



EUROPÄISCHE KOMMISSION
Generaldirektion für Kommunikationsnetze, Inhalte und Technologien

Neues Licht für Städte

**Die Einführung innovativer Beleuchtung
in den Städten Europas beschleunigen**



Juni 2013

© European Union, 2013

Weder die Europäische Kommission noch in deren Namen handelnde Personen haften für die Verwendung der nachfolgenden Informationen.

INHALT

VORWORT	4
DANKSAGUNG	5
1. EINLEITUNG	6
2. WARUM <i>JETZT</i> AUF INTELLIGENTE, BÜRGERNAHE SSL-BELEUCHTUNG UMSTELLEN?	8
<i>Warum JETZT auf SSL-Beleuchtungstechnik umstellen?</i>	9
<i>Eine günstiges politisches Umfeld in Europa</i>	10
<i>Beispiele europäischer Städte als SSL-Vorreiter</i>	11
<i>Andere Beispiele von SSL-Vorreiterstädten</i>	16
3. DIE UMSTELLUNG AUF SSL-BELEUCHTUNG VORBEREITEN	17
<i>Dem Wandel verpflichtet – Verabschiedung einer Strategie für die städtische Beleuchtung</i>	17
<i>Bestandsaufnahme – Planen und Ausarbeiten des Business Case</i>	17
<i>Einbindung von Interessengruppen und Bürgern sowie Förderung lokaler Innovation</i>	18
4. AUF SSL-BELEUCHTUNG UMSTELLEN	20
<i>Suche nach hochwertigen SSL-Produkten auf dem Markt</i>	20
<i>Sicherung der Finanzierung</i>	20
<i>SSL-Auftragsvergabe</i>	22
<i>Schulung des Personals der Vergabestellen und anderer Mitarbeiter der Kommunalverwaltung</i>	23
<i>Implementierung der SSL-Technologie</i>	24
<i>Betrieb und Wartung</i>	24
<i>Feststellung der erzielten Auswirkungen und Leistungsüberwachung</i>	25
5. AUS DER ERFAHRUNG NUTZEN ZIEHEN	25
<i>Weitergabe von Erfahrungen und Erkenntnissen</i>	25
<i>Wissensaustausch über Verbände und Anwendergemeinschaften</i>	26
6. NEUE HORIZONTE FÜR SSL: INTELLIGENTE STÄDTE	27
7. EMPFEHLUNGEN FÜR WEITERE SCHRITTE	28
ANHANG – EU-Arbeitsgruppe "LED-Beleuchtung für Städte"	30

VORWORT

von **Neelie Kroes**

Kommissions-Vizepräsidentin für die Digitale Agenda für Europa



Die Europäische Union hat sich selbst das ehrgeizige Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2020 die Energieeffizienz um 20 % zu steigern. Beleuchtung macht ungefähr 50 % des städtischen Stromverbrauchs aus. Die Städte Europas können demzufolge bei der Senkung der CO₂-Belastung eine wichtige Rolle spielen, indem sie hochinnovative und umweltfreundliche LED-Beleuchtungslösungen zum Einsatz bringen.

Die LED-Beleuchtungstechnik ist mittlerweile den Kinderschuhen entwachsen und nun reif dafür, zum Nutzen der Städte und ihrer Bürger eingesetzt zu werden. Sie liefert ein Licht, das leichter steuerbar und höherwertig ist, die visuelle Leistung verstärkt und das Ambiente sowie die Sicherheit der städtischen Umgebung verbessert. Darüber hinaus wird die LED-Beleuchtung unsere Städte „grüner“ machen, indem sie im Vergleich zu den vorhandenen Beleuchtungsanlagen den Stromverbrauch um bis zu 70 % senkt und damit auch die Kosten reduziert. Die Beschaffung und Einführung innovativer Beleuchtungsinfrastrukturen auf kommunaler Ebene bietet außerdem die Möglichkeit, Innovation, Wachstum und Beschäftigung vor Ort zu fördern.

Die Verbreitung intelligenter LED-Beleuchtungssysteme in den Städten ist Teil der Umwandlung in nachhaltige und intelligente Städte, in denen die innovative Beleuchtung mit anderen intelligenten Stadtnetzen verknüpft ist (Kommunikation, erneuerbare Energie, Gebäudemanagement, Verkehrsmanagement). Es ist dies der ideale Weg, um den Bürgern und der Wirtschaft dynamisch angepaßte und optimierte Beleuchtungsdienste zu bieten.

Der vorliegende Bericht bietet Leitlinien für die beste Vorgehensweise beim Einsatz von LED-Beleuchtung in den Städten Europas. Er richtet sich insbesondere an jene Städte, die noch vor ihrem ersten LED-Beleuchtungsprojekt stehen oder diesbezüglich kaum Erfahrung haben. Die Leitlinien sind von einer speziellen EU-Arbeitsgruppe "LED-Beleuchtung für Städte" zusammengestellt worden, in enger Zusammenarbeit mit mehreren europäischen Städten, Energieversorgungsunternehmen, der Beleuchtungsindustrie sowie Finanzinstituten, die bereits Erfahrungen mit LED-Beleuchtungsprojekten haben.

Dieser Bericht ist Teil meiner Leitinitiative „Digitale Agenda für Europa“. Er schließt an das Grünbuch der Kommission „Die Zukunft der Beleuchtung“ an, in dem die Städte Europas als potenzieller Leitmarkt für die beschleunigte Einführung innovativer LED-Beleuchtungslösungen ausgemacht worden sind.

Ich begrüße die Veröffentlichung dieses Berichts und hoffe, daß er die Städte Europas anspornen wird, ihre mit dem Einsatz von LED-Beleuchtung gemachten Erfahrungen, die erzielten Ergebnisse und die gewonnenen Erkenntnisse europaweit auszutauschen.

A handwritten signature in black ink that reads "Neelie Kroes". The signature is written in a cursive, flowing style.

DANKSAGUNG

Die Europäische Kommission bedankt sich bei allen Mitgliedern der EU-Arbeitsgruppe "LED-Beleuchtung für Städte" (siehe Anhang), sowie bei Martin Goodwin, für ihre Beiträge zu diesem Bericht.

1. EINLEITUNG

Europäische Stadtverwaltungen sind in zunehmendem Maße bestrebt, die Effizienz der ihren Bürgern gelieferten Dienste zu steigern und die Kosten zu senken, insbesondere angesichts des Sparzwangs, dem sich Europa nun gegenüber sieht. Die öffentliche Beleuchtung macht mit bis zu 60 % einen bedeutenden Anteil ihrer Stromgesamtkosten aus.

Die Zulassung und der Einsatz neuer Technologien, wie der auf Leuchtdioden (Light-Emitting Diodes, LED) basierenden Festkörperlichtquellen (Solid State Lighting, SSL), eröffnet bedeutende Möglichkeiten zur Bewältigung dieser Herausforderung.

SSL ist die innovativste Beleuchtungstechnik auf dem Markt. Sie liefert Licht und visuelle Leistung hoher Qualität und bietet gleichzeitig große Kosteneinsparungspotenziale, verringert die Lichtverschmutzung in den Städten und fördert Innovationen in der Beleuchtungs- und Baubranche. In Verbindung mit intelligenten Lichtmanagementsystemen kann SSL **Stromeinsparungen für die Beleuchtung von bis zu 70 %¹** einbringen und zudem im Vergleich zu den bestehenden Beleuchtungsanlagen die **Energie- und Wartungskosten deutlich senken**.

Einige Städte der EU haben bereits SSL eingesetzt und ihre Vorteile gegenüber der konventionellen Beleuchtungstechnik festgestellt. Sie berichten über größere Beleuchtungseffizienz, Energieeinsparungen von bis zu 50-60 %, und in der Folge erhebliche Kosteneinsparungen sowie geringere Wartungskosten. SSL ist genügend ausgereift und bietet ein überzeugendes Geschäftsmodell auf der Grundlage der Gesamtbetriebskostenrechnung (**Total Cost of Ownership, TCO**)². Darüber hinaus ermöglicht SSL kreative Beleuchtungen, die den ästhetischen Eindruck verbessern und die Sicherheit sowie den Komfort der Bürger fördern.

Dieser Bericht wendet sich an Entscheidungsträger, die in europäischen Städten für Innen- und Außenbeleuchtungsanlagen verantwortlich sind. Er stellt die Erkenntnisse einer Arbeitsgruppe für Stadtbeleuchtung vor³, die von der Europäischen Kommission gebildet worden ist, um einen Strategieplan für den breiteren und schnelleren Einsatz neuer SSL-gestützter Beleuchtungstechnologien für die Städte ganz Europas auszuarbeiten. Die Städte Europas haben die Möglichkeit, ein bedeutender Leitmarkt für innovative LED-Beleuchtungslösungen zu werden, wie im Grünbuch

Dieser Bericht wendet sich an **Entscheidungsträger**, die in **europäischen Städten** für **Innen- und Außenbeleuchtungsanlagen** verantwortlich sind.

Er richtet sich an Städte, die vor ihrem ersten Einsatz von SSL-Beleuchtungen stehen sowie an solche, die ihre noch geringe Erfahrung mit Zusatzinformationen ergänzen möchten.

Die Europäische Union hat sich das ehrgeizige Ziel gesetzt, bis 2020 den Energieverbrauch für allgemeine Beleuchtung um mindestens 20 % zu reduzieren.

Dieses Ziel wird in Europa durch den massiven Einsatz von Festkörper-Lichttechnik erreicht werden.

¹ http://www.photonics21.org/download/Photonics21StrategicResearchAgenda_aktualisierte_Neuauflage.pdf

² Die Gesamtbetriebskostenrechnung (**Total Cost of Ownership, TCO**) ist eine betriebswirtschaftliche Kalkulation, welche sämtliche Kosten der Beschaffung, des Betriebs und der Wartung einer Anlage einbezieht; ein Synonym ist **Lebensdauerkostenrechnung (Life-Cycle Costing calculation, LCC)**.

³ Die Mitglieder dieser Arbeitsgruppe sind am Ende dieses Berichts genannt.

der Kommission „Die Zukunft der Beleuchtung“⁴ festgestellt, das im Dezember 2011 als Teil der Leitinitiative „Digitale Agenda für Europa“⁵ veröffentlicht worden war, die ihrerseits im Dienst der Strategie Europa 2020 für intelligentes, nachhaltiges und integratives Wachstum steht.

Der vorliegende Bericht wendet sich an jene Städte, die vor ihrem ersten Einsatz von SSL stehen und an jene, die ihre noch geringe Erfahrung mit Zusatzinformationen ergänzen möchten. Der Bericht

kann auch für lokale, regionale und nationale Behörden sowie für den allgemeinen SSL-Anwenderkreis von Nutzen sein.

- In Europa gibt es über 90 Millionen konventionelle Straßenleuchten, von denen über 75 % älter als 25 Jahre alt sind.
- Ein breiter Einsatz von SSL-Technologie in den Städten der EU bietet massive Möglichkeiten der Energieeinsparung.

Der Bericht will klare Leitlinien für einen optimalen Einsatz von SSL geben, indem er folgende Aspekte anspricht:

- warum SSL jetzt in Betracht ziehen
- wie man einen Business Case und eine sichere Finanzierung erstellt
- wie man SSL-Anlagen spezifiziert und ausschreibt
- wie man die soziale Akzeptanz der SSL-Technologie sicherstellt

Es werden Empfehlungen dafür gegeben, wie eine Stadtverwaltung einen SSL-Einsatz angehen kann, von der Ausarbeitung einer Strategie für die städtische Beleuchtung, über die Ausarbeitung eines Business Case, der unmittelbare Kosteneinsparungen sowie langfristige Gesamtbetriebskosten (TCO) berücksichtigt, bis hin zur unerläßlichen Einbeziehung der Bürger, um größtmögliche Akzeptanz und Erfolgsaussichten zu sichern.

