

Energieeffiziente öffentliche Straßenbeleuchtung

Michaela Gassner/Jessika Jaspersen/Sandra Stötzer

Die Beleuchtung des öffentlichen Raums ist eine wichtige kommunale Aufgabe. Allerdings ist die Infrastruktur in vielen Ländern veraltet, weshalb vielerorts eine Modernisierung geboten ist, auch in Deutschland. Ineffiziente Beleuchtungssysteme sind nicht nur teuer, sondern schöpfen zugleich Umweltschuttpotentiale nicht aus. Hinzu kommt, dass die ErP-Richtlinie ab 2015 den Verkauf ineffizienter Leuchtmittel stufenweise verbietet. Angesichts angespannter Haushalte stellen die notwendigen Investitionen zahlreiche Städte und Gemeinden aber vor große Herausforderungen. Dieser Beitrag skizziert wesentliche rechtliche sowie technische Grundlagen dieser aktuellen Thematik, den Status Quo in Deutschland und die Bandbreite an Erneuerungsoptionen für kommunale Entscheidungsträger.

Einführung

Ein zentraler Aspekt der Europa-2020-Ziele, welche von den Mitgliedstaaten auf nationaler Ebene umzusetzen sind, betrifft den Klimawandel und eine nachhaltige Energiewirtschaft. Vorrangig sol-

len die Treibhausgasemissionen gegenüber dem Jahr 1990 um 20 Prozent gesenkt werden, unter bestimmten Voraussetzungen sogar um 30 Prozent. Ferner sieht die Europäische Union (EU) eine Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien auf 20 % sowie eine Steigerung der Energieeffizienz um 20 Prozent vor. Diese Ziele stehen in Wechselwirkung zueinander und sollen sich möglichst gegenseitig verstärken. So tragen z.B. Investitionen in saubere Technologien zur Bekämpfung des Klimawandels bei und können zudem neue Geschäftsfelder und Beschäftigung schaffen.¹ Diese Bestrebungen können nur erreicht werden, wenn neben dem Ausbau von erneuerbaren Energien auch Einspa-

rungen und eine effiziente Nutzung von Energie verwirklicht werden. Dies kann nicht zuletzt dazu beitragen, die Kosten der Kommunen zu senken, zumal aufgrund der mittel- bis langfristigen Verknappung fossiler Energieträger eine Steigerung der Energiepreise prognostiziert wird.² In diesem Kontext kommt Investitionen in eine energieeffiziente öffentliche Straßenbeleuchtung hohe praktische Relevanz zu.

Die UNESCO ernannte das Jahr 2015 zum „Internationalen Jahr des Lichts und der lichtbasierten Technologien“. Diese Initiative soll dazu beitragen, dass das Bewusstsein für moderne und energieeffiziente Lichtlösungen gestärkt wird. Wartung und Pflege von Straßenbeleuchtungsanlagen allein genügen den Ansprüchen heute vielfach nicht mehr, denn öffentliche Beleuchtung soll nicht nur zur (Verkehrs-)Sicherheit beitragen, sondern auch Atmosphäre schaffen und die Identität des Stadt- bzw. Ortsbildes stärken. Sowohl Straßen- als auch Effektbeleuchtung sollen dekorative Akzente setzen und zugleich energieeffizient sein. Die Beleuchtungstechnologie befindet sich aktuell im größten Umbruch der letzten Jahrzehnte,³ wozu neben dem steigenden Umweltbewusstsein und technischen Fortschritten insbesondere auch veränderte regulative Anforderungen beitragen.



Michaela Gassner, BSc

Diplomandin und studentische Mitarbeiterin am Institut für Public und Nonprofit Management der Johannes Kepler Universität Linz



Jessika Jaspersen

Absolventin des Instituts für Public und Nonprofit Management der Johannes Kepler Universität Linz, Assistentin der Geschäftsführung bei Spitzbart + Partner



Mag. Dr. Sandra Stötzer

Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Public und Nonprofit Management der Johannes Kepler Universität Linz

- 1 Europäische Kommission 2015.
- 2 Schütz 2013, S. 3.
- 3 Fördergemeinschaft Gutes Licht 2010, S. 34.

ab April des jeweiligen Jahres	2010	2012	2015	2017
Natriumdampflampen	erlaubt	Auslauf von ineffizienten Natriumdampflampen		
Natriumdampfaustauschlampen	erlaubt		Auslauf aller Natriumdampfaustauschlampen	
Quecksilberdampflampen	erlaubt		Auslauf aller Quecksilberdampflampen	
Metallhalogendampflampen	erlaubt	Auslauf von ineffizienten Metallhalogendampflampen		
	erlaubt			Auslauf weiterer Typen
Auslauf: Lampen dürfen nicht mehr in den Verkehr gebracht werden, jedoch dürfen vorhandene Vorräte noch verbraucht werden.				

