Ökodesign-Richtlinie – von der Rahmenrichtlinie bis zur Revision

Die Ökodesign-Richtlinie 2005/32/EG (auch ErP-Richtlinie, Energy related Products) wurde 2005 von der Europäischen Union als Rahmenrichtlinie verabschiedet und in Deutschland 2008 mit dem Energiebetriebene-Produkte-Gesetz (EBPG) in nationales Recht übertragen. Im Folgejahr wurden die Anforderungen an die Straßenbeleuchtung von der EU weiter konkretisiert, durch die EU-Ökodesign-Verordnungen für Beleuchtungsprodukte EG 244/2009 und EG 245/2009. Im Fokus standen dabei (unter anderem) Leuchtstofflampen ohne eingebautes Vorschaltgerät, Hochdruckentladungslampen sowie Vorschaltgeräte und die entsprechenden Leuchten.

Durch die neuen Verordnungen dürfen Produkte, die bestimmte Mindestanforderungen an die Energieeffizienz nicht erfüllen, nicht mehr in Verkehr gebracht werden. Die Anforderungen wurden sukzessive in vier Umsetzungsschritten ausgeweitet – 2010, 2012, 2015 und 2017 – so dass den Herstellern ausreichend Zeit verblieb, um ihre Produktion auf die neuen Rahmenbedingungen umzustellen. So lief beispielsweise die Zulassung für ineffiziente Natriumdampflampen im März 2012 aus. Von den neuen Regelungen sind auch die zur Straßenbeleuchtung immer noch verbreiteten, ineffizienten Hochdruck-Quecksilberdampflampen betroffen.

Was bedeutet die Ökodesign-Richtlinie für kommunale Betreiber?

Die Ökodesign-Richtlinie – und die konkret damit verbundenen Fristen – richten sich in erster Linie an die Hersteller von Beleuchtungslösungen bzw. -komponenten sowie an den Handel. Für kommunale Betreiber besteht keine direkte Pflicht, eine bereits installierte, ineffiziente Beleuchtungslösung an die neuen Rahmenbedingungen anzupassen. Bestehende kommunale Lagerbestände können auch jenseits der angegebenen Fristen noch aufgebraucht werden. Dennoch sollten sich die Betreiber von Beleuchtungsanlagen mit Blick auf zukünftig verbotene Leuchtmittel rechtzeitig nach alternativen Beleuchtungslösungen umsehen – zumal es wahrscheinlich ist, dass die Revision der ErP eine weitere Verschärfung der Rahmenbedingungen mit sich bringen wird.

Auch wenn bislang keine rechtliche Verpflichtung zu einer Umrüstung besteht, ist eine Sanierung häufig sinnvoll, da sich hohe Einsparungen bei den Betriebskosten realisieren lassen – und der Gesetzgeber einen Umstieg mit umfangreichen Förderprogrammen unterstützt, siehe Kapitel 4.3.

1.3.1 VORGABEN DES NATIONALEN GESETZGEBERS

Die nachfolgenden Ausführungen zu den rechtlichen Rahmenbedingungen (so auch zum Vergaberecht unter Punkt 5) sollen einen allgemeinen Überblick verschaffen. Auf detaillierte Rechtsausführungen muss aus Darstellungsgründen verzichtet werden.

Beleuchtungspflicht

Die Aufgabe der kommunalen Beleuchtung wird in einzelnen Landesgesetzen¹ ausdrücklich geregelt. In den übrigen Ländern trifft den jeweiligen Träger der Straßenbaulast eine Verkehrssicherungspflicht, aus der sich grundsätzlich eine Verpflichtung zur Beleuchtung ableitet. Der Verkehrssicherungspflichtige hat Gefahrenquellen zu beseitigen und vor ihnen zu warnen. Die Verkehrssicherungspflicht kann aber auch z. B. an einen Betriebsführer der Beleuchtungsanlagen delegiert werden, wobei dann die Kommune weiterhin eine Kontrollpflicht dahingehend trifft, dass die Verkehrssicherungspflicht vom Betriebsführer eingehalten wird.

Mit der grundsätzlichen Verpflichtung zur Beleuchtung ist noch nicht die Frage von Art und Ausmaß der Beleuchtung beantwortet. Art und Ausmaß der Beleuchtung durch die jeweilige Kommune hängen von verschiedenen individuellen Faktoren (z. B. Einschätzung der Gefahrensituation bei Betrachtung der Straßen und möglicher gefährdeter Rechtsgüter sowie die Finanzsituation der Kommune) ab. Insoweit ist es sinnvoll, Art und Ausmaß der Beleuchtung für einzelne Straßenzüge zu planen, da im Falle von Schadensereignissen möglicherweise Haftungsfälle verbunden mit Schadensersatzansprüchen resultieren können. Dies sollte auch beim Abschluss von Betriebsführungsverträgen berücksichtigt werden. Die Einbeziehung eines Fachplaners zur Bestimmung der Beleuchtungsstärke kann hier sinnvoll sein.

Vergaberecht

Die Frage, ob und wie Leistungen der kommunalen Beleuchtung von Kommunen ausgeschrieben werden müssen, hängt maßgeblich davon ab, ob die EU-Schwellenwerte erreicht oder überschritten werden.

Gelangt man in den Bereich der sogenannten Unterschwellenvergabe sind insbesondere das Haushaltsvergaberecht sowie die einschlägigen Landesvergabegesetze relevant. Künftig wird die Vergabe von Dienst- und Lieferleistungen im Unterschwellenbereich mit jeweiliger Umsetzung des Anwendungsbefehls auf Bundes- und Länderebene durch die Unterschwellenvergabeordnung (UVgO)

¹ Art. 51 Abs. 1 BayStrWG, § 7 Abs. 5 BerlStrG, § 51 Abs. 1 SächStrG, § 41 Abs. 1 StrG BW.

geregelt. Für Bauleistungen bleibt es bei der im Januar 2016 neu gefassten VOB/A, 1. Abschnitt. Daneben haben einzelne Länder Gesetze mit Spezialregelungen u. a. zu Tariftreue und Mindestentlohnung erlassen, die es zu beachten gilt.

Das GWB-Vergaberecht, das grundsätzlich mit Erreichen bzw. Überschreiten der einschlägigen Schwellenwerte Anwendung findet, ist mit Inkrafttreten zum 18.4.2016 novelliert worden. Für Kommunen als klassische öffentliche Auftraggeber gelten aktuell nachfolgende EU-Schwellenwerte:

Baufaufträge	Liefer- und Dienstleistungsaufträge
5 225 000 Euro	209 000 Euro

Weitere Einzelheiten im Zusammenhang mit der Beschaffung von Beleuchtungsmaßnahmen oberhalb der Schwellenwerte werden unter Punkt 5. dargestellt.

Erschließungs- und Ausbaubeiträge

Unter Erfüllung bestimmter Voraussetzungen können Kommunen Erschließungs- und Straßenausbaubeiträge verlangen. In der Praxis sind insbesondere die Haushaltssituation der Kommune und politische Erwägungen für die Frage der Erhebung von Beiträgen relevant. In manchen Ländern hingegen besteht sogar eine Verpflichtung zur Beitrags-erhebung (so z.B. VGH München, Urteil vom 9.11.2016 – 6 B 15.2732 zur grundsätzlichen Pflicht zur Erhebung von Straßenausbaubeiträgen).

Erschließungsbeiträge für die erstmalige Errichtung von Erschließungsanlagen können im Rahmen der Vorgaben nach §§ 127 ff. BauGB erhoben werden und betreffen auch die Kosten für die Beleuchtung (vgl. § 128 BauGB). Grundlage für die Erhebung ist der Erlass einer Erschließungsbeitragssatzung.

Straßenausbaubeiträge hingegen können innerhalb bebauter Gebiete z.B. nach § 8 Abs. 2 KAG NRW für die Herstellung, Anschaffung oder Erweiterung öffentlicher Einrichtungen und Anlagen erhoben werden. Dabei ist grundsätzlich eine sorgfältige Einzelfallprüfung unter Berücksichtigung der hierzu ergangenen Rechtsprechung vorzunehmen, z.B. wenn durch Maßnahmen eine bessere Ausleuchtung erreicht wird (vgl. VG Göttingen, Urteil vom 22.8.2005 – 3 A 3450/02). Auch hier ist der Erlass einer Satzung als Grundlage für die Erhebung von Straßenausbaubeiträgen erforderlich.

Für die Beitragserhebung ist relevant, dass die Kosten der Maßnahme bei der Kommune entstehen. Dabei kann

sie sich auch eines Dritten zur Ausführung der Maßnahmen bedienen. Soweit sich eine Kommune eines Dritten bedient, sind bei der vertraglichen Gestaltung und Dokumentation der Maßnahmen besonderes Augenmerk auf die Vorbereitung und Dokumentation der Beitragserhebung zu legen, damit diese auch rechtssicher erfolgen kann.

Zivilrecht

Eine wesentliche Bedeutung hat die zivilrechtliche Gestaltung der öffentlichen Beleuchtung. Neben der Gestaltung der vertraglichen Beziehung zwischen der Kommune und ihrem Vertragspartner (vgl. hierzu im Einzelnen unter Punkt 3.2.) kann auch die Frage der Eigentümerstellung bezogen auf die Beleuchtungsanlagen und das Beleuchtungsnetz von Bedeutung sein.

In der Vergangenheit haben viele Kommunen das Eigentum an den Beleuchtungsanlagen an Energieversorgungsunternehmen, die zugleich Betriebsführer wurden, abgegeben. Damit verbunden waren kurzfristige Einnahmen für die Haushaltskasse. In den letzten Jahren ist ein Trend zum Rückerwerb der Anlagen zu erkennen. Dies mag unter anderem auch daran liegen, dass in den meisten Fällen nur die Kommune als Eigentümer der Beleuchtungsanlage Fördermittel erhalten kann. In einigen Fällen kommt es auch zu einem Verbleib des Beleuchtungsnetzes beim Energieversorger und seitens der Kommune werden lediglich die Anlagen erworben. Beim Rückerwerb der Beleuchtungsanlagen stellt sich insbesondere die Frage nach dem „richtigen“ Wert für den Erwerb der Anlage.

Um Streitigkeiten nach Beendigung eines Vertrages zu vermeiden, sollten daher zwischen der Kommune und dem Vertragspartner klare Regelungen für den Fall eines Rückfalls des Eigentums getroffen werden.

Energierrecht

In der Vergangenheit konnten über energiewirtschaftliche Rechtsvorschriften erhebliche Einsparungen im Bereich der kommunalen Beleuchtung erzielt werden. Durch Gesetzesänderungen, z.B. im Bereich des Erneuerbaren Energien Gesetz oder dem Stromsteuergesetz, haben diese Einsparmöglichkeiten erheblich an Bedeutung verloren. Von wenigen Ausnahmen, z.B. Einsparmöglichkeiten bei der KWK-Umlage, abgesehen, sollten Kommunen sich daher, um Einsparungen zu erzielen, bei der Sanierung ihrer Beleuchtung mehr auf den Einsatz energiereduzierender Technologien fokussieren.



2 Entwicklungen der Lichttechnik

2.1 QUALITÄTSSTANDARDS BEI LED UND DEN BETRIEBSGERÄTEN

Die Qualität einer Beleuchtungslösung hängt nicht allein von der Energieeffizienz und Lebensdauer der eingesetzten LED ab – sie wird vielmehr von zahlreichen weiteren Einflussfaktoren mitbestimmt. Dazu zählen beispielsweise die Qualität des Lichts, die Flexibilität der Beleuchtungslösung sowie die Güteigenschaften aller eingesetzter Komponenten, beispielsweise der elektronischen Vorschaltgeräte.

Bei der Suche nach einer passenden Beleuchtungslösung stehen häufig zwei LED-Kenngrößen im Fokus – die Energieeffizienz und die Lebensdauer der LED. Im Zusammenspiel mit den Investitionskosten sind sie entscheidend für die ökonomische bzw. betriebswirtschaftliche Attraktivität der Lösung. Darüber hinaus hängt die Güte eines Beleuchtungssystems von zahlreichen weiteren Faktoren ab – etwa von der Qualität des Lichts und der Möglichkeit, das Licht flexibel und passgenau an die individuellen Rahmenbedingungen anzupassen. Die folgenden Qualitätsmerkmale sollten bei der Auswahl der Beleuchtungslösung berücksichtigt werden:

- » Lebensdauer
- » Effizienz
- » Verfügbare Lichtfarben
- » Verfügbare Farbwiedergabeklassen
- » Farbabweichung von LED zu LED (SDCM)
- » Farbabweichung innerhalb einer LED (color over angle)
- » Thermischer Widerstand
- » Stabilität gegenüber chemischen Substanzen

» Lebensdauer

Die Lebensdauer einer LED wird unter anderem von den eingesetzten Halbleitern, konstruktionstechnischen

Besonderheiten und der Verarbeitungsqualität bestimmt. Eine zentrale Stellschraube für eine lange Lebensdauer ist ein optimales Thermomanagement.

WICHTIG

Häufig sind die Herstellerangaben zur Lebensdauer aufgrund unterschiedlicher Bezugsgrößen nicht bzw. nur schwer vergleichbar. Mehr dazu unter Kapitel 2.3.

» Effizienz

Die Energieeffizienz von Leuchten wird häufig alleine durch ihre Lichtausbeute beschrieben, dem Verhältnis des abgegebenen Lichts der Leuchte zur aufgenommenen Energie. Derzeit erreichen moderne LED-Außenleuchten je nach ihrer technischen Ausführung Werte von bis zu 145 lm/W (Lumen pro Watt).

Zur Energieeffizienz von Leuchten in ihrer jeweiligen Anwendung trägt jedoch ganz wesentlich auch deren Lichtverteilung bei. Durch die effektivere Lichtlenkung besitzen LED-Leuchten hier einen weiteren Vorteil gegenüber Leuchten mit konventionellen Lampen. Entsprechende Verfahren zur Bewertung von Straßenbeleuchtungsanlagen sind in DIN EN 13201-5 aufgeführt.

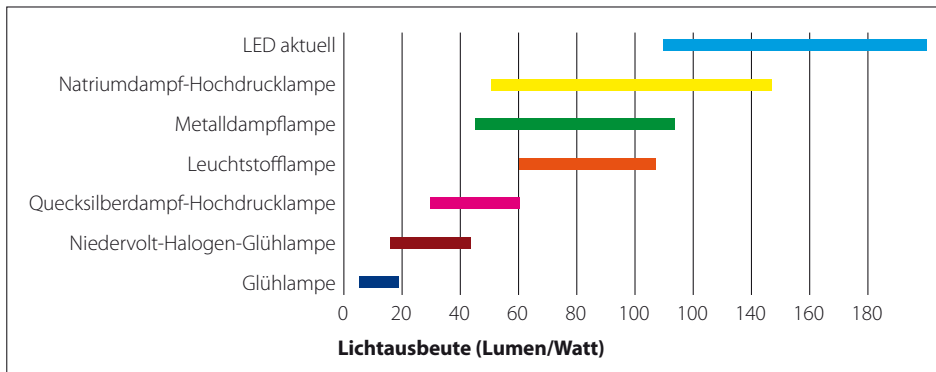
» Verfügbare Lichtfarben

Moderne LED Leuchten können nicht nur ein breites Spektrum an Weißtönen abbilden – etwa warmweißes und kaltweißes Licht – sondern auf Wunsch auch farbiges Licht emittieren. In der Regel werden dazu ein roter, ein grüner und ein blauer LED-Chip zu einer LED-Einheit kombiniert. Durch die gezielte Ansteuerung der einzelnen Chips kann das Mischungsverhältnis der drei Primärfarben so variiert werden, dass sich nahezu jede beliebige Lichtfarbe dynamisch und übergangslos einstellen lässt. Da sich rote, grüne und blaue LED jedoch in punkto Helligkeiten, Lebensdauer und Betriebsbedingungen unterscheiden, stellen RGB-LED hohe Anforderungen an die Konstruktions- und Steuertechnik. Häufig werden RGB-LED mit weißen LED zu RGB-White-Lösungen kombiniert.

» Verfügbare Farbwiedergabeklassen (CRI, Colour Rendering Index)

Ein wichtiges Qualitätsmerkmal für eine Beleuchtungslösung ist eine möglichst natürliche Farbwiedergabe, durch die die Farben so dargestellt werden, wie sie im Sonnenlicht wirken. Die Qualität der Farbwiedergabe wird mit Hilfe des Colour Rendering Index

» LEUCHTMITTEL-EFFIZIENZVERGLEICH



beschrieben. Sonnenlicht besitzt einen Farbwiedergabeindex (R_a -Wert) von 100. Je höher der R_a -Wert einer Lichtquelle ist, desto natürlicher ist ihre Farbwiedergabe. Je nach Anwendungen und Einsatzgebiet gelten unterschiedliche Mindestanforderungen für die R_a -Werte. Durch ein breit gefächertes Leuchtenportfolio mit verschiedenen Farbwiedergabeindizes – im Idealfall $R_a > 70$, $R_a > 80$ und $R_a > 90$ – können Anwender die Beleuchtungslösung passgenau an ihre Bedürfnisse anpassen.

