

EFFIZIENTE STRASSEN- BELEUCHTUNG MIT LED



energie schweiz

Unser Engagement: unsere Zukunft.



INHALTSVERZEICHNIS

- Strassenbeleuchtung gestern und heute 4
- Dank LED Strom und Geld sparen 5
- Die Strassenbeleuchtung planen 7
- Die Wahl einer effizienten Leuchte 8
- Licht-Management 13
- Betrieb der Anlage 15
- Wartung und Unterhalt 17
- Unerwünschte Lichtemissionen vermeiden 18
- Normen und Gesetze 20
- Gute Beispiele 22

STRASSENBELEUCHTUNG GESTERN UND HEUTE

Bis Mitte des 18. Jahrhunderts waren die Strassen nachts unbeleuchtet. Für einen nächtlichen Spaziergang war ein Handlicht nötig. Wer ohne Licht unterwegs war, schien verdächtig und riskierte eine Busse.

1750 führten die Städte Genf und Bern die Strassenbeleuchtung ein, Zürich folgte etwas später. Die Beleuchtung der Strassen war allerdings nicht unumstritten: Für religiöse Bürger bedeutete das künstliche Licht einen Eingriff in die Ordnung Gottes.

Die ersten Leuchten waren Öllampen, die sogenannte «Anzünder» am Abend in Betrieb nahmen. Da ihr Unterhalt aufwändig und teuer war, brannten sie während Vollmondnächten nicht. Erst mit der Umstellung auf Gas und später mit der Elektrifizierung reduzierte sich dieser Aufwand und die Städte konnten sich eine ständige Beleuchtung während der Nacht leisten.

Um 1900 bestand die elektrische Beleuchtung noch aus Glüh- und Bogenlampen. Im Laufe des 20. Jahrhunderts kamen verschiedene Lampen zum Einsatz, die gegenüber ihrem Vorgänger jeweils Vorteile hatten: die Natriumdampf-Niederdrucklampe, die Quecksilberdampf- und die Natriumdampf-Hochdrucklampe und die Halogen-Metall-dampf- und Halogenlampe.

Derzeit wird vor allem auf LED-Leuchten gesetzt, die gegenüber anderen Lampentechnologien insbesondere in den Bereichen Effizienz, Lebensdauer und Funktionalität viele Vorteile aufweisen. Die LED wird sich auch in Zukunft weiterentwickeln – es lohnt sich daher für Betreiber von Anlagen, auf Innovationen zu achten – in der Lichttechnik, in der Steuerung und der Regelung von Strassenbeleuchtungen.



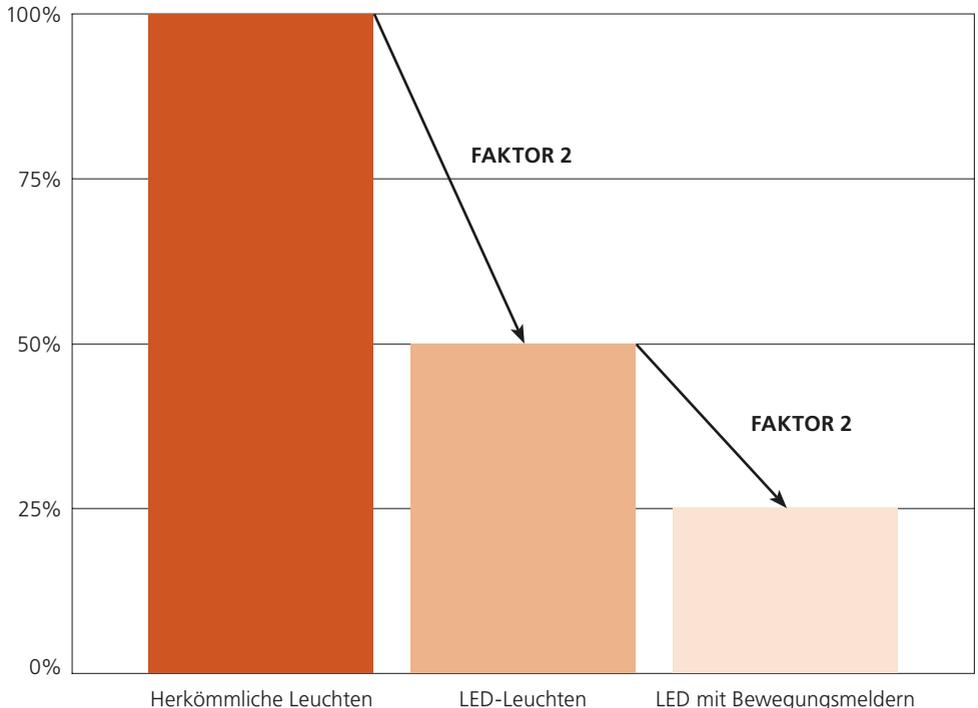
In Prag gibt es sie noch: Die «Anzünder», die in der Adventszeit die Gaslampen manuell anzünden (hier bei der Karlsbrücke). Quelle: Shutterstock

DANK LED STROM UND GELD SPAREN

Die Beleuchtung von Strassen benötigt in der Schweiz pro Jahr rund 410 Millionen kWh Strom. Dies entspricht etwa 0,7 Prozent des Gesamtelektrozitätsverbrauchs. Dieser Prozentsatz mag tief erscheinen, doch die Stromkosten für die Strassenbeleuchtung belaufen sich jährlich auf rund 70 Millionen Franken. Mit dem Einsatz einer effizienten Beleuchtung kann der Energieverbrauch um bis zu drei Viertel gesenkt werden. Da die Stromrechnung für die öffentliche Beleuchtung meist von der Gemeinde, dem Kanton oder dem Bund beglichen wird, entlasten diese Einsparungen auch die Steuerzahlerinnen und Steuerzahler.

Beim Bau neuer Strassenbeleuchtungen wird heute fast ausschliesslich auf LED gesetzt. Bei der Erneuerung bestehender Installationen ist der Anteil mit etwa 85 Prozent ebenfalls sehr hoch. Dies hat damit zu tun, dass LED-Leuchten gegenüber anderen Leuchten viele Vorteile aufweisen.

