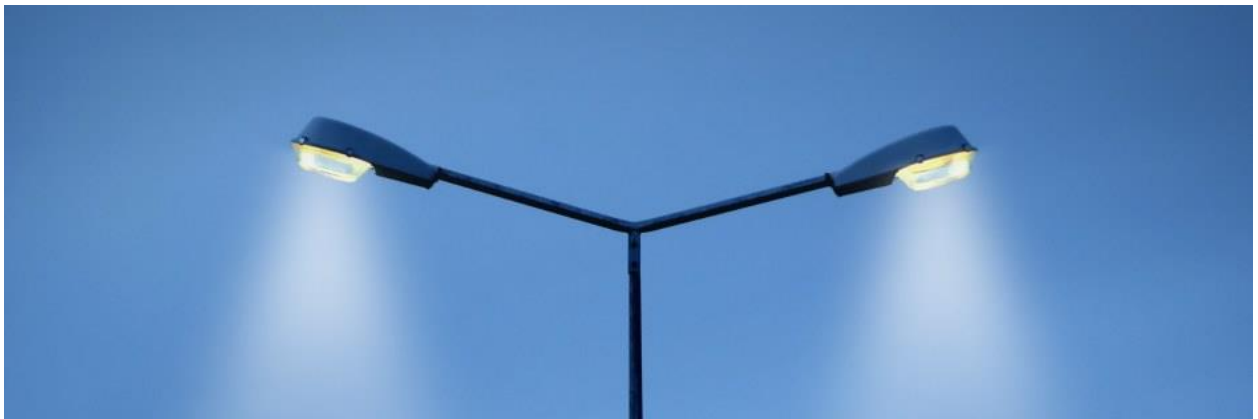


Bericht über die

**"Überprüfung einer Neuregelung der Zuständigkeiten im Bereich
Strassenbeleuchtung an Kantonsstrassen im Kanton Solothurn"**



Impressum:

Auftraggeber, Amt für Verkehr und Tiefbau Kanton Solothurn

Autoren:

Stephan Vögeli, Vögeli Expert & Support GmbH, Lohn-Ammannsegg

Matthias Reitze, Kontextplan AG, Solothurn

Datum: 06.05.2021

Version: 1.00

Inhaltsverzeichnis

1.1	AUFTRAG KANTONSRAT	8
1.2	ZWECK DES BERICHTES	8
1.3	AUSGANGSLAGE	8
2.	ANALYSE DER AKTUELLEN SITUATION	10
2.1	VORGEHEN UND UMFANG DER ANALYSE	10
2.2	GESETZLICHE GRUNDLAGEN	10
2.2.1	Strassengesetz Kanton Solothurn	10
2.2.2	Normative Bestimmungen Strassenbeleuchtung	10
2.3	DATENERHEBUNG STRASSENBELEUCHTUNG KANTON SOLOTHURN	10
2.3.1	Inhalt der Datenerhebung	10
2.3.2	Teilnehmer der Datenerhebung	11
2.3.3	Plausibilisieren der Daten	11
2.4	WESENTLICHE ERKENNTNISSE	12
2.4.1	Eigentumsverhältnisse	12
2.4.2	Betreiber	12
2.4.3	Instandhalter	12
2.4.4	Vernetzung der Energieversorgung	12
2.4.5	Kennzahlen aus der Datenerhebung	14
2.4.6	Einordnung der Strassenbeleuchtung aus Sicht Kanton	15
3.	LÖSUNGSANSÄTZE	16
3.1	GRUNDSATZ	16
3.2	VERKEHRSSICHERHEIT	16
3.3	STRATEGISCHER NUTZEN	16
3.4	ENERGIEEFFIZIENZ	16
3.5	ÖKOLOGIE, LICHTVERSCHMUTZUNG	17
3.6	GESTALTUNG DER STRASSENBELEUCHTUNG	17
3.7	ZUSÄTZLICHER ADMINISTRATIVER AUFWAND	17
3.8	VARIANTEN	18
3.8.1	Beschreibung Lösungsansätze (Varianten A - D)	18
3.8.2	Bewertung der Varianten	21
3.8.3	Detaillierung Kosten pro Variante	23
4.	VERGLEICH HANDHABUNG NACHBARKANTONE	25
4.1	GRUNDLAGEN	25
4.2	EIGENTUMSVERHÄLTNISSE	25
4.3	INSTANDHALTUNG	25
4.4	BETRIEB (ENERGIEKOSTEN)	25
4.5	VORGABEN, ÖKOLOGIE	26
5.	SCHLUSSFOLGERUNGEN	27
5.1	ALLGEMEIN	27
5.2	KOSTENBETRACHTUNG	27
5.3	STRATEGISCHE ÜBERLEGUNGEN	27

I.	Anhang / Detailinformationen	28
a	Infrastruktur.....	28
b	Leuchten	28
c	Ökologische Aspekte.....	30
d	Erstellung der Strassenbeleuchtung	33
e	Mehrfachverwendung der Masten.....	33
f	Instandhaltung (Unterhalt)	33
g	Betrieb (Stromrechnung)	33
h	Risiken.....	33
i	Detail zusätzlicher administrativer Aufwand	34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Planausschnitt Dornacherstrasse / Quelle: Regio Energie Solothurn	13
Abbildung 2: Energieeffizienz / Quelle Energie Schweiz	17
Abbildung 3: Lichtausbeute / Quelle: www.licht.de	29
Abbildung 4: Moderne Ansteuerung.....	29
Abbildung 5: Multifunktionsmasten.....	30
Abbildung 6: Ökologie Strassenbeleuchtung / Quelle: Elektron AG	30
Abbildung 7: Einfluss auf die Tierwelt / Quelle: Elektron AG	31
Abbildung 8: Trend Spektralfarben / Quelle: Elektron AG	32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kennzahlen Datenerhebung	14
Tabelle 2: Nutzwertanalyse Varianten	22
Tabelle 3: Übersicht Varianten mit Kosten	24
Tabelle 4: Übersicht Handhabung Nachbarkantone	25
Tabelle 5: Risiken.....	34

Abkürzungsverzeichnis, Begriffsbestimmungen

Abkürzung / Begriff	Beschreibung
AO	Ausserorts
AVT	Amt für Verkehr und Tiefbau
BGS	Bereinigte Gesetzessammlung (Kanton Solothurn)
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FTE	full time equivalent / Vollzeitäquivalent
IH	Instandhaltung (Wartung, Reparatur, Inspektion, Verbesserung)
IO	Innerorts
IoT	Internet of Things (Internet der Dinge)
LED	light emitting diode, Lichtemittierende Diode (Lichtquelle)
LP	Lichtpunkt
NAV	Natriumdampflampe (Lichtquelle, gelbes Licht)
NIV	Niederspannungsverordnung
SG	Strassengesetz (Kanton Bern)
SGS	Systematische Gesetzessammlung (Kanton Basel-Landschaft)
SIA	Schweizerische Ingenieur- und Architektenvereinigung
SN EN	Schweizer Norm / Euro Norm
SV	Strassenverordnung (Kanton Bern)
Beitrag	Geldbetrag der von einem Gemeinwesen zum anderen übertragen wird, Pauschalbetrag oder Beitrag nach belegbarem Aufwand
Betrieb	Betriebskosten als reine Kosten für den Energieaufwand (Stromrechnung)
Dark Sky	Synonym für die Lichtverschmutzung, Erhellung des Nachthimmels
Im Eigentum	Die Verantwortung (Zuständigkeit) übernimmt das entsprechende Gemeinwesen
Infrastrukturanlage	Bestehend aus Masten-Fundament, Kabelrohranlage, Verkabelung und Steuerung
Instandhaltung (IH)	Werterhalt der Strassenbeleuchtung durch Wartung, Inspektion, Instandsetzung (Reparatur), Verbesserung
Neubau	Das Erstellen einer neuen Anlage infolge eines Neubaus oder einer Strassenumgestaltung (technische Optimierungen), Tiefbau (Infrastruktur)
Lichtmast	Einheit bestehend aus Masten (Kandelaber), inklusive Leuchte und interner Verkabelung
Lichtpunkt	Einheit bestehend aus Leuchte, Masten, Fundamente, Rohranlage, Verkabelung und Steuerung