» Farbabweichung von LED zu LED (SDCM)

Auch bei Qualitäts-LED kann es produktionsbedingt zu kleineren Farbunterschieden zwischen „theoretisch gleichfarbigen“ LED kommen. Damit das von der Leuchte emittierte Licht dennoch ein einheitliches Erscheinungsbild bietet, werden die LED nach der Produktion „gebinnt“, also in verschiedene Klassen bzw. Gruppen aufteilt. Beim Flux und Voltage Binning werden die LED anhand ihres Lichtstroms bzw. der Durchlassspannung sortiert. Wichtig für einen einheitlichen Farbeindruck ist das Colour Binning. Dabei wird die Lichtfarbe anhand des CIE-Normvalenzsystems beschrieben und mit einem Toleranzradius versehen, in dem das menschliche Auge keine Farbunterschiede wahrnehmen kann. Da das Unterscheidungsvermögen des Auges beispielsweise im blau-violetten Bereich deutlich größer ist als im grünen Farbbereich, ist der Toleranzradius nicht kreisförmig, sondern ellipsoid. Eine MacAdam-Ellipse beschreibt den Radius um einen beliebigen Farbpunkt im CIE-System, bei dem das Auge den Eindruck hat, die Vergleichsfarben hätten alle denselben Abstand zum Bezugsfarbton. Die Dimensionen der MacAdam-Ellipse wird in SDCM angegeben, als Standard Deviation of Color Matching oder als SWE Schwellenwerteinheiten. Ist die Ellipse klein genug, beispielsweise bei einem SDCM = 1, erkennt das Auge innerhalb der Ellipse keine Farbunterschiede.

» Farbabweichung innerhalb einer LED (color over angle)

Auch innerhalb einer einzigen LED-Einheit kann es zu Farbunterschieden kommen, die vom Betrachtungswinkel abhängen. Der Grund: Häufig sind LED mit einer gewölbten Primärlinse versehen. Licht, das senkrecht durch die Primärlinse tritt, wird anders gefiltert, als Licht mit einem schrägen Durchtrittswinkel. Dieses Phänomen wird durch den CoA-Wert beschrieben (Color over Angle). Auch wenn der CoA-Wert nur selten herstellereitig angegeben wird, ist der Effekt nicht zu unterschätzen – die winkelabhängige Farbabweichung kann eine Größenordnung von fünf bis zehn MacAdam-Ellipsen erreichen. Qualitätshersteller wirken den CoA-Farbabweichungen durch verschiedene Maßnahmen auf der LED- und Systemebene entgegen.

» Thermischer Widerstand

Je höher der thermische Widerstand, desto mehr Wärme entsteht innerhalb der LED bzw. der Leuchte. Da der Lichtstrom und die Lebensdauer einer LED mit zunehmenden Temperaturen abnehmen, besitzen Qualitätsleuchten einen möglichst geringen thermischen Widerstand und verfügen über ein leistungsfähiges Thermomanagement, das die entstehende Wärmelast effektiv ableitet (siehe Kapitel 2.3).

» Stabilität gegenüber chemischen Substanzen

Außenleuchten – und insbesondere Straßenleuchten – sind zahlreichen Umwelteinflüssen ausgesetzt. Deshalb ist eine Stabilität gegenüber chemischen Substanzen ein wichtiges Qualitätsmerkmal, beispielsweise gegenüber Schwefeldioxid. Die gewünschte Stabilität gegenüber chemischen Substanzen sollte mit dem Hersteller geklärt werden.

Qualitätsmerkmale bei EVGs

Die Qualität eines EVGs lässt sich anhand vier verschiedener Dimensionen beschreiben: Die Funktionalität auf der Eingangs- sowie der Ausgangsseite, die Konzept-Para-

meter sowie die Performance-Merkmale. Wichtige Systemparameter auf der Eingangsseite sind der Schutz bei Netzüberspannung, der Schutz gegen Netztransienten sowie der Klirrfaktor. Auf der Ausgangsseite wird die Qualität von der Welligkeit und Toleranz des Ausgangsstroms und den Schutzfunktionen des EVG-Ausgangs bestimmt. Zu den zentralen Performancemerkmalen eines EVGs zählen Effizienz, Lebensdauer und eine leistungsfähige Software. Die Konzept-Parameter des EVGs werden durch das spezifische Einsatzgebiet und die individuellen Rahmenbedingungen bestimmt. Dazu gehören beispielsweise Schutz- und Einbauarten, Normen und Zertifizierungen sowie die Unterscheidung zwischen dimmbaren und nicht dimmbaren Vorschaltgeräten. Damit wird die Qualität eines EVGs nicht nur von klassischen Qualitätsparametern wie Lebensdauer oder Ausfallrate, sondern auch von applikationsgerechten Leistungsmerkmalen bestimmt.

Künftige Effizienzsteigerungen bei der LED-Technik

Durch intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeiten konnte die Effizienz der LED in den letzten Jahren kontinuierlich gesteigert werden. Neuste LED-Module erreichen derzeit eine Top-Effizienz von bis zu 200 Lumen pro Watt auf der LED-Ebene. Aktuell tendiert der Markt dennoch dazu, sich nicht mehr alleine auf die niedrigsten Kosten oder die höchste Effizienz zu fokussieren, sondern vermehrt den Qualitätsaspekt als zentrales Entscheidungskriterium mit einzubeziehen.

2.2 PRÜFZEICHEN UND ZERTIFIZIERUNGEN BEI LED-LEUCHTENSYSTEMEN

Die durchschnittliche Nutzungsdauer einer Außenleuchte beträgt bis zu 30 Jahre. Damit sind Außenleuchten sehr langlebige Wirtschaftsgüter – und die Investition in eine neue Beleuchtungslösung reicht weit in die Zukunft. Deshalb ist die Produktqualität ein zentrales Entscheidungskriterium bei der Suche nach einer zukunftsfähigen Lösung. In Europa werden die Produktqualität und -sicherheit neben gesetzlichen Vorgaben durch Prüfsiegel und Zertifikate auf nationaler und europäischer Ebene sichergestellt. Dabei spielen die Angaben der Hersteller zu den technischen Eigenschaften ihrer Produkte eine zentrale Rolle bei der Auswahl der Beleuchtungslösung. Der folgende Überblick zeigt, welche Kennzeichnungen in welchem Zusammenhang vergeben werden, was sie konkret aussagen – und was bei den Herstellerangaben zur Performance der Leuchten zu beachten ist.

Das Typenschild

Jede Leuchte, die in Europa in Verkehr gebracht wird, muss auf einem Typenschild zentrale Informationen enthalten, die eine bestimmungsgemäße Verwendung und einen sicheren Betrieb definieren. So schreibt es die Europäische Norm EN 60598-1 „Leuchten – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen“ vor, zu deren Einhaltung sich der Hersteller mit der Anbringung des CE-Zeichens auf seinem Produkt verpflichtet. Zu den gesetzlich vorgeschriebenen Angaben zählen:

- » Ursprungszeichen, z. B. Herstellername,
- » Typen- oder Bestell-Nr.,
- » Bemessungsspannung, z. B. 230 V,
- » Nennfrequenz, z. B. 50 Hz,
- » Kennzeichnung zulässig betreibbarer Lampen, i.d.R. durch Lampen-Nennleistung, z. B. 2x36 W (für Entladungslampen),
- » Angabe der Bemessungsleistungsaufnahme für LED-Leuchten,
- » Schutzklasse, sofern abweichend von Schutzklasse I, z. B. durch das Bildzeichen der Schutzklasse II,
- » Schutzart, falls von IP 20 abweichend, z. B. IP66,
- » Höchstwert der Bemessungs-Umgebungstemperatur, falls abweichend von 25° C, z. B. 45° C,
- » ggf. Brandschutzkennzeichnung,
- » ggf. Bildzeichen für die Montage der Leuchten,
- » Kennzeichnung für besondere Lampen, z. B. Kopfspiegellampen.

Die Aufschriften müssen dauerhaft und gut lesbar auf der Leuchte angebracht sein. Der Hersteller übernimmt die Produkthaftung für die Leuchte, sofern sie entsprechend den Vorgaben auf dem Typenschild montiert, betrieben und gewartet wird.

Zusätzlich können sich Approbationszeichen (Prüfzeichen) auf dem Typenschild befinden, die durch unabhängige Prüfinstitutionen vergeben werden. Auch diese gelten nur für die auf dem Typenschild angegebenen Rahmenbedingungen.



Das ENEC-Zeichen (europäisches Approbationszeichen)

Das ENEC-Zeichen (European Norms Electrical Certification) ist ein europäisches Sicherheitszeichen mit europaweit einheitlichen Prüfbedingungen. Die Prüfbedingungen wurden gemeinsam von 24 nationalen Zertifizierungsstellen in Europa vereinbart und in der Normenreihe EN 60598 festgeschrieben. Um die mit dem

ENEC-Zeichen garantierte Produktqualität sicherzustellen, müssen die Hersteller zudem über ein Qualitätssicherungssystem verfügen.

Das ENEC-Zeichen bestätigt, dass das Produkt den entsprechenden Vorgaben der Europäischen Union entspricht. Verliehen werden kann das ENEC-Zeichen von einer nationalen Zertifizierungsstelle, die am ENEC-Abkommen teilnimmt. In Deutschland ist das unter anderem das VDE-Institut in Offenbach sowie der TÜV Rheinland. Die Nummer hinter dem ENEC-Zeichen gibt an, welche Prüfstelle in welchem Land die Zertifizierung vorgenommen hat (z.B. ENEC 07 für Luxemburg).

Das ENEC-Abkommen umfasst derzeit unter anderem Leuchten, Leuchtenkomponenten, Energiesparlampen, Geräte der Informationstechnik, Transformatoren, Geräteschalter, elektrische Regel- und Steuergeräte, Klemmen, Gerätesteckvorrichtungen, einige Arten von Kondensatoren und Funkentstörbauteile.

Ein Produkt mit ENEC-Zeichen aus einem anderen europäischen Land wird so behandelt, als wäre es im eigenen Land von der nationalen Prüfstelle zertifiziert worden. Das vereinfacht den freien Warenverkehr im europäischen Wirtschaftsraum, inklusive der Schweiz – und in zunehmendem Maße im osteuropäischen Markt.

Rechtliche Bedeutung des ENEC- und VDE-Zeichens

Die von der EU verabschiedeten Richtlinien werden durch Gesetze auf nationaler Ebene umgesetzt. In Deutschland gilt seit dem 1.5.2004 das Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG). Es setzt unter anderem die EU-Richtlinie 2001/95/EG vom 3.12.2001 und weitere sicherheitsrelevante EU-Vorgaben um. Das Geräte- und Produktsicherheitsgesetz GPSG wurde am 1.12.2011 vom aktuellen Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) abgelöst.

Produkten mit ENEC- bzw. VDE-Zeichen wird von einem unabhängigen Prüfinstitut bestätigt, dass sie dem Stand der Technik und damit auch dem ProdSG entsprechen – das heißt, sie können ohne weitere Prüfung eingesetzt werden. Dabei sind jedoch unbedingt die auf dem Typenschild vorgegebenen Rahmenbedingungen einzuhalten. Wird die Leuchte anders eingesetzt, verlieren alle Approbationszeichen ihre Gültigkeit. Gleichzeitig erlischt die Produkthaftung durch den Hersteller.

ACHTUNG

Insbesondere für den Einsatz von Retrofit-Leuchtmitteln sind die rechtlichen Rahmenbedingungen zu prüfen. Werden bestehende Leuchten mittels Retrofit-Lampen umgerüstet, geht die Haftung für die Sicherheit und fehlerfreie Funktion von Leuchte und Leuchtmittel auf den Hersteller der Leuchtmittel über. Ob der Einsatz eines Retrofit-Leuchtmittels zulässig ist, muss im Einzelfall bewertet werden.



Das GS-Zeichen

Das GS-Zeichen (GS – geprüfte Sicherheit) bestätigt, dass ein Produkt den Vorgaben des Produktsicherheitsgesetzes ProdSG, der entsprechenden EU-Richtlinie sowie den

Bestimmungen der Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften entspricht.

Verliehen wird das GS-Zeichen vom VDE-Prüf- und Zertifizierungsinstitut sowie von weiteren autorisierten Prüfstellen, etwa Technischen Überwachungsvereinen (TÜV) und Prüfstellen der Berufsgenossenschaften. Das GS-Zeichen muss immer gemeinsam mit dem Siegel der Prüfstelle verwendet werden. Einzige Ausnahme: Produkte, die vom VDE geprüft wurden, können statt der Kombination aus GS- und VDE-Zeichen auch das VDE-Zeichen alleine einsetzen.



Das CE-Kennzeichen

Jedes Produkt, das innerhalb der europäischen Union in Verkehr gebracht wird, muss zwingend alle relevanten EU-Richtlinien erfüllen.

Mit dem CE-Kennzeichen bestätigt ein Unternehmen rechtlich verbindlich die Konformität des entsprechenden Produktes mit den einschlägigen Bestimmungen. Seit dem 1.1.1997 muss auf allen in Europa gehandelten Produkten, die von der CE-Kennzeichnungsrichtlinien betroffen sind, ein CE-Zeichen angebracht sein.

Bei dem CE-Kennzeichen (Communautés Européennes, Europäische Gemeinschaft) handelt es sich nicht um ein Prüfzeichen wie das ENEC- oder GS-Zeichen, sondern um eine Konformitätskennzeichnung. Das CE-Zeichen wird nicht von einem Prüfinstitut, sondern eigenverantwortlich vom Hersteller selbst vergeben. Die Überwachungsbehörden erkennen ein Produkt mit CE-Kennzeichen ohne weitere Prüfung als binnenmarktfähig an. Die Konformität wird erst bei Gegenanzeigen überprüft. Für Leuchten bezieht sich die CE-Zertifizierung insbesondere auf

» die Richtlinie 2014/35/EU zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung elektrischer Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen auf dem Markt (Niederspannungs-Richtlinie),

» die Richtlinie 2014/30/EU zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit (Neufassung).



ENEC+-Zeichen – Performance-Kennzeichnung für LED-Leuchten

Ist eine Leuchte nicht nur mit allen EU-Sicherheitsregeln konform – sondern werden auch die Hersteller-Angaben z.B. im Blick auf Lichtstärke, Lebens-

dauer und Energieeffizienz mit der realen Anwendung erreicht? Um hier eine Vergleichbarkeit zu schaffen und für mehr Objektivität und Transparenz im Markt zu sorgen, wurde im März 2014 das ENEC+-Zeichen (ENEC Performance) eingeführt – von der European Electrical Products Certification Association (EEPCA) in Kooperation mit Lighting Europe.

Dabei wurden insbesondere einheitliche Bezeichnungen für technische Eigenschaften von LED-Leuchten und Messvorschriften zu ihrer Ermittlung definiert. Die Datenblätter ENEC+-zertifizierter LED-Leuchten enthalten folgende technische Daten:

- » Bemessungsleistung
- » Bemessungslichtstrom
- » Bemessungslebensdauer in Stunden L_x
für den zu bewertenden Lichtstromrückgang auf $x\%$
- » Lichtstromwartungsfaktorcode
- » Farbkoordinaten bei $t = 0\text{ h}$ und $t = x\text{ h}$
- » Ähnlichste Farbtemperatur (CCT in K)
- » Bemessungsfarbwiedergabeindex
- » Zulässige Umgebungstemperatur der Leuchte
- » Lichtausbeute der Leuchte

Das ENEC+-Zeichen bestätigt die definitionsgemäße Angabe der Betriebscharakteristika durch den Hersteller sowie die korrekte Anwendung aller erforderlichen Mess- und Berechnungsverfahren zu ihrer Ermittlung – und schafft damit die Möglichkeit, Ausschreibungen auf Basis von objektiv vergleichbaren Performance- und Qualitätskriterien durchzuführen.

ENEC+-Performance ohne ENEC+-Zertifizierung

Eine Schwierigkeit bei der ENEC+-Zertifizierung besteht in der geforderten langen Messperiode von 6000 h (>8 Monate ohne Unterbrechung) zur Bestimmung der Lebensdauer einer LED. Aufgrund der sehr schnellen Generationsfolge bei LED lohnt es sich für Hersteller häufig nicht, die Module erst nach Ablauf der achtmonatigen Testphase in den Leuchten einzusetzen – also kurz bevor die nächste LED-Generation marktreif ist. Hersteller von Qualitätsleuchten stellen dennoch sicher, dass die Leuchten die ENEC+-Qualitätskriterien auch ohne Zertifizierung erfüllen. Dazu führen sie mit eigenen Ressourcen alle geforderten konstruktiven, fertigungstechnischen und messtechnischen Schritte durch – und zwar entsprechend den Vorgaben und Verfahren einer ENEC+-Zertifizierung.

Zentrale Performancekriterien

Zu den zentralen Qualitätskriterien, die im Rahmen der ENEC+-Zertifizierung bewertet werden, zählen unter anderem der Bemessungslichtstrom, die Lichtausbeute, die Lebensdauer sowie die spektrale Zusammensetzung des Lichts. Zur Bestimmung der zertifizierten Eigenschaften sind Mess- und Berechnungsverfahren definiert.

Die Bedeutung der bewerteten Kriterien in der Praxis wird im Folgenden kurz umrissen.

