Hochschule Anhalt
Anhalt University of Applied Sciences

FILA
Future Internet Lab Anhalt

SmartLighting System

Energiesparende intelligente Straßenbeleuchtung

Problemstellung und Vision

- Elektrifizierung der Straßen
  - W. von Siemens, Anfang 20. Jahrhundert
  - Über ***90%*** der Zeit ohne Nutzen
- **Vision**
  - *Beleuchtung intelligent machen*

SmartLighting

Problem

- Zweck öffentlicher Straßenbeleuchtungen
  - Öffentlichen Raum nachts erhellt sein lassen
    - Straßenbeleuchtung
    - Parkpatzbeleuchtung
    - Beleuchtung von Straßen außerorts
  - Problem der konventionellen Straßenbeleuchtung:
    - große finanzielle Belastung der Kommunen
    - vielerorts kaum genutzt mangels Verkehr
    - unnötige Lichtverschmutzung

SmartLighting

Mögliche Lösungen

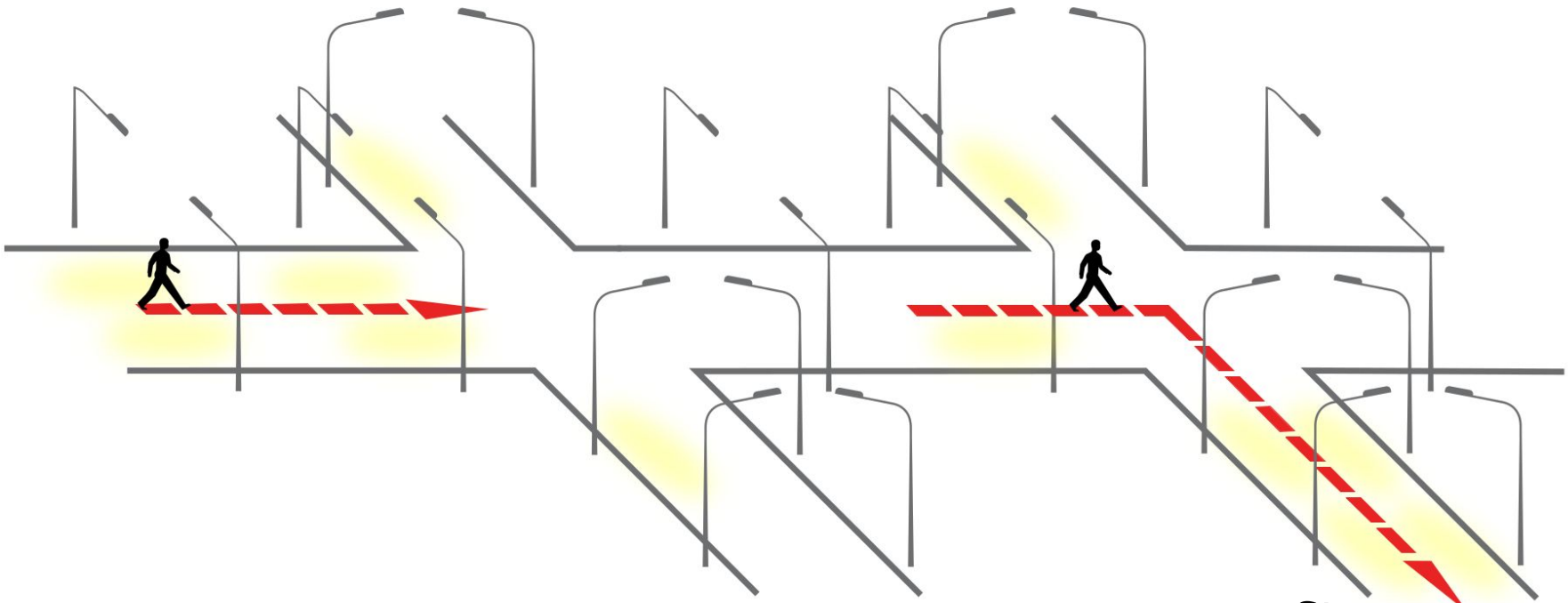
1) Straßenbeleuchtung abschalten nach 24:00 Uhr
   - Keine Erfüllung des Zieles mehr; die Straßen sind nicht mehr sicher wenn sie dunkel sind

2) Jede zweite Straßenlaterne ausschalten
   - Vermindert die Sicherheit ebenfalls und ist unbeliebt

3) Jede Straßenlaterne mit einem Sensor ausstatten, damit sie nur bei Verkehr angehen
   - Sensor hat kurze Sichtweite
   - Inertia of the lamps - effect of switching on behind the pedestrians
   - Kein vorausschauendes Beleuchten – man bewegt sich in die Dunkelheit hinein

