



Energie-effiziente Straßenbeleuchtung

- Energie-effiziente Straßenbeleuchtung praktisch umsetzen
- Sanierung der Straßenbeleuchtung
- Lampen, Leuchten, Lichtmanagement
- LED
- Wirtschaftlichkeit & Contracting
- Planungsgrundlagen
- Beispiele

Inhalt

- 3 Energie-effiziente Straßenbeleuchtung
- 4 Energie-effiziente Straßenbeleuchtung praktisch umsetzen
- 6 Sanierung der Straßenbeleuchtung
- 8 Wichtige Komponenten der Straßenbeleuchtung
- 12 LED-Straßenbeleuchtung
- 14 Wirtschaftlichkeit & Finanzierung
- 16 Energie-Contracting
- 17 Planungsgrundlagen
- 18 Licht & Naturschutzaspekte
- 19 Beispiele
- 23 Begriffe



Bildnachweis: Philips, OSRAM Opto Semiconductors GmbH, OÖ Energiesparverband
Quellen: Lichttechnische Gesellschaft Österreichs (LTG); Land OÖ, Abt. Straßenbau;
Amt der NÖ Landesregierung, Geschäftsstelle für Energiewirtschaft; Lebensministerium;
www.licht.de; Energieinstitut Vorarlberg; Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit

Diese Broschüre wurde sorgfältig erstellt, jede Haftung für die Angaben wird jedoch ausgeschlossen.

Energie-effiziente Straßenbeleuchtung

Die Straßenbeleuchtung muss unterschiedliche Interessen, Anforderungen, Wünsche und Bedürfnisse erfüllen und zugleich die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der öffentlichen Haushalte berücksichtigen. Die Güte und Qualität einer normgerecht ausgeführten Straßenbeleuchtung steigert die Wohnqualität und die Zufriedenheit der Bürger/innen. Sie schützt die Umwelt durch Vermeidung von Lichtimmissionen, hilft Energie zu sparen und gewährleistet die persönliche Sicherheit der Anrainer/innen. Sie dient dem Schutz des Eigentums und bewahrt vor Unfällen.

Die Straßenbeleuchtung ist für bis zu 45 % der gesamten Stromkosten einer durchschnittlichen Gemeinde verantwortlich und stellt damit einen wichtigen Kostenfaktor in der Gemeinde dar. Neben den Kosten ist auch die Betriebssicherheit ein wichtiges Thema, denn mit dem Betrieb der Straßenbeleuchtungsanlage hängen auch haftungsrechtliche Fragen zusammen.

Bereits mit der heute verfügbaren Technik kann der Energieverbrauch der Straßenbeleuchtung um mehr als 50 % gesenkt werden. Zwar ist eine moderne, energiesparende Straßenbeleuchtung in der Anschaffung zumeist teurer, auf längere Sicht werden aber damit die Betriebskosten erheblich gesenkt. Zudem wird in der Regel auch die Lichtqualität deutlich verbessert. Jedenfalls lohnt sich der Umstieg, wenn ohnehin Maßnahmen anstehen. Aber auch wenn die Straßenbeleuchtung nicht komplett ausgetauscht bzw. neu errichtet werden soll, gibt es Möglichkeiten, Strom zu sparen und die Beleuchtungssituation zu verbessern.

Eine wichtige Neuerung im Bereich der Straßenbeleuchtung bringt die EU-Verordnung Nr. 245/2009, durch die ineffiziente Beleuchtungstechnologien ab 2012 schrittweise vom Markt genommen werden. Dies betrifft vor allem "Quecksilberdampf-Hochdrucklampen" und "Natriumdampf-Hochdruck-Plug-in-Lampen".

Diese Broschüre informiert über:

- Wie kann effiziente Straßenbeleuchtung praktisch umgesetzt werden?
- Was tun bei einer anstehenden Sanierung?
- Was sind die wichtigsten Komponenten der Straßenbeleuchtung (Lampen, Leuchten, Lichtmanagement)?
- Was können LEDs schon heute in der Straßenbeleuchtung?
- Wie steht es um Wirtschaftlichkeit & Finanzierung?
- Was ist normgerechte Beleuchtung? (wichtige Normen und gesetzliche Vorgaben, "Ausphasen" von ineffizienten Beleuchtungsmitteln)
- Licht & Naturschutzaspekte

Folgende Kennzeichnung unterstützt das Auffinden von Informationen:



> **Gemeinden, die eine Sanierung der Straßenbeleuchtung beabsichtigen**



> **Gemeinden, die eine Neuerrichtung (Erweiterung der Straßenbeleuchtung) beabsichtigen**



> **Gemeinden, die die bestehende Straßenbeleuchtung verbessern, aber nur wenig investieren können**

Energie-effiziente Straßenbeleuchtung praktisch umsetzen



Nehmen Sie sich Zeit für eine gute Vorbereitung und Planung. Das Planungsziel ist, eine Straßenbeleuchtungsanlage so zu gestalten, dass die Energie- und Wartungskosten verringert werden, die Gütekriterien den Normen entsprechen und die Sicherheit gewährleistet ist.

1. Schritt: Aufnahme des Ist-Zustandes der Beleuchtungsanlage

Beginnen Sie zunächst mit einer Erhebung des Ist-Zustandes:

Zonierung der beleuchteten Straßen nach:

- Straßennutzung (Hauptstraße, Wohnstraße, ...)
- Konfliktzonen (Kreuzungsbereich, Schutzweg, Kreisverkehr, ...)
- Straßenlänge



Erhebung der Lichtpunkte:

Folgende Daten sollten für jeden Lichtpunkt aufgenommen werden. Die gleichzeitige Erhebung des Leuchten- und Mastzustandes ist zu empfehlen.

Beispiel Lichtpunkterhebung einer Gemeinde

Nr.	Baujahr	Standort	Lichtpunkthöhe	Lampentyp	Lampenleistung	Zustand	
						Mast/Tragwerk	Leuchte
1	1985	Musterstr. Nr. 3	10 m	TL	72 W	2	4
2	2008	Dorfplatz Nr. 11	8 m	HQL	50 W	1	1
...

Diese Tabelle stellt ein Beispiel dar und kann natürlich beliebig erweitert werden.



Energieverteilung:

- Zuordnung der einzelnen Lichtpunkte zu den Einspeisepunkten
- Verkabelungsplan mit Querschnitt und Leiteranzahl
- Dokumentation der Verteilereinbauten und deren Zustand
- Dokumentation der elektrotechnischen Schutzmaßnahmen



Betriebskosten:

Energieverbrauch und Wartungskosten aufgeteilt auf die verschiedenen Bereiche (Straßenzüge) der Anlage



Messung:

- Punktuelle Messung der Beleuchtungsstärke oder der Leuchtdichte
- Spannungsmessung am Einspeisepunkt und am Ende des Stranges
- Strommessung an den einzelnen Strängen
- Überprüfung der elektrotechnischen Schutzmaßnahmen nach ÖVE/ÖNORM

2. Schritt: Erhebung der wichtigsten Maßnahmen

Lichtpunkte, von denen eine Gefährdung ausgeht, sowie offensichtlich unzureichend beleuchtete Konfliktzonen sollten jedenfalls an erster Stelle auf der Maßnahmenliste stehen.

Beurteilungskriterien können beispielsweise sein:

- Zustand (Mast, Leuchte, Alter, ...)
- Konfliktzonen (Schutzweg, Kreuzungsbereiche, ...)
- Schutzmaßnahme unzureichend (Schutzerdung)
- Wartungsaufwand (hohe Störanfälligkeit, ...)
- Technologie veraltet (EU-Verordnung)
- Energie-Effizienz/Energiekosten
- Synergieeffekte (Straßenerneuerung)
- Optischer Zustand (Ortsbildgestaltung)

Umrüstung oder Tausch – Was ist sinnvoll?

Je älter eine Leuchte ist, desto weniger sinnvoll ist meist deren Umrüstung auf moderne Leuchtmittel, da passende Vorschaltgeräte zumeist nicht kostengünstig erhältlich sind und eine Verbesserung der Effizienz durch die bestehende Lichtlenkung nicht gegeben ist. Auch hinsichtlich der Wartungskosten (Reinigung, Dichtheit, Störungsanfälligkeit u. v. m.) wird bei einer Umrüstung zumeist keine Verbesserung und somit keine langfristige Kostensenkung erreicht.

In der Praxis hat sich gezeigt, dass aufgrund der jüngsten technologischen Entwicklungen bei Lichtpunkten mit einem Alter über 15 Jahren in den meisten Fällen einem Tausch der Leuchte gegenüber einer reinen Umrüstung auf effiziente Leuchtmittel der Vorzug zu geben ist.

Bei der Neugestaltung eines Straßenzuges sollten einheitliche Leuchten (Type/Leuchtmittel) zum Einsatz kommen. Durch diese einheitliche Gestaltung sinkt der Instandhaltungsaufwand und die Leuchtmittel können später mit einem Gruppentausch erneuert werden.



Sanierung der Straßenbeleuchtung



Wann sollte eine Sanierung überlegt werden?

- ineffiziente Lampen (z. B. Quecksilberdampf-Hochdrucklampen)
- sehr alte Leuchten sind im Einsatz (z. B. Kugelleuchten, offene Leuchten), schlechter Wirkungsgrad
- reparaturbedürftige, nicht funktionsfähige Komponenten
- schlechte Beleuchtungsqualität
- hoher Energieverbrauch
- fehlende Nachtabsenkung

Möglichkeiten der Sanierung der Straßenbeleuchtung

1. Plug-in-Lösungen

Darunter versteht man den Austausch vorhandener Lampen durch Lampen anderer Technologie (sogenannte "Plug-in-Lampen"), die in der bestehenden Leuchte betrieben werden (Fassung, Vorschaltgerät, Reflektor bleiben unverändert).

- ⊕ **Vorteile:** preisgünstig, einfach
- ⊖ **Nachteile:** geringere Energieeinsparung

Beispiel Plug-in-Lösung

Ersatz einer 125 W Quecksilberdampf-Hochdrucklampe durch 110 W Plug-in-Natriumdampf-Hochdrucklampe

- > Energieeinsparung von nur ca. 10 %
- > gelbes statt weißem Licht
- > ev. veränderte Lichtverteilung
- > ev. Verlust der Typengenehmigung (Prüfzeichen) der Leuchte (Haftungsfragen) – sich bei Lieferanten versichern, dass die Lösung rechtlich zulässig ist



2. Umrüsten

Beim Umrüsten wird neben dem Einsatz einer energie-effizienten Lampe auch die Elektronik in der Leuchte ausgetauscht, so dass diese beiden ideal aufeinander abgestimmt sind. Sockel und Reflektor bleiben unverändert.

- ⊕ **Vorteile:** deutlich höhere Energie-Effizienz gegenüber Plug-in-Lampen
- ⊖ **Nachteile:** Lampe und Leuchte sind nicht aufeinander abgestimmt

Beispiel Umrüsten

Ersatz einer 125 W Quecksilberdampf-Hochdrucklampe durch 70 W Natriumdampf-Hochdrucklampe und Anpassung der Elektronik (Vorschaltgeräte) in der Leuchte

- > Energieeinsparung von ca. 40 %
- > gelbes statt weißem Licht
- > ev. veränderte Lichtverteilung
- > ev. Verlust der Typengenehmigung (Prüfzeichen) der Leuchte (Haftungsfragen) – sich bei Lieferanten versichern, dass die Lösung rechtlich zulässig ist



3. Komplette Erneuerung der Leuchten

Die beste technische Lösung ist eine komplette Erneuerung der Leuchte (inkl. Vorschaltgerät, Reflektor und Lampe). Auch wenn höhere Anschaffungskosten anfallen, garantiert der Tausch nachhaltig die beste Lichtausbeute und höchste Energie-Effizienz.

- + **Vorteile:** hohe Energie-Effizienz, aufeinander abgestimmte Komponenten
- **Nachteile:** hohe Investitionskosten, Ersatzbeschaffung sicherstellen

Beispiel Komplette Erneuerung der Leuchten

Ersatz einer 125 W Quecksilberdampf-Hochdrucklampe durch 35 W Halogen-Metaldampfampe

- > 70 % Energieeinsparung
- > weißes Licht
- > Optimierung der Lichtlenkung
- > teure Variante
- > Berücksichtigung der ökologischen und ökonomischen Anforderungen



Beispiele für eine Erneuerung mit LEDs siehe Seite 15.

Alle Komponenten sind wichtig

Nicht nur die Einzelkomponenten einer Leuchte müssen hohen Ansprüchen genügen. Erst das Zusammenspiel von Reflektor, Lampe, Vorschaltgerät und lichttechnischer Leuchtenabdeckung ist entscheidend für eine richtige Lichtqualität und hohe Effizienz. Alle Komponenten müssen optimal aufeinander abgestimmt sein.

■ Elektronische Vorschaltgeräte (EVGs):

Ein Vorschaltgerät wird zum Betrieb einer Gasentladungslampe benötigt. EVGs minimieren die Verlustleistung, steigern die Wirtschaftlichkeit und Zuverlässigkeit der Straßenbeleuchtung.

■ Moderne Reflektortechnik:

Dadurch wird das Licht dahin gelenkt, wo es gebraucht wird: auf die Straße und den Gehweg. Streulicht und Blendung werden reduziert, die Energie-Effizienz wird gesteigert und auch der Insektenanflug kann bei hoher Beleuchtungsqualität vermindert werden.



Wichtige Komponenten der Straßenbeleuchtung



Wichtig für den niedrigen Stromverbrauch und das gute Funktionieren ist ein Zusammenspiel aller Komponenten der Beleuchtungsanlage, wozu im Wesentlichen die Lampe, die Leuchte und das Lichtmanagement zählen.

1. Lampen

Herzstück der Straßenbeleuchtung sind effiziente Lampen. Wichtige Kriterien zur Beurteilung der Qualität und Effizienz der Lampen sind unter anderem:

- **Lichtausbeute:** angegeben in Lumen pro Watt, sagt aus, wie effizient elektrische Energie in Licht umgewandelt wird
- **Lebensdauer:** Eine lange Lebensdauer ist gerade bei der Straßenbeleuchtung wichtig, auch um die Wartungskosten gering zu halten. Achten Sie hier genau auf die Herstellerangaben und die garantierte Lebensdauer.
- **Farbwiedergabe:** Farbwiedergabe-Index [Ra] drückt die Qualität der Farbwiedergabe aus, bester Wert ist 100

Folgende Lampentypen sind für die Straßenbeleuchtung derzeit empfehlenswert:

Lampentyp	Lichtfarbe, Farbwiedergabe [Ra]	Lichtausbeute [lm/W]	Lebensdauer [h]	Vorteile/Nachteile
Natriumdampf-Hochdrucklampen	gelbes Licht Ra: 20 – 40	90 – 150	bis 16.000	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ ökologische Vorteile ⊕ verringerter Insektenanflug ⊕ hohe Effizienz ⊖ schlechte Farbwahrnehmung
Halogen-Metall-dampflampen	weißes Licht Ra: 80 – 90	80 – 110	8.000 – 12.000	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ gute Farbwahrnehmung ⊕ warmweiße Lichtfarbe für verringerten Insektenanflug z. B. 3.000 K) ⊖ derzeit noch relativ teuer
... mit Keramik-technologie	weißes Licht Ra: 80 – 90	> 110	16.000	
LED	weißes Licht, auch andere Farben möglich Ra: 60 – 90	60 – 110	> 50.000	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ effiziente Zukunftstechnologie ⊕ kein UV/IR-Anteil ⊕ lange Lebensdauer ⊖ noch keine Langzeiterfahrungen
Leuchtstofflampen	weißes Licht Ra: 80 – 90	67 – 110	18.000	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ preisgünstig ⊕ lange Lebensdauer ⊖ temperaturabhängig ⊖ begrenzte Möglichkeiten zur Lichtlenkung ⊖ schlechte Anlagenwirkungsgrade
Kompaktleuchtstofflampen	weißes Licht Ra: 85	50 – 84	6.000 – 12.000	

In Zukunft wird die Lebensdauer von Lampen im Wesentlichen durch folgende 2 Faktoren ausgedrückt:

- **Lampenlichtstromerhalt** (Lamp Lumen Maintenance Factor, LLMF), sagt aus, wie hoch der Anteil des ursprünglichen Lichtstromes nach einer bestimmten Betriebsdauer ist)
- **Lampenüberlebensfaktor** (Lamp Survival Factor, LSF), sagt aus, welcher Prozentsatz an Lampen nach einer bestimmten Betriebsdauer noch funktioniert

Folgende Empfehlungen dazu sind in der EU-Verordnung 245/2009 enthalten:

Unverbindliche Werte für LLMF und LSF von Lampen zur Straßenbeleuchtung (Referenzniveau)

Betriebsstunden	2.000	4.000	8.000	16.000
LLMF	0,98	0,97	0,95	0,92
LSF	0,99	0,98	0,95	0,92

“Ausphasen“ von ineffizienter Beleuchtung

Ausphasen bedeutet, dass die Produktgruppe nicht mehr in Verkehr gebracht werden darf, da sie bestimmte Kriterien nicht erfüllt.

Folgende Auslaufphasen sind im Wesentlichen vorgesehen:

2012	<ul style="list-style-type: none">■ Ausphasen von T12 (38 mm) Leuchtstofflampen (“dicke Leuchtstofflampen“)■ Natriumdampf-Hochdrucklampen und Halogen-Metalllampen müssen bestimmte Effizienzkriterien erfüllen
2015	<ul style="list-style-type: none">■ Ausphasen von Quecksilberdampf-Hochdrucklampen und Natriumdampf-Hochdruck-Plug-in-Lampen (oft als Ersatz für Quecksilberdampf-Hochdrucklampen beworben)
2017	<ul style="list-style-type: none">■ höhere Anforderungen an Halogen-Metalllampen■ Ausphasen konventioneller magnetischer Vorschaltgeräten. Nur mehr elektronische Vorschaltgeräte (EVG) zugelassen

Weitere Details siehe EU-Verordnung 245/2009



2. Leuchten

Die Leuchte, die die Lampen und deren Betriebsmittel beinhaltet, hat die Aufgabe, das Licht zu lenken und erfüllt auch eine gestalterische Funktion.

Worauf ist bei effizienten Leuchten zu achten?

■ Lichtstärkeverteilung

Beschreibt die räumliche Verteilung der Lichtstärke. An Hand der Lichtstärkeverteilungskurve (LVK) kann die Form und Symmetrie der Lichtstärkeverteilung abgelesen werden. Die LVK dient als Grundlage für die Planung. Der Anteil des Lichts, das bei optimal installierten Leuchten oberhalb der Horizontalen abgestrahlt wird, sollte auf die Werte lt. EU-Verordnung 245/2009 begrenzt werden.

■ Leuchten-Betriebswirkungsgrad:

Der Leuchten-Betriebswirkungsgrad beschreibt, wie effektiv eine Leuchte das Licht einer Lampe verteilt. Er besagt, wie viel Prozent des Lichtstroms der Lampen aus einer Leuchte austritt. Mit unterschiedlicher Lampenbestückung und entsprechenden Reflektoren und lichtlenkenden Elementen kann der Wirkungsgrad beeinflusst werden.

■ Wartung:

Die Wartungsfreundlichkeit der Leuchten ist ein wichtiges Entscheidungskriterium:

- einfacher Lampenwechsel in großen Höhen
- hohe Lebensdauer
- geringe Verschmutzung der Leuchte durch hohe Schutzart (Abkapselung)

■ Ausführung der Leuchten:

Achten Sie auf gute Qualität, um die laufenden Betriebskosten niedrig halten zu können:

- tragende Teile der Leuchte aus korrosionsgeschütztem Metall (längere Lebensdauer)
- Gehäuse aus Aluminium-Druckguss ermöglichen eine höhere Schutzart und eine lange Lebensdauer
- Schutzart mind. IP 65 bietet einen verbesserten Schutz gegen Eindringen von Staub und Feuchtigkeit
- verstellbare Lichtlenkoptik ermöglicht das Lenken des Lichtes angepasst an den Aufstellungsort
- liegende Leuchtmittel ermöglichen eine hohe Gesamteffizienz der Leuchte
- Schutzklasse II gewährleistet die doppelte Isolierung spannungsführender Teile
- werkzeugloses Öffnen der Leuchte erleichtert die Instandhaltungsarbeiten
- Verfügbarkeit von Ersatzteilen
- automatische Unterbrechung der Spannungsversorgung beim Öffnen der Leuchte befugt auch "Laien" (Def. nach ÖNORM EN 50110) zum Tausch der Leuchtmittel
- ENEC Prüfzeichen (früher ÖVE-Prüfzeichen)
- CE-Kennzeichnung

3. Lichtmanagement

Moderne Beleuchtungstechnik sorgt dafür, dass das richtige Licht zum richtigen Zeitpunkt in der richtigen Menge zur Verfügung steht. Mit einem intelligenten Lichtmanagementsystem kann eine effiziente, individuelle und bedarfsgerechte Beleuchtung von Straßen, Plätzen, Fußgängerzonen oder Parkanlagen realisiert werden. Das Lichtmanagement erlaubt neben der aktiven Steuerung der Beleuchtungsanlagen auch die laufende Überwachung der Betriebszustände, zum Beispiel Lampenausfälle und eine automatisierte Verbrauchserfassung. Damit wird ein kontinuierliches Energie-Monitoring möglich.

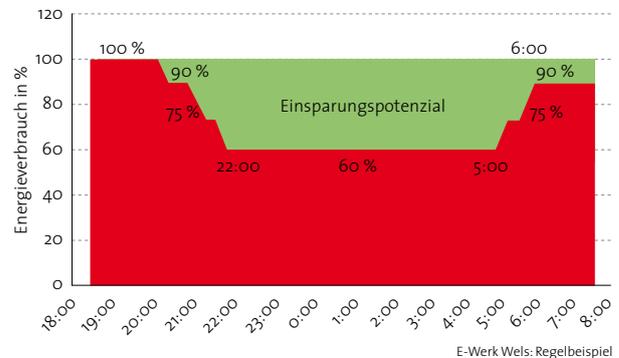


Modernes Lichtmanagement braucht elektronische Betriebsgeräte: Komponenten wie Vorschaltgeräte oder Sensoren übernehmen das Steuern und Regeln der Beleuchtung und sorgen für bedarfsgerechtes Licht. Mit der Steuerung der Ein- und Ausschaltzeitpunkte der Beleuchtungsanlage wird eine dem aktuellen Bedarf angepasste Nutzung gewährleistet.

Nachtabsenkung

Eine Nachtabsenkung bzw. reduzierte Beleuchtung in wenig befahrenen Zeiten steht nicht im Widerspruch zur normgerechten Beleuchtung und ist in der ÖNORM O 1053 geregelt. Es gibt verschiedene Möglichkeiten der reduzierten Beleuchtung in den Nachtstunden:

■ **Jede zweite Leuchte abschalten:** Es wird in etwa jede 2. Leuchte abgeschaltet. Hiermit können ca. 20 – 25 % der Energie bzw. der Energiekosten übers ganze Jahr eingespart werden. Allerdings leidet die Qualität der Beleuchtung stark darunter, da die Gleichmäßigkeit der Beleuchtung beträchtlich abnimmt. Damit ist das subjektive Sicherheitsgefühl eines Fußgängers nicht mehr gegeben. Die Leuchtmittel in einem Straßenzug werden nicht gleichmäßig abgenutzt.



E-Werk Wels: Regelbeispiel

■ **Jedes zweite Leuchtmittel abschalten:** In jede Leuchte werden zwei statt einem Leuchtmittel eingebaut. Bei der Teilnachtschaltung wird ein Leuchtmittel abgeschaltet. Das gesamte Beleuchtungsniveau wird um 50 % reduziert, dabei bleiben aber die Lichtpunkte erhalten. Einsparmöglichkeit ca. 20 – 25 % übers ganze Jahr. Die beiden Leuchtmittel in einer Leuchte werden allerdings nicht mehr gleichmäßig abgenutzt und der Wartungsaufwand steigt. Mit Hilfe einer Wechselschaltung (jede Nacht wechselt das Leuchtmittel, das im Teilnachtsbetrieb angeschaltet wird) kann dies umgangen werden.

■ **Spannungsabsenkung:** Im Verteiler wird ein Regelgerät eingebaut, das die Spannung während der Teilnachtschaltung im ganzen Versorgungszweig reduziert. Bei den einzelnen Straßenleuchten ist kein Eingriff notwendig. Werden Systeme eingesetzt, die die Versorgungsspannung reduzieren, sollte darauf geachtet werden, dass die Beleuchtung nicht den Wartungswert unterschreitet. Die Leistungseinsparung nimmt mit der Brenndauer der Lampen ab. Die Spannungsreduktion muss auf die letzte Leuchte abgestimmt sein.

■ **Lichtregelgeräte:** Mittels Lichtregelgeräten kann die Straßenbeleuchtung flexibel an unterschiedliche Bedingungen angepasst werden. Licht kann auch je nach Tageszeit, Wetterlage oder Verkehrsaufkommen sensor-gesteuert gedimmt werden.

LED-Straßenbeleuchtung



Derzeit sind Natriumdampf-Hochdrucklampen und Metallhalogendampf lampen mit Keramikbrenner bevorzugter Standard für die Straßenbeleuchtung, sie liegen hinsichtlich Preis, Wartungsaufwand und Lichtausbeute meist vorne. Vermehrt wird bereits mit LED-Technik ausgestattete Straßenbeleuchtung eingesetzt. Durch die rasche und stetige Weiterentwicklung im LED-Bereich ist großes Potenzial zu erwarten bzw. schon gegeben.

Die Effizienz der LEDs steigt kontinuierlich. Unter Laborbedingungen erreichten weiße LEDs im Frühjahr 2012 eine Energie-Effizienz von bis zu 150 Lumen/Watt. Im praktischen Betrieb erreichen Straßenleuchten mit LED bis zu ca. 100 lm/W. Im Vergleich erreichen Natriumdampf-Hochdrucklampen Werte von 90 bis 150 lm/W.

Eigenschaften der LED:

- hohe Flexibilität durch an die Beleuchtungsaufgabe individuell angepassten Aufbau
- exakte Lichtlenkung
- lange Lebensdauer (LED-Systeme ca. 50.000 Stunden, zum Vergleich: Natriumdampf-Hochdrucklampen ca. 16.000 Stunden)
- geringer Wartungsaufwand (bis zu zehn Jahre im Gebrauch wartungsfrei)
- Farbtemperatur des weißen Lichts frei wählbar (exakte Abstufungen möglich)
- weißes LED-Licht ist technologiebedingt frei von UV- und Infrarotstrahlung
- dynamische Anpassung des Lichts an die Nutzung (Dimmbarkeit, sofortige on/off-Schaltung)
- gezielte Lichtlenkung durch punktförmig gerichtetes Licht:
Durch die Kleinheit der Lichtaustrittsfläche und durch die technologischen Möglichkeiten (in die LED integrierte Linsen und Spiegel) ist bei der LED meist eine weitaus gezieltere Lichtlenkung möglich, als bei herkömmlichen Leuchtmitteln. Unerwünschtes Streulicht kann deutlich reduziert werden.

Technische Voraussetzungen:

- Einsatz qualitativ hochwertiger Komponenten und deren Abstimmung aufeinander
- Wichtig ist effektives "Thermomanagement":
Etwa 65 %–80 % der von der LED aufgenommenen elektrischen Leistung wird in Wärme umgewandelt. Auch wenn diese Wärmeverluste deutlich geringer als beispielsweise bei einer Glühlampe sind (ca. 95 % Wärme), müssen diese Wärmeverluste über Kühlflächen vom Halbleiterchip abgeführt werden.
- Die LED bevorzugt kühle Temperaturen. Je höher die Chiptemperatur ist, desto geringer sind Lichtausbeute und Lebensdauer. Für einen wirtschaftlichen Betrieb ist daher optimales Thermomanagement sehr wichtig.



Bei Umrüstung bestehender Straßenleuchten auf LED-Technik zu beachten:



- **Überprüfung der Lichtpunkte:** es muss eine normgerechte Beleuchtung sichergestellt sein
- **Lebensdauer der LED und der Leuchten:** Hersteller versprechen oft eine Lebensdauer von bis zu 100.000 Betriebsstunden. Wie sich allerdings die Lichtausbeute über die Lebensdauer entwickelt, ist aufgrund der derzeit fehlenden Erfahrungen in der Außenanwendung (Feuchtigkeit, Temperaturschwankungen, Vibrationen) ungewiss. Hier genau auf die Angaben achten und Garantien einfordern.
- **Lichtstromrückgang:** LEDs zeigen bei korrektem Betrieb eine extrem niedrige Ausfallsrate. Aber wie bei allen Leuchtmitteln verringert sich die Lichtausbeute im Laufe der Nutzungsdauer (Rückgang bis auf 70 % nach 50.000 Betriebsstunden). Das bedeutet bei normkonformem Betrieb einer Beleuchtungsanlage entweder eine deutliche Überdimensionierung zu Beginn (nicht empfehlenswert) oder die Verwendung einer elektronisch geregelten Lichtstromkompensation, wodurch der ausgesandte Lichtstrom über die Betriebszeit annähernd konstant gehalten wird.
- **modularen Aufbau bevorzugen:** manche LED-Module bzw. Elektronikmodule können nicht vom Leuchtenkörper getrennt werden, damit müsste bei einem Defekt die gesamte Leuchte getauscht werden
- **Vermeidung von Blendung:** bedingt durch die kleine Lichtaustrittsfläche der LED, tritt an dieser eine extrem hohe Leuchtdichte (bis zu über 10.000.000 cd/m²) auf, weshalb auf die Vermeidung allfälliger Blendung besonders zu achten ist.
- **kaum Streulicht:** durch die gezielte Lichtlenkung gibt es meist kaum Streulicht. Auf die Einhaltung der Normvorgaben (z. B. Surroundfaktor zur Umfelderkennung im urbanen Raum) ist jedoch zu achten.
- **Ersatzteilbeschaffung:** Im Gegensatz zu konventionellen Entladungslampen fehlt noch eine Normierung für das "Leuchtmittel LED" (Größe, Stecker, Befestigung, Vorschaltgeräte etc.). Entsprechende Normvorhaben sind derzeit sowohl auf europäischer wie auch internationaler Ebene in Arbeit. Aktuell ist beim Einsatz LED-basierter Leuchten jedenfalls die Verfügbarkeit von Ersatzteilen für die geplante Nutzungsdauer sicherzustellen.
- **Garantie:** sind Garantiezeit und Garantiebedingungen genau definiert?
- **Wärmeabfuhr:** zu hohe Temperaturen verkürzen die Lebensdauer der Leuchtdiode. Achten Sie auf geeignetes Thermomanagement (Kühlkörper).
- **Wirtschaftlichkeit:** Die Wirtschaftlichkeit einer LED-Straßenbeleuchtung hängt stark von der effektiven Lebensdauer der Dioden und der gesamten Leuchte ab. Eine korrekte Berechnung kann erst gemacht werden, wenn diese Parameter bekannt sind.
- **vollständige technische Daten:** fordern Sie zusätzlich zu einer Lichtberechnung ein Datenblatt mit folgenden Punkten an: elektrische Leistung, Lichtausbeute, Lichtfarbe, Lebensdauer, Schaltbarkeit und Regelbarkeit der Anlage, Montageanweisungen, Messzertifikat
- **Retrofit-Lösungen:** LED-Lampen mit Schraubsockel als Ersatz für herkömmliche Leuchtmittel in konventionellen Leuchten sind hinsichtlich Lichtlenkung und Wärmeabfuhr zumeist problematisch. Die Vorteile der LED (wie gezielte Lichtlenkung, hohe Effizienz etc.) werden bei derartigen Lösungen nicht ausgenutzt.

Wirtschaftlichkeit von LEDs in der Straßenbeleuchtung

LEDs erreichen derzeit schon beinahe eine ähnliche Effizienz wie Natriumdampf-Hochdrucklampen oder Metallhalogen-Dampflampen. Eine nennenswerte Energieeinsparung durch Wechsel auf LED ist hier nur bei entsprechend effektivem Betrieb der LED (Lichtlenkung, Dimmung etc.) zu erzielen.

Anders verhält es sich beim Wechsel von Quecksilberdampf-Hochdrucklampen auf LED, hier ist eine deutliche Effizienzsteigerung erreichbar.

Bei einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sollten die gesamten Lebenszyklus-Kosten verglichen werden. Den erhöhten Anschaffungskosten einer LED-Beleuchtung stehen die lange Lebensdauer und der geringe Wartungsaufwand über die Lebensdauer betrachtet gegenüber.

Berechnung der Energieeinsparung

- Soll der Ersatz einer bestehenden Leuchte ausschließlich über die Energieeinsparung finanziert werden, kann unter Zugrundelegung folgender Konditionen (beispielsweise 15 ct/kWh, 4 % jährliche Verzinsung), bezogen auf die Lebensdauer der LED von 50.000 Stunden (entspricht bei einer Brenndauer von 4.100 h/Jahr ca. 12 Jahren) von folgender Faustformel ausgegangen werden:

> Pro Kilowattstunde (kWh) Einsparung können ca. 1,41 Euro investiert werden.

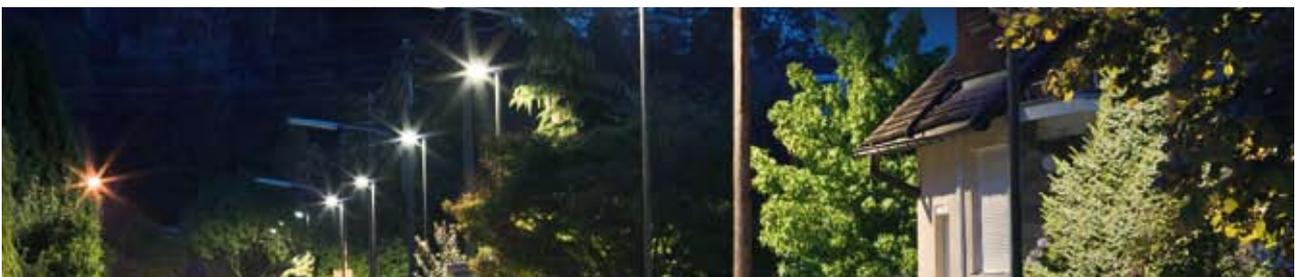
- Das bedeutet, jede jährlich eingesparte Kilowattstunde bringt, hochgerechnet auf die typische Lebensdauer der LED (12 Jahre bei 4.100 h/Jahr), eine finanzielle Ersparnis von ca. 1,41 Euro (alle Beträge inkl. USt.). Diese Berechnung geht von einem konstanten Strompreis aus (werden Verzinsung und Strompreissteigerung gleichgesetzt, liegt der Wert bei 1,8 Euro).

Quelle: LTG

Beispiel

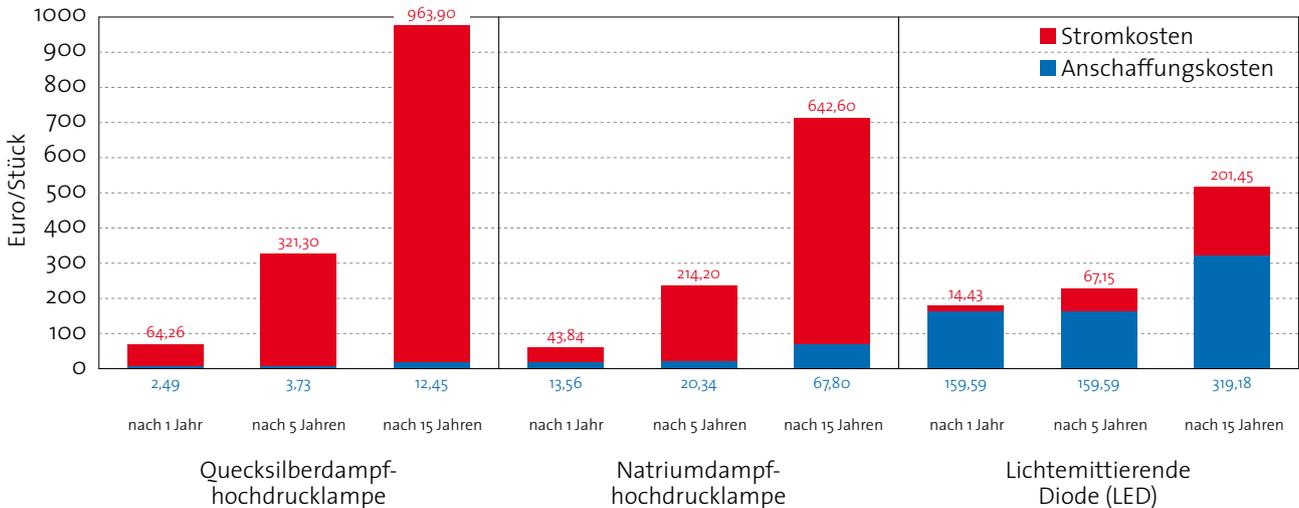
- Bei einem Lichtpunkt mit einer alten, unwirtschaftlichen 80 W Quecksilberdampf-Hochdrucklampe (Systemleistung ca. 90 W) wird, unter Beibehaltung der bisherigen Beleuchtungsqualität, die komplette Leuchte durch eine LED-Leuchte mit einer Systemleistung von 24 W ersetzt.
- Die Energieeinsparung beträgt bei 4.100 Brennstunden 270,60 kWh pro Jahr. Entsprechend der Faustformel ergibt sich daraus innerhalb von 12 Jahren eine finanzielle Einsparung von 380 Euro.
- Dieser Betrag steht somit – unter der Voraussetzung eines 1:1 Leuchtentausches – bei ausschließlicher Finanzierung durch Energieeinsparung, für Investitionen (pro Leuchte) zur Verfügung.
- Zudem können eingesparte Wartungskosten, die manchmal beträchtlich sein können und die CO₂-Reduktion mitbedacht werden.
- Bei steigenden Strompreisen steigt die Einsparung.

Quelle: LTG, LED Revolution in der Lichttechnik?



Anschaffungs- und Stromkosten für unterschiedliche Leuchtmittel

Quelle: Effiziente Beleuchtungssysteme, Leitfaden für Betriebe und Gemeinden, Lebensministerium



Der beispielhafte Vergleich zeigt, dass bereits nach fünf Jahren die Gesamtkosten von LEDs geringer sind als die einer herkömmlichen Beleuchtung.

Die folgenden Beispiele zeigen, welche Einsparungsmöglichkeiten durchschnittlich erreichbar sind. Hinzu kommt noch die Einsparung durch Lichtmanagement (Nachtabsenkung) und allfällig reduzierte Wartungskosten.

■ Beispiel Energieeinsparung 1:

Umrüsten einer Quecksilberdampf- auf eine Natriumdampf- lampe 50W:

	HQL 80W	NAV 50W	Reduktion
Systemleistung in W	90	60	33 %
Lichtstrom in lm	3.800	4.400	
Jahresenergie in kWh	360	240	

■ Beispiel Energieeinsparung 2:

Umrüsten einer Quecksilberdampf- auf eine LED- Beleuchtung*:

	HQL 80W	BGP451 GRN29-2S 740	Reduktion
Systemleistung in W	90	29	68 %
Lichtstrom in lm	3.800	2.900	
Jahresenergie in kWh	360	116	

* Ein geringerer Lichtstrom reicht aus, da aufgrund der punktgenauen Beleuchtung der LED-Lampe ein höherer Anteil des Lichtstroms die Fahrbahn erreicht

- Durch Umrüsten von Quecksilberdampf- auf Natriumdampf- lampen können etwa 30-40 % an elektrischer Energie eingespart werden.
- Bei einer Umrüstung auf Halogen- Metall- dampf- lampen kann der Stromverbrauch sogar um bis zu 50 %, bei Wechsel auf LED- Beleuchtung um bis zu 70 % reduziert werden.
- Nicht berücksichtigt ist hier noch die Einsparung durch eine effiziente Steuerung der Beleuchtung oder eine Teilnachtschaltung. Damit können zusätzlich bis zu ca. 20-30 % an elektrischer Energie eingespart werden.

Energie-Contracting



Sanierung von Straßenbeleuchtung ohne Investitionsmittel finanzieren und umsetzen!

Beim sogenannten Contracting tätigt ein spezialisiertes Unternehmen (= Contractor) Energie-Investitionen in einer Gemeinde oder einem Unternehmen (= Contracting-Nehmer).

Beim Einspar-Contracting, zu dem auch das Straßenbeleuchtungs-Contracting zählt, geht es um die energetische Sanierung. Daneben gibt es auch noch das Anlagen-Contracting, das hauptsächlich zur Errichtung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energie dient.

Beim Einspar-Contracting führt der Contractor Energiespar-Maßnahmen durch (z. B. effiziente Beleuchtung), die zu geringeren Energiekosten führen. Aus den erzielten Einsparungen werden die Investitionskosten des Contractors refinanziert.

Was bringt Contracting einer Gemeinde?

- Erfolgsgarantie: der Contractor verpflichtet sich, eine Mindesteinsparung bzw. planbare Energiekosten zu erzielen.
- Kapital bleibt in der Gemeinde und muss nicht investiert werden, die erzielten Energieeinsparungen kommen – nach Refinanzierung der Investitionen – der Gemeinde zu Gute.
- Die Gemeinde hat den "Imagegewinn" der modernen Straßenbeleuchtung.
- Arbeitszeit muss nicht für "betriebsferne" Themen, wie die Sanierung von Beleuchtungsanlagen verwendet werden.

Durch das Contracting profitieren schlussendlich alle: der Auftraggeber, der Contractor und die Umwelt. Daher gibt es auch in Oberösterreich zur Forcierung von Contracting mit dem Energie-Contracting-Programm des Landes ein spezielles Förderprogramm.

Fördermöglichkeiten für effiziente Straßenbeleuchtung

■ Energie-Contracting-Programm des Landes OÖ

Die Förderung erfolgt in Form eines Zuschusses für das Finanzierungsinstrument Contracting. Die Höhe ist von der Art des Contractings (Anlagen- oder Einspar-Contracting) und der Contracting-Laufzeit abhängig. Die geförderte Contracting-Laufzeit berücksichtigt max. 10 Jahre. Das förderbare Investitionsvolumen muss mind. 50.000 Euro betragen und ist mit 500.000 Euro begrenzt. Der maximale Fördersatz (bezogen auf die Bemessungsgrundlage) beträgt beim Einspar-Contracting 20 %. Details siehe www.energiesparverband.at



Was ist normgerechte Beleuchtung?

Die Verpflichtung zum Betrieb einer Straßenbeleuchtung ist nicht ausdrücklich gesetzlich geregelt sondern wird vielmehr aus verschiedenen rechtlichen Normen und aus der Rechtsprechung abgeleitet, z. B. Verkehrssicherungspflicht gem. §1295 ABGB, Wegehalterhaftung gem. §1319a ABGB, Bauwerkhaftung gem. §1319 ABGB, Straßenverkehrsordnung (§§ 32, 89, 90 StVO).

In Bezug auf die Straßenbeleuchtung haftet der Besitzer – sofern er den Betrieb nicht an Fachunternehmen ausgelagert – auch für die elektrotechnische Sicherheit, insbesondere die Funktion der Schutzmaßnahmen.

Wiederkehrende Prüfungen sind erforderlich und ein Anlagenbuch ist zu führen, Details siehe Elektroschutzverordnung.

Neben den gesetzlichen Vorgaben sind Normen zu beachten. Sie repräsentieren den Stand der Technik. Nachdem womöglich Haftungsansprüche aufgrund unzureichender Beleuchtung bei Unfällen, Straftaten etc. geltend gemacht werden könnten, ist die Einhaltung der entsprechenden Normen zu empfehlen.

Damit die Straßenbeleuchtung normgerecht ausgeführt werden kann, sind vom Beleuchtungsplaner die Beleuchtungsklassen entsprechend den jeweiligen Gegebenheiten auszuwählen. Entsprechend der Einordnung in verschiedene Klassen kann dann die erforderliche Beleuchtungsstärke lt. Norm festgestellt werden. Besonders zu beachten sind die erhöhten Beleuchtungsanforderungen von Konfliktzonen (z. B. bei Schutzwegen), geregelt in der ÖNORM O 1051.

Wichtige Normen und gesetzliche Vorgaben

■ (ÖNORM) EN 13201 “Straßenbeleuchtung, Teil 1-4“:

ist die aktuelle europäische Norm zur “Straßenbeleuchtung“. Sie gibt Empfehlungen zur Planung von Straßenbeleuchtungsanlagen und liefert Grundparameter für die Festlegung der Beleuchtungsklassen (Geschwindigkeit der Hauptnutzer, Nutzertypen, Wetter). Teil 1: Auswahl der Beleuchtungsklassen, Teil 2: Güteermkmale, Teil 3: Berechnung der Güteermkmale, Teil 4: Methoden zur Messung

■ ÖNORM O 1051 “Straßenbeleuchtung, Beleuchtung von Konfliktzonen“:

ergänzender, nationaler Teil zur EN 13201; regelt die Errichtung von Beleuchtungsanlagen bei Schutzwegen, Radfahrer-Überfahrten, Kreisverkehren, Fahrbahnteilern, Parkplätzen, Kreuzungen und Busbuchten.

■ ÖNORM O 1052 “Lichtimmissionen“:

Grenzwerte werden definiert und Wege aufgezeigt um zweckdienliches Licht zu erzeugen und störende Lichteinwirkungen auf den menschlichen Lebensraum und die Umwelt zu vermeiden.

■ ÖNORM O 1053 “Berücksichtigung des situativen Verkehrsflusses“:

ergänzender, nationaler Teil zur EN 13201; regelt u.a. unter welchen Voraussetzungen das Lichtniveau oder die Helligkeit einer (normgerechten) Straßenbeleuchtung in der verkehrsarmen Zeit abgesenkt oder reduziert werden kann bzw. darf.

■ ÖNORM EN 12193: Sportstättenbeleuchtung

■ ÖNORM EN 12464-2: Beleuchtung von Arbeitsstätten/Arbeitsplätzen im Freien

■ ÖNORM EN 40: Lichtmasten

■ EU-Verordnung 245/2009:

Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Leuchtstofflampen ohne eingebautes Vorschaltgerät, Hochdruckentladungslampen sowie Vorschaltgeräte und Leuchten. Die Verordnung enthält Energie-Effizienz-Anforderungen an Lampen, Vorschaltgeräte und Leuchten für die Straßenbeleuchtung.

Licht & Naturschutzaspekte

Ein Übermaß an Licht – durch Straßenbeleuchtung, durch das Anstrahlen von Gebäuden, durch Werbetafeln oder durch Effektbeleuchtung im Hausgarten – ist für den Naturhaushalt ein störender Faktor. Tiere haben ihren Lebensrhythmus der jeweiligen natürlichen Umgebungsbeleuchtung angepasst und Veränderungen der natürlichen Lichtverhältnisse durch künstliches Licht können somit ökologische Auswirkungen haben.

Die Anziehungskraft einer Lichtquelle auf Insekten ist unterschiedlich. Diese hängt sehr vom Lichtspektrum der jeweiligen Lampe ab, das heißt, in welchen Wellenlängen die Lichtquelle strahlt. Die spektrale Empfindlichkeit der Tiere liegt meist im blauen und ultravioletten Bereich. Weißes Licht mit hohen blauen und ultravioletten Anteilen wird von Insekten als viel heller wahrgenommen als von Menschen. Auf die Wellenlängen des Lichts im violetten Bereich reagieren die Facettenaugen der Insekten äußerst empfindlich. Gleichzeitig üben diese die größte Anziehungskraft auf sie aus. Im gelben, orangefarbenen und roten Wellenlängenbereich sind Insektenaugen generell unempfindlicher.

LED-Lampen sind relativ insektenfreundlich. Ihr Licht strahlt kaum in jenen Frequenzbereichen, für die Insektenaugen besonders empfindlich sind. Zudem locken LED weniger Insekten an, da sie kein Streulicht in die Umgebung ausstrahlen.

Tipps zur Reduzierung des Einflusses der Beleuchtung auf den Naturhaushalt:

- Wahl des Standortes der Beleuchtungsanlagen: ökologisch empfindliche Lebensräume wie z. B. Waldränder, Ufergebiete von Gewässern oder Wiesen sollten vom Lichtschein nicht erreicht werden. Randbereiche von Siedlungen sowie Übergänge zur freien Landschaft sollten – unter Wahrung von Sicherheitsanforderungen für die Menschen – deutlich weniger ausgeleuchtet werden als zentrale Siedlungsbereiche und Hauptverkehrszonen.
- Licht soll möglichst direkt nach unten strahlen. Dies gilt auch für das Anstrahlen von historischen Gebäudefassaden, Denkmälern und Brücken
- Auf die flächenhafte Ausleuchtung heller Fassaden nach Möglichkeit verzichten
- Leuchten möglichst niedrig installieren
- Insektendichte Leuchtengehäuse verwenden
- Beleuchtungsanlagen nur zu den erforderlichen Zeiten betreiben, jahres- und tageszeitabhängige Schaltungen nutzen



Beispiel

Altheim

Ein Vorreiter der LED-Straßenbeleuchtung

Altheim im Bezirk Braunau am Inn ist im Energiebereich bekannt für die Nutzung der Geothermie, die zur Wärmeversorgung und Stromerzeugung dient. Im Bereich der Straßenbeleuchtung suchte die Stadtgemeinde aktiv nach einer energie-effizienten Lösung.

Bei der Neuerrichtung einer Gehwegbeleuchtung wollte man in der Gemeinde Altheim eine Alternative zur den angebotenen Natriumdampflampen. LEDs für die Straßenbeleuchtung waren 2008 noch wenig bekannt und die Stadtgemeinde musste sich darum bemühen, auch Angebote für LED-Module zu bekommen. Nach der Installation von 3 LED-Musterleuchten mit verschiedenen Lichtstärken auf bestehenden Beleuchtungsmasten und auf Basis einer Ausschreibung entschloss sich die Stadtgemeinde gegen Natriumdampflampen und für die LED-Technologie.

In einem ersten Schritt wurden rund 100 LED-Lichtpunkte an Gehsteigen entlang der Hauptzufahrtsstraße, in einzelnen Siedlungsstraßen und auf einem Parkplatz installiert. Zusätzlich zur Einsparung durch die effiziente LED-Beleuchtungslösung wurde auch eine Halbnachtschaltung umgesetzt. Die Leistungsaufnahme während der Nachtstunden (22.30 bis 5.00 Uhr) kann dadurch halbiert werden.

In Altheim ist man von der LED-Straßenbeleuchtung überzeugt. Derzeit werden in Siedlungsbereichen 20 Leuchten von Leuchtstoffröhren auf LED-Module umgerüstet und am Gehweg entlang der Hauptzufahrtsstraße weitere 30 LED-Lichtpunkte neu installiert.

Technische Daten

- **Lichtfarbe:** neutralweiß (4.000 K)
- **Anschlussleistungen:** 28 Watt, Halbnachtsabsenkung 14 Watt
- **Lichtausbeute:** 107 lm/W
- **Lebensdauer:** 50.000 h, 10 Jahre Garantie
- **Investitionskosten:** 100.000 Euro



Beispiel

Kremsmünster Hauptstraße als “LED-Teststrecke“

Die elektrische Straßenbeleuchtung in Kremsmünster geht auf das Jahr 1910 zurück und wurde mit einem Freudenfest am Geburtstag von Kaiser Franz Josef in Betrieb genommen. Seither wurde die Beleuchtung ständig erweitert und erneuert, die Verkabelung stammt jedoch teilweise noch aus den 50er Jahren. 2009 entschloss sich die Marktgemeinde Kremsmünster, die Straßenbeleuchtung auf der Hauptstraße und auf dem Marktplatz sowie die Weihnachtsbeleuchtung auf LED-Technologie umzurüsten. Der Hauptbeweggrund war der Wunsch nach einer Verbesserung der Beleuchtungssituation. Mit der Beleuchtung der Hauptstraße wird der Einsatz von LED-Leuchten getestet und Kenntnisse über die Reaktionen der Bürger/innen auf die Lichtfarbe können gewonnen werden.

Die gesamte Straßenbeleuchtung der Stadtgemeinde umfasst 900 Leuchten und 1.225 Lichtpunkte. 2010 wurden in einem ersten Projekt 12 Leuchten mit Quecksilberdampf-Hochdruck-Lampen mit einer Lampenleistung von 80 Watt durch 14 LED-Leuchten je 30 Watt getauscht. Durch den Leuchtentausch kam es zu einer spürbaren Beleuchtungsverbesserung von durchschnittlich 1,5 auf 10 Lux bei einer Stromeinsparung von 20 %.

Weitere LED-Beleuchtungsprojekte sind bereits in Planung, darunter die Straßenbeleuchtung im südlichen Kremsmünster mit 150 Lichtpunkten.

Technische Daten

- **Lichtfarbe:** warmweiß (2.400 K)
- **Anschlussleistungen:** 30 Watt
- **Beleuchtungsstärke:** 10 Lux
- **Lichtausbeute:** 100 lm/W
- **Lebensdauer:** 40.000 h, 10 Jahre Garantie

Wirtschaftlichkeit

- **Jahresstromverbrauch (vorher):** 11.800 kWh
- **Einsparungen/Jahr:**
 - **Strom:** 2.300 kWh (rund 20 %),
 - **Stromkosten:** 220 Euro,
 - **Wartungskosten:** 300 Euro (geschätzt)
- **Investitionskosten:** 6.700 Euro
- **Amortisationsdauer:** 12 Jahre



Beispiel

Mauthausen

Gesamtsanierung der Straßenbeleuchtung

Mauthausen an der Donau liegt am Kreuzungspunkt zweier alter Handelswege und war lange Zeit eine wichtige Mautstelle. Viele Gebäude erinnern noch an den ehemaligen Handelsmarkt, die Straßenbeleuchtung ist jedoch hochmodern.

Im Jahr 2011 stellte die Marktgemeinde die gesamte Straßenbeleuchtung (460 Lichtpunkte) auf LED-Technologie um. Die alte Straßenbeleuchtung mit Quecksilberdampf lampen war zum Großteil über 20 Jahre alt und unwirtschaftlich. Nach einer Feinanalyse und der Installation einer Musterstraße, die sowohl mit konventionellen Leuchtmitteln als auch mit LED-Modulen bestückt wurde, entschied sich der Gemeindevausschuss für die LED-Variante.

Bei der Sanierung wurden rund 460 Lichtpunkte erneuert, Kofferleuchten mit 80 Watt Lampenleistung wurden durch LED-Ansatzleuchten zu 51 Watt und Kandelaber-Leuchten mit 72 Watt (4 x 18) durch LED-Aufsatzleuchten zu 13 Watt getauscht. Im Zuge der Straßenbeleuchtungssanierung wurden Schaltstellen repariert bzw. komplett erneuert, Kabelfehler geortet und behoben und ein Beleuchtungskonzept für die jeweilige Straßengeometrie erstellt.

Technische Daten

- **Lichtfarbe:** warmweiß (3.000K) und neutralweiß (4.000K)
- **Anschlussleistungen:** 51 Watt bzw. 13 Watt
- **Beleuchtungsstärke:** 3 lux (Siedlungsstraße)
- **Lebensdauer:** 60.000 h, 12 Jahre

Wirtschaftlichkeit

- **Jahresstromverbrauch (vorher):** 240.000 kWh
- **Einsparungen pro Jahr:**
 - **Strom:** 86.000 kWh (36 %),
 - **Stromkosten:** 15.000 Euro,
 - **Wartungskosten:** 5.900 Euro
- **Investitionskosten:** 400.000 Euro
- **Amortisationsdauer:** 16 Jahre
- **Energiedienstleister:** Linz AG



Beispiel

Wels

Ein LED-Großprojekt

Die Messestadt Wels, die jährlich 100.000 Besucher/innen auf der Energiesparmesse verzeichnet, setzt auch bei der Straßenbeleuchtung auf Energie-Effizienz. In einem umfassenden Sanierungsprojekt wurden 50 % der Straßenbeleuchtung auf LED-Technologie umgerüstet.

Die Straßenbeleuchtung in Wels umfasst insgesamt rund 7.700 Leuchten mit 9.100 Lichtpunkten. Vor der Sanierung 2011 waren Lampen mit älterer Technologie wie Quecksilberdampf-Hochdrucklampen (HQL), Natriumdampflampen, Plug-in-Lösungen und Leuchtstofflampen im Einsatz. Bei der Umrüstung wurden alle Lampen, die älter als 15 Jahre und daher am ineffizientesten waren, ausgetauscht. Das Projekt erstreckt sich auf das gesamte Stadtgebiet und deckt sowohl Bundesstraßen als auch Siedlungsgebiete und Fußgängerzonen ab.

Auf den höherrangigen Straßen wurde der gesamte Leuchtenkopf getauscht, in den Wohngebieten wurde, wenn möglich, das vorhandene Modell (wie z. B. Auris-Kugelleuchten) weiterverwendet und mit einem LED-Einsatz ausgestattet. Für Leuchten, wo ein LED-Einsatz nicht möglich war, wurde die "Wels-Leuchte" entwickelt. Die Regelung wurde ebenfalls modernisiert. Schaltverteiler wurden dem Stand der Technik angepasst und mit Energiemanagementgeräten nachgerüstet. Ein Drittel der Straßenbeleuchtung wird von 21.30 Uhr bis 5.30 Uhr auf 50 % abgesenkt.

Technische Daten

- **Lichtfarbe:** neutralweiß (4.000 K)
- **Anschlussleistungen:** 30 - 90 Watt
- **Beleuchtungsstärke:**
3 Lux (Wohngebieten),
7 - 10 Lux (Nebenstraßen),
15 Lux (Bundesstraßen)
- **Lichtausbeute:** 100 lm/W
(bei Auris-Kugelleuchten zu 30 Watt)
- **Lebensdauer:** 70.000 h, 10 Jahre Garantie

Wirtschaftlichkeit

- **Jahresstromverbrauch (vorher):** 3,5 Mio. kWh
- **Einsparungen pro Jahr:**
 - **Strom:** 1,2 Mio. kWh (rund 30 %),
 - **Stromkosten:** 230.000 Euro,
 - **Wartungskosten:** 60.000 Euro
- **Investitionskosten:** 2.100.000 Euro
- **Amortisationsdauer:** 7 Jahre
- **Contracting-Projekt, Contractor:**
Elektrizitätswerk Wels



Begriffe

- **Beleuchtungsstärke [Lux, lx]:** Die Beleuchtungsstärke gibt den Lichtstrom an, der von der Lichtquelle auf eine bestimmte Fläche trifft. Bei Straßen erfolgt die Messung der horizontalen Beleuchtungsstärke in maximal 20 cm Entfernung vom Boden.
- **Beleuchtungsklasse:** Eine Beleuchtungsklasse wird durch eine Reihe von photometrischen Anforderungen definiert, die von den visuellen Bedürfnissen spezifischer Straßennutzer/innen, den verschiedenen Arten von Verkehrsflächen und ihrer Umgebung abhängen.
- **Blendung:** Als Blendung wird eine Verminderung der Sehleistung oder Störung der Wahrnehmung durch hohe Leuchtdichten oder Leuchtdichtekontraste bezeichnet.
- **EVG:** Elektronisches Vorschaltgerät
- **Farbtemperatur [Kelvin, K]:** gibt den Blau- bzw. Rotanteil des Lichts an. Rötliches Licht wird als Warmweiß (2.700 bis 3.500 Kelvin), bläuliches Licht als Kaltweiß (5.000 bis 10.000 Kelvin) bezeichnet, dazwischen liegt Neutralweiß (3.500 bis 5.000 Kelvin).
- **Farbwiedergabe [Ra, engl. CRI – Colour Rendering Index]:** gibt an, wie natürliche Farben wiedergegeben werden (bester Wert Ra=100)
- **Gleichmäßigkeit:** Die Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke bzw. der Leuchtdichte wird als Verhältnis der minimalen zur mittleren Beleuchtungsstärke bzw. als Verhältnis der minimalen zur mittleren Leuchtdichte in der Straßenbeleuchtung angegeben.
- **Lampe:** Leuchtmittel, z. B. Leuchtstofflampe, Halogen-Metall dampflampe, Natriumdampf-Hochdrucklampe
- **Lampenlichtstromerhalt** (Lamp Lumen Maintenance Factor, LLMF): Verhältnis zwischen dem von der Lampe zu einem gegebenen Zeitpunkt ihrer Lebensspanne ausgesendeten Lichtstrom und ihrem ursprünglichen Lichtstrom
- **Lampenüberlebensfaktor** (Lamp Survival Factor, LSF): der Anteil der zu einem gegebenen Zeitpunkt unter bestimmten Bedingungen und bei bestimmter Schaltfrequenz noch funktionierenden Lampen an der Gesamtanzahl der Lampen
- **LED:** Light Emitting Diodes (Leuchtdioden)
- **Leuchtdichte [cd/m^2]:** Die Leuchtdichte ist der Helligkeitseindruck, den eine beleuchtete oder leuchtende Fläche dem Auge vermittelt. Die Leuchtdichte beschreibt die physiologische Wirkung des Lichtes auf das Auge und wird in der Außenbeleuchtung als Planungsgröße verwendet.
- **Leuchte:** Beleuchtungskörper, in den die Lampe eingesetzt wird, besteht aus Gehäuse und Reflektor sowie den zum Betrieb der Lampe notwendigen Betriebsmitteln (Vorschaltgerät, Zündgerät, Kondensator, Anschlussklemmen etc.).
- **Leuchten-Betriebswirkungsgrad:** Verhältnis des gesamten durch eine Leuchte emittierten Lichtstroms zum abgegebenen Lichtstrom der eingesetzten Lampen
- **Lichtausbeute [lm/W]:** Verhältnis des Lichtstroms einer Lampe pro aufgewendete elektrische Leistung, ist ein Maß für die Effizienz bei der Umwandlung von elektrischer Energie in Licht
- **Lichtstärke [Candela, cd]:** Die Lichtstärke ist der Teil des Lichtstromes, der in eine bestimmte Richtung strahlt.
- **Lichtstrom [Lumen, lm]:** die gesamte Lichtleistung, die von einer Lampe in alle Richtungen abgegeben wird
- **Lichtverschmutzung:** Lichtverschmutzung bezeichnet die Summe aller nachteiligen Auswirkungen von Kunstlicht auf Natur und Landschaft
- **Wartungsfaktor, Planungsfaktor:** ist der bei der Beleuchtungsplanung verwendete Korrekturfaktor zum Ausgleichen des Lichtstromrückgangs auf Grund der Lampenalterung (Lichtstromrückgang und Lampenausfall) und der Verschmutzung. Er bestimmt den erforderlichen Wartungszyklus.

Energie-effiziente Straßenbeleuchtung

Diese Broschüre informiert über:

- Wie kann effiziente Straßenbeleuchtung praktisch umgesetzt werden?
- Was tun bei anstehender Sanierung?
- Was sind die wichtigsten Komponenten der Straßenbeleuchtung
- Was können LEDs heute in der Straßenbeleuchtung?
- Wie steht es um Wirtschaftlichkeit & Finanzierung?



Energiesparen in Gemeinden

Energiesparen in Gemeinden kann das Gemeindebudget deutlich entlasten und einen Beitrag zum praktischen Umweltschutz leisten. Neben der Kosteneinsparung kann die Gemeinde als Anlaufstelle für Gemeindebürger/innen auch zur Information beim effizienten Umgang mit Energie beitragen.

Energieberatung für Gemeinden:

Der OÖ Energiesparverband bietet den Kommunen Unterstützung bei allen Fragen rund um Energie-Effizienz und erneuerbare Energieträger. Die kostenlose Beratung kann dabei Themen wie Neubau bzw. Sanierung von gemeindeeigenen Gebäuden, Einsatz von erneuerbaren Energieträgern, Planung und Umsetzung von Energie-Contracting-Projekten sowie Hilfestellungen bei Ausschreibungen wie z. B. Architektur-Wettbewerben umfassen. Der OÖ Energiesparverband betreut das "E-GEM-Programm" des Landes OÖ für Energiespargemeinden.

**So werden Sie
kostenlos Energie-
kosten los:**

Die Experten des Energiesparverbandes des Landes Oberösterreich beraten Sie produktunabhängig und kostenlos.

www.energiesparverband.at

OÖENERGIESPARVERBAND

www.energiesparverband.at

beraten | fördern | informieren | vernetzen
Haushalte | Gemeinden | Unternehmen