- » Lebensdauer – Bei LED-Leuchten nimmt der Lichtstrom mit steigender Betriebsdauer ab. Dieses Verhalten wird als Lichtstromdegradation bezeichnet. Totalausfälle von LED-Leuchten treten erst nach sehr langen Betriebszeiten auf und spielen deshalb bei der Betrachtung der Lebensdauer nur eine untergeordnete Rolle. Die vom Hersteller ausgewiesene Lebensdauer beschreibt die Betriebszeit, nach der die Lichtstromdegradation einen bestimmten Schwellenwert erreicht hat. Für die Höhe dieses Schwellwertes hat sich bislang keine einheitliche Angabe etabliert. Gemäß der Definition des ENEC+-Zeichens wird die Bemessungslebensdauer angegeben: $L_x B_y = Z\text{ h}$. Der By-Wert gibt an, wieviel y Prozent der Leuchten nach der angegebenen Zeit L_x den Wert von x Prozent des Lichtstroms im Neuzustand unterschreiten. Zukünftig soll nur noch die mittlere Bemessungslebensdauer $L_x = z\text{ h}$ angegeben werden, wobei $B_y = 50$ vorausgesetzt wird und die Angabe von B_y dann entfällt. Eine Lebensdauer von $L_{80} B_{50} = 50\,000\text{ h}$ bedeutet dann, dass im Mittel der Lichtstrom der Produkte nach 50 000 Betriebsstunden noch 80 Prozent des Ausgangslichtstroms beträgt. In diesem Beispiel zeigen 50 Prozent der Leuchten einen geringeren, die verbleibenden 50 Prozent einen höheren Lichtstromrückgang („Gradual failure fraction“). Die statistischen Abweichungen des Mittelwertes (80 Prozent) heben sich auf. Die statistischen Abweichungen unterschiedlicher Angaben unterhalb von B_{50} (z. B. B_{20} , B_{10}) sind heute für die Praxis ebenfalls als vernachlässigbar anzusehen.

ACHTUNG

Die im Markt üblichen Angaben zur Lebensdauer müssen in der Praxis detailliert betrachtet werden, da sich die Werte auf unterschiedliche Degradationsgrade beziehen. So kann für die Lebensdauer ein und derselben Leuchte ein deutlich höherer Wert angegeben werden, wenn dieser sich auf eine Degradation auf den L_{50} -Wert statt auf den L_{80} -Wert bezieht – da es viel länger dauert, bis der Lichtstrom einer Leuchte auf 50 Prozent statt auf 80 Prozent absinkt.

Für die Praxis ist es jedoch elementar, nach welcher Betriebszeit der Lichtstrom so weit gesunken ist, dass eine bestimmte – in der Planung vorausgesetzte und durch die Normen vorgeschriebene – Beleuchtungsstärke nicht mehr erreicht wird. Damit endet die Lebensdauer einer LED-Leuchte in dem Moment, wenn der Lichtstrom für einen normgerechten Weiterbetrieb unterschritten wird, obwohl die Leuchte an sich noch funktioniert.

ACHTUNG

Ist in der Planung also eine Degradation auf 80 Prozent des Leuchtenlichtstroms vorausgesetzt, so ist eine L50-Lebensdauerangabe einer Leuchte nicht anwendbar.

Lebensdauerangaben bezüglich unterschiedlicher Degradationen L_x können unter Umständen ineinander umgerechnet werden.

Um Angaben zum Lebensdauerverhalten einer LED-Leuchte über einen Zeitraum von 50 000 h machen zu können, sind im Verfahren der ENEC+-Zertifizierung Mess- und Berechnungsvorschriften definiert, die eine verlässliche Vorhersage ermöglichen. Insbesondere sind eine Messung der Degradation der eingesetzten LED-Module gemäß der von der IES (Illuminating Engineering Society) veröffentlichten LM80-Messvorschrift und die resultierende Lichtstrom-Degradation der LED-Leuchte gemäß der ebenfalls von der IES veröffentlichten TM21-Vorschrift zu ermitteln. Die LM80-Messvorschrift fordert dabei eine Mindest-Messzeit von 6000 Stunden, was einer Dauer von mehr als acht Monaten entspricht.

» VERGLEICH MITTLERE BEMESSUNGSLEBENSDAUER

Leuchten- klassifikation der LED-Leuchte	Umrechnung in andere Leuchtenklassifikationen		
	L ₈₅	L ₈₀	L ₇₀
L ₈₅ – 50 000 h	50 000 h	67 500 h	100 000 h
L ₈₀ – 50 000 h	37 500 h	50 000 h	75 000 h
L ₇₀ – 50 000 h	25 000 h	33 500 h	50 000 h

- » **Thermomanagement** – Das Ausmaß und die Geschwindigkeit der Lichtstromdegradation hängen sehr stark von der Betriebstemperatur innerhalb der LED-Leuchte ab. Lichtstrom und Lichtausbeute einer LED-Leuchte sinken mit zunehmenden Temperaturen innerhalb der Leuchte. Deshalb muss die beim Betrieb entstehende Wärme möglichst effektiv vom Innenraum der Leuchte

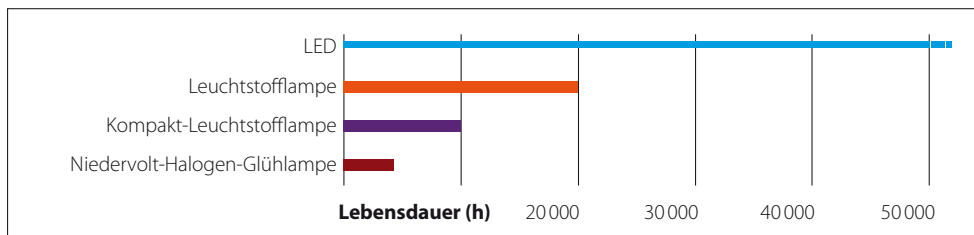
an die Umgebung abgegeben werden und zwar durch ein leistungsfähiges Thermomanagement. Das optimale Zusammenspiel aller Komponenten innerhalb der Leuchte – also Form, Verarbeitung und Materialien – stellt einen sauberen Wärmetransport nach außen sicher und steigert Effizienz und Lebensdauer. Mess- und Berechnungsverfahren zur Bewertung des Thermomanagements sind für die ENEC+-Zertifizierung definiert.

- » **Leuchten-Lichtausbeute** – Ein wichtiger Leistungsparameter der Effizienz einer Leuchte ist ihre Lichtausbeute. Sie beschreibt das Verhältnis von aufgenommener elektrischer Leistung und dem abgegebenen Leuchtenlichtstrom – und wird entsprechend in Lumen pro Watt angegeben. Die Mess- und Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Leuchtenlichtausbeute sind für die ENEC+-Zertifizierung definiert.
- » **Spektrale Zusammensetzung** – Bislang werden in den europäischen Normen zur Beleuchtung im Allgemeinen keine Vorgaben zur Lichtfarbe der eingesetzten Leuchten definiert. Ein Grund dafür sind die häufig regional unterschiedlichen Präferenzen bei der Lichtfarbe. Verfahren zur Ermittlung und Dokumentation der spektralen Zusammensetzung des LED-Lichtes sind für die ENEC+-Zertifizierung definiert.
- » **Optikentwicklung** – Viele lichttechnische Eigenschaften einer Leuchte wie Blendung oder Lichtverteilung hängen eng mit der Konstruktion der Optik zusammen. Hersteller nutzen leistungsfähige Simulationsverfahren, um die Leuchten im Hinblick auf die anwendungsspezifischen Vorgaben und die gewünschte Lichtwirkung zu optimieren.

2.3 EFFIZIENZSTEIGERUNGEN DER LED-TECHNIK

Seit Einführung der LED-Technologie hat die Lichtbranche einen tiefgreifenden Wandel vollzogen. Aus gutem Grund, denn eine Glühlampe wandelt lediglich fünf bis zehn Prozent der elektrischen Energie in Licht um, der Rest geht als Wärmestrahlung verloren. Ganz anders dagegen die LED-Technologie: Neue LED-Module können bis zu 60 Prozent der eingesetzten Energie als Licht emittieren. Darüber hinaus sind LEDs anderen Leuchtmitteln wie Leuchtstoffröhren im Blick auf ihre Lebensdauer, Lichtqualität und Steuerungsmöglichkeiten deutlich überlegen.

» VERBESSERTE WARTUNGSFREUNDLICHKEIT



Thermische Strahler vs. Lumineszenzstrahler – von der Glühlampe zur LED

Eine Glühlampe ist ein klassischer thermischer Strahler. Das Licht entsteht, indem ein hauchdünner Wolframdraht in einer Schutzatmosphäre zum Glühen gebracht wird. Mit steigender Stromstärke erhöht sich die Temperatur des Glühdrahtes, so dass er immer kürzere Wellenlängen aussendet. Wird anfangs noch langwellige Infrarot-Wärmestrahlung emittiert, beginnt der Draht bei steigender Temperatur erst rot und dann weiß zu glühen und strahlt mehr oder weniger sauberes weißes Licht aus. Da das Licht sozusagen als „Nebenprodukt“ der Temperaturerhöhung entsteht, erreicht eine Glühlampe eine Lichtausbeute von unter 20 Lumen pro Watt. Die Lebensdauer ist sehr begrenzt.

In einer LED wird das Licht nicht durch einen thermischen, sondern durch einen elektrischen bzw. chemischen Prozess erzeugt. Dabei wird ein Elektron in einem Halbleiter durch eine elektrische Spannung kurzfristig auf ein höheres Energieniveau gehoben. Beim Zurückfallen auf das ursprüngliche Energieniveau gibt das Elektron die aufgenommene Energie als elektromagnetische Strahlung – also als Licht – wieder ab. LEDs sind damit keine thermischen Strahler, sondern Lumineszenzstrahler. LEDs der neuesten Generation erreichen eine Lichtausbeute von bis zu 200 Lumen pro Watt und besitzen – je nach Hersteller – eine Lebensdauer von 50 000 Stunden und mehr.

Auch Leuchtstofflampen zählen zu den Lumineszenzstrahlern. Der Funktionsweise nach sind sie sogenannte Niederdruck-Quecksilberdampf-Entladungslampen. Um Licht zu erzeugen, wird eine evakuierte Glasröhre an der Innenseite mit einem Leuchtstoff beschichtet und mit einer geringen Menge Quecksilber gefüllt. Legt man über dem Gas eine ausreichend hohe Spannung an, wird der Quecksilberdampf von freien Elektronen getroffen. Der Dampf gibt die aufgenommene Energie als ultraviolette Strahlung wieder ab. Diese hochenergetische Strahlung wird von dem Leuchtstoff an der Innenseite der Glasröhre kurzfristig absorbiert und als sichtbares Licht emittiert. Leuchtstofflampen erreichen eine Energieeffizienz von etwa 100 Lumen pro Watt bei Lebensdauer von rund 20 000 Stunden.

Der Einfluss der Temperatur auf die Effizienz und Lebensdauer von LEDs

Damit LEDs ihre Vorzüge voll entfalten können, müssen sie am optimalen Arbeitspunkt betrieben werden. Ein wichtiger Faktor, der die Lichtausbeute und Lebensdauer einer LED beeinflusst, ist die Temperatur innerhalb der Diode. Mit steigender Temperatur sinken sowohl die Lebensdauer, als auch die Lichtausbeute einer LED. Deshalb muss die im Betrieb entstehende Wärme möglichst effektiv aus der Diode abgeleitet und an die Umgebung abgegeben werden. Ein effizientes thermisches und elektrisches Management wird damit zu einem leistungskritischen Faktor.

» EFFIZIENZBEISPIEL AUßENBELEUCHTUNG

Außenbeleuchtung	Alte Anlage	Neue Anlage
Leuchten	Technische Leuchte mit 1 x 50W HSE	Cuvia 40-AB2L/1200-740 2 G1S
Systemleistung pro Leuchte	62 W	12 W
Anzahl betroffene Leuchten	100	100
Betriebsstunden p.a.	4 200 h	4 200 h
Kilowattstunden p.a.	26 040 kWh	5 040 kWh
Eingesparte kWh		21 000 kWh
Einsparpotenzial in %		81 %

Die Bemessungslebensdauer L_x – Grenzwert für den Lichtstrom

Mit zunehmender Betriebszeit sinkt der Lichtstrom einer LED. Unterschreitet der Lichtstrom einen bestimmten Grenzwert, können die in der Lichtplanung vorgesehenen Lichtstärken nicht mehr erreicht werden – damit ist die Lebensdauer einer LED zu Ende, obwohl sie selbst noch leuchtet. Die Bemessungslebensdauer L_x gibt an, nach wieviel Betriebsstunden der Lichtstrom L auf einen bestimmten, prozentualen Restwert x gesunken ist. $L_{80} = 50 000$ h bedeutet: Nach 50 000 Betriebsstunden beträgt der Lichtstrom der LED nur noch 80 Prozent des Ausgangswertes.



HINWEIS

Hilfe zur einfachen Umrechnung von Lebensdauern bietet der kostenlose TRILUX Lifetime Rechner. Zur Nutzung ist lediglich eine Registrierung im TRILUX Portal erforderlich:

www.trilux.com/lifetime

Die Lebensdauer von LEDs unterschiedlicher Hersteller verglichen

Wichtig für die Beurteilung einer LED-Lebensdauer: Im Markt gibt es bislang keine einheitliche Regelung, auf welchen Grenzwert x sich die mittlere Bemessungslebensdauer L bezieht. Das erschwert den Vergleich der Angaben verschiedener Hersteller. So beträgt die Lebensdauer ein und derselben LED beispielsweise 50 000 h, wenn sie als L_{80} angegeben wird – und 75 000 h, wenn sich der Wert auf L_{70} bezieht. Die längere Lebensdauer ist in diesem Fall kein Zeichen für eine höhere Qualität – es dauert einfach 25 000 Stunden länger, bis der mittlere Lichtstrom auf 70 Prozent statt auf 80 Prozent des Ausgangswertes gesunken ist.

Bis zu 80 Prozent Einsparungen bei den Betriebskosten durch effiziente LED

Ein zentraler Vorteil der LED-Technologie ist ihre hohe Effizienz, insbesondere im Vergleich zu immer noch gängigen, veralteten Leuchtmitteln. So ist ein knappes Drittel der deutschen Straßenbeleuchtung älter als 30 Jahre. Rund 27 Prozent der Leuchten sind veraltete Quecksilberhochdrucklampen, beispielsweise HQL-Pilz- oder Langfeldleuchten. Durch eine Sanierung lassen sich Einsparungen von bis zu 80 Prozent bei den Betriebskosten erzielen. Zudem sinken die Wartungskosten aufgrund der hohen Lebensdauer der LED-Leuchten. Noch höhere Einsparungen von bis zu 90 Prozent sind möglich, wenn die Beleuchtungslösung mit Sensoren und/oder einem Lichtmanagement-System kombiniert wird.

2.4 INTELLIGENTE STEUERUNG DER LICHTTECHNIK

Schon durch den Umstieg von konventionellen Beleuchtungslösungen auf die effiziente LED-Technologie lassen sich hohe Kosteneinsparungen bei den Energiekosten erzielen. Werden die Leuchten zu einem Netzwerk zusammengeschlossen und mit einer intelligenten Sensorik kombiniert, sind sogar Einsparungen von bis zu 90 Prozent bei den Energiekosten und bis zu 50 Prozent bei den Wartungskosten möglich, von den weiteren positiven Möglichkeiten einer Steuerung einmal ganz abgesehen.

Sicherheit trifft Sparsamkeit – die Zukunft ist sensor-gesteuert und vernetzt

Warum brennt die Straßenbeleuchtung die ganze Nacht, obwohl kein einziges Auto bzw. kein Passant unterwegs ist? Eine dauerhafte nächtliche Beleuchtung erzeugt zwar ein hohes Sicherheitsgefühl – verursacht jedoch ebenso hohe und vor allem unnötige Energiekosten und belastet die Umwelt. Die Lösung: Durch eine intelligente Steuerung der Lichttechnik lassen sich die Faktoren Sicherheit und Sparsamkeit optimal miteinander verbinden. Bei einem modernen und zukunftsfähigen Lichtmanagementsystem werden die Leuchten mit intelligenten Controllern oder Sensoren ausgestattet und zu einem intelligenten Netzwerk zusammengeschlossen. Die Fernverwaltung und Steuerung der Leuchten bzw. Leuchtengruppen erfolgt in der Regel online über eine grafische Benutzeroberfläche und sorgt mit zahlreichen Analyse- und Ad-Hoc-Reporting-Tools für hohe Transparenz. Die Größe des Netzwerkes kann von einigen wenigen Leuchten die bis hin zu ganzen beleuchtungstechnisch vernetzten Stadtteilen reichen.

Schematischer Aufbau eines Netzwerkes

Ein vernetztes Beleuchtungssystem setzt sich in der Regel aus mehreren Komponenten zusammen. Die Vernetzung selbst kann über Powerline oder Funk erfolgen. Vorkonfigurierte Plug & Play-Lösungen bieten den Anwendern ein hohes Maß an Installations- und Betriebssicherheit und sorgen dafür, dass alle Komponenten von Anfang an optimal zusammenarbeiten. Das in der Folge beschriebene Netzwerk ist exemplarisch – je nach Anbieter und System können unterschiedliche Komponenten zum Einsatz kommen:

» Netzwerkfähige Leuchten

Energieeffiziente, netzwerkfähige, dimmbare LED-Leuchten bilden die Grundlage eines Beleuchtungszernetzwerkes.

» Controller mit oder ohne Sensoren

Der Controller kann in der Leuchte, an der Leuchte oder am Mast verbaut werden. Er steuert die Betriebsparameter der Leuchte, z. B. das zeitabhängige Dimmniveau. Die dazu erforderlichen Informationen erhält der Controller wahlweise über das Gateway oder von Sensoren. Gleichzeitig sendet er diverse Betriebsdaten an das Netzwerk und stellt diese in der Software grafisch aufbereitet dar, z. B. über den Energieverbrauch oder den Wartungsbedarf.

» Gateway

Das Gateway fungiert als Schnittstelle zwischen dem Leuchtencontroller und der Steuersoftware. Es kann kabelgebunden oder drahtlos angesteuert werden.