SPARPOTENZIAL BEI DER STRASSENBELEUCHTUNG: FAKTOR 4



VORTEILE UND RISIKEN VON LED

LED – die wichtigsten Vorteile

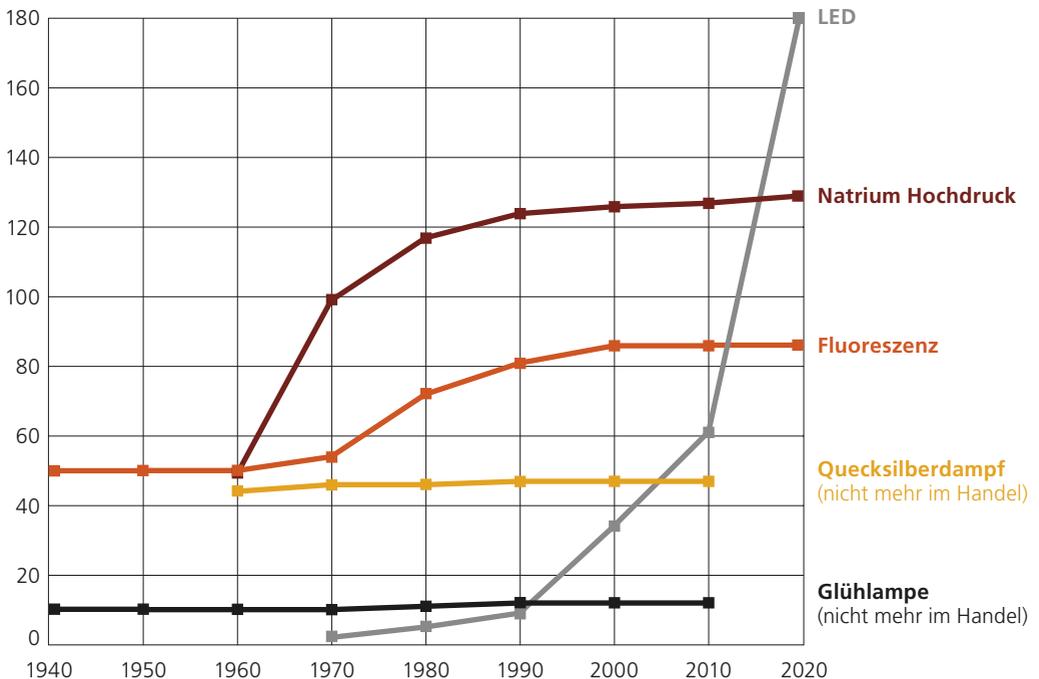
- Sehr hohe Lichtausbeute und damit Energieeffizienz
- Sehr lange Lebensdauer
- Weisses Licht mit guter Farbwiedergabe
- Gerichtetes Licht, dadurch gute Lichtlenkung und wenig Streuverluste
- Sofortiges Einschalten
- Dimmbar, steuerbar, schaltfest
- Durch die Dimmung verringert sich die Lichtausbeute nicht

LED – die Risiken

- Austauschbarkeit und künftige Verfügbarkeit der Komponenten nicht garantiert
- Produkte mit mangelhafter Wärmeabfuhr haben eine verkürzte Lebensdauer
- Fehlende Erfahrungswerte bezüglich Alterung

ENTWICKLUNG DER LEUCHTMITTEL

Lichtausbeute (Lumen pro Watt)



DIE STRASSENBELEUCHTUNG PLANEN

Eine sorgfältige, frühzeitige Planung ist das A und O beim Bau oder bei einer Sanierung einer Strassenbeleuchtung. Am Anfang steht eine Bestandsaufnahme, in der die federführende Organisation sich über Nutzen und Bedürfnisse, welche die Be-

leuchtung erfüllen soll, Klarheit verschafft. Der untenstehende Fragenkatalog kann als Orientierungshilfe dienen, welche Fragen zu Beginn des Projekts geklärt werden sollten.

NOTWENDIGKEIT

- Wo sind Konfliktzonen wie Kreuzungen, Einmündungen, Kreisel und Fussgängerstreifen?
 - Wie sind die Verkehrszahlen?
 - Welche Strassen und Plätze müssen beleuchtet werden?
 - Wo kann auf die Beleuchtung verzichtet werden – Strassenabschnitte ausserorts, naturnahe Lebensräume usw.?
- Rückbau bestehender Anlagen prüfen

QUALITÄT

- Wo sind die Schwerpunkte der Gemeinde hinsichtlich Sehkomfort, Energie, Gestaltung und Lichtemissionen?
 - Wo werden Akzente gesetzt?
 - Welche Farbtemperaturen werden an welchen Orten eingesetzt?
 - Wo ist eine gute Farbwiedergabe wichtig?
 - Mit welchen Grundsätzen werden die Anlagen saniert?
 - Welche Normwerte sind einzuhalten?
- Plan mit Grundsätzen

BELEUCHTUNGSDAUER

- Zu welchen Zeiten herrscht auf den Strassen geringe Aktivität?
 - In welchen Gebieten kann die Beleuchtung in der Nacht reduziert werden?
 - In welchen Gebieten kann die Beleuchtung ausgeschaltet werden?
 - Für welche Gebiete eignen sich dynamische Steuerungen?
- Bestimmen der Zeitfenster und der Absenkungswerte für die Reduktion

DIE WAHL EINER EFFIZIENTEN LEUCHE

Sind die vorstehend aufgeführten Fragen geklärt, ist der nächste Schritt die Auswahl einer effizienten Leuchte. Diese Auswahl muss gut durchdacht und auf die Gegebenheiten am Ort abgestimmt sein, wo die Strassenbeleuchtung geplant ist. Für eine

optimale Beleuchtung mit tiefem Energieverbrauch müssen zudem alle Komponenten der Beleuchtung gut aufeinander abgestimmt sein. Die folgende Übersicht zeigt, worauf geachtet werden muss:

DIE LICHTQUELLE

Die wichtigste Komponente ist eine effiziente Lichtquelle. Heute werden vorwiegend LED eingesetzt. Bei LED ist es sehr wichtig, dass die Wärme optimal abgeleitet wird, da sonst Lebensdauer und Lichtstrom mit der Zeit überproportional abnehmen.

DIE LEUCHE

Als Leuchte wird die Vorrichtung bezeichnet, in welche die Lichtquelle, der Kühlkörper, die Linsen oder Reflektoren und das Betriebsgerät eingebaut sind. Gute Leuchten sind modular aufgebaut und erlauben die Auswechslung einzelner Komponenten.

