

Praxisbeispiel
Kopieren ist ausdrücklich erwünscht!

KlimaPakt
Meine Gemeinde engagiert sich

LED- und intelligente öffentliche Beleuchtung

in der Gemeinde Sanem

Klimapakt Punkte:

1.1.3 Bilanz, Indikatorensystem / 2.1.2 Bestandsaufnahme, Analyse / 2.1.3 Controlling, Betriebsoptimierung
2.1.4 Sanierungskonzept / 2.2.5 CO₂- und Treibhausgasemissionen / 2.3.1 Öffentliche Beleuchtung



Projekt der Gemeinde Sanem

Fernand Heischbourg, Service technique – Chef de service

Tel: (+352) 59 30 75 - 463

E-Mail: fernand.heischbourg@sanem.lu



Publiziert durch die
Ëmweltberodung Lëtzebuerg asbl
Kontakt: info@ebl.lu / www.ebl.lu



Oktober 2018

Kurzbeschreibung:

Die Straßenbeleuchtung soll die Verkehrsteilnehmer (Fußgänger, Radfahrer und Kraftfahrer) bei Nacht vor Unfällen schützen. Zwischen der Qualität der Straßenbeleuchtung und der Verkehrssicherheit besteht ein wissenschaftlich erwiesener Zusammenhang. Außerdem kann Beleuchtung das Sicherheitsempfinden von Personen steigern (beispielsweise auf Parkplätzen, in Parks, bei Gebäudeeingängen, usw.). Die Straßenbeleuchtung hat jedoch auch ihre Nachteile. Energie wird verbraucht und die Nachtruhe von Menschen, Tieren und Pflanzen wird gestört. Je nach Ort, Zeit, Lichtintensität (z.B. grelles Licht) oder Lichtart (z.B. flackern) empfinden Menschen Licht als störend oder lästig, was von Unbehagen, über Seh- und Schlafstörungen, bis hin zu Herzschlagveränderungen zum Teil ernsthafte Gesundheitsgefährdungen mit sich bringen kann. Aber auch die Tiere leiden unter der beleuchteten Nacht. Der Rhythmus vieler nachtaktiver Tiere wird dadurch erheblich gestört. Viele Insekten (z.B. Nachtfalter, Käfer oder Fliegen) werden negativ von den künstlichen Lichtquellen beeinflusst. Das Orientierungsvermögen von Reptilien, Säugetieren und Vögeln, sowie die Wachstumseigenschaften von Pflanzen werden stark beeinflusst. Aus diesen Gründen gilt für die Straßenbeleuchtung das Sprichwort „So viel wie nötig, so wenig wie möglich“ um den Verkehrsteilnehmer zu schützen ohne der Umwelt zu sehr zu schaden.

Die Gemeinde Sanem hat die Vor- und Nachteile der Straßenbeleuchtung erkannt und früh von den damals noch innovativen Beleuchtungsmöglichkeiten mit LED Beleuchtung Gebrauch gemacht. Der erste Schritt bestand darin alle neuen Fußgängerüberwegbeleuchtungen sowie die gesamte Weihnachtsbeleuchtung mit LED-Lampen auszustatten. Darüber hinaus plant die Gemeinde die gesamte Beleuchtung des öffentlichen Raumes kurz-, mittel- und langfristig umzuplanen und durch (teilweise intelligente) LED-Leuchten zu ersetzen. Ein „Sanierungskonzept“ soll als Grundlage für die Umstrukturierung fungieren. Dieses wird gleichzeitig als Basis für Wartungsverträge und vorausschaubare Wartungskosten eingesetzt. Ziel dieser Planung ist es nicht nur Energie und Kosten einzusparen (LED Lampen verbrauchen ca. 80% weniger Energie als herkömmliche Glühbirnen und garantieren eine längere Lebensdauer), sondern das ganze Beleuchtungskonzept der Gemeinde zu überdenken und den Bedürfnissen der jeweiligen Straßentypen besser anzupassen. So soll die Lichtverschmutzung (Lichtsmog oder Lichtimmission) in der Gemeinde auf ein nötiges Minimum reduziert werden, damit Menschen, Tiere, Insekten und Pflanzen in Zukunft so wenig wie möglich von der Nachtbeleuchtung in ihrem Tag-Nacht-Rhythmus gestört werden.