Anschließend werden die praktischen Fragen der Auswahl und Ausschreibung von SSL-Komponenten behandelt, wobei besonders auf die zweckdienlichen Einzelheiten der Finanzierung sowie auf die Schulung des Personals eingegangen wird, das in der Stadtverwaltung für die Auftragsvergabe und die Spezifikation dieser neuen Beleuchtungstechnik zuständig ist.

Der Bericht bespricht außerdem die Frage, wie die beim Einsatz von SSL gewonnenen Erfahrungen europaweit genutzt werden können, indem die Ergebnisse und Erkenntnisse in zu bildenden Städtevereinigungen und Anwendergemeinschaften ausgetauscht werden.

Mittel- und langfristig werden SSL-Lösungen mit anderen städtischen Infrastrukturen verknüpft und beispielsweise mit IKT- und Sensornetzwerken, mit Managementsystemen für Energie, Gebäudebewirtschaftung, Verkehr, Straßenbeleuchtung oder mit Systemen erneuerbarer Energie interagieren. Damit werden die Städte in der Lage sein, dynamisch angepaßte und optimale Beleuchtungsbedingungen bei minimalem Energieverbrauch zu liefern, und letztlich auch zur Einrichtung von Niedrigstenergiegebäuden und -vierteln beizutragen. Die ersten Schritte zur Realisierung solcher *intelligenten Städte* könnten im Einsatz von energiesparender SSL-Beleuchtung bestehen, die mit intelligenten Sensoren verbunden sind, welche die Umgebungsbedingungen, die Bewegungen und Lichtabgabe erfassen.

⁴ KOM(2011) 889 vom 15. Dezember 2011

⁵ <http://ec.europa.eu/digital-agenda>

2. WARUM JETZT AUF INTELLIGENTE, BÜRGERNAHE SSL-BELEUCHTUNG UMSTELLEN?

Die öffentliche Beleuchtung macht bis zu 60 % einer typischen kommunalen Stromrechnung aus. Davon ist die Straßenbeleuchtung der Hauptposten, und gerade hier bieten die SSL-Lösungen Energieeinsparungen von bis zu 60 % im Vergleich zu Quecksilberdampflampen und von bis zu 20 % im Vergleich zu Natriumdampf-Hochdrucklampen (HPS).

Die wesentlich längere Lebenserwartung von SSL senkt außerdem die Wartungskosten. Zählt man die Energieeinsparungen dazu, ergibt sich, daß sich in vielen Fällen für die Stadtverwaltung

die Kosten einer nicht vernetzten LED-Straßenbeleuchtungsanlage binnen sechs bis zehn Jahren wieder amortisieren können⁶. Zu den Energie- und Wartungseinsparungen kommen weitere Vorteile von SSL hinzu, wie die Verbesserung des Dienstes am Kunden durch eine verbesserte Regelung der Lichtfärbung, der Lichtstärke (Dimmen⁷) und der Richtungs Bündelung. In der Außenbeleuchtung bietet SSL zum Beispiel dank gleichförmiger Ausleuchtung, Farbqualität und Einstellbarkeit eine Verbesserung der Sichtverhältnisse und eine Verringerung der Lichtverschmutzung. Eine kürzlich durchgeführte Umfrage⁸ hat beispielsweise ergeben, daß die Bürger für die öffentliche Beleuchtung das weiße SSL-Licht dem getönten Licht der konventionellen Straßenbeleuchtung vorziehen und daß SSL die Sichtbarkeit und damit auch das öffentliche Sicherheitsgefühl verbessert. Eine gut beleuchtete Stadt ist eine sicherere und behaglichere Stadt, und die von SSL gebotenen Designmöglichkeiten tragen zur Verschönerung der städtischen Umgebung bei.

Heutzutage setzen viele Städte bereits SSL-Systeme ein, die mit einer intelligenten Steuerung ausgestattet sind, mit der die Lichtstärke bedarfsgerecht dynamisch angepaßt werden kann. Derartige „intelligente“ Beleuchtungssysteme können zusätzlich zu den oben erwähnten Vorteilen bis zu 70 % Energieeinsparung⁹ erbringen. Die Möglichkeit der Kommunikation zwischen Leuchten und dem Fernzugriff ergeben ein Gesamtsystem mit dimmbaren Leuchten, fortschrittlicher Beleuchtungssteuerung und Einzelüberwachung der Leuchten. Ein Schlüsselfaktor ist hierbei das Steuersystem und seine Interaktion mit anderen Netzwerken (z. B. Kommunikation, Erfassung oder Verkehrsüberwachung) im Sinne eines wahrhaft integrierten Beleuchtungs- und Energie-

Gute Gründe für die Einführung intelligenter SSL-Technologie in Städten

- Kostendruck auf die Bereitstellung öffentlicher Dienste.
- Bedeutende (bis zu 70 %) Energieeinsparungen und längere Lebensdauer der Beleuchtungskörper.
- Bessere Lichtqualität und Sichtbarkeit, geringere Lichtverschmutzung.
- Mehr Design- und Funktionsmöglichkeiten.
- Mehr Sicherheit auf den Straßen.
- Zunehmende Verstädterung ruft nach größerer Nachhaltigkeit.
- Die vernetzte Beleuchtung wird ein integraler Bestandteil der intelligenten Stadt der Zukunft sein.

⁶ Es wurde prognostiziert, dass mit dem Anlaufen der LED-Technologie die Preise binnen vier Jahre ungefähr das Niveau konventioneller Leuchten erreichen werden. Quelle: „StreetSMART“ in Traffic Technology Today, January 2010, <http://viewer.zmags.com/publication/6e26c868-/6e26c868/1>

⁷ Die Lebenserwartung von LED wächst mit abnehmendem Steuerstrom, was ideal für eine intelligente Steuerung ist.

⁸ Das Programm LIGHTSAVERS. „Lighting the clean revolution“, <http://thecleanrevolution.org/publications/lighting-the-clean-revolution-the-rise-of-leds-and-what-it-means-for-cities>

⁹ Bei Einführung intelligenter Straßenbeleuchtung prognostiziert E-Street für Europa eine jährliche Einsparung von 64 % des Energieverbrauchs für Straßenbeleuchtung, www.e-streetlight.com

Managements. Ein derartiges intelligentes SSL birgt für die Nutzer und die Sicherheit der Straßen weitere Vorteile (so können LED-Leuchten zum Blinken und Ändern der Farbe gebracht werden, um auf eine Notfallsituation hinzuweisen). Auch in Schulen kann eine SSL-Beleuchtungslösung mit dynamischer Farb- und Intensitätsanpassung erwiesenermaßen zur Verbesserung der schulischen Leistung beitragen¹⁰. Schließlich sollte nicht unterschätzt werden, welche Möglichkeiten ästhetisches Design für die Hervorhebung der kulturellen Identität einer Stadt eröffnet. Ein Musterbeispiel der Anwendung von LED-Beleuchtung ist das Rathaus von Brüssel¹¹.

Folglich geht für die Kommunalverwaltungen der Vorteil einer Umstellung auf SSL über eine reine Kosten-Nutzenanalyse hinaus, bei der die höheren Anschaffungskosten und die deutlichen Energieeinsparungen und längere Lebensdauer gegeneinander aufgerechnet werden. Auch wenn eine derartige Kalkulation jede Investitionsentscheidung für SSL für sich rechtfertigt, gibt es andere zu berücksichtigende Aspekte, die auf dem größeren Funktionsumfang und den sozialen Vorteilen einer intelligenten Beleuchtung gründen.

Warum JETZT auf SSL-Beleuchtungstechnik umstellen?

Die Vorteile einer Umstellung auf SSL-Beleuchtungstechnik liegen auf der Hand. Es bleibt indes die Frage, warum Kommunalverwaltungen diesen Weg zum jetzigen Zeitpunkt einschlagen sollten, wo doch die Dienstleistungsetats knapp bemessen sind und Neuinvestitionen genau unter die Lupe genommen werden.

Die positive Antwort gründet, kurz gesagt, darauf, daß es sich um eine Technologie handelt, deren Zeit gekommen ist – sie ist so ausgereift, daß sie ernsthaft in Betracht gezogen werden kann. Hochwertige Leuchten sind bereits auf dem Markt verfügbar und viele Städte führen SSL-Projekte durch, deren Wirtschaftlichkeit durch eine **Lebensdauer-Kostenrechnung (Life-Cycle Costing calculation, LCC)** erwiesen ist^{2, 12}. Pilotprojekte in ganz Europa reichern den Erfahrungsschatz zu einem Fundus optimaler Vorgehensweisen für Entwurf, Finanzierung, Beschaffung und Einsatz an. Zusammen mit dem zunehmenden Regulierungsdruck für Energieeffizienz (siehe nachfolgenden Abschnitt) drängt sich der Einsatz von SSL geradezu auf.

Es sind aber einige Hindernisse vorhanden, die einem breiteren Einsatz von SSL im Wege stehen, darunter insbesondere folgende¹³:

Warum jetzt auf SSL umstellen?

- SSL ist eine ausgereifte Technologie, hochqualitative Leuchten sind im Handel verfügbar.
- SSL-Projekte erweisen sich in einer sich über die gesamte Lebensdauer der Beleuchtungsanlage erstreckenden Vollkostenrechnung häufig als wirtschaftlich.
- In einem digitale vernetzten Beleuchtungssystem sind LEDs die wirtschaftlichste Lichtquelle, da sie eine lange Lebensdauer (mehr als 50.000 Stunden) und bis zu 70 % Einsparungen gegenüber konventionellen Lichtquellen bieten.
- Erfahrungen mit SSL-Projekten sind bereits vorhanden – viele EU-Städte führen nach und nach intelligente SSL-Beleuchtungslösungen ein.
- Der Einsatz von SSL kann mit Aufträgen für lokale Unternehmen die lokale Wirtschaft ankurbeln.
- Die politischen Rahmenbedingungen, die die Umstellung auf SSL begünstigen, sind in Europa bereits geschaffen

¹⁰ Siehe z. B. Barkmann und andere (2009), „Wirksamkeit von dynamischem Licht in Hamburger Schulklassen“, www.ubp-herten.de/UKE-Ergebnisbericht_Feldstudie.pdf

¹¹ <http://www.luciasociation.org/new-sound-and-light-show-in-brussels-belgium.html>

¹² Die **Lebensdauer-Kostenrechnung (Life-Cycle Costing Calculation, LCC)** erfasst alle während der Lebensdauer der Anlage anfallenden Kosten (Anschaffung, Betrieb, Wartung und Entsorgung).

¹³ Andere Hindernisse des SSL-Einsatzes sind im Grünbuch der Kommission „Die Zukunft der Beleuchtung“ ausführlich beschrieben worden.

