




WHITE PAPER


ZENTRALSTEUERUNG VON STADT- UND STRASSENBELEUCHTUNGEN IN DEUTSCHLAND

Erstellt von:
Heiko Kahl

Präsentiert für:
LessZwei GmbH



 traeno.de

 +49 176 21446587

White Paper: Zentralsteuerung von Stadt- und Straßenbeleuchtungen in Deutschland (TRAENO GmbH)

Summary

Die Modernisierung der Stadt- und Straßenbeleuchtung ist ein zentraler Hebel für Energieeffizienz, Kostensenkung und Klimaschutz in deutschen Kommunen. Öffentliche Beleuchtung verursacht heute bis zu 50 % des kommunalen Stromverbrauchs – durch den Umstieg auf LED-Technik und intelligente Steuerungssysteme lassen sich jedoch bis zu 80 % Energie einsparen [1][2]. Neben erheblichen Betriebskostenvorteilen verbessert moderne Beleuchtung die Sicherheit, reduziert Wartungsaufwand und eröffnet neue Smart-City-Perspektiven.

Das Whitepaper gibt einen Überblick über Marktvolumen und technologische Trends, beleuchtet die Förderlandschaft auf EU-, Bundes- und Landesebene (Zuschüsse bis über 50 % sowie zinsgünstige KfW-Kredite) und stellt Chancen wie auch Risiken der Transformation dar. Praxisbeispiele und Analysen zeigen: Mit der richtigen Strategie und Nutzung der Fördermittel können Kommunen den Modernisierungstau auflösen, die Kosten nachhaltig senken und ihre Klimaziele erreichen.

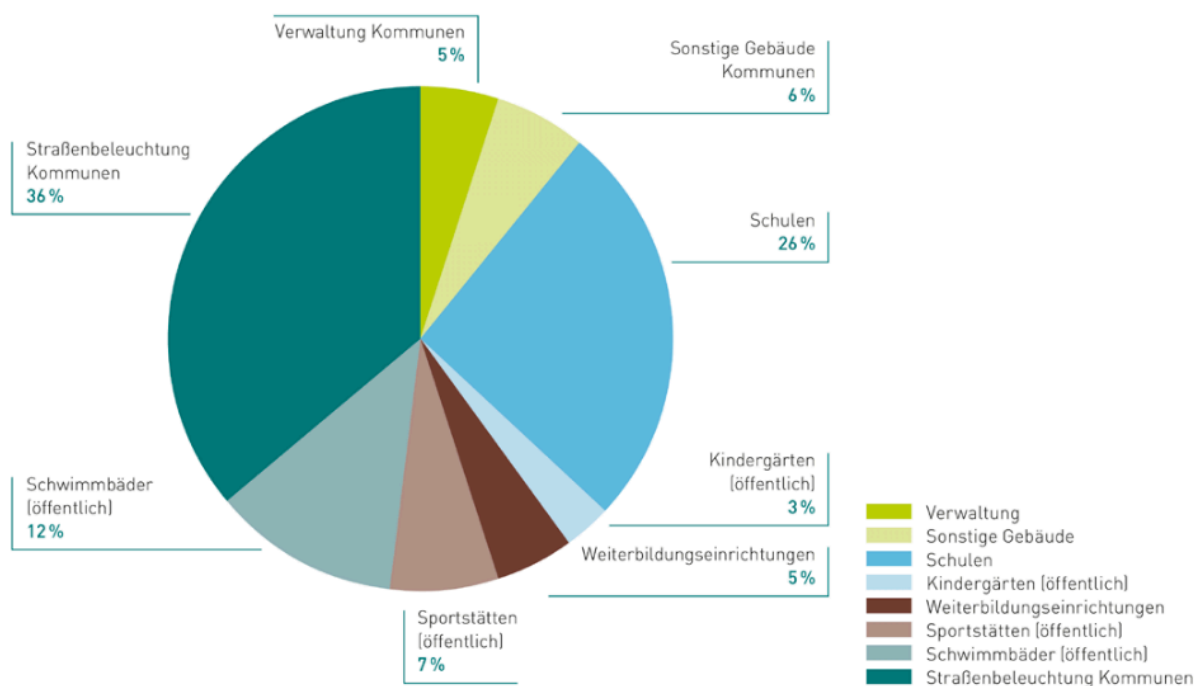
Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Einleitung	3
Marktvolumen & Struktur der Straßenbeleuchtung	4
Technologische Trends in der Straßenbeleuchtung	5
Energieeffizienz & Normen	8
Wettbewerbsanalyse	9
Kundenanalyse (Bedarfe der Kommunen)	11
Förderprogramme für Straßenbeleuchtung	13
Chancen & Risiken	16
Ausblick 2030	20
Fazit und Handlungsempfehlungen	22
Quellenverzeichnis	26

Einleitung

Städte und Gemeinden in Deutschland stehen vor der Aufgabe, ihre Straßenbeleuchtung zukunftsfähig zu gestalten. Öffentliche Beleuchtung gewährleistet Verkehrssicherheit und Lebensqualität, verursacht aber auch erheblichen Energieverbrauch und Kosten. Rund 30–50 % des kommunalen Stromverbrauchs entfallen auf die Straßenbeleuchtung – in kleinen Kommunen teils sogar über 50 % [1][2][4]. Gleichzeitig steigt der Druck, CO₂-Emissionen zu senken und Klimaschutzziele zu erreichen. Durch eine energetische Modernisierung der Straßenbeleuchtung können bis zu 80 % des Stromverbrauchs eingespart werden (ca. 2,2 Mrd. kWh jährlich) [2][6][7]. Das entlastet kommunale Kassen und leistet einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz.

Die Modernisierung umfasst vor allem zwei Aspekte: den flächendeckenden Einsatz energieeffizienter LED-Leuchtmittel und den zunehmenden Einsatz intelligenter Steuerungs- und Zentralsteuerungssysteme. LEDs verbrauchen deutlich weniger Strom als herkömmliche Quecksilber- oder Natriumdampflampen und haben eine längere Lebensdauer. Ergänzend ermöglicht eine „smarte“ Zentralsteuerung, jede Leuchte bedarfsgerecht zu schalten oder zu dimmen, wodurch weitere Einsparungen und neue Funktionen erzielt werden können. Dieses White Paper gibt einen umfassenden Überblick über Marktvolumen und -struktur der Stadt und Straßenbeleuchtung in Deutschland, technologische Trends, Energieeffizienz und Normen, Wettbewerbs- und Kundenanalysen, Förderprogramme sowie Chancen und Risiken. Abschließend wird ein Ausblick auf das Jahr 2030 gegeben und Handlungsempfehlungen für Kommunen und Betreiber werden formuliert. Das Dokument richtet sich an Fachleute aus Kommunen, Energiewirtschaft und Beleuchtungsbranche und ist im Stil des Leitfadens „Es werde Licht II“ der SAENA gehalten – praxisnah, faktenbasiert und mit Abbildungen und Tabellen untermauert.



Anteil der Straßenbeleuchtung am gesamten kommunalen Stromverbrauch, Quelle: Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH (2009), *Energieeffiziente Straßenbeleuchtung*.

Marktvolumen & Struktur der Straßenbeleuchtung

In Deutschland werden in rund 14.000 Kommunen etwa 9 bis 9,5 Millionen Straßenleuchten betrieben [3][4]. Dies entspricht durchschnittlich 111 Lichtpunkten pro 1.000 Einwohner, wobei in kleineren Gemeinden die Dichte zwischen 80 und 160 Leuchten pro 1.000 Einwohner schwankt. Der jährliche Stromverbrauch aller Straßenbeleuchtungsanlagen liegt bei ca. 2 Terawattstunden (TWh), etwa 0,3 % des gesamten deutschen Stromverbrauchs. Zum Vergleich: 2009 lag der Verbrauch noch bei rund 4 TWh für etwa 9 Millionen Lampen, was die ineffiziente Technik älterer Anlagen widerspiegelt [4][5]. Dank Modernisierungen ging der durchschnittliche Stromverbrauch pro Lichtpunkt von etwa 340 kWh (2010) auf 300 kWh (2014) zurück [7]. Weitere Einsparpotenziale von ca. 60 kWh pro Lichtpunkt sind durch moderne Technologie erreichbar. Dennoch ist in vielen Städten immer noch veraltete Beleuchtungstechnik aus dem letzten Jahrhundert im Einsatz.

Struktur und Verantwortung: Die öffentliche Straßenbeleuchtung ist Teil der kommunalen Daseinsvorsorge. Rechtlich ist keine Kommune verpflichtet, jede Straße zu beleuchten, doch aus Verkehrssicherungs- und Haftungsgründen wird in der Praxis nahezu überall Beleuchtung bereitgestellt. Kommunen können die Beleuchtungsaufgabe selbst übernehmen oder an Stadtwerke bzw. Dienstleister auslagern. Größere Städte betreiben häufig eigene Stadtbeleuchtungsabteilungen oder beauftragen kommunale Unternehmen, während kleine Gemeinden oft Verträge mit regionalen Energieversorgern oder Spezialfirmen schließen. Die Marktstruktur ist geprägt von dieser dezentralen Verantwortung: Etwa 12.250 Kommunen in Deutschland betreiben eine eigene Straßenbeleuchtung. Dies führt zu einem heterogenen Bestand und unterschiedlich schnellen Modernisierungsfortschritten. In finanzschwachen Kommunen verzögern begrenzte Haushaltsmittel oft den Austausch veralteter Lampen, obwohl ineffiziente Technik überproportional hohe Betriebskosten verursacht. Insgesamt werden derzeit jährlich nur ca. **3 %** der Leuchten erneuert – ein Modernisierungstempo, das ohne zusätzliche Impulse nicht ausreicht, um den Altbestand zügig zu ersetzen.

Kostenstruktur: Die Betriebskosten der Straßenbeleuchtung setzen sich vor allem aus Energiekosten (Strom) sowie Wartung/Instandhaltung und Abschreibungen zusammen. In Altanlagen dominieren die Energiekosten mit bis zu 70 % Anteil an den Gesamtkosten über den Lebenszyklus [2]. Wartung und Personal schlagen mit ca. 15 %, die Investitionskosten ebenfalls mit rund 15 % zu Buche. Bei modernen LED-Systemen verschiebt sich diese Struktur deutlich: Durch den geringeren Stromverbrauch sinkt der Energieanteil an den Kosten auf etwa 39 %. Die langfristigen Einsparungen bei Energie und Wartung übersteigen die höheren Anschaffungskosten energieeffizienter Leuchten meist deutlich. Kommunen wird empfohlen, bei Sanierungen die Lebenszykluskosten zu betrachten statt nur der Anschaffungskosten – Planung, Installation, Energieverbrauch, Wartung und Entsorgung müssen in eine Wirtschaftlichkeitsberechnung einfließen. So zeigt sich oft, dass Investitionen in effiziente Technik bereits nach wenigen Jahren durch Einsparungen amortisiert sind.

Technischer Bestand: Traditionelle Leuchtmittel in der Straßenbeleuchtung waren über Jahrzehnte vor allem Quecksilberdampf-Hochdrucklampen (HQL) und Natriumdampflampen (NaHP/HPS). Noch 2006 waren europaweit rund 21,5 Mio. HQL und 31 Mio. Natriumdampflampen im Einsatz, während LED damals kaum eine Rolle spielten [5]. In Deutschland schätzte der Fachverband Licht Mitte der 2010er Jahre, dass in gut 30 % der

Kommunen die Straßenbeleuchtung noch auf dem technischen Stand von 1960 war mit entsprechend schlechtem Wirkungsgrad [7]. Seither hat ein Umbruch eingesetzt: Viele Kommunen haben begonnen, auf LED-Technik umzustellen. Allerdings ist der Durchdringungsgrad von LED-Beleuchtung und Smart-Lighting-Technologien noch ausbaufähig. Verlässliche aktuelle Zahlen zum LED-Anteil liegen nicht vor. Branchenindizes deuten aber darauf hin, dass mittlerweile mehr als die Hälfte der öffentlichen Leuchtpunkte auf LED umgerüstet wurde, insbesondere in Großstädten und dort, wo Fördermittel genutzt wurden. Kleinere Gemeinden hinken oft hinterher und betreiben teils noch funktionierende Altanlagen, um Kosten zu sparen – was sich jedoch durch steigende Strompreise langfristig negativ auswirken kann. Hier setzen Förderprogramme und Beratungsinitiativen an, um Investitionen anzustoßen (siehe Abschnitt Förderprogramme).