Vorgehensweise:

Im Jahr 2011 beschloss der Schöffenrat das Projekt anzugehen. Die Umsetzung erfolgte wie folgt:

1. Schritt - Bestandsaufnahme (2012):

Bevor die Gemeinde die bestehende Beleuchtungsinfrastruktur anpassen konnte, war es wichtig die vorhandene Beleuchtungssituation zu analysieren, auch um einen späteren Vergleich zu ermöglichen. Die erste Etappe bestand demnach darin, die existierende Beleuchtung im Rahmen einer Bestandsaufnahme auf der Gemeindeebene zu lokalisieren und zu dokumentieren. Leuchtentypen und Anschlusszonen wurden durch zwei Unternehmen (Ripa Electric und Luxplan) ermittelt und die endsprechenden Daten im GIS-Programm eingetragen.

2. Schritt - Bestandsanalyse:

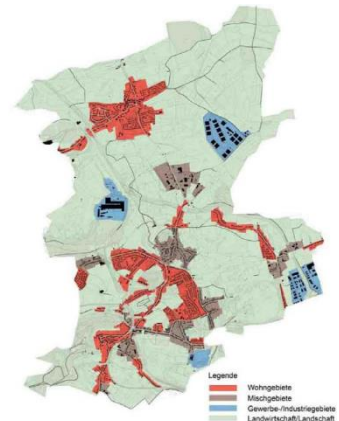
In einem zweiten Schritt wurde der Bestand der öffentlichen Beleuchtung analysiert. Die existierende Beleuchtung wurde untersucht und bewertet, um Defizite, Konflikte und Potentiale aufzuzeichnen. Die Bestandsleuchten wurden ferner nach spezifischen Kriterien bewertet: Alter und Zustand der Leuchten/Masten, verwendete Lichttechnik, Energieeffizienzklasse, Wirtschaftlichkeit (Wartung und Betrieb). In einer Zusammenfassung der Bestandsaufnahme wurden der besondere Handlungsbedarf erkannt und Ziele formuliert. So wurde bei der genauen Analyse des Ist-Zustandes beispielsweise erkannt, dass manche Straßen/Bereiche durch veraltete Lichttechnik ein recht niedriges Beleuchtungsniveau aufweisen. An anderen

Orten hingegen werden die Anforderungen an das Beleuchtungsniveau weit überschritten. Außerdem wies die veraltete Lichttechnik oftmals schlechte Gleichmäßigkeiten und einen ineffizienten Wirkungsgrad der Leuchte auf.

3. Schritt: „Sanierungskonzept“ erstellen (2013)

Mit den Erkenntnissen der Analyse und der Formulierung der neuen Ziele konnte in einem dritten Schritt das „Sanierungskonzept“ aufgestellt werden. Dieses beinhaltet folgende Elemente:

- **Vorschlag eines Leuchtenkatalogs:** Dieser enthält ausgewählte Leuchtentypen für spezielle Beleuchtungssituationen (Platz, Anliegerstraße, Wohngebiete, Durchgangsstraße, Gewerbegebiet, usw.), welche in Zukunft in der Gemeinde eingesetzt werden sollen.
- **Beschreibung des zukünftigen Beleuchtungsprinzips** nach der europäischen Norm DIN EN 13201 „Straßenbeleuchtung“.¹
- **Formulierung von Lösungsansätzen** für die erkannten Defizite und Konflikte.
- **Lichtgestalterische Zielansätze** für verschiedene Orte. Zu diesem Zweck war es sinnvoll eine Dokumentation der Flächennutzung aufzustellen damit man später besser einschätzen kann, wo welcher Beleuchtungstyp nötig ist. (Hier eingeteilt in Wohngebiet (rot), Mischgebiet (braun), Gewerbegebiet-/Industriegebiet (blau) und Landwirtschaft/Landschaft (grün).
- Erarbeitung von **Einsparpotenzialen, Optimierung von Lichttechnik, Energieeinsatz, Betriebsweisen und Wartungsmethoden**, sowie eine Erstellung einer Kostengegenüberstellung.



Die Vergleiche mit neuen effizienten LED-Leuchten zeigten ein hohes Kosten-, Energie- und CO₂-Einsparpotenzial für die Gemeinde auf. Die Vergleiche wurden so ausgerechnet, dass die bestehenden Leuchtenpositionen (Abstand, Lichtpunkthöhe) beibehalten werden konnten. In der Regel mussten nur die Leuchtenköpfe mitsamt Lichttechnik ausgetauscht werden. Gleichzeitig erhöht sich die Beleuchtungsstärke auf der Nutzebene erheblich, so dass in der Regel auch unter Beibehaltung der Leuchtenstandorte die Anforderungen der aktuellen Beleuchtungsnorm EN 13201 erfüllt werden können. Neue Leuchtenstandorte werden im Einzelfall nur dann notwendig, wenn die Anforderungen der Norm durch einen Wechsel der Lichttechnik/Leuchte nicht erfüllt werden können.