- Die deutlichen Vorteile der SSL-Technik sind vielen Verantwortlichen in den Stadtverwaltungen und auch den Beleuchtungsdesignern noch nicht bekannt. Beim Aufkommen jeder neuen Technologie erfordert es seine Zeit, bis sich die Nutzer der Vorteile gegenüber der Vorgängertechnologie bewußt werden.
- Angesichts der höheren Vorabinvestitionen für SSL im Vergleich zur konventionellen Beleuchtungstechnik muß eine Gesamtbetriebskostenrechnung (**TCO**) durchgeführt werden, um die wirtschaftlichen Gesamtvorteile zu erfassen.
- Es gibt einen große Streubereich hinsichtlich Produktqualität und Zuverlässigkeit der von den SSL-Lieferanten gelieferten Informationen, außerdem fehlen allgemein zugängliche Informationen über Prüfergebnisse von SSL-Produkten.

Die Überwindung dieser Hindernisse wird unter Abschnitt 3 dieses Berichts besprochen.

Eine günstiges politisches Umfeld in Europa

Die gegenwärtige politische Situation in der EU ist für den Einsatz hochwertiger LED-Außen- und Innenbeleuchtung besonders günstig. Das Grünbuch „Die Zukunft der Beleuchtung“¹⁴ hat die Grundlage für die beschleunigte Einführung hochwertiger SSL-Technologie in Europa gelegt. Die Beleuchtungsanlage eines Gebäudes (vor allem von Nichtwohngebäuden) ist einer der Hauptposten, der bei der Berechnung der Energieeffizienz eines Gebäudes gemäß der EU-Richtlinie für die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Energy Performance of Buildings¹⁴, EPBD) zu berücksichtigen ist. Die kürzlich veröffentlichte EU-Energieeffizienzrichtlinie (Energy Efficiency Directive, EED)¹⁵ legt den EU-Mitgliedstaaten auf, staatliche Gebäude gemäß den Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz der EPBD zu sanieren, und ermutigt den Einsatz von Energiemanagementsystemen. Sie fordert außerdem von Behörden, daß sie nur Produkte, Dienstleistungen und Gebäude mit hoher Energieeffizienz beschafft, die den Richtlinien der Energiekennzeichnung¹⁶ und der umweltgerechten Gestaltung (Ökodesign)¹⁷ genügen, welche zudem die Umstellung auf hochwertige LED-Beleuchtung auch in der Außen- und Innenbeleuchtung von Wohngebäuden stark unterstützen.

Die neue EU-Verordnung über die Energieverbrauchskennzeichnung von elektrischen Lampen und Leuchten schließt LED-Lampen und -Module ein. Sie definiert zwei neue Energieklassen A+ und A++, in die hauptsächlich LED-Lampen fallen. Das graduelle Ausklingen der ineffizienten Lampen mit gebündeltem Licht wird zum September 2016 erwartet, wenn nur die Klasse B oder höher fortbestehen wird, so daß die überlegene Energieeffizienz der LED zur Geltung kommen wird. Die Lampenqualität wird durch die neuen Bestimmungen für die umweltgerechte Gestaltung (Ökodesign) von Lampen mit gebündeltem Licht und LED gesichert werden, welche die bisherigen Regelungen für Lampen mit ungebündeltem Licht und gewerbliche Lampen ergänzen.

Schließlich gibt es zu Innenbeleuchtung, Außenbeleuchtung und Verkehrssignalanlagen Kriterien für die umweltgerechte öffentliche Beschaffung (Green Public Procurement, GPP)¹⁸. Sie bieten modernste Spezifikationen für Beleuchtungsprodukte und -leistungen mit reduzierter Umweltbelastung über die gesamte Lebensdauer, die den Behörden in den EU-Mitgliedstaaten bei

¹⁴ DIR 2010/31/EU

¹⁵ Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012

¹⁶ Verordnung (EU) Nr. 874/2012 vom 12. Juli 2012

¹⁷ Verordnung (EU) Nr. 1194/2012 vom 12. Dezember 2012. Bezüglich der LED vervollständigt und ergänzt sie die Verordnungen (EU) Nr. 244/2009 und Nr. 245/2009.

¹⁸ Die umweltfreundliche öffentliche Auftragsvergabe (Green Public Procurement, GPP) ist eine freiwillige Regelung auf EU-Ebene, die es Vergabestellen ermöglicht, Waren, Dienstleistungen und Bauleistungen in Auftrag zu geben, die während ihrer gesamten Lebensdauer eine verringerte Umweltbelastung verursachen. Siehe KOM(2008) 400.

der Beschaffung solcher Produkte zur Verfügung stehen.

Beispiele europäischer Städte als SSL-Vorreiter

Einige repräsentative europäische Beispiele der mit dem Einsatz von SSL gewonnenen Erfahrungen werden im Folgenden zusammengefaßt¹⁹:

Birmingham (UK)²⁰

Dies ist mit 90.000 Straßenleuchten der bisher größte kommunale Einsatz von LED in Europa. Dabei wurde eine wirksame Strategie der öffentlichen Beleuchtung umgesetzt, die Folgendes umfaßt: (i) eine intelligente und vernetzte Steuerung, mit der man die Lichtstärke während der Dämmerung morgens und abends trimmen oder einen alterungsbedingten Rückgang der Lichtstärke dynamisch ausgleichen kann; und (ii) eine Echtzeitüberwachung, mit der man die Leistungsdaten erfassen und die Lichtabgabe optimieren kann.

Es wird zudem möglich sein, die Lichtabgabe jeder einzelnen Beleuchtungseinheit bedarfsgerecht einzustellen und dadurch eine bedeutende Stromeinsparung zu erzielen.

SSL in Birmingham

- 90.000 Straßenleuchten
- 50 % erwartete Energieeinsparung und damit Einsparungen bei den laufenden Kosten von 2 Millionen £ pro Jahr
- Betriebsbrenndauer von 100.000 Stunden
- Einsparung von Wartungskosten waren ein entscheidender Faktor für die Wahl von SSL.
- Das gesamte Projekt ist mit 25 Jahren Laufzeit nach dem Schema „Private Finance Initiative“ privat finanziert.



Vorher

Nachher

Bild 1: Das Ergebnis des LED-Einsatzes in Birmingham (© Stadt Birmingham und Indal/WRTL)

¹⁹ Zusätzliche Informationen zu diesen und anderen LED-Pilotprojekten in europäischen Städten befinden sich auf der Website des EU PLUS Projekts <http://www.luciassociation.org/Articles-best-practices.html>.

²⁰ <http://birminghamnewsroom.com/2012/07/city-is-shining-thanks-to-10000-eco-friendly-leds/>

Eindhoven (Niederlande)²¹

Die Stadt Eindhoven macht bei der Beleuchtung vieler Fassaden, öffentlicher Plätze und Kunstdenkmäler von Lichteffekten Gebrauch, was ihr den Ehrentitel „Stadt des Lichts“ eingebracht hat. Eindhoven hat außerdem sensorgesteuerte Beleuchtungssysteme installiert, die, sobald keine Bewegung durch Fußgänger oder Radfahrer registriert wird, die Lichtstärke herunter dimmen und damit die Stromkosten reduzieren. Die Stadt hat enge Beziehungen zu Philips, deren Hauptstandort sich hier befindet, und beherbergt folglich viele SSL-Demonstrationsanlagen.

SSL-Anlagen in Eindhoven

- Hohe Beleuchtungsstärken in Sportanlagen unter Vermeidung der Reflexionen und des Streulichts konventioneller Beleuchtung.
- Der Catharina-Platz wird mit einer innovativen SSL-Technik beleuchtet, die eine minimale Anzahl von Lichtmasten mit „schwimmenden“ Leuchten einsetzt, wodurch ein besonderes Ambiente und zusätzlicher Platz für die Bürger geschaffen wird.

Ein neuartiger SSL-Einsatz besteht in Eindhoven darin, daß mit Farben Sicherheitsinformationen vermittelt und die Umweltbelastung verringert wird. Farbleuchten sind zur Unterstützung der Sicherheitsmarkierung von Fußgänger- und Radfahrerübergängen in den Boden eingelassen worden, und ländliche Radwege werden mit sanftem grünem Licht beleuchtet, um die Einwirkung auf die Tierwelt zu minimieren.



*Bild 2: Brückenbeleuchtung in Eindhoven*²² (© Stadt Eindhoven)

Hódmezővásárhely (Ungarn)

In den Jahren 2010 und 2011 sind in der Stadt Hódmezővásárhely mehr als 6.000 neue LED-Straßenleuchten installiert worden. Die Energieeinsparung beträgt 35 % und die neue Beleuchtung ist nahezu wartungsfrei. Die neue SSL-Lösung hat die Beleuchtung verstärkt und den visuellen Komfort sowie das Sicherheitsgefühl deutlich gesteigert.

²¹ <http://www.luciassociation.org/eindhoven-the-netherlands.html>

²² Mit freundlicher Genehmigung des PLUS-Projekts und der LUCI Association (<http://www.luciassociation.org/plus>)



Bild 3: Die Kaszap-Straße, Ersetzen von HPS durch LED (© Stadt Hódmezővásárhely, Tungsram-Schröder)

Lyon (Frankreich)²³

Lyon ist eine bedeutende Kulturstadt, die auf die SSL-Technik gesetzt hat, um ihre historische Altstadt zu beleuchten. Lyon liefert dabei ein exzellentes Anschauungsbeispiel dafür, wie SSL unterschiedlichen Beleuchtungsanforderungen gerecht werden kann, indem es Beleuchtungslösungen ermöglicht, die für unterschiedliche Stadtbereiche funktional optimiert sind. Dieser

innovative Ansatz macht von der großen Flexibilität der LED-Technologie Gebrauch, die unterschiedliche Belichtungsverfahren für unterschiedliche Stadtteile zuläßt. Außerdem hat Lyon die Beleuchtung von Fußgängerübergängen, Bushaltestellen u. dgl. so umgestaltet, daß Personen mit Seh- oder Gehbehinderung unterstützt werden.

SSL in Lyon

- Energieeinsparung von 50 % an der Brücke Guillotière
- Energieeinsparung von 130.000 kWh pro Jahr an der Place Bellecours
- Bei Nichtbenutzung wird die Beleuchtung der Fußgängerbrücke Passerelle St Vincent durch Bewegungsmelder auf 10 % heruntergedimmt.
- Lyon beherbergt alljährlich das Festival der Lichter, bei dem von Lichtkünstlern entworfene Lichanlagen eingesetzt werden – LED-Leuchten verbrauchen ein Zehntel der Energie und brennen 20 Mal länger.



Bild 4: Stadtkern von Lyon²⁴ (© Stadt Lyon, M. Djaoui)

²³ <http://www.luciassociation.org/lyon.html>

²⁴ Mit freundlicher Genehmigung des PLUS-Projekts (<http://www.luciassociation.org/plus>) und der LUCI Association

Mechelen (Belgien)

Die Stadt Mechelen hat über 10.000 installierte Straßenlampen, die insgesamt mehr als 4,4 Millionen kWh pro Jahr verbrauchen. Zwischen April und Juni 2012 ist in über 90 Straßen des Stadtzentrums die konventionelle Beleuchtung stufenweise durch 577 hochwertige Beleuchtungseinheiten der innovativen LED-Technik ersetzt worden. Dies hat zur deutlichen Verbesserung der Sicherheit, der Umwelt und des Ambiente geführt. Die neuen Beleuchtungen ergeben eine Energieeinsparung von 37 % und haben eine wesentlich längere Lebensdauer (ungefähr 60.000 Stunden). Das installierte System ist zukunftssicher und kann leicht nachgerüstet werden, um mit dem schnellen Fortschritt der LED-Technologie Schritt zu halten, wodurch weitere Energieeinsparungen möglich sein werden. Das Projekt wurde vom flämischen Energieverteilernetz-Betreiber Eandis realisiert.