Zusammenfassend ist das Marktvolumen von Millionen Leuchten mit einem jährlichen Stromverbrauch im Terawatt Bereich. Die Struktur ist stark fragmentiert, da jede Kommune eigenständig entscheidet. Dies stellt einerseits Herausforderungen an Standardisierung und Know-how-Transfer, bietet andererseits aber auch einen großen Skaleneffekt: Effizienzgewinne in der Breite wirken sich deutlich auf Energieverbrauch und CO₂-Emissionen aus. Die folgenden Kapitel betrachten die technologischen Trends und Lösungsansätze, um diese Potenziale zu heben.

Technologische Trends in der Straßenbeleuchtung

Die Straßenbeleuchtung befindet sich im Zuge von Smart City und Energiewende in einem tiefgreifenden technologischen Wandel. Die wichtigsten Trends lassen sich in zwei Kategorien einteilen: Beleuchtungstechnik (insbesondere LED) und Steuerungs- bzw. Kommunikationstechnik (Stichwort „intelligente Beleuchtung“ oder Smart Lighting).

LED als neuer Standard: Die Einführung von LED-Leuchten ist der zentrale Technologietrend der letzten Dekade. Moderne LED-Straßenleuchten sind in vielfältigen Bauformen, Lichtfarben und Leistungsklassen verfügbar. Sie erreichen Lichtausbeuten von 100–150 lm/W und übertreffen damit herkömmliche Lampen (HQL, NAV) um ein Vielfaches. LED strahlen ihr Licht gezielt gerichtet ab und vermeiden dadurch Streuverluste, was Effizienz und Ausleuchtung verbessert. Hinzu kommt, dass LEDs sofortiges Einschalten/Dimmen ermöglichen und eine Lebensdauer von 50.000 Stunden und mehr haben – deutlich länger als klassische Entladungslampen. Die Umrüstung auf LED reduziert den Energieverbrauch pro Lichtpunkt typischerweise um 50–70 % und verringert den Wartungsaufwand erheblich [6][7]. Darüber hinaus enthalten LED-Leuchten kein Quecksilber und erfüllen die Anforderungen der EU-Ökodesign-Richtlinie und RoHS, welche die umweltgerechte Gestaltung und Schadstofffreiheit vorschreiben. Seit 2015 dürfen z.B. Quecksilberdampf-Hochdrucklampen EU-weit nicht mehr in Verkehr gebracht werden. Dies hat den Druck erhöht, alte Bestände zügig zu ersetzen. Inzwischen gibt es LED-Leuchtmittel für praktisch jede Anwendung vom Fußweg bis zur Autobahn, oft mit anpassbaren Farbtemperaturen (z.B. warmweiß für Wohngebiete) und mit austauschbaren Modulen, sodass defekte Komponenten ersetzt werden können.

Intelligente Steuerungsoptionen: Parallel zum Leuchtmittelwandel findet eine Digitalisierung der Steuerungstechnik statt. Traditionell wurden Straßenlampen *zentral* über Schaltschränke mit Zeitschaltuhren oder Dämmerungssensoren gesteuert – ganze Straßenzüge schalteten sich

einheitlich bei Einbruch der Dunkelheit ein und morgens wieder aus. In ländlichen Netzen kam auch die Rundsteuertechnik (Tonfrequenzsignal über das Stromnetz) zum Einsatz, um z.B. eine Nachabschaltung umzusetzen. Diese klassischen Steuerungen sind robust, bieten aber keinerlei Flexibilität pro Leuchte. Der Trend geht nun zu Telemangement-Systemen, die eine *feingranulare, individuelle Ansteuerung* jedes Lichtpunktes ermöglichen. Solche Systeme bestehen aus dezentralen Steuergeräten (Controller) an oder in den Leuchten und einer *Zentralsteuerungs-Software*, die über Funk oder Kabel mit den Controllern kommuniziert. Moderne Kommunikationstechnologien ermöglichen hier neue Ansätze: Powerline Communication (PLC) nutzt das vorhandene Stromkabel zur Datenübertragung, Mobilfunkmodule (3G/4G/5G) nutzen das Handynetz, oder dedizierte Funktechniken wie LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) schaffen eigenständige Stadtnetze. Über diese Kanäle kann die zentrale Einheit (z.B. eine Software in der Leitstelle oder Cloud) Befehle an einzelne Lampen senden und Zustandsmeldungen empfangen.

Ein großer Vorteil solcher IoT-basierter Beleuchtungssteuerungen ist die bidirektionale Kommunikation in Echtzeit: Leuchten können einzeln geschaltet oder stufenlos gedimmt werden, und im Gegenzug meldet jede Lampe ihren Status (Ein/Aus, Helligkeit, Stromverbrauch, Störungen) zurück. Dadurch entsteht Transparenz über Ausfälle und Wartungsbedarf. Defekte Leuchten werden automatisch gemeldet, was den Instandhaltungsprozess optimiert. Außerdem lassen sich Betriebsparameter fernauslesen und analysieren (z.B. Verbrauchsdaten), was ein kontinuierliches Energiemanagement erlaubt. Eine intelligente Steuerung verlängert sogar die Lebensdauer der Leuchten, da gezielte Dimmung und schonende Schaltvorgänge die Bauteile weniger belasten. Sicherheitsreserven bei der Lichtstärke können dynamisch angepasst werden, anstatt Lampen zu Beginn überzudimensionieren zum Beispiel um den Alterungs-Wartungsfaktor auszugleichen. Einige LED Systeme verfügen bereits ab Werk über eine Konstantlichtstrom-Regelung, die den Helligkeitsabfall über die Lebensdauer automatisch ausgleicht. So wird stets genau so viel Helligkeit bereitgestellt wie nötig, ohne anfangs Energie für „Reservehelligkeit“ zu verschwenden.

Autark, gruppenweise oder vernetzt: Technologisch unterscheidet man verschiedene Steuerungsarchitekturen. Autarke Steuerung bedeutet, dass jede Leuchte für sich entscheidet z.B. über einen integrierten Astro-Uhrbaustein (AstroDIM, der anhand von Datum/Uhrzeit das Ein/Aus berechnet) oder über Präsenzmelder direkt an der Leuchte. Diese Variante benötigt keine Vernetzung; sie kann einfach bestimmte Nachtabsenkungen ausführen oder bei Bewegung aufleuchten (Bewegungssensor-Licht). Gruppensteuerungen schalten oder dimmen einen ganzen Leuchtkreis gemeinsam, etwa mittels reduzierter Netzspannung zu bestimmten Uhrzeiten (sogenanntes StepDIM oder phasenanschnittgesteuertes MainsDIM). Dies entspricht dem bisherigen Ansatz mit Schaltschrank, nur ggf. ergänzt um Dimmstufen. Vernetzte Steuerungen (Netzwerksteuerung) schließlich verbinden alle Lichtpunkte mit einem zentralen System, oft auf Basis von Standards wie DALI (Digital Addressable Lighting Interface) oder proprietären Funklösungen. Hier können Leuchten einzeln angesteuert werden und komplexe Szenarien realisiert werden. In der Praxis existieren oft Mischformen – zum Beispiel leuchten LED-Lampen dank Konstantlichtstrom-Funktion automatisch gleichbleibend über ihre Lebenszeit, während zusätzlich eine zentrale Nachtabsenkung aller Lampen vorgenommen wird.

Sensorintegration und adaptive Beleuchtung: Ein weiterer Trend ist die Ausstattung der Straßenlaternen mit Sensoren und deren Vernetzung. Bewegungs- und Präsenzsensoren ermöglichen mitlaufendes Licht: Erfasst ein Sensor einen Fußgänger oder Fahrzeug, kann eine

Reihe von Laternen vorausschauend hochgedimmt werden und danach wieder abblenden. So wird dunklen Strecken vorgebeugt, ohne dass dauerhaft alle Lampen auf 100 % leuchten müssen. In einer Umfrage gaben 12 von 66 befragten Kommunen an, bereits solch nachführendes Licht (Präsenzsteuerung) im Einsatz zu haben. Weitere Sensoren, die in modernen Laternen integriert werden können, sind z.B. Umweltsensoren (Temperatur, Luftqualität), Verkehrszähler oder Lärmsensoren. Die Lampenmasten werden damit zu Multifunktions-Hubs einer Smart City. Beispielsweise könnten künftig Laternen nicht nur Licht spenden, sondern auch als WLAN-Hotspot dienen oder als Ladestation für E-Bikes und E-Autos (Pilotprojekte hierfür laufen bereits). Die Beleuchtungstrends gehen also Hand in Hand mit der allgemeinen Digitalisierung urbaner Infrastruktur.

Kommunikationstechnologien: Wie erwähnt, kommen verschiedene Übertragungswege für die zentrale Vernetzung zum Einsatz. Mobilfunkbasierte Systeme nutzen SIM-Karten in jeder Leuchte oder in Abschnittscontrollern – dies ermöglicht hohe Geschwindigkeit, verursacht aber laufende Providerkosten und erfordert Mobilfunkempfang an jedem Mast. LoRaWAN ist hingegen ein offenes Low-Power-Funknetz, das mit wenigen Gateway-Antennen eine ganze Stadt abdecken kann. Es bietet große Reichweiten und Durchdringung, allerdings nur begrenzte Datenraten – für Steuerbefehle und Statusmeldungen aber ausreichend. Powerline (PLC) verwendet das Stromkabel selbst zur Datenübertragung; damit spart man Funk und nutzt bestehende Leitungen, jedoch können Signalverluste und Netzsegmentierung eine Herausforderung sein. Wireless-Mesh-Netzwerke (wie einige proprietäre RF-Lösungen) lassen die Lampen untereinander ein Funknetz bilden, das sich selbst organisiert – fällt ein Knoten aus, wird die Nachricht über andere weitergeleitet. Dies erhöht die Robustheit, wie das Beispiel der Stadt Düren zeigt: Dort wurden 1.500 LED-Leuchten mit funkgesteuerten Controllern ausgestattet, die ein selbstkonfigurierendes drahtloses Mesh-Netz bilden. Dieses dient als offenes Fundament für weitere Smart-City-Anwendungen, von Verkehrssteuerung bis Luftgütemonitoring.

Interoperabilität und Standards: Da zahlreiche Hersteller eigene Telemangement Lösungen anbieten, spielt die Standardisierung eine große Rolle. Viele Systeme sind derzeit proprietär und nicht mit anderen Komponenten kompatibel. Beispielsweise liefert ein Leuchtenhersteller ein Gesamtsystem aus Lampen, Steuergeräten und Software, das als Insellösung funktioniert. Dies erschwert den Austausch von Komponenten und bindet den Betreiber an einen Anbieter (Lock-in-Effekt). Als Gegenbewegung entstehen offene Schnittstellen und Standards: DALI-2/D4i ist eine weiterentwickelte Norm für digitale Leuchtenkommunikation, die u.a. die Einbindung von Sensoren und Funkmodulen verschiedener Hersteller in einheitlicher Weise ermöglicht. Projekte wie in Düren setzen auf offene Standards und API-Schnittstellen, damit das Beleuchtungsnetz mit Dritt-Systemen koppelbar ist. Auch Unternehmen wie Phoenix Contact werben mit offenen, herstellerunabhängigen Smart-Lighting-Lösungen, die kompatibel zu verbreiteten Kommunikationsprotokollen sind. Dieser Trend zu offenen Systemen wird sich voraussichtlich verstärken, da Städte flexibel bleiben möchten und die intelligente Beleuchtung in größere Smart-City-Plattformen integrieren wollen.