» Software

Eine intuitiv bedienbare Software mit grafischer Benutzeroberfläche ermöglicht die einfache Steuerung, Wartung und Kontrolle des Netzwerkes. Sie besitzt im Idealfall offene Schnittstellen zur Integration zukünftiger Anwendungen bzw. Komponenten.

Vernetzung per Powerline oder Funk

Zum Aufbau eines Netzwerkes müssen die einzelnen Lichtpunkte zu einem flächendeckenden Netz zusammengeschlossen werden. Die gängigsten Technologien sind die Vernetzung per Powerline oder über Funk, wobei Powerline in Deutschland derzeit stark rückläufig ist. Eine Powerline-Vernetzung nutzt die bereits vorhandene unterirdische Stromversorgung zum Aufbau des Netzwerkes und zur Datenkommunikation. Der Nachteil: Wartungs- oder Service-Arbeiten sind im schlimmsten Fall mit aufwändigen und kostenintensiven unterirdischen Baumaßnahmen verbunden. Deshalb tendiert der Markt aktuell zu einer drahtlosen Vernetzung über Funk. Dazu müssen die Leuchten zwar mit einer zusätzlichen Hardware-Komponente ausgerüstet werden. Ein überirdisch zugänglicher Netzwerk-Controller vereinfacht jedoch eventuell erforderliche Wartungsarbeiten. Zudem ist das Netzwerk dank der ausgereiften Drahtlos-Technologie schnell und einfach installiert.

Drahtlose, breitbandige Echtzeitkommunikation

In der Praxis werden die Leuchten beispielsweise mittels der Funknetz-Technologie ZigBee im UHF Frequenzband mit 2,4 GHz vernetzt. Möglich ist auch eine Vernetzung über das Mobilfunknetzwerk. Der ZigBee-Funkstandard ermöglicht eine breitbandige bidirektionale Echtzeitkommunikation – eine Kommunikation, die für Echtzeitdaten von enormer Bedeutung ist und eine zentrale Voraussetzung für die Online-Steuerung der Beleuchtungsanlage darstellt, z. B. über den Rechner im Büro oder über mobile Endgeräte. Wichtig ist die Reichweite der eingesetzten Funk-Controller. Mit Reichweiten von bis zu 100 Metern lassen sich selbst teilweise verdeckte Lichtpunkte sicher vernetzen. Aktuell haben die meisten Leuchtenhersteller sowohl Powerline- als auch Funk-Lösungen im Portfolio. Besonders praktisch sind modulare Baukasten-Systeme, die sich durch eine maßgeschneiderte Zusammenstellung der Einzelkomponenten optimal an die individuellen Anforderungen anpassen lassen.

Ausfallsicherheit durch Mesh-Netzwerk und 3-Level-Back-Up System

Die gängigste Netzwerktopologie für Außenbeleuchtungslösungen ist ein Mesh-Netzwerk, bei dem alle Knotenpunkte miteinander kommunizieren. Wichtig ist zudem ein mehrstufiges Sicherheitssystem – beispielsweise ein 3-Level-Back-Up System – für höchste Ausfallsicherheit.

» Server- oder Gateway-Ausfall

Erhält die Leuchte keine Steuerimpulse bzw. Dimmpulse mehr über das Netzwerk – zum Beispiel durch einen Server- oder Gateway-Ausfall – kommt automatisch das im Leuchten-Controller hinterlegte Default-Dimmpprofil zum Einsatz.

» Controller-Ausfall

Fällt der Controller aus, kann die Leuchte das im Controller gespeicherte Default-Dimmpprofil nicht abrufen. In diesem Fall erhöht die Leuchte ihre Beleuchtungsstärke auf 100 Prozent. Benachbarte Leuchten sind von einem Controller-Ausfall nicht betroffen.

» Serververbindungs-Ausfall

Ist die Verbindung zwischen dem Server und dem Gateway gestört, arbeiten Controller und Gateway weiter im voreingestellten Profil. Lediglich der Zugriff auf das System ist vorübergehend nicht möglich. Dank Back-Ups und Device-Memories kommt es dabei zu keinem Datenverlust.

Neben dem beschriebenen 3-Level-Back-Up System bietet der Markt verschiedene andere Lösungen, mit denen sich die Ausfallsicherheit des Beleuchtungsnetzwerkes sicherstellen lässt.

Grundsätzlich stellt das Netzwerk hohe Anforderungen an die Datensicherheit. Es sollte mindestens mit einer 128 Bit-Verschlüsselung mit VPN-Verbindung vor unberechtigtem Zugriff geschützt werden.

Zentrale Anforderungen an die Steuersoftware

Gesteuert werden die Außenbeleuchtungsnetzwerke in der Regel über Web-basierte Software-Systeme per Browser. Dabei haben sich intuitiv bedienbare Programme mit einer grafischen Benutzeroberfläche durchgesetzt. Unverzichtbar ist eine kartenbasierte Visualisierung des Netzwerkes, zum Beispiel über Google Maps, auf der jede Leuchte mit einem eindeutigen Standort eingezeichnet ist. Die Leuchten können über die Karte einzeln oder als Gruppen ausgewählt und in Cluster zusammengefasst werden. Jeder Gruppe lassen sich maßgeschneiderte Dimmpreise zuordnen, etwa unterschiedliche Beleuchtungsstärken und Betriebszeiten für die Leuchten in Haupt- und Nebenstraßen.



Durch die einfache Bedienbarkeit lässt sich die Software auch flexibel ohne größeren Aufwand im Rahmen des Event- und Städtemarketings nutzen, beispielsweise um einen Parkplatz am Ende einer Veranstaltung hell zu beleuchten oder die Innenstadtbeleuchtung passend zum Stadtfest stimmungsvoll zu dimmen. Mit entsprechend ausgelegten Leuchten lassen sich auch farbige Illuminationen realisieren. Ein gutes Beispiel hierfür ist die zu Stadtfesten blau beleuchtete Arnberger Klosterbrücke (siehe Kapitel 6, kommunale Praxisbeispiele).

Reporting- und Analyse-Tools sorgen für mehr Transparenz

Leistungsfähige Reporting-Tools sorgen für die nötige Transparenz, um die Effizienz des Gesamtsystems kontinuierlich zu optimieren. So liefert die Software beispielsweise einen Ad-Hoc-Überblick über alle relevanten Betriebsparameter wie Dimmniveau, Energieverbrauch oder Betriebsdauer und zwar wahlweise auf Ebene der Leuchten, der Gruppen oder des gesamten Netzwerkes. Durch ein intelligentes Reporting lassen sich zudem die Wartungszyklen viel besser an den realen Bedarf anpassen. Besonders praktisch: Intelligente Softwarelösungen informieren den Betreiber per SMS oder E-Mail über jede ausgefallene Leuchte – und zwar augenblicklich, inklusive der Standortangabe. So können Störfälle gezielt innerhalb kürzester Zeit mit minimalem Aufwand behoben werden, was die Wartungskosten um bis zu 50 Prozent senkt.

Leistungsfähige Sensoren erhöhen die Effizienz des Beleuchtungssystems

Sensoren leisten einen wichtigen Beitrag zur Effizienz des Gesamtsystems, indem sie dafür sorgen, dass die Beleuchtung nur dann aktiviert wird, wenn tatsächlicher Bedarf vorhanden ist. Am häufigsten werden Außenbeleuchtungslösungen mit Präsenzmeldern und Tageslichtsensoren kombiniert. Durch den Zusammenschluss der sensorgesteuerten Leuchten zu intelligenten Netzwerken lassen sich zahlreiche praktische Anwendungen umsetzen. Ein gutes Beispiel ist „mitlaufendes Licht“, das Fußgänger, Radfahrer oder Autos auf ihrem Weg durch die Dunkelheit begleitet. Dabei wird das Beleuchtungsniveau der Leuchten in Zeiten mit geringem Personenverkehr auf einen niedrigen Wert gedimmt. Betritt eine Person oder ein Fahrzeug den Erfassungsbereich des Sensors, wird das Beleuchtungsniveau der betreffenden

sowie der umliegenden Leuchten automatisch angehoben (siehe Kapitel 6, kommunale Praxisbeispiele).

Die Qualität der Sensoren ist ein wichtiges Auswahlkriterium, das mit über die Zuverlässigkeit und Effizienz des Gesamtsystems entscheidet. Leistungsfähige Präsenzmelder können sehr gut zwischen Personen, Tieren sowie anderen Störfaktoren wie sich bewegende Äste oder aufgewirbeltem Laub unterscheiden und reduzieren so einen unnötigen Energieverbrauch.

Die Sensoren können wahlweise fest in den Leuchten verbaut oder extern an Mast oder Leuchte angebracht werden. In den Leuchten integrierte Sensoren sind besonders unauffällig und eignen sich damit insbesondere für repräsentative Bereiche. Häufiger werden die Sensoren jedoch extern am Mast angebracht, da sich so der Erfassungsbereich genauer an die Gegebenheiten vor Ort anpassen lässt. Zudem sind die externen Sensoren einfacher zugänglich, was Service-Arbeiten deutlich erleichtert und beschleunigt.

Offene Schnittstellen sichern die Zukunftsfähigkeit

Gerade aufgrund der Komplexität des Gesamtsystems und der Vielfalt der verfügbaren Einzelkomponenten bieten fertig konfigurierte Plug & Play-Lösungen aus einer Hand ein hohes Maß an Installations- und Betriebssicherheit. Wichtig für die Zukunftsfähigkeit des Gesamtsystems sind dabei offene Schnittstellen und internationale Technologiestandards (z.B. TALQ), durch die sich neue Technologien und Anwendungen auch noch nachträglich in Bestandssysteme integrieren lassen. Softwareseitig bietet eine API-Schnittstelle die gewünschte Flexibilität für zukünftige Anwendungen. Die Vorteile offener Schnittstellen:

- » Unabhängigkeit von Anbietern erhöht die Zukunftsfähigkeit des Systems.
- » Neue Hardwarekomponenten wie Sensoriken oder Lichtmanagement lassen sich auch nachträglich integrieren.
- » Eine bestehende Assetmanagement-Software kann für eine komplette Fernverwaltung und -kontrolle genutzt werden.
- » Offenheit für zusätzliche Software via Anwendungsprogrammierschnittstellen (APIs).
- » I²C-Schnittstellen für den Datenaustausch zwischen den Komponenten.

2.5 SMART CITIES

Smart Cities sind weit mehr als nur ein spannendes Zukunftsthema – bereits heute werden die Grundlagen für die intelligente und vernetzte Stadt von Morgen gelegt. Auch durch die kommunale Außenbeleuchtung. Denn zum einen wird die vernetzte Außenbeleuchtung selbst immer intelligenter und leistet als Smart Lighting einen Beitrag zu mehr Lebensqualität bei einem geringeren Ressourcenverbrauch. Zum anderen bietet das Außenbeleuchtungsnetz die perfekte Infrastruktur zur Integration aktueller und künftiger Smart City-Anwendungen. Ideale Voraussetzung: Offene Hard- und Software-Schnittstellen und Lichtmasten bzw. Leuchten, die sich flexibel mit Sensoren oder anderen Smart City-Modulen bestücken lassen.

Etwa seit dem Jahr 2000 wird der Begriff Smart City intensiv in der Politik, Wirtschaft und Gesellschaft diskutiert. Unter einer Smart City wird dabei eine Stadt verstanden, die die technischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Innovationen nutzt, um die Stadt effizienter, nachhaltiger und lebenswerter zu machen. Das konkrete Ziel besteht darin, den aktuellen urbanen Herausforderungen wie der Umweltverschmutzung oder dem Verkehrskollaps mit intelligenten, innovativen und häufig vernetzten Lösungen zu begegnen. Im Zentrum der Diskussion stehen aktuell

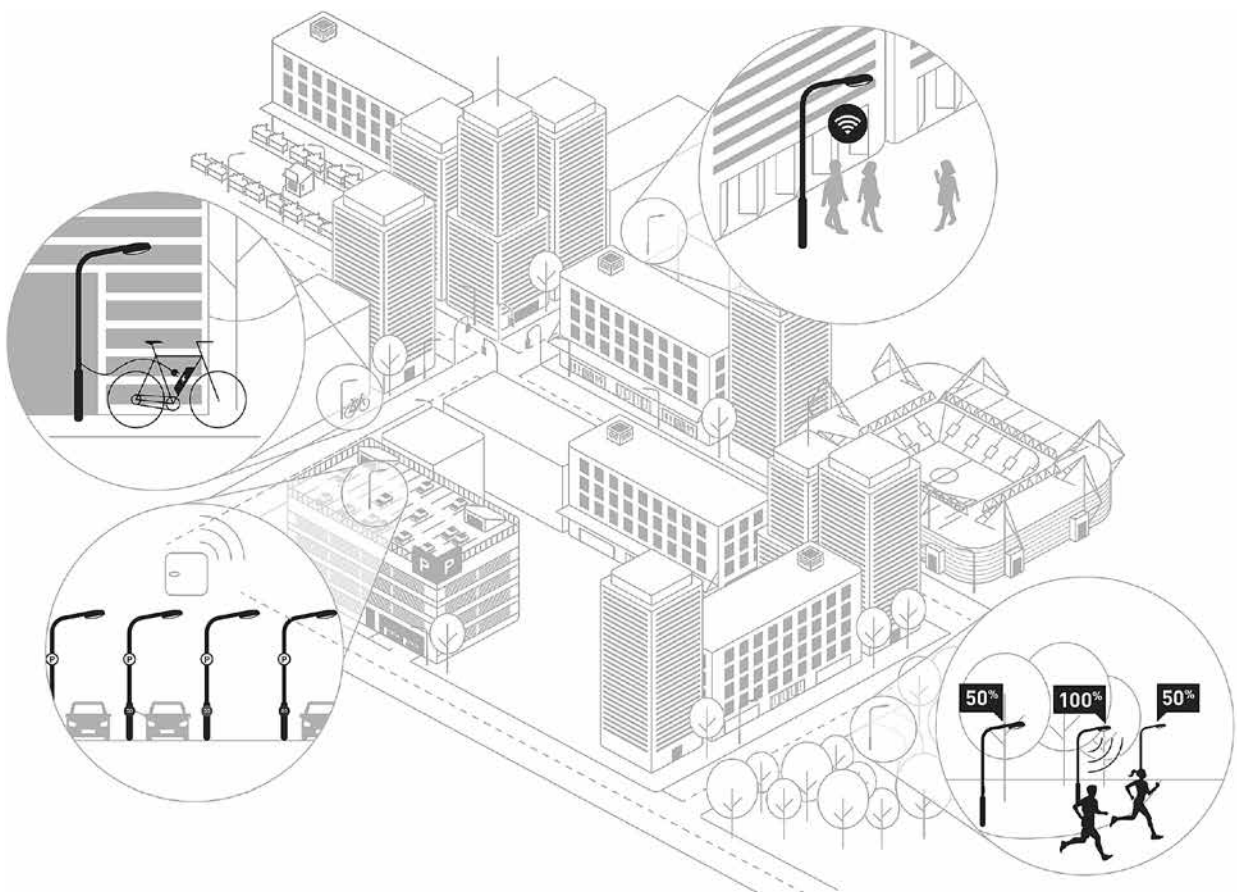
Themen wie smarte Mobilität, smarte Energie, smarte Bildung – und smarte Beleuchtung, Stichwort Smart Lighting. Dabei übernehmen die Straßenleuchten zahlreiche Funktionen, die weit über die Beleuchtung hinausgehen. Und zwar aus einem einfachen Grund: Die kommunale Außenbeleuchtung stellt ein nahezu flächendeckendes Netz an Infrastrukturknotenpunkten mit Stromversorgung bereit. Durch Lichtmasten und -stelen, die sich flexibel mit verschiedenen Hardware-Modulen ausstatten lassen, können zahlreiche Smart City-Anwendungen umgesetzt werden – bei minimalem Installationsaufwand und ohne dass neue Flächen erschlossen werden müssen. Hier einige typische Anwendungsbeispiele, die sich bereits heute über das Außenbeleuchtungsnetzwerk realisieren lassen:

» Ladestation für E-Mobilität

Über die Lichtstelen lässt sich mit geringem Aufwand ein Netzwerk an Ladestationen für E-Bikes und Elektro-PKW aufbauen.

» Kostenloses WLAN

Viele Städte planen kostenlose WLAN-Netze, um die innerstädtische Attraktivität und Verweildauer zu erhöhen. Diese Ziele lassen sich einfach und kostengünstig über das Beleuchtungsnetzwerk umsetzen, über WLAN-Module in oder an den Lichtmasten.



» Video-Überwachung

Auch sicherheitsrelevante Komponenten wie Kamera-Module können einfach in oder an den Masten integriert werden. Die Übertragung der Bilder erfolgt in Echtzeit über das Netzwerk.

» Verkehrs-Management

Die Leuchten können über Heat-Mapping wertvolle Informationen über den Verkehrsfluss bzw. die Verkehrsdichte sammeln. Die erhobenen Daten lassen sich beispielsweise nutzen, um Stauzentren zu identifizieren und Ampelschaltungen an den realen Verkehrsfluss anzupassen.

» Parkplatz-Detektion

Sensoren in den Lichtmasten ermitteln, ob der unter ihnen liegende Parkplatz frei oder besetzt ist – und senden die entsprechenden Informationen z.B. per App an Verkehrsteilnehmer auf Parkplatz-Suche. Weniger Autos, die „um den Block“ kreisen, entlasten die vom Verkehrskollaps bedrohten Innenstädte.