Bild 5: Straßenbeleuchtung in Mechelen (©Philips Lighting)

Tilburg (Niederlande)

Die Stadt Tilburg investiert seit 2008 in SSL-Straßenbeleuchtung. Bis heute sind 15 % der 44.000 Beleuchtungspunkte mit LED-Leuchten ausgestattet. In einem Sanierungsprojekt sind Natriumdampf-Tiefdrucklampen durch LED-Lampen ersetzt worden. In Kombination mit dem Herabdimmen auf 60 % zu Nachtzeiten ist eine Verringerung

des Stromverbrauchs von mehr als 65 % erzielt worden. Alles in allem konnte Tilburg seit 2008 Energieeinsparungen von 13 % realisieren, und es wird erwartet, bis 2015 auf 20 % zu kommen.

SSL in Tilburg

- Es wird die klare Strategie verfolgt, in LED-Straßenbeleuchtung zu investieren.
- Jährlich werden ca. 1.750 LED-Leuchten installiert.
- Seit 2008 sind Energieeinsparungen von 13 % erzielt worden.
- Seit Mitte 2012 wird mit jedem LED-Beleuchtungsprojekt eine intelligente Steuerung installiert.
- 2011 wurde der Stadt der "Green Light Award" verliehen



Bild 6: Neue LED-Beleuchtung in Tilburg (© Philips Lighting)

Albertslund und der Großraum Kopenhagen (Dänemark)

Die Gemeinde Albertslund im Großraum Kopenhagen hat einen Plan zur Erneuerung der Straßenbeleuchtung verabschiedet, der ausschließlich von der neuen LED-Technologie Gebrauch macht. Der Plan schließt die Entwicklung und Erprobung unterschiedlicher Straßenbeleuchtungslösungen sowie intelligente Steuerungssysteme mittels Wi-Fi ein. Im Laufe der letzten Jahre hat die Stadt in enger Zusammenarbeit mit Konstrukteuren und Herstellern zur Erfindung diverser Außenleuchten beigetragen; hervorzuheben ist die preisgekrönte „A-lamp“. Derzeit wird in Albertslund die erste Phase des „Scandinavian Lighting und Photonics Science Park“ entwickelt, bei dem das „Danish Outdoor Lighting Lab, DOLL“ die treibende Kraft ist. Kopenhagen, die Umwelthauptstadt Europas 2014, wird 40 Millionen EUR investieren, um 21.000 Straßenleuchten und Ampeln bis 2015 mit SSL zu ersetzen.



Bild 7: Straßenbeleuchtung von Albertslund (© Stadt Albertslund)

Andere Beispiele von SSL-Vorreiterstädten

Viele europäische Städte führen derzeit intelligente SSL-Beleuchtung ein oder bereiten dies mit Pilotprojekten vor^{25, 26}. Dazu gehören beispielsweise Amsterdam, Budapest, Dresden, Gent, Göteborg, Leipzig, Nizza, Norden, Stockholm, Stuttgart und Tallinn.

Einige EU-Regierungen fördern die Umstellung auf SSL durch die Unterstützung städtischer Pilot- und Demonstrationsprojekte²⁷. Die Europäische Kommission unterstützt über ihr Rahmenprogramm für Wettbewerbsfähigkeit und Innovation (Framework Programme for Competitiveness and Innovation, CIP) mehrere Pilotmaßnahmen. Darunter betreffen einige die LED-Außen- und Innenbeleuchtung von Städten²⁸ (LED4ART²⁹, ILLUMINATE³⁰, LITES³¹).

Außerhalb Europas untersuchen mehrere andere Länder die Vorteile von SSL mittels staatlich unterstützter F+E-Initiativen und Pilotprojekte, die zu einem besseren Verständnis der praktischen Umsetzung kommunaler SSL-Projekte beitragen. Das Programm LightSaver⁸ hat Informationen zu Fallstudien eines Konsortiums von 12 Großstädten aus vier Kontinenten zusammengetragen, in denen 27 LED-Produkte in 15 Pilotprojekten erprobt worden sind.

²⁵ <http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/publication/led-projects-and-economic-test-cases-europe>

²⁶ Webseite von PLUS: www.luciassociation.org/plus

²⁷ Z. B. <http://www.photonikforschung.de/forschungsfelder/led-leitmarktinitiative/kommunen-in-neuem-licht>

²⁸ <http://www.cip4led.eu>

²⁹ <http://www.led4art.eu>

³⁰ <http://www.illuminateproject.eu>

³¹ <http://www.lites-project.eu>

3. DIE UMSTELLUNG AUF SSL-BELEUCHTUNG VORBEREITEN

Dem Wandel verpflichtet

– Verabschiedung einer Strategie für die städtische Beleuchtung

Der Einsatz von SSL sollte in einer allgemeinen Strategie für die städtische Beleuchtung eingebettet sein und auf einer klaren Erfassung der Beleuchtungsanforderungen sowie der Defizite der vorhandenen Beleuchtungsanlagen basieren. Es muß ein detaillierter technischer Plan mit dazugehörigem(n) Business Case(s) entwickelt werden, wo klar herausgestellt wird, was der Einsatz von SSL kurz- und langfristig erbringen soll.

Das europäische ESOLi-Projekt³² hat einen anschaulichen Best-Practice-Katalog ausgearbeitet³³, der auf SSL-Projekten in ganz Europa gründet, und die Erfahrungen zusammenfaßt, die für ein breites Spektrum kommunaler Beleuchtungsanforderungen gesammelt worden sind, und somit nützliche Orientierungen für Neueinsteiger bietet. Einen umfassenderen Ausblick auf die Einführung von SSL bietet en.lighten³⁴, eine UN-geförderte internationale Organisation. Es wurde ein detailliertes Toolkit „Achieving the Global Transition to Energy Efficient Lighting“³⁵ entwickelt, mit dem Länder unterstützt werden, die die Umstellung auf SSL angehen wollen.

Die wichtigsten Schritte für die Einsatzplanung von SSL

- Ausarbeitung des Business Case zur Rechtfertigung der Investition, unter Berücksichtigung der Kapitalrendite und der Lebensdauerkostenrechnung.
- Einbeziehung von Interessensgruppen und Bürgern.
- Errichtung oder Anmeldung bei einer Datenbank mit SSL-Testergebnissen.

Bestandsaufnahme – Planen und Ausarbeiten des Business Case

Planung des Business Case

Um die wirtschaftliche Gesamtbewertung eines SSL-Projekts durchzuführen und das erforderliche Investitionskapital zu ermitteln, müssen Standard-Analyseverfahren angewandt werden. Diese Hilfsmittel werden in der Branche der Energieeffizienz weithin genutzt und können auch für das Thema SSL angewandt werden. Sie basieren auf TCO²- und LCC¹²-Konzepten und bieten dem Eigner des SSL-Systems eine realistischere Einschätzung des langfristigen wirtschaftlichen Werts. Ein Beispiel für einen solchen LCC-Ansatz für eine umweltgerechte Beschaffung öffentlicher Außen- und Innenbeleuchtung ist in den Vergabekriterien für Beleuchtungsprodukte der schwedischen Umweltbehörde (Swedish Environmental Management Council's Procurement Criteria for Lighting Products)³⁶ detailliert beschrieben, die außerdem einen Link zu einem Tool für

Die schwedische Umweltbehörde hat Vergabekriterien für LCC-Beleuchtungsprodukte aufgestellt.

³² <http://www.esoli.org>

³³ http://www.esoli.org/images/stories/Download/ESOLi_Best_practice_catalogue_EN_120426.pdf

³⁴ <http://www.enlighten-initiative.org>

³⁵ <http://www.enlighten-initiative.org/portal/CountrySupport/Toolkit/tabid/79082/Default.aspx>

³⁶ http://www.msr.se/en/green_procurement/criteria/Office/Lighting-products

http://www.msr.se/en/green_procurement/criteria/Street-and-property/Outdoor-lighting

und

Beleuchtungsberechnungen enthalten. Die LCC-Studie muß auch die Auswirkungen auf die Kosten der Wartung, die eventuell erforderliche Umsetzung oder den Ersatz von Leuchten (zwecks Optimierung der Beleuchtung), sowie die Anforderungen für die Schulung von Personal erfassen. Eine ähnliche Herangehensweise wurde von der Deutschen Energie-Agentur *Dena* gewählt, welche Online-Tools zum Planen, Organisieren, Finanzieren und Implementieren der Umstellung auf SSL bietet, sowohl für Außenanwendungen wie auch für Innenanwendungen³⁷. Ein weiteres praktisches Beispiel hierfür liegt für das oben erwähnte Projekt der Stadt Birmingham vor²⁰.

Einen Überblick über das Spektrum der SSL-Beleuchtungseinrichtungen und ihrer Leistungsfähigkeit erhält man durch die Konsultation von Lieferanteninformation, oder noch besser: durch Abfragen der Datenbanken von Prüfergebnissen, die von kommunalen Behörden eingerichtet worden sind. So hat zum Beispiel das belgische Energieverteilungsunternehmen EANDIS, das für viele flämische Kommunen die Umstellung auf die SSL-Straßenbeleuchtung koordiniert, in Zusammenarbeit mit anderen belgischen Stromnetzbetreibern, Prüfergebnisse für ein breites Spektrum an Komponenten gesammelt und stellt diese Datenbank online zur Verfügung³⁸. Auch die Städte Budapest³⁹ (Ungarn) und Tallinn⁴⁰ (Estland) haben in ihren Pilotprojekten Daten über die LED-Technologie gesammelt. Weitere Best-Practice-Fälle findet man in der Datenbank von PLUS Showcase¹⁹.

Einbindung von Interessengruppen und Bürgern sowie Förderung lokaler Innovation

Für jeden in Kommunen geplanten Einsatz von SSL ist das Einbeziehen von Interessengruppen und Bürgern essenziell, um die soziale Akzeptanz seitens der örtlichen Bürgerschaft zu sichern und auf lokaler Ebene neue Geschäftsmöglichkeiten zu schaffen. Diese Einbeziehung ist in allen Phasen des Prozesses von ausschlaggebender Bedeutung, von der Vorplanung bis zur Evaluierung des realisierten Systems.

Beim Einsatz von SSL einzubeziehende Interessengruppen

- Bürger vor Ort, Ladenbesitzer
- Kommunale Behörden
- (Beleuchtungs-) Industrie und lokale Forschungsinstitute
- Energieversorgungsunternehmen
- Branchenverbände

Die örtliche Wirtschaftsentwicklung kann davon profitieren, wenn die Kommunen eine konkretere Vorstellung davon haben, welchen Beitrag die Unternehmen der Beleuchtungsbranche leisten können und welches Wachstumspotenzial darin steckt. So können die Kommunen der örtlichen Beleuchtungsbranche Innovationsanreize geben und sie bei der Schaffung neuer Arbeitsplätze unterstützen. Auch ergeben sich viele Vorteile für die Kommunen, wenn sie vor allem mit ihren Universitäten und Fachhochschulen enger zusammenarbeiten, um vor Ort Lehrgänge und Spezialisierung in Design und Konstruktion von Beleuchtungskörpern bereitzustellen.