Zusammengefasst zeigen die technologischen Trends einen klaren Weg: LED + Digitalisierung. Hoch effiziente Leuchten gepaart mit intelligenter Steuerung ermöglichen erhebliche Energieeinsparungen, bessere Lichtqualität und neue Funktionalitäten. Die nächsten Kapitel beleuchten, wie sich diese technischen Möglichkeiten in Normen und Effizienzvorgaben widerspiegeln, wie der Wettbewerb aufgestellt ist und welche Anforderungen die Kunden – sprich die Kommunen – haben.

Energieeffizienz & Normen

Die Verbesserung der Energieeffizienz ist der Haupttreiber für die Modernisierung der Straßenbeleuchtung. Politische Vorgaben und Normen setzen dabei den Rahmen. Auf EU Ebene verpflichtet die Ökodesign-Richtlinie (2009/125/EG) Hersteller, ineffiziente Leuchtmittel schrittweise vom Markt zu nehmen. Beispielsweise sind Quecksilber Hochdrucklampen seit 2015 verboten, viele Halogen-Metalldampflampen und bestimmte ineffiziente Natriumdampflampen folgen in weiteren Stufen [8]. Zudem regelt die RoHS-Richtlinie die Schadstofffreiheit (insb. Begrenzung von Quecksilber in Leuchtmitteln). In Deutschland wurden die EU-Vorgaben im Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz (EVPG) umgesetzt. Diese Regulierungen machen deutlich, dass Kommunen ihre veralteten Lampenpark zeitnah umrüsten müssen, da Ersatzlampen für alte Typen nicht mehr erhältlich sind. Förderprogramme (siehe dort) flankieren diesen politisch gewollten Technologiewechsel mit finanziellen Anreizen.

Lichttechnische Normen: Für Planung und Betrieb der Straßenbeleuchtung gelten normative Anforderungen, vor allem die europäische Norm DIN EN 13201 [5]. Darin sind Beleuchtungsklassen definiert (z.B. ME1–ME6 für Fahrbahnen, PE1–PE4 für Fußgängerbereiche), die Anforderungen an die durchschnittliche Beleuchtungsstärke, Gleichmäßigkeit und Blendungsbegrenzung stellen. Kommunen müssen bei Neu- und Umbauten diese Normvorgaben beachten, um Verkehrssicherheit und Sehkomfort zu gewährleisten. Die Einhaltung der Normen garantiert etwa, dass Fahrbahnen ausreichend und gleichmäßig hell sind, um Hindernisse und Personen rechtzeitig erkennen zu können. Unterbeleuchtung kann juristisch als Verletzung der Verkehrssicherungspflicht ausgelegt werden, falls Unfälle darauf zurückzuführen sind. Interessant ist jedoch: Es gibt in Deutschland kein Gesetz, das Kommunen explizit zum Betrieb von Straßenlaternen verpflichtet. Theoretisch könnte eine Gemeinde also Straßen unbeleuchtet lassen, solange keine generelle Verkehrssicherungspflicht verletzt wird. Praktisch wird aber erwartet, dass in besiedelten Gebieten beleuchtet wird – andernfalls können Haftungsfragen entstehen. Die Norm lässt in gewissem Rahmen adaptive Beleuchtung zu, sofern Mindestwerte nicht unterschritten werden. Zum Beispiel kann die Beleuchtungsstärke zu verkehrsarmen Nachtzeiten abgesenkt werden (Nachtabsenkung), wenn dies noch normgerecht oder per Kenntlichmachung (Laternenringe) erlaubt ist. Von radikalen Maßnahmen wie Halbnachtabschaltung (abschalten jeder zweiten Leuchte oder aller Leuchten nach Mitternacht) wird heute abgeraten, da sie die Gleichmäßigkeit stark beeinträchtigen und zu unsicheren Hell-Dunkel-Zonen führen. Moderne Steuerungstechnik ermöglicht hingegen eine dynamische Anpassung innerhalb der Normgrenzen – z.B. genau so viel Licht wie nötig und kein dauerhaftes Überbelichten.

Energieeffizienzkennzahlen: Um Effizienz messbar zu machen, werden Kennzahlen genutzt, etwa der Energieverbrauch pro Lichtpunkt (kWh/LampeJahr) oder pro beleuchteter Fläche. Wie oben erwähnt, konnte dieser Durchschnittswert in Deutschland bereits von ~340 kWh auf ~300 kWh gesenkt werden (2010–2014). Ambitionierte Kommunen liegen mit LED und Dimmsystemen teils unter 200 kWh/LampeJahr. Eine weitere Kennzahl ist der Leistungsbedarf pro Straßenkilometer oder pro Hektar beleuchteter Fläche. Hier wirken sich effiziente Leuchten und gezielte Lichtlenkung aus: LED-Leuchten mit optimierter Optik können mit weniger Anschlussleistung dieselbe Fläche normgerecht ausleuchten, da Licht gezielter verteilt wird. In Fachliteratur und Förderprojekten wird oft eine Mindesteinsparung

gefordert, z.B. 50 % Energieersparnis gegenüber dem Altbestand, um eine Maßnahme als förderwürdig oder erfolgreich zu bewerten. Hocheffiziente LED-Technik erreicht alleine meist ~50 % Ersparnis, in Kombination mit Steuerungstechnik sind Einsparungen über 70 % realisierbar. Das Land Hessen etwa fordert für seine Förderung einen Nachweis von mindestens 70 % Energie- und CO₂-Einsparung durch die neue Beleuchtung.

Lichtverschmutzung und Umwelt: Ein oft unterschätzter Aspekt der Effizienz ist die Vermeidung von Lichtverschmutzung. Traditionelle Straßenlaternen strahlten viel Licht in den Himmel oder in Anwohnerfenster ab. Dies ist nicht nur „verlorene“ Energie, sondern stört auch Ökosysteme (z.B. Insektenflug, Tag-Nacht-Rhythmus von Tieren, Sternenhimmel). Moderne LED-Optiken, die Licht zielgerichtet auf Fahrbahn und Gehweg lenken, reduzieren diese unerwünschten Emissionen deutlich. Warmweiße LED (mit geringem Blauanteil) ziehen weniger Insekten an und können so die ökologische Verträglichkeit erhöhen. In einigen Städten werden daher gezielt insektenfreundliche Beleuchtungen mit reduzierter Farbtemperatur eingesetzt. Zudem gibt es Bestrebungen, in den späten Nachtstunden die Helligkeit deutlich abzusenken, um die nächtliche Umwelt so wenig wie möglich zu stören – natürlich ohne die Verkehrssicherheit wesentlich zu gefährden. Hier müssen Kommunen einen Ausgleich zwischen Sicherheitsstandard und Umweltschutz finden. Künftig könnten gesetzliche Grenzwerte für Lichtimmissionen verschärft werden; bereits jetzt existieren Empfehlungen der Länderarbeitsgemeinschaft Immissionsschutz zur Begrenzung übermäßiger künstlicher Beleuchtung (Lichtimmissions-Richtwerte). Daher ist Effizienz nicht nur im Sinne von Energiesparen zu verstehen, sondern auch als Lichtplanung nach dem Motto „so viel wie nötig, so wenig wie möglich“.

Insgesamt treiben Normen und Effizienzvorgaben die Entwicklung hin zu weniger Verbrauch und besserem Licht. Kommunen sollten ihre Beleuchtungsanlagen energetisch optimieren, um sowohl Kostenziele als auch normative Anforderungen zu erfüllen. Im nächsten Abschnitt werfen wir einen Blick auf den Markt und die Wettbewerbsanalyse – welche Akteure und Lösungen gibt es für diese Herausforderungen?

Wettbewerbsanalyse

Der Markt für Stadt- und Straßenbeleuchtung ist derzeit im Umbruch. Traditionelle Leuchtenhersteller haben ihr Portfolio in den letzten Jahren auf LED-Technologie umgestellt und bieten zunehmend auch Steuerungssysteme an. Gleichzeitig drängen neue Akteure aus der IT- und Elektronikbranche mit IoT-Lösungen in den Markt. Im Folgenden werden die wichtigsten Wettbewerber und Lösungsansätze skizziert:

- Signify (ehem. Philips Lighting): Als Weltmarktführer bei Beleuchtung bietet Signify mit Interact City eine cloudbasierte Plattform für vernetzte Straßenbeleuchtung an. Das System (Nachfolger des früheren CityTouch) ermöglicht die Verwaltung von zehntausenden Leuchten in Echtzeit – inklusive Ausfallmonitoring, Fernschaltung und Datenanalyse. Signify hat weltweit zahlreiche Referenzprojekte, etwa die vernetzte Straßenbeleuchtung in Los Angeles. In Deutschland stattete Philips z.B. Teile von Berlin und Hamburg im Zuge von Pilotprojekten mit vernetzten LED-Lampen und CityTouch-Steuerung aus. Die Stärke von Signify liegt in der Komplettlösung (Leuchten + Software) und der globalen Erfahrung; allerdings handelt es sich um ein proprietäres System mit Bindung an diesen Hersteller [9].

- Osram/Siteco: Die früher zu Osram gehörende Siteco GmbH (heute eigenständig) ist ein deutscher Traditionsanbieter von Straßenleuchten. Siteco offeriert neben LED Leuchten auch Telemangement-Lösungen wie Siteco Smart Lighting oder Integrationen von DALI-basierten Systemen. Osram selbst entwickelte das Powerline System Street Light Control (SLC), das in einigen Städten (z.B. München) im Einsatz ist. Dieses System nutzt die Stromleitung zur Kommunikation und erlaubt die schrittweise Nachrüstung von Leuchten mit Steuergeräten. Nach der Abspaltung von Osram führt Siteco diese Lösungen fort. Der Wettbewerbsvorteil liegt in der engen Verzahnung von Leuchte und Steuerungstechnik aus einer Hand – Nachteil können Kompatibilitätsgrenzen zu anderen Systemen sein.
- TRILUX: Als großer deutscher Leuchtenhersteller hat Trilux mit アウトdoor Lichtmanagement und Smart City Ready-Leuchten eigene Lösungen entwickelt. Das Trilux-System erlaubt die Einbindung von Sensorik (z.B. Bewegungssensoren an Masten) und die Integration weiterer städtischer Anwendungen. Trilux hat Pilotprojekte z.B. in Bonn umgesetzt, wo LED-Leuchten mit WLAN-Hotspots und Ladetechnik kombiniert wurden (Smart Pole). Das Unternehmen positioniert sich als Anbieter maßgeschneiderter Smart-City-Laternen insbesondere für Kommunen, die einen Technologiemix wünschen.
- Schröder: Der belgische Außenbeleuchtungsspezialist Schröder bietet mit Owlet IoT eine markenübergreifende Managementsoftware an. Schröder hat weltweit Erfahrung mit Stadtbeleuchtung und setzt auf offene Schnittstellen. In Deutschland lieferte Schröder z.B. die LED-Leuchten für Dortmunds Innenstadt, kombiniert mit einer funkvernetzten Steuerung. Das Owlet-System kann Lampen verschiedener Hersteller ansteuern und wirbt mit hoher Datensicherheit. Im Wettbewerb punktet Schröder mit Innovationskraft (z.B. Übernahme von Smart-City-Startups) und dem Fokus auf Interoperabilität.
- Tvilight: Ein Nischenanbieter aus den Niederlanden, der sich auf intelligente Lichtsteuerungen spezialisiert hat. Tvilight bietet eigene Controller (für Mastaufsatz oder Masttür) und die Management-Software CityManager an. Ein bemerkenswertes Projekt ist die Stadt Düren: Hier wurden 1.500 Hellux-LED-Leuchten mit Tvilight Funkcontrollern ausgestattet und über CityManager zentral vernetzt. Tvilight betont offene Standards und Kompatibilität mit Drittanbietern. Laut einer Pressemitteilung lag die Marktdurchdringung vernetzter Straßenbeleuchtung 2018 noch unter 1 %, wurde aber auf ~10 % bis 2022 prognostiziert – ein Indiz für das Wachstumspotenzial dieses Segments. Tvilight zählt inzwischen Projekte in mehreren deutschen Großstädten (Münster, Köln, Dortmund, Berlin). Als reiner Steuerungsanbieter kooperiert Tvilight oft mit Leuchtenherstellern (wie Hellux in Düren). Der Wettbewerbsvorteil liegt in der Spezialisierung und schnellen Innovationszyklen, während große Anbieter teils träger sind.
- Phoenix Contact: Als Automatisierungsspezialist ist Phoenix neu im Beleuchtungsmarkt, hat aber mit Smart Street Lighting eine offene IoT-Lösung im Programm. Diese setzt auf standardisierte Kommunikation (LoRaWAN, NB-IoT) und soll kompatibel mit vielen Leuchtentypen sein. Phoenix Contact hebt besonders die Offenheit und Datensicherheit hervor und adressiert Städte, die eine anbieterunabhängige Lösung suchen. Referenzen existieren z.B. in Smart-City Modellprojekten in Nordrhein-Westfalen. Im Wettbewerb tritt Phoenix gegen etablierte

Beleuchtungsfirmen an, kann aber mit seinem Ruf in der Industrieautomatisierung und IT-Sicherheit punkten.