Das Sanierungskonzept gibt sich als Ziel, zwischen 2013 und 2020 alle Leuchten zu ersetzen. Die Ersetzungsmaßnahmen wurden jedoch bereits 1½ Jahre lang wegen einer grenzübergreifenden Zusammenarbeit gestoppt, die dann schlussendlich doch nicht zustande kam.

Die Kosten für das Sanierungskonzept beliefen sich auf 66.000 € TTC (2012).

Erste Ergebnisse (Sanierungszeitraum < 2 Jahre):

Durch die kurzfristige Sanierung einzelner Beleuchtungsstandorte (Zeitraum der Sanierung < 2 Jahre) ergab sich eine Absenkung der jährlichen Betriebskosten um durchschnittlich 35%. Etwa 97.950 kg CO₂-Emissionen konnten eingespart werden. Die Tabelle 1 zeigt detailliertere Zahlen für vereinzelt Straßen der Gemeinde auf und Tabelle 2 bietet eine beispielhafte Betrachtung der Berechnung von CO₂-Einsparungen durch die Sanierung/Ersatz von einer Leuchte.

¹ TRILUX Neues Licht

Tabelle 1: Kosteneinsparungen durch kurzfristige Sanierung einzelner Straßen (Stand November 2014)				
	Initialer Bestand	Nach Sanierung		
Adresse	Rue de l'eglise / Soleuvre			
Leuchten Model	SOX 135 W	RUUD 40 W		
Anzahl	8 Stk	8 Stk		
Nennleistung Lampe	100 W	40 W		
Jährliche Betriebsdauer	4.100 Std.	4.100 Std.		
Stromverbrauch / Jahr	410 kWh	164 kWh	Einsparung:	
Gesamtverbrauch	3.280 kWh	1.312 kWh	60 %	1.968 kWh
Adresse	Rue Belair / Belvaux			
Leuchten Model	TLZ 40 W	RUUD 20 W		
Anzahl	5 Stk	7 Stk		
Nennleistung Lampe	40 W	20 W		
Jährliche Betriebsdauer	4.100 Std.	4.100 Std.		
Stromverbrauch / Jahr	164 kWh	82 kWh	Einsparung:	
Gesamtverbrauch	820 kWh	574 kWh	30 %	246 kWh
Adresse	Rue Belle Vue / Soleuvre			
Leuchten Model	SGS 100 W	RUUD 40 W		
Anzahl	11 Stk	17 Stk		
Nennleistung Lampe	100 W	40 W		
Jährliche Betriebsdauer	4.100 Std.	4.100 Std.		
Stromverbrauch / Jahr	410 kWh	164 kWh	Einsparung:	
Gesamtverbrauch	4.510 kWh	2.788 kWh	38,20 %	1.722 kWh
Adresse	Rue des Alliers / Belvaux			
Leuchten Model	SOX 135 W	Stela Indal (36 LED)		
Anzahl	10 Stk	21 Stk		
Nennleistung Lampe	135 W	52 W		
Jährliche Betriebsdauer	4.100 Std.	4.100 Std.		
Stromverbrauch / Jahr	553,50 kWh	213,20 kWh	Einsparung:	
Gesamtverbrauch	5.535 kWh	4.477 kWh	20 %	1.058 kWh
Adresse	Rue des Alliers / Belvaux			
Leuchten Model	2x40W Leuchtstoff	Karsten LED 34 W		
Anzahl	10 Stk	10 Stk		
Nennleistung Lampe	80 W	34 W		
Jährliche Betriebsdauer	4.100 Std.	4.100 Std.		
Stromverbrauch / Jahr	328 kWh	139,4 kWh	Einsparung:	
Gesamtverbrauch	3.280 kWh	1.394 kWh	57,50 %	1.186 kWh
Energie - Einsparungen			6.180 kWh / Jahr	
CO₂-Einsparungen (1 kWh = 100 g CO₂)			618 kg CO₂ / Jahr	
Stromkosten - Einsparungen (mit 0,15€/kWh)			927 € / Jahr	

Tabelle 2: CO₂-Einsparung – Beispielhafte Betrachtung für eine Leuchte				
Faktoren	Einheit	Initialer Bestand	Nach Sanierung	
Leuchtenanzahl	Stk	1	1	
Leistung Leuchtmittel	W	100	60	
Gesamtleistungsaufnahme	W	118	64	
Betriebsstunden pro Jahr	H	4100	4100	
Energiekosten	€/ kWh	0,15	0,15	
Lebensdauer Leuchtmittel	h	16000	50000	
Stromverbrauch pro Leuchte und Jahr	kWh	483,8	262,4	
Energiekosten pro Leuchte und Jahr	€	72,57	39,36	
CO ₂ -Emissionen pro Leuchte / Jahr	kg	285,4	154,8	
Einsparung CO₂-Emissionen pro Leuchte / Jahr	kg		130,6	
Einsparung pro km Anlage (einseitig, a=30m) ohne Nachtabsenkung	kg		3.918	

Die Kostenschätzung der kurzfristigen Sanierungsmaßnahmen (< 2 Jahre) lag bei 722.837 € (für ca. 750 Leuchten). Die Kosten für Mastsanierung oder- Erneuerung wurden nicht berücksichtigt, da dies individuell festzulegen ist. Die Gemeinde rechnet damit, dass sich die Umbaukosten innerhalb von ca. sechs Jahren rentabel gestalten.

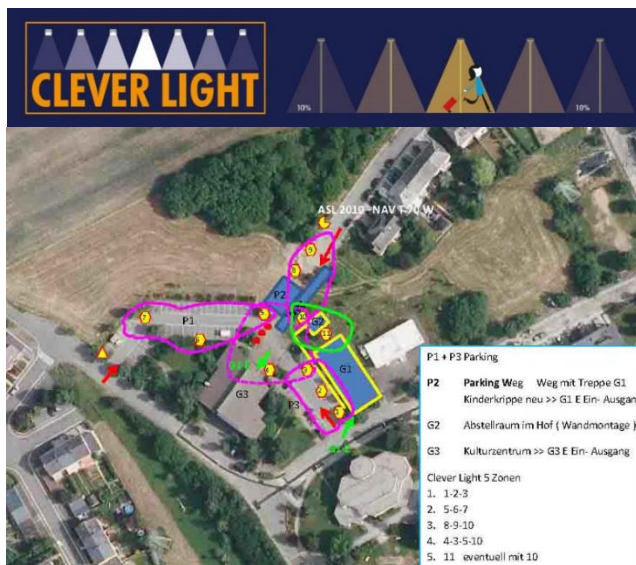
Die Erneuerung des Leuchtenbestandes bringt noch weitere Vorteile für die Gemeinde:

- Lange Lebensdauer der Leuchten (durchschnittlich > 25 Jahre), was die Wartungskosten deutlich senkt
- Qualitativ hochwertige Beleuchtung
- Qualitativ hochwertigeres Erscheinungsbild

Kabellose, intelligente Lichtsteuerungssysteme „Clever light“:



Um den Energieverbrauch und die Lichtverschmutzung weiter auf ein absolutes Minimum zu senken, testet die Gemeinde innovative Technologien: Um das Gelände der „Maison Relais Metzlerlach“ in Belvaux hat die Gemeinde im Jahr 2012 erstmals die Technologie der Firma Leipziger Leuchten „Clever light“ eingesetzt. Hierbei handelt es sich um ein kabelloses, intelligentes Lichtsteuerungssystem. LED-Straßenleuchten können mit dieser innovativen Technologie ereignisgesteuert gedimmt werden. Insbesondere für wenig frequentierte Orte, die nicht 24 Stunden genutzt werden, ist die Technologie geeignet: Parkplätze, Parkanlagen, Industriegebiete, Anliegerstraßen, Anlieferzonen, Promenaden, Rad- und Gehwege, usw.



Die LED Leuchten werden auf eine sehr geringe Grundhelligkeit eingestellt. Passieren jedoch Fußgänger, Zweirad- oder Autofahrer die Straße, werden sie von den an den Leuchten angebrachten Sensoren erfasst, die Beleuchtung verstärkt sich automatisch und fährt in das zuvor programmierte Beleuchtungsniveau hoch. Das Signal wird an die nächste Leuchte per

WiFi weitergegeben, die ebenfalls hochfährt. Das Licht begleitet so den Verkehrsteilnehmer auf seinem Weg. Nach der vom Betreiber eingestellten Haltezeit fahren die Leuchten wieder in den Basismodus zurück. Dabei kann der Betreiber des CLEVER LIGHT - Systems individuell per Laptop festlegen, welche Leuchten mit wie viel Licht und zu welcher Zeit adressiert werden sollen. Die Einstellung ist für jede einzelne Leuchte individuell oder auch für eine Leuchtengruppe einheitlich möglich. Die Einstellungsoptionen sind die folgenden: Helligkeit vor, während und nach dem Dimmen; Bewegungserkennung mittels eines Infrarotsensors; Haltezeiten des Lichts; bis zu 6 Dimmstufen nach Tag und Zeit; individuelle Festlegung der Anzahl der Nachbarleuchten, sodass laufendes Licht für PKW und Fußgänger möglich ist. Das System beinhaltet außerdem ein Monitoring, so dass der Nutzer Protokolle über den Energie- und CO₂-Verbrauch einer einzelnen Leuchte oder einer Leuchtengruppe sowie die Betriebszeit und Temperatur der Leuchten erhält. ²

² Leipziger Leuchten, Clever Light – Intelligente Lichtsteuerung

Die intelligente Beleuchtung verspricht viele Vorteile:

- Klima- und Ressourcenschutz: Durch die Reduzierung der Belichtungsdauer wird Energie eingespart und somit CO₂-Emissionen reduziert
- Naturschutz: Verminderung der Lichtverschmutzung, was dem Tag-Nacht-Rhythmus der Menschen, Tiere und Pflanzen zugutekommt
- Kosteneinsparung durch Reduzierung des Energieverbrauchs und Senkung der Betriebskosten. In der Schweiz beispielweise kommt die Technologie ebenfalls zum Einsatz und zeigt deutliche Verbesserungen, so dass die Leuchten im Durchschnitt auf nur 3% des 30W Moduls pro Nacht laufen
- Verbesserung der Alltagssituation und der Verkehrssicherheit der Verkehrsteilnehmer

Tabelle 3: Energieeinsparungen durch die Clever Light Technologie um die Maison Relais Metzlerlach

Vom 08 Juli 2013 bis 01 Oktober 2013 (ca. 3 Monate)

Leucht-Gerät: LED_Fort_LLM_33W_Standard

Standorte	Datentyp	Betriebszeit [h]	Verbrauchte Energie [kWh]	Gesparte Energie [kWh]	Gesparte Energie [%]
Parking Geesewée	Gerätegruppe		44,36	54,30	55,04
	Gerät	820,00	15,14	17,74	53,94
	Gerät	820,15	14,61	18,28	55,58
	Gerät	820,28	14,60	18,29	55,60
Entrée Maison Relais	Gerätegruppe		44,58	54,08	54,82
	Gerät	820,23	15,16	17,73	53,92
	Gerät	820,12	14,72	18,16	55,23
	Gerät	819,90	14,69	18,18	55,31
Parking Aliende	Gerätegruppe		44,63	51,94	53,78
	Gerät	820,05	14,73	18,15	55,20
	Gerät	820,17	14,73	18,16	55,21
	Gerät	820,28	15,16	15,63	50,75
Entrée Centre Culturel	Gerätegruppe		66,27	95,79	59,11
	Gerät	820,12	15,16	17,72	53,89
	Gerät	820,23	15,16	17,73	53,92
	Gerät	820,28	15,16	15,63	50,75
	Gerät	820,00	15,14	17,74	53,94
Cour Maison Relais	Gerätegruppe		5,64	26,97	82,70
	Gerät	813,18	5,64	26,97	82,70
Verbrauch und Einsparungen für das gesamte Gelände			154,37 kWh	205,01 kWh	57,05 %

Vermerk nach der ersten Testphase: Das in 2012 eingeführte System war mit vielen kleinen Problemen belastet. Dies war jedoch vorhersehbar, da es sich um eine der ersten Testphasen (auch für das Unternehmen) handelte. Seitdem hat das Unternehmen die Technologie, dank der praktischen Erfahrungen, optimiert. Ob die Gemeinde das neue, verbesserte System in naher Zukunft umsetzen wird bleibt noch offen. Die Leuchten der momentan noch installierten ersten Ausgabe der Clever Light Technologie werden wegen der noch nicht ganz ausgereiften Technik von der Gemeinde nur mit festen Programmzeiten gedimmt, da diese Einstellung bedeutend zuverlässiger ist.