Zusammenfassung

Mit Kantonsratsbeschluss Nr. A011/2018 vom 03.07.2019 wurde das Bau- und Justizdepartement des Kantons Solothurn beauftragt, die Möglichkeiten einer Neuregelung der Zuständigkeiten im Bereich der Strassenbeleuchtung zu prüfen und die damit verbundenen finanziellen, ökologischen, organisatorischen, sowie personellen Konsequenzen aufzuzeigen.

Der vorliegende Bericht zeigt das Ergebnis der Abklärungen zum Sachthema Strassenbeleuchtung innerorts an Kantonsstrassen.

In einem ersten Schritt mussten die Daten bei den Gemeinden erhoben werden, da keine verwertbaren Informationen zur Verfügung standen. Die Mehrzahl der solothurnischen Gemeinden hat sich an der Umfrage beteiligt. Somit konnte eine breite und wertvolle Datenbasis geschaffen werden.

Im Kanton Solothurn sind rund 8'100 Lichtpunkte innerorts an den Kantonsstrassen installiert. Diese Lichtpunkte befinden sich mit ein einigen wenigen Ausnahmen im Eigentum der jeweiligen Gemeinde. Der Betrieb und Unterhalt dieser Strassenbeleuchtungen erfolgen in der Regel von lokalen Unternehmungen im Auftrag der Gemeinden. Die Strassenbeleuchtungen innerorts an Kantonsstrassen verursachen Kosten für den jährlichen Betrieb und Unterhalt von rund CHF 1.15 Mio. Zusätzlich entstehen weitere Kosten von rund CHF 1.25 Mio. für die periodische Erneuerung der Einrichtungen. Somit ergeben sich für das ganze Kantonsgebiet jährliche totale Kosten von rund CHF 2.4 Mio. Diese Kosten werden heute vollständig von den 111 Gemeinden des Kanton Solothurn getragen.

Aktuell sind rund 40% der Strassenbeleuchtung mit modernen Technologien (LED-Leuchten) ausgerüstet. Die Anlagen entsprechen dem üblichen Alter für derartige Einrichtungen. Es zeigt sich jedoch, dass die Erneuerungen tendenziell hinausgezögert werden. Die Einhaltung der Normen (Verkehrssicherheit) ist weitgehend gewährleistet. Eine Übernahme durch den Kanton würde keine wesentliche Verbesserung bringen, da der Ersatz der Lichtpunkte in der Regel dem Zyklus der Erneuerung der Strassen folgt.

Im ökologischen Bereich (Lichtverschmutzung, Insektenschutz) sind erste Bemühungen der Gemeinden ersichtlich, sich dem Stand der Technik anzunähern. Da diese Thematik erst vor einigen Jahren in den gesellschaftlichen Fokus gerückt ist, hinkt die Umsetzung den heutigen Möglichkeiten hinterher.

Würde man von der heutigen Regelung der Zuständigkeiten (Zuständigkeit Gemeinde) abweichen, würden in jedem Fall Kosten von den Gemeinden zum Kanton verschoben werden. Zusätzlich müsste das Amt für Verkehr und Tiefbau zusätzliche personelle Ressourcen zur Verfügung stellen, um das Sachthema bearbeiten zu können. Die Entlastung für die Gemeinden ist mit dem berechneten Durchschnitt (totale Kosten von CHF 2.4 Mio. verteilt über 111 Gemeinden) mit rund CHF 21'600. pro Jahr eher gering. Demgegenüber steht das Interesse der Gemeinden an der Gestaltungshoheit über die Strassenbeleuchtung im gesamten Gemeindegebiet.

Erheblich ins Gewicht fallen die Transaktionskosten, da die Entflechtung der Infrastruktur (Stromnetz) nur mit baulichen Massnahmen durchgeführt werden kann.

Die Kantone Basel-Landschaft und Bern haben die Übernahme der Strassenbeleuchtung bereits umgesetzt. Der Kanton Aargau ist aktuell daran die gesetzlichen Grundlagen für eine Übernahme zu schaffen.

Hingegen könnte es für den Kanton aus strategischen Überlegungen zukünftig interessant werden, die Strassenbeleuchtungen innerorts an Kantonsstrassen in sein Eigentum zu übernehmen. Mit der Übernahme würde der Kanton die kompletten Einrichtungen, welche dem Betrieb der Kantonsstrassen dienen, in seine Verantwortung übernehmen. Im ökologischen Bereich könnte der Kanton eine Vorbildrolle einnehmen und die Massnahmen zur Entlastung der Umwelt vorantreiben. Da sich die Technologien in den letzten Jahren rasant entwickelt haben, könnte der Kanton an den Lichtpunkten mit modernen Leuchten weitere Sensoren installieren. Solche Sensoren dienen der Aufnahme von Daten wie: Verkehrsmonitoring, Umweltdaten, Lärmbelastung, Wetterdaten, Feinstaubkonzentration usw. Sämtliche neue Planungen sollten deshalb in Richtung Entflechtung gesteuert werden, damit die langfristige Option "Übernahme Infrastruktur durch Kanton" besser realisierbar ist

Abschliessend kann festgehalten werden, dass eine Veränderung der heutigen Situation für die Gemeinden nur einen kleinen Effekt hätte, wohingegen der Kanton zusätzlich belastet würde.

Einleitung

1.1 Auftrag Kantonsrat

Mit Kantonsratsbeschluss Nr. A011/2018 vom 03.07.2019 wurde das Bau- und Justizdepartement des Kantons Solothurn beauftragt, die Möglichkeiten einer Neuregelung der Zuständigkeiten im Bereich der Strassenbeleuchtung zu prüfen und die damit verbundenen finanziellen, ökologischen, organisatorischen, sowie personellen Konsequenzen aufzuzeigen.

1.2 Zweck des Berichtes

Der vorliegende Bericht bezweckt die sachlichen Hintergründe und Gegebenheiten im Umgang mit der Strassenbeleuchtung an den Kantonsstrassen im Kanton Solothurn zu untersuchen. Das Ergebnis des Berichts ist die geforderte Überprüfung gemäss Kap. 1.1. Die Fakten, Wege und Möglichkeiten für die weiteren Entscheide im Kantonsrat werden aufgezeigt. Der Bericht beschreibt alle geforderten Aspekte in einer dem Sachgeschäft angepassten Tiefe. Mit dem vorliegenden Bericht hat das Bau- und Justizdepartement die Grundlagen, dem Auftrag gemäss Kapitel 1.1 nachzukommen. Der Regierungsrat des Kantons Solothurn kann sich anhand des Berichtes eine sachliche Meinung zur aktuellen Situation und zu möglichen Lösungen bilden.