- Weitere Wettbewerber: Zahlreiche kleinere Anbieter und Start-ups bereichern den Markt. Beispiele sind esave (Schweiz/Deutschland), die ein D4i-zertifiziertes Lichtmanagementsystem anbietet, oder Anbieter von Lampe-als-Service-Modellen wie Deutsche Lichtmiete. Auch klassische Energieversorger entwickeln eigene Lösungen – etwa die Telekom (NB-IoT-Lampensystem in Bonn) oder lokale Stadtwerke zusammen mit Systemintegratoren. Der Wettbewerb ist also divers: von klassischen Leuchtenfirmen über Elektronikspezialisten bis hin zu IT/Telekom-Unternehmen.

Wettbewerbsfaktoren: Worauf achten Kommunen als Kunden? Zum einen natürlich auf Wirtschaftlichkeit – Anschaffungs- und Betriebskosten. Hier punkten Anbieter mit günstigen Retrofit-Lösungen oder lukrativen Contracting-Angeboten (z.B. Finanzierung über Einsparung). Zum anderen sind technische Leistungsmerkmale entscheidend: Wie intuitiv ist die Software? Werden Ausfallmeldungen zuverlässig geliefert? Wie fein lässt sich dimmen? Ist das System skalierbar für künftige Anforderungen (z.B. mehr Sensoren)? Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Interoperabilität: Städte vermeiden gerne Abhängigkeiten von einem einzelnen Hersteller. Lösungen, die offene Schnittstellen haben oder mehrere Protokolle unterstützen, haben einen Marktvorteil. Hierauf reagiert der Wettbewerb: Viele Hersteller betonen mittlerweile Konnektivität und Standard-Konformität (z.B. DALI/D4i-Zertifizierung, Zhaga Schnittstellen an Leuchten). Auch Themen wie IT-Sicherheit gewinnen an Bedeutung – ein Beleuchtungsnetz ist Teil der kritischen Infrastruktur und muss vor Hackerangriffen geschützt sein. Anbieter, die nachweislich sichere Übertragung (VPN, Verschlüsselung) und robuste Netze liefern, heben dies in ihrer Kommunikation hervor.

Insgesamt befindet sich der Wettbewerbsmarkt in einer dynamischen Phase. Konsolidierungen sind möglich (Übernahmen von Startups durch große Leuchtenhersteller wurden bereits beobachtet). Für Kommunen ist diese Vielfalt an Anbietern positiv, da sie aus mehreren passenden Lösungen wählen können. Allerdings erfordert dies auch gründliche Marktbeobachtung und technische Expertise, um die Angebote bewerten zu können. Im nächsten Kapitel betrachten wir die Kundenanalyse: Was treibt die Kommunen um, welche Anforderungen und Sorgen haben sie?

Kundenanalyse (Bedarfe der Kommunen)

Die Kunden im Bereich der öffentlichen Beleuchtung sind vor allem Städte und Gemeinden, vertreten durch ihre technischen Bauämter, Stadtwerke oder Dienstleister. Ihre Entscheidungen hängen von verschiedenen Faktoren ab: finanzielle Rahmenbedingungen, technischer Zustand der Anlagen, Klimaschutzziele, aber auch politische Prioritäten und Bürgerwünsche.

Status quo und Zufriedenheit: Viele Kommunen haben in den letzten Jahren bereits Modernisierungsschritte unternommen, insbesondere durch die Umrüstung auf LED. Dennoch ist in der Mehrzahl der Städte noch ein heterogener Anlagenbestand anzutreffen – teilweise neue LED-Leuchten in Kernbereichen, während in Nebenstraßen noch ältere Leuchtentypen brennen. Eine Umfrage (2023, HTWK Leipzig) unter deutschen Kommunen zeigt, dass die meisten Beleuchtungsverantwortlichen ihr aktuelles System zwar als zuverlässig ansehen, aber deutliche Verbesserungspotenziale erkennen. Von 66 befragten kommunalen Betrieben

nannten nur 9 keinerlei Verbesserungswunsch, während 57 mindestens ein Feld für ausbaufähig hielten. Dies verdeutlicht, dass die Fachöffentlichkeit selbst den Handlungsbedarf sieht.

Wünsche und Bedarf: Im Detail spiegeln die Umfrageergebnisse typische Kundenanforderungen: An erster Stelle (15 Nennungen) wurde der Wunsch nach weiterer Umrüstung auf LED genannt – viele Kommunen haben also noch konventionelle Lampen, die sie bei entsprechenden Mitteln sofort tauschen würden. An zweiter Stelle folgte bereits der Wunsch nach einer zentralen Steuerung mit Einzellampen-Ansteuerung (9 Nennungen). Die Verantwortlichen erhoffen sich davon eine moderne Betriebsführung, d.h. mehr Flexibilität, gezielte Anpassungen und bessere Überwachung. Auf Platz drei der Nennungen stand der Bedarf nach Dimm-Möglichkeiten, ggf. durch neue Dämmerungssensoren oder Präsenzmelder (5 Nennungen). Diese Angaben zeigen klar: Energieeinsparung (durch LED und Dimmen) und Digitalisierung (durch zentrale Steuerung) sind aus Sicht der Kunden die wichtigsten Zukunftsthemen.

Neben diesen Top-Themen spielen natürlich auch andere Kundenaspekte eine Rolle. Finanzierung und Wirtschaftlichkeit sind stets präsent: Kommunen fragen, ob sich Investitionen rechnen und welche Förderung erhältlich ist. Dank Förderprogrammen und zinsgünstigen Krediten (z.B. KfW) sehen viele mittlerweile größere Spielräume, um Modernisierungen anzugehen. Dennoch bleibt die Haushaltslage ein begrenzender Faktor, insbesondere in finanzschwachen Gemeinden. Hier tritt oft ein Teufelskreis zutage: Wenig Geld für Investitionen führt zum Weiterbetrieb alter, ineffizienter Anlagen, was wiederum hohe Betriebskosten verursacht – Geld, das dann für Investitionen fehlt. Fördermittel (siehe nächstes Kapitel) zielen darauf ab, diesen Kreis zu durchbrechen, indem sie die Initialkosten senken.

Betrieb und Wartung: Aus Kundensicht muss eine neue Lösung praxistauglich und einfach handhabbar sein. Viele kommunale Betriebe haben begrenztes Personal; eine komplexe Software für Lichtmanagement darf kein „Buch mit sieben Siegeln“ sein. Einige befragte Kommunen äußerten sogar Vorbehalte gegen zu komplexe Technik – in einem Fall wurde eine Zentralsteuerung explizit abgelehnt aus Angst vor einer unüberschaubaren technischen Lösung. Dies zeigt, dass Schulung und Benutzerfreundlichkeit entscheidende Faktoren sind. Anbieter reagieren darauf mit intuitiven Web-Oberflächen, mobiler App-Steuerung und Angeboten zur Personalfortbildung. Kommunen wünschen sich zudem verlässliche Servicepartnerschaften:

Bei Störungen oder Fragen zur Software sollte schnelle Unterstützung verfügbar sein. Einige größere Städte richten eigene Steuerungs-Leitstellen ein, während kleinere Gemeinden eher an Dienstleister auslagern, die das System überwachen.

Sicherheit und Akzeptanz: Öffentliche Beleuchtung ist ein sehr bürgernahes Thema – Verbesserungen werden positiv wahrgenommen, Ausfälle oder spürbare Einsparmaßnahmen (wie ausgeschaltete Lampen) sofort kritisch registriert. Daher achten Kommunen darauf, dass neue Konzepte nicht die subjektive Sicherheit der Bürger beeinträchtigen. So stoßen z.B. komplette Abschaltungen spät nachts vielerorts auf Ablehnung, während adaptive Dimmlösungen meist akzeptiert werden, da die Straßen weiterhin beleuchtet bleiben, nur eben schwächer. In der Kundenanalyse bedeutet das: Eine Innovation darf keine Verschlechterung der Lichtqualität bringen. Im Idealfall verbessert sie sogar Beleuchtungsstärke oder Farbqualität und senkt dabei dennoch den Verbrauch. Viele Städte haben Pilotprojekte durchgeführt, um die Akzeptanz von z.B. Bewegungsmelder-Licht zu testen – oft mit dem

Ergebnis, dass Anwohner die etwas dunklere Grundhelligkeit tolerieren, wenn bei Bedarf sofort aufgehellt wird. Diese Erfahrungen prägen die Anforderungen: Systeme müssen zuverlässig funktionieren (kein vollständiges Dunkel durch Fehler) und fein justierbar sein, um Komfortzonen zu definieren (z.B. Mindesthelligkeiten).

Spezifische Kundenprofile: Je nach Größe und Typ der Kommune unterscheiden sich die Prioritäten:

- Großstädte (über 100.000 Einw.): Haben oft tausende Lichtpunkte, eigenes Fachpersonal und streben langfristige Strategien an. Hier stehen Integrationsfähigkeit (Smart City), Skalierbarkeit und Automatisierung im Vordergrund. Großstädte sind Early Adopter von High-Tech-Lösungen, solange sie robust sind. Beispiel: München testete als erste Großstadt flächendeckendes Telemanagement über Powerline; Berlin experimentiert mit intelligenten Laternen im Rahmen von Smart City-Strategien.
- Mittelstädte (20.000–100.000 Einw.): Sie haben in der Regel eine Grundausstattung an LED bereits umgesetzt und interessieren sich für weitere Optimierung, sofern Budget da ist. Oft werden Förderprojekte genutzt. Deren Anforderungen fokussieren auf verlässliche Standardlösungen, die bewährt sind (best practice). Beispiel: Stadt Düren (90.000 Einw.) rüstete mit Förderung ihr ganzes Netz auf LED mit Funksteuerung um – hier war wichtig, dass die Lösung praxiserprobt ist und lokale Partner (Hellux, mit Sitz in Berlin) eingebunden sind.
- Kleine Gemeinden (<20.000 Einw.): Hier entscheidet häufig der Bürgermeister oder ein kleines Gremium über die Beleuchtung. Fachplaner fehlen oft intern. Diese Kunden brauchen schlüsselfertige Lösungen, die einfach funktionieren. Zudem ist der Fokus stark auf Kosten und Amortisation gerichtet. Innovative Features treten zurück, wenn die Basis – helles Licht, geringe Kosten – noch nicht erfüllt ist. Für Anbieter bedeutet dies, dass vereinfachte Angebote (z.B. vorprogrammiertes AstroDIM in Leuchten ohne zentrale Steuerung) hier eher Absatz finden, sofern Budget oder Know-how für komplexe Systeme fehlt. Allerdings können auch kleinere Gemeinden Vorreiter sein, wenn sie externe Unterstützung holen – z.B. Energieagenturen oder gemeinsame Projekte mit Nachbarstädten.