Smart Lighting – die kluge Entscheidung für ein intelligentes Beleuchtungsnetzwerk

Smart Lighting beginnt dort, wo einzelne Lichtpunkte zu einem intelligenten Netzwerk zusammengeschlossen werden (siehe Kapitel 2.4.). Mit der entsprechenden Hard- und Software kann der Energieverbrauch durch individuelle zeitabhängige Dimmpreise und Sensoren zur Tageslicht- und Präsenzerfassung minimiert werden. Sind die Leuchten darauf ausgelegt, kann auch die Lichtfarbe über die Steuer-Software geregelt werden. Gleichzeitig sammelt die Steuer-Software kontinuierlich die zentralen Betriebsparameter, beispielsweise das Dimmniveau, Energieverbrauch oder die Betriebsdauer. Anhand dieser Daten lassen sich die Wartungszyklen der Leuchten sehr genau an den realen Bedarf anpassen, da das System frühzeitig erkennt, wann die Leuchten die kritische Anzahl an Betriebsstunden erreicht haben. Durch diese so genannte „Predictive Maintenance“ lassen sich die Wartungskosten um bis zu 50 Prozent senken. Die zentralen Vorteile eines intelligenten Beleuchtungsnetzwerkes:

» Energiekosten senken

Durch ein intelligentes Außenbeleuchtungsnetzwerk mit Lichtmanagement und Sensoren lassen sich die Energiekosten um bis zu 80 Prozent sowie die Wartungskosten um bis zu 50 Prozent senken.

» Umwelt schonen

Weniger Energieverbrauch bedeutet weniger CO₂-Emissionen. Damit leistet die Beleuchtungslösung einen Beitrag zur Erreichung der kommunalen Klimaziele.

» Webbasierte Fernverwaltung

Steuern, kontrollieren, überwachen – die gesamte Beleuchtungsanlage lässt sich über eine webbasierte Software verwalten.

» Leistungsfähige Software

Eine anwenderfreundliche und intuitiv bedienbare Software ermöglicht eine einfache Steuerung und Kontrolle des Netzwerkes und bietet umfangreiche Reporting- und Analyse-Tools.

» Predictive Maintenance

Der tatsächliche Wartungsbedarf lässt sich sehr genau über eine automatische Analyse der Betriebsdaten ermitteln.

» Proaktive Wartung

Fehler- und Statusberichte werden automatisch über die webbasierte Software verschickt, so dass beispielsweise ein Leuchtenausfall innerhalb kürzester Zeit behoben werden kann.

» Sichere Netzwerkkommunikation

Das Netzwerk wird wahlweise über Powerline oder ein ausfallsicheres drahtloses 2,4 GHz Funknetz aufgebaut.

» Offen für Smart City-Anwendungen

Dank offener Schnittstellen und internationaler Kommunikationsstandards bei Hard- und Software können auch nachträglich neue Hardware-Komponenten für Smart City-Anwendungen in das Netzwerk integriert werden. Zudem lassen sich die im Netzwerk erhobenen Daten in nachgelagerte bzw. übergeordnete Smart City-Anwendungen übertragen.

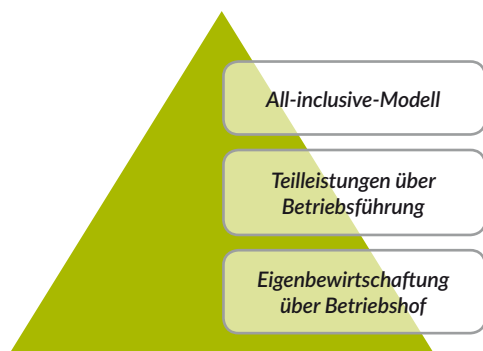
Modulare Baukasten-Systeme: mit einer Basis-Lösung die Basis legen

Auch wenn aktuell die Finanzmittel dazu fehlen: Städte und Kommunen können eine anstehende Sanierung der kommunalen Außenbeleuchtung nutzen, um die Basis für ein intelligentes Außenbeleuchtungsnetzwerk zu legen. So bieten einige Hersteller Lichtmasten mit einem modularen Baukasten-System an, die sich auch nachträglich noch mühelos mit Smart City-Modulen bestücken lassen. Ist mehr finanzieller Spielraum vorhanden, können die Kommunen die Leuchte schrittweise zu einer Smart City-Lösung aufrüsten. Zudem sollte bei einer Komplettanierung oder einer Neuinstallation inklusive Erdarbeiten daran gedacht werden, neben einer auf die Zukunft ausgelegte elektrische Versorgung auch die notwendige Infrastruktur inklusive Glasfaser für den Breitbandausbau zu berücksichtigen.

3 Betriebsmodelle und Vertragsgestaltung

3.1 DARSTELLUNG DER VERSCHIEDENEN BETRIEBSMODELLE: „VOM BETRIEBSHOF ZUM ALL-INCLUSIVE-MODELL“

Die Wahl und Ausgestaltung des Betriebsmodelles hängt von den individuell bei der jeweiligen Kommune vorhandenen Erfahrungen und Vorstellungen ab. Insoweit können nachfolgende Modelle lediglich einen ersten Impuls liefern und müssen zu einem individuellen Betriebskonzept ausgearbeitet werden. Dabei ist die stärkste Form der kommunalen Betätigung eine Eigenbewirtschaftung über z.B. den kommunalen Betriebshof. Soweit die Kommune nicht über die erforderlichen Kapazitäten und das Knowhow für eine Eigenbewirtschaftung verfügt, sind weitere Betriebsmodelle denkbar, in denen die kommunale Eigenbetätigung immer weiter abnimmt.



Eigenbewirtschaftung

Ein Weg zum Betrieb der kommunalen Beleuchtung ist die Wahrnehmung durch die Kommune über den kommunalen Betriebshof. Die Kommunen, die sich nicht eines Dritten bedienen, müssen in eigener Verantwortung insbesondere Reparaturen, Unterhaltung, Standsicherheitsprüfung, Reinigung und die Beseitigung von Schäden vornehmen.

Neben der Verantwortung für alle Maßnahmen zur Sicherung der kommunalen Beleuchtung treffen die Kommune auch die Kosten für die Vorhaltung von Personal sowie Arbeitsmittel- und Materialkosten. Die Vorhaltung

eines Betriebshofes macht im Ergebnis nur dann Sinn, wenn über eine Bündelung vielfältiger kommunaler Aufgaben (z.B. Grünflächenbewirtschaftung, Straßenreinigung, Abfallbeseitigung, etc.) Synergien genutzt werden können.

Betriebsführung

Die Betriebsführung der kommunalen Beleuchtung durch einen kommunalen oder privaten Betreiber kann in unterschiedlichster Weise ausgestaltet sein. Hier kommt es letztendlich darauf an, welche Aufgaben von der Kommune auf den Betriebsführer übertragen werden sollen. Dies kann unter anderen die Instandhaltung, Wartung, Erneuerung und/oder Energielieferung umfassen. Der Betriebsführer kann die Kommune auch bei der Planung und Umsetzung von investiven Maßnahmen unterstützen.



Darüber hinaus kann auch das Eigentum an den Anlagen und/oder dem Beleuchtungsnetz auf den Betriebsführer übertragen werden. Auch Pacht-, Miet- oder Leasingmodelle zwischen der Kommune und dem Betriebsführer sind denkbar. Bei der Gestaltung entsprechender Modelle sind auch stets steuerrechtliche Auswirkungen der einzelnen Modelle im Vorfeld abzuwägen, aber gegebenenfalls auch kommunalrechtliche Vorgaben (z. B. Kredite und kreditähnliche

Rechtsgeschäfte der Gemeinden und Gemeindeverbände RdErl. d. Ministeriums für Inneres und Kommunales – 34-48.05.01/02 – 8/14 vom 16.12.2014) zu beachten.

All-inclusive-Modell

In diesem Modell erhält die Kommune das „Rundum-sorglos-Paket“. Hier werden alle Aufgaben der Betriebsführung, die Erneuerungsmaßnahmen, die Planung von Investitionen und die Energielieferung vom Betriebsführer übernommen. Auch kann ein Eigentumsübergang für die Zeit der Betriebsführung an das entsprechende Unternehmen vereinbart werden.

3.2 EINZELNE REGELUNGEN EINES BELEUCHTUNGSVERTRAGES

Der Beleuchtungsvertrag folgt dem individuellen Konzept der jeweiligen Kommune im Zusammenhang mit der Organisation der Beleuchtung vor Ort. Insoweit ist es sinnvoll, auch den Vertrag individuell auszugestalten. Nachfolgend wird daher ein Überblick über mögliche Regelungsgegenstände eines Beleuchtungsvertrages gegeben.

Vertragsgegenstand

Zunächst ist der Regelungsgegenstand des Vertrages eindeutig und klar zu definieren. Dieser hängt stark vom Beschaffungsgegenstand ab, der wie bereits beschrieben, z. B. eine Lieferverpflichtung für einzelne Produkte, die bauliche Sanierung eines bestimmten Straßenzuges oder die Vereinbarung eines All-inclusive-Modells mit umfassenden Betriebsführungsaufgaben beinhalten kann. Die Kernbestandteile des Vertrages folgen daher dem klar umrissenen Beschaffungskonzept der Kommune.

Brennstundenkalender

Mit einem festgelegten Brennstundenkalender können Kommune und Betriebsführer die Schaltzeiten der Beleuchtungsanlagen regeln. Ergänzend vereinbart werden kann in diesem Zusammenhang der Einsatz moderner Technologien (z. B. Vorschaltgeräte mit Dimmfunktion).

Vergütungsmodelle

Auch die Vergütung kann unterschiedlich ausgestaltet sein. Bei der Lieferung von Leuchten oder der baulichen Sanierung von Straßenzügen ist es sinnvoll, mit einem detaillierten Leistungsverzeichnis zu arbeiten und im Verfahren Einheitspreise anzufordern, die dann Grundlage der vertraglichen Vergütung werden.

Sollen umfangreiche Betriebsführungsaufgaben übernommen werden, kann eine Vereinbarung einer Pauschale pro Lichtpunkt sinnvoll sein.

Je nach Laufzeit des Vertrages ist auch die Aufnahme einer Preisgleitklausel zu empfehlen.

Eigentumsverhältnisse

Die Eigentumsverhältnisse an den Beleuchtungsanlagen und/oder am Beleuchtungsnetz sollten klar geregelt werden. Soweit das Eigentum für die Vertragslaufzeit an den Betriebsführer übertragen wird, sollten eindeutige Regelungen für eine Rückübertragung des Eigentums nach Ablauf der Vertragslaufzeit getroffen werden. Insbesondere eine Vereinbarung über die Methodik zur Ermittlung des Wertes der Beleuchtungsanlagen und/oder des Beleuchtungsnetzes zum Übergabestichtag ist zu empfehlen.

Einspar-Contracting

In Fällen von Einspar-Contracting-Verträgen sollten klare Einsparziele vertraglich definiert sowie entsprechende Bonus- und Malusregelungen getroffen werden, die einen Anreiz zur Erreichung dieser Ziele setzen.

Dokumentation

Zur Gewährleistung einer sicheren und zuverlässigen Beleuchtung gehört auch eine gewissenhafte Dokumentation der Anlagen durch den Betriebsführer (vgl. zur Dokumentation Punkt 1.2). Diese ist daher konkret vertraglich zu vereinbaren.

Beitragserhebung

Für eine rechtssichere Erhebung von Beiträgen ist unter anderem auch eine klare Dokumentation der Kosten für einzelne Maßnahmen erforderlich, insbesondere dann, wenn eine Pauschale pro Lichtpunkt vereinbart wurde. Dann muss im Verhältnis zwischen Betriebsführer und Kommune eine separate Aufstellung der beitragsfähigen und nicht beitragsfähigen Kosten vereinbart werden.

Garantiezusagen

In der Praxis, die sich immer mehr auf die LED-Technologie fokussiert, sind die Vereinbarung von Garantiezusagen nicht unüblich. Dabei ist insbesondere auf eine klare und nicht fehlerhafte Verwendung von Begriffen wie Lebensdauerangaben, Garantie, Gewährleistung, Ersatzteilgarantie zu achten. Werden hier bereits durch Unkenntnis fehlerhafte Vorgaben gemacht, kann dies zu erhöhten Preisen bei der Beschaffung führen.

Checkliste

Beleuchtung

Nachfolgend als erste Orientierung eine Checkliste zu wesentlichen Regelungen eines Beleuchtungsvertrages:

✓	Vertragsgegenstand
✓	Eigentumsverhältnisse der Anlagen und des Netzes
✓	Dokumentationspflichten
✓	Betriebsführungsaufgaben (z. B. Betrieb, Instandhaltung und Wartung)
✓	Schaltzeiten
✓	Energielieferung und Einsparpotenziale
✓	Beseitigung von Störungen und Schäden
✓	Vergütung und Preisgleitklausel
✓	Nutzungsrechte (Zugang zu Grundstücken und Gebäuden, gemeinsam genutzte Anlagen)
✓	Übertragung der Verkehrssicherungspflicht
✓	Haftung
✓	Laufzeit des Vertrages
✓	Regelungen nach Ablauf des Vertrages (z. B. Rückerwerb der Anlagen)

4 Finanzierung von Beleuchtungsprojekten

4.1 BELEUCHTUNGS-CONTRACTING

Eine angespannte Haushaltslage mit geringen finanziellen Spielräumen ist in vielen Städten und Gemeinden eine der größten Herausforderungen auf dem Weg zu einer effizienten und sparsamen Außenbeleuchtungslösung. Durch maßgeschneiderte Finanzierungsmodelle und umfangreiche staatliche Fördermittel lässt sich die finanzielle Belastung für Kommunen auf ein Minimum senken.

Maßgeschneiderte Finanzierungsmodelle – Contracting als attraktive Option

Kauf, Mietkauf, Miete und Leasing gehören zu den gängigen und bekannten Modellen, die bei der Finanzierung einer neuen Außenbeleuchtungslösung in Betracht gezogen werden. Darüber hinaus hat sich das Contracting gerade im kommunalen Bereich als attraktive Finanzierungsoption erwiesen. Häufig hängt das optimale Finanzierungsmodell von den finanziellen Rahmenbedingungen, dem Projektvolumen und weiteren Faktoren, wie dem Zugang zu Fördermitteln, ab.

Contracting – Licht ohne Eigeninvestition mit ausgelagertem Risiko

Contracting wird derzeit aus mehreren Gründen als interessante kommunale Finanzierungsoption diskutiert. Denn beim Contracting investiert die Kommune nicht mehr selbst in eine neue Beleuchtungsanlage – sondern lagert die Investition vollständig an einen Contractor aus. Der Contractor trägt die gesamten Kosten für die Planung, Installation und Instandhaltung der Anlage – und damit auch das wirtschaftliche Risiko. Er muss die Investitionskosten in seiner Bilanz aktivieren und bleibt über den gesamten Vertragszeitraum der Besitzer der Anlage. Als Gegenleistung dafür erhält er vom Contracting-Nehmer, hier den Kommunen, eine fest vereinbarte monatliche Rate. Damit profitiert der Contracting-Nehmer von einer neuen Beleuchtungsanlage, ohne den kommunalen Haushalt bzw. das Investitionsbudget zu überlasten.

Vertragsgestaltung – klar definierte Rahmenbedingungen als Kalkulationsgrundlage

Die Höhe der Contracting-Rate hängt vom Investitionsvolumen, aber auch den individuellen Rahmenbedingungen ab, beispielsweise der jährlichen Nutzungsdauer und der Umgebungstemperatur. Anhand dieser und weiterer Parameter, die klar im Vertrag definiert werden, errechnet der Contractor die Gesamtlebensdauer der Anlage – und darauf basierend die Höhe der Contracting-Rate. Nach dem Ende der vereinbarten Vertragslaufzeit können die Parteien den Contracting-Vertrag neu verhandeln bzw. verlängern. Alternativ hat der Contracting-Nehmer die Möglichkeit, die Anlage zu kaufen oder an den Contractor zurückzugeben. Das wird aus rechtlichen Gründen regelmäßig erst nach Ablauf des Vertrags geregelt.

Energy Performance Contracting – Finanzierung über garantierte Einsparungen

Das sogenannte Energy Performance Contracting eignet sich besonders für die Sanierung von veralteten Beleuchtungslösungen, die den Haushalt mit hohen Betriebskosten belasten. Dabei legen die Vertragspartner bestimmte Energiesparziele fest, die die neue Beleuchtungslösung erreichen muss. So weiß der Contracting-Nehmer bereits im Vorfeld, wie stark seine Betriebskosten sinken werden – und kann über diese Einsparungen häufig die monatliche Contracting-Rate finanzieren. Eine grundlegende Voraussetzung für das Energy Performance Contracting sind detaillierte Informationen über die Verbrauchsdaten der alten und der neuen Beleuchtungslösung, beispielsweise zu Brenndauer und Energieverbrauch. Deshalb müssen vor und nach der Sanierung entsprechende Messeinrichtungen betrieben werden, was den Aufwand erhöht.

Individuelle Finanzierungsberatung als zentraler Schritt

Eine umfassende und ganzheitliche Beratung ist einer der wichtigsten Schritte, wenn es um die Finanzierung einer neuen kommunalen Außenbeleuchtungslösung

geht. Denn nur wenn die individuellen Rahmenbedingungen bei der Auswahl berücksichtigt werden – beispielsweise die Haushaltslage und der Zugang zu Bundes- und Landesfördermitteln – lässt sich die optimale Finanzierungslösung finden.