DAS BETRIEBSGERÄT

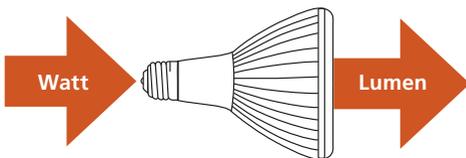
Elektronische Betriebsgeräte regeln die elektrischen Parameter so, dass die LED eine optimale Lichtausbeute und eine lange Lebensdauer aufweisen. Oft sind im Betriebsgerät intelligente Steuerungsfunktionen programmiert wie zum Beispiel Ein- und Ausschaltzeiten, Dimmprofile und die Überwachung der Temperatur.



QUALITÄTSKRITERIEN

Für LED gibt es verschiedene Qualitätskriterien, die bei der Wahl der Leuchte berücksichtigt werden sollten:

- Modularität: Einzelne Komponenten (LED-Modul, Betriebsgerät und Steuerung) müssen austauschbar sein, ohne dass die ganze Leuchte ersetzt werden muss.
- Hohe Lichtausbeute: Die Lichtausbeute (Lumen/Watt) ist der Quotient aus dem von der Lampe abgegebenen Lichtstrom (Lumen) und der von ihr aufgenommenen elektrischen Leistung (Watt). Die Lichtausbeute ist ein Mass für die Effizienz der Lampe. Bei LED liegt sie zwischen 100 und 150 lm/W.



- Hoher Leuchtenbetriebswirkungsgrad: Der Leuchtenbetriebswirkungsgrad gibt das Verhältnis des von einer Leuchte abgegebenen Lichtstroms zum Lichtstrom der verwendeten Lampen an. Er wird auch «Light Output Ratio» (LOR) genannt. Je höher diese Zahl, desto effizienter ist die Leuchte. Der Wirkungsgrad wird durch die Anordnung der LED, der Optik und eines allfällig vorhandenen Glases bestimmt.
- Konstante Lichtstromabgabe: Bei einer Leuchte mit konstanter Lichtstromabgabe, der soge-

nannten CLO-Technik, wird der Lichtstrom über die Lebensdauer der Leuchte konstant gehalten. Ein Wartungsfaktor ist nur noch für die Leuchtenverschmutzung in der Planung zu berücksichtigen. Die CLO-Technik hat den positiven Effekt, dass die anfängliche Überbeleuchtung wegen des Wartungsfaktors des Lichtstromrückgangs reduziert wird.

- Die Lichtverteilungskurven (LVK) müssen in elektronischer Form verfügbar sein. Die Lichtverteilung einer Leuchte hängt von den verwendeten Linsen und Reflektoren ab. Die Lichtverteilungskurve (LVK) visualisiert die Form und Symmetrie der Lichtverteilung. Dabei soll der Anteil des Lichts, der bei optimal installierten Leuchten oberhalb der Horizontalen abgestrahlt wird, möglichst tief sein. Gerade die LED-Technik mit den geringen Abmessungen einer LED macht eine genaue Modellierung der Lichtverteilung und damit eine Anpassung der Leuchte an unterschiedliche Strassengeometrien möglich. So kann auch die Lichtimmission auf angrenzende Gebäude minimiert werden.
- Garantie: Die übliche Garantiezeit beträgt fünf Jahre.
- Liefergarantie: Die Ersatzteile sollten zehn Jahre lang lieferbar sein.
- Partner: Die Wahl der Hersteller und Planer ist sehr wichtig. Sie müssen das Vertrauen der Auftraggeber genießen, Referenzen aufweisen und fachkompetent sein. Referenzobjekte sollten besichtigt werden.

- Leuchtendatenblatt mit folgenden Punkten muss vorhanden sein: elektrische Leistung, Lichtausbeute, Farbtemperatur, Lebensdauer, Schaltbarkeit und Steuerbarkeit der Anlage, Montageanweisungen, Messzertifikat. Das

Leuchtendatenblatt umfasst die technischen Informationen der Leuchte, den Einsatzbereich, den Wirkungsgrad, die Farbtemperatur der Lichtquelle und zahlreiche andere Angaben.

AUSZUG AUS EINEM LEUCHTENDATENBLATT

LEUCHTENNAME	MUSTER
Bestückung	20 LED 3500 lm
Montageart	Ansatz-/Aufsatzmontage
Steuerung	Dimmer von Musterfirma zur autarken mehrstufigen Nachtabsenkung
Lichtfarbe	4000 K neutralweiss
Farbwiedergabe RA	70
Optik	Strassenoptik
LED-Modul	Von Musterfirma
Modullichtstrom	3500 lm
Leuchtenwirkungsgrad	0,9
Leuchtenlichtstrom	3150 lm
Lebensdauer Definition	L90B10
Lebensdauer	100'000 h
Anschlussleistung Mittelwert	32 W
Betriebsgerät	LED-Treiber, dimmbar, mit automatischer Temperaturüberwachung
Netzspannung	230 V
Schutzart	IP66
Leuchtaufneigung	neigbar, 0°, +5° oder +10°
Empfohlene Lichtpunkthöhe	3,5–6 m

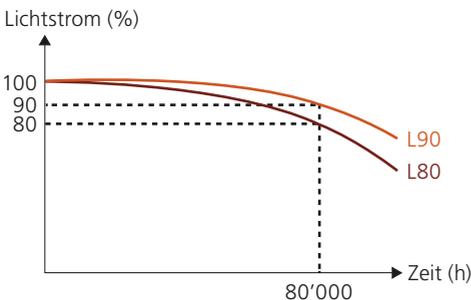
LED-CHARAKTERISTIKEN

LICHTSTROMRÜCKGANG UND LEBENSDAUER

Die Lichtausbeute einer LED verringert sich im Laufe der Zeit. Dieser Lichtstromrückgang wird mit dem L-Wert beschrieben. L70 bedeutet, dass das LED-Modul noch 70 Prozent des Ausgangslichtstroms abgibt. Der L-Wert steht immer im Zusammenhang mit einer Betriebsdauer sowie einer Ausfallrate (B) und definiert die Lebensdauer des LED-Moduls. Die Lebensdauer bezeichnet die Anzahl Betriebsstunden, nach welchen der Anteil B der LED den Anteil L ihres ursprünglichen Lichtstromes nicht mehr aufbringen. Ein weiteres Lebensdauermerkmal ist der C-Wert, welcher den Anteil der ausgefallenen Leuchten am Ende der Betriebsdauer beschreibt. Allerdings wird dieser Wert von den Herstellern nur selten angegeben.