Die Möglichkeit einer örtlichen Beteiligung wird vor allem bei folgenden Phasen gesehen:

- **Planungsphase:** Frühzeitiges Einbeziehen der Interessengruppen durch lokale Konsultationen in der Definitionsphase des Gesamtkonzepts der Beleuchtung. Dadurch können natürliche Vorbehalte gegen „neue Technologie“ abgebaut werden, die sonst zu unberechtigten Bedenken führen können⁴¹. Ein frühzeitiges Einbeziehen der Unternehmen und Forschungsanstalten vor Ort wird zur Optimierung der Planung und zur technologischen Innovation beitragen. Dazu können allgemeine Informations- und Schulungsveranstaltungen

³⁷ <http://www.lotse-strassenbeleuchtung.de> und <http://www.lotse-innenbeleuchtung.de>

³⁸ <http://www.synerggrid.be/index.cfm?PageID=17536>

³⁹ <http://www.luciassociation.org/the-liberty-bridge-budapest-hungary.html>

⁴⁰ <http://www.luciassociation.org/led-test-street-project-tallinn.html>

⁴¹ In vorangegangenen SSL-Fallstudien ist dies nicht von Belang gewesen.

beitragen, um ein besseres Verständnis von SSL und somit eine stärkere Aufmerksamkeit für die Vorteile von SSL herbeizuführen. Möglicherweise bieten sich wertvolle Gelegenheiten, um mit örtlichen Lichttechnik- und Beleuchtungsfirmen neue Geschäftsmöglichkeiten zu entwickeln, die den geplanten SSL-Einsatz begleiten könnten.

- **Realisierungsphase:** Interessengruppen erhalten präzise Informationen zum geplanten Projektablauf sowie zu den Projektfortschritten, um sie einzubinden und um die Akzeptanz gegenüber im Projektverlauf auftretenden Unterbrechungen oder Verzögerungen zu erhöhen.
- **Evaluierungsphase:** Interessengruppen werden zu ihrer Meinung über die Ergebnisse der Projektrealisierung und über den Gesamtprozess befragt. Dabei werden Informationen über die Wirksamkeit des neuen SSL-Beleuchtungssystems hinsichtlich Beleuchtungsqualität, Energieeffizienz und Nutzen für die Gemeinschaft und die örtliche Wirtschaft weitergegeben.

Jeder SSL-Business Case sollte eine Analyse der gesellschaftlichen Vorteile enthalten

- Das Mehr an Sicherheit für die Bürger.
- Kulturelle oder ästhetische Verbesserungen.
- Verbesserungen auf dem Gebiet der Arbeit, des Lernens und der Gesundheit.
- Wahrnehmung der Bürger eines verbesserten Lebensumfelds.
- Mehr Touristen und Umsatz in einer attraktiveren Stadt.

Die Plattformen für das Einleiten und Aufrechterhalten eines derartigen Dialogs mit den Interessengruppen können sein: Forumssitzungen, Teilnahme an Planungskomitees, Artikel in der lokalen Presse und auf der kommunalen Website, sowie Bekanntheitsumfragen.

4. AUF SSL-BELEUCHTUNG UMSTELLEN

Suche nach hochwertigen SSL-Produkten auf dem Markt

Ein breites Spektrum an SSL-Produkten ist bereits auf dem Markt verfügbar, und ihre Zahl nimmt stetig zu. Um die geeigneten Leuchten und ihr Zubehör zu wählen, muß man die Beleuchtungsanforderungen des geplanten Vorhabens im Einzelnen ermitteln. Die rasante Entwicklung der SSL-Technologie und des Marktangebots erschweren zunehmend die Marktabfrage, so daß eine unabhängige Beratung zu Geräten, die bestimmten Mindestanforderungen genügen, wünschenswert wäre.

Die wichtigsten Schritte zum Umsteigen auf ein SSL-System

- Das SSL-System und den Lieferanten wählen
- Die Finanzierung für die Anfangsinvestitionen sicherstellen
- Das SSL-System beschaffen und installieren
- Wartungsprozeduren umstellen
- Den Umstieg überwachen, die Strategie periodisch aktualisieren und gegebenenfalls überarbeiten

Hersteller sind in der EU nicht verpflichtet, ihre Produkte durch unabhängige Labors prüfen zu lassen. Die EU-Verordnung zur umweltgerechten Gestaltung

Die wichtigsten Schritte für die Ausarbeitung einer bürgernahen Beleuchtungsstrategie

- **Bestandsaufnahme:** Welchen Umfang und welches Leistungsvermögen hat das vorhandene Beleuchtungssystem und welche sind die größten Defizite?
- **Vision:** Was will man mit dem neuen Beleuchtungssystem erreichen? Gibt es spezielle Ziele, sowohl quantifizierbare als auch weniger greifbare?
- **Zonierung:** Variieren die Anforderungen an die Beleuchtung in verschiedenen Zonen der geplanten Implementierung?
- **Änderungen:** Welche konkreten Schritte müssen gemacht werden, um vom bestehenden zum angestrebten Beleuchtungssystem zu gelangen?
- **Planung:** Entwickeln eines strategischen Fünf- oder Zehnjahresplans zur Implementierung der erforderlichen Änderungen. Zusätzliche Umweltauflagen, wie die Verwertung der

(Ökodesign) von LED-Lampen⁴² bietet indes eine Handhabe zum Erstellen von Leistungsanforderungen. Die nationalen Behörden der EU-Mitgliedstaaten sind für die Überwachung des Marktes und die Kontrolle der Einhaltung der EU-Verordnungen verantwortlich.

Einige Websites sind von Beleuchtungsexperten, von der Beleuchtungsbranche oder von Prüflabors eingerichtet worden, die Informationen für ein breites Spektrum von LED-Leuchtmitteln liefern, so z. B. *LED Lamp & LED Fixture Locators*⁴³ oder *whichledlight.com*⁴⁴.

Sicherung der Finanzierung

Obwohl die Kosten weiter sinken, besteht das größte Hindernis für die Einführung von SSL in Städten in den im Vergleich zur konventionellen Beleuchtungstechnik hohen Vorabinvestitionen, auch wenn diese Differenz durch Energie- und Wartungskosteneinsparungen im Laufe der Lebensdauer wieder mehr als eingespielt werden. Für einen beschleunigten Einsatz von SSL in Kommunen müssen daher alternative Finanzierungsmodelle in Betracht gezogen werden.

Öffentliche Finanzierung

In der Mehrzahl stehen für Beleuchtungsprojekte nationale Finanzierungsquellen zur Verfügung (abgesehen von einigen Mitteln aus der EU bzw. von ausländischen Geldgebern), und deren Konditionen sind in jedem EU-Mitgliedstaat unterschiedlich. Im Allgemeinen sind die Finanzierungsmittel nicht SSL-spezifisch, sondern auf Umwelt- oder Energieeinsparung bezogen.

Auf EU-Ebene sind zwei Finanzierungsprogramme besonders hervorzuheben. Der europäische Energieeffizienzfonds (European Energy Efficiency Fund, EEEF)⁴⁵ ist eine öffentlich-private Partnerschaft, die für betriebswirtschaftlich tragfähige Investitionen der öffentlichen Hand in Energieeffizienz und erneuerbare Energien schnell und flexibel marktgerechte Finanzierungen zur Verfügung stellt, insbesondere im städtischen Bereich. Zu solchen Projekten gehören Maßnahmen zu Energieeinsparungen in Gebäuden und die Modernisierung lokaler öffentlicher Infrastruktur, darunter energiesparende öffentliche Außenbeleuchtung. Die Zielgruppe dieser Fazilität sind kommunale, lokale und regionale Behörden und in ihrem Auftrag handelnde Organisationen wie lokale Energieversorgungsunternehmen oder Energiedienstleister. Der EEEF bietet sowohl Schuld- als auch Beteiligungstitel, das Investitionsvolumen sollte zwischen 5 und 25 Millionen Euro liegen.

Eine weitere Finanzierungsmöglichkeit bietet die ELENA-Fazilität „European Local Energy Assistance“⁴⁶, ein Programm zur Unterstützung lokaler Energieprojekte, das von der Europäischen Kommission und der Europäischen Investitionsbank (EIB) gemeinsam aufgelegt worden ist. Von der EIB verwaltet und aus den Mitteln des Programms „Intelligente Energie – Europa“⁴⁷ gespeist, zielt ELENA auf lokale und regionale Behörden ab. Es deckt bis zu 90 % der Kosten für die technische Hilfe (Technical Assistance, TA) bei Vorbereitung, Implementierung und Finanzierung von Projekten zur Steigerung der Energieeffizienz oder zur Nutzung erneuerbarer Energie, deren Investitionsvolumen sich auf mindestens das Zwanzigfache der TA-Aufwendungen belaufen muß.

Information über die in einer Reihe europäischer Länder verfügbaren nationalen und regionalen Fazilitäten sind im Rahmen des Projekts ESOLi³² zusammengetragen worden.

Finanzierungsmodelle

⁴² Delegierte Verordnung (EU) Nr. 874/2012 der Kommission; Verordnung (EU) Nr. 1194/2012 der Kommission

⁴³ <http://www.ledfixturelocator.com> und <http://www.ledlamplocator.com>

⁴⁴ <http://www.whichledlight.com>

⁴⁵ <http://www.eeef.eu>

⁴⁶ <http://www.eib.org/products/elena/index>

⁴⁷ <http://ec.europa.eu/energy/intelligent>

Öffentlich-private Partnerschaftsmodelle zur Förderung von Energiedienstleistungen können eine ökonomisch sinnvolle Option zur Einsparung von Energie- und Wartungskosten sein und zugleich eine hochwertige Beleuchtung sicherstellen. Üblicherweise impliziert dies die Finanzierung und die Abwicklung spezieller Energiedienstleistungen für die Eigner der Beleuchtungsanlage, es kann aber auch die Lieferung kostengünstigen Stroms an die Systemeigner einschließen. Es gibt auch Energiedienstleistungsmodelle, die den Einsatz erneuerbarer Energie, den Austausch vorhandener Komponenten und Systeme, das Messen und Abrechnen von Energieverbrauch, Lebensdauer-Kostenrechnungs-Bewertungen¹² und Schnittstellen mit anderen Kundendienstleistungen vorsehen.

Das wichtigste Unterscheidungsmerkmal der meisten Energiedienstleistungen besteht darin, dass das Energiedienstleistungsunternehmen (ESCO)⁴⁸ für das Beleuchtungs- und Installationsmanagement das energiebezogene Risiko trägt. Dieser Verantwortung steht die Möglichkeit des Gewinns gegenüber, wenn die angestrebten Effizienzverbesserungen tatsächlich verwirklicht werden.