1.3 Ausgangslage

Die Zuständigkeiten für die Strassenbeleuchtungen an den Kantonsstrassen im Kanton Solothurn sind seit jeher eine geteilte Aufgabe zwischen dem Kanton und den Gemeinden. Gemäss § 8^{bis}* Strassengesetz (BGS 725.11) werden die Kosten für Planung, Projektierung, Bau und Unterhalt der Strassen vom jeweils zuständigen Gemeinwesen getragen.

Gemäss §12 BGS 725.11 ist die Beleuchtung von Kantonsstrassen innerorts Sache der Gemeinde. Im Ausserortsbereich ist die Beleuchtung der Kantonsstrasse Sache des Kantons. Diese Regelung wurde seit jeher so gehandhabt.

Der erhebliche Auftrag des Kantonsrates Walter Gurtner (SVP Däniken): «Die Finanzierung der Strassenbeleuchtungen an den Kantonsstrassen innerorts sind neu regeln.» an das Bau- Justizdepartement fordert die Überprüfung der entsprechenden gesetzlichen Grundlagen und deren Handhabung.

Während der Kanton Solothurn im Ausserortsbereich die Strassenbeleuchtungen an den Kantonstrassen auf das nötigste Minimum reduziert hat (Energieeffizienz, Lichtverschmutzung), passen die Gemeinden die Strassenbeleuchtungen innerorts ihren eignen Konzepten und den entsprechenden Normen für Strassenbeleuchtungen an. Der Übergang von ausserorts zu innerorts ist im §12 BGS 725.11 nicht konkretisiert. In der Regel wurde das besiedelte Gebiet oder der Standort der Ortstafel als Übergang festgelegt. Die Gemeinden und deren Beauftragte kümmern sich ebenfalls um die Strassenleuchten im Ausserortsbereich. Das Amt für Verkehr und Tiefbau (AVT) musste bislang eher wenig Ansprüche von Gemeinden betreffend Strassenbeleuchtungen ausserorts erfüllen.

Mit der Überprüfung einer Neuregelung der Zuständigkeiten müssen alle Sachverhalte einer Strassenbeleuchtung untersucht und die Fakten aufgezeigt werden. Nur so lässt sich eine klare und weitsichtige Strategie für die nächsten Jahre erarbeiten.

Strassenbeleuchtungen sind aus technischer Sicht ein eher statisches Gebilde. Die Erneuerungszyklen und der technische Fortschritt waren über Jahrzehnte eine langwierige Angelegenheit. Seit rund zehn Jahren findet, auch dank der LED-Technologie, ein Umdenken statt. Die Gesellschaft ist energiebewusster und ökologischer geworden. Da die Strassenbeleuchtung mehrheitlich das menschliche Raumgefühl in der Nacht bestimmt, ist es mit der Zeit immer wichtiger geworden, dass die Strasse nicht nur erhellt wird, sondern dass auch die Qualität des Lichtes und der dafür notwendige Energieaufwand optimiert werden. Waren früher die Sicherheitsaspekte der alleinige Fokus der Strassenbeleuchtungen, sind mittlerweile weitere Aspekte, wie Lichtqualität, Ökologie und Energieaufwand, in den Fokus gerückt.

Der vorliegende Bericht macht eine Auslegeordnung über die Gegebenheiten der Strassenbeleuchtungen an den Kantonsstrassen und beleuchtet auch den künftig möglichen Umgang damit.

2. Analyse der aktuellen Situation

2.1 Vorgehen und Umfang der Analyse

Damit die Grundlagen für weitere Entscheide betreffend Strassenbeleuchtungen an Kantonsstrassen geschaffen werden kann, ist eine Auslegeordnung der Sachlage zu treffen.

Die Autoren des Berichtes haben die vorhandenen Strassenbeleuchtungen analysiert und die wesentlichen Fakten aufgearbeitet.

Die Analyse der aktuellen Situation basiert auf einer Datenerhebung, die bei den Gemeinden angefragt wurde (vgl. Kap. 2.4.5). Die Datenerhebung umfasst insgesamt 42 Kriterien, die Auskunft über Menge, Art, Alter, Kosten und Bewirtschaftung der aktuellen Strassenbeleuchtung geben.

Von den insgesamt 109 angefragten Gemeinden haben 84 die Datenerhebung ausgefüllt und abgegeben. Mit diesen Grundlagen lässt sich ein realistisches Bild der aktuellen Situation darstellen.

2.2 Gesetzliche Grundlagen

2.2.1 Strassengesetz Kanton Solothurn

Die gesetzliche Grundlage für die Zuständigkeiten der Strassenbeleuchtungen Kanton Solothurn ist im Strassengesetz (BGS 725.11) geregelt.

§ 8^{bis}* regelt die allgemeinen Zuständigkeiten für die Finanzierung von Planung, Projektierung, Bau und Unterhalt der Strassen durch das jeweilige Gemeinwesen.

§ 12 Abs.1 bestimmt, dass die Beleuchtung von Kantonsstrassen innerorts Sache der Gemeinde ist.

2.2.2 Normative Bestimmungen Strassenbeleuchtung

Die Strassenbeleuchtungen werden in der Schweiz nach der Norm SN EN 13201 ausgelegt. Diese Norm besteht aus fünf Teilen SN EN 13201-1...5.

Diese Grundlage gilt als der aktuelle Stand der Technik und wird bei Expertenanalysen zum Thema Strassenbeleuchtungen herangezogen.

Einzelne Gemeinden setzen zum Teil auch ihre eigenen Konzepte und Spezifikationen zum Thema ein. Die Strassenbeleuchtungen werden vielfach mit Erfahrungswerten dimensioniert und geplant. Weiter wird die SIA Norm 586 491 zur Vermeidung unnötiger Lichtemissionen im Aussenraum angewendet.

Das Amt für Umwelt Kanton Solothurn hat im Jahr 2011 einen umfassenden Leitfaden "Vermeidung von unnötigen Lichtemissionen" veröffentlicht. In diesem Leitfaden sind sämtliche weiteren gesetzlichen Grundlagen erwähnt, welche einen direkten Einfluss auf die Gestaltung der Beleuchtung im Aussenraum haben (https://so.ch/fileadmin/internet/bjd/bjd-afu/pdf/luft/415_ui_05.pdf).

2.3 Datenerhebung Strassenbeleuchtung Kanton Solothurn

2.3.1 Inhalt der Datenerhebung

Die Datenerhebung wurde von den Autoren konzipiert und mit einer Fachperson aus der Praxis vor der Umfrage auf Vollständigkeit und Zweckdienlichkeit überprüft. Es wurde darauf geachtet, dass nicht zu viele Informationen abgefragt wurden (Aufwand). Die abgefragten Informationen sollen genügend Hinweise ergeben, so dass eine aussagekräftige Übersicht erstellt werden kann.

Als grundlegende Einheit wurde ein Lichtpunkt (LP) definiert, dieser umfasst die Leuchten, den Masten und die dazugehörige Infrastruktur, namentlich Fundament, Kabelschutzrohr, Kabel und Steuerung.