Beispiel: L70/B50/C10 50'000 h bedeutet, dass nach einer Betriebsdauer von 50'000 Stunden der Lichtstrom bei 50 Prozent der LED-Module unter 70 Prozent des ursprünglichen Wertes liegt. Zehn Prozent aller Leuchten sind komplett ausgefallen.

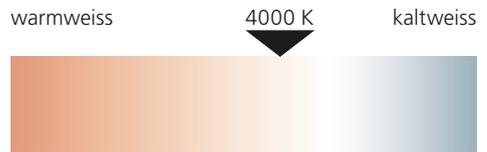
Typische Werte sind L80/B10 80'000 h oder L90/B10 80'000 h. Die Lebensdauer von LED ist deutlich



höher als diejenige aller anderen Lichtquellen, Hersteller versprechen bis zu 100'000 Betriebsstunden. Für die Lebensdauer der gesamten Leuchte sind jedoch auch jene der anderen Komponenten (z. B. Betriebsgerät) relevant, die oft kürzer sind.

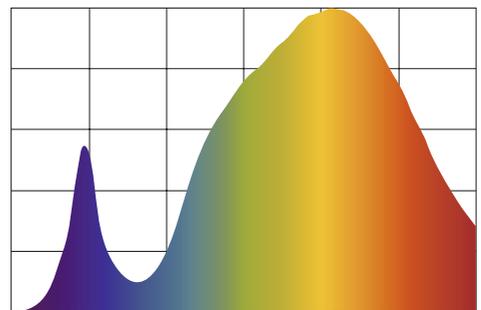
LICHTFARBE (KELVIN)

LED sind umso energieeffizienter, je höher ihre Farbtemperatur ist. In der Strassenbeleuchtung haben sich Farbtemperaturen zwischen 3000 Kelvin (warmweiss) und 4500 Kelvin (neutralweiss) etabliert.



FARBWIEDERGABE

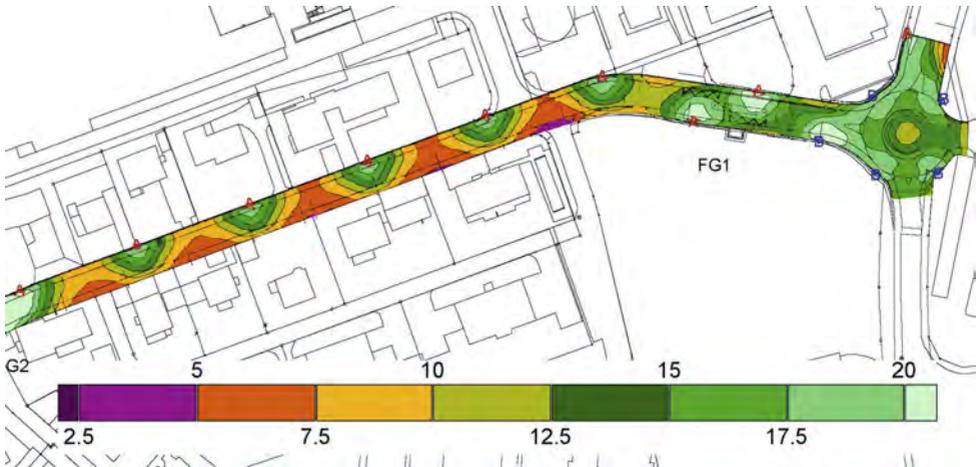
Der Farbwiedergabe-Index (Ra) drückt die Qualität der Farbwiedergabe aus. Der beste Wert ist Ra = 100. LED erreichen Werte zwischen 65 und 95.



SIMULATION DURCHFÜHREN

Ist die Leuchte aufgrund der Qualitätsmerkmale und Charakteristiken ausgewählt, empfiehlt es sich, die Beleuchtungssituation mit Hilfe der elektronischen Lichtverteilungskurve zu simulieren. So lassen sich die relevanten Parameter wie beispielsweise die Höhe und der Abstand der Kandelaber, die Nei-

gung des Leuchtenkopfs oder die optischen Eigenschaften auf die nach der Beleuchtungsnorm SN EN 13201 geforderte Beleuchtungsklasse optimieren. Die LED-Technik macht es hier möglich, Überbeleuchtungen und erhöhte unerwünschte Lichtimmissionen durch eine exakte Planung zu vermeiden.



Moderne Beleuchtungstechnik hat die Aufgabe, das Licht zum richtigen Zeitpunkt in der benötigten Intensität zur Verfügung zu stellen. Mit einem intelligenten Licht-Management kann eine effiziente, individuelle und bedarfsgerechte Beleuchtung von Strassen, Plätzen, Fussgängerzonen oder Parkanlagen realisiert werden. Das Licht-Managementsystem erlaubt neben der aktiven Steuerung der Beleuchtungsanlagen auch die permanente Überwachung der Betriebszustände. Damit wird ein kontinuierliches Energie-Monitoring möglich, das zum Beispiel defekte Lampen sofort detektiert oder den Energieverbrauch der Anlage laufend erfasst.

DÄMMERUNGSSCHALTER

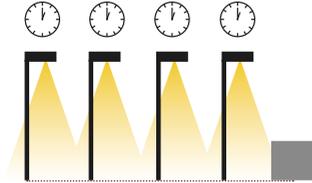
Mit einem zentralen Dämmerungsschalter kann die Strassenbeleuchtung am Abend automatisch ein- und am Morgen wieder ausgeschaltet werden. Über- oder unterschreitet die natürliche Helligkeit einen bestimmten Wert, sendet der Lichtsensor ein Signal aus und steuert so die Beleuchtung.