SmartLighting

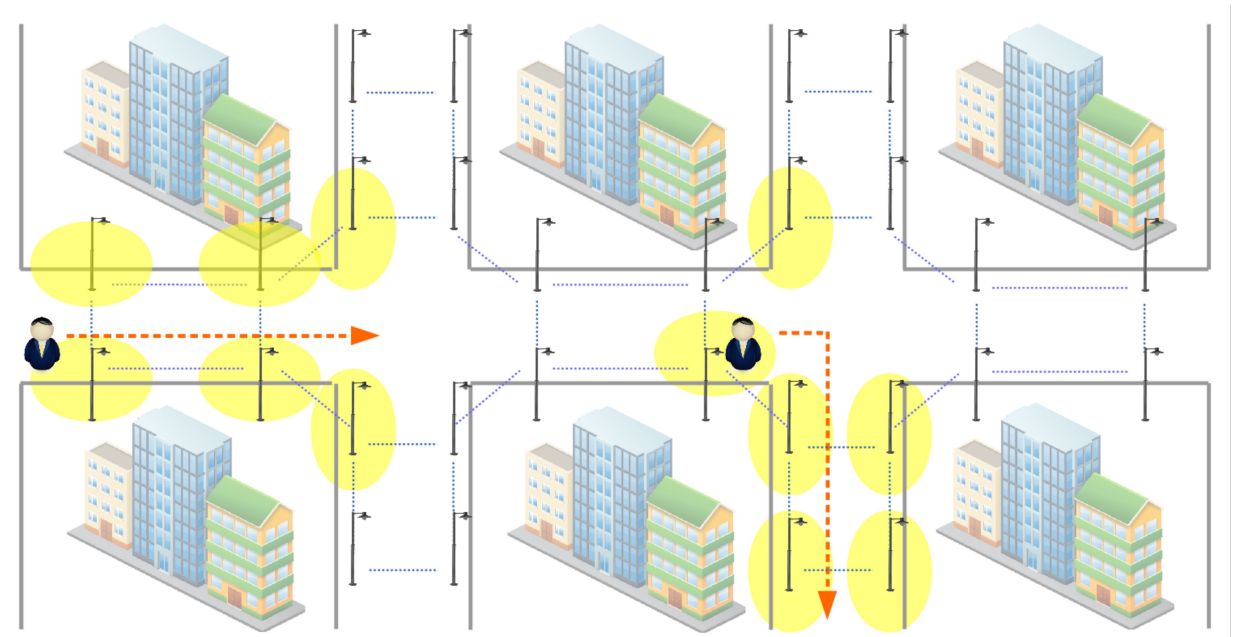
Intelligente Methode: Straßenlaternen kommunizieren



- Sensor in jeder Straßenlaterne
- Schätzung der Bewegung von verkehrsteilnehmern
- Steuerung:
  - Helligkeit
  - Leuchtzeit

SmartLighting

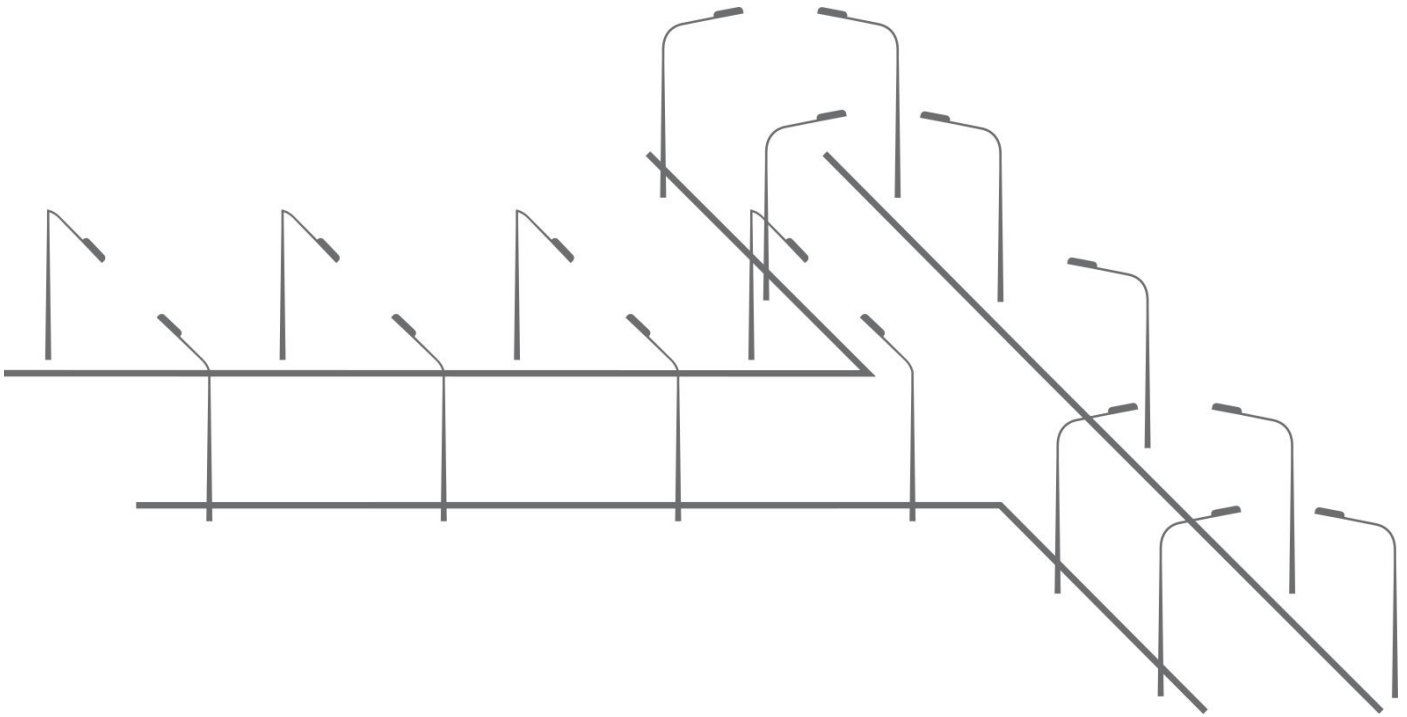
Intelligente Methode: Straßenlaternen kommunizieren



- Erzeugung einer beleuchteten Zone im Pfad des Verkehrsteilnehmers:
  - *250 m voraus, kürzere Strecke hinten*
  - *Nachleuchten für voreingestellte Dauer*