Energiedienstleistungsmodelle

Es gibt drei Grundmodelle der Energiedienstleistung:

- **Kontrahierung der Beleuchtungs-Dienstleistungen (Lighting Contracting)** – ein reines Dienstleistungsmodell, bei dem das Eigentum des Beleuchtungssystems bei der öffentlichen Hand bleibt. Es ist dies das einfachste und am meisten verbreitete Modell.
- **Kontrahierung des Beleuchtungs-Gesamtpakets (Light Supply Contracting)** – eine komplette Übereignung des Systems an ein Privatunternehmen. Der Vertragsnehmer übernimmt damit die volle Verantwortung für das Beleuchtungssystem, einschließlich der Planung und des Baus des Beleuchtungssystems, seiner Finanzierung und seines Betriebs, der Inrechnungstellung des Endprodukts und des Stromeinkaufs. Der letztgenannte Aspekt kann attraktiv sein, wenn der Vertragsnehmer ein Versorgungsunternehmen ist, das Strom kostengünstig beziehen kann. Für die Kommune könnte dieses Modell weniger attraktiv sein, da sie für die gesamte Vertragslaufzeit an den Vertragsnehmer gebunden ist.
- **Kontrahierung von Beleuchtungs-Energieeffizienzmaßnahmen (Energy Performance Contracting, EPC)⁴⁹** – eine Kombination von Elementen der zwei vorigen Modelle. Das Energiedienstleistungsunternehmen (ESCO) ist für die Implementierung der Energiesparmaßnahmen sowie für den Betrieb und die Wartung des Beleuchtungssystems verantwortlich. Die Vergütung der ESCO ist an die effektiv erzielten Energieeinsparungen gebunden. Das EPC-Modell hat ein großes Anwendungspotenzial bei der Finanzierung moderner und effizienter Straßenbeleuchtungslösungen, insbesondere für Kommunen mit begrenztem Investitionsetat und Know-how in Straßenbeleuchtungsfragen.

Angesichts der rasanten Entwicklung der SSL-Technologie sollten Energieeinsparverträge spezifische Klauseln enthalten, damit die installierten LED-Lichtquellen regelmäßig durch leistungsstärkere oder energiesparendere Neuentwicklungen ersetzt werden.

⁴⁸ **Energiedienstleistungsunternehmen (Energy Service Company, ESCO)** liefern Energiedienstleistungen am Standort des Nutzers. Die ESCOs gehen damit ein gewisses Risiko ein. Die Bezahlung der gelieferten Dienste ist (zum Teil oder zur Gänze) von der Erreichung der Verbesserungen oder sonstiger Leistungskriterien abhängig.

⁴⁹ Ein Vertrag über Beleuchtungs-Energieeffizienzmaßnahmen (**Energy Performance Contracting, EPC**) stellt eine Vereinbarung zwischen dem Begünstigten und dem Lieferanten (normalerweise ein ESCO) über Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz dar, wobei die für die Maßnahmen erforderlichen Investitionen bei Erreichen einer vertraglich vereinbarten Energieeffizienzverbesserung vergütet werden.

Für den Beleuchtungskunden, der auch Eigner der Beleuchtungsanlagen ist, kann das Energiedienstleistungsprojekt nach drei alternativen Modellen (oder einer Kombination davon) finanziert werden:

- Selbstfinanzierung – der Kunde finanziert mit eigenen Mitteln
- Fremdfinanzierung – der Kunde nimmt Mittel bei einem Finanzinstitut auf
- Finanzierung durch den Energiedienstleister (Drittfinanzierung) – die Mittel kommen von einem Energiedienstleister (z. B. ESCO).

SSL-Auftragsvergabe

Für die meisten kommunalen Verwaltungen stellt die Ausschreibung von SSL eine Herausforderung dar. Denn die Merkmale dieser neuen Technologie können sich von denen der konventionellen Beleuchtungstechnik stark unterscheiden. Für die Vergabestelle ist es vielfach nicht klar, welche Spezifikation zugrunde gelegt werden sollte. Auf der Angebotsseite gibt es bei Produktqualität und Zuverlässigkeit der Informationen eine breite Spanne. Obschon das Angebot an hochwertigen Produkten ständig zunimmt, gibt es am Markt immer noch minderwertige Produkte, deren Minderleistung grundsätzlich den Ruf der SSL-Technologie beschädigen kann.

Die eingehenden Auswertungen vieler europäischer SSL-Prüfanstalten haben gezeigt, daß eine Untergrenze der Leistungsanforderungen spezifiziert und angewandt werden muß, damit SSL-Leuchten eine größere Akzeptanz durch bessere Leistung erzielen. Die SSL-spezifischen Leistungsanforderungen sollten im Einklang mit vorhandenen LED-Beleuchtungsnormen oder Vornormen europäischer Normungsgremien (CEN, CENELEC) oder internationaler Normungsorganisationen (IEC, CIE) formuliert werden.

Beschaffungsspezifikationen müssen gut durchdacht sein, damit sie über einen Leistungsvergleich der angebotenen SSL-Lösungen zur Auswahl hochwertiger Beleuchtungslösungen führen.

Im Jahr 2011 hat die IEC zwei Vornormen mit Leistungsanforderungen an LED-Module und LED-Leuchten veröffentlicht, zusammen mit den entsprechenden Verfahren und Bedingungen der Konformitätsprüfung⁵⁰. Diese Kriterien können zusammen mit der Spezifikation der Mindestanforderungen des jeweiligen Projekts als Grundlage des SSL-Lastenhefts dienen. Die Vergabestelle sollte an die Auftragsvergabe die Bedingung knüpfen, daß die Prüfung der SSL-Produktspezifikationen nach den jeweiligen IEC-Spezifikationen erfolgen muß. Auch könnte im Lastenheft eine Überprüfung der Leistungsangaben durch unabhängige Dritte vorgesehen werden.

Mehrere Organisationen, darunter europäische und nationale Verbände der Beleuchtungsbranche sowie mit der öffentlichen Beleuchtung befaßte Netzbetreiber, haben zur Unterstützung von Neueinsteigern Auswahl-Tools sowie Einkaufsführer für SSL-Systeme⁵¹ entwickelt. In Deutschland entwickelt ein staatlich gefördertes Projekt, an dem die Beleuchtungsindustrie, Forschungsanstalten und akkreditierte Prüflabors teilnehmen⁵², genormte Qualitätskriterien zur Einrichtung eines Qualitätssiegels (Performance Quality Label, PQL) für LED-Leuchten⁵³.

⁵⁰ IEC/PAS 62717 und IEC/PAS 62722

⁵¹ <https://www.theilp.org.uk/documents/led-product-specifications/led-spec-2012v2.pdf>,
[http://www.celma.org/archives/temp/CELMA_TF_Apples_Pears\(KR\)009_CELMA_Guide_quality_criteria_LED_luminaires_performance_Sept2011_FINAL.pdf](http://www.celma.org/archives/temp/CELMA_TF_Apples_Pears(KR)009_CELMA_Guide_quality_criteria_LED_luminaires_performance_Sept2011_FINAL.pdf),
http://www.esoli.org/images/stories/Download/ESOLI_Best_practice_catalogue_Appendix_EN_120426.pdf
<http://www.lotse-strassenbeleuchtung.de>,
http://www.synerggrid.be/download.cfm?fileId=C4_11_3_Specifications_for_lighting_equipment_with_LED_technology_v032012.pdf

⁵² VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH

⁵³ http://www.aif.de/fileadmin/user_upload/aif/service/mediathek_PDF/Projektflyer_2012/Projektflyer_LED_Web.pdf

Nach der öffentlichen Vergabeordnung der Europäischen Union ist es zulässig, in öffentliche Ausschreibungen Auswahl-, Vergabe- und Ausschlußkriterien aufzunehmen. Sie können dafür eingesetzt werden, zu vermeiden, daß sich Beschaffungsentscheidungen allein nach dem Anschaffungspreis richten, und können so den Weg für die von der SSL-Technologie gebotenen innovativeren Beleuchtungsanlagen öffnen. Die für die Beschaffung Verantwortlichen müssen in die Lage versetzt werden, für jene Aspekte Bewertungspunkte verteilen zu können, die für ihre spezifischen Anforderungen die wichtigsten sind. Außerdem können die EU-Mitgliedstaaten und Behörden auf freiwilliger Basis das Modell der umweltgerechten Beschaffung (Green Public Procurement, GPP)⁵⁴ anwenden, um solche Waren, Dienstleistungen und Bauleistungen zu bestellen, die über ihre Lebensdauer hinweg eine geringere Umweltbelastung darstellen.

Die Europäische Kommission hat kürzlich ein Bündel von Umweltkriterien für die umweltgerechte Beschaffung von Innenbeleuchtung und Straßenbeleuchtung veröffentlicht⁵⁴.

Schulung des Personals der Vergabestellen und anderer Mitarbeiter der Kommunalverwaltung

Viele Architekten und technische Berater verfügen nicht über ausreichend Spezialwissen und Erfahrung im Bereich der SSL-Beleuchtung und deren fortschrittlichen Beleuchtungskonzepten bzw. Designmöglichkeiten. Deshalb geben sie ihren Kunden vielfach die Empfehlung, lediglich Grundfunktionen auszuschreiben, um dann den Auftragnehmern bzw. Lieferanten die Feinplanung und technische Spezifizierung des Systems zu überlassen. Dies führt vielfach dazu, daß sich die Auswahl der Auftragnehmer allein auf den Preis stützt, ohne andere wesentliche Aspekte wie Nachrüstbarkeit⁵⁵, Lebensdauerkosten¹², Qualität, Umweltfreundlichkeit oder Nutzen für die Gesellschaft zu berücksichtigen.

Um die Investitionsmuster der Kommunen zugunsten von SSL zu verändern, ist es wesentlich, dass sie über qualifiziertes Personal verfügen.

Für die Beschaffung von SSL-Beleuchtungssystemen besteht in den Kommunen Europas derzeit ein Mangel an fundierter Planungserfahrung sowie Fachleuten. Das Projekt ESOLi³² hat ein anschauliches Muster für ein fachgerechtes SSL-Schulungsprogramm ausgearbeitet⁵⁶.

Implementierung der SSL-Technologie

Im Normalfall führen spezialisierte Dienstleister die technische Implementierung durch, bei dem die Hauptrolle der kommunalen Verwaltung in der Überwachung des Projektfortschritts und in der Verifizierung der Mengen und der Vollständigkeit der abgelieferten Vertragsleistungen besteht. Die Verifizierung betrifft die Anzahl und Standorte der Beleuchtungen, ihre optische Leistung und Energieeffizienz. Einige Leistungskennzahlen, wie Lebensdauer und Selbstjustierung, können erst nach einer hinreichend langen Betriebsdauer erfaßt werden. Dieser Aspekt muß durch entsprechende Gewährleistungsklauseln gegenüber dem SSL-Vertragsnehmer abgesichert werden.

⁵⁴ http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/criteria/street_lighting.pdf,
http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/criteria/indoor_lighting.pdf

⁵⁵ Um mit der rasanten Entwicklung der LED-Technologie Schritt zu halten, kann es von Vorteil sein, die Nachrüstbarkeit z. B. von Leuchten zu fordern, damit LED-Module periodisch durch leistungsstärkere Modelle der Nachfolgeneration ausgewechselt werden können.

⁵⁶ http://www.esoli.org/images/stories/Download/Training_Summary_of_required_skills_111019_EN.pdf

Eine erfolgreiche Einsatzstrategie muß folgende Aspekte berücksichtigen:

- **Prioritäten setzen:** Mit den Installationen dort beginnen, wo die Vorteile am schnellsten zu erzielen sind. Die neue Beleuchtungstechnik nicht dort installieren, wo sie nicht erforderlich ist; hingegen in allen neuen Beleuchtungsinfrastrukturprojekten SSL vorsehen. Einige gut sichtbare Demonstrationsprojekte realisieren, um der Öffentlichkeit die Vorteile zu zeigen.
- **Mitnahme von Zusatzvorteilen:** Jenen Beleuchtungsentwurf wählen, der die spezifische Beleuchtungsaufgabe am besten löst, indem er Funktion, Ästhetik, Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit am effektivsten vereinbart. Eine gute Beleuchtung kann mit einer relativ geringen Investition große Auswirkungen auf das Wohlbefinden der Bürger haben und ihre kulturelle Wahrnehmung verstärken.
- **Auf die Nutzeranforderungen zugeschnittene Lösungen:** Die kommunale Beleuchtung für den örtlichen Einzelhandel und die Freizeitaktivitäten der Bürger optimieren.
- **Förderung des nichtmotorisierten Verkehrs** durch eine verbesserte Beleuchtung, die die Bürger zur Nutzung der gut beleuchteten Fuß- und Fahrradwege einlädt.
- **Umweltauswirkungen:** Quecksilberdampflampen ersetzen und entsorgen, um die Umweltverschmutzung durch Schadstoffe zu verringern; Leuchtstrukturen wählen, die weniger aufwärts gerichtete Strahlung aufweisen und nicht zur Lichtverschmutzung beitragen.