- Dämmerungsschalter werden an geeigneten Orten installiert – meist von Netzversorgern.
- Das Signal wird kleinen Elektrizitätswerken oder Gemeinden als Dienstleistung zur Verfügung gestellt.
- Dämmerungsschalter sind tagsüber gesperrt. So wird verhindert, dass sich die Strassenbeleuchtung am Tag einschaltet.
- Digitale Schalter lassen sich präziser justieren als analoge Schalter.
- Mindestens einmal pro Jahr sind die Schalter zu kontrollieren sowie die Sensoren zu reinigen.
- Sollwerte für das Ein- und Ausschalten werden durch das Fachpersonal verändert.

DREI STEUERUNGSARTEN

AUTARK



Das zwei- oder mehrstufige Betriebsgerät jeder Leuchte ist zeitabhängig vorprogrammiert. Die Zeitspannen und Sollwert-Einstellungen werden im Werk vorgenommen.

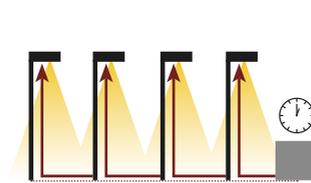
VORTEILE

- Günstige und einfache Lösung
- Keine Steuerphase nötig

NACHTEILE

- Die programmierten Zeiten sind nicht sehr genau (± 30 Minuten)
- Eine Differenzierung der Abschaltzeiten an Wochentagen und Wochenenden ist nicht möglich.

ZENTRAL



Die zentrale Steuerung schickt allen Leuchten im Strang das gleiche Signal, meistens über eine Steuerphase. Der Sollwert der Absenkung ist im Betriebsgerät jeder Leuchte programmiert, die Einstellung wird im Werk vorgenommen.

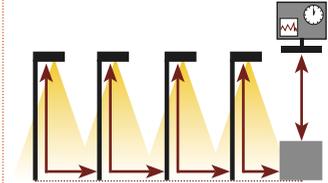
VORTEILE

- Günstige Nutzung der bestehenden Infrastruktur

NACHTEILE

- Es können nur ganze Gruppen gesteuert werden, nicht jede Leuchte einzeln.
- Gruppenänderungen aufwändig
- Mit Steuerphase nur zweistufig möglich.

INTELLIGENT



Mit dieser Steuerung können die Leuchten per Computer individuell und in Gruppen programmiert und gesteuert werden. Intelligente Steuerungen schicken auch Daten zurück (z. B. Informationen zu Betriebsstunden oder Defekten).

VORTEILE

- Sehr flexibel, jede Leuchte ist individuell programmierbar
- Zusatznutzen wie z. B. automatische Energieablesung, Abrechnung oder Defektmeldungen

NACHTEILE

- Hohe Kosten
- Technisches Wissen und Schulung für Anwender erforderlich

Neben der Effizienz der Leuchten beeinflusst auch die Betriebsart den Energieverbrauch einer Strassenbeleuchtung entscheidend. An zahlreichen Orten lohnt es sich, in verkehrsschwachen Zeiten, beispielsweise zwischen 23 Uhr und 5 Uhr, die Beleuchtungsstärke oder Leuchtdichte zu reduzieren oder die Beleuchtung gänzlich auszuschalten. Die Norm SNR 13201, Teil 1 «Strassenbeleuchtung – Leitfaden zur Auswahl der Beleuchtungsklassen» zeigt die Möglichkeiten einer Reduzierung der Beleuchtung anhand der stündlichen Verkehrszahlen. Der Einsatz von LED macht die Steuerung der Beleuchtung mit Hilfe von Bewegungssensoren möglich. Diese dynamischen Anlagen schalten nur auf

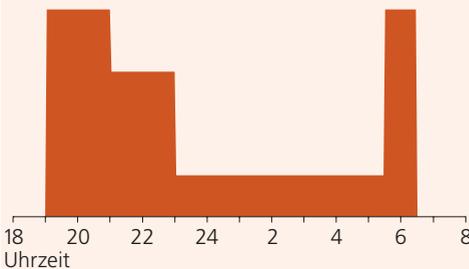
die höhere Beleuchtungsstärke oder Leuchtdichte, wenn sich Verkehrsteilnehmer auf der Strasse befinden. Nach kurzer Zeit wird die Helligkeit automatisch auf ein sehr tiefes Niveau reduziert oder ganz ausgeschaltet. Bei solchen Lösungen steigt der Planungsaufwand und eine Besichtigung vor Ort ist unerlässlich, doch der Energieverbrauch sinkt stark.

Die Wahl der Betriebsart ist Sache der Gemeinde respektive des Eigentümers der Strasse. Für Lampen mit einer Leistung über 30 Watt muss die Beleuchtungsanlage mindestens eine Nachtabsenkung ermöglichen.

FESTES DIMMPROFIL, NACHTABSENKUNG

Grundsätzlich eignen sich alle Strassen für feste Dimmpprofile. Essenziell bei der Planung ist, das Niveau der Absenkung zu wählen, dies sollte durch eine Fachperson in Übereinstimmung mit den gültigen Normen geschehen. Dies kann beispielsweise eine leichte Absenkung ab 21 Uhr und eine stärkere Absenkung ab 23 Uhr sein. Auf kaum oder gar nicht befahrenen Strassen kann die Beleuchtung in der Nacht ganz ausgeschaltet werden.

Energieeinsparung bis 50%

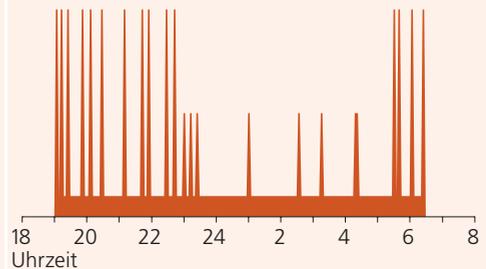


DYNAMISCHE BELEUCHTUNG

Für den Einsatz von Bewegungssensoren eignen sich:

- Strassen mit wenig Verkehr (weniger als 20 Verkehrsteilnehmer pro Stunde in der Nacht), z. B. Quartierstrassen, Velowege und schwach befahrene Verbindungsstrassen
- Strassen mit guter Sicht und ohne Hindernisse
- Plätze und Parkplätze

Energieeinsparung bis 85%

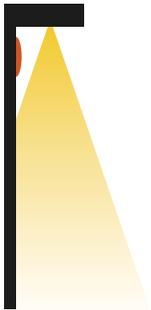


DYNAMISCHE STEUERUNG EINER STRASSENBELEUCHTUNG

Mit Bewegungssensoren wird die höhere Beleuchtungsstärke nur beansprucht, wenn ein Verkehrsteilnehmer auf der Strasse ist. Anschliessend reduziert sich die Helligkeit automatisch auf 0% bis 20%, je nach Einstellung.