SmartLighting

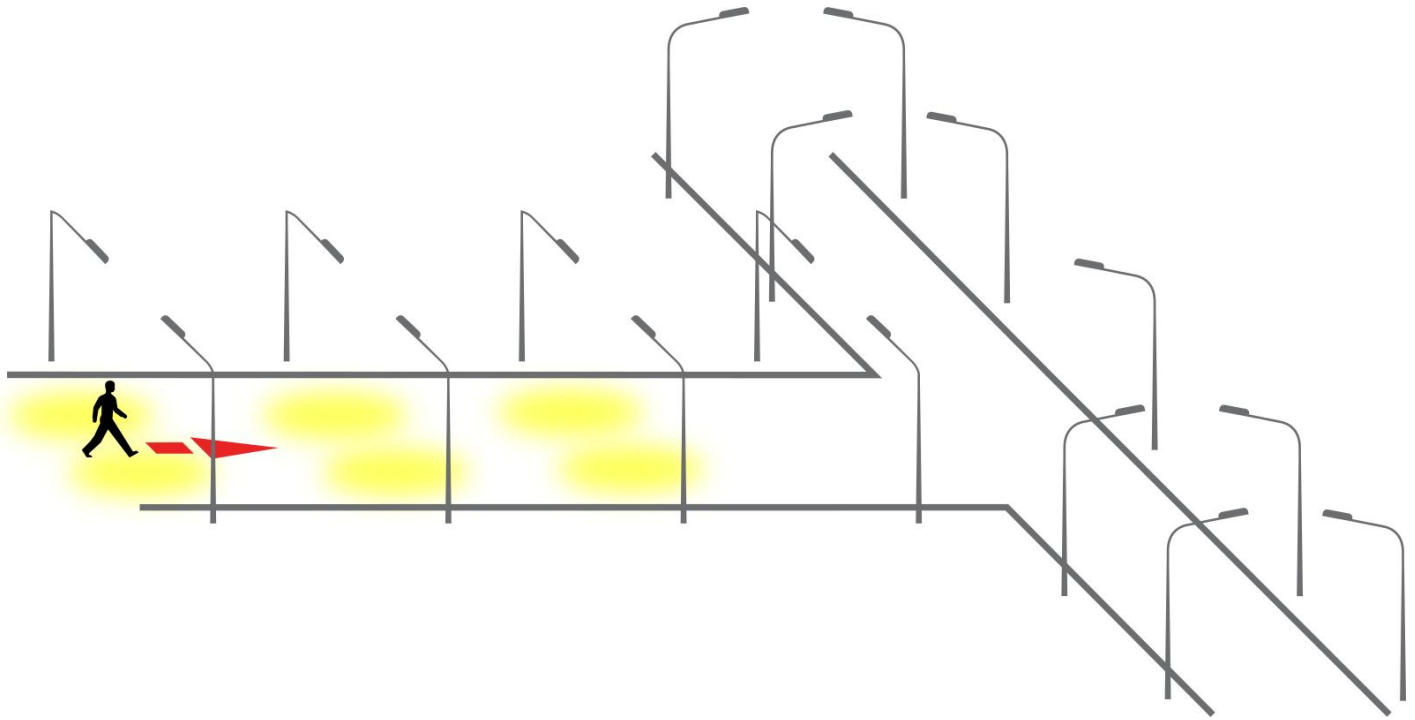
Beispiel (1)



Schritt 0. Lampen sind an oder stark gedimmt. Sensoren sind an.

SmartLighting

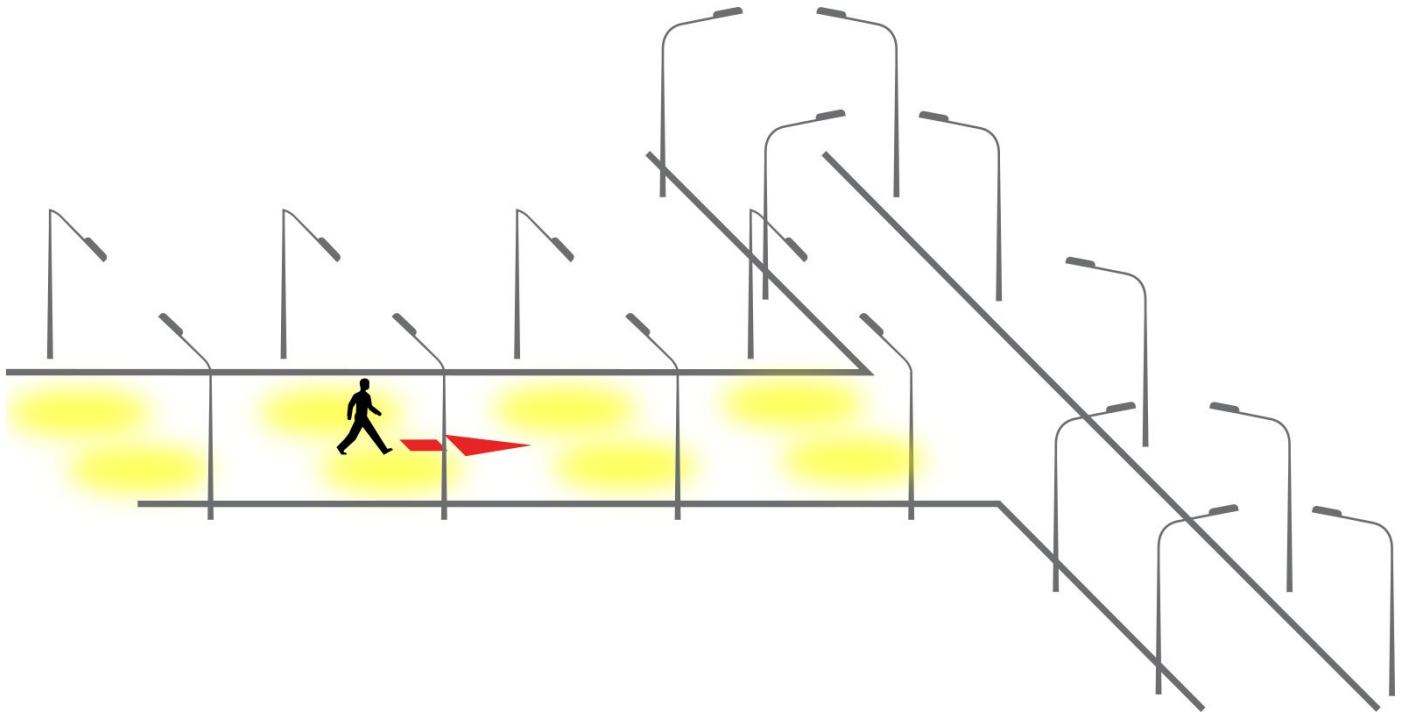
Beispiel (2)



Schritt 1. Verkehrsteilnehmer von einem Sensor erkannt. Mehrere Lampen leuchten die Straße aus.