4.2 ENERGIEGENOSSENSCHAFTEN

In Zeiten überwiegend klammer Haushaltskassen, aber auch zur Stärkung der Verbundenheit der Bürger mit der Energiewende und mit ihrer Kommune, haben sich zur finanziellen Förderung u. a. von Energieeffizienzprojekten in Kommunen in einigen Regionen Energiegenossenschaften gebildet. Im Rahmen des sogenannten Genossenschaftsmodells wird z.B. die Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf energieeffiziente Technologien, z. B. LED, finanziert.

So können Kommunen mit Energiegenossenschaften Contractingverträge schließen, in denen die Energiegenossenschaft das Eigentum, den Betrieb und die Umrüstung der Beleuchtungsanlagen übernimmt. Über die Laufzeit des Vertrages und die durch die Energiegenossenschaft erzielten Energieeinsparungen sollen sich die Investitionen der Energiegenossenschaften amortisieren. Dabei kaufen die Genossenschaftsmitglieder Anteile und erhalten je nach Geschäftsverlauf entsprechende Ausschüttungen.

Beispielhaft sind zu nennen:

- » BürgerEnergiegenossenschaft Riss eG (www.buergerenergie-riss.de)
- » dena Pilotprojekt: Energieeffizienz-Genossenschaften Straßenbeleuchtung (www.dena.de/themen-projekte/projekte/energieeffizienz-genossenschaften-strassenbeleuchtung)

4.3 FÖRDERMITTEL

Bund, Länder – und auch die EU – unterstützen die Umrüstung auf eine energieeffiziente Außenbeleuchtungslösung mit zahlreichen Fördermittel-Initiativen. Dank der umfangreichen Leistungen können Städte und Gemeinden die Investitionskosten für eine umweltfreundliche und energieeffiziente LED-Beleuchtung um bis zu 30 Prozent reduzieren.

Die nationale Klimaschutzinitiative NKI des BMUB – Ansporn und Verpflichtung für die Kommunen

Die Energiewende ist eine nationale Verpflichtung – Deutschland hat verbindlich zugesagt, die nationalen Treibhausgas-Emissionen bis zum Jahr 2020 um mindestens

Förderfenster Antragstellung	1.7.2017 bis 30.9.2017 1.1.2018 bis 31.3.2018 und 1.7.2018 bis 30.9.2018 1.1.2019 bis 31.3.2019 und 1.7.2019 bis 30.9.2019
Vorgabe CO₂-Minderung/ Förderung:	≥ 70 %: 20 % Förderung ≥ 80 % mit Lichtsteuerung: 25 % Förderung
Mindestbetrag Fördersumme:	5000 Euro
Mindestbetrag Projektgröße:	25 000 Euro bzw. 20 000 Euro
Zweckbindungsfrist:	fünf Jahre (geförderte Anlagen müssen im Eigentum des Antragstellers verbleiben)

40 Prozent gegenüber 1990 zu senken – bis 2050 soll die Reduktion sogar 80 bis 95 Prozent betragen. Den damit verbundenen Reduktionszielen kann sich keine Kommune entziehen. Um sie bei der Umsetzung der notwendigen Maßnahmen zu stärken und die finanzielle Belastung zu senken, wurde die Nationale Klimaschutzinitiative NKI ins Leben gerufen. Die NKI richtet sich an eine breite Öffentlichkeit – an Verbraucher ebenso wie an Unternehmen, Kommunen und Bildungseinrichtungen – und fördert eine Transformation hin zu umwelt- und klimafreundlichen Technologien. Dazu stehen bis 2019 umfangreiche Haushaltsmittel des Bundes sowie Mittel aus dem Sondervermögen Energie- und Klimafonds (EKF – Erlöse aus dem Emissionshandel) zur Verfügung. Konkret umgesetzt werden die Fördermaßnahmen unter anderem über die Kommunalrichtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten. Aufgrund des hohen Potenzials wurden nach einer zweijährigen Pause auch Außenbereiche wie Straßen, Wege und Plätze wieder in das Förderprogramm aufgenommen.

Wer, wann, was und wieviel – die Rahmenbedingungen für einen Förderantrag

Antragsberechtigt sind Kommunen und zu 100 Prozent kommunale Verbünde sowie Betriebe, Unternehmen und Organisationen mit mindestens 50,1 Prozent kommunaler Beteiligung. Darüber hinaus können auch öffentliche, gemeinnützige, religionsgemeinschaftliche Kitas, Schulen, Jugendfreizeiteinrichtungen bzw. deren Träger (auch Länder) Fördermittel beantragen. Gleiches gilt für eingetragene Sportvereine mit Gemeinnützigkeitsstatus.

Die Abgabe der Förderanträge ist auf zwei Zeitfenster pro Jahr (Q1 und Q3) beschränkt. Innerhalb dieser Zeiträume müssen die Anträge beim Projektträger Jülich (PTJ) entweder online oder per Post eingereicht werden. Für den Postversand gelten 14 Tage Nachlaufzeit.

Projekte, bei denen mindestens 70 Prozent CO₂ eingespart werden, erhalten 20 Prozent Förderung. Bei einer CO₂-Einsparung von mindestens 80 Prozent mit Lichtsteuerung steigt die Fördersumme sogar auf 25 Prozent. Die minimale Fördersumme beträgt 5000 Euro, so dass die Projekte ein Mindest-Investitionsvolumen von 20 000 Euro (bei 20 Prozent Förderung) bzw. 25 000 (25 Prozent Förderung) umfassen müssen. Zudem gilt eine Zweckbindungsfrist, wonach die geförderten Anlagen mindestens fünf Jahre im Eigentum des Antragstellers verbleiben müssen.

Details zur Förderung – Ausschreibung, Bewilligungszeitraum und Eigenmittel

Um eine Förderung zu erhalten, darf das Projekt erst nach Erhalt des Bewilligungsbescheides ausgeschrieben werden. Bereits ausgeschriebene Projekte sind von der Förderung ausgeschlossen. Zudem gibt es klare zeitliche Vorgaben für die Umsetzung: Der Bewilligungszeitraum beträgt in der Regel ein Jahr. Während dieser Zeit muss das Projekt komplett abgewickelt werden, vom initialen Projektbeginn bis zur finalen Inbetriebnahme. Darüber hinaus ist die Kommune verpflichtet, in den ersten neun Monaten des Bewilligungszeitraums mit den Maßnahmen zu beginnen.

Bei Antragsstellung muss die Finanzierung des Projekts gesichert sein. Dabei ist eine Eigenbeteiligung von mindestens 15 Prozent vorgeschrieben. Drittmittel – wie beispielsweise Zuschüsse oder andere Förderkredite – können in die Finanzierung einfließen, müssen aber ausgewiesen werden. Fehlerhafte Anträge dürfen nachgebessert werden.

Erhöhte Förderquote für Kommunen ohne ausreichende Finanzmittel

Finanzschwache Kommunen ohne ausreichende Eigenmittel können unter bestimmten Umständen eine erhöhte Förderquote beantragen, deren Höhe vom Fördergegenstand abhängt.

- » Für die **Sanierung der Außen- und Straßenbeleuchtung** erhalten die betroffenen Kommunen bis zu **45 Prozent Förderung bei 70 Prozent Einsparung**, bzw. bis zu 50 Prozent Förderung bei 80 Prozent Einsparung plus Lichtsteuerung.

Als finanzschwach gilt dabei, wer nach dem jeweiligen Landesrecht beispielsweise ein Haushaltssicherungskonzept aufstellen musste oder eine vergleichbar angespannte Haushaltssituation nachweisen kann – und deshalb nicht über ausreichende Eigenmittel verfügt. Damit die Finanzierung nicht an der Haushaltslage scheitert, ist dem Antrag eine Bestätigung der Kämmerei beizulegen, die die Bereitstellung der erforderlichen Eigenmittel garantiert. Zudem haben mehrere Antragsteller – beispielsweise Landkreise und Kommunen, die kleinere Projekte umsetzen möchten, – die Möglichkeit, einen gemeinsamen Förderantrag einzureichen.

Der Förderantrag – die wichtigsten Schritte im Überblick

Viele Kommunen scheuen das Einwerben von Finanzmitteln aufgrund des Umfangs und der fachlichen Tiefe eines Förderantrags. Bei fehlendem Know-how rund um die

» SO GEHT'S EINFACH – TRILUX SERVICE ZUR FÖRDERMITTELBEANTRAGUNG

	SCHRITT 1 Erfassen Ihrer alten Beleuchtungsanlagen Wir begleiten und unterstützen Sie bei der Erfassung Ihrer alten Beleuchtungsanlage, bei Bedarf auch mit Entsendung eigener Teams.
	SCHRITT 2 Lichtberechnung und Effizienznachweis Auf Grundlage der Erfassungsdaten erarbeitet TRILUX nicht nur eine Lichtberechnung, sondern auch die Effizienzbetrachtung und die Darstellung der CO ₂ -Einsparung.
	SCHRITT 3 Erarbeiten des Excel-Antragsformulars Wir erstellen für Sie den BMUB-Antrag für die LED-Umrüstung. Das bearbeitete Excel-Antragsformular stellen wir Ihnen per E-Mail zur Verfügung.
	SCHRITT 4 Antrag „Easy Online“ Für einen schnellen, unkomplizierten Einstieg haben wir ausführliche Hilfen erarbeitet, die Ihnen Seite für Seite zeigen, wie es geht. Natürlich stehen wir auch für eine persönliche Beratung zur Verfügung.
	SCHRITT 5 Die Zeitfenster Für die Einreichung des BMUB-Förderantrags gibt es von 2017 bis 2019 jeweils zwei Zeitfenster pro Jahr: das erste und das dritte Quartal des jeweiligen Jahres. Innerhalb dieser Zeiträume müssen die Anträge beim Projektträger Jülich entweder online oder per Post nachgereicht werden (für den Postversand mit 14 Tagen Nachlaufzeit).
	SCHRITT 6 Die Ausschreibungsphase Nach der Antragsbewilligung durch den Projektträger Jülich steht Ihrer LED-Umrüstung nichts mehr im Wege – bitte die Ausschreibung keinesfalls vorher beginnen, sonst sind Fördermittelzusagen schnell vom Projektträger Jülich widerrufen.

LED-Technologie oder einem Engpass bei den Kapazitäten unterstützen Unternehmen wie TRILUX die Projektverantwortlichen mit einem breiten Leistungsspektrum rund um die Antragstellung. Projektbegleitende Ingenieurleistungen werden zudem mit fünf Prozent des zuwendungsfähigen Investitionsvolumens gefördert. Die wichtigsten Schritte im Überblick.

1 Erfassung der Bestandsbeleuchtung

Um die Höhe der CO₂-Einsparungen berechnen zu können, müssen die Leistungs- bzw. Betriebsparameter der alten Beleuchtungsanlage erfasst werden. Dazu zählen unter anderem Leuchtmittel-Typ, Systemleistung und Lichtpunkthöhe.

2 Lichtberechnung und Effizienznachweis

Anhand der Bestandsdaten wird eine neue Beleuchtungsanlage konzipiert. Wichtig für die Antragstellung sind dabei die Effizienzbetrachtung sowie die Darstellung der CO₂-Einsparung im Vergleich zur Altanlage.

3 Antragsformulars erarbeiten

Der BMUB-Antrag wird digital als Excel-Datei bearbeitet. Eventuell fehlerhafte Angaben können noch im Nachhinein korrigiert werden.

4 Antrag einreichen – „easy-Online“

Mit „easy-Online“ bietet das BMUB die Möglichkeit, die Fördermittel schnell und einfach online zu beantragen. „easy-Online“ ist ein elektronisches Formularsystem für Anträge, Angebote und Skizzen rund um die Fördermittel des Bundes. Nach der Einreichung über „easy-Online“ muss der Antrag in Papierform unterzeichnet per Post an den Projektträger Jülich gesendet werden.

5 Zeitfenster beachten

Für die Einreichung des BMUB-Förderantrags gibt es von 2017 bis 2019 jeweils zwei Zeitfenster pro Jahr: das erste und das dritte Quartal des jeweiligen Jahres. Innerhalb dieser Zeiträume müssen die Anträge beim Projektträger Jülich entweder online oder per Post nachgereicht werden (für den Postversand mit 14 Tagen Nachlaufzeit).

6 Projekt ausschreiben

Um Fördermittel zu erhalten, darf das Projekt erst nach der Bewilligung der Fördermittel ausgeschrieben werden.

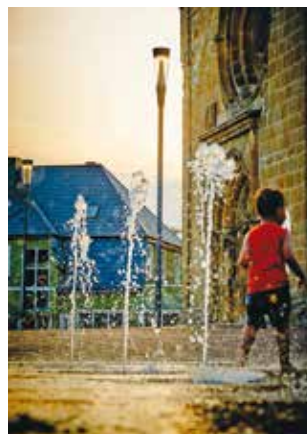
Rückforderung von Fördermitteln

Der Erhalt von Fördermitteln zur Neuorganisation der kommunalen Beleuchtung wird über den Zuwendungsbescheid in der Regel mit der Bedingung verknüpft, die Vorschriften des Vergaberechts einzuhalten. Insoweit sind bei Erhalt von Zuwendungen die damit verbundenen Nebenbestimmungen genau zu prüfen.

Werden die Zuwendungen unter Nichteinhaltung der damit verbundenen vergaberechtlichen Auflagen eingesetzt, besteht das Risiko einer späteren Rückforderung der Mittel.

Der Umfang der Erstattung wird in der Regel durch einzelne Runderlasse der Länder geregelt (z. B. Runderlass des Finanzministeriums NRW vom 18.12.2003 zur Rückforderung von Zuwendungen wegen Nichtbeachtung der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB/A) und der Verdingungsordnung für Leistungen – ausgenommen Bauleistungen – (VOL/A). Grundsätzlich soll nur der Leistungsteil erstattet werden, bei dem ein Verstoß vorliegt. Hinzu kommt, dass ein Erstattungsanspruch zu verzinsen ist.

Vor diesem Hintergrund ist es wichtig, bei Erhalt von Zuwendungen die damit verbundenen Nebenbestimmungen genau zu prüfen und die damit verbundenen vergaberechtlichen Vorgaben im Einzelnen zu beachten.





5 Vergaberechtliche Anforderungen

5.1 BEDARFSPLANUNG

Der oftmals unterschätzte, aber tatsächlich wichtigste Schritt der Beschaffung ist die Bedarfsplanung. Eine gut durchdachte Bedarfsplanung ist der Grundstein für eine gelungene Beschaffung. Insoweit sollten Kommunen hier – gegebenenfalls unter Einbeziehung eines Fachplaners – besondere Sorgfalt walten lassen. Im Folgenden soll ein erster Überblick über wesentliche Faktoren einer Bedarfsplanung im Bereich der kommunalen Beleuchtung gegeben werden.

Definition der bestmöglichen Anlageneffizienz

Die grundsätzliche Fragestellung bleibt in Zeiten klammer Kassen: „Wann ist genug auch ausreichend und richtig?“. Der Austausch einer Bestandsleuchte gegen eine dekorative, innovative neue Leuchte wird sich je nach Ausschreibungsergebnis grundsätzlich nach ca. sechs bis acht Jahren rechnen. Werden auch Mastsystem und Energieverteilungen erneuert, sind es ca. neun bis elf Jahre, bis der ROI (Return On Investment) erreicht ist. Werden Mastanordnungen großvolumig neu strukturiert, sind schnell zwölf bis fünfzehn Jahre vergangen, bis das Kapital zurückfließt. Der Grund sind in diesem Fall aufwendige und kostenintensive Kabelneuverlegungen und Oberflächenwiederherstellungen (Tiefbauarbeiten), die natürlich nur bedingt zu einer schnell wirksamen positiven Gesamtentlastung der Kostenstruktur beitragen.

Trotzdem hier der eindeutige Appell: Es lohnt sich, alle Anlagenteile unter dem Fokus aller finanzierbaren und technisch sinnvollen Möglichkeiten zu betrachten. Unterstützt wird dies durch die Tatsache, dass derartige Maßnahmen für Zeiträume zwischen 30 und 40 Jahren durchgeführt werden. Es geht also um ein langfristiges investives Gut.

Maßnahmenplanung und Priorisierung für die gesamte Anlage

Die beiden wichtigsten Aktionsfelder bei einer Straßenbeleuchtungssanierung sind zum einen die energetische Sanierung der Leuchtensysteme und zum anderen Maßnahmen zur kalkulierbaren Betriebssicherheit der gesamten

Anlage. Man kommt also für eine seriöse und nachhaltige Sanierung um eine ganzheitliche Betrachtung und Prüfung der gesamten Anlagentechnik nicht herum. Dazu gehören

- » die Schaltschränke,
- » das Leitungsnetz,
- » die Mastanlagen und
- » möglicherweise Ansätze für eine zukünftig effektive Betriebsunterhaltung (Telemanagement u. a.).

Sicherlich ist allen Beteiligten klar, dass grundsätzlich die Finanzierung der Maßnahmen ein sehr sensibles Thema ist. Nicht zuletzt aufgrund der angespannten Haushaltssituation in vielen Kommunen spielt natürlich der ROI auch bei allen Einzelmaßnahmen der Sanierung eine entscheidende Rolle. Um die Durchsetzbarkeit von Maßnahmen in den diversen Gremien (Bauausschuss, Rat u. a.) zu unterstützen, ist daher immer ein Prioritätenplan mit den notwendigen ökonomischen Rahmendaten zu erarbeiten.

BEISPIEL

Jahr 2017: Austausch von unwirtschaftlichen Leuchten, z. B. mit HQL-Lampen, gegebenenfalls, insbesondere bei zweifelhafter Standfestigkeit, auch das zur Leuchte gehörende Mastsystem.

