

**Zeitschrift:** bulletin.ch / Electrosuisse  
**Herausgeber:** Electrosuisse  
**Band:** 104 (2013)  
**Heft:** 1

**Artikel:** LEDs in der öffentlichen Beleuchtung  
**Autor:** Haller, Jörg  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-856443>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 29.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# LEDs in der öffentlichen Beleuchtung

## Kontinuierliche Verbesserung der Energieeffizienz

LEDs kennt man schon seit Jahrzehnten. Die früheren Generationen von Leuchtdioden sind aber nicht vergleichbar mit den LEDs, die heute Strassen und Plätze beleuchten: Die Lichtausbeute der aktuellen LEDs ist um ein Vielfaches höher, ihre Einbettung und Kühlung in den Beleuchtungssystemen wesentlich anspruchsvoller. Da diese LEDs erst seit kurzer Zeit zur Verfügung stehen, kann man nicht auf Langzeiterfahrungen zurückgreifen. Untersuchungen der EKZ zeigen den erreichten Stand auf und weisen auf Trends hin.

### Jörg Haller

Eine LED-Leuchte für die öffentliche Beleuchtung muss heute hauptsächlich zwei Kriterien erfüllen: Eine hohe Beleuchtungsqualität und einen kleinen Stromverbrauch. Für eine optimale Wirtschaftlichkeit soll eine Leuchte zudem sehr langlebig sein und einen kleinen Wartungsaufwand erfordern. Auch das optische Erscheinungsbild spielt zunehmend eine Rolle. Während sich eine klassische Strassenleuchte eher dezent in das Strassenbild einfügen soll, steigt in Zentren von Gemeinden und Städten zunehmend auch das Bedürfnis, das Ortsbild gezielt mit speziellen Leuchten zu verschönern und zu gestalten.

Vor 3 Jahren war es nicht einfach, LED-Leuchten zu finden, mit denen man eine Situation wirklich angemessen beleuchten konnte. Ausserdem hatten fast alle der ersten LED-Leuchten Schwierigkeiten damit, die Randzonen der zu beleuchtenden Flächen zu erreichen. So war die Strasse zwar meist hell beleuchtet, die Trottoirs jedoch in einigen Fällen bereits völlig im Dunkeln. Diese Unzulänglichkeit wurde bei der neuen LED-Leuchtengeneration behoben.

Zurzeit verrichten im Gebiet der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) bereits in über 60 Gemeinden LED-Leuchten ihren Dienst. Im Rahmen der Pilotphase wurden in den vergangenen Jahren zudem rund 40 Varianten von Leuchten 14 verschiedener Hersteller eingesetzt.

### Ein Blick zurück

Besonders bei den Herstellern hat sich mit dem Aufkommen der LED-Technik einiges bewegt. Plötzlich kamen viele

neue Anbieter auf den Markt, die in den meisten Fällen zuvor keinerlei Berührungspunkte mit dem Bereich Beleuchtung hatten. Einige kamen aus der Metallbearbeitung oder der Elektronik, andere sogar aus der Informatik oder der Automobilindustrie. Zwischen den Leuchten und Produkten verschiedener Hersteller liegen auch heute noch Welten.

Zahlreiche verfügbare Produkte hätten den Energiebedarf sogar erhöht und die Ausleuchtung der Strasse in einigen Fällen verschlechtert. Einige Anbieter haben sich nach kurzer Zeit wieder zurückgezogen, da die Konstruktion einer guten Strassenleuchte sehr viel Know-how und Engineering erfordert.

In dieser frühen Phase wurde mit grossen Energieeinsparungen und der möglichen Kostenersparnis geworben. Einsparpotenziale von über 50% waren scheinbar die Regel und vielerorts wollte man diese vielversprechende neue Technik möglichst rasch einsetzen. Bei genauerer Betrachtung kehrte dann eine gewisse Ernüchterung ein, denn man merkte schnell, dass die grossen Einsparungen nur bei einer sehr alten und ohnehin ineffizienten Beleuchtung möglich waren. Gegenüber neueren Anlagen waren meist noch keine Einsparungen möglich. Bei vielen Produkten war auch die Qualität der Beleuchtung eher ein Rückschritt. Zudem waren die neue Technologien deutlich teurer als die etablierten.

### LED-Technik heute

Mittlerweile bietet eine Auswahl guter Hersteller praxistaugliche Produkte an. Ein Punkt, bei dem heute noch Hand-

lungsbedarf besteht, ist die fehlende Standardisierung der Leuchtmittel: Jeder Hersteller hat sein eigenes System, das mit anderen Leuchten nicht kompatibel ist. Das Hauptproblem dabei ist die Tatsache, dass es nicht klar ist, welche der Systeme und Ersatzteile in einigen Jahren überhaupt noch zur Verfügung stehen werden.

Es gibt in der Branche durchaus Bestrebungen für eine Standardisierung, die aber noch in den Anfängen stecken. Ein Grund dafür ist, dass in der Entwicklung der optischen Komponenten ein Grossteil des Know-hows der einzelnen Hersteller steckt und hohe Investitionen für die entsprechenden Entwicklungen getätigt werden mussten.

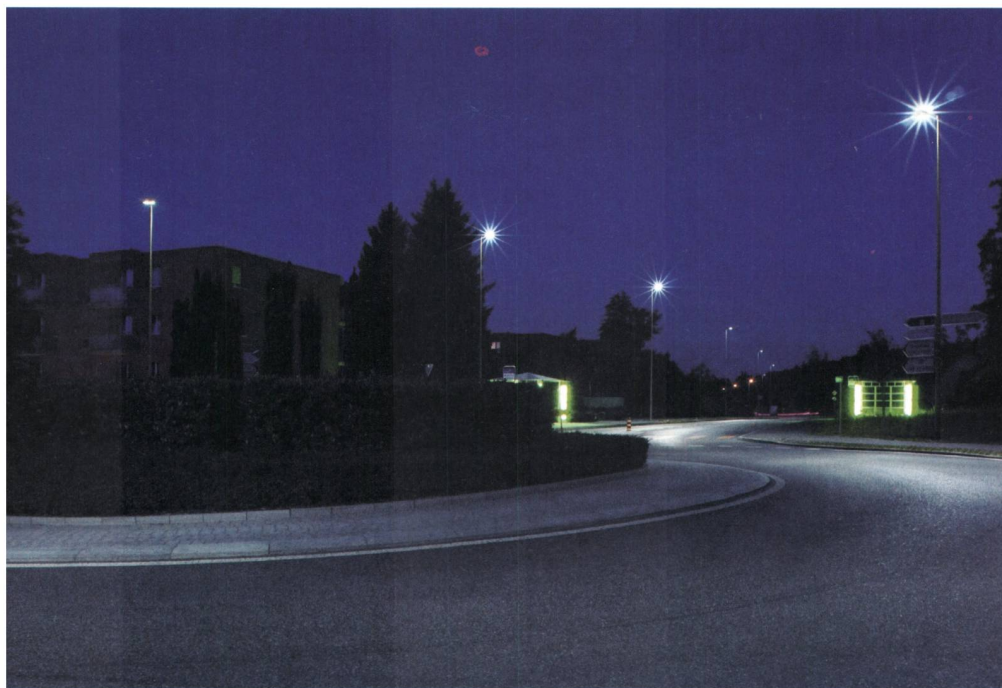
Die EKZ können den Gemeinden und dem Kanton bezüglich Produktwahl eine gewisse Sicherheit bieten. Wenn aber eine Gemeinde auf sich alleine gestellt ist, ist es schwer, heute eine nachhaltige Entscheidung für eine LED-Beleuchtung zu treffen. Alleine die Auswahl der richtigen Leuchte für die jeweilige Situation ist eine Aufgabe, die Laien nicht alleine bewältigen können – eine fachliche Unterstützung ist unumgänglich.

### Beurteilung

Die EKZ haben sich in den vergangenen 3 Jahren intensiv mit dem Vergleich und der Erprobung von LED-Leuchten auseinandergesetzt. Praktisch alle vorgestellten Leuchten wurden gesichtet und verglichen, was viel Zeit in Anspruch genommen hat. Wenn vielversprechende Leuchten die technischen Kriterien erfüllt haben, wurden sie in Pilotanlagen getestet. Als Grundlage wurde stets eine Dokumentation der Leuchte mit fotometrischen Daten verwendet, um einen ersten Eindruck von der Leuchte und ihren Einsatzmöglichkeiten zu erhalten.

### Energiesparpotenziale

Die erste Frage, die bei LEDs immer gestellt wird, lautet: Wie viel Energie kann man sparen? Dies kommt grundsätzlich auf die Ausgangslage an: Auf die bereits eingesetzte Leuchtentechnologie und auf deren Dimensionierung. Bei einer unterdimensionierten Anlage ist es möglich, mit einer neuen, korrekt dimensionierten Anlage der neuesten Technologie mehr Energie zu verbrauchen als zuvor. Ent-



**Bild 1** 2009 erbaute Pilotanlage an der Eggrasse in Rüschlikon.

scheidend ist auch, ob bereits eine energieeffiziente Technologie im Einsatz ist oder eine Beleuchtung ihren Zenit schon überschritten hat.

Was man allgemein vergleichen kann, sind Einsparpotenziale bei Neuanlagen verschiedener Technologien. Vergleicht man beispielsweise die heute effizientesten LED-Leuchten mit den effizientesten Natriumdampfhochdrucklampen bei gleichen Beleuchtungsanforderungen, so können im Bereich von Sammelstrassen mit LED durchaus bis zu 30% Energie bei gleicher Lichtqualität auf der Strasse eingespart werden. Vergleicht man die Beleuchtung von Wegen oder Anwohnerstrassen, so sind teilweise Potenziale von 40% und höher vorhanden, da diese Situationen der LED-Technik am meisten entgegenkommen und die Vergleiche meist mit weniger effizienten Leuchtmitteln erfolgen. Bei Situationen mit sehr hohen Anforderungen wie beispielsweise bei Kreiseln oder grossen Strassen, sind die Einsparmöglichkeiten oft noch gering.

#### Lichtemissionen

Das Thema Verminderung von Streulicht und damit eine Reduktion der sogenannten «Lichtverschmutzung» ist ein Thema, das oft zusammen mit LEDs genannt wird. Mit einer LED-Leuchte ist es in vielen Fällen tatsächlich möglich, den direkten seitlichen Streulichtanteil der Leuchten zu minimieren, ja vollständig

zu eliminieren. Der indirekte Anteil – die Reflexionen der Strasse und ähnliches – lässt sich mit LEDs nicht eliminieren. Es gibt auch Situationen, in denen ein gewisser Lichtanteil zur Seite erwünscht ist, beispielsweise bei der Beleuchtung von Parks oder im städtischen Bereich, wo eine zu exakt beleuchtete Strasse durchaus eine gespenstische und wenig ansprechende Stimmung schaffen kann. Auch das Stadtbild lässt sich dann nicht mehr so wahrnehmen. Um dies zu beheben, benötigt es jedoch keine grossen Lichtleistungen – LEDs mit sehr kleinen Lichtleistungen können hier bereits Akzente setzen. Dies ist eine der Aufgaben der Leuchtenentwicklung für die kommenden Jahre.

#### Fussgängerstreifen

Die Sicherheit an Fussgängerstreifen war in den vergangenen Jahren immer wieder ein grosses Thema. Im Kanton Zürich läuft ein Projekt, bei dem man sich dem Thema ganzheitlich nähern möchte. Neben verschiedenen Untersuchungen und statistischen Auswertungen wurde in der Gemeinde Höri eine Strecke mit verschiedenen Anordnungen und Markierungen ausgerüstet. Ein wichtiger Aspekt ist die Beleuchtung eines Abschnitts mit LED-Leuchten durch die EKZ. Auch in anderen Kantonen sind vergleichbare Bestrebungen im Gange.

Nebst einer guten Markierung und aufmerksamen Verkehrsteilnehmern

kann die Beleuchtung einen wichtigen Beitrag zur Sicherheit leisten. Fährt man durch die Gemeinden, sieht man oft Fussgängerstreifen, die vor Jahrzehnten errichtet wurden und nicht mehr den neusten Beleuchtungsnormen entsprechen.

Bei Sanierungen der Strassenbeleuchtung ist man heute bemüht, diese Fussgängerstreifen nach den aktuellen Richtlinien der Schweizer Lichtgesellschaft beidseitig zu beleuchten und so eine optimale Aufhellung des ganzen Bereiches und eine seitliche Anstrahlung des Fussgängers zu erreichen. Dies ist je nach Situation mit hohen Kosten verbunden und kann von den Gemeinden meist nicht innerhalb kurzer Zeit finanziert werden.

Ein in den letzten Monaten oft gehörter Vorschlag ist der Einsatz von LED-Leuchten bei der Beleuchtung von Fussgängerstreifen, um die Sichtbarkeit der Fussgänger zu erhöhen. Tatsächlich haben LEDs gegenüber konventionellen Leuchten den Vorteil, dass die bereits aus einer gewissen Distanz sichtbare Veränderung der Lichtfarbe auf die Fussgängerübergänge aufmerksam macht. Die erforderlichen Beleuchtungsstärken sind allerdings in beiden Fällen die gleichen, denn sie folgen den Vorgaben der Norm. Alleine auf den Vorteil der anderen Lichtfarbe zu bauen, wäre jedoch trügerisch, denn es ist davon auszugehen, dass in einigen Jahren die Anzahl weisser Lichtquellen wie LEDs stark zunimmt und der Farbkontrast somit entfällt. Ein weiterer Vorteil von LED-Leuchten ist die bessere Farberkennung, die durch das weisse Licht der LEDs ermöglicht wird. Allerdings sind die Fussgänger häufig dunkel gekleidet und somit schwindet der Vorteil. Es gibt noch zahlreiche weitere Kriterien, die ebenfalls eine Rolle spielen.

Die Praxiserfahrungen bestätigen, dass es heute in vielen Fällen möglich ist, Fussgängerstreifen mit LED so zu beleuchten, dass die geforderten Lichtstärken erreicht werden können. In manchen Fällen ist auch ein besseres Farb- und Kontrastsehen möglich. Entscheidend bei der Beleuchtung von Fussgängerstreifen ist aber nicht primär die Technologie, sondern die richtige Planung, Ausleuchtung und Anordnung.

#### Welche LED-Leuchten sind empfehlenswert?

Die Fachabteilung «öffentliche Beleuchtung» der EKZ hat in den vergangenen 3 Jahren Hunderte verschiedener Lichtverteilungen von Leuchten zahlrei-

cher Hersteller verglichen, mit dem Ziel, für bestimmte Situationen jeweils die optimalen Leuchten zu eruieren. Oft kamen Anfragen, ob die EKZ-Ergebnisse und Erfahrungen veröffentlicht würden. Da sich die Ergebnisse jedoch immer nur auf eine spezifische Situation und eine bestimmte Variante einer Leuchte beziehen, ist dies nicht möglich. Es genügt, einen der Parameter zu verändern, und unter Umständen ist ein anderes Modell geeigneter. Alleine von einem einzigen Leuchtentyp eines Unternehmens sind 693 verschiedene Varianten verfügbar. Die Veröffentlichung von Ranglisten würde der Komplexität des Themas nicht gerecht werden. Zudem müsste die Aktualisierung einer solchen Liste mindestens im Quartalsrhythmus geschehen.

Insgesamt schafften es Produkte von 17 Herstellern in die engere Auswahl. Einige dieser Produkte erwiesen sich bei genauerer Betrachtung als praxistauglich und waren in der Lage, die gleichen Situationen so zu beleuchten, dass hierbei auch noch Energie gespart werden konnte. Andere Produkte waren grundsätzlich auch geeignet, sie erreichten aber die heute mögliche Ausleuchtung nicht, d.h. man würde mehr Leuchtstellen benötigen und die Projektkosten und der Energieverbrauch wären höher. Bei der Sanierung von bereits bestehenden Anlagen hätte man mit diesen Leuchten das Problem einer unzureichenden Ausleuchtung, weshalb sich diese Gruppe nur als bedingt geeignet erwies. Teilweise war hier auch der vergleichbare Energiebedarf höher, als der von heute eingesetzten Natriumdampfhochdrucklampen. Eine dritte Gruppe von Leuchten enttäuschte die Erwartungen, denn sie war überhaupt nicht in der Lage, eine angemessene Beleuchtungssituation zu bieten.

Allgemein fiel auf, dass die Produkte der etablierten Aussenbeleuchtungshersteller tendenziell später auf den Markt kamen, dann aber aufgrund ihrer Erfahrungen grosse Vorteile in den Bereichen Lichttechnik und Ausleuchtung hatten. Diese Hersteller wissen, worauf es im Bereich der öffentlichen Beleuchtung ankommt und haben die entsprechenden Möglichkeiten, dies umzusetzen.

Zahlreiche neue Anbieter – auch durchaus ambitionierte und engagierte Unternehmen – kamen zwar auf den Markt, überzeugten aber in den meisten Fällen bezüglich Lichttechnik nicht.

Da es immer noch keine in der Breite einsetzbare Standard-LED-Module für die Strassenbeleuchtung gibt, gilt es immer

sehr genau zu prüfen, welches System und welchen LED-Hersteller man wählt oder ob man eventuell noch abwartet.

### Zwei Praxisbeispiele

Die Entwicklung der LED-Leuchten für den öffentlichen Bereich lässt sich am Besten an zwei Praxisbeispielen zeigen. Im Jahr 2009 errichteten die EKZ an der Kantonsstrasse in Rüslikon die schweizweit erste Anlage dieser Art, und in der Gemeinde Wädenswil kurz darauf die zweite an einer Quartierstrasse. Nach 3,5 Jahren wurde nun verglichen, wie dieselbe Beleuchtung mit den gleichen Produkten der Hersteller heute möglich wäre.

Die Pilotanlage an der Eggstrasse in Rüslikon (Bild 1) wurde mit Leuchten eines namhaften italienischen Herstellers ausgerüstet und hatte eine gemessene Leistung von 110 W pro Leuchte – gegenüber der alten Beleuchtung war eine Energieersparnis von rund einem Drittel möglich. Damals wäre es auch möglich gewesen, eine neue Anlage mit Natriumdampfhochdrucklampen zu erstellen, welche die gleiche Energieersparnis erreicht hätte. Nun, 3,5 Jahre später, wurde die Anlage nochmals neu projektiert, mit dem Ergebnis, dass mit den neuen LED-Leuchten eine Energieersparnis von 58% möglich wäre – eine Verbesserung um nochmals 35%.

Vergleicht man die Ausleuchtung der Strasse und des angrenzenden Fuss-/Radweges, so erreichte man bereits damals mit den LED-Leuchten eine sehr schöne und homogene Ausleuchtung der Strasse. Die seitliche Lichtausstrahlung und somit die Lichtemission ist gering. In

diesem Fall fällt im Bereich des Rad-/Fusswegs das Licht jedoch sehr schnell ab. Der Effekt, dass man im unmittelbar an die Strasse angrenzenden Bereich zu wenig Licht hatte, war bei allen LED-Leuchten der ersten Generation ein Thema. Mit der Nachfolgeleuchte ist es heute möglich, die Situation auch in der Breite optimal auszuleuchten.

Die Pilotanlage in Wädenswil wurde 2009 kurz darauf mit Mini-Leuchten des Marktführers erstellt (Bild 2). Auch hier war damals bereits eine Reduktion des Energiebedarfs um 25% möglich. Mit der neuesten Generation der Leuchten wären es heute bei gleicher Ausleuchtung sogar 43%. Die wesentliche Verbesserung ist dort mit der neuen Anlage jedoch nicht die Energieersparnis, sondern die Qualität der Beleuchtung. Gegenüber den alten Pilzleuchten hat sich die seitliche Lichtabstrahlung auf ein Minimum reduziert. Die Anwohner berichteten, dass Sie nun erstmals, seit sie dort wohnen, nachts den unten liegenden Zürichsee sehen könnten. Auch die Beleuchtung der Quartierstrasse hat sich wesentlich verbessert. Wo die alte Beleuchtung eine minimale Sichtbarkeit und eine räumliche Orientierung ermöglichte, ist die Anwohnerstrasse mit den neuen LED-Leuchten nun gut ausgeleuchtet.

Die Vergleiche zeigen, dass der Stromverbrauch in beiden Situationen in den letzten 3,5 Jahren nochmals deutlich verbessert wurde. Einerseits wurde die Effizienz der LEDs in den letzten Jahren kontinuierlich verbessert – es gibt da immer noch ein gewisses Steigerungspotenzial – und andererseits wurde die Optik und somit die Lichtverteilung optimiert.



Bilder: EKZ

Bild 2 Pilotanlage in Wädenswil.

Als die ersten LED-Leuchten auf den Markt kamen, war dies für die Hersteller damals etwas ganz Neues. Für die LED galt es, völlig neue Lichtlenksysteme zu entwickeln [1]. Die bisherigen Reflektorsysteme sind mit LEDs nicht mehr einsetzbar, da eine LED völlig andere Abmessungen und eine andere Abstrahlungscharakteristik besitzt. Die LED ermöglicht und erfordert auch völlig neue Leuchtenbauformen. Die Optik wurde in den letzten 3 Jahren nochmals deutlich verbessert – in diesem Bereich werden künftig keine so deutlichen Steigerungen mehr erwartet. Im Bereich der LEDs hingegen wird sich die Energieeffizienz jedes Jahr wahrscheinlich leicht steigern.

### Zukunft der LED-Technik in der öffentlichen Beleuchtung

In der Fachwelt ist man sich heute einig, dass die LED-Technik auch den Bereich der Strassenbeleuchtung erobern wird. Zudem sind die Rückmeldungen aus der Bevölkerung überwiegend positiv, auch wenn es in gewissen Fällen noch Optimierungspotenzial gibt. Mittlerweile überwiegen die Vorteile wie die bessere Farberkennung im weissen Licht oder die Reduktion der unerwünschten direkten Lichtemissionen in vielen Fällen. Zukünftig werden bei der LED-Technik zudem neue Steuerungsmöglichkeiten hinzukommen – erste

Versuche hierzu laufen bereits. Technisch ist zwar vieles möglich, aber die normativen Vorgaben schränken die Möglichkeiten ein. Die Wartungsintensität und die Wirtschaftlichkeit der Anlagen sind weitere Aspekte, die beachtet werden müssen.

Die EKZ bieten den Gemeinden heute nebst Standardlösungen mit LED-Leuchten auch auf den langjährigen LED-Erfahrungen basierende Beratungen an. In gewissen Situationen wird auch heute noch von einem Einsatz abgeraten, beispielsweise wenn die bestehenden Abstände und Standorte übernommen werden müssen und diese zu gross sind, um eine

gleichmässige und gute Beleuchtung zu ermöglichen. Gegen eine LED-Beleuchtung sprechen auch sehr hohe Beleuchtungsanforderungen, bei denen die Energieeinsparungen noch nicht gegeben sind, oder Situationen mit vergleichsweise hohen Investitionskosten.

### Referenzen

[1] Jörg Imfeld, Lichtlenkungsmethoden in der Strassenbeleuchtung, Bulletin SEV/VSE 1/2012, S. 33.

### Angaben zum Autor

Jörg Haller ist Bereichsleiter öffentliche Beleuchtung der EKZ und Mitglied der Fachgruppe für die Beleuchtung von Strassen und Plätzen der Schweizer Lichtgesellschaft in Bern.

EKZ, 8022 Zürich, joerg.haller@ekz.ch

### Résumé

### Les LED dans l'éclairage public

#### Une efficacité énergétique en constante amélioration

Nous connaissons les LED depuis déjà plusieurs décennies. Les précédentes générations de diodes électroluminescentes ne sont toutefois pas comparables aux LED qui éclairent aujourd'hui nos places et nos rues. L'efficacité lumineuse des LED actuelles est nettement supérieure à celle de ses devancières. Étant donné que ces LED ne sont disponibles que depuis peu, il est impossible de recourir à des expériences sur une longue période. Les analyses de l'EKZ démontrent que l'efficacité énergétique de l'optique est proche d'un niveau optimal et que celle des lampes ne cesse d'être améliorée, bien qu'il ne soit plus guère possible d'atteindre les taux d'augmentation de ces dernières années. Néanmoins, dans certaines situations, il est encore actuellement déconseillé de faire appel aux LED, par exemple lorsque les intervalles et les emplacements existants doivent être repris et sont trop importants pour permettre un éclairage régulier. Les situations nécessitant un éclairage très exigeant qui n'autoriserait pas d'économies d'énergie ou qui entraînerait des coûts d'investissement relativement considérables ne plaident également pas en faveur d'un éclairage LED.

No

Anzeige



unexLED.com  
LED-LÖSUNGEN, BERATUNG UND PRODUKTE

UNEX DAKOTA AG  
Flüelastrasse 12  
CH-8048 Zürich

+41 44 404 22 22  
www.unexled.com  
info@unexled.com

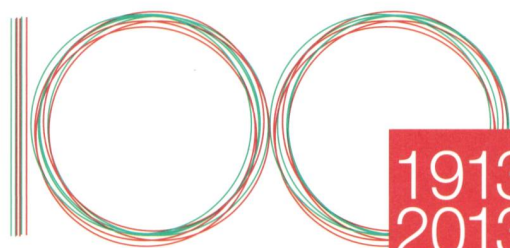
LED Ausstellungsraum, Büro und Lager



Ich bin überall zuhause

In meinem Beruf komme ich oft in der ganzen Schweiz herum. Flexibel, zuverlässig und rund um die Uhr verfügbar muss deshalb auch mein Partner sein.

Die EM steht mit ihrer jüngsten Niederlassung im Appenzellerland jetzt neunmal an Ihrer Seite, damit Sie jederzeit und überall Ihren guten Job machen können.



1913  
2013



Ihr guter Kontakt



Basel ■ Bern ■ Genève ■ Heiden ■ Lausanne ■ Lugano ■ Luzern ■ Sion ■ Zürich

[www.elektro-material.ch](http://www.elektro-material.ch)