Folgende Werte wurden erhoben:

- Planungsgrundlagen und Bewirtschaftung der Strassenbeleuchtungen
- Menge der Lichtpunkte innerorts und ausserorts an Kantonsstrassen
- Art (Technologie) und Leistung der verwendeten Leuchten
- Alter der Leuchten und Masten
- Massnahmen zu Gunsten der Ökologie (Lichtverschmutzung und Insektenschutz)
- Betriebsdauer der Lichtpunkte
- Durchschnittlicher Energieverbrauch pro Lichtpunkt und Jahr
- Durchschnittliche Energiekosten pro Lichtpunkt und Jahr
- Durchschnittliche Unterhaltskosten pro Lichtpunkt und Jahr
- Durchschnittliche Kosten für den Ersatz eines kompletten Lichtpunktes

2.3.2 Teilnehmer der Datenerhebung

Für die Datenerhebung wurden sämtliche Gemeinden im Kanton Solothurn vom AVT angeschrieben. Der Datenerhebungsbogen wurde von 84 Gemeinden ausgefüllt und zum Teil mit Beilagen beim AVT eingereicht. Dies entspricht einem Rücklauf von 75 Prozent, was für den vorliegenden Bericht als sachdienlich eingestuft werden kann.

In der Regel haben, die für den Betrieb und Unterhalt zuständigen Organisationen (Energieversorgungsunternehmen EVU, Planungsbüros) die Datenerhebung bearbeitet. Um eine umfassende Übersicht zu erhalten, war es wichtig, dass die drei Städte Grenchen, Olten und Solothurn ihre Angaben abgegeben haben. In der Gesamtheit der vorliegenden Informationen ergab dies somit ein genügendes Bild der Sachlage, so dass die fehlenden Angaben hochgerechnet werden konnten.

2.3.3 Plausibilisieren der Daten

Insgesamt wurden rund 3'500 Daten eingereicht. Die eingereichten Daten wurden durch die Autoren plausibilisiert, wo nötig justiert und soweit möglich vereinheitlicht. Da es bei derartigen Datenerhebungen immer Interpretationsspielraum gibt, wurden einige Gespräche mit Vertretern der Gemeinden geführt und die verlangten technischen und finanziellen Auskünfte abgeglichen.

Für die ausstehenden Informationen wurden anhand der vorhandenen Daten Durchschnittswerte ermittelt. Anhand dieser Durchschnittswerte konnten die fehlenden 25% der Informationen ergänzt werden, so dass eine sachliche Gesamtübersicht über das ganze Kantonsgebiet erstellt werden konnte.

2.4 Wesentliche Erkenntnisse

Die Auswertung der Daten hat ergeben, dass innerorts an Kantonsstrassen rund **8'100 Lichtpunkte** verbaut sind. Diese Lichtpunkte verursachen jährliche Kosten für **Unterhalt und Betrieb** von **CHF 1.15 Mio.**

Der Aufwand für die Erneuerungen der Strassenbeleuchtungen ist eine abstrakte Berechnung aus den Angaben der Erhebung. Bei Anwendung des theoretischen Ansatzes ergeben sich **Investitionskosten** von rund **CHF 1.25 Mio.** pro Jahr. Die Kennzahlen der Datenerhebung sind in Tabelle 1: Kennzahlen Datenerhebung ersichtlich.

Die Gesamtkosten von **CHF 2.4 Mio.** werden heute ausschliesslich durch die Gemeinden und Städte getragen. Jede Anpassung an der heutigen Regelung (Gesetzgebung) würde dazu führen, dass der Kanton zusätzlich belastet und die Gemeinden entlastet würden. Der Verteilschlüssel, welches Gemeinwesen wieviel der Kosten zu tragen hat, ist in erster Linie eine politische und keine technische Frage.

2.4.1 Eigentumsverhältnisse

Die Eigentumsverhältnisse der Strassenbeleuchtungen innerorts an Kantonstrassen sind nicht in jeder Gemeinde identisch geregelt. In der Mehrzahl der Gemeinden verfügen die Gemeinden über das Eigentum der Strassenbeleuchtungen.

Es gibt auch Gemeinden wie Bellach, Bettlach u.a., welche die Strassenbeleuchtungen in das Eigentum des Energieversorgers (EVU) übertragen haben. In den Städten sind die Strassenbeleuchtungen generell im Inventar der stadt eigenen EVU integriert.

2.4.2 Betreiber

In der Mehrzahl treten die Gemeinden selbst als Betreiber der Strassenbeleuchtungsanlagen auf. Bei den Gemeinden, welche das EVU die Strassenbeleuchtungen im Eigentum hat, stellen diese auch den Betrieb der Anlagen sicher. Die Mehrzahl der Gemeinden setzen für die Planung und Dokumentation der Strassenbeleuchtungen regionale Planungsbüros ein.

2.4.3 Instandhalter

Mit dem Unterhalt der Strassenbeleuchtungen werden mehrheitlich regionale Dienstleister (Elektroinstallationsfirmen) von den Gemeinden beauftragt.

Bei den Gemeinden, bei welchen die Strassenbeleuchtungen im Eigentum des EVU sind, wird der Unterhalt durch diese sichergestellt.

2.4.4 Vernetzung der Energieversorgung

Die Verkabelung der Strassenbeleuchtungen an den Kantonsstrassen ist fast ausnahmslos mit der Verkabelung der Beleuchtungen von Quartierstrassen verknüpft.

Es sind meistens Energiemessungen für ganze Ortsteile (mehrere Strassenzüge) installiert. Separate Energiemessungen für die Strassenbeleuchtungen entlang der Kantonsstrassen sind in den meisten Gemeinden nicht vorhanden. Eine präzisere Abklärung dazu wurde nicht vorgenommen, da der Aufwand im Verhältnis zum Nutzen als zu gross erachtet wurde.

Eine komplette Entflechtung der Verkabelungen für eine einheitliche Energiemessung der Lichtpunkte an den Kantonsstrassen wäre technisch machbar, jedoch mit hohem Aufwand (Kosten) verbunden. Wenn nur für jeden Lichtpunkt eine realistische Summe von CHF 2'000.- für eine Anpassung der Infrastruktur eingesetzt wird, ergibt dies ein Investitionsvolumen von rund CHF 17 Mio. für den ganzen Kanton Solothurn. Eine solche Entflechtung müsste daher über mehrere Jahre (Jahrzehnte) als strategisches Ziel gesetzt und Schritt für Schritt umgesetzt werden.

Als Beispiel für die Komplexität der Vernetzung der Strassenbeleuchtung dient der Planausschnitt im Bereich Dornacherstrasse/Dornacherplatz der Stadt Solothurn.