Jahr 2018: Austausch von defekten und störanfälligen Energieverteilungen unter Berücksichtigung, dass in die neuen Energieverteilungen auch ausreichend Raum für zukünftige Steuerungsgeräte zur Reduzierung von Energie bzw. Wartungsaufwand eingeplant werden muss.

Jahr 2019: Austausch von störanfälligen Kabelstrecken unter Berücksichtigung des erheblichen Kosten für Tiefbauarbeiten entstehen, z. B. für Straßenoberfläche aufnehmen, Kabelgraben erstellen, die Straßenoberfläche nach Verlegung des neuen Kabels wiederherstellen.

Jahr 2020: Planung und Ausführung von Steuerungs- und Managementsystemen für die Straßenbeleuchtung.

Standardleuchtenkatalog und Reduzierung der „After Sales“-Kosten

Die ökonomische Betrachtung diverser Leuchtensysteme bis zur Erstellung der betriebsfertigen Anlage ist sicherlich zwingend notwendig. Da aber die After-Sales-Kosten in der Straßenbeleuchtung bei ca. 65 Prozent liegen, sind die Kosten für die Wartung und Instandhaltung ebenfalls unter allen wirtschaftlichen Aspekten zu hinterfragen bzw. zu analysieren.

Insbesondere die Kosten für Ersatzteilbeschaffungen und der Zeitaufwand für den Austausch bestimmter Komponenten spielen bei den After-Sales-Kosten eine große Rolle. Grundsätzlich sollte die Nachlieferfähigkeit diverser Ersatzteile ein wichtiger Aspekt vor der Entscheidung für bestimmte Leuchten sein.

Die Lösung liegt wieder einmal in der ganzheitlichen Betrachtung. Sicherlich sind Parameter wie Energiekosten, Lichtausbeute (Lumen pro Watt) und Beleuchtungsqualität

HINWEIS

Einsparpotenziale einfach online
ermitteln mit dem kostenfreien TRILUX
Effizienzrechner:

www.trilux.com/effizienzrechner

und dergleichen wichtig, aber eine effektive und damit wirtschaftliche Wartung und Instandhaltung führt eben auch zu einer erheblichen Entlastung der kommunalen Kassen. Einige Hersteller sowie die lichttechnische Gesellschaft (LiTG) und der Zentralverband Elektroindustrie (ZVEI) als Fachverbände bieten auf ihrer Homepage und in Publikationen interessante Checklisten, Effizienzrechner und Tools zur Produkt- und Bieterbewertung an. Diese können mitunter als Leitfaden für Bewertungen herangezogen werden.

» ÜBERBLICK ZUM ABLAUF DER EINZELNEN VERFAHRENSARTEN

	Offenes Verfahren	Nicht offenes Verfahren	Verhandlungsverfahren mit Teilnahmewettbewerb	Wettbewerblicher Dialog	Innovationspartnerschaft
1. Vorbereitungsphase	Bestimmung des Beschaffungsbedarfs; Bestimmung der anzuwendenden Vorschriften; Wahl der Verfahrensart; Erstellung der Leistungsbeschreibung				
2. Publizitätsphase	Bekanntmachung mit Aufforderung zur Angebotsabgabe; Bereitstellung der Vergabeunterlagen	Bekanntmachung mit Aufforderung, sich um Teilnahme zu bewerben; Bereitstellung der Vergabeunterlagen			
3. Angebotsphase a. Teilnahmewettbewerb	entfällt	Bieter bewerben sich um Teilnahme; Prüfung der Eignung der Bieter; Zulassung bzw. Einladung			
b. Angebotsabgabe	Bieter reichen innerhalb der Angebotsfrist ihre verbindlichen Angebote ein		meist zunächst unverbindliche Angebote der Bieter; Verhandlungen mit Bietern; Aufforderung zur Abgabe eines verbindlichen Angebots; Abgabe eines verbindlichen Angebots	Dialog mit den Unternehmen; Erörterung der Lösungen; Abgabe endgültiger Angebote	Dialog mit den Unternehmen zur Erarbeitung einer Innovation; meist zunächst unverbindliche Angebote der Bieter; Aufforderung zur Abgabe eines verbindlichen Angebots; Abgabe eines verbindlichen Angebots
4. Prüfungs- und Wertungsphase	nach Ablauf der Angebotsfrist werden die Angebote anhand bekannt gemachter Kriterien geprüft und gewertet; Auswahlentscheidung				
5. Zuschlagsphase	Vorabinformation (§ 134 GWB); Zuschlagserteilung				

Markterkundungsverfahren

Seit dem 18.4.2016 ist nun auch die Zulässigkeit eines Markterkundungsverfahrens zur Vorbereitung einer Auftragsvergabe und zur Unterrichtung der Unternehmen über Auftragsvergabepläne und -anforderungen normiert (vgl. § 28 VgV). Die Durchführung eines vergabevorbereitenden Markterkundungsverfahrens kann insbesondere dann ein interessantes Instrument sein, wenn Kommunen sich einen Überblick über innovative technische Lösungen im Bereich der kommunalen Beleuchtung verschaffen wollen.

Soweit sich eine Kommune für eine vergabevorbereitende Markterkundung entscheidet, muss diese in klarer Abgrenzung zum Vergabeverfahren gestaltet werden. Insofern sollte explizit darauf hingewiesen werden, dass es sich lediglich um eine Markterkundung handelt und im Falle eines Festhaltens an der Beschaffungsabsicht sich ein förmliches Vergabeverfahren anschließen wird.

5.2 WAHL DER VERFAHRENSART

Je nach Ausgestaltung eines Beleuchtungsvertrags kann der maßgebende Schwerpunkt der Leistung im Bau-, Liefer- oder Dienstleistungsbereich liegen. Je nach Schwerpunkt der jeweiligen Leistung kommt entweder die VOB/A (Bauleistungen) oder die Vergabeverordnung (VgV) bzw. die Unterschwellenvergabeordnung (UVgO) im Bereich der Liefer- oder Dienstleistungen zur Anwendung. Auf eine exakte Einordnung wird an dieser Stelle aus Darstellungsgründen verzichtet. Die Kommune ist gehalten, je nach Schwerpunkt der Leistung die korrekte Vergabeart zu bestimmen. Diesbezüglich ist eine Einzelfallprüfung erforderlich.

Seit der Vergaberechtsnovelle 2016 können Kommunen zudem zwischen dem offenen und nicht offenen Verfahren, das stets einen vorherigen Teilnahmewettbewerb voraussetzt, frei wählen. Dies bedeutet, dass die Wahl zwischen diesen beiden Verfahrensarten keiner gesonderten Begründung bedarf.

Werden umfangreiche Betriebsführungsleistungen ausgeschrieben, die insbesondere konzeptionelle oder innovative Lösungen beinhalten, kann auch im Einzelfall die Wahl eines Verhandlungsverfahrens zulässig sein (vgl. § 14 Abs. 3 Nr. 2 VgV). Dies bedarf allerdings einer besonderen Begründung im Einzelfall und einer entsprechenden Dokumentation für die Vergabeakte.

Die Durchführung eines wettbewerblichen Dialogs oder eines Innovationswettbewerbs ist in der Praxis der Vergabe von Beleuchtungsmaßnahmen zwar eher unüblich, könnte aber dann eine Rolle spielen, wenn es um die Entwicklung oder Fortschreibung neuer Technologien ginge.

5.3 EIGNUNGS- UND ZUSCHLAGSKRITERIEN

Eignungsprüfung

Für die Kommunen ist nicht nur wichtig, dass nach den Zuschlagskriterien ein gutes Angebot vorliegt, sondern ebenso entscheidend, dass der künftige Auftragnehmer auch tatsächlich in der Lage ist, den Auftrag auszuführen.

Dies soll mit der vom Auftraggeber durchzuführenden Eignungsprüfung sichergestellt werden. Durch diese wird gewährleistet, dass der Auftrag an ein fachkundiges und leistungsfähiges Unternehmen vergeben wird (vgl. § 122 GWB).

Die Erklärungen und Nachweise, die insoweit beizubringen sind, werden von der Kommune festgelegt. Neben z. B. Umsätzen, Registerauszügen und Versicherungsnachweisen ist insbesondere die Einholung von Referenzen über in der Vergangenheit erbrachte vergleichbare Leistungen sinnvoll.

Zuschlagskriterien

Nach § 127 GWB wird der Zuschlag auf das wirtschaftlichste Angebot erteilt. Dieses bestimmt sich nach dem besten Preis-Leistungs-Verhältnis. Die Festlegung der Zuschlagskriterien liegt im Ermessen der Kommune, darf allerdings nicht zu einer Benachteiligung einzelner Bieter führen.

Die Gestaltung der Zuschlagskriterien hängt insbesondere davon ab, welche Leistungen im Rahmen der Straßenbeleuchtung beschafft werden sollen. Geht es lediglich um die Lieferung von Ersatzteilen oder den Austausch von Leuchtmitteln, könnte auch auf den Preis als alleiniges Zuschlagskriterium abgestellt werden. Soll eine ganzheitliche Betriebsführung aus einer Hand beschafft werden, können neben dem Preis auch qualitative Kriterien (z. B. Wartungs- und Instandhaltungskonzept, Energieeffizienzkonzept), die eine konzeptionelle Beschreibung der geplanten Betriebsführung bewerten, sinnvoll sein.

Die Zuschlagskriterien sollen dem Auftraggeber eine Entscheidung für das optimale Angebot bzw. die optimale Leistung über den gesamten Leistungszeitraum ermöglichen. Deshalb sollte ausreichend Zeit für die Festlegung der Kriterien und deren Gewichtung eingeplant werden. Die Kriterien müssen die nachgefragte Leistung im Detail widerspiegeln und es dem Bieter ermöglichen, ein den Wünschen des Auftraggebers entsprechendes Angebot zu erstellen. Im Zusammenhang der Beschaffung der Straßenbeleuchtung ist zudem auf § 67 Abs. 5 VgV zu verweisen. Danach ist im Falle der Beschaffung energieverbrauchsrelevanter Waren, technischer Geräte oder Ausrüstungen im Rahmen der Ermittlung des wirtschaftlichen Angebotes die Energieeffizienz als Zuschlagskriterium angemessen zu berücksichtigen. Gleiches gilt gemäß § 8c EU

VOB/A, wenn die Lieferung von energieverbrauchsrelevanten Waren, technischen Geräten oder Ausrüstungen wesentlicher Bestandteil einer Bauleistung ist. Insoweit ist vom Auftraggeber eine individuelle Prüfung durchzuführen.

5.4 LEISTUNGSBESCHREIBUNG

Die Kommunen müssen bei der Beschaffung den Auftragsgegenstand so eindeutig und erschöpfend wie möglich beschreiben, sodass die Beschreibung für alle Unternehmen im gleichen Sinne verständlich ist und die Angebote miteinander verglichen werden können (vgl. § 121 Abs. 1 Satz 1 GWB). Die Leistungsbeschreibung ist nicht nur die Grundlage für die Durchführung eines transparenten, wettbewerblichen und diskriminierungsfreien Verfahrens. Sie ist gleichzeitig auch Basis für eine optimale Auftragsdurchführung und -abwicklung. Daher ist hier besondere Sorgfalt anzuwenden und gegebenenfalls ein Fachplaner hinzuzuziehen.

Mit Blick auf die Erstellung der Leistungsbeschreibung ist nach langjähriger praktischer Erfahrung in zahlreichen Projektumsetzungen eine frühzeitige Einbindung der politischen Entscheidungsträger in den Kommunen sowie aller Beteiligten in der Verwaltung in Bezug auf die gestalterischen Aspekte der Straßenbeleuchtung eine absolute Grundbedingung. Viele Kommunen präsentieren auch in Bürgerversammlungen bestimmte, für die jeweiligen Anwendungen ausgewählte Leuchten, um die Akzeptanz für die Maßnahme bei Bürgern signifikant zu steigern. Es macht ebenfalls Sinn, sogenannte Musterstraßen mit einer Auswahl von Leuchten für die Sanierung zu präsentieren, denn nur so kann eine reale Darstellung der Licht- und Designwirkung erzeugt und vermittelt werden.

Die Leistungsverzeichnisse müssen, gegebenenfalls unter Hinzuziehung eines Experten, insbesondere mit Blick auf deren Wichtigkeit für die spätere Auftragsdurchführung, aber auch aufgrund der immer häufiger auftretenden Vergabebeschwerden wegen angeblicher Ausschreibungsfehler rechtssicher gestaltet werden.

Hierzu gehört auch die Beachtung der vergaberechtlichen Vorgaben zur Beschaffung energieverbrauchsrelevanter Liefer- oder Dienstleistungen. Gemäß § 67 Abs. 3 VgV sind in der Leistungsbeschreibung oder an anderer geeigneter Stelle in den Vergabeunterlagen von den Bietern konkrete Angaben zum Energieverbrauch zu fordern. Dies gilt gemäß § 8c EU VOB/A gleichermaßen für den Baubereich, sofern es sich um die Lieferung

von energieverbrauchsrelevanten Waren, technischen Geräten oder Ausrüstungen handelt, die wesentlicher Bestandteil einer Bauleistung sind. Aus Sicht des Auftraggebers muss zudem das vergaberechtliche Gebot der Produktneutralität beachtet werden (vergleiche § 31 Abs. 6 VgV). Eine Ausnahme hiervon kann allerdings in Betracht kommen, wenn eine Produktvorgabe durch den Auftragsgegenstand ausnahmsweise gerechtfertigt ist. In diesem Zusammenhang kann zum Beispiel ein bereits vorhandener Bestand einer spezifischen Beleuchtungslösung eine Rolle spielen. Zudem können derartige Verweise ausnahmsweise zulässig sein, wenn der Auftragsgegenstand anderenfalls nicht hinreichend genau und allgemein verständlich beschrieben werden kann. Derartige Verweise müssen nach den VgV-Vorschriften mit dem Zusatz „oder gleichwertig“ versehen werden. Auf die sonstigen Vorgaben in §§ 32 bis 34 VgV wird an dieser Stelle verwiesen. Im Falle der Vergabe eines Bauauftrags ist auf die vergleichbaren Regelungen in §§ 7 EU bzw. 7a EU VOB/A hinzuweisen.

PRAXISTIPP

Grundsätzlich ist zu empfehlen, dass die Kommunen nach Erstellung eines LV-Entwurfs, diesen auf mögliche Vergabeverstöße prüfen lassen. Ein optimal formuliertes Leistungsverzeichnis hat u. a. nachfolgende Inhalte:

- » Exakte Beschreibung von Materialien, Farben und Funktionen sowie Montage- und Dienstleistungen, wobei darauf zu achten ist, dass keine sogenannten Ausschließlichkeitskriterien genannt werden, die entweder nur von einem oder wenigen Unternehmen angeboten werden können.
- » Anforderung von Produktdatenblättern und Produktbildern mit Abgabe des Bieterangebotes als Anlage beizufügen.
- » Anforderung von Beleuchtungsberechnungen je Leuchtentyp für die entsprechenden Straßenkategorien mit Vorgabe relevanter Berechnungsparameter mit Abgabe des Bieterangebotes als Anlage beizufügen.
- » Anforderung aller notwendigen Daten und technischen Werte – zu diesem Zweck sollte der Ausschreibung ein auszufüllendes Datenblatt je Leuchte beigelegt werden (Abgabe mit dem Bieterangebot).

Der Leitfaden Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung, überarbeitete 2. Ausgabe des ZVEI (<https://www.zvei.org/de/presse-medien/publikationen/leitfaden-planungssicherheit-in-der-led-beleuchtung-ueberarbeitete-2-ausgabe/>) informiert über die Grundlage der Vergleichbarkeit beim Einsatz von LED-Beleuchtung.



5.5 BETRIEB DER BELEUCHTUNG MIT ÖKOSTROM

Die Bedeutung einer nachhaltigen Beschaffung nimmt immer weiter zu und wurde durch die jüngste Vergaberechtsnovelle weiter gestärkt. Neben der Steigerung der Energieeffizienz oder der Beschaffung nachhaltiger Materialien, kann auch die Beschaffung von Ökostrom zum Betrieb der Beleuchtungsanlagen mit Blick auf eine nachhaltige Beschaffung sinnvoll und sogar politischer Wille sein.

Soweit Kommunen Ökostrom zum Betrieb der Beleuchtungsanlagen beschaffen wollen, aber die wirtschaftlichen Faktoren mit denjenigen einer konventionellen Strombeschaffung vergleichen möchten, besteht die Möglichkeit, den Ökostrombedarf im Rahmen eines Nebenangebotes abzufragen. Hier sind aber die vergaberechtlichen Anforderungen an die Abfrage von Nebenangeboten im Rahmen der Ausschreibung zu berücksichtigen.

