

SMART CITY WIKI

Fachbegriff	Smart Streetlighting
Begriffsalternativen	Intelligente Straßenbeleuchtung Adaptive Straßenbeleuchtung Präsenzabhängige Straßenbeleuchtung Bewegungsabhängige Straßenbeleuchtung

1. Begriffserläuterung

Von Smart Streetlighting oder von intelligenter Straßenbeleuchtung wird gesprochen, wenn

- (1) Die individuelle Straßenlaternen über ein zentrales Lichtmanagementsystem zeitabhängig und hinsichtlich der erwünschten Lichtintensität individuell konfiguriert und überwacht werden können;
- (2) die Lichtintensität der Straßenbeleuchtung sich mit Hilfe einer Sensorik automatisch an die Straßennutzung durch Verkehrsteilnehmer anpasst;
- (3) die Lichtintensität und Lichtsteuerung an Witterungsverhältnisse und somit an die unterschiedliche Lichtreflexion von trockener, nasser, schnee- oder eisbedeckter Straßenoberfläche angepasst werden kann.¹
- (4) die Straßenlaterne zu einem „Humble Lamp Post“, einem „dienstbaren Masten“ oder „Smart Pole“ umfunktioniert wird mit Sensorik für Umweltdaten, Ladevorrichtungen für E-Bikes und Autos, Wifi-Antennen, Kameras etc. ²

Das automatische Ein- und Ausschalten von Straßenbeleuchtung mit Hilfe von Dämmerungsschaltern oder die stufenweise Dimmung zu festgelegten Nachtstunden fallen nicht unter Smart Streetlighting.

¹ Smart Lighting: Integration intelligenter Beleuchtungssysteme in Smart Cities, Jörg van de Loo, in Smart Cities made in Germany, Hrsg. C. Etezadzadeh, Berlin 2020, S. 757ff.

² <https://eu-smartcities.eu/initiatives/78/description>

2. Mehrwert von Smart Streetlighting

Die flexibel einstellbare oder sich automatisch selbstregelnde Lichtintensität der einzelnen Laterne ermöglicht eine Optimierung der Straßenbeleuchtung unter Berücksichtigung von Energieverbrauch, Verkehrssicherheit, Klima- und Umweltschutz, CO₂-Ausstoß, Biodiversität, Lichtverschmutzung und Schutz der Nachtruhe von Anliegern.

Für Kommunen ist überdies eine Schalthoheit wichtig, um z.B. die Beleuchtung in Abhängigkeit von lokalen Veranstaltungen individuell steuern zu können.

Die eingesetzten Sensoren können zudem Daten hinsichtlich Typus, Frequenz und Geschwindigkeit unterscheidbarer Verkehrsteilnehmer generieren, die für Auswertungen und Verbesserungen genutzt werden können. Mit Smart Streetlighting können gezielt Brennpunkte in der Stadt angegangen werden wie z.B. Straßenabschnitte mit hoher Unfallhäufigkeit, Angsträume (Grünflächen, Unterführungen), umweltsensible Bereiche (Radwege durch Naturschutzgebiete) und es können individuelle Sorgen und Wünsche von Anrainern berücksichtigt werden (z.B. bez. der subjektiven Wahrnehmung der Helligkeit von LED Licht). Smart Streetlighting leistet einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Pariser Klimaziele leisten.³

Smart Poles bilden einen Sonderfall im Smart Streetlighting. Eine typische Ausstattung wird modular angeboten mit Ladestationen für E-Fahrzeuge, eigener Energieerzeugung mittels Solarzellen oder Kleinwindrädern, Batteriespeichern, WLAN-Routern, Leuchtreklamen, Notruf, Parkplatzerfassung, Kameras etc.

Es lohnt sich, die Sinnhaftigkeit eines Smart Streetlighting Systems mit Hilfe einer Vielzahl von Kriterien zu bewerten, z.B. Energieeinsparung, Kostenersparnis, Wartungsreduktion, Sicherheitsgefühl, Biodiversität, Lichtatmosphäre. Da mit der Installation eines Smart Streetlighting Systems kaum fixe Systemkosten einhergehen und auch die Betriebskosten sich im Rahmen halten, kann der Value Case relativ einfach auf der Basis von Einzelprojekten, typischerweise in den oben erwähnten Brennpunkten, ermittelt werden.