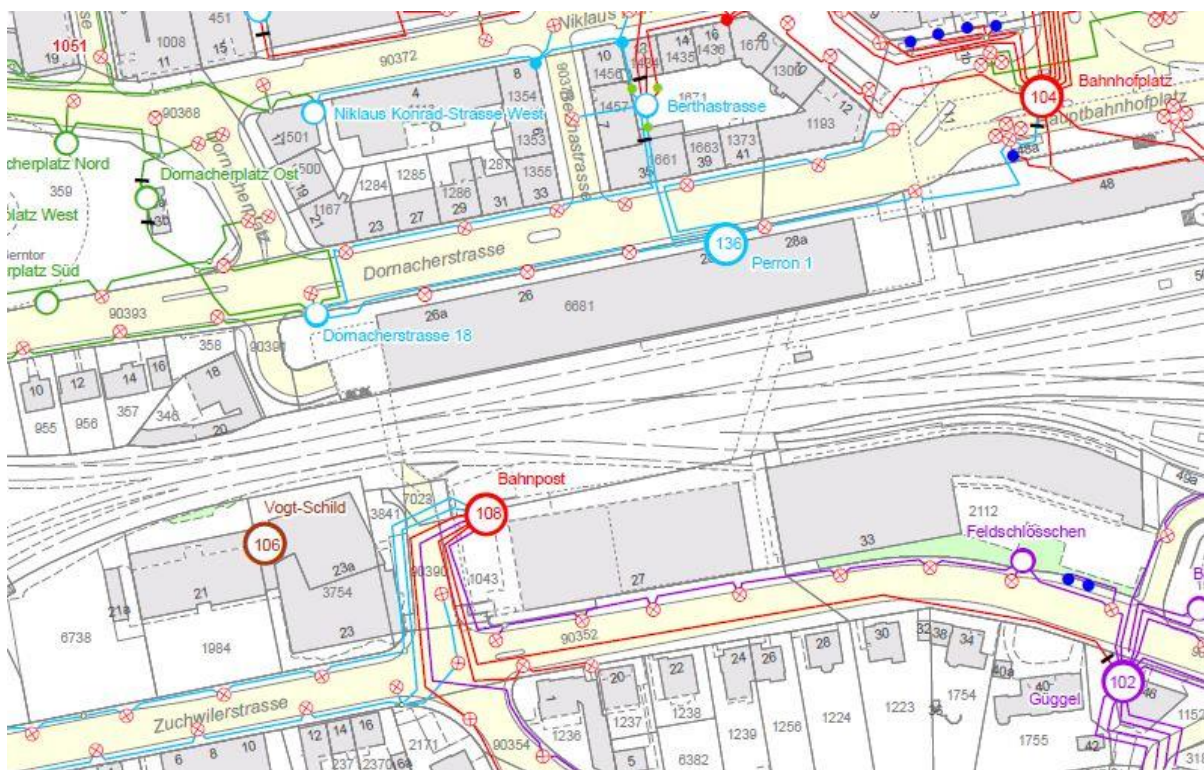


Abbildung 1: Planausschnitt Dornacherstrasse / Quelle: Regio Energie Solothurn

2.4.5 Kennzahlen aus der Datenerhebung

In der folgenden Tabelle 1: Kennzahlen Datenerhebung sind alle ausgewerteten Kennzahlen aus der Datenerhebung aufgeführt.

Kennzahl	Stao.	Werte	Einheit
Anz. Lichtpunkte (LP)	IO	8100	Stk.
Anz. Lichtpunkte (LP)	AO	547	Stk.
Ø LP/km	IO	26	Stk.
Ø Energie/LP p.a.	IO	373	kWh
Ø Energiekosten/LP p.a.	IO	73	CHF
Ø Energie/LP p.a.	AO	374	kWh
Ø Energiekosten/LP p.a.	AO	67.50	CHF
Ø Betriebsstunden p.a.	IO+AO	4105	h
Ø Kosten IH/LP p.a.	IO	69	CHF
Ø Kosten IH/LP p.a.	AO	52	CHF
Total Kosten IH p.a.	IO	555 924	CHF
Total Kosten IH p.a.	AO	28 236	CHF
Total Kosten IH p.a.	IO+AO	584 160	CHF
Total Kosten Energie p.a.	IO	592 983	CHF
Total Kosten Energie p.a.	AO	36 902	CHF
Total Kosten Energie p.a.	IO+AO	629 886	CHF
Total Kosten IH+Betrieb p.a.	IO	1 148 908	CHF
Total Kosten IH+Betrieb p.a.	AO	65 139	CHF
Total Kosten IH+Betrieb p.a.	IO+AO	1 214 046	CHF
Total Erneuerung alle LP	IO	40 824 960	CHF
Total Erneuerung alle LP	AO	2 755 521	CHF
Total Erneuerung alle LP	IO+AO	43 580 481	CHF
Ø Kosten Erneuerung/LP	IO+AO	5 040	CHF
Ø Kosten Erneuerung/LP p.a.	IO	1 249 744	CHF
Ø Kosten Erneuerung/LP p.a.	AO	84 353	CHF
Ø Erneuerungszyklus alles	IO+AO	33	Ja.
Ø Weitere Anwendung Masten	IO+AO	30	%
Ø Alter Masten < 10 Jahre	IO	15	%
Ø Alter Masten > 10 Jahre	IO	29	%
Ø Alter Masten > 20 Jahre	IO	56	%
Ø Alter Leuchten < 10 Jahre	IO	46	%
Ø Alter Leuchten > 10 Jahre	IO	34	%
Ø Alter Leuchten > 20 Jahre	IO	21	%
Ø Verwendung LED	IO	41	%
Ø Verwendung NAV	IO	53	%
Ø Verwendung andere	IO	7	%
Ø Massnahmen Dark Sky	IO	11	%
Ø Massnahmen Insektenschutz	IO	18	%
Ø Anwendung Normen	IO	81	%

Tabelle 1: Kennzahlen Datenerhebung

2.4.6 Einordnung der Strassenbeleuchtung aus Sicht Kanton

Die Frage der künftigen Finanzierung der Strassenbeleuchtung an Kantonsstrassen ist nur ein Aspekt. Aus der Sicht des Kantons gibt es weitere Argumente, die für oder gegen eine Abweichung der heutigen Regelung sprechen.

Verkehrssicherheit

Für den Kanton steht die Verkehrssicherheit im Vordergrund. Da die Strassenbeleuchtung ein Bestandteil der Strassenanlage darstellt und der Verkehrssicherheit dient, sollte sichergestellt sein, dass die Strassenbeleuchtungen normenkonform gebaut und betrieben werden.

Strategischer Nutzen

Für den Kanton Solothurn ergibt sich nebst der ordnungspolitischen Frage über die Finanzierung von Strassenbeleuchtungen auch eine strategische Sicht auf die Strassenbeleuchtungen an Kantonsstrassen. Jeder Lichtpunkt stellt eine Verbindung zu einem energieverstärkenden Netzwerk sicher. Die neusten Generationen von Leuchten (LED) sind dafür vorbereitet, weitere elektronische Komponenten (z.B. Sensoren und Kommunikationselemente) aufzunehmen und Datenverbindungen herzustellen. Die Sensoren können dazu benutzt werden, die Lichtqualität vor Ort zu optimieren (Bedarfssteuerung).

In der Zukunft werden noch etliche weitere Anwendungen mittels Internet of Things (IoT) dazu kommen, es sind dies: Verkehrsmonitoring, Lärmmonitoring, Umweltdaten, Metadaten, Videobilder, Ereigniserkennung, Kommunikationsnetzwerke (WLAN) etc.

Weitere Argumente

Die weiteren Argumente, welche es zu beachten gilt, sind Energieeffizienz, Ökologie Lichtverschmutzung, Gestaltungsmitwirkung der Gemeinden und der zusätzliche administrative Aufwand.