PRAXISTIPP

Weiterführende Informationen zum Thema nachhaltige Beschaffung u. a. auch im Bereich der Beleuchtung bieten z. B. auch:

- » die Kompetenzstelle für nachhaltige Beschaffung (http://www.nachhaltige-beschaffung.info/DE/Home/home_node.html)
- » der Kompass Nachhaltigkeit (<http://www.kompass-nachhaltigkeit.de/>)

5.6 DIREKTVERGABEMÖGLICHKEIT

In der Vergangenheit haben bundesweit einige Kommunen das Eigentum an den Beleuchtungsanlagen z. B. auf ein Energieversorgungsunternehmen übertragen, welches zugleich die Betriebsführung der Beleuchtungsanlagen übernommen hat. Daher stellt sich in diesen Fällen die Frage, ob aufgrund der Stellung des Energieversorgungsunternehmens als Eigentümer der Beleuchtungsanlagen ein Verhandlungsverfahren ohne Teilnahmewettbewerb mit dem Eigentümer erfolgen kann (vgl. § 3a VOB/A, 1. Abschnitt, § 3a Abs. 3 lit. c VOB/A-EU, § 3 Abs. 4 lit. I VOL/A, 1. Abschnitt, § 14 Abs. 4 Nr. 2 lit. c VgV; hierzu auch OLG Frankfurt a. M., Beschluss vom 30.8.2011 – 11 Verg 3/11). Ob dies möglich ist, muss im Einzelfall geprüft werden. Unzulässig hingegen ist eine beabsichtigte Eigentumsverschiebung zur Umgehung einer vergaberechtlichen Ausschreibungspflicht.

6 Kommunale Praxisbeispiele

6.1 ENERGETISCHE STRAßENBELEUCHTUNGSSANIERUNG IN EINER MITTLEREN KLEINSTADT

Ausgangssituation:

- » 1583 Beleuchtungssysteme
- » Installierte Leistung: 220 000 Watt
- » Nutzungsstunden p. a.: 4015
- » Stromverbrauch p. a.: 883 300 kWh
- » Energiekosten p. a.: 159 000 Euro
(brutto 0,18 Euro je kWh und
4015 Nutzungsstunden p. a.)
- » 1465 Leuchtensysteme sollen erneuert werden,
d. h. Austausch von 92,5 Prozent.
- » Austauschnotwendigkeit „HQL-Leuchtmittel“-
Verbot ab 01/2015 im EU-Raum
- » Restleuchten: 118 Stück

Finanzierung:

BMU-Förderantrag	944 860 Euro
25 Prozent BMU-Förderung	236 215 Euro
Eigenmittel	708 645 Euro (20 Prozent Haushalt und 80 Prozent KfW-Darlehen)

Fördermaßnahme:

- » Austausch von 1465 Straßenleuchten
gegen energieeffiziente LED-Leuchten
- » 38 Straßenkilometer
- » ca. 300 Straßen (gemäß BMU-Antrag)

Gesamtmaßnahme:

- » Investives
Gesamtvolumen: 1 312 000 Euro

Bedingt durch zusätzlich notwendige Maßnahmen:

- » Austausch bzw. Verlängerung von 647
Mastanlagen inklusive Fundamente und
Oberflächenwiederherstellung
- » Standsicherheitsprüfung von Masten
- » Austausch von 22 Energieverteilungen
(Gesamtbestand 46 Stück)

Das Endergebnis ist eine Erfolgsstory:

- » Stromverbrauch
der Altanlage p. a.: 795 963 kWh
- » Stromeinsparung p. a.: 603 063 kWh
- » CO₂-Einsparung über
25 Jahre: 7116,14 Tonnen
- » Durchschnittliche
Einsparung: 76 Prozent
- » Einsparung
Energiekosten p. a.: 108 550 Euro
- » Einsparung
Wartungskosten p. a.: ca. 20 000 Euro

(Wert für die ersten zwölf Betriebsjahre dieser
Neuanlagen)



Viele Städte und Gemeinden nutzen die aktuell von Bund und Ländern bereitgestellten Fördermittel, um ihre Außenbeleuchtung auf die energieeffiziente LED-Technologie umzurüsten. Dabei gewinnen intelligente und vernetzte Beleuchtungslösungen zunehmend an Bedeutung. Neben Großprojekten mit über hundert vernetzten Leuchten setzen die Kommunen gezielt auch kleinere Projekte um, von denen einige Praxisbeispiele vorgestellt werden.

6.2 KLEINE UMSTELLUNG MIT GROßER WIRKUNG – LIGHT ON DEMAND IN BERLIN SORGT FÜR MEHR SICHERHEIT BEI WENIGER BETRIEBSKOSTEN

Dunkle Ecken gibt es in fast jeder Stadt. Häufig geht es dabei um räumlich begrenzte Bereiche, die aufgrund veralteter Lichttechnologie nur unzureichend beleuchtet werden und das Sicherheitsempfinden der betroffenen Passanten beeinträchtigen. Ein gutes Beispiel dafür ist das Areal unter dem Viadukt am Bundesplatz in Berlin. Der Bereich unter der Autobahnbrücke besteht aus einem Parkplatz und einem 100 Meter langen Verbindungsweg zur nahegelegenen S-Bahn. Vor der Sanierung wurde das Gebiet mehr schlecht als recht von ineffizienten konventionellen Langfeldleuchten mit 2 x 58 Watt (T8) beleuchtet. Eine verbesserte Beleuchtungssituation sollte das Sicherheitsempfinden bei den Nutzern steigern, ohne das Haushaltsbudget durch höhere Energiekosten zu belasten. Dazu wurden besonders energieeffiziente TRILUX Cuvia LED-Leuchten in ein intelligentes „Light on Demand“-Beleuchtungskonzept eingebettet.

Licht nur dann, wenn es gebraucht wird

Das Gesamtsystem besteht aus zwölf Cuvia LED-Leuchten, die im Abstand von 25 Metern platziert und mit einer Gateway-Box, einem Lichtmanagementsystem, Funkcontrollern sowie Bewegungssensoren kombiniert wurden. Eine Zeitsteuerung dimmt die Beleuchtungsstärke der Anlage von 23 Uhr bis 5 Uhr morgens auf 30 Prozent der maximalen Leistung – während der übrigen Betriebszeiten liegt das Basis-Beleuchtungsniveau bei 80 Prozent. Wird ein Fußgänger, Rad- oder Autofahrer von den Sensoren erfasst, steht das Licht sofort zu 100 Prozent zur Verfügung. Durch die

Umstellung auf energieeffizientes Light on Demand sind Einsparungen bei den Energiekosten von bis zu 85 Prozent gegenüber der Altanlage möglich.

Mehr Licht und weniger Aufwand bei der Wartung

Nicht nur das Beleuchtungsniveau unter dem Viadukt insgesamt wurde durch die Umstellung deutlich angehoben. Dank der flexiblen Multi-Lens-Technologie der Cuvia LED konnte auch die Ausleuchtung des Gehwegs gezielt ohne zusätzliche neue Lichtpunkte verbessert werden. Dazu wurde ein Teil der acht Linsen, die im Leuchtenkopf der Cuvia LED verbaut sind, so gedreht, dass sie neben der Fahrbahn auch den Gehweg optimal ausleuchten. Ein weiterer Vorteil ist die Vernetzung der Beleuchtungslösung, die den Wartungsaufwand dank Fernwartung minimiert. Das System liefert auf Knopfdruck die wichtigsten Betriebsparameter, z. B. Fehlermeldungen, Energieverbräuche und Angaben zur Detektionshäufigkeit. Auch die Schaltzyklen und das Dimmniveau lassen sich bequem online über die Überwachungszentrale einstellen.

KURZ & KNAPP

Bauherr

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Berlin

Betreiber

Vattenfall Europe Netzservice GmbH

Objekt

Kombinierter Fußweg mit Parkplatzbeleuchtung unter der Autobahnbrücke am Bundesplatz

Installierte Systeme

TRILUX Cuvia 60 LED mit Zusatzmodulen wie Funkcontroller, Bewegungssensoren, Gateway-Box, Lichtmanagementsystem



6.3 ARNSBERGER ALTSTADT AUF SMART-CITY-KURS – FUNKVERNETZTE BELEUCHTUNG MIT INTELLIGENTER STEUERUNG JEDES EINZELNEN LICHTPUNKTS



Die Stadt Arnsberg im Sauerland suchte nach einer zukunftsfähigen Außenbeleuchtungslösung für die zentral gelegene Klosterbrücke, die die Arnsberger Alt- und Neustadt sowie die daran angrenzenden Stadtbereiche verbindet. Die Auswahlkriterien für das Beleuchtungssystem waren hoch: Neben der Beleuchtungsqualität und Energieeffizienz besaß auch das Leuchtdesign einen hohen Stellenwert – es sollte sich harmonisch in das Stadtbild einfügen und den innerstädtischen Raum durch ein attraktives Design aufwerten. Eine weitere zentrale Anforderung: Arnsberg wollte mit dem System einen großen Schritt in Richtung Smart City gehen und die Möglichkeiten nutzen, die eine vernetzte und intelligente Beleuchtungslösung bietet. Mit der von TRILUX konzipierten Beleuchtungslösung ließen sich alle Anforderungen unter einen Hut bringen. Arnsberg installierte insgesamt über 100 LED-Leuchten, die per Funk vernetzt sind. Das System ermöglicht eine direkte Online-Kommunikation in Echtzeit mit jedem einzelnen Lichtpunkt.

Neue Möglichkeiten dank Vernetzung und Online-Steuerung

Auf der Klosterbrücke wurden zwölf ConStela LED-Leuchten installiert, die den Bereich auch tagsüber dank des zeitlos-attraktiven Designs aufwerten, ohne die Brücke zu dominieren. In den angrenzenden Stadtbereichen wurden rund 100 TRILUX Viatana Mastaufsatzleuchten verbaut. Sämtliche Leuchten sind mit einem Controller und einer Antenne ausgestattet und per Funknetzwerk miteinander verbunden. Ein Gateway sammelt die Daten der Leuchten auf einem Server, der über jedes internetfähige Gerät zu erreichen ist. So lässt sich die Straßenbeleuchtung komfortabel über Computer oder Smart Devices von den Büroräumen der Stadt Arnsberg aus fernsteuern. Dabei können beispielsweise mühelos individuelle Dimmprofile für einzelne Leuchten oder Leuchtengruppen umgesetzt werden. Zudem sind zentrale Betriebsparameter wie Betriebsdauer und Energieverbrauch für jede einzelne Leuchte online verfügbar. Fällt eine Leuchte aus, wird der Betreiber automatisch benachrichtigt. Das erleichtert die Wartung im Alltag.

Blau auf Knopfdruck

Mit einer weiteren Besonderheit können die zwölf ConStela LED-Leuchten auf der Klosterbrücke aufwarten. Der satinierte Teil des Stelenkopfes lässt sich bei Bedarf über das Lichtmanagementsystem von Homogen-Weiß auf Blau umstellen. Der perfekte Anlass für diese Inszenierung: Der Arnsberger Kunstsommer ist für seine farbigen Illuminationen bekannt – und die Klosterbrücke wird zu diesem Anlass dank der vernetzten ConStela Leuchte einfach „per Knopfdruck“ in blaues Licht getaucht.

KURZ & KNAPP

Bauherr

Stadt Arnsberg
Rathausplatz 1
59759 Arnsberg

Objekt

Neugestaltung Ruhrstraße, Klosterbrücke und Brückenplatz

TRILUX-Baureihen

ConStela LED
Viatana Aufsatzleuchten

6.4 LUDWIGSBURG MIT INTELLIGENTER UND VERNETZTER BELEUCHTUNG – EIN RAD- UND GEHWEG, BEI DEM AUCH DAS LICHT MITLÄUFT

Ein rund 800 Meter langer Rad- und Gehweg zwischen zwei Stadtteilen bereitete der Kreisstadt Ludwigsburg einiges an Kopfzerbrechen. Die bislang dort installierte veraltete Beleuchtungslösung belastete den Haushalt durch hohe Energiekosten. Zudem bot sie lediglich die Optionen „Licht an“ oder „Licht aus“, so dass sich die Energie nur auf Kosten des Sicherheitsgefühls der Nutzer einsparen ließ. Die Lösung: eine intelligente Wegebeleuchtung, die die Energiekosten durch effiziente LED-Leuchten und eine clevere Sensorsteuerung in doppelter Weise senkt – und dabei gleichzeitig das Sicherheitsempfinden rund um die Uhr stärkt.

Light on Demand als perfekte Lösung für wenig frequentierte Wege

Dazu installierte die Stadt Ludwigsburg entlang der Wegstrecke insgesamt 23 Convia LED-Leuchten im Abstand von jeweils etwa 30 Metern. Die Leuchten wurden in ein Lichtmanagementsystem eingebunden und mit einer GPS-Box, Funkantenne, Funkcontroller sowie Bewegungssensoren ausgestattet. Ein maßgeschneidertes Dimmprofil sorgt dabei für einen minimalen Basis-Energieverbrauch während der Dunkelheit. In der Zeit vom Einsetzen der Abenddämmerung bis 23 Uhr und von 5 Uhr morgens bis zum Sonnenaufgang wird die Anlage mit zehn Prozent ihrer maximalen



Leistung gefahren. In den wenig frequentierten Nachtstunden zwischen 23 Uhr und 5 Uhr liegt die Basis-Lichtleistung bei null Prozent. Dennoch bleibt kein Fußgänger oder Radfahrer im Dunkeln: Werden sie von den Sensoren erfasst, erhöht der Lichtpunkt die Leistung sofort auf 90 Prozent. Gleichzeitig kommuniziert die Leuchte mit ihren „Nachbarn“ und aktiviert jeweils zwei Lichtpunkte vor und hinter ihr. Da jede Convia LED über diese Sensoren und Fähigkeiten zur Kommunikation verfügt, setzt sich das Licht bedarfsgerecht fort und begleitet die Person auf ihrem Weg. Eine Minute nach Verlassen des Erfassungsbereiches schaltet die Leuchte zurück auf die uhrzeitabhängige Ausgangskonfiguration. So spart das neue System im Vergleich zur Altanlage rund 85 Prozent der Energie ein.

KURZ & KNAPP

Bauherr

Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim GmbH
Gänsfußallee 23
71636 Ludwigsburg
www.swlb.de

Objektdaten

Kombinierter Fuß-Radweg in Richtung Oßweil
ca. 800 Meter lang

Installierte Systeme

23 TRILUX Convia LED
inklusive Zusatzmodulen, bestehend aus Funkantenne, Funkcontroller sowie Bewegungssensoren.
GPS-Box, Lichtmanagementsystem.

BISHER IN DIESER REIHE ERSCIENEN

No. 142	Perspektiven des Breitbandausbaus – Ziele, Strategie, Technik	6/2017
No. 141	Veranstaltungen sicher machen – Kultur und Freizeit vor Ort schützen	6/2017
No. 140	WIR schaffen das! KOMMUNEN gestalten Integration Rahmenbedingungen verbessern, Überforderung vermeiden Bilanz 2016 und Ausblick 2017 der deutschen Städte und Gemeinden	1/2017
No. 139	Wasser, Abwasser, Energie – Übergreifende Lösungen und Modellvorhaben zur Integration der Infrastrukturen	11/2016
No. 138	Bundeswehr und Kommunen	11/2016
No. 137	Förderung des Radverkehrs in Städten und Gemeinden Neuaufgabe 2016	6/2016
No. 136	Deutschland umbauen: Reformen umsetzen, Integration gestalten – Bilanz 2015 und Ausblick 2016 der deutschen Städte und Gemeinden	1-2/2016
No. 135	Kommunale Entwicklungszusammenarbeit	12/2015
No. 134	Szenario-Management für Städte und Gemeinden Leitfaden und Anwendungsbeispiele	11-12/2015
No. 133	Starkregen und Hitzewellen: Die Stadt im Klimawandel fordert die kommunale Wasserwirtschaft heraus	11-12/2015
No. 132	Gemeinden mit Aussicht	6/2015
No. 131	Mit starken Kommunen die Energiewende zum Erfolg führen!	5/2015
No. 130	Kommunen entlasten, Reformen umsetzen, Infrastruktur- offensive starten – Bilanz 2014 und Ausblick 2015 der deutschen Städte und Gemeinden	1-2/2015
No. 129	Kommunale Impulse generationenübergreifender Arbeit – Hintergründe und Einblicke aus dem Aktionsprogramm Mehrgenerationenhäuser	12/2014
No. 128	Erlass der Grundsteuer nach § 33 GrStG	10/2014
No. 127	Städte und Gemeinden bringen Bürger in Bewegung – Bewegungsparcours im öffentlichen Raum	9/2014
No. 126	Windenergieanlagen auf kommunalem Boden – zwischen Ausschreibung und Vergaberechtsfreiheit	9/2014
No. 125	Auslaufende Konzessionsverträge – Ein Leitfaden für die kommunale Praxis – 2. Auflage	7-8/2014
No. 124	Förderung des Radverkehrs in Städten und Gemeinden	6/2014



DStGB
Deutscher Städte-
und Gemeindebund
www.dstgb.de

Marienstraße 6 · 12207 Berlin
Telefon 030 77307-0
Telefax 030 77307-200
dstgb@dstgb.de
www.dstgb.de



Jung Rechtsanwälte
Augustinusstraße 11c
50226 Frechen
Telefon 02234 99379-0
Telefax 02234 99379-19
info@jung-rae.de
www.jung-rae.de



Skeide Ingenieurbüro für
intelligente Elektrotechnik
Drüpter Straße 30
47495 Rheinberg
Telefon 02802 91802
Telefax 02802 91801
m.skeide@skeide-ib.de
www.skeide-ib.de



TRILUX
SIMPLIFY YOUR LIGHT.

TRILUX GmbH & Co. KG
Heidestraße
59759 Arnsberg
Postfach 19 60 · 59753 Arnsberg
Telefon 02932 301-0
Telefax 02932 301-375
info@trilux.de
www.trilux.com

Konzeption und Druck:
Verlag WINKLER & STENZEL GmbH · Postfach 1207 · 30928 Burgwedel
Telefon 05139 8999-0 · Telefax 05139 8999-50
info@winkler-stenzel.de · www.winkler-stenzel.de