Fazit der Kundenanalyse: Die Fachöffentlichkeit in den Kommunen ist sich einig, dass die Zukunft der Straßenbeleuchtung in effizienter LED-Technik und smarterer Steuerung liegt. Der grundlegende Bedarf – zuverlässiges Licht für sichere Straßen – muss dabei jederzeit gewährleistet bleiben. Finanzielle Erwägungen, Bedienbarkeit und Interoperabilität sind Schlüsselkriterien bei Entscheidungen. Kommunen wünschen sich Lösungen, die Energiekosten senken, einfach zu betreiben sind und zukunftssicher (erweiterbar, kompatibel) ausgelegt sind. Anbieter, die diese Punkte adressieren, haben gute Chancen am Markt. Im nächsten Kapitel betrachten wir die verfügbaren Förderprogramme, da diese oft den Anstoß für Investitionen geben.

Förderprogramme für Straßenbeleuchtung

Die Modernisierung der Straßenbeleuchtung wird in Deutschland durch eine Vielzahl von Förderprogrammen unterstützt – auf EU-, Bundes- und Landesebene sowie durch Kreditinstitute. Diese Förderkulisse ist für Kommunen von großer Bedeutung, da sie die

wirtschaftliche Hürde von Investitionen senkt. Im Folgenden ein Überblick über zentrale Fördermöglichkeiten:

Bundesförderung (Kommunalrichtlinie NKI): Im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) fördert die Bundesregierung seit über 10 Jahren die Umstellung auf LED-Beleuchtung [5][6]. Aktuell (Förderperiode 2022–2027) werden zwei Varianten unterschieden:

- **LED-Sanierung mit einfacher Steuerung:** Austausch von Leuchten auf LED in Kombination mit einer zeit- oder präsenzabhängigen Regelung (z.B. Nachtabsenkung oder Bewegungsmelder). Hier beträgt der Zuschuss in der Regel 25 % der Investitionskosten (für finanzschwache Kommunen 40 %). Voraussetzung ist eine Treibhausgaseinsparung von mindestens 50 % durch das Projekt.
- **LED-Sanierung mit adaptiver Steuerung:** Austausch auf LED plus Installation eines adaptiven Lichtmanagementsystems für eine adaptive Nutzung der Beleuchtung (z.B. vollvernetzte Lösung mit einzelleuchtenweiser Steuerung und Fernüberwachung). Dies wird mit 40 % Zuschuss gefördert (für finanzschwache Kommunen 55 %). Auch hier gilt die 50 %-Mindesteinsparung. Diese höhere Förderquote soll Anreize schaffen, nicht nur Lampen zu tauschen, sondern gleich intelligente Steuerungen mit zu installieren.

Antragsberechtigt für die Bundesmittel sind Kommunen, kommunale Unternehmen, aber auch Contractors (wenn sie für Kommunen arbeiten). Die Förderquote wird individuell berechnet, kann aber um die genannten Richtwerte schwanken je nach Finanz- und Lastenausgleich des Bundeslandes. Praktisch profitieren insbesondere finanzschwache Städte, denen bis zu 55 % Zuschuss gewährt werden – ein sehr hoher Satz, der die Investition fast zur Hälfte fremdfinanziert.

Landesförderungen: Zusätzlich zum Bund bieten einige Bundesländer eigene Förderprogramme an, oft ergänzend. Beispiel Hessen: Hier gibt es einen Landeszuschuss von 15 % für hocheffiziente LED-Beleuchtung mit intelligenter Steuerung. Allerdings muss eine Einsparung von mindestens 70 % erreicht werden, was faktisch LED + Smart Control impliziert. Die Kombination mit der Bundesförderung ist möglich (Summe der Zuschüsse darf 100 % der Kosten nicht übersteigen). Andere Länder haben ähnliche Programme – z.B. Nordrhein-Westfalen förderte im Projektauftrag „Smart Cities“ auch Lichtprojekte, Bayern hatte zeitweise ein Programm zur Beleuchtungsoptimierung. Kommunen sollten stets sowohl die Bundes- als auch Landesebene prüfen. Oft informieren Landes-Energieagenturen (LEA) oder regionale Klimaschutzmanager über aktuelle Programme.

Europäische Förderungen: Auf EU-Ebene gibt es den Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE), aus dem u.a. innovative Beleuchtungsprojekte kofinanziert werden. Ein Beispiel ist das EFRE-Programm „Markteinführung von innovativen Energietechnologien“ in Sachsen. Hierüber wurde 2025 die Einführung eines IoT-basierten Zentralsteuerungssystems namens Liberty für Stadtbeleuchtung mit rund 116.000 € (60 % Zuschuss) gefördert. Dieses Projekt der LESSzwei/TRAENO GmbH in Leipzig umfasste ein neuartiges Steuergerät (Controller CDL-2) und eine zentrale Steuerungssoftware, die nun in den Markt gebracht werden sollen. Solche Förderungen zielen darauf ab, neue Technologien schneller verfügbar und erschwinglich für Kommunen zu machen. Auch andere EU-Programme – etwa Horizon Europe oder LIFE – haben Teilbereiche, in denen Pilotprojekte zur energieeffizienten Außenbeleuchtung unterstützt wurden. Zudem vergibt die Europäische Investitionsbank (EIB)

zinsgünstige Darlehen für kommunale Infrastruktur, was für größere Beleuchtungsvorhaben relevant sein kann.

KfW-Kredite: Neben direkten Zuschüssen spielen Förderkredite eine wichtige Rolle. Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) bietet Kommunen den Kredit „Energieeffiziente Stadtbeleuchtung“ (Programm 209/216, früher 148/Programm „IKK/IKU Premium“) [5]. Damit können bis zu 100 % der Investitionskosten finanziert werden, oft zu Zinssätzen unter dem Marktüblichen und mit langen Laufzeiten. Teilweise waren Tilgungszuschüsse möglich (in früheren Programmen bis zu 10 % Erlass bei nachgewiesener Einsparung). Aktuell (Stand 2025) fördert die KfW Maßnahmen wie LED-Umrüstungen, Steuerungsinstallationen und sogar komplette Contracting-Vorhaben über solche Kredite. Ein Vorteil: Kredite können mit Zuschüssen kombiniert werden. Beispielsweise kann eine Kommune erst den Bundeszuschuss von 25–40 % nutzen und den Rest via KfW-Kredit finanzieren – so ist kaum Eigenkapital nötig. Die Beantragung läuft meist über die Hausbank der Kommune. Die KfW verlangt bestimmte Nachweise (Energiegutachten, Effizienzberechnung), die aber in der Regel auch für die Bundesförderung erstellt werden müssen – d.h. der Aufwand überschneidet sich nicht wesentlich.

Sonstige Förderquellen: Zahlreiche kleinere Töpfe und Programme ergänzen das Bild. Die Nationalen Projekte des Städtebaus förderten in Einzelfällen innovative Lichtkonzepte im öffentlichen Raum (mit Fokus auf gestalterische Aufwertung und Effizienz). Die Landwirtschaftliche Rentenbank hat für ländliche Kommunen ebenfalls Programme, die Beleuchtung miteinschließen, im Kontext von Dorfentwicklung und Sicherheit. Außerdem gab/gibt es spezifische Aufrufe, z.B. im Rahmen der „Smart City Modellprojekte“ des BMI, wo Kommunen Fördermittel für digitale Infrastruktur (inkl. Licht) erhalten haben.

Förderbedingungen und Ablauf: Wichtig für Kommunen: Fördermittel erfordern meist eine Antragstellung vor Auftragserteilung. Bei Bundesförderung etwa ist der Ablauf: Projekt skizzieren, Antrag online einreichen (über das Portal „easy-Online“), Bewilligungsbescheid abwarten. Nach Bewilligung kann die Ausschreibung/Beauftragung erfolgen. Nach Umsetzung sind Verwendungsnachweise und Berichte vorzulegen. Dieser bürokratische Aufwand schreckt manchmal ab, aber in Anbetracht der hohen Zuschüsse lohnt er sich in der Regel. Einige Bundesländer bieten Beratungsstellen, welche die Kommunen bei Anträgen unterstützen (z.B. Service- und Kompetenzzentrum: Kommunaler Klimaschutz – SK:KK – beim Bund, oder die Energieagenturen auf Landesebene).

Contracting-Modelle: Eine Alternative zu klassischen Förderungen ist das Licht Contracting. Dabei investiert ein Dienstleister in die Modernisierung und refinanziert sich über die eingesparten Stromkosten, während die Kommune einen Teil der Einsparung als Rate bezahlt. Solche Modelle werden bspw. durch die Bundesinitiative Contracting für Kommunen (dena) propagiert. Indirekt fließen hier auch Fördermittel ein, da Contractors ebenfalls Förderanträge stellen können. Für Kommunen mit sehr knapper Kasse kann Contracting attraktiv sein, da keine Anfangsinvestition nötig ist. Allerdings bindet man sich langfristig an den Contractor und muss einen Teil der Einsparung abgeben.

Beispielhafte Förderlandschaft: Zur Veranschaulichung eine Tabelle mit typischen Förderquoten:

Programm / Träger	Förderart	Förderquote	Voraussetzung / Besonderheiten
Bundesumwelt NKI (Kommunalrichtlinie - Standard)	Zuschuss	25 % (bis 40 % bei >50 % CO ₂ -Einsparung)	Präsenz- oder Zeitschaltung (z. B. LED mit einfacher Steuerung)
Bundesumwelt NKI (erhöht)	Zuschuss	40 % (bis 55 % bei >50 % CO ₂ -Einsparung)	adaptive Steuerung (Einzelsteuerung / Telemangement)
Land Hessen	Zuschuss	15 %	>70 % Energieeinsparung, Kombination mit Bundesförderung möglich
EFRE Sachsen (EU/Land)	Zuschuss	60 %	innovatives System, Pilotprojekt (z. B. IoT-Steuerung, Liberty)
KfW – Effiziente Stadtbeleuchtung	Kredit	bis 100 % der Kosten, zinsgünstig	Effizienznachweis (Gutachten) erforderlich, Kombination mit Zuschüssen erlaubt

Tabelle Förderprogramme: Eigene Darstellung auf Basis von und SAB/EFRE-Beispiel

**(finanzschwache Kommunen / Kohlereviere erhalten erhöhte Quote)*

Diese Übersicht zeigt, dass sehr hohe Förderungen erreichbar sind. In der Spitze können Bund+Land kombiniert bis zu ~55 % Zuschuss ergeben, den Rest kann man über einen KfW Kredit abdecken – de facto eine nahezu vollständige Finanzierung externerseits. Somit sind die finanziellen Hürden für die Modernisierung deutlich gesunken.

Für Kommunen ist es ratsam, zunächst eine Planung erstellen zu lassen (oft ebenfalls förderfähig über Klimaschutz-Teilprogramme), um Einsparpotenziale und geeignete Technik zu identifizieren. Mit diesen Daten kann dann gezielt ein Förderantrag gestellt werden. Auch sollte geprüft werden, welche Zeitfenster Förderprogramme haben – manche (z.B. Bundesmittel) können ganzjährig beantragt werden, andere haben Fristen oder Calls. Insgesamt sind Fördermittel ein mächtiges Instrument, um den Modernisierungstau in der Straßenbeleuchtung aufzulösen. Die nächste Sektion diskutiert nun die Chancen und Risiken, die mit der Umsetzung neuer Beleuchtungstechnologien einhergehen.