3. Lösungsansätze

3.1 Grundsatz

Aus den Erkenntnissen (vgl. Kap. 2.4.6), ergeben sich verschiedene Lösungsansätze.

Damit die vorliegenden Entscheidungsgrundlagen im richtigen Kontext eingeordnet werden können, gilt es die massgebenden Kriterien zu ordnen und im Vergleich der Lösungsvarianten zu bewerten. In den folgenden Kapiteln werden die angewendeten Kriterien (Argumente) beschrieben.

3.2 Verkehrssicherheit

Der Kanton als Eigentümer der Kantonstrassen ist verpflichtet eine den aktuellen Gesetzen und Normen entsprechende Strasseninfrastruktur zu erstellen und zu betreiben.

Für die Strassenbeleuchtung bedeutet dies, dass die Lichtqualität sukzessive den Normen angepasst werden muss. Aus wirtschaftlichen Gründen ist es nicht sinnvoll, alle Strassenbeleuchtungen innerhalb kürzester Zeit auf ein normengerechtes Niveau zu bringen.

Es gilt zu beachten, dass ein Ersatz der Leuchten auf moderne LED-Technologie in gewissen Fällen auch Schwierigkeiten bereitet, da die Abstände der Leuchten für LED-Anwendungen weniger gross sein müssen (hell/dunkel).

Die Gemeinden haben in den letzten Jahren schon einige Anstrengungen unternommen und bei einem Ersatz der Strassenbeleuchtung, die Normen mehrheitlich angewendet (vgl. Tabelle 1: Kennzahlen Datenerhebung).

Die Normenkonformität lässt sich über die Jahre erreichen, unabhängig in welchem Eigentum sich die Strassenbeleuchtung befindet.

3.3 Strategischer Nutzen

Der Eigentümer der Strassenbeleuchtung hat insofern einen strategischen Vorteil, weil er an diversen Standorten entlang der Strasse einen mit Energie versorgten Punkt (Lichtmast) hat. Solche Standorte werden künftig vermehrt in den Fokus rücken, da die Digitalisierung auch in der Strassenbeleuchtung wesentliche Fortschritte macht (Smart City). So sind die neusten Generationen von LED-Leuchten mit Adaptern ausgerüstet, an welchen sich verschiedenste Sensoren und Kommunikationskomponenten anschliessen lassen.

Die bedarfsgerechte Steuerung der Lichtqualität ist nur ein Aspekt, die künftigen Möglichkeiten werden weitaus vielfältiger sein.

Als Eigentümer des Lichtpunktes und der dazugehörigen Netzinfrastruktur lassen sich diese Möglichkeiten einfacher nutzen. Strategisch müsste es das Ziel sein, möglichst unkompliziert die neuen Technologien nutzen zu können. Dieses Kriterium ist aus Sicht des Kantons Solothurn für zukünftige Optionen, die Strassenbeleuchtungen, respektive deren Standorte zu nutzen, wesentlich (vgl. Anhang b Leuchten).

3.4 Energieeffizienz

Es ist im Sinne eines jeden Eigentümers, den Energieverbrauch zu senken. In der Strassenbeleuchtung wird dies durch das Ausschalten der Beleuchtung oder durch den Einsatz von modernen LED-Technologien erreicht. Moderne LED-Leuchten lassen sich auf die spezifischen Lichtbedürfnisse vor Ort steuern. Mit gesteuerten LED-Leuchten anstelle von herkömmlichen NAV-Leuchten kann im vergleichbaren Betrieb der Energieverbrauch bis 70% reduziert werden (vgl. Abbildung 2).

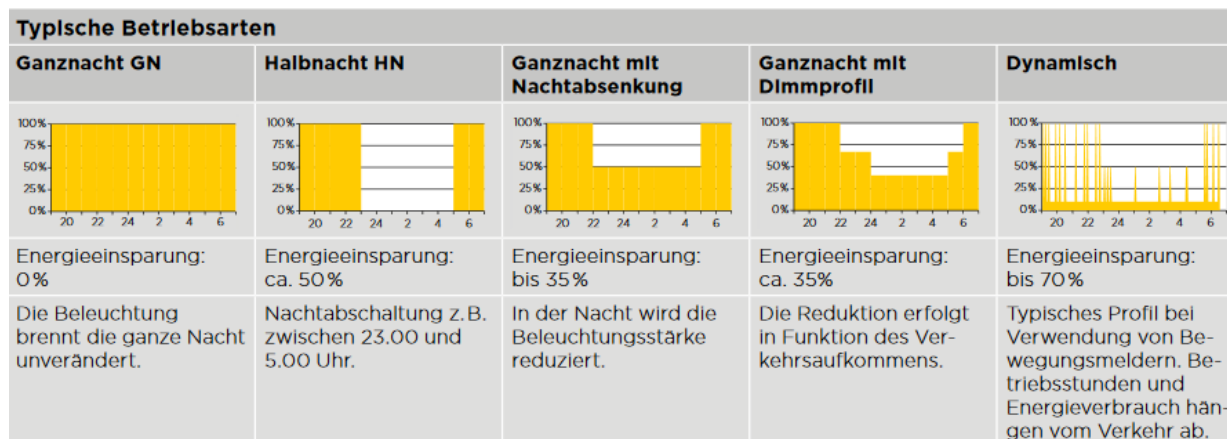


Abbildung 2: Energieeffizienz / Quelle Energie Schweiz

3.5 Ökologie, Lichtverschmutzung

Die Vermeidung von Lichtverschmutzung ist ein zentrales Thema bei öffentlichen Beleuchtungen. Auf der einen Seite sind öffentliche Beleuchtungen dazu da, Sicherheit für Personen und Verkehrswege zu schaffen. Andererseits sollten sie die Umwelt so wenig wie möglich mit elektromagnetischer Strahlung (Licht) belasten. Mit modernen LED-Leuchten wird man diesem Aspekt zunehmend gerechter, da die Lichtqualität und die Lichtausbreitung effizienter eingestellt werden können. Das Bemühen der Gemeinden, die Strassenbeleuchtungen auch ökologisch zu verbessern, ist erkennbar. Die Umsetzung könnte jedoch noch intensiver wahrgenommen werden.

3.6 Gestaltung der Strassenbeleuchtung

Die Strassenbeleuchtung beeinflusst das Ortsbild nicht nur in der Nacht aufgrund der Lichtausbreitung, sondern auch am Tag, weil die Lichtmasten und Leuchten am Strassenrand deutlich erkennbar sind. Die Gemeinden passen die Gestaltung der Strassenbeleuchtung situativ dem Standort (z.B. Zentrum, Quartier) den Bedürfnissen an. Als Eigentümer der Strassenbeleuchtung an den Kantonsstrassen haben sie die freie Wahl und können ihr Ortsbild eigenständig gestalten.

Als Strasseneigentümer hat der Kanton ein hohes Interesse, dass die Gemeinden die Lichtkonzepte normengerecht ausführen. Es ist davon auszugehen, wenn der Kanton finanzielle Beiträge an die Strassenbeleuchtung ausrichtet, wird er auch entsprechende Vorgaben machen. Dies kann situativ zu Zielkonflikten von Gestaltung versus Vorgabe führen.