„slControl“ - Die Intelligente Straßenbeleuchtung:

Seit Ende September 2018 kommt die „slControl“ Technologie des Schweizer Unternehmens esave ag in einer Wohnsiedlung in der Gemeinde Sanem zum Einsatz. Hierbei handelt es sich um die neuste Evolution bezüglich dynamischer Beleuchtung. Die Leuchtmasten sind auch bei diesem System durch eine WLAN Verbindung untereinander verbunden und können so miteinander kommunizieren.

Mit einem Internetzugang ist ebenfalls eine Fernsteuerung möglich. Somit entfällt das aufwendige Verlegen von Datenkabeln, was wiederum Kosten spart bei der Installation.

Ein Bewegungssensor ermöglicht es, die Beleuchtung zu reduzieren, sobald keine Frequenzen mehr da sind. Das System soll in naher Zukunft in weiteren Straßen der Gemeinde installiert werden. Das esave siControl-Modul ist klein und lässt sich ohne großen Aufwand in praktisch jede bestehende LED-Leuchte integrieren, diese müssen nur dimmbar sein.

Das System bietet insgesamt folgende Funktionen:

- Dimmen nach Zeit, Helligkeit, Standort oder Automatik-Modus
- Stromsparmodus mit Nachtabsenkungsfunktion
- Automatisches Einstellen der Sommer- und Winterzeit
- Energieverbrauch und Energiekosten ermitteln
- Optionale Erweiterungen, wie Bewegungssensoren, Radar, Helligkeitssensoren, LED-Temperatursensoren
- Vorteil: Dieses Produkt kann in die meisten gängigen LED-Straßenlampen eingebaut werden.

Aktueller Stand und Blick in die Zukunft:

Das Sanierungskonzept für die öffentliche Beleuchtung der Gemeinde Sanem befindet sich zurzeit noch in der Umsetzungsphase und wird voraussichtlich 2020 vollständig umgesetzt sein. Bis heute wurden insgesamt ca. 280 Leuchten ersetzt. Wie viel die gesamte Sanierung die Gemeinde schlussendlich kosten wird, wie viel Einsparungen (CO₂ und Geld) verbucht werden können und ab wann die Maßnahmen auch finanziell rentabel werden, das kann man erst in zwei bis drei Jahren zuverlässig beantworten.

Da die Beleuchtungstechnologie einem schnellen Wandel unterliegt, will die Gemeinde nach 2020 weiter in die Verbesserung der Beleuchtungseffizienz investieren. Einen konkreten Plan, wie die Beleuchtungserneuerung und Beleuchtungsanpassung in Zukunft erfolgen soll gibt es noch nicht. Vorstellbar wäre beispielsweise 2020 eine neue Bestandsanalyse anzufertigen. Die folgenden Schritte werden dann auf Basis der dann aktuellen technischen Möglichkeiten getroffen werden.

Tipps für Gemeinden, welche das gleiche oder ein ähnliches Projekt auch bei sich umsetzen wollen:

Fernand Heischbourg, Service technique – Chef de service Gemeinde Sanem: „Wichtig ist eine genaue Bestandsaufnahme, die dann in einem SIG-System eingetragen wird. Jegliche Änderungen und Anpassungen müssen sorgfältig im SIG-System eingetragen werden. Die theoretische Phasenplanung zur Umsetzung des Projektes muss permanent angepasst werden, da sich diese auch an Instandsetzungsmaßnahmen verschiedener Straßenbauprojekte von öffentlichen Trägern (Post, Straßenbauverwaltung, SUDGAZ, . . .) orientieren.“





Quellenangabe:

- PP-Präsentation der Gemeinde Sanem (2015): <http://ebl.lu/wp-content/uploads/2015/03/Fernand-Heischbourg-Masterplan-Beleuchtung-Sanem.pdf>
- ProSud Good practices der Südregion im Umweltbereich: http://www.prosud.lu/uploads/documents/395_1.pdf
- TRILUX Neues Licht, 13 201 Licht für Europas Straßen - Beleuchtung von Straßen, Wegen und Plätzen nach DIN EN 13 201, https://www.trilux.com/fileadmin/Downloads/33_3_Europas_Strassen-D_02.pdf
- Leipziger Leuchten, Clever Light – Intelligente Lichtsteuerung
 - http://www.leipziger-leuchten.com/tl_files/downloads/kataloge_flyer/CleverLight_Flyer.pdf
 - <http://www.leipziger-leuchten.com/clever-light.html>
- esave ag, „esave“ – Intelligente Straßenbeleuchtung: <https://esaveag.com/index.php?id=13&L=1>