SmartLighting

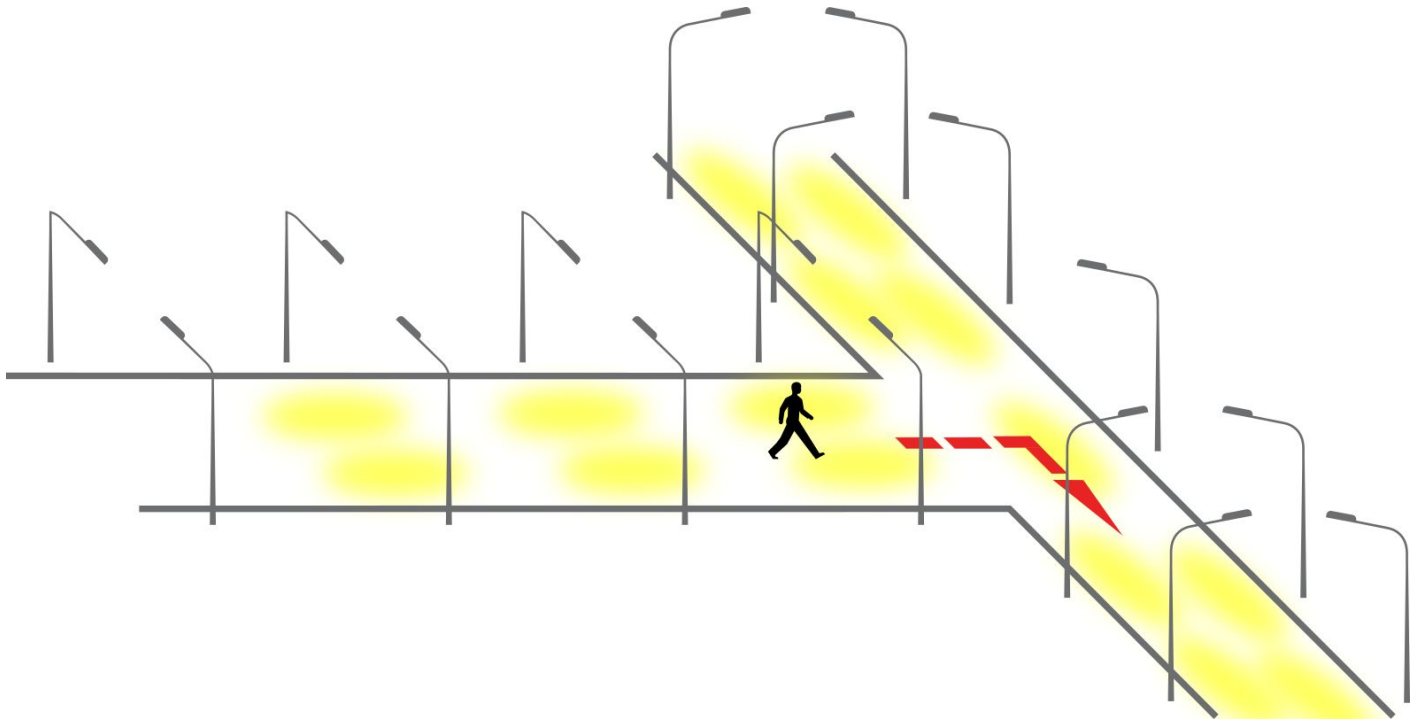
Beispiel (3)



Schritt 2. Verkehrsteilnehmer von weiterem Sensor erkannt. Das Netz weiß nun die Bewegungsrichtung und leuchtet vorausschauend aus.

SmartLighting

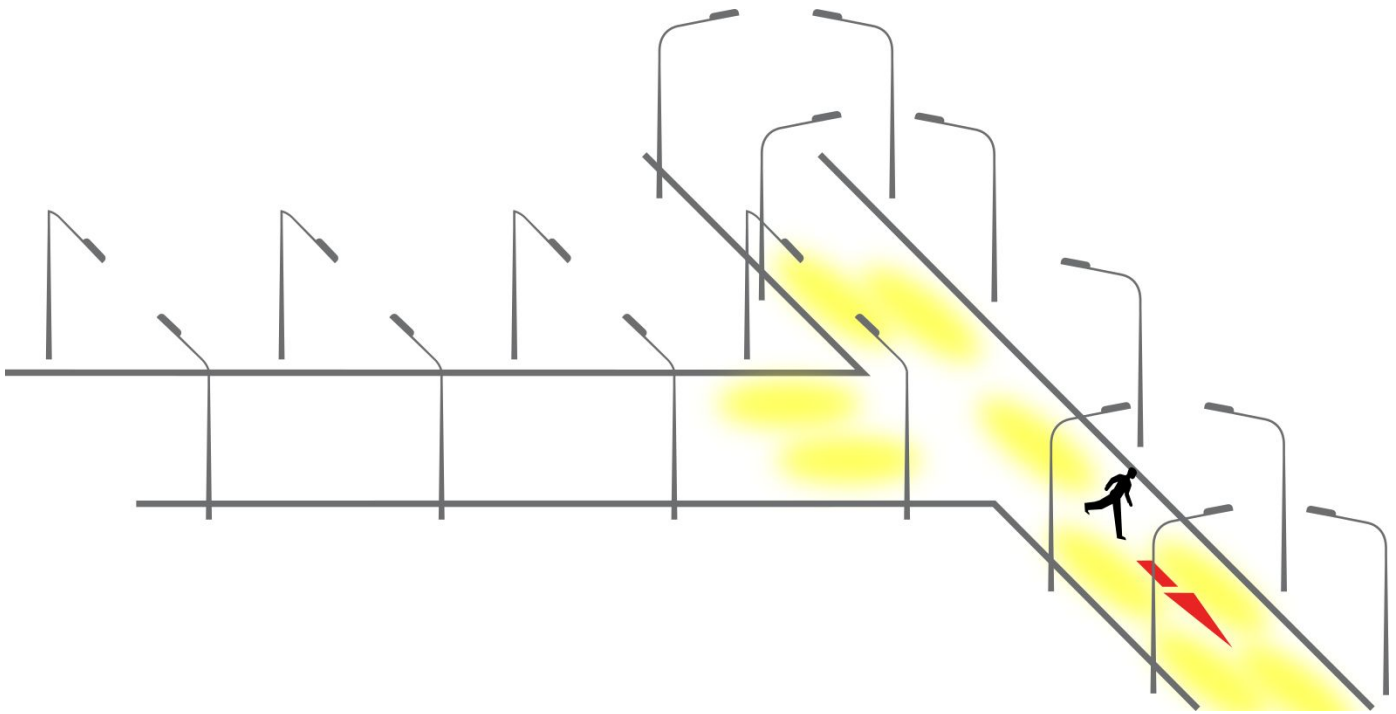
Beispiel (4)