Weitere Vorschläge zur Optimierung des Einsatzes von SSL finden sich im Leitfaden „PLUS Mainstream“⁵⁷.

Betrieb und Wartung

Die sehr lange Lebensdauer der SSL-Systeme – über 50.000 Stunden – stellt die Kommunen in Sachen Wartung vor neue Herausforderungen. Generell ergeben sich für die Wartung dadurch bedeutende Kosteneinsparungen, daß SSL-Leuchtmittel nicht mehr mit der Häufigkeit gewechselt werden müssen wie sie bei den konventionellen Lampen mit ihrer geringeren Lebensdauer erforderlich ist. Dies könnte aber teilweise dadurch aufgehoben werden, daß ein häufigeres Reinigen der Leuchten erforderlich sein könnte, vor allem an stark luftverschmutzten Standorten, wie es verkehrsreiche Straßen sind. Dabei wird es eine große Rolle spielen, inwieweit sich Selbstprüfungen und automatische Nachjustierung intelligenter SSL-Beleuchtungen auf den Wartungsbedarf auswirken genauso wie vernetzte Beleuchtungen, die beim Ausfall von Leuchten eine automatische Meldungsabgabe generieren.

Ein weiterer zu beachtender Aspekt ist die Vereinheitlichung der verwendeten Leuchten und LED-Module, um die im Ersatzteillager zu haltende Typenvielfalt zu verringern. Wenn in der Planungsphase eine derartige Standardisierung gelingt, sind erhebliche Betriebskosteneinsparungen möglich.

Feststellung der erzielten Auswirkungen und Leistungsüberwachung

Es ist wichtig, den Betrieb einer neuen SSL-Anlage zu überwachen, um Daten über die gesamte Beleuchtungsleistung und die Nutzerakzeptanz zu gewinnen. Diese Angaben können dann verwendet werden, um das Gesamtergebnis mit der Anfangsplanung zu vergleichen und das laufende Betriebsverhalten zu bewerten. Die Überwachung wird außerdem Bezugswerte für weitere Leistungsverbesserungen liefern.

Ein sehr kleiner Kreis europäischer Unternehmen hat größere Prüf- und Vorführanlagen eingerichtet, in denen Beleuchtungsentwicklungen in einer städtischen Umgebung geprüft werden können. Das Philips Outdoor Lighting Application Centre (OLAC)⁵⁸ in Lyon ist eine solche Anlage. Die OSRAM-

⁵⁷ [http://www.luciassociation.org/images/stories/PDF/plus %20mainstream %20guide.pdf](http://www.luciassociation.org/images/stories/PDF/plus%20mainstream%20guide.pdf)

⁵⁸ <http://www.newscenter.philips.com/main/standard/about/news/press/article-15312.wpd>

Tochter SITECO betreibt an ihrem Prüfzentrum in Traunreut eine Außenanlage, in der LED-Straßenleuchten unter realen Bedingungen geprüft werden können⁵⁹. Der LED-Park des deutschen Energieversorgungsunternehmens RWE in Kaarst bei Düsseldorf ist ein weiteres Beispiel⁶⁰. Es läßt sich voraussehen, daß angesichts des massiveren Einsatzes dieser Technologie unabhängige Prüfanlagen entstehen werden, in denen SSL-Komponenten unter realen Bedingungen durch Dritte erprobt werden können. Im Idealfall wird es dadurch den Kommunalverwaltungen möglich sein, Entscheidungsträgern und Bürgervertretern die Technologie vorzuführen.

5. AUS DER ERFAHRUNG NUTZEN ZIEHEN

Weitergabe von Erfahrungen und Erkenntnissen

Ein wichtiger Weg zur Entscheidungsfindung in Beleuchtungsfragen ist der Austausch bewährter Vorgehensweisen und praktischen Wissens unter Entscheidungsträgern und Praktikern. Es liegt auf der Hand, daß die Entscheidungsprozesse auf europäischer und nationaler Ebene zugunsten von SSL nur dann verbessert werden können, wenn erfolgreiche Beispiele von Beleuchtungslösungen mit einer soliden Dokumentation einwandfrei belegt werden können, unter Einbeziehen aller relevanten Gesichtspunkte (Investition, Wartung, Energiekosten, Lebensdauerkostenrechnung etc.). Dies wird dazu beitragen, die Kommunalverwaltungen vieler Länder vom Druck zu entlasten, sich für die kurzfristig billigste Lösung entscheiden zu müssen, um statt dessen eine langfristig tragbare und umweltfreundliche Beleuchtungslösung bevorzugen zu können. Außerdem läßt sich so aufzeigen, welche Vorteile sich aus den von der EU beauftragten Maßnahmen, aus der Förderung der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit und aus der wirksamen Verbreitung von Erfahrungen und bewährten Vorgehensweisen ergeben können.

Je nach örtlicher Gepflogenheit kann zwischen diversen Ebenen der Berichterstattung gewählt werden: Jahresberichte von Politikern, Monatsberichte von den für die Beleuchtung zuständigen Stellen, laufende Überwachungsberichte von Wartungstechnikern, bis hin zu leicht zugänglichen Online-Mitteilungsblättern für die Bürgerschaft.

Die Verbreitung von Wissen und bewährten Vorgehensweisen sollte sich richten an:

- Beleuchtungsplaner und sonstige Mitarbeiter in den kommunalen Referaten für Technik und Umwelt
- Bürger vor Ort
- Nationale und regionale Entscheidungsträger
- Beleuchtungsfachleute, technische Berater, Beleuchtungsentwickler und Architekten
- Andere Organisationen, Nichtregierungsorganisationen (NRO) und die Beleuchtungsbranche

Vielfältige und neue Verbreitungswege können auf europäischer und nationaler Ebene benutzt werden, darunter:

- Registrierung und Sammlung mustergültiger kommunaler Beleuchtungsprojekte
- Veröffentlichung im Internet
- Veröffentlichung von Jahrbüchern mit aktuellen Fallstudien
- Vorstellung auf Fachmessen (Light & Building⁶¹, LumiVille⁶²) und Fachkonferenzen (von der EU koordinierte, Europäische NRO)

⁵⁹ <http://www.siteco.com/en/light/lighting-test-area.html>

⁶⁰ [http://www.kaarst.de/C12578AF003D5B97/files/rwe_infolyer_led_park_driesch.pdf/\\$file/rwe_infolyer_led_park_driesch.pdf](http://www.kaarst.de/C12578AF003D5B97/files/rwe_infolyer_led_park_driesch.pdf/$file/rwe_infolyer_led_park_driesch.pdf)

⁶¹ <http://light-building.messefrankfurt.com/frankfurt/en/besucher/messeprofil.html>

⁶² <http://www.capurba.com/lumiville/en>

- Einrichtung neuer europäischer Preise⁶³ zur Prämierung vorbildhafter kommunaler LED-Beleuchtungsprojekte (derartige Preise könnten z. B. sein „Kommunales LED-Beleuchtungsprojekt des Jahres“ oder „Die LED-beleuchtete Stadt des Jahres“).
- Anbindung an bereits bestehende Städtenetze, die Gelegenheit zur Verbreitung und Präsentation von bewährten Vorgehensweisen bieten.

Die Verbreitung ist eine Aufgabe, die von einer europäischen koordinierenden Organisation und regionalen/nationalen Netzwerken bzw. Cluster-Organisationen wahrgenommen werden sollte.

Wissensaustausch über Verbände und Anwendergemeinschaften

In einem erweiterten Rahmen können Kommunen Best-Practice- und Ressourcengemeinschaften bilden und sich so wechselseitig unterstützen. Beispiele hierfür bieten EUROCITIES⁶⁴, ein Netzwerk von mehr als 130 größeren europäischen Städten, die Informationen und Wissen über eine Vielzahl politischer Themen wie Energieeffizienzmaßnahmen austauschen, oder LUCI⁶⁵, ein von der Stadt Lyon 2002 gegründeter internationaler Städteverband mit dem Fokus auf städtische Beleuchtung, der nun 65 Kommunen aus der ganzen Welt vereint. Auch europäische Projekte wie ESOLi (Energy Saving Outdoor Lighting)³² und PLUS (Strategien für nachhaltige öffentliche Beleuchtung) bieten derlei Möglichkeiten. So hat zum Beispiel LUCI im Rahmen des PLUS-Projekts eine nützliche Datenbank über vorbildhafte städtische Beleuchtungen zusammengestellt, auf die über die PLUS-Website²⁶ zugegriffen werden kann.

Die EU fördert derartige Verbreitungsmaßnahmen im Rahmen ihrer mehrjährigen Rahmenprogramme für Forschung und Innovation⁶⁶.

6. NEUE HORIZONTE FÜR SSL: INTELLIGENTE STÄDTE

Die Einführung von SSL wird zu umweltfreundlicheren Gebäuden und öffentlichen Räumen führen, in denen wesentlich weniger Strom verbraucht wird, und die Voraussetzungen schaffen, die in 2010 veröffentlichte EU-Richtlinie für Niedrigstenergiegebäude⁶⁷ und die 2012 veröffentlichte EU-Richtlinie für Energieeffizienz¹⁵ zu erfüllen. Dabei stellt die Energieeinsparung nur den ersten Schritt dar, denn eine durch Zusammenwirken von SSL mit Sensoren, Digitalprozessoren und Photovoltaik intelligent konzipierte Beleuchtung bietet eine Schlüsseltechnologie für **intelligente Städte**. Die **EU-Initiative „Intelligente Städte und Gemeinden“** wird diese Entwicklung unterstützen, indem sie Ressourcen aus den Bereichen IKT, Energie und Verkehr bündelt und sich auf die Realisierung von richtungsweisenden Demonstrationsprojekten konzentriert. Derzeit wird ein Fahrplan „Intelligente Städte und Gemeinden“ entwickelt, und die Initiative wird vom neuen Rahmenprogramm 2014-2020 für Forschung und Innovation **Horizont 2020**⁶⁸ mitfinanziert.

Einige wesentliche Entwicklungen werden die künftige Einführung von SSL in Städten mitgestalten:

INNOVATIONSPARTNERSCHAFT FÜR INTELLIGENTE STÄDTE UND GEMEINDEN

- Eine neue Partnerschaft zwischen der Europäischen Kommission, Industrie und europäischen Städten, um der Entwicklung intelligenter Technologien in Städten durch Bündeln von Ressourcen aus den Bereichen Energie, Verkehr und IKT einen Schub zu geben.
- Die Initiative wird sich auf die Realisierung von richtungsweisenden Demonstrationsprojekten konzentrieren.
- Sie wird ihre Tätigkeit im Rahmen von „Horizont 2020“ aufnehmen.

⁶³ Man könnte sich nach vorhandenen Preisvergaben orientieren, z. B. nach den LUX Awards (<http://www.luxawards.co.uk/>)

⁶⁴ www.eurocities.eu

⁶⁵ www.luciassociation.org

⁶⁶ Z. B. das Programm „Intelligente Energie für Europa“, das die Energieeffizienzbestrebungen der EU unterstützt, <http://ec.europa.eu/energy/intelligent>

⁶⁷ Richtlinie 2010/31/EU vom 19. Mai 2010 über die Energieeffizienz von Gebäuden

⁶⁸ http://ec.europa.eu/research/horizon2020/index_en.cfm

Intelligente Beleuchtungssysteme: Mit digitaler Steuerung kann auf einzelne Beleuchtungskörper eingewirkt und können jene mit ihrer Umgebung interagieren. Damit kann die Beleuchtung besser und feiner eingestellt werden, und zwar über manuelle oder automatische Schnittstellen unter Berücksichtigung des Tageslichts, der Anwesenheit von Personen und der Tageszeit.

Adaptive Beleuchtung: Die SSL-Technologie bietet die Möglichkeit, Beleuchtung sekundengenau zu regeln und dem aktuellen Bedarf bzw. der gewünschten Stimmung der Nutzer anzupassen. Eine dynamische Beleuchtung kann zur Steigerung von schulischer Leistung, Arbeitsproduktivität sowie von Gesundheit, Sicherheit und Lebensqualität eingesetzt werden.

Gesundheit und Wohlbefinden: Die Qualität und Art des Lichts kann sich auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen auswirken. Eine gute Beleuchtung kann entspannen, beruhigen oder anregen. Eine an die individuellen Bedürfnisse automatisch anpaßbare Beleuchtung kann von großem Nutzen sein, besonders für ältere Personen und Kranke, aber auch für Studenten und Arbeitnehmer.

Integrierte Beleuchtungs- und Solarsysteme & Vernetzte Beleuchtung: Intelligenter Beleuchtungen können mit anderen Stadtsystemen wie Energie, Gebäudetechnik oder Verkehr verknüpft werden, um die Bedarfsglättung, Erzeugung, Versorgung und Steuerung von Energie zu optimieren. Intelligente Beleuchtungssysteme bieten auch die Möglichkeit zur Datenübertragung und können zum Informationsaustausch zwischen den unterschiedlichen Stadtnetzwerken, wie zum Beispiel dem Melden von Wartungsbedarf, genutzt werden. Das Beleuchtungsnetz kann ohne weiteres lokale Bürgernetze ergänzen und als Infrastruktur von Stadtfunknetzen dienen.

Integrierte Beleuchtungs- und Photovoltaiksysteme: Beleuchtungssysteme und Photovoltaiksysteme werden in zunehmendem Maße in intelligente Gebäudehüllen integriert (z. B. als „Intelligente Fenster“), um dynamisch optimierte Beleuchtung bei minimalem Energieverbrauch zu liefern und so zur Realisierung von Niedrigstenergiegebäuden und -Stadtvierteln beizutragen.

Drahtlose Sensor-Fusion: Die Sensor-Fusion wird durch das Kombinieren vieler unterschiedlicher Sensortypen und mit im Beleuchtungssystem verteilter Intelligenz den Weg zu vielen neuen Anwendungen öffnen. Sensoren können die optimale Beleuchtung durch Erfassen von Bewegungen, Temperatur, des Energiebedarfs, des verfügbaren Tageslichts oder Vorhandenseins von RFID-Tags bestimmen.

Einige dieser Entwicklungen bedürfen bis zur Einsatzreife noch einiger Jahre, aber andere, deren Schlüsselmerkmale bereits in Pilotprojekten erprobt werden, werden sehr viel schneller zur Verfügung stehen⁶⁹.

7. EMPFEHLUNGEN FÜR WEITERE SCHRITTE

Mehrere Aspekte harren noch einer Lösung, damit die Kommunen in die Lage versetzt werden, SSL massiv einsetzen können. Hierzu werden folgende Maßnahmen empfohlen:

- i. **Bildung von europäischen Käuferkonsortien oder Nutzergemeinschaften; Unterstützung der Entwicklung von Spezifikationen und Prüfanstalten:** Europäische Käuferkonsortien müssen gebildet werden, um technische Informationen und Erfahrungen speziell zu SSL-Projekten auszutauschen und so ein Archiv mit wertvollen praktischen Erfahrungen und Produktdaten zu schaffen und damit den Durchbruch von innovativer und hochwertiger SSL-Technik zu beschleunigen. Solche Konsortien könnten auch durch ein Reihe europäischer Prüfanstalten die

⁶⁹ http://www.eumayors.eu/IMG/pdf/Covenant_of_Mayors_Case_Study_Albertslund-2.pdf

Komponentenprüfungen koordinieren und durch vereinheitlichte Spezifikationen Sammeleinkäufe und damit Mengenrabatte möglich machen.

- ii. **Finanzierungsprogramme auf europäischer Ebene:** Für einen breiten Einsatz von SSL müssen innovative Finanzierungsmodelle entwickelt werden, um die Hürde der Anfangsinvestitionen zu überwinden. Die Modelle müssen die Europäische Kommission, die nationalen Regierungen, (nationale und europäische) Investmentbanken und die Beleuchtungsbranche einbeziehen und für unterschiedliche Projektabwicklungsarten geeignet sein, wie die „Initiative Public Procurement of Innovative Solutions“⁷⁰, die den Marktdurchbruch innovativer Produkte und Dienste unterstützen will.
- iii. **Auftragsvergabemandate auf europäischer Ebene:** Durch Veränderungen bei den öffentlichen Vergabeverfahren läßt sich kommunale und nationale Einkaufsmacht mobilisieren und wird ein Beitrag zur Förderung der SSL-Technologie für Projekte der Gebäudeinnen- und Straßenbeleuchtung geleistet.
- iv. **Schulung des Personals der Vergabestellen:** Die Umstellung auf SSL-Beleuchtung kann durch spezielle Schulungen des Personals öffentlicher Vergabestellen in Fragen der SSL-freundlichen Gestaltung der Auftragsvergabe für öffentliche Beleuchtungsanlagen beschleunigt werden.
- v. **Aufklärung der Bürger:** Der Aufklärung der Bürger muß eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, da die Akzeptanz von SSL stark davon abhängt. Dies erzielt man am besten in Zusammenarbeit mit Interessenvertretern der Industrie, Geldgebern zur Förderung der Energieeffizienz und mit lokalen wie nationalen Behörden. Bewußtseinsbildende SSL-Demonstrationen in Zusammenarbeit mit örtlichen F+E-Einrichtungen und Lieferanten wären dazu ein wirksames Mittel. Es besteht auch ein starker Bedarf, potenzielle Käufer über SSL-Technologie aufzuklären, besonders hinsichtlich der Beschaffung, Spezifizierung, Verifizierung, Energieeffizienz und Wartungskosteneinsparungen.
- vi. **Bahnbrechende („Gateway“) Demonstrationen für den Übergang zur Intelligenten Stadt:** Um intelligente und vernetzte SSL-Beleuchtungslösungen zu präsentieren sollten größere Demonstrationsvorhaben in Zusammenarbeit mit Stadtverwaltungen realisiert werden. Derartige richtungsweisende "Leuchtturm"-Projekte sollten die kommerziellen Vorteile hervorheben, die den Städten in der EU durch die Ausrichtung auf "intelligenten Stadt"-Entwicklungskonzepten erwachsen können⁷¹.
- vii. **Intelligente Spezialisierung und Förderung innovativer SSL-Beleuchtungslösungen:** Dies beinhaltet umfangreiche Demonstrations- und Vergabemaßnahmen für innovative SSL-Beleuchtungslösungen als Teil regionaler Spezialisierungsstrategien (neue Kohäsionspolitik), wobei sichergestellt wird, daß künftige Innovationen in der SSL-Technik genutzt werden können und gleichzeitig das Innovationspotenzial der lokalen und regionalen Wirtschaft⁷² gefördert wird.
- viii. **Anwendung von SSL-Beleuchtungsnormen und offenen Beleuchtungsarchitekturen:** Die Anwendung von Mindestanforderungsnormen für SSL kann den Durchbruch für qualitative Produkte bedeuten. Der weitere Schritt in Richtung zu offenen Beleuchtungsarchitekturen wird den Einsatz intelligenter SSL-Beleuchtungssysteme unterstützen.

⁷⁰ http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/policy/public-procurement/index_en.htm

⁷¹ http://ec.europa.eu/energy/technology/initiatives/smart_cities_en.htm

⁷² <http://s3platform.jrc.ec.europa.eu;>
http://ec.europa.eu/regional_policy/what/future/proposals_2014_2020_en.cfm

Ein realer Nutzen wird nur dann erzielt werden, wenn alle in diesem Bericht genannten Akteure aktiv daran mitwirken, die in diesem Bericht vorgeschlagenen Ansätze und Empfehlungen aufzugreifen und umzusetzen.

Die Europäische Kommission wird mit den EU-Städten und Mitgliedstaaten weiterhin eng zusammenarbeiten, um die Umsetzung dieser Empfehlungen zu unterstützen. Dabei wird sie jeden verfügbaren Rahmen einsetzen (Standardisierung, Horizont 2020⁶⁸, die neuen Kohäsionsfonds⁷² etc.), um den Einsatz von LED-Beleuchtung in europäischen Städten zu erleichtern, damit sie die enormen wirtschaftlichen und sozialen Vorteile dieser Technologie ausschöpfen können.

ANHANG – EU-Arbeitsgruppe "LED-Beleuchtung für Städte"

- Niels Carsten Bluhme, Stadt Albertslund, Dänemark
- Alexandre Colombani, LUCI Association - Lighting Urban Community International
- Benedicte Collard, SIBELGA, Belgien
- Jo De Coninck, Stadt Gent, Belgien
- Otmar Franz, Industrievereinigung LightingEurope (Osram)
- Kalle Hashmi, Energimyndigheten, Schweden
- Petter Hafdell, Swedish Transport Administration, Schweden
- Andreas Lorey, EnBW Regional AG, Deutschland
- Flemming Madsen, Danish Lighting Network
- Stephanie Mittelham, Industrievereinigung LightingEurope
- Jorge Muñoz Estrada, Stadt Málaga, Spanien
- Gloria Piaggio, Stadt Genua, Italien
- Sabine Piller, Berliner Energieagentur, Deutschland
- Koen Putteman, EANDIS, Belgien
- Reio Vesiallik, Tallinn Municipal Engineering Services Department, Estland
- Manuel Salazar Fernández, Stadt Málaga, Spanien
- Daniel Senff, VDI, Deutschland
- Dana Skelley, Transport for London, UK
- Bruno Smets, Philips Lighting, Niederlande
- Jürgen Sturm, Industrievereinigung LightingEurope
- Simone Tani, Stadt Florenz, Italien
- Sandy Taylor, Birmingham City Council, UK und Eurocities
- André ten Bloemendal, Industrievereinigung LightingEurope (NLA Dutch Lighting Association), Niederlande
- Anthony van de Ven, Stadt Eindhoven, Niederlande
- Jos van Groenewoud, Stadt Tilburg, Niederlande
- Rob Van Heur, LABORELEC, Belgien
- Kees van Meerten, Industrievereinigung LightingEurope (Philips Lighting)
- Torsten Weissenfels, KfW, Germany
- Vince Zaymus, BDK Budapest Flood and Public Lighting Ltd, Ungarn