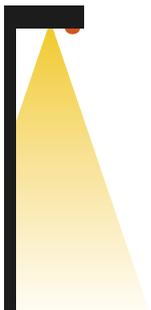


PLATZIERUNG DES BEWEGUNGSSENSORS



Mast

Ist der Bewegungssensor am Mast montiert, ist sein Erfassungswinkel gross und eine Nachjustierung möglich. Da Sensor und Leuchte meist von verschiedenen Lieferanten stammen, ist die Produkteabhängigkeit geringer. Die Kosten und der Montageaufwand sind grösser als bei integrierten PIR.



Leuchte

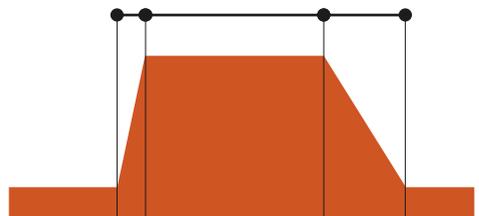
Die Integration des Sensors in die Leuchte ist zurzeit nur mit PIR möglich. Diese Lösung hat finanzielle und ästhetische Vorteile. Es fehlt allerdings die Möglichkeit, den Sensor auszurichten. Deshalb muss er im Voraus richtig ausgewählt werden.

SANFTES EIN- UND AUSSCHALTEN

Anwohnerinnen und Anwohner können sich durch das plötzliche Ein- und Ausschalten des Lichtes von dynamischen Systemen gestört fühlen. Deshalb sollen diese Vorgänge sanft erfolgen. Die gewählte Brenndauer hängt von der Art der Verkehrsteilnehmer ab. Benützen lediglich Autos die Strasse, so reichen kurze Brennzeiten (z. B. 30 Sekunden). Bei Fussgängerinnen und Fussgängern muss das Licht länger eingeschaltet bleiben (bis zu 180 Sekunden).

BEISPIEL EINES SCHALTZYKLUS

Einschalten	Brenndauer	Ausschalten
0,5 bis 1 s	30 bis 180 s	3 bis 5 s



WARTUNG UND UNTERHALT

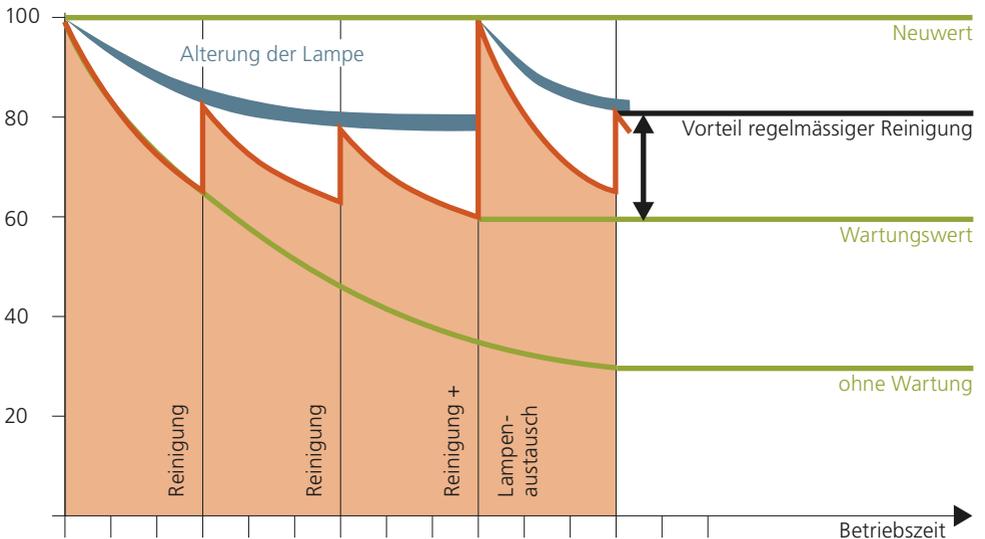
Ein systematischer Unterhalt beginnt bereits mit der Planung einer Anlage. Die Investitionen in die Strassenbeleuchtung von heute beeinflussen die Kosten für den Unterhalt von morgen. So kann sich eine in der Anschaffung kostengünstige Leuchte als sehr teuer in der Wartung erweisen.

Damit eine Strassenbeleuchtung störungsfrei und energieeffizient funktioniert, sind regelmässige Kontrollen, Reinigung und Wartung der Lichtpunkte unverzichtbar. Erhebungen der Kosten von Strassenbeleuchtungen zeigen, dass beinahe ein Drittel der Betriebskosten auf Wartung und Unterhalt entfällt.

Je nach Lage verschmutzen Strassenleuchten mehr oder weniger rasch. Insekten verstärken diesen Effekt. Wuchernde Pflanzen, Baumkronen, Schmutz und Alterung der Leuchten beeinträchtigen häufig die Beleuchtungsqualität.

Die Grafik zeigt die Beleuchtungsstärke bezogen auf den Installationszeitpunkt (100 Prozent) und die Reinigungszyklen. Unschwer ist der Einfluss der Reinigung auf die Beleuchtungsstärke zu erkennen. Bei regelmässiger Reinigung können von Anfang an geringere Leistungen installiert werden. Das spart dauerhaft Energie.

BELEUCHTUNGSSTÄRKE IN PROZENT

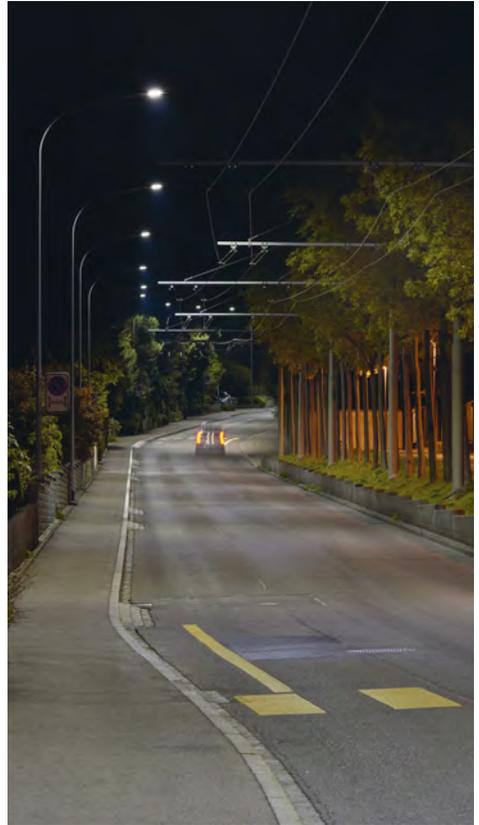


UNERWÜNSCHTE LICHTEMISSIONEN VERMEIDEN

LICHT OHNE NUTZEN

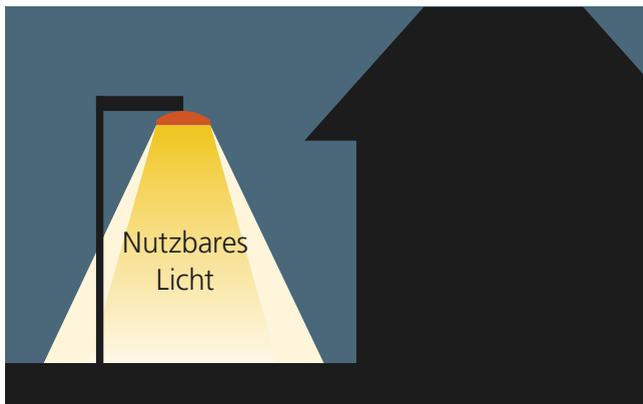
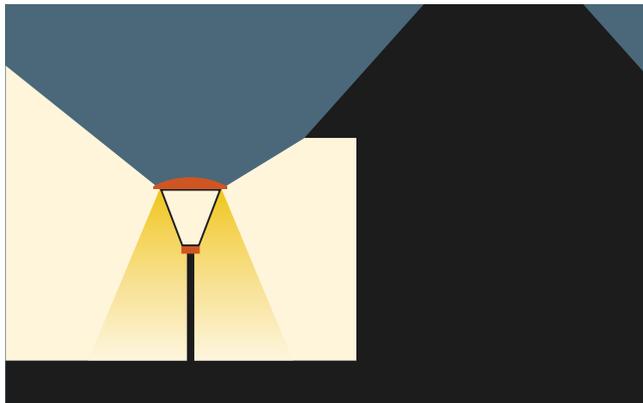
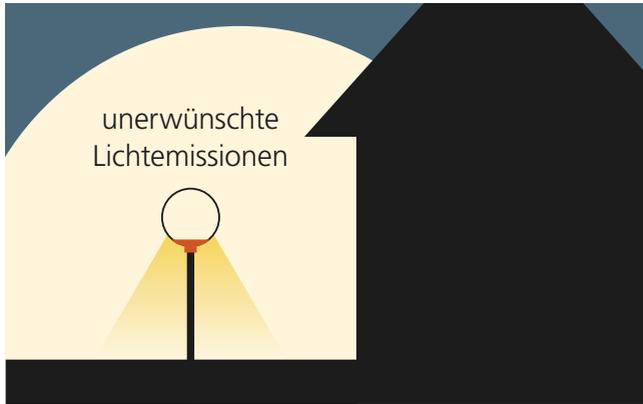
Viele Lichtquellen strahlen auch in Bereiche ohne Nutzen. Diese unerwünschten Lichtemissionen verbrauchen unnötig viel Energie. Zudem beeinträchtigen sie Mensch und Umwelt. Zugvögel und Insekten, aber auch andere Tiere, orientieren sich nachts an natürlichen Lichtquellen wie Mond und Sterne. Künstliche, nach oben strahlende Lichtquellen lenken fliegende Tiere ab und stören dadurch ihre Orientierung sowie ihr Ernährungs- und Fortpflanzungsverhalten. Licht, das auf Fassaden und in Wohnzimmer fällt, stört Anwohnerinnen und Anwohner. Die Minimierung unerwünschter Lichtemissionen vermeidet auch zahlreiche Konflikte, die sich in Wohnquartieren aufgrund enger Nachbarschaft von Strassenleuchten und Wohn- sowie Schlafräumen ergeben.

Die Lichtverteilung muss also der Strassenbreite angepasst und jede Abstrahlung nach oben vermieden werden. Jede Aussenbeleuchtung verursacht durch Reflexionen unerwünschte Lichtemissionen. Dies lässt sich nicht verhindern, wohl aber durch geeignete Massnahmen reduzieren. Überbeleuchtung kann in jedem Falle durch eine korrekte Planung verhindert werden.



VERMINDERUNG UNERWÜNSCHTER LICHTEMISSIONEN – VIER PUNKTE

- **Notwendigkeit:** Beleuchtungen, die nicht der Sicherheit dienen, sind zu hinterfragen. Bei bestehenden Anlagen ist ein Rückbau zu prüfen.
- **Geometrie:** Durch geschickte Anordnung von Leuchten und durch korrekte Lichtlenkung lassen sich unerwünschte Lichtemissionen reduzieren. Das Licht soll nie über den Horizont strahlen.
- **Beleuchtungsstärke:** Das Beleuchtungsniveau sollte die in den Normen festgelegten Werte nicht überschreiten.
- **Steuerung:** In verkehrsschwachen Zeiten soll die Beleuchtungsstärke bzw. die Leuchtdichte reduziert werden. Dies erfolgt durch eine Nachtabsenkung, Nachtabschaltung oder mittels Bewegungsmeldern.



Drei Varianten der Beleuchtung: Unerwünschte Lichtemissionen ergeben sich in den Situationen oben und in der Mitte. Vorbildlich ist die Lichtlenkung in der dritten Grafik.

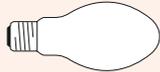
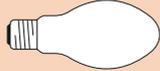
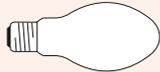
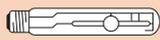
NORMEN UND GESETZE

KOMPONENTEN

Die Lichtausbeute und die Wirkungsgrade der Lampen, Leuchten und Betriebsgeräte sowie weitere technische Eigenschaften werden in der Schweiz durch die Energieverordnung (EnV) geregelt. Anhang 2.14 der Verordnung regelt die An-

forderungen an Leuchtstoff- und Hochdruckentladungslampen sowie an Betriebsgeräte und Leuchten. Er nimmt Bezug auf die europäische Verordnung (EG) Nr. 245/2009.

ZUSAMMENFASSUNG ANFORDERUNGEN HOCHDRUCKENTLADUNGSLAMPEN

TECHNIK		ANFORDERUNGEN
Quecksilberdampf lampen		Seit 2015 verboten
Natriumdampf lampen Plug-in		Seit 2015 verboten
Natriumdampf lampen Mattglas		Lichtausbeute > 80 lm/W
Natriumdampf lampen Klarglas		Lichtausbeute > 90 lm/W
Metall dampf lampen Mattglas		Lichtausbeute > 75 lm/W
Metall dampf lampen Klarglas		Lichtausbeute > 80 lm/W
Vorschalt geräte		Wirkungsgrad > 85%
Leuchten		Neue Leuchten müssen mit den ab 2017 vorgeschriebenen Vorschaltgeräten kompatibel sein

Die Werte gelten für Lampen mit 70 Watt.

Die Anforderungen an die Energieeffizienz von netzbetriebenen elektrischen Lampen mit gebündeltem Licht, also auch LED-Lampen und ihre da-

zugehörigen Geräte, finden sich in Anhang 2.15 der Verordnung. Er nimmt Bezug auf die europäische Verordnung (EG) Nr. 1194/2012.

ZUSAMMENFASSUNG ANFORDERUNGEN LED

BETRIEBSEIGENSCHAFTSPARAMETER	ANFORDERUNGEN
Lichtausbeute	≥ 68 lm/W bzw. EEI ≤ 0,2
Lampen-Lebensdauerfaktor bei 6000 h	≥ 0,90
Lichtstromerhalt bei 6000 h	≥ 0,80
Zahl der Schaltzyklen bis zum Ausfall	≥ 15'000
Frühausfallrate	≤ 5,0% bei 1000 h
Farbwiedergabe (Ra)	≥ 65 für Aussenanwendungen

PLANUNG

Für die Planung und Auslegung einer Strassenbeleuchtung gilt die Norm SN EN 13201 «Strassenbeleuchtung». Sie ist in fünf Teile gegliedert und hat zum Ziel, die technischen Anforderungen gesamt-europäisch zu vereinheitlichen und auf ein gemeinsames Niveau zu bringen. In der Schweiz wird diese Norm durch die Richtlinie SLG 202 «Öffentliche Beleuchtung: Strassenbeleuchtung» ergänzt und

präzisiert. Die SLG-Empfehlung 450a/2008 «Energie in der öffentlichen Beleuchtung» erläutert, wie die Leistungs- und Energiewerte berechnet und verglichen werden.

UNTERHALT

Die Starkstromverordnung SR 734.2 regelt die Kontrolle der Strassenbeleuchtung wie folgt:

ARTIKEL	VORGABE
Art. 17:	Betriebsinhaber müssen ihre Starkstromanlagen dauernd instandhalten und periodisch reinigen und kontrollieren
Art. 18:	Die Kontrollperioden dürfen 5 Jahre nicht überschreiten
Art. 19:	Zu jeder Kontrolle wird ein Bericht erstellt. Er ist über mindestens zwei Kontrollperioden aufzubewahren

GUTE BEISPIELE

WITTENBACH SG

Die fälligen Sanierungsarbeiten an der Erlackerstrasse in Wittenbach SG wurden genutzt, um an den 15 Kandelabern eine völdynamische, zweistufige LED-Strassenbeleuchtung anzubringen. Detektoren erfassen die Verkehrsteilnehmer und aufgrund dieser Information geben die Leuchten auf die Ver-

kehrsfäche nur so viel Licht wie nötig ab. Bei Schnellverkehr sind das 100 Prozent und bei Langsamverkehr 30 Prozent der Beleuchtungsstärke. Anschliessend wird das Licht wieder ausgeschaltet. Die Energieeinsparung liegt bei 87 Prozent.

	VORHER	NACHHER
Lampentyp	Natriumdampf- Hochdrucklampen	LED
Betriebsregime	Nachtabsenkung	Voll dynamisch
Sensortyp	–	Radar
Anzahl Leuchten	15	15
Leistung pro Leuchte inkl. Betriebsgerät	100 W + 21 W	67 W total
Betriebsstunden	3140 h/a.	721 h/a.
Energieverbrauch pro Leuchte	380 kWh/a.	48 kWh/a.
Energieeinsparung	–	87%



MARLY FR

Die Gemeinde Marly zählt 8085 Einwohner und hat beschlossen, alle ihre 760 Strassenleuchten auf LED umzurüsten. Dieses gross angelegte Projekt wird in vier Etappen umgesetzt, wobei die letzte Etappe im Frühling 2017 abgeschlossen sein wird. Die Gemeinde tauscht nicht nur das Leuchtmittel

aus, sondern reduziert zudem zwischen Mitternacht und 6 Uhr morgens die Leistung der Strassenleuchten. Mit diesen beiden Massnahmen spart sie pro Jahr 300'000 kWh Strom ein und senkt ihren Stromverbrauch für die Strassenbeleuchtung um 65 Prozent.

	VORHER	NACHHER
Lampentyp	Natrium- und Quecksilberdampflampen	LED
Betriebsregime	Ganze Nacht	Nachtabenkung
Anzahl Leuchten	760	760
Leistung pro Leuchte inkl. Betriebsgerät	145 W	72 W
Betriebsstunden	4200 h/a.	2940 h/a.
Energieverbrauch pro Leuchte	607 kWh/a.	213 kWh/a.
Energieeinsparung	–	65%



Die Inhalte dieser Broschüre wurden durch Energieversorgungsunternehmen, Hersteller und Fachexperten unter der Leitung der Schweizerischen Agentur für Energieeffizienz S.A.F.E erarbeitet. Die Empfehlungen der Arbeitsgruppe werden regelmässig auf www.topstreetlight.ch veröffentlicht.

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Postadresse: CH-3003 Bern
Infoline 0848 444 444, www.energieschweiz.ch/beratung
energieschweiz@bfe.admin.ch, www.energieschweiz.ch

Vertrieb: www.bundespublikationen.admin.ch
Artikelnummer 805.906.D