Schritt 3. An einer Kreuzung muss jede mögliche Route vorbeugend ausgeleuchtet werden.

SmartLighting

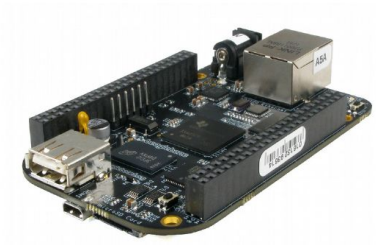
Beispiel (5)

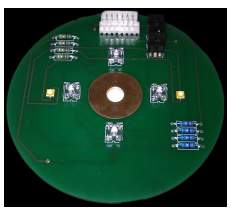


Schritt 4. Das Netz erkennt, welche Route an der Kreuzung gewählt wurde und passt die Beleuchtung an.

SmartLighting

Systemkonzept



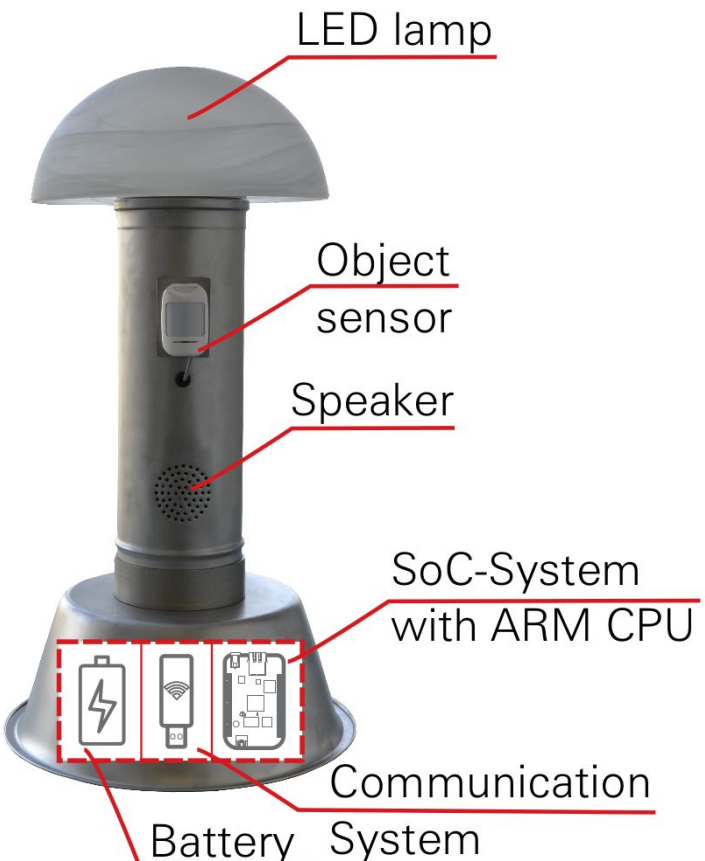


- Linux SoC-basiertes System für Kommunikation und Steuerung

- An/Ausschalten, Dimmen

- Nachrichtenaustausch mit Nachbarlampen

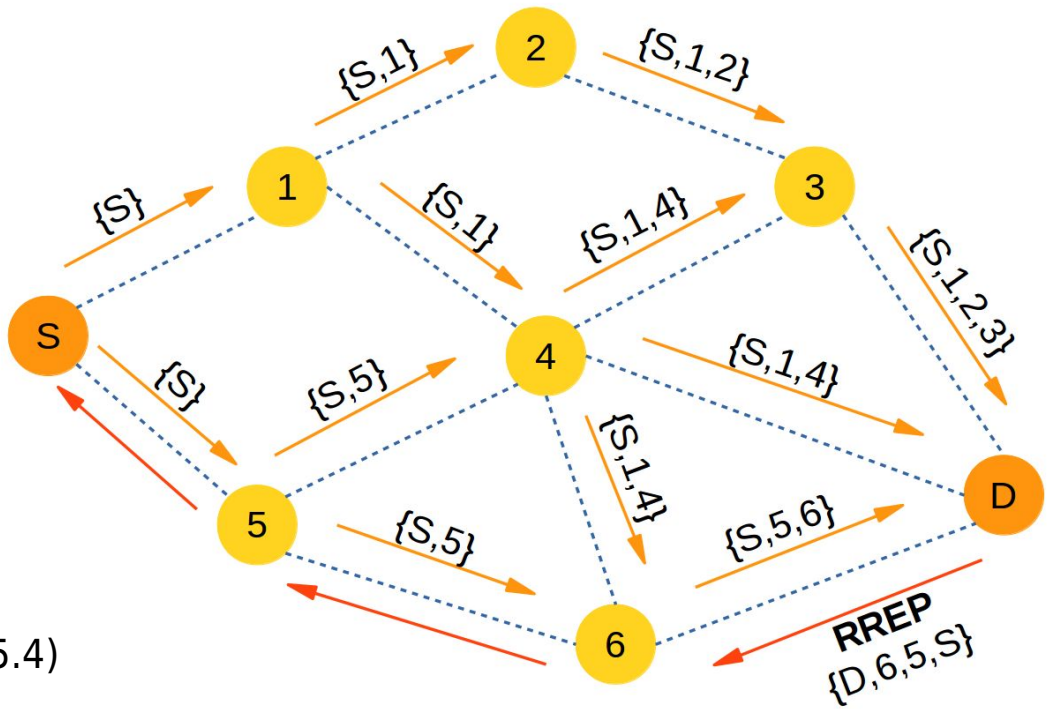
- Kommunikation mit zentralem Managementsystem



SmartLighting

SmartLighting – Kommunikationskonzept

- Mesh Netzwerk über alle Lampen
  - IPv6
  - Selbstkonfiguration des Netzwerks
    - IPv6 Adresse als Positionsanzeiger
  - Speziell entwickeltes IP Routing Protokoll
- GPS-basierte Erkennung der Straßengeographie
- Diversity of network technologies
    - 2.4 GHz (IEEE 802.11x, 802.15.4)
    - PLC
    - UHF Technik (868 MHz)



SmartLighting

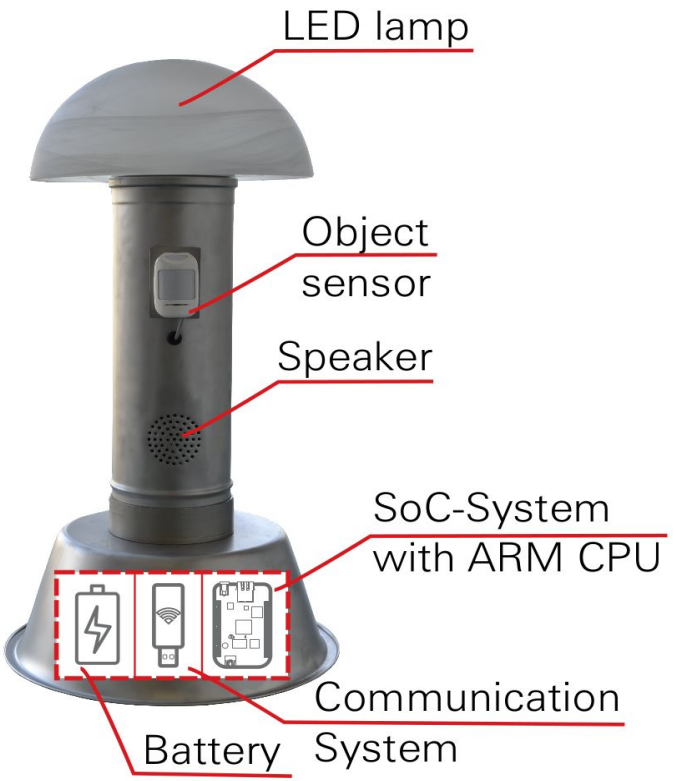
SmartLighting – Kommunikationskonzept

- Linux Betriebssystem auf SoC Plattform
  - Nutzung von open source stacks, Bibliotheken und Treibern
  - Einfach über Softwareänderungen erweiterbar
  - Einfache Wartung
    - Fernzugriff via VPN
    - Integration in kommunale Straßenbeleuchtungsmanagementsysteme ist möglich
- Jeder Leuchtpunkt wird ein Knotenpunkt in einem Funknetz
  - Sekundäre Anwendungen sind dadurch möglcih
    - WiFi Zugriffspunkt
    - Verkehrsmessung
    - Sensoren zu Luftqualität, Lärmbelastung usw.

SmartLighting

Entwicklungsstatus (1)

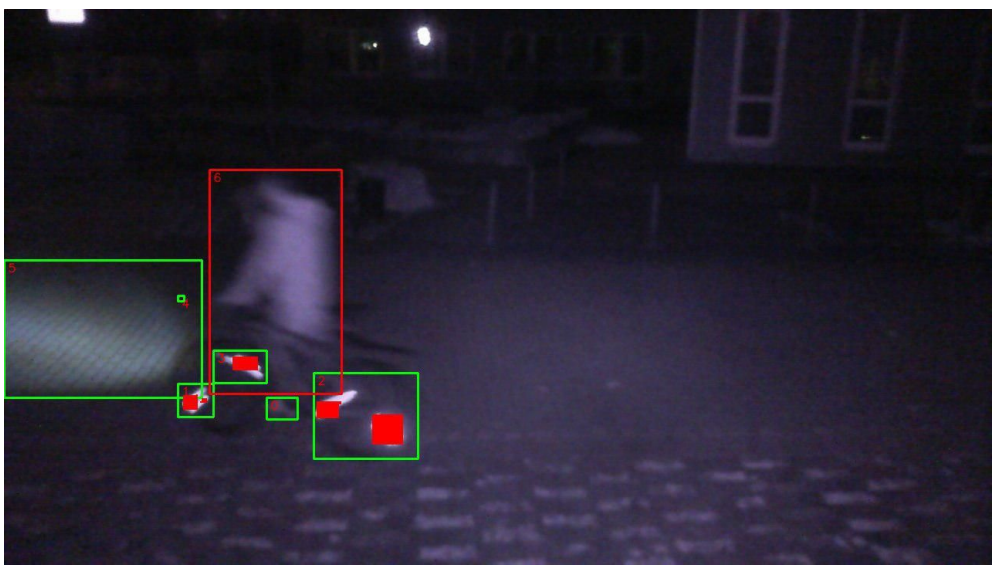
- Prototypen an der Hochschule Anhalt
  - Vorführungen sind möglich
- Öffentliches Pilotprojekt in Bernburg in Betrieb
- Mesh routing protocol for seamless IP-based connectivity
- SmartLighting API for central system monitoring / management purposes



SmartLighting

Entwicklungsstatus (2)