³ S. Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld, 5. Dez. 2019

3. Technische Voraussetzungen

Erst die Einführung von LED-Leuchten hat Smart Streetlighting möglich gemacht, da LEDs sich digital ohne Zeitverzögerung und Farbtonverschiebung hoch und runterdimmen lassen und auch häufiges Dimmen keinen Einfluss auf die Lebensdauer der LED Leuchte hat. Zudem lassen sich LED Leuchten stufenlos dimmen und entfalten auch bei niedriger Dimmstufe noch eine Leuchtwirkung mit präzise einstellbaren Helligkeitswerten.

Für andere Leuchtmittel, wie z.B. Hochdrucklampen oder Leuchtstofflampen geht Dimmen immer einher mit hohen technischen Aufwendungen, nachlassender Energieeffizienz und Reduktion von Lebensdauer. Seitdem der Lichtpunkt vollkommen digital ist, und die Branche Standards in der Steuerung geschaffen hat (DALI⁴, TALQ⁵) ist Einbindung von Straßenbeleuchtung in die Smart City, und damit Smart Streetlighting sinnvoll möglich geworden.

4. Typische technische Komponenten

Eine gute Basis für Smart Streetlighting sind somit LED Leuchten mit DALI-Ansteuerung und Standardschnittstellen auf Software- und Hardwareseite. Je nach Voraussetzung und Anforderungen kann die Smart Streetlighting Anlage nachgerüstet werden, oder es werden Leuchten mit integrierten smarten Steuerungsmodulen eingesetzt oder vorgerüstete Leuchten zur späteren Aufnahme von Standardcontrollern wie Zhaga oder NEMA⁶. Folgende Komponenten können Teil eines Smart Streetlighting Systems sein:

- Sensorik zur Erfassung von Bewegungen von Verkehrsteilnehmern
- Sensoren für die Erfassung von Witterungen und Straßenoberflächen
- Infrarotsensor und / oder Dopplerradarsensor
- Funkmodul für den Empfang und die Weitergabe von Funksignalen (Transceiver)
- ein Zhaga oder NEMA Controller für entsprechend vorgerüstete Leuchten
- ein Gateway für die Übertragung der Funksignale über Internet an ein Lichtmanagementsystem
- eine SIMcard für die Anbindung der Controller oder des Gateways
- ein Lichtmanagementsystem zur Konfiguration der Anlage, zur Analyse und ggf. Visualisierung der Funktionstüchtigkeit sowie zur Auswertung der Sensorikdaten
- ein Funknetz, sofern es nicht integrierter Bestandteil der Lösung ist, z.B. LoRaWAN

⁴ https://de.wikipedia.org/wiki/Digital_Addressable_Lighting_Interface, Zugriff 12. Juni 2020

⁵ <https://www.talq-consortium.org/>

⁶ Der NEMA Controller verfügt im Gegensatz zum Zhaga Controller über einen integrierten DALI-Treiber und einen Leistungsschalter.

5. Funktionsweise

Die Grundanforderung an Smart Streetlighting besteht darin, nur dann Licht zu erzeugen, wenn es wirklich benötigt wird – dann allerdings sicher, zuverlässig und in der Stärke wie von den Normen gefordert oder dem Sicherheitsbedürfnis der Menschen entsprechend.

Bei Smart Streetlighting richtet sich damit die Lichtintensität automatisch an der Frequenz der Straßenbenutzung durch Fahrzeuge oder Fußgänger (User) aus. Über einen Infrarotsensor, einen sogenannten PIR (Passive Infrared Sensor) oder einen Radarsensor wird eine Bewegung erfasst, welche das Hochdimmen der Leuchten auslöst. Man spricht deshalb auch von „präsenzabhängiger Beleuchtung“.

Die Sensorik unterscheidet sich von einfachen Bewegungsmeldern dadurch, dass die Bewegung an einer bestimmten Stelle der Straße erfasst wird und ein Steuerungssignal an mehrere Leuchten auslöst. Je nach technischer Lösung werden dann vorab festgelegte Leuchtengruppen aktiviert oder aber in Abhängigkeit von Geschwindigkeit und User-Typus eine optimale Lichtblase oder eine Lichtwelle über eine variierende Anzahl von Leuchten erzeugt. Letzteres stellt sicher, dass nicht nur die Norm, sondern auch die Sehaufgabe und der Bedarf des Menschen erfüllt wird.

Je nach Lösung lassen sich unterschiedliche Lichtstrategien vorkonfigurieren, die nach Erfassung einer Bewegung automatisch ablaufen. So lässt sich der Ruhedimmwert, also die minimale Lichtintensität in verkehrsstillen Zeiten, einstellen, die Zeitspanne des Rau- und Runterdimmens und die Größe der Lichtblase in Abhängigkeit der gemessenen Geschwindigkeit festlegen. Mit unterschiedlichen Lichtstrategien kann auf die Besonderheiten von nachts unterschiedlich stark frequentierten Straßen, wie Durchgangs- oder Wohnstraßen, Rad- und Fußwegen, Parkplätzen und Tiefgaragen, sowie öffentlichen Plätzen und Anlagen eingegangen werden.

Die Kommunikation der Leuchten untereinander erfolgt über Mobilfunk oder ein Funknetz (typischerweise 2,4 GHz) Dabei muss das Funknetz so ausgelegt sein, dass die Verzögerung in der Signalübertragung nicht zu einem stakkatoartigen Rauf- und Runterdimmen der einzelnen Leuchten führt, was Irritationen bei den Usern und Anrainern auslösen könnte.

6. Lösungsangebote

Zurzeit werden u.a. folgende Lösungen für Smart Streetlighting angeboten:

- (1) Integrierte, fernsteuerbare Leuchte ohne Bewegungssensorik, z.B. von Signify;
- (2) Leuchte mit integrierter Bewegungssensorik, z.B. Leuchten mit Komponenten von esave;
- (3) Vom Leuchtenhersteller unabhängige Nachrüstsysteme mit Bewegungssensorik und integriertem Funknetz, z.B. Flashnet, Paradox Engineering, Smartnodes, Twilight;
- (4) Standardisierte Add-ons für Leuchten:
 - a. NEMA Controller, z.B. Schéder, Smartnodes
 - b. Zhaga Controller, z.B. Comlight, Flashnet, Smartnodes,
 - c. Zhaga Controller mit integrierter Bewegungssensorik, z.B. Comlight,
- (5) Komplette Smart Poles, z.B. SMIGHT, Innogy, Fonatsch
- (6) Softwarelösungen, u.a. CityLinx (BeezeeLinx), CityManager(Twilight), CityTouch (Signify), Streetlight.Vision (Itron), Muse (Citélum)

7. Qualitätskriterien

Da es sich bei Smart Streetlighting um eine Kombination neuer Technologien handelt, muss die Qualität des Angebotes anhand mehrerer Kriterien geprüft und mit der Erwartungshaltung der Stakeholder (Anwender, User, Anrainer, Behörden etc.) abgeglichen werden. Die Qualität des Angebotes ergibt sich dann aus dem besten Preis-/Leistungsverhältnis in einem konkreten Anwendungsfall. Die Qualität einer angebotenen Lösung kann mit Hilfe folgender Kriterien überprüft werden:

- (1) Erwartungen der Stakeholder
- (2) Bewegungserfassung: Zuverlässigkeit in der Bewegungserfassung von langsamen und schnellen Usern, Erfassungsradius um den Lichtmast/Sensor herum (viele Lichtmasten stehen zwischen Fahrbahn und Rad-/Gehweg), Ausschluss unerwünschter Bewegungserfassung (z.B. an einer Bahnstrecke);
- (3) Kommunikation: Zuverlässigkeit und Latenzzeit der eingesetzten Kommunikationstechnologie in Abhängigkeit vom Abstand der kommunizierenden Leuchten sowie der Anzahl und der Dichte der kommunizierenden Einheiten. Verfügbarkeit des Kommunikationsnetzes in Abhängigkeit der gesetzlich erlaubten Sendezeit (Duty Cycle) und unter Einfluss möglicher Störfaktoren wie Baumbeständen, verwinkelten Straßen, Gebäuden oder auch Belastung der Kommunikationsfrequenz durch Fremdnutzer.
- (4) Verfügbarkeitsgrad der Gesamtanlage: wie wird der Verfügbarkeitsgrad gemessen und ausgewiesen?

- (5) Steuerung: mit welchem Lichtmanagementsystem lassen sich die Anlage konfigurieren und die Ergebnisse auswerten und wie einfach ist dessen Bedienung? Wie kann das System gesteuert werden, z.B. zentral mit Hilfe einer webbasierten Software oder dezentral mittels eines Dongles?
- (6) Ästhetik und Schutz vor Vandalismus: ist die Ästhetik der Sensorik akzeptabel, provoziert sie möglicherweise Vandalismus?
- (7) Schutzart und Gewährleistung: Schutzklasse (IP-Klasse) der eingesetzten Elektronik und garantierte Lebensdauer
- (8) Kosten: Anschaffungs-, Installations- und Wartungskosten, Kommunikationskosten, Lizenzkosten für das Lichtmanagementsystem
- (9) Systemoffenheit: lassen sich einzelne Komponenten der Systemlösung (Hardware und Software) auch durch Komponenten anderer Anbieter austauschen, lassen sich Daten aus der Lösung mit vertretbarem Aufwand in andere Systeme (z.B. Smart City Plattformen) übertragen? Sind die Smart Streetlighting Komponenten integrierter oder unabhängiger Bestandteil des Leuchtensystems?
- (10) Systemunterstützung: Reaktionsschnelligkeit des Anbieters bei Störungen
- (11) Zukunftsfestigkeit: wie leicht lassen sich kritische Komponenten, z.B. zur Gewährleistung von Kommunikation bei Technologie- und Frequenzänderungen, zur Absicherung des Systems gegen Cyberangriffe oder zur Anpassung an neue gesetzliche Regelungen nach- oder umrüsten? Wie groß ist das Potential des Anbieters zur Weiterentwicklung seiner Lösung?
- (12) Datensouveränität: kann der Kunde, bzw. die Stadt frei über die generierten Daten verfügen und die Nutzung der Daten durch Dritte oder den Anbieter selber, kontrollieren?
- (13) Referenzen: Nachweis von Referenzen und unabhängigen Testimonials

8. Kritische Betrachtung von Smart Streetlighting

Da Smart Streetlighting Lösungen erst mit Einführung der LED Technologie in die Straßenbeleuchtung ab ca. 2010 entwickelt wurden, befinden sie sich alle in einem frühen Reifegrad und kennen wie alle Innovationen Kinderkrankheiten. Wie andere digitale Lösungen werden auch Smart Streetlighting Systeme „agil“ entwickelt und oftmals mit einem minimalen ersten Mehrwert (Minimum Viable Product) in den Markt gebracht, um dann in Interaktion mit den Anwendern und Nutznießern weiterentwickelt zu werden. Man muss also – wie bei anderen digitalen Lösungen - von einem laufenden Verbesserungspotential und damit einhergehend einer hohen Entwicklungsdynamik der angebotenen Systeme ausgehen.

Damit hat jedes Lösungsangebot individuelle Stärken und Schwächen, die je nach Einsatzzweck unterschiedlich bewertet werden müssen. Da Smart Streetlighting nur zusammen mit LED Technik funktioniert, ist die Anwendung auch vom Grad der Umrüstung einer Straßenbeleuchtung auf LED abhängig.

Aus diesen Gründen bietet es sich an, Smart Streetlighting eher als Schwerpunktlösung denn als Gesamtlösung für die ganze Straßenbeleuchtung zu bewerten. Da sich die Erwartungen an eine Lösung für einen Schwer- oder Brennpunkt meistens klar definieren und abwägen lassen, senken Anwender Einsatzrisiko und Aufwand und verhelfen den Anbietern wie auch den Anwendern zu wertvollem Erfahrungswissen.

Daraus folgt aber auch, dass jede Lösung umso attraktiver ist, je besser sie sich künftig mit wettbewerblichen Lösungen kombinieren lässt.

9. Anwendungsbeispiele

Die Stadt Dortmund (NRW, 600T EW, 65T Lichtpunkte) hat seit 2016 damit begonnen, in großem Maßstab eine präsenzabhängige Beleuchtung zu installieren. In den nächsten Jahren soll gut ein Drittel der Straßenbeleuchtung mit intelligenten Steuerungssystemen ausgestattet werden.

Die Stadt Heinsberg (NRW, 41T EW, 7T LP) hat bereits 70% der Straßenlaternen auf LED umgerüstet und in 2019 mit unterschiedlichen Herstellern ca. 3km Straßen mit bewegungsabhängigen Lichtcontrollern ausgestattet.