Tab. 1: Auslauf von ineffizienten Lampen (Quelle: in Anlehnung an Philips Electronics N.V. 2009, S. 7)

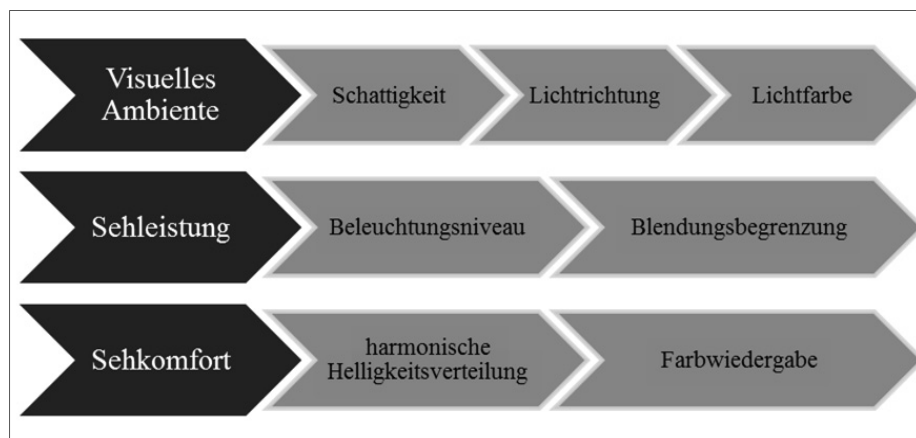


Abb. 1: Gütemerkmale der Beleuchtung (Quelle: in Anlehnung an Fördergemeinschaft Gutes Licht 2008, S. 15)

Regulative Rahmenbedingungen

Die Verordnung (EG) Nr. 245/2009 der Europäischen Kommission bezeichnet die Straßenbeleuchtung gemäß Artikel 2 als „eine feste Beleuchtungseinrichtung, die den Benutzern öffentlicher Verkehrswege außerhalb von Gebäuden bei Dunkelheit gute Sicht verschaffen soll, um zur Verkehrssicherheit, zum Verkehrsfluss und zur öffentlichen Sicherheit beizutragen.“⁴ Die genannte Verordnung regelt die Umsetzung der Richtlinie 2009/125/EG, auch Ecodesign- oder Energy-related Products (ErP)-Richtlinie genannt. Mithilfe der ErP-Richtlinie sollen u. a. die Umweltauswirkungen von energiebetriebenen Produkten verbessert werden. Sie legt zudem Anforderungen bezüglich der Energieeffizienz von Straßenleuchten fest.⁵ Konkret ist ein Auslaufen von ineffizienten Lampen in mehreren Stufen vorgesehen (für Details siehe Tab. 1). Dies bedeutet, dass Produkte, die den Effizienzkriterien nicht entsprechen, sukzessiv vom Markt genommen werden und in der EU nicht mehr verkauft werden dürfen.⁶

Im Kontext der öffentlichen Beleuchtung sind für deutsche Kommunen zusätzlich diverse Standards bzw. Normen wesentlich, bspw. die Norm DIN EN 13201. Diese regelt Minimalanforderungen an Beleuchtungsanlagen für verschiedene Verkehrssituationen auf Straßen und Wegen. Der erste Teil der Norm, DIN 13201-1 „Auswahl der Beleuchtungsklassen“, ist national geregelt, die restlichen vier Teile dagegen gelten europaweit. Teil zwei der Norm umfasst die „Gütemerkmale“ der Straßenbeleuchtung, Teil drei deren Berechnung und Teil vier schließlich ihre Messung.⁷

Grundlagen der Beleuchtungstechnik

Es gibt vier Grundgrößen der Lichttechnik, welche bei der Planung einer Beleuchtungsanlage zu berücksichtigen sind: Der Lichtstrom wird in Lumen (lm) gemessen und entspricht der Helligkeit. Die Beleuchtungsstärke wird in Lux (lx) angegeben und misst die Lichtstrahlen, die auf eine bestimmte Fläche treffen. Die Licht-

stärke in Candela (cd) misst die Stärke des Lichtstrahls, entsprechend verweist die Leuchtdichte in Candela pro Quadratmeter (cd/m²) auf die Lichtstärke pro Quadratmeter. In Kombination stellen diese Größen wichtige Gütemerkmale einer „guten“ Beleuchtung dar, wie sie in der Norm DIN EN 13201 gefordert werden. Beispielsweise kann mit der Leuchtdichte gemessen werden, ob Blendungen vorliegen, die in der Nacht Autofahrer behindern oder in Gefahr bringen können. Die Lichtausbeute (Lumen pro Watt) gibt Auskunft über die Energieeffizienz einer Lampe. Je höher dieser Wert ist, desto weniger Strom wird benötigt, um die gewünschte Helligkeit zu erreichen.⁸

Abbildung 1 gibt einen Überblick zu jenen Aspekten, welche die Grundlage einer jeden Modernisierung von Beleuchtungsanlagen bilden sollten, unterteilt in drei Kategorien.

Status Quo und Handlungsbedarf

Die rund neun Millionen Lichtpunkte,⁹ die Deutschlands öffentliche Straßen und Plätze beleuchten, benötigen jährlich ca. vier Milliarden Kilowattstunden (kWh) elektrische Energie und erzeugen über zwei Millionen Tonnen CO₂-Emissionen pro Jahr. Die Energiekosten für die öf-

4 Verordnung (EG) Nr. 245/2009.

5 Richtlinie 2009/125/EG.

6 Birkemeyer 2015, S. 45; Philips Electronics N.V. 2009, S. 7.

7 Licht.de o.J.; Nitschke et al. 2014, S. 16f.

8 Fördergemeinschaft Gutes Licht 2008, S. 8ff.; Nitschke et al. 2014, S. 17ff.

9 Lindloff 2015, S. 7.

10 Pepler/Schiller/Khanh 2013, S. 19.

Technischer Zustand der Straßenbeleuchtungsanlagen

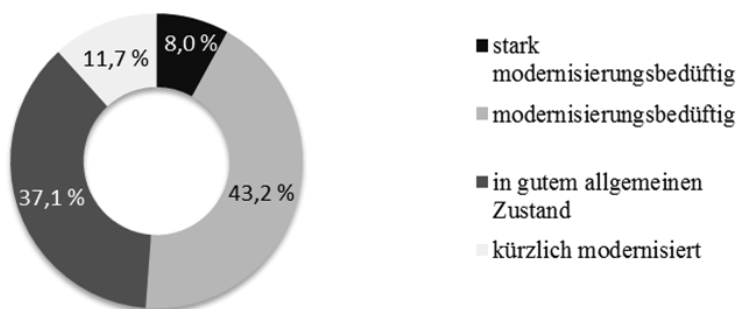


Abb. 2: Technischer Zustand der Straßenbeleuchtungsanlagen (Quelle: in Anlehnung an Deutsche Energie-Agentur 2014, S. 3)

fentliche Beleuchtung belaufen sich auf rund ein Drittel aller Aufwendungen in den kommunalen Haushalten.¹⁰ Laut der Deutschen Energie-Agentur (dena) wenden deutsche Kommunen ca. 30-50 % ihres Stromverbrauchs im Jahr für die Straßenbeleuchtung auf.¹¹ Auch bei deren Betrieb stellen die Energiekosten den größten Kostenanteil dar (im Schnitt 73 %). An zweiter Stelle rangieren Betriebskosten für Wartung und Instandhaltung (23 %), die restlichen 4 % entfallen auf Personalkosten.¹²

Der hohe Energiebedarf ist unter anderem durch veraltete Beleuchtungsanlagen begründet, deren Technologie nicht mehr dem Stand der Technik entspricht. So ist etwa ein Drittel aller Straßenleuchten in Deutschland bereits über 20 Jahre alt.¹³ Laut einer 2012 durchgeführten Umfrage der dena (n = 1.033) beurteilen 51 Prozent der deutschen Kommunen den Zustand ihrer Straßenbeleuchtungsanlagen als (stark) modernisierungsbedürftig¹⁴ (siehe Abb. 2).

Wie bereits in Tabelle 1 veranschaulicht, erfüllen insbesondere Quecksilberdampflampen ab 2015 die Mindestanforderungen an die Energieeffizienz nicht mehr. Je nach Größe des noch vorgehaltenen Lampenvorrats werden somit viele Kommunen in näherer Zukunft wegen Ausfällen in Ersatzlösungen investieren müssen. Diese Notwendigkeit wird umso deutlicher, wenn man sich vergegenwärtigt, dass gemäß der dena-Umfrage aus 2012 noch 79 Prozent der Kommunen

Quecksilberdampflampen in der Straßenbeleuchtung im Einsatz hatten.¹⁵ Pepler et al. beziffern deren Anteil auf 35-40 Prozent.¹⁶ Eine im Jahr 2014 durchgeführte Umfrage von PwC, an der 156 Kommunen teilnahmen, weist aus, dass der Anteil von Quecksilberdampf-Hochdrucklampen seit 2010 von 28 Prozent auf 18 Prozent gesunken sei.¹⁷ Wie hoch genau der jeweilige Anteil auch sein mag, konstatieren lässt sich, dass der Modernisierungs- und somit Investitionsbedarf in zahlreichen Kommunen kurz- bis mittelfristig hoch ist und sich diese Situation durch das Auslaufen weiterer Leuchtmittel-Technologien (wie ineffizienter Natriumdampflampen) noch verschärfen wird.

Ansatzpunkte für Modernisierungen

Während das Nachbild vieler Städte und Gemeinden in der jüngeren Vergangenheit von Leuchtstoff-, Quecksilberdampf- und dem gelb-orangen Licht von Natriumdampflampen geprägt war (bzw. teilweise noch immer ist), investierten bereits zahlreiche Kommunen in nachhaltige Lichtkonzepte. Ein zentraler Faktor für die Umsetzung solcher Modernisierungsvorhaben ist, ob hierfür ausreichend Mittel zur Verfügung stehen. Ist dies nicht der Fall, so stehen kommunale Entscheidungsträger vor einem Dilemma, denn größere Energie(kosten)-Einsparungen sind meist nur durch entsprechende Investitionen möglich. Wesentliche Fragen in diesem Kontext betreffen neben der Modernisierung der Beleuchtungsanlagen per se auch

weitere Investitionserfordernisse, bspw. für Straßenerneuerungen im Zuge der Sanierung. Angesichts oft angespannter Haushalte kommt der individuellen Prioritätensetzung hoher Stellenwert zu.¹⁸

Da sich die Ausgangssituation in den deutschen Kommunen sehr heterogen darstellt, gibt es verschiedene Ansatzpunkte für die Optimierung von Straßenbeleuchtungssystemen. Die Bandbreite an Optionen reicht von simplen Plug-In-Lösungen, wobei bestehende Lampen durch Lampen anderer Technologien ausgetauscht werden. Diese einfache Option eröffnet jedoch nur geringe Einsparpotenziale. Eine weitere Möglichkeit ist die Umrüstung, beispielsweise ein Wechseln des Vorschaltgeräts und gegebenenfalls auch des Zündgeräts. Sockel und Reflektor bleiben dabei unangetastet. Bei einer kompletten Erneuerung des Leuchtenkopfes, der Lampe und des Vorschaltgeräts können technische Fortschritte umfassend genutzt und eine deutlich bessere Energieeffizienz realisiert werden; zugleich stellt dies aber auch die teuerste Lösung dar.¹⁹ Generell sind das Alter und der Allgemeinzustand der kommunalen Beleuchtungsinfrastruktur i. d. R. bestimmend für sowohl Einsparpotenziale als auch die erforderlichen Investitionsvolumina.

Vor allem der Umstieg auf LED-Beleuchtungstechnik ist in praxi stark im Kommen, wobei man hier von Energieeinsparungspotenzialen bis zu 80 Prozent ausgeht (siehe auch Abb. 3). Als weitere Vorteile von Lichtsystemen mit LED werden ein geringerer Wartungsaufwand, eine höhere Lebensdauer und Zuverlässigkeit sowie gute Lichtqualität, geringe Strahlungswärme und keine Einschaltver-

11 Deutsche Energie-Agentur 2014, S. 2.

12 Deutsche Energie-Agentur o. J.

13 Pepler/Schiller/Khanh 2013, S. 19; vgl. auch Birkemeyer 2015, S. 45 und PwC 2015, S. 6.

14 Deutsche Energie-Agentur 2014, S. 3.

15 Deutsche Energie-Agentur 2014, S. 3.

16 Pepler/Schiller/Khanh 2013, S. 19.

17 PwC 2015, S. 13f.

18 Fördergemeinschaft Gutes Licht 2009, S. 3.

19 Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit 2009, S. 5; PwC 2015, S. 9ff.

20 Lindloff 2015, S. 6; PwC 2015, S. 11; Schütz 2013, S. 21.

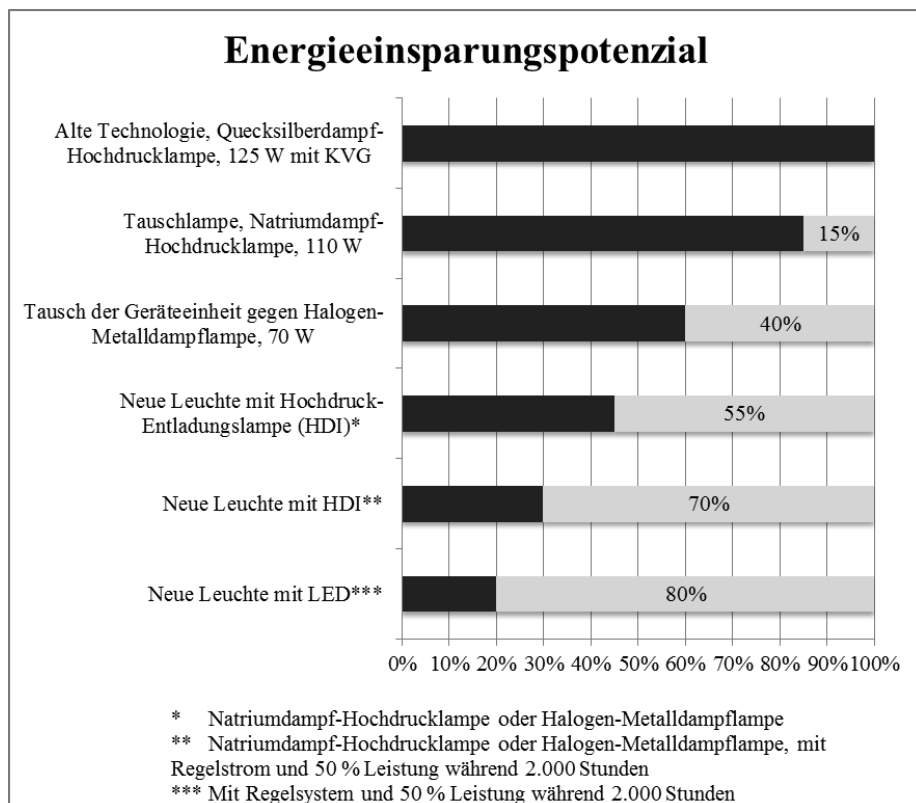


Abb. 3: Energieeinsparungspotenziale nach Modernisierungsmaßnahmen (Quelle: in Anlehnung an Lindloff 2015, S. 11)

zögerungen angeführt.²⁰ Wenngleich LED-Lampen als hocheffizient gelten, ist zu bedenken, dass es bezüglich der tatsächlichen Lebensdauer von LED noch keine gesicherten Erkenntnisse gibt²¹ und deren Anschaffung zudem vergleichsweise teuer ist.²² So erfordert etwa eine Umstellung auf LED-Beleuchtungssysteme meist auch Investitionen in neue Stromleitungen.²³

Ein weiterer Ansatzpunkt, um Energie(kosten) zu sparen, sind Lichtmanagementsysteme. Dazu zählen diverse Lichtsteuerungen wie etwa Dämmerungsschalter oder Zeitschaltuhren. Zu verkehrsarmen Zeiten können zudem Halbnachtschaltungen eingesetzt werden. Vor allem Dämmerungsschalter und Leistungsreduzierungen in den Nachtstunden werden in der Kommunalpraxis schon häufig eingesetzt.²⁴

Je umfassender die jeweilige Beleuchtungsinfrastruktur verbessert werden soll, desto mehr Fachwissen wird benötigt. Hierbei sind speziell kleine Kommunen oft auf die Unterstützung durch externe Experten angewiesen, während in größeren Kommunen entsprechendes Know-how häufig intern bzw. bei Bauämtern oder ortsansässigen Energieversorgern

verfügbar ist. Hilfreich und kostengünstig kann zudem ein Erfahrungsaustausch mit anderen Kommunen sein, die bereits eine Modernisierung ihrer Beleuchtung vorgenommen haben.²⁵

Vorteile und Kosten einer Umstellung

Eine Modernisierung der Straßenbeleuchtung trägt insbesondere zur Senkung des Energieverbrauchs bei, welche sowohl der Umwelt als auch dem Gemeindebudget zugute kommt. Abbildung 3 veranschaulicht die Einsparungspotenziale in Abhängigkeit von der installierten Beleuchtungstechnologie. So lassen sich etwa durch einen Tausch der Geräteeinheiten gegen Halogen-Metall dampflampen mit 70 W Energieeinsparungen von 40 Prozent er-

zielen, bei einer Umstellung auf LED sogar bis zu 80 Prozent. Abgesehen von reduzierten Energiekosten können vielfach auch die Betriebskosten (inkl. Wartung und Instandsetzung) verringert werden.²⁶ Vorteile können sich zudem in den Bereichen Stadtmarketing und Sicherheit durch eine verbesserte Beleuchtungsqualität von Straßen und Plätzen ergeben.²⁷

Investitionen in eine energieeffiziente Straßenbeleuchtung können meist mittel- bis langfristig zu einer Entlastung des kommunalen Haushalts beitragen, wobei das Einsparpotenzial stark von der individuellen Ausgangssituation (Alter der vorhandenen Leuchten, Art der Beleuchtungstechnik, Anzahl der Lichtpunkte usw.) abhängt.²⁸ Zu berücksichtigen sind ferner die i.d.R. erhöhten Kapitalkosten (Finanzierungskosten durch Zinsen und Abschreibungen für die getätigten Investitionen). Generell sei eine Amortisationszeit von fünf bis acht Jahren realistisch.²⁹

Finanziert eine Kommune die Sanierung (von Teilen) ihrer Leuchtinfrastuktur selbst, so kommen ihr die erzielten Einsparungen (v. a. bei den Stromkosten) direkt zugute. Häufig können dabei (regionale und nationale) Förderprogramme oder auch kostengünstige Förderkredite in Anspruch genommen werden³⁰. Ist man nicht in der Lage, die erforderlichen Investitionen aufzubringen und das finanzielle Risiko vollständig zu tragen, kann die Umsetzung von Erneuerungsprojekten auch im Rahmen eines Betreibermodells oder von (Energy-)Contracting als ähnlichem Drittfinanzierungsmodell erfolgen. Hierbei übernimmt ein externer Dienstleister die Planung, Finanzierung und Errichtung der Rationalisierungsmaßnahme sowie für eine bestimmte Laufzeit die Betriebsführung; dafür erhält der Contractor die eingesparten (Energie-)Kosten (gänzlich oder anteilsweise).³¹

21 Schütz 2013, S. 22.

22 Birkemeyer 2015, S. 45; Deutsche Energie-Agentur o. J.; PwC 2015, S. 11; Schütz 2013, S. 22.

23 ecoplus o. J.

24 Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit 2009, S. 7; PwC 2015, S. 18.

25 Gassner/Stötzer 2015, S. 18; Jaspersen 2014, S. 88ff.

26 Deutsche Energie-Agentur o. J.; Lindloff 2015, S. 11.

27 Deutsche Energie-Agentur o. J.; Jaspersen 2014, S. 121f.

28 Deutsche Energie-Agentur 2014, S. 4; Deutsche Energie-Agentur o. J.

29 PwC 2015, S. 23.

30 Agricola 2013; Deutsche Energie-Agentur 2014, S. 4; PwC 2015, S. 27ff.

31 Agricola 2013; Deutsche Energie-Agentur 2014, S. 4; Schauer 2015, S. 124ff.

Fazit

Die Modernisierung der öffentlichen (Straßen-)Beleuchtung ist in den letzten Jahren zu einer Herausforderung von hoher praktischer Relevanz avanciert. Einerseits sind die Beleuchtungssysteme vielerorts veraltet, ineffizient und somit auch teuer; andererseits stellt gerade die Finanzierung von Infrastruktur-Modernisierungsvorhaben für viele Kommunen die gravierendste Hürde dar. Größere Investitionen können deshalb oft nicht realisiert werden, auch wenn diese in weiterer Folge zu einer Entlastung des Haushalts beitragen würden.³²

Die Vorgaben der ErP-Richtlinie und insbesondere das aktuelle Auslaufen von Quecksilberdampf- und Natriumdampfaustauschlampen verstärken die Dring-

Literatur

Agricola, A.-C. (2013): Straßenbeleuchtung. Auf dem Weg zur Effizienz, <http://www.gemeinde-rat-online.de/index.php?id=949>, abgerufen am 01.04.2015.

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (2009): Energieeffiziente Modernisierung der Straßenbeleuchtung. Empfehlungen für Kommunen, https://www.stmuv.bayern.de/umwelt/abfallwirtschaft/ipp/pilotprojekte/doc/leitfaden_modernisierung_strassenbeleuchtung.pdf, abgerufen am 01.04.2015.

Birkemeyer, G. (2015): Kommunale Straßenbeleuchtung – Noch Luft nach oben, in: KommunalTechnik Nr. 1/2015, S. 44-47.

Deutsche Energie-Agentur (dena) (o. J.): Gute Argumente für eine energieeffiziente Straßenbeleuchtung, <http://www.stromeffizienz.de/dienstleister-oeffentliche-hand/handlungsfelder/beleuchtung/strassenbeleuchtung/fakten-strassenbeleuchtung.html>, abgerufen am 21.01.2015.

Deutsche Energie-Agentur (dena) (2014): Energieeffiziente Straßenbeleuchtung. Ein-

Gassner, M./Stötzer, S. (2015): Status Quo der Straßenbeleuchtung in oberösterreichischen Kommunen, in: oö initiativ, Ausgabe 02/2015, S. 18-19.

Hötzl, M. (2015): „Fang das Licht“, in: Architektur und Bau Forum – Die Österreichische Fachzeitschrift für Baukultur, Ausgabe 05/2015, S. 1-3.

Jaspersen, J. (2014): Licht-Masterpläne. Theorie und Praxis der kommunalen Beleuchtung in Österreich, Diplomarbeit, Johannes Kepler Universität Linz, Linz.

Licht.de (o. J.): DIN EN 13201 und DIN 13201-1. URL: <http://www.licht.de/de/trends-wissen/wissen-kompakt/lichtlexikon/details-lichtlexikon/din-en-13201-din-13201-1/>, abgerufen am 21.01.2015.

Lindloff, K. (2015): Modernisierung der Straßenbeleuchtung: Herausforderungen für Kommunen, Mainz, http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Veranstaltungen/2015/

»Die Modernisierung der öffentlichen (Straßen-)Beleuchtung ist zu einer Herausforderung von hoher praktischer Relevanz avanciert. Für zahlreiche Kommunen ist es Zeit zum Handeln.«

lichkeit von Umstellungsmaßnahmen hin zu energieeffizient(er)en Lichtlösungen noch zusätzlich. Für zahlreiche Kommunen ist es somit Zeit zum Handeln. Deren Entscheidungsträger sind dabei gefordert, das Spannungsfeld von rechtlichen, ökologischen und wirtschaftlichen Erfordernissen, individueller Investitionskraft und – nicht zuletzt – politischer Prioritätensetzung aufzulösen.

sparpotenziale identifizieren und erschließen, Berlin, http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/Stromnutzung/Dokumente/1430_Broschuere_Energieeffiziente-Strassenbeleuchtung.pdf, abgerufen am 01.04.2015.

ecoplus (o. J.): Nachhaltigkeits-Offensive im IZ NÖ-Süd, Niederösterreichs Wirtschaftsagentur GmbH, <http://www.ecoplus.at/de/ecoplus/investorenservice-wirtschaftsparks/nachhaltigkeits-offensive-im-iz-noe-sued>, abgerufen am 08.07.2015.

Europäische Kommission (2015): Die fünf EU-Kernziele für das Jahr 2020, http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/targets/index_de.htm, abgerufen am 21.01.2015.

Fördergemeinschaft Gutes Licht (2008): licht.wissen 01 – Die Beleuchtung mit künstlichem Licht, Frankfurt am Main.

Fördergemeinschaft Gutes Licht (2009): licht.forum 54 – Energieeffiziente Beleuchtung für Kommunen, Heidelberg.

Fördergemeinschaft Gutes Licht (2010): licht.wissen 16 – Stadtmarketing mit Licht, Frankfurt am Main.

32 Deutsche Energie-Agentur o. J.; Deutsche Energie-Agentur 2014, S. 5; PwC 2015, S. 31f.