- Sensorentechnik
  - Bewegungsmelder
  - Ultraschallsensor
  - X-band (Radar) Sensor
- Andere Sensorenmöglichkeiten
  - IR-Kamera
  - Kombinationen von Sensoren



Automatische Bilderkennung
Hier: Erkennung eines Fahrradfahrers

SmartLighting

Entwicklungsstatus (3)

- Pilotprojekt in Bernburg ist in Betrieb
  - Integration mit Lampentechnik eines österreichischen Herstellers ist gelungen
- En Patent gewährt in 2014
- Zwei weitere Patentanmeldungen weltweit eingereicht

(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2010 049 121 B4** 2014.03.13

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 049 121.7**
(22) Anmeldetag: **21.10.2010**
(43) Offenlegungstag: **26.04.2012**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **13.03.2014**

(51) Int Cl.: ***H05B 37/02*** (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Hochschule Anhalt (FH), 06366, Köthen, DE

(74) Vertreter:
Schäferjohann, Volker, Dipl.-Phys., 30890, Barsinghausen, DE

(72) Erfinder:
gleich Patentinhaber

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Beleuchtung von Straßen, Wegen, Plätzen oder Räumen sowie Kommunikationseinheit zur Verwendung bei dem Verfahren**

Stromspareffekt

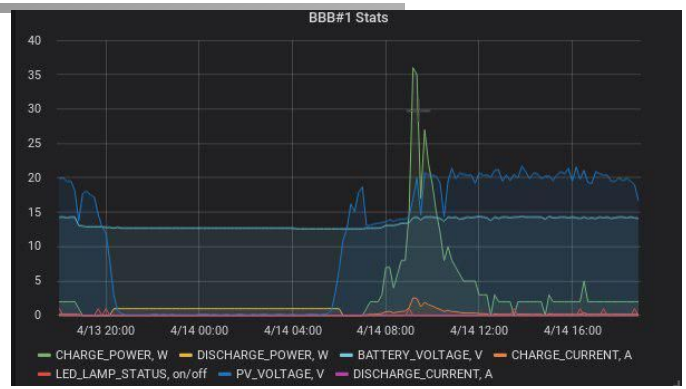
- Netto-Stromverbrauchseinsparungen von über 90% bei Nacht erreicht
- Absolute Einsparung hängt ab von
  - Verkehr
  - Jahreszeit
  - Stromverbrauch der LED Lampe
  - Dimmung oder Ausschalten
  - Einstellungen zu Nachleuchtdauer
  - Einstellungen zur Weite der vorausschauenden Ausleuchtung
  - Kreuzungen

SmartLighting

Pilotprojekt in Bernburg - Strenzfeld

SmartLighting

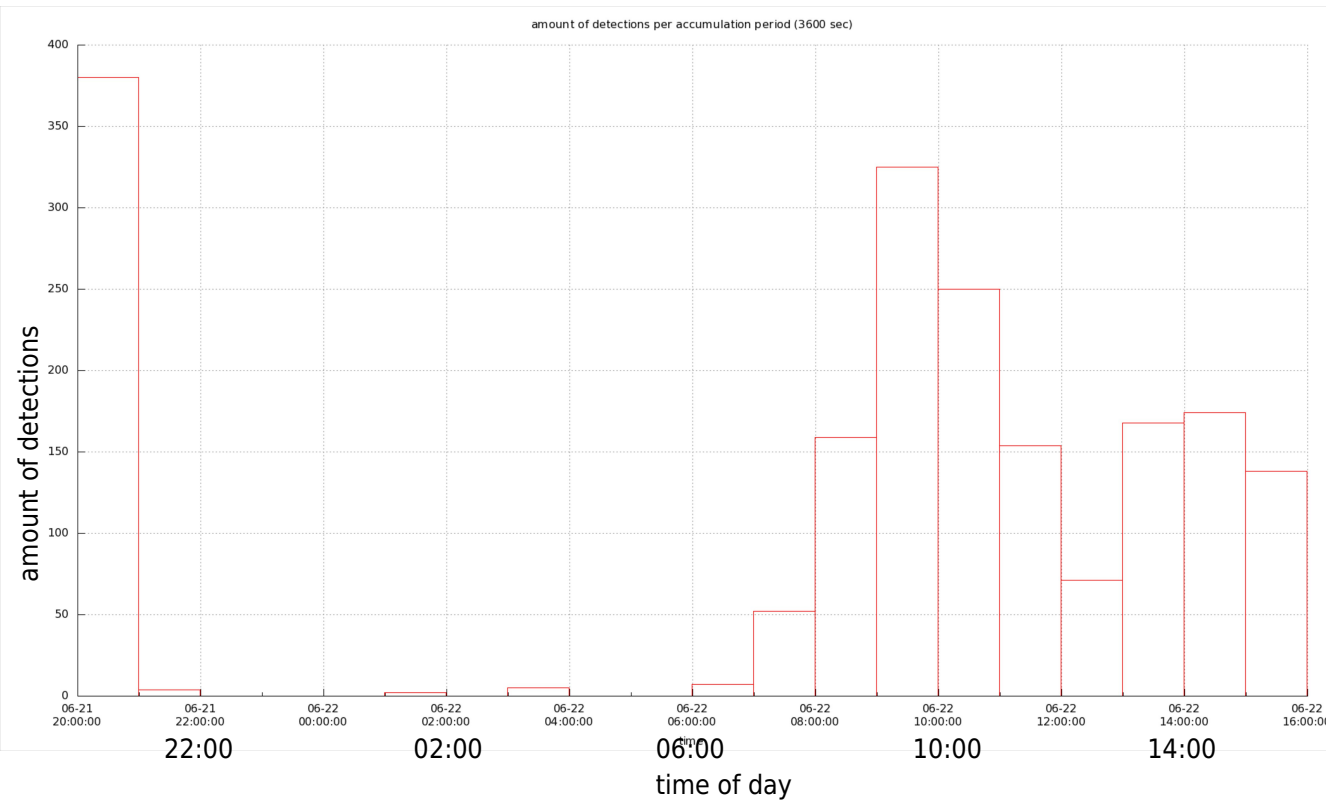
Zusätzlicher Nutzen



- Basierend auf IoT und Cloud Technologien
  - Echtzeit-Monitoring
    - Über Web Portal
    - Fernwartung und Steuerung
  - Proaktives Maintenance
    - z.B. Benachrichtungen bei Vandalismus oder Systemfehlern
  - Weitere Dienste realisierbar
    - Objektklassifizierung
    - Umweltsensoren
    - Alarm und Katastrophenwarnungen