Chancen & Risiken

Die Umstellung auf energieeffiziente, intelligent gesteuerte Straßenbeleuchtung bietet vielfältige Chancen, ist aber auch mit bestimmten Risiken und Herausforderungen verbunden. Ein ausgewogenes Verständnis beider Seiten ist für Entscheider wichtig.

Chancen / Vorteile:

- **Enorme Energie- und Kosteneinsparungen:** Der offensichtlichste Vorteil ist die Reduktion des Stromverbrauchs um bis zu 80 % durch LED-Technik. Damit einher geht eine entsprechende Senkung der Energiekosten – ein wichtiger Beitrag zur Haushaltskonsolidierung klammer Kommunen. Intelligente Steuerungen bringen zusätzlich durchschnittlich 15–30 % Einsparung bei den Verbrauchskosten durch Dimmen und bedarfsgerechtes Schalten [2][6]. Insgesamt lassen sich so Betriebsbudget in erheblichem Umfang einsparen oder für andere Aufgaben freisetzen. Steigende Strompreise in der Zukunft verstärken diesen finanziellen Nutzen.
- **Klimaschutz und CO₂-Minderung:** Jede eingesparte Kilowattstunde Strom reduziert die CO₂-Emissionen. Die Modernisierung von 9 Mio. Lichtpunkten kann jährlich mehrere Millionen Tonnen CO₂ einsparen. Dies unterstützt die Erreichung nationaler Klimaschutzziele. Straßenbeleuchtung wird zwar „nur“ mit 0,3 % zum Gesamtstromverbrauch beitragen, aber sie ist ein rasch hebbares Potenzial mit Vorbildfunktion. Viele Kommunen haben eigene Klimaschutzkonzepte, in denen die Außenbeleuchtung ein zentraler Baustein ist. Die Umstellung auf LED zählt zu den wirtschaftlichsten Klimaschutzmaßnahmen im kommunalen Bereich – oft amortisiert sie sich und spart danach weitere Emissionen ein.
- **Verbesserte Lichtqualität und Sicherheit:** Moderne Beleuchtung kann das Sicherheitsgefühl der Bürger erhöhen. LEDs bieten z.B. besseres Farberkennen (hoher Farbwiedergabeindex) und gleichmäßigere Ausleuchtung als manche Altlampe. Durch gezielte Lichtlenkung sind Straßen und Gehwege heller, während störendes Streulicht reduziert wird. Adaptive Systeme erlauben es, in kritischen Situationen (viel Verkehr, Unfall, Einsatzfahrzeuge) die Beleuchtung temporär hochzufahren – etwas, das früher nicht möglich war. So wird der Verkehrssicherheit gedient. Gleichzeitig können intelligent gedimmte Beleuchtungen nachts eine ruhigere, angepasste Atmosphäre schaffen, was Anwohnern zugutekommt (weniger Blendung, besserer Schlaf). Auch die gefürchteten Hell-Dunkel-Zonen bei harten Abschaltungen gehören mit Dimmtechnik der Vergangenheit an. Insgesamt lässt sich sagen: Durch neue Technik lässt sich Energie sparen, ohne die Sicherheit zu gefährden – oft kann man sie sogar verbessern.
- **Reduzierter Wartungsaufwand:** LED-Leuchten haben eine deutlich längere Lebensdauer als konventionelle Lampen (i.d.R. 4–5× so lang). Das bedeutet weniger Lampenwechsel und geringere Materialkosten. Intelligente Überwachung meldet Ausfälle sofort, sodass Wartung bedarfsgerecht erfolgen kann (die „Nachtkontrolle“ entfällt). Zudem können Ausfälle proaktiv verhindert werden: Wenn ein elektronisches Vorschaltgerät anzeigt, dass es bald das Lebensende erreicht, kann es geplant getauscht werden, bevor es ausfällt. Insgesamt verlängert sich die Wartungsintervalle signifikant. Dies spart Personalkapazität und Instandhaltungskosten. Einige Contractoren geben bereits Funktionsgarantien für LED-Leuchten über 8–10 Jahre, was vorher undenkbar war (HQL-Lampen mussten alle ~4 Jahre ersetzt werden). Auch das Sicherheitsrisiko durch Lampenausfälle wird minimiert, was im Winterdienst oder bei Polizei für Erleichterung sorgt (weniger dunkle Ecken).
- **Umwelt und Lebensqualität:** Wie im Abschnitt Normen beschrieben, reduziert eine moderne Beleuchtung Lichtsmog und ist schonender für die Tierwelt. Warmweiße

LEDs locken weniger Insekten an, was die Insektenpopulation schon – ein wichtiger Beitrag, da Straßenlampen früher als „Insektenkiller“ galten. Auch für Menschen bringt geringere Lichtverschmutzung Vorteile: Der Nachthimmel bleibt sichtbarer (wichtiger für Astronomie-Fans und einfach die Lebensqualität), und Anwohner schlafen besser ohne ständig hell erleuchtete Fenster. Zusätzlich bieten smarte Laternen neue Services: z.B. können Bürger von kostenlosem WLAN profitieren, Parks sind sicherer durch Sensorüberwachung, usw. Eine intelligente Lichtinfrastruktur kann damit über die eigentliche Beleuchtung hinaus Mehrwert generieren (Stichwort Smart City, siehe Ausblick).

- Zukunftssichere Infrastruktur: Wer heute auf vernetzte Beleuchtung setzt, schafft eine Plattform für künftige Innovationen. Drahtlose Beleuchtungsnetze können morgen genutzt werden, um IoT-Geräte anzubinden – von Parkplatzsensoren bis Pegelmeldern. Gewöhnliche Lichtmasten verwandeln sich so in intelligente Datenhubs, was Städten neue Anwendungen erlaubt. Die Investition in Smart Lighting ist somit auch eine Investition in digitale Infrastruktur, die weit über die Lampe hinaus Nutzen stiftet.

Risiken / Herausforderungen:

- Hohe Initialkosten & wirtschaftliche Unsicherheit: Trotz Förderung bleibt ein Teil der Investitionskosten von der Kommune zu tragen. Kleine Gemeinden fürchten oft, dass selbst 30–40 % Eigenanteil (bei 60–70 % Förderung) ihr Budget strapaziert. Außerdem gibt es Fälle, wo Einsparungen nicht wie erwartet eintreffen – z.B. weil Betriebszeiten länger waren als gedacht oder weil LED-Preise doch noch fallen und man früh „teuer“ investiert hat. Ein gewisses wirtschaftliches Risiko besteht, wenn auch gering: Die meisten LED-Projekte amortisieren sich, aber wenn Strom sehr billig wäre oder Förderbedingungen nicht erfüllt werden (z.B. wenn Einsparziel knapp verfehlt, droht Rückzahlung), könnten Kalkulationen wanken. Hier helfen jedoch gründliche Voruntersuchungen und konservative Planung.
- Technische Komplexität & Know-how-Bedarf: Das vielleicht größte Hemmnis ist die Komplexität der neuen Systeme. Eine klassische Laterne mit ein/aus-Schaltung war simpel – ein Telemanagementsystem mit Software, Funk, Datenbanken etc. ist deutlich anspruchsvoller. Kommunales Personal muss geschult werden, sonst drohen Bedienfehler oder im schlimmsten Fall Nicht-Nutzung der Möglichkeiten (ein „Goldrand-System“, das dann doch nur wie eine Zeitschaltuhr genutzt wird). Einige Verantwortliche stehen dem skeptisch gegenüber. Es besteht das Risiko, dass komplexe Technik im Betrieb Schwierigkeiten macht – sei es durch Softwarebugs, Kommunikationsausfälle oder Schwierigkeiten beim Update. Zum Risiko-Management gehört daher: nur erprobte Technik einsetzen, Dienstleister mit Wartungsverträgen einbinden, Personal qualifizieren. Die Angst vor der Technik kann durch Pilotprojekte genommen werden: oft wird empfohlen, ein Testquartier mit neuen Lampen auszustatten und Erfahrungen zu sammeln, bevor man die ganze Stadt umrüstet.
- Abhängigkeit von Anbietern (Lock-in): Wenn eine Stadt sich für ein proprietäres System entscheidet, bindet sie sich unter Umständen jahrelang an diesen Anbieter (Ersatzteile, Erweiterungen, Support). Geht der Hersteller insolvent oder entwickelt sich nicht weiter, steht man vor Problemen. Es besteht also ein strategisches Risiko in der Anbietersauswahl. Abhilfe schafft hier, wie erwähnt, die Bevorzugung offener Systeme und Standard-Schnittstellen. Dennoch: In der Praxis ist ein gewisser Lock-in oft unvermeidlich, da selbst offene Standards Spezifika haben. Dies muss bei

Vertragsgestaltung berücksichtigt werden (z.B. Herausgabe von Zugangsdaten, Kompatibilitätzusagen, Escrow für Cloudsoftware etc.).

- **Cyber-Sicherheit:** Mit der Vernetzung kommt die Gefahr der IT-Sicherheitsvorfälle. Ein Beleuchtungsnetz könnte theoretisch Ziel von Hackern werden – z.B. um ganze Stadtteile dunkel zu schalten oder unerlaubt Strom abzuzweigen. Bisher sind keine realen Angriffe dieser Art bekannt, aber Kommunen müssen Vorsorge treffen: sichere Passwörter, verschlüsselte Kommunikation, regelmäßige Updates. Moderne Systeme implementieren Verschlüsselung und Authentifizierung; einige nutzen isolierte Kommunikationsnetze (etwa LoRaWAN der Stadt, ohne Internetanbindung). Dennoch bleibt ein Restrisiko, das man beobachten muss. Teil der Risikoabwägung ist auch: Wenn IT ausfällt, muss die Beleuchtung in einem Grundmodus funktionieren (Failsafe). Viele Lampen-Controller sind so programmiert, dass sie bei Kommunikationsverlust autonom nach Astro-Uhr weiterleuchten – dies ist ein wichtiges Feature, um Blackouts zu vermeiden.
- **Technologische Schnellebigkeit:** Die Entwicklung schreitet schnell voran. Was, wenn man heute ein System kauft und in 5 Jahren ist es überholt? Diese Sorge treibt Kunden um. Beispielsweise könnte die 5G-Mobilfunkabdeckung bald flächendeckend sein, während man vorher auf LoRa gesetzt hat – oder es kommen neue Sensorik Generationen. Das Risiko besteht, dass getätigte Investitionen nicht alle zukünftigen Möglichkeiten abdecken. Allerdings kann man mit modularen Systemen und Nachrüstoptionen (Zhaga-Sockel an Leuchten für spätere Module) gegensteuern. Hier zahlt es sich aus, in Flexibilität zu investieren (z.B. offene API, erweiterbarer Controller), auch wenn es initial teurer scheint.
- **Akzeptanzrisiken:** Wird falsch gespart, droht Gegenwind aus der Bevölkerung. Beispiele: Zu kaltweißes LED-Licht kann als unangenehm empfunden werden; zu starke Dimmschwankungen könnten Irritationen verursachen. Auch können Bewohner Datenschutz-Bedenken bei Sensorlaternen haben („Beobachten die Laternen uns?“). Diese Soft Factors sollte man im Blick behalten. Öffentlichkeitsarbeit und Transparenz sind wichtig, um Akzeptanz zu sichern. Insgesamt ist die Bevölkerung in der Regel positiv eingestellt, solange die Maßnahmen gut kommuniziert sind (Klimaschutz, Kostenersparnis, bessere Technik). Dennoch zählt dieser Punkt zu den weichen Risiken, die man nicht ignorieren darf.