3.7 Zusätzlicher administrativer Aufwand

Wenn von der heutigen Regelung gemäss §12 BGS 725.11 abgewichen wird, entsteht ein zusätzlicher administrativer Aufwand. Dieser zusätzliche Aufwand ergibt sich zwangsläufig auf Seiten des Kantons, wenn Eigentumsverhältnisse verschoben oder ein Beitragswesen eingeführt wird. Der Kanton hat bis heute lediglich bei Strassenumgestaltungen im Rahmen von Projekten Verhandlungen mit den Gemeinden betreffend Strassenbeleuchtungen geführt. Weitergehende Aufwendungen sind nicht entstanden, da die Gemeinden alle nötigen Arbeiten in Eigenregie ausgeführt haben. Dieses Kriterium betrachtet einzig den zusätzlichen Aufwand beim Kanton. Die Gemeinden würden je nach gewählter Lösung marginal belastet oder entlastet.

3.8 Varianten

Mit den vorliegenden Erkenntnissen ergeben sich die folgenden vier Haupt Stossrichtungen (Varianten), die zu einer Lösung führen:

A / Status quo

Die bestehende Regelung wird beibehalten. Das Eigentum und die Zuständigkeit für die Strassenbeleuchtung innerorts an Kantonstrassen bleiben bei den Gemeinden.

B / Übernahme Kanton

Der Kanton übernimmt die Strassenbeleuchtungen innerorts an Kantonsstrassen in das Eigentum. Die Übernahme wird über einen definierten Zeitraum in der Grössenordnung von 1-20 Jahren erfolgen.

C / Eigentumsanteile Kanton / Gemeinden

Der Kanton übernimmt Teilanlagen der Strassenbeleuchtung innerorts an Kantonsstrassen in das Eigentum (z.B. Masten und Leuchten). Die Übernahme wird über einen definierten Zeitraum in der Grössenordnung von 1-20 Jahren erfolgen.

D / Beiträge an die Gemeinden

Die Gemeinden behalten das Eigentum der Strassenbeleuchtung innerorts an Kantonsstrassen. Der Kanton richtet Beiträge an die Gemeinden aus (z.B. an Erneuerung, Unterhaltskosten, Betriebskosten).

3.8.1 Beschreibung Lösungsansätze (Varianten A - D)

A / Status Quo

Beim Status Quo wird keine Änderung der heutigen Gesetzgrundlage vorgenommen. Die Gemeinden errichten, erhalten und betreiben die Strassenbeleuchtungen innerorts an Kantonsstrassen auf eigene Rechnung und Verantwortung (Eigentum).

Die Kosten von rund CHF 2.4 Mio. pro Jahr werden von den Gemeinden vollumfänglich getragen. Die Gemeinden müssen sich bei der Errichtung der Strassenbeleuchtungen an die aktuellen Normen halten (Eigentümerhaftung). Sie behalten vollständige Gestaltungsfreiheit über die Auswahl der Technologie und Gestaltung der Strassenbeleuchtung.

B / Eigentum Kanton

Bei dieser Variante wird der Kanton Eigentümer der kompletten Strassenbeleuchtung innerorts an Kantonstrassen. Der Kanton übernimmt die volle Verantwortung für die Errichtung, Erhaltung und den Betrieb der Beleuchtungsanlagen, inkl. Kostenfolge.

Der Übergang von der Gemeinde zum Kanton kann in einem Schritt oder stufenweise über mehrere Jahre erfolgen. Bei einer mehrjährigen Übernahme müsste eine angepasste Lösung zur Entschädigung der Gemeinden gefunden werden (keine Ungleichbehandlung). Ein Ansatz wäre, die Gemeinden bis zur Übernahme der Lichtpunkte auf ihrem Perimeter pauschal pro Lichtpunkt mit einem Beitrag zu entschädigen. Dieser Beitrag könnte sich aus den Betriebs- und Unterhaltskosten zusammensetzen, z.B. CHF 100.- pro Lichtpunkt und Jahr. Eine solche Lösung würde ab dem Zeitpunkt der Umsetzung Kosten von rund CHF 810'000.- (jährliche Beiträge Gemeinden) für den Kanton verursachen.

Bei dieser Lösung (Variante B) könnte der Kanton ökologische und energieeffiziente Massnahmen aktiv fördern und damit eine Vorbildrolle einnehmen. Zudem bekäme der Kanton die Möglichkeit, die Leuchten und Masten für neue Anwendungen zu nutzen (z.B. Sensoren, Meteo, Verkehrszählung, Videobilder, Kommunikationstechnologien usw.). Es könnten auch neue Wege der bedarfsgesteuerten Beleuchtung begangen werden (Lichtniveau wird bei Annäherung erhöht und bei Entfernen wieder abgesenkt).

Den Gemeinden müsste eine Mitwirkung bei der Gestaltung der Strassenbeleuchtung zugestanden werden.

Der Kanton müsste bei dieser Lösung personell aufstocken (FTE 40%) und die zusätzlichen Kosten von CHF 2.4 Mio. pro Jahr (exkl. FTE) für die Strassenbeleuchtung der Strassenrechnung belasten.

Für die Umsetzung und Einführung einer solchen Lösung, würden einmalige Projektkosten von rund CHF 150'000.- und jährliche Betriebskosten für Personal (CHF 50'000.-) und des Verwaltungs- und Steuerungssystems von rund CHF 41'000.- (bei maximalem Ausbau) entstehen (total p.a. CHF 91'000.-).

C / Eigentumsanteile Kanton

Bei diesem Lösungsansatz würde der Kanton nur einen Teil der Strassenbeleuchtung innerorts an Kantonstrassen in das Eigentum übernehmen. Für die Teile, die der Kanton übernimmt, würden die gleichen Bedingungen entstehen wie bei der Variante B / Eigentum Kanton.

Die Schnittstelle bei dieser Variante wird sinnvollerweise so gewählt, dass die Infrastrukturanlagen (Rohre, Kabel, Steuerung) bei der Gemeinde verbleiben (Vernetzung der Strassenbeleuchtung). Der Kanton würde sinnvollerweise nur den Lichtmasten (Leuchte und Mast) übernehmen.

Durch das Einführen einer technischen Schnittstelle würde der administrative Aufwand in beiden Gemeinwesen steigen (Kanton FTE bis 40%, Gemeinden marginal).

D / Beiträge an die Gemeinden

Bei diesem Lösungsansatz bleiben die Gemeinden Eigentümer der Strassenbeleuchtung innerorts an Kantonsstrassen.

Die Untervarianten D1 – D4 wurden so gewählt, dass die Schnittstellen technisch sinnvoll sind und die Bewirtschaftung der Beiträge möglichst effizient erfolgen kann.

Der Kanton richtet, je nach gewählter Untervariante und den zu bestimmenden Beitragsätzen (1 bis 100%), die Beiträge jährlich an die Gemeinden aus. Da der Kanton damit Steuergelder verwendet, müsste ein Steuerungs- und Kontrollprozess (Vorgaben) eingeführt werden, damit die sachgerechte Verwendung der Gelder sichergestellt werden könnte. Dieser Prozess würde Aufwendungen auslösen, die heute in dieser Form nicht existieren.