SmartLighting

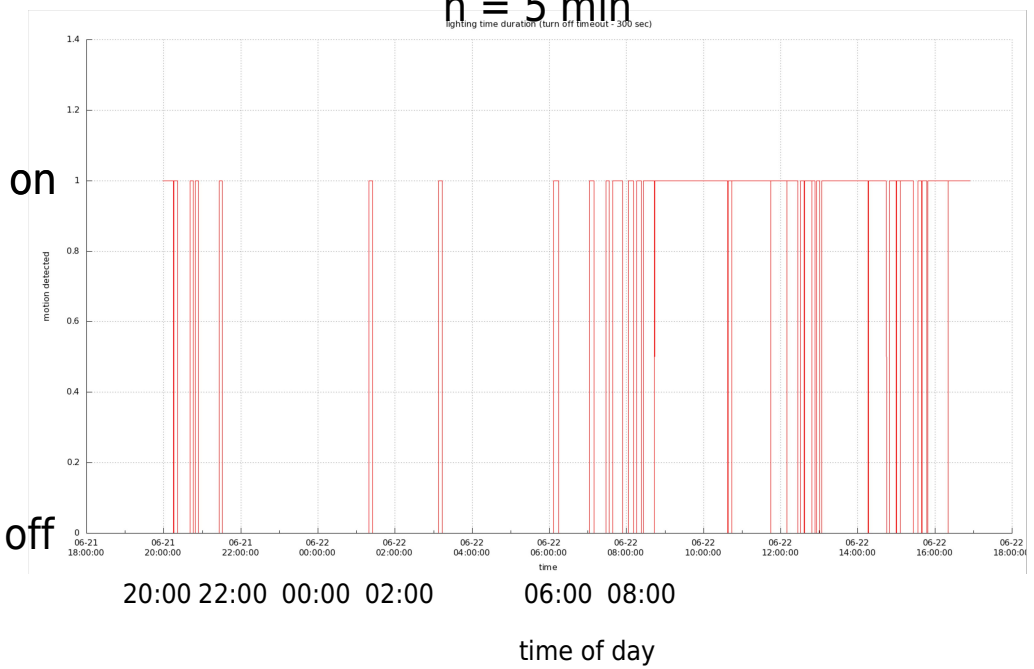
Planungssoftware - weGather



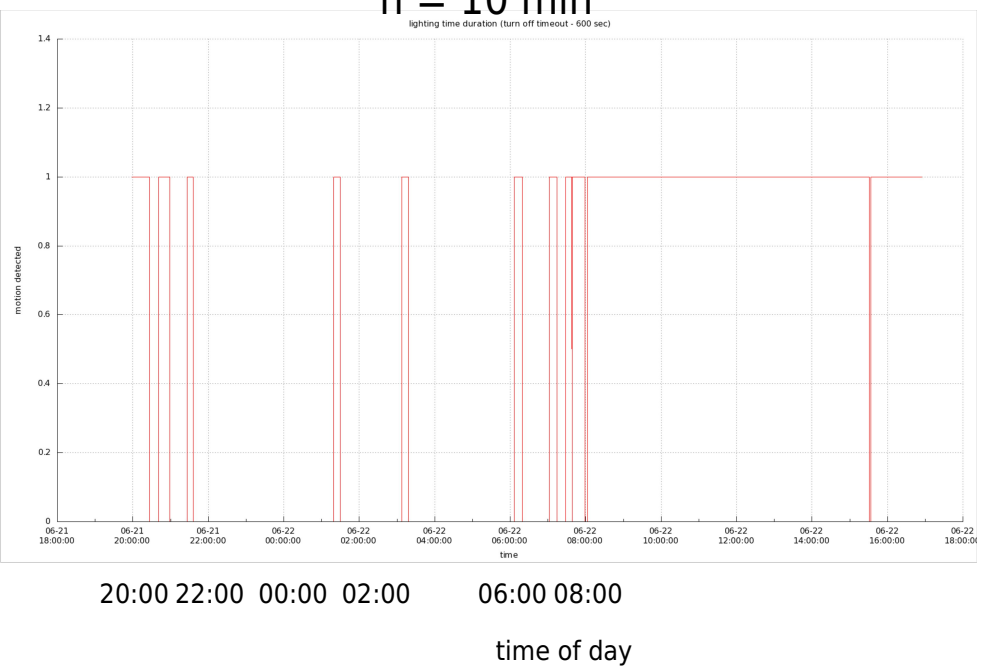
Planungssoftware - weGather

- Einfluss der Nachleuchtzeit

h = 5 min



h = 10 min



SmartLighting

Stromspareffekt

Eingabedaten	
Strompreis, kWh, €	0,25
Nachleuchtzeit, min	6
Lampenstärke, W	150
Dunkle Stunden je Nacht, h	9

	Anzahl Ereignisse je Nacht	*Leuchtzeit, h*	*Stromverbrauch je Nacht, kWh*	*Kosten je Nacht*	*Stromverbrauch je Monat, kWh*	*Kosten je Monat, €*	*Stromverbrauch je Jahr, kWh*	*Kosten je Jahr, €*	
SmartLighting	6	1	0,1	0,0225	2,7	0,68	32,85	8,21	
konventionell		20	1,35	0,3375	40,5	10	492,75	123,19	***Gesamte Ersparnis***
Einsparung		19	1,3	0,3	37,8	9	459,9	115,0	***93,3%***

SmartLighting