

# Die öffentliche Beleuchtung wird intelligenter

## Erkenntnisse und offene Fragen

Mit dem Einzug der LED kam auch die Möglichkeit, die öffentliche Beleuchtung exakter und bedürfnisgerechter zu steuern. Über Beispiele wie vorausleuchtendes Licht wurde in den Medien bereits berichtet. Aus den neuen Möglichkeiten ergeben sich aber auch neue Fragen. Beispielsweise, wie die Menschen auf dynamisches Licht reagieren, ob es ein allgemeines Bedürfnis gibt oder ob sich die Bedürfnisse von Person zu Person unterscheiden. Auch die Frage nach den heute verfügbaren Systemen und ihren Möglichkeiten ist wichtig.

### Jörg Haller

Das Thema der Steuerung der öffentlichen Beleuchtung ist eigentlich nicht neu, denn schon heute werden dafür oft zentrale Rundsteuersysteme eingesetzt. Sie zeichnen sich durch eine hohe Verfügbarkeit und eine zuverlässige Funktion aus. Bei der Steuerung von Beleuchtungsanlagen ist das rechtzeitige und zuverlässige Ein- und Ausschalten essenziell. Über die Rundsteuerung erhalten die Leuchten zudem das Signal, um nachts auf ein definiertes Niveau abzusinken oder für eine bestimmte Zeit auszuschalten. Somit ist auch dies bereits eine einfache Form einer bedürfnisgerechten Anlage – allerdings mit sehr eingeschränkten Möglichkeiten für verschiedene Szenarien. Meist sind mehrere Strassen oder auch Ortsteile zu einer gemeinsamen Einheit zusammengeschaltet. Für eine feinere Unterteilung – Ansteuern einzelner Strassen und Leuchten – ist in der Regel die Anzahl der Empfänger limitierend. Man kann eine Rundsteuerung mit zusätzlichen Geräten ausstatten und so eine feinere Unterteilung erreichen, theoretisch bis hin zu einzelnen Leuchten. Hinsichtlich der Vernetzung der Leuchten und der möglichen Dimmszenarien ist man jedoch eingeschränkt.

Teilweise sind heute auch autarke Steuerungen im Einsatz. Diese haben den Vorteil, dass sie einfach und lokal zu realisieren sind, haben aber technisch bedingt gewisse Ungenauigkeiten bei der Zeiterkennung zur Folge.

Grundsätzlich fehlen den etablierten Systemen die Möglichkeit der Rückmeldung über ihren Zustand, die Möglichkeit verschiedener Dimmstufen sowie die einfache Implementierung von Bewegungssensoren.

Das Thema der präsenzabhängigen Steuerung der Leuchten ist nicht neu: Fast zehn Jahre ist es her, dass das erste Projekt realisiert wurde. In diesem Projekt wurden die Leuchten an einem Weg mit Infrarot-Bewegungsmeldern ausgestattet, um den Weg nur dann zu beleuchten, wenn ihn ein Fussgänger auch nutzte. Die Leuchten wurden einfach über ein Relais vernetzt.

Seit 2012 haben die EKZ verschiedene Systeme mit neuartigen Beleuchtungssteuerungen in Betrieb genommen. Dazu gehören Projekte mit präsenzabhängigen Steuerungen an Fusswegen und Quartierstrassen, zeitabhängige Dimmsysteme ohne Bewegungserkennung und kombinierte Systeme mit beiden Möglichkeiten. Zuletzt wurde ein Pilotprojekt mit Radarsensoren an einer Kantonsstrasse realisiert.

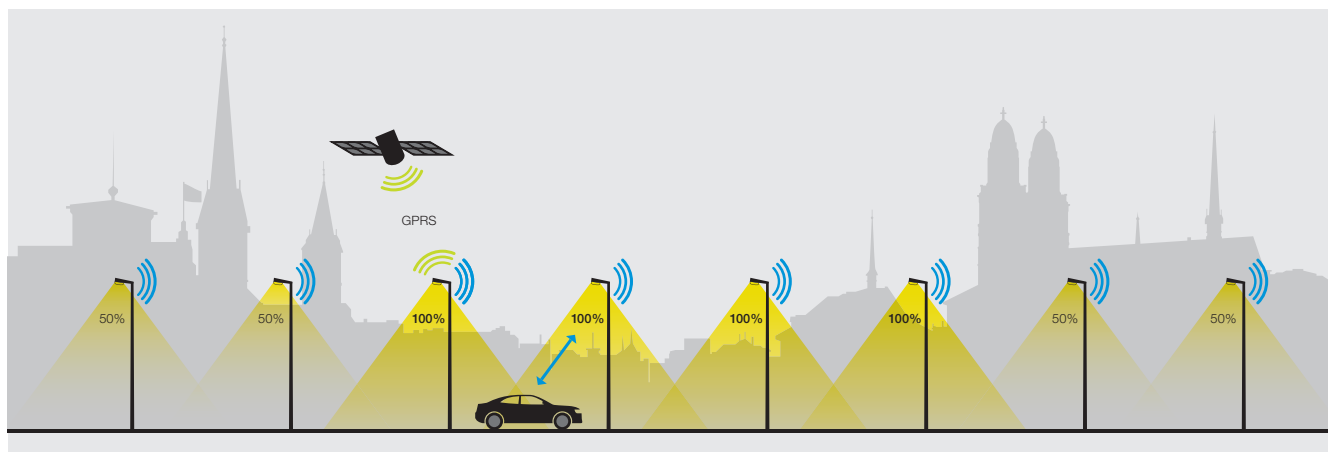
### Intelligente Steuerungen

Der Begriff «intelligente Steuerungen» als Oberbegriff für die neuen Möglichkeiten ist aus technischer Sicht eigentlich irreführend. Da die Anlagen in vielen Fällen über Sensoren verfügen, die je nach Situation oder Zustand der Anlage («ein Fussgänger») eine Rückmeldung an das System geben und so einen Eingriff auslösen («Licht auf 100% anheben»), handelt es sich eigentlich um Regelungen.

Bei einer Steuerung werden zwar die Zustände von einer Zentrale aus «gesteuert», es erfolgt jedoch keine Rückmeldung an die Zentrale, die darauf reagieren könnte. Das Intelligente an den neuen Systemen ist also oft der Schritt von einer Steuerung zu einer Regelung. Sehr gut erfassen und regeln kann man



Bild 1 Anlage mit Radarsensoren und LED-Leuchten in Regensdorf.



**Bild 2** Schemazeichnung der Anlage in Regensdorf.

beispielsweise Faktoren wie die Anwesenheit. Neuere Systeme wie das Pilotprojekt in Regensdorf (**Kasten**) bieten sogar die Möglichkeit, verschiedene Geschwindigkeiten zu erkennen und mit entsprechenden Beleuchtungsniveaus und Einschaltzeiten darauf zu reagieren.

Viele weitere Möglichkeiten für die Einbindung von Sensoren und Informationen in ein Steuerungssystem sind denkbar und technisch möglich. Da stellt sich die Frage, welche Möglichkeiten überhaupt sinnvoll und für die Allgemeinheit von Nutzen sind. Dies ist auch die zentrale Frage bei der Auslegung und Programmierung der Anlagen.

### Einsatz einer Steuerung

Ein Grossteil des öffentlichen Raums wird auch in den kommenden Jahren noch mit Gasentladungslampen beleuchtet werden. Diese bieten aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften nur sehr eingeschränkte Dimm-Möglichkeiten und sind ungeeignet für häufiges und kurzfristiges Ein- und Ausschalten. Somit kommen für die meisten neuen Steuerungsmöglichkeiten nur LED-Leuchten infrage.

Setzt man heute noch keine Steuerung ein und beleuchtet die ganze Nacht mit 100% des Lichtniveaus, lohnt sich der Einsatz einer Steuerung in den meisten Fällen, denn mit ihr kann problemlos ein nennenswerter Anteil an Energie gespart werden. Auch bei Entladungslampen ist es bereits mit einfachen Systemen möglich, zumindest eine lokale Absenkung der Beleuchtung zu erreichen. Die mögliche Höhe der Absenkung orientiert sich am tatsächlichen Beleuchtungsniveau vor Ort und erfolgt auf Basis der einschlägigen Normen und Richtlinien.

Setzt man bereits heute eine energieeffiziente LED-Beleuchtung ein und

dimmt das Licht in der Nacht oder schaltet es aus, sind die Einsparmöglichkeiten deutlich geringer. In diesen Fällen amortisiert sich der Einsatz einer zusätzlichen Steuerung oft nicht.

Es gibt aber durchaus andere Szenarien, die einen Einsatz von Steuerungen rechtfertigen. Grosses Thema sind heute beispielsweise unerwünschte Lichtimmissionen («Lichtverschmutzung»). Licht ist grundsätzlich etwas Positives, kann aber im Überfluss bzw. zum falschen Zeitpunkt auch negative Auswirkungen auf Mensch und Umwelt haben. Die öffentliche Beleuchtung übernimmt hierbei heute bereits eine Vorreiterrolle und reduziert durch den Einsatz geeigneter Leuchten und Optiken unerwünschte Lichtimmissionen. Ein nächster Schritt ist, beispielsweise mit einer präsenzabhängigen Steuerung das Licht ausserhalb von bewohntem Gebiet nur dann einzusetzen, wenn Fuss- oder Velo-Wege auch genutzt werden. Man kann so mit zusätz-

lichen Steuerungen auch Energie einsparen, aber rein kostenmässig lohnt es sich oft nicht.

### Welches System ist das richtige?

Für ein geeignetes und funktionierendes System braucht man ein individuelles Steuerungskonzept. Voraussetzung hierfür ist auch immer eine Besichtigung vor Ort.

Ein Steuerungskonzept berücksichtigt neben dem gewählten System noch Aspekte wie:

- Welche Nutzer sollen detektiert werden?
- Welche Leuchten werden gesteuert (z.B. Fussgängerstreifen nicht)?
- Welche Leuchten werden gemeinsam angesteuert (Vernetzung)?
- Höhe des Grundniveaus der Beleuchtung (Beleuchtungsklasse aus Norm).
- Wie stark werden einzelne Leuchten gedimmt?

### EKZ-Pilotprojekt

#### Vorausieilendes Licht in Regensdorf

In der Gemeinde Regensdorf ZH wurde im Mai 2014 eine intelligente, präsenzabhängige Lichtregelung in Betrieb genommen. Für die Pilotstudie wurden auf einer Strecke von rund einem Kilometer 33 LED-Leuchten mit Radarsensoren und Funkkommunikation untereinander ausgestattet. Im Versuch wird das Licht auf 50% des geforderten Niveaus abgesenkt. Nähert sich ein Verkehrsteilnehmer, wird er durch Sensoren frühzeitig erfasst und das Lichtniveau wird auf die volle Helligkeit geregelt. Die Anzahl der im Voraus angesteuerten Leuchten ist dabei abhängig von der Geschwindigkeit des Teilnehmers: Bei einem langsameren Velofahrer werden weniger Leuchten angesteuert als bei einem schnelleren Auto. So ist eine ausreichende Beleuchtung des von den Verkehrsteilnehmern benötigten Bereichs möglich. Die ersten Erfahrungen sind grundsätzlich positiv. Das System funktioniert aus technischer Sicht gut und schaltet schnell und zuverlässig ein und leicht zeitverzögert wieder aus. Ein Anwohner hat sich bisher gemeldet, der sich durch die regelmässigen Ein- und Ausschaltvorgänge gestört fühlte. Die Akzeptanz von Anwohnern und Passanten ist, neben der technischen Funktion und dem Sparpotenzial, ein wichtiger Aspekt des Pilotprojektes. Im Laufe eines Jahres sollen die Zuverlässigkeit des Systems getestet sowie die tatsächlich eingesparte Energie untersucht werden. Wichtige Voraussetzung für die Studie ist auch die Einhaltung gültiger Normen für die Beleuchtung der Strassen.



Bilder: EKZ

**Bild 3** Kantonsstrasse mit LED in Pfungen.

Sind diese Punkte geklärt, fängt die Suche nach dem optimalen System für diese Anforderungen an. Zunächst muss man entscheiden, ob man die Leuchten per Powerline-Signal oder per Funk ansprechen möchte. Dann bestimmt man, ob eine einfache Form der Präsenzsteuerung ausreicht oder ob es ein System sein soll, das gewisse Schaltvorgänge auch zeitabhängig vornehmen kann. Eventuell kommt sogar ein komplettes Leuchtenmanagement-System zum Einsatz.

Zu beachten gilt es auch, ob die Systeme auf Industriestandards (Powerline oder Funk) basieren und so zukünftig auch mit anderen Systemen vernetzbar sind oder ob man sich für ein proprietäres System entscheidet.

Bei präsenzgesteuerten Anlagen bedarf es je nach Einsatzszenario unterschiedlicher Sensoren. Während ein Infrarot-Melder oft ausreicht, um Fussgänger und Velofahrer rechtzeitig zu erkennen, kommt man bei der Detektion von Fahrzeugen mit höherer Geschwindigkeit meist nicht um Radarsensoren herum. Bildbasierte Systeme bieten diverse Möglichkeiten und können beispielsweise Menschen von Katzen unterscheiden. Sensoren unterscheiden sich aber nicht nur in den Möglichkeiten, sondern auch in den Kosten.

Auch der Schutz des Systems gegen unbefugten Zugriff ist ein wichtiges Thema, denn je filigraner die Systeme werden und je stärker sie miteinander vernetzt sind, desto anfälliger werden sie. Im Einzelfall muss man abwägen, wie stark man die Systeme vernetzen will und wie die Systeme geschützt werden können.

### Wirtschaftlichkeit

Die Konzeption, Planung, Installation und Programmierung von Steuerungsanlagen sind aufwendig. Dieser nicht zu unterschätzende Aufwand muss sich

während der Lebensdauer der Anlage durch eine entsprechende Energieeinsparung refinanzieren, sonst lohnt sich ein Einsatz einer Steuerung aus rein wirtschaftlicher Sicht nicht. Zwei Beispiele können dies illustrieren.

### Wegbeleuchtung

Eine Wegbeleuchtung ist mit 20-W-LED-Leuchten realisiert. Nachts um 1.00 Uhr, nach dem letzten ÖV, wird die Beleuchtung ausgeschaltet. Das Grundniveau der Beleuchtung ist auf 20% eingestellt. Wenn sich ein Fussgänger nähert, geht das Licht auf 100%. Damit der Fussgänger sich nicht exponiert fühlt, schalten mehrere Leuchten zusammen ein. Die jährliche Energieeinsparung beträgt 5 CHF pro Leuchte. Somit stehen für eine Amortisation der Anlage bei einer theoretischen Nutzungsdauer der Steuerung von 10 Jahren bei statischer Betrachtung 50 CHF pro Lichtpunkt zur Verfügung. Obwohl es andere berechtigte Gründe zur Realisierung geben kann, lohnt sich eine solche Anlage heute aus finanzieller Sicht nicht.

### Industriestrasse

Eine Strasse durch ein Industriequartier mit hohen lichttechnischen Anforderungen wird mit 100-W-LED-Leuchten beleuchtet. Aus Sicherheitsgründen ist eine Beleuchtung während der ganzen Nacht gewünscht, obwohl um 18.00 Uhr der Fahrzeug- und Lieferverkehr stark zurückgeht. Das Grundniveau der Beleuchtung wird deshalb ab 18 Uhr auf 40% abgesenkt und die Beleuchtung wird über Präsenzmelder auf 100% geschaltet, sobald sich ein Fahrzeug nähert. So wird gleichzeitig auch die Norm eingehalten.

Die jährliche Energieeinsparung pro Leuchte beträgt in diesem Fall 30 CHF.

## Résumé

### L'éclairage public devient plus intelligent

#### Connaissances et questions ouvertes

Les LED permettent de commander l'éclairage public de manière plus précise tout en répondant mieux aux besoins. Toutefois, ces nouvelles possibilités soulèvent également de nouvelles questions. L'une d'elles consiste par exemple à déterminer si les besoins identifiés sont d'ordre général ou s'ils varient en fonction des personnes. La question des possibilités offertes par les systèmes disponibles actuellement revêt également une importance considérable. Certains d'eux couvrent d'ores et déjà un large éventail de domaines d'application. Par ailleurs, la standardisation a encore un retard à combler, notamment en ce qui concerne les interfaces de communication (radiocommande ou CPL, courants porteurs en ligne). Finalement, la rentabilité n'est assurée que dans des situations spécifiques. En effet, si un éclairage LED à haut rendement énergétique est déjà utilisé et que la lumière est atténuée ou éteinte pendant la nuit, les investissements dans une commande intelligente ne se révéleront payants qu'en de rares occasions.

No

Geht man auch hier von einer Nutzungsdauer von 10 Jahren aus, so stehen rund 300 CHF pro Leuchte für die Implementierung einer Steuerung zur Verfügung. Dieses Projekt hat Chancen, sich zu amortisieren.

Bei diesen Betrachtungen lässt sich heute kaum sagen, wie lange die Lebensdauer eines solchen Systems ist bzw. wie lange es ohne Reparatur betrieben werden kann. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass es in vielen Fällen nur bedingt sinnvoll ist, solche Systeme einzusetzen, um Kosten zu sparen. Es gibt jedoch durchaus andere Gründe, die den Einsatz eines solchen Steuerungssystems rechtfertigen können.

### Trends

Die Entwicklung neuer Steuerungs- und Regelungssysteme für die öffentliche Beleuchtung steht noch ziemlich am Anfang. In kurzen Zeitabständen kommen neue Systeme hinzu, die bereits existierenden werden permanent weiterentwi-

ckelt. Die ersten Erfahrungen sind positiv und die Anlagen funktionieren aus technischer Sicht bis auf wenige Ausnahmen gut. Für eine abschliessende Betrachtung ist es aber noch zu früh. Erste Erkenntnisse zeigen, dass die neuen Systeme durchaus ihre Berechtigung haben. Rechnet man alle Kosten, so ist in diesem Bereich zwar oft keine Einsparung möglich, aber es wird möglich, Energie einzusparen und das Licht umwelt- und nutzungsgerechter einzusetzen.

Ein technischer Standard hat sich bisher nicht herauskristallisiert, obwohl mittlerweile für fast alle Anwendungsszenarien ein passendes System erhältlich ist. Die Systeme sind jedoch oft produktbezogen und nicht miteinander kompatibel. Es wäre deshalb aus Sicht des Anwenders wünschenswert, künftig einen Systemstandard zu haben, der alle diese Möglichkeiten abdeckt, kompatibel ist und von allen Herstellern unterstützt wird. Neue Steuerungssysteme könnten sich besser verbreiten, da Unsicherheiten

hinsichtlich der Einsatzmöglichkeiten, Kosten und der Zukunftssicherheit wegfielen.

Wichtig ist hierbei, Licht nicht nur als potenziellen Energieverbraucher wahrzunehmen, sondern als Medium für das Erleben und die Wahrnehmung unserer Umwelt. Licht hat einen grossen Einfluss auf unser Befinden. Erfahrungen und Forschungsergebnisse zeigen, dass zu dynamisches oder zu intensives Licht als störend empfunden werden. Eine grosse Herausforderung für die Fachleute wird es somit zukünftig sein, die neuen Leuchten und Werkzeuge so einzusetzen, dass diese nicht nur Energie sparen, sondern dass sie einen Beitrag zum Wohlbefinden und zum Sicherheitsempfinden leisten.

### 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