Eine SWOT-ähnliche Gegenüberstellung: Stärken/Chancen – hohe Einsparung, Förderung vorhanden, bessere Lichtqualität, Smart City Basis. Schwächen/Risiken – Anfangsinvest, Know-how-Bedarf, potenzielle Abhängigkeiten, IT-Risiken. Unterm Strich überwiegen die Vorteile klar die Nachteile, sofern man letztere aktiv managt. Die Mehrheit der Kommunen sieht das ähnlich: Auf die Frage, welche Verbesserungen das aktuelle System bräuchte, nannten z.B. 13 von 66 befragten Betreibern Funktionen einer Zentralsteuerung wie Einzellampen

Dimmung und Datenauswertung als sinnvoll, während nur eine Nennung Technikskepsis äußerte. Die Chancen werden also wahrgenommen – jetzt geht es darum, sie planvoll zu nutzen. Im folgenden Ausblick schauen wir auf das Jahr 2030: Wo könnte die Reise hingehen?

Ausblick 2030

Bis zum Jahr 2030 wird sich die Stadt- und Straßenbeleuchtung in Deutschland aller

Voraussicht nach nahezu vollständig gewandelt haben. Die Trends der letzten Jahre – LED, Smart Lighting, Integration in Smart Cities – dürften sich weiter beschleunigen. Ein Ausblick auf mögliche Entwicklungen:

- Nahezu 100 % LED-Abdeckung: Es ist zu erwarten, dass bis 2030 der allergrößte Teil der öffentlichen Beleuchtung auf LED umgestellt sein wird [7]. Angesichts der Restriktionen für alte Lampen und der wirtschaftlichen Vorteile wäre alles andere überraschend. Selbst bei konservativem Erneuerungstempo ($\approx 3\text{--}5\%$ pro Jahr) hätte man 2025–2030 weitere $\sim 30\%$ des Bestands ersetzt; mit Förder-Beschleunigung könnten bis 2030 über 90 % erreicht werden. Vereinzelt könnten denkmalgeschützte historische Leuchten (Gaslaternen etc.) verbleiben, aber auch hier gibt es LED-Nachrüstungen. Die Energieeinsparung wird entsprechend realisiert sein – das kommunale Einsparpotenzial von bis zu 2,2 Mrd. kWh dürfte großteils gehoben sein. Der Energy Benchmark pro Lichtpunkt könnte dann bei ~ 200 kWh oder darunter liegen, je nach Dimmeinsatz.
- Durchbruch der intelligenten Steuerung: Während heute vernetzte Lichtsysteme noch $<10\%$ ausmachen, dürfte ihr Anteil bis 2030 deutlich steigen. Viele Städte fangen jetzt an, zumindest Teile ihres Netzes zu verknüpfen. Bis 2030 könnten zentral gesteuerte Lichtpunkte die neue Normalität sein, insbesondere in Mittel- und Großstädten. In Neubaugebieten wird es wahrscheinlich Standard werden, Leuchten mit Steuerknoten auszustatten. Förderprogramme könnten das weiter forcieren (evtl. Pflicht zur Telemanagementvorbereitung bei geförderten LEDs). Wir könnten bis 2030 einen Vernetzungsgrad von $50\%+$ sehen [9]. Der Markt für vernetzte Außenbeleuchtung, der 2022 weltweit auf $\sim 2,5$ Mrd € geschätzt wurde, wird weiter wachsen – neue Geschäftsmodelle (Licht-als-Service mit Garantie, Cloud-Analytics für Beleuchtungsdaten) entstehen. Kurz: Die Laterne wird Teil des Internets der Dinge (IoT).
- Systemintegration und Smart City: 2030 werden Straßenlaternen vermutlich fest in städtische IT-Plattformen eingebunden sein. Beispielsweise ein städtisches IoT Dashboard, in dem Beleuchtung nur ein Layer ist, neben Verkehr, Umwelt, Energie. Viele Städte werden Echtzeit-Daten aus der Beleuchtungsinfrastruktur nutzen – zur Optimierung des Energiebezugs (Lastmanagement, Nutzung eigenerzeugten Solarstroms in Laternen evtl.), zur besseren Planung (Lebensdauerdaten) und für neue Services. Denkbar ist, dass Laternen als Ladepunkte dienen (es gibt Pilotprojekte, EV Ladetechnik in Masten zu integrieren – bis 2030 könnte dies in Parkzonen verbreitet sein). Auch autonome Fahrzeuge könnten mit vernetzten Laternen kommunizieren, z.B. um ihre Sensorik zu ergänzen oder umgekehrt um bedarfsgerechte Beleuchtung zu erhalten (Car-to-X-Kommunikation).
- Regulatorische Entwicklung: Möglicherweise wird es bis 2030 weitere gesetzliche Vorgaben geben. Etwa könnte vorgeschrieben werden, dass Kommunen bis 2035 alle ineffizienten Leuchten ersetzt haben müssen – analog zu EU-Vorgaben für andere Bereiche. Auch Normen könnten angepasst werden: Vielleicht werden adaptives Licht und Teilabschaltungen explizit in Normen beschrieben, um sie besser abzusichern. Themen wie Lichtverschmutzung könnten in den Fokus rücken – etwa dass nach 24 Uhr Beleuchtungsstärken generell reduziert sein müssen, um Umwelt und Gesundheit zu schonen. Kommunen, die früh modernisiert haben, wären dann im Vorteil, da ihre Technik dies bereits leisten kann.

- Neue technische Optionen: Bis 2030 könnten sich neue Leuchtkonzepte etablieren, z.B. human-zentrierte Beleuchtung im Außenraum (angepasste Lichtfarben je nach Tageszeit zur Minimierung von Schlafrhythmus-Störungen). LED-Technik selbst wird nochmals effizienter werden (vielleicht 200 lm/W im Serieneinsatz). Auch Solarleuchten könnten punktuell vermehrt eingesetzt werden: autarke Mastleuchten mit PV-Panel und Batterie, bisher eher Nischenprodukt, könnten durch Kostenreduktion attraktiv für Parkwege o.ä. werden – allerdings in Deutschland klimatisch begrenzt. Die Entwicklung von Laser-Lichtquellen oder anderen innovativen Lampen ist ebenfalls möglich, aber Stand heute ist LED der Goldstandard.
- Kosten und Finanzierung: Im Jahr 2030 dürfte sich die Diskussion weniger um Stromkosten drehen (weil stark reduziert), sondern eher um Daten und Mehrwert. Da die Beleuchtung dann wenig Energie verbraucht, könnten argumentativ Budgets in den Betrieb der intelligenten Infrastruktur fließen. Eventuell werden Kommunen teilweise Einnahmen aus Zusatzdiensten generieren – z.B. Vermietung der Smart Poles als 5G Mikrozellen-Träger an Mobilfunkanbieter. Fördermittel werden sich bis 2030 vermutlich verschieben: Weg von reinen LED-Zuschüssen (weil dann Standard) hin zu Innovationsförderung für Vernetzung und Sensorik. Insgesamt sollte der Betrieb der Beleuchtung 2030 deutlich kostengünstiger sein als 2020, und das freiwerdende Budget kann in die Digitalisierung reinvestiert werden.
- Beispiel Vision 2030: Stellen wir uns eine mittlere Stadt 2030 vor: Sämtliche Straßenlaternen leuchten mit LED, gesteuert durch ein stadtweites Funknetz. Die Beleuchtung passt sich dynamisch dem Bedarf an – an Hauptverkehrsstraßen intelligent per Verkehrsflussmessung, in Wohngebieten per Bewegungssensor. Kein Bürger beschwert sich über flackerndes Licht, denn die Übergänge sind sanft geregelt. Die Stadt spart 80 % Strom gegenüber 2010 und hat ihre CO₂-Emissionen entsprechend reduziert. Gleichzeitig hat sie die nächtliche Lichtverschmutzung halbiert; der Sternenhimmel ist wieder besser sichtbar. Die Laternen melden selbstständig, wenn eine Störung vorliegt, und oft kann der Elektriker schon ausrücken, bevor ein Bürger überhaupt den Ausfall bemerkt. In der Stadtverwaltung nutzt man die Daten aus der Lichtsoftware, um z.B. Hotspots zu identifizieren, wo nachts ungewöhnlich viel Bewegung ist (was auf Nachtleben oder mögliche Sicherheitsprobleme hindeutet). Diese können dann gezielt stärker ausgeleuchtet oder bestreift werden. An einigen Masten hängen Sensoren, die Feinstaub und Temperatur messen und diese Daten ins städtische Open-Data-Portal speisen. Insgesamt ist die Beleuchtung 2030 nicht mehr isoliert, sondern integraler Bestandteil der vernetzten, nachhaltigen Stadt.

Natürlich bleibt dies ein Ausblick. Die tatsächliche Entwicklung hängt von vielen Faktoren ab – technologischer Fortschritt, Förderpolitik, Prioritäten in den Kommunen. Doch die Richtung ist klar: heller, effizienter, smarter. Für die breite Fachöffentlichkeit bedeutet das, sich frühzeitig mit den kommenden Möglichkeiten vertraut zu machen, Pilotprojekte zu nutzen und den Wandel aktiv zu gestalten.

Fazit & Handlungsempfehlungen

Die vorangegangene Analyse hat gezeigt, dass die Modernisierung der Stadt- und Straßenbeleuchtung in Deutschland nicht nur wünschenswert, sondern in hohem Maße machbar und lohnend ist. Die technischen Lösungen – von LED-Leuchten bis zur IoT

Zentralsteuerung – stehen bereit und haben ihre Wirksamkeit in zahlreichen Pilotprojekten und ersten großflächigen Anwendungen bewiesen. Die wirtschaftlichen Vorteile sind erheblich: Investitionen amortisieren sich oft in wenigen Jahren durch Energie- und Wartungskosteneinsparungen. Zudem gibt es so viele Fördermöglichkeiten wie nie zuvor, die Kommunen finanziell unter die Arme greifen. Auch aus Umwelt- und Klimasicht führt kaum ein Weg an der energieeffizienten, adaptiven Beleuchtung vorbei.

Dennoch vollzieht sich der Wandel nicht von allein. Abschließend daher einige Handlungsempfehlungen für Kommunen und Entscheider, um die Chancen optimal zu nutzen und Risiken zu minimieren:

1. Bestandsaufnahme und strategische Planung: Erstellen Sie zunächst ein umfassendes Beleuchtungskataster (falls nicht vorhanden) mit allen Leuchtpunkten, Typen, Leistungen, Steuerungen etc. Analysieren Sie den Zustand und identifizieren Sie Prioritäten (z.B. sehr alte Quartiere mit HQL-Lampen zuerst). Entwickeln Sie eine Strategie mit Etappenzielen – etwa „bis 2025 50 % LED, bis 2030 100 % LED, ab 2023 schrittweise Einführung eines Telemanagementsystems“. Diese Planung sollte politische Rückendeckung haben (Stadtratsbeschluss), um als Richtschnur für Investitionen zu dienen.
2. Fördermittel aktiv nutzen: Prüfen Sie alle einschlägigen Förderprogramme von Bund und Land (Kommunalrichtlinie, ggf. Landesprogramme, KfW-Kredite). Stellen Sie Anträge frühzeitig und nutzen Sie die Beratung durch Klimaschutz- oder Energieagentur. Priorisieren Sie Projekte, die hohe Förderquoten erhalten können (z.B. LED + Steuerung mit >50 % Einsparung, um 40–55 % Zuschuss zu bekommen). Auch kleinere Gemeinden sollten die Scheu vor Anträgen ablegen – der finanzielle Gewinn ist beträchtlich. Kooperieren Sie ggf. mit Nachbarkommunen, um gemeinsam Beratungs- oder Förderprojekte zu stemmen.
3. Ganzheitliche Wirtschaftlichkeitsberechnung: Achten Sie bei Ausschreibungen nicht nur auf den Anschaffungspreis, sondern bewerten Sie Angebote auf Lebenszykluskosten. Das billigste Angebot ist nicht das günstigste, wenn es mehr Energie verbraucht oder höheren Wartungsaufwand hat. Fordern Sie von Bietern die Berechnung von Total Cost of Ownership (TCO) über z.B. 20 Jahre. Berücksichtigen Sie auch Faktoren wie Ausfallraten, Garantiezeiten, Ersatzteilverfügbarkeiten. So stellen Sie sicher, dass Sie langfristig wirtschaftliche Entscheidungen treffen.
4. Schrittweise Einführung intelligenter Steuerung: Falls eine sofortige flächendeckende Vernetzung nicht realistisch ist (Budget oder personelle Gründe), wählen Sie einen stufenweisen Ansatz. Zum Beispiel können zunächst „smarte Schaltschränke“ installiert werden, die zumindest eine zentral steuerbare Gruppenversorgung erlauben. Oder Sie statten bei LED-Umrüstungen alle neuen Leuchten bereits mit Zhaga-Buchsen oder Steuergeräten aus, auch wenn die zentrale Software erst später kommt – so sind Sie *Zukunfts-ready*. Beginnen Sie mit einem Pilot in einem überschaubaren Bereich (z.B. einem Park oder Stadtviertel), um Erfahrungen mit der Software und Funktechnik zu sammeln. Schulen Sie Ihr Personal daran. Dann skalieren Sie hoch. Wichtig: Interoperabilität als Kriterium definieren – vermeiden Sie Insellösungen, indem Sie nach Standardprotokollen und Schnittstellen verlangen.
5. Technologie- und Partnerschaftsauswahl: Nehmen Sie sich Zeit für die Auswahl von Technik und Dienstleistern. Besuchen Sie Referenzprojekte vergleichbarer Städte,

sprechen Sie mit dortigen Verantwortlichen über deren Erfahrungen. Ziehen Sie ggf. einen unabhängigen Fachplaner oder Berater hinzu, der bei Ausschreibung und Bewertung unterstützt. Achten Sie auf verlässliche Partner, die auch langfristig Support bieten können. Verlangen Sie vom Anbieter klare Zusagen zur Datensicherheit und Zugriff auf Ihre Daten. Falls Cloud-Lösungen eingesetzt werden, regeln Sie vertraglich die Datenhoheit und was bei Vertragsende passiert (Datenexport etc.). Setzen Sie – wo möglich – auf modulare Systeme: z.B. ein herstellernerutrales Backendsystem, in das Controller verschiedener Anbieter integriert werden können. So bewahren Sie sich Flexibilität.

6. Bürgerinformation und -einbindung: Begleiten Sie größere Veränderungen in der Straßenbeleuchtung mit einer transparenten Kommunikation gegenüber der Öffentlichkeit. Informieren Sie über die Gründe (Energie, Klima, Kosteneinsparung) und die erwarteten Verbesserungen (bessere Sicht, weniger Ausfälle). Gerade wenn Sie adaptive Steuerungen einführen, erklären Sie das Prinzip: „Licht bei Bedarf“. Die meisten Bürger begrüßen Maßnahmen, wenn sie den Nutzen verstehen. Berücksichtigen Sie ggf. Anregungen aus der Bevölkerung – z.B. Anliegen nach mehr Beleuchtung in unsicheren Ecken können Sie aufgreifen und gezielt in die Planung einfließen lassen (eine smarte Anlage kann ja auch an kritischen Punkten mehr Licht liefern). So schaffen Sie Akzeptanz und vermeiden Missverständnisse.
7. Monitoring und kontinuierliche Optimierung: Ist eine neue Anlage in Betrieb, hören die Aufgaben nicht auf. Nutzen Sie die gewonnenen Daten aktiv. Analysieren Sie z.B. die Dimmdauer: Wenn Sie feststellen, dass manche Straßen auch um 3 Uhr nachts noch relevant befahren sind, können Sie dort das Dimmprofil anpassen – und umgekehrt in sehr ruhigen Zeiten vielleicht noch mutiger absenken. Führen Sie ein Energiemonitoring: Vergleichen Sie monatliche Verbräuche mit den prognostizierten, um Abweichungen früh zu erkennen (z.B. Defekt irgendwo). Halten Sie auch die Firmware Ihrer Systeme aktuell – viele Hersteller verbessern laufend Algorithmen (ähnlich wie Updates beim Computer). Ein etabliertes Monitoring liefert auch gute Argumente gegenüber Politik und Bürgern, indem Sie Erfolge belegen können (z.B. „Unsere Stromkosten für Beleuchtung sind um 60 % gesunken seit 2018“).
8. Ganzheitlicher Ansatz – „Smart City“ denken: Betrachten Sie die Straßenbeleuchtung nicht isoliert. Bei Neubau oder Sanierung von Laternen können Sie überlegen, ob gleichzeitig andere städtische Bedarfe adressiert werden: Glasfaser mit verlegen (für spätere 5G-Antennen?), Sensorik gleich mitinstallieren (z.B. Umwelt oder Lärmsensoren an Knotenpunkten). Einige Städte kombinieren Beleuchtungsmasten mit Verkehrssteuerung (Detektoren an Ampeln) oder mit Sicherheitstechnik (Notrufknöpfe, Kamerabefestigungen – Letzteres natürlich datenschutzkonform nur an sinnvollen Orten). Jeder Mast kann ein Multifunktionsmast sein. Solche Synergien senken langfristig Kosten (man nutzt die vorhandene Infrastruktur doppelt). Allerdings sollten Sie darauf achten, die Kernfunktion Beleuchtung dadurch nicht zu vernachlässigen und nicht alles auf einmal überfrachten – Schritt für Schritt ist hier das Motto.
9. Regelmäßiger Erfahrungsaustausch: Die Thematik entwickelt sich rasch. Bleiben Sie via Netzwerke und Verbände auf dem Laufenden. Der Erfahrungsaustausch etwa im Deutschen Städtetag, in Arbeitskreisen der Energieagenturen oder auf Fachkonferenzen (Lichttagungen) ist wertvoll. Viele Kommunen teilen bereitwillig ihre „lessons learned“. Nutzen Sie diese, um Fehler nicht zu wiederholen und von Best Practices zu

profitieren. Auch Publikationen wie Leitfäden (z.B. die erwähnte SAENA-Broschüre oder Berichte der dena) geben Hilfestellungen.

10. Qualität vor Eile: Trotz Förderfristen und politischem Druck: Stellen Sie Qualität über Schnelligkeit. Eine Beleuchtungsanlage soll 20 Jahre halten – ein paar Monate mehr Planung können sich auszahlen. Vermeiden Sie übereilte Billiglösungen, die später Probleme bereiten. Es hat sich gezeigt, dass gut durchdachte Pilot- und Testphasen letztlich Zeit sparen, weil man danach in der Ausrollphase weniger Stolpersteine hat. Erfüllen Sie Normen und dokumentieren Sie dies (z.B. mittels photometrischer Messung nach der Umrüstung, was übrigens förderfähig ist). So sind Sie rechtlich auf der sicheren Seite. Und last but not least: Vergessen Sie nicht, Erfolge zu feiern – eine erfolgreiche Modernisierung ist ein sichtbares Zeichen Ihrer Kommune für Innovation und Nachhaltigkeit, das darf ruhig publik gemacht werden.

Schlusswort: „Es werde Licht – aber effizient und smart!“ könnte das Motto für das kommende Jahrzehnt lauten. Die TRAENO GmbH hofft, mit diesem White Paper einen praktischen Leitfaden an die Hand gegeben zu haben, der Kommunen und Fachplanern Orientierung bietet. Die Stadt- und Straßenbeleuchtung wandelt sich vom reinen Kostenfaktor und Pflichtposten zu einem Zukunftsprojekt, das Energie spart, Sicherheit bietet und als Plattform für die digitale Stadt dienen kann. Indem wir heute in kluge Beleuchtung investieren, investieren wir in lebenswerte, nachhaltige Städte von morgen. In diesem Sinne: Packen wir's an – die Technik ist da, die Mittel stehen bereit, lassen Sie Ihre Straßen in neuem Licht erstrahlen!

Ihr Heiko Kahl,

Geschäftsführender Gesellschafter TRAENO GmbH



Herr Kahl, verfügt über mehr als 30 Jahre Erfahrung in der IT und der Digitalisierung sowie in Infrastrukturprojekten. Nach dem Studium übernahm er leitende IT- und Projektmanagementfunktionen in der öffentlichen Verwaltung, Telekommunikations- und Finanzbranche. Stationen waren u. a. Arcor AG, LHS Group und Computacenter AG, wo er in internationalen Führungsrollen bis zu 600 Mitarbeitende sowie Großprojekte mit Volumina bis 300 Mio. € verantwortete. Als Gründer und Geschäftsführer der Digitalagentur Thüringen beriet er strategisch die Thüringer Landesregierung. Heute liegen seine Schwerpunkte auf Digitalstrategien, KI-Prozessmanagement und Smart-City-Infrastrukturen. Parallel engagiert er sich als Vorstand im ITNet Thüringen und im Unternehmerverband Thüringen. Er ist zudem als Coach, Dozent und Mitglied der IHK-Prüfungskommission aktiv.

Quellenverzeichnis

[1] DStGB (2017): Kommunale Beleuchtung – Dokumentation Nr. 143. Deutscher Städte- und Gemeindebund, Berlin. Online verfügbar unter:

<https://www.dstgb.de/publikationen/dokumentationen/nr-143-kommunale-beleuchtung/doku143-beleuchtung-final.pdf> (Zugriff am 09.09.2025).

[2] KEA-BW (2021): Contracting und Straßenbeleuchtung – Handreichung für Kommunen. KEA-BW Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH. Online verfügbar unter:

https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Contracting/Angebote/Straßenbeleuchtung/KEA-BW_Handreichung_Contracting_und_Straßenbeleuchtung_2021-03-30.pdf (Zugriff am 09.09.2025).

[3] Strassenbeleuchtung.de (o.J.): Zahlen und Fakten in der Straßenbeleuchtung. Online verfügbar unter:

<https://www.strassenbeleuchtung.de/index.php?catid=11&id=38%3Azahlen-und-fakten-in-der-strassenbeleuchtung&view=article> (Zugriff am 09.09.2025).

[4] Energie-Atlas Bayern (o.J.): Straßenbeleuchtung. Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. Online verfügbar unter:

<https://www.energieatlas.bayern.de/kommunen/energiemanagement/beleuchtung> (Zugriff am 09.09.2025).

[5] Wikipedia (2025): Straßenbeleuchtung. Online-Enzyklopädie, Version vom 09.09.2025.

Online verfügbar unter: <https://de.wikipedia.org/wiki/Straßenbeleuchtung> (Zugriff am 09.09.2025).

[6] BMWi/BMBF (2013): Kommunen in neuem Licht – Wettbewerb für energieeffiziente Straßenbeleuchtung. Bundesministerium für Bildung und Forschung. Online verfügbar unter:

https://www.koinno-bmwk.de/fileadmin/user_upload/publikationen/05-2013-BMBF__Kommunen-in-neuem-Licht-2013_mid.pdf (Zugriff am 09.09.2025).

[7] Polzin, F. (2015): SBI-LED-Studie – Statusbericht kommunaler Straßenbeleuchtung. Leipzig. Online verfügbar unter:

https://www.friedemannpolzin.de/blog/wp-content/uploads/2017/02/SBI-LED-Studie_2015.pdf (Zugriff am 09.09.2025).

[8] Trendresearch (2020): Studie Straßenbeleuchtung 2020 – Markt, Trends und Effizienz.

Oldenburg. Online verfügbar unter: <https://www.trendresearch.de/studien/13-0914-3.pdf> (Zugriff am 09.09.2025).

[9] Wiseguy Reports (2024): Municipal Street Lights Market – Global Forecast 2023–2032. Online verfügbar unter:

<https://www.wiseguyreports.com/de/reports/municipal-street-lights-market> (Zugriff am 09.09.2025).