In Tabelle 3: Übersicht Varianten mit Kosten sind die Kosten entsprechend der gewählten Beitragsvariante aufgeführt. Durch die Anpassung der Beitragssätze (1-100%) werden die Kosten zu Gunsten oder zum Nachteil der Gemeinwesen verschoben. Der Bericht stellt nur die 100-prozentigen Kosten (Beiträge) dar. Auf die Darstellung mit weiteren Untervarianten wurde bewusst verzichtet. Der Kanton würde infolge der Vorgaben an Ökologie und Energieeffizienz, bei der Gestaltung der Strassenbeleuchtung eine Mitwirkung erhalten.

3.8.2 Bewertung der Varianten

In Tabelle 2: Nutzwertanalyse Varianten werden die verschiedenen Varianten dargestellt und anhand der Kriterien Kap. 3.2 bis 3.7 bewertet. Die vorliegende Betrachtung richtet sich auf die Zukunft aus; der Zeithorizont wird mit 20 Jahren angenommen.

Zum Argument der Verkehrssicherheit gilt es anzumerken, dass die Gemeinden die Strassenbeleuchtungen sukzessive den gültigen Normen anpassen. Insgesamt haben 67 Gemeinden mitgeteilt, dass sie die Normen einhalten oder bei der nächsten Erneuerung anwenden werden. Für den Kanton Solothurn ergäbe sich eine ähnliche Ausgangslage; die Anpassung der kompletten Strassenbeleuchtung an die aktuellen Normen würde durch Erneuerungen in mehreren Jahren erfolgen.

Der zusätzliche administrative Aufwand entsteht bei der Abweichung von der heutigen Regelung. Bei einer 100-prozentigen Übernahme durch den Kanton oder mit der Einführung eines Beitragswesen, ist im AVT mit einer zusätzlichen Funktion mit bis zu 40 Stellenprozent (FTE) zu rechnen.

Bei der Variante D (Beiträge an die Gemeinden) wurde auf die Darstellung von Varianten mit Teilbeiträgen von weniger als 100% verzichtet.

Die Bewertungen der Varianten erfolgten mit einer Gewichtung, die Gewichtung bezieht sich auf die Sicht des Kantons. Die Kriterien, Verkehrssicherheit, Strategischer Nutzen und Ökologie werden folglich um 20% Punkte höher gewichtet.

Varianten		Verkehrssicherheit Normen einhalten	Strategischer Nutzen	Energieeffizienz	Ökologie / Lichtverschmutzung	Gestaltung der Beleuchtung im Gemeindegebiet	Admin. Aufwand	Total Punkte
CHF 2.4 Mio.								
Anzahl max. Punkte		12	12	10	12	10	10	66
A / Status Quo Eigentum Gemeinde		10	2	5	4	10	10 keiner	41
B / Übernahme Kanton Zeitraum 1–20 Jahre		12	12	8	10	5 Mitsprache Gemeinden	0 FTE bis 40%	47
C / Eigentumsanteile Kanton / Gemeinde (Leuchten + Masten Kanton) Zeitraum 1–20 Jahre		12	10	8	10	5 Mitsprache Gemeinden	0 Schnittstellen	45
D / Beiträge an die Gemeinden								
D1)	Beitrag 100% durch Kanton	10	2	8	8	8 Vorgaben Kanton	0 Kontrolle Vorgaben	36
D2)	Beitrag 1-100% an: - Neubau - Unterhalt - Betrieb (Stromrechnung)	10	2	8	8	8 Vorgaben Kanton	0 Kontrolle Vorgaben	36
D3)	Beitrag 1-100% an: - Neubau - Unterhalt	10	2	8	8	8 Vorgaben Kanton	2 Kontrolle Vorgaben	38
D4)	Beitrag 1-100% an: - Neubau	8	2	8	6	8 Vorgaben Kanton	4 Kontrolle Vorgaben	36

Tabelle 2: Nutzwertanalyse Varianten

3.8.3 Detaillierung Kosten pro Variante

Je nach gewählter Variante B bis D4 werden die heute bestehenden Kosten von rund CHF 2.4 Mio. unter den Gemeinwesen verteilt. Bei jeder dieser Variante B bis D4 fallen beim Kanton zusätzliche Aufwendungen an. Der Kanton müsste sich für die zusätzlichen Aufgaben entsprechend organisieren. Mit der Variante B (Übernahme Kanton) entstehen die maximalen Aufwendungen für den Kanton.

Der administrative Aufwand bezieht sich erster Linie darauf, in welchem Umfang die Gemeinwesen ein Steuerungs- und Kontrollsystem für den Prozess Strassenbeleuchtung einführen. Dabei geht es darum, dass der Kanton Vorgaben macht und die Gemeinden die Einhaltung dieser Vorgaben nachweisen und dokumentieren müssen. In beiden Gemeinwesen entstehen dadurch zusätzlich Aufwände, die bislang in dieser Form nicht vorhanden waren.

In Tabelle 3: Übersicht Varianten mit Kosten werden für jede Variante die Kosten dargestellt. Bei der Variante D (Beiträge Kanton) wurden keine Untervarianten mit Teilbeiträgen von kleiner als 100% aufgeführt.

Variante	Beschrieb	Eigentum	Neubau	Instandhaltung	Betrieb	Administration h	Kosten IH + Betrieb p.a.	Investition p.a.	Personal FTE
				gilt auch für best. Lichtpunkte			Basis immer 100%	Theoretischer Wert	Zusätzlich zu heute
A	Status quo	Gemeinde	Gemeinde	Gemeinde	Gemeinde	Gemeinde	Gemeinden	Gemeinden	Gemeinde
			100%	100%	100%	0	CHF 1 150 000.00	CHF 1 250 000.00	0%
						Kanton	Kanton	Kanton	Kanton
B	Übernahme Kanton	Kanton	Kanton	Kanton	Kanton	Gemeinde	Gemeinden	Gemeinden	Gemeinde
			100%	100%	100%	< 40	CHF -	CHF -	< 2%
						Kanton	Kanton	Kanton	Kanton
C	Teileigentum Kanton - Erneuerung je 1/2 Kt. + Gde.	Tiefbau Gde.	Gemeinde	Kanton	Gemeinde	Gemeinde	Gemeinden	Gemeinden	Gemeinde
				100%	100%	< 40	CHF 593 000.00	CHF 625 000.00	< 2%
		Lichtmast Kt.	Kanton			Kanton	Kanton	Kanton	Kanton
D1	Beitrag Kanton 100% - Erneuerung - Instandhaltung - Betrieb	Gemeinde	Kanton	Kanton	Kanton	Gemeinde	Gemeinden	Gemeinden	Gemeinde
			100%	100%	100%	< 40	CHF -	CHF -	< 2%
						Kanton	Kanton	Kanton	Kanton
D2	Beitrag Kanton teilweise 1 bis 100% - Erneuerung - Instandhaltung - Betrieb	Gemeinde	Kanton	Kanton	Kanton	Gemeinde	Gemeinden	Gemeinden	Gemeinde
			1 - 100%	1 - 100%	1 - 100%	< 40	CHF -	CHF 1 250 000.00	< 2%
						Kanton	Kanton	Kanton	Kanton
D3	Beitrag Kanton teilweise 1 - 100% - Erneuerung - Instandhaltung	Gemeinde	Kanton	Kanton	Gemeinde	Gemeinde	Gemeinden	Gemeinden	Gemeinde
			1 - 100%	1 - 100%	100%	< 40	CHF 593 000.00	CHF -	< 2%
						Kanton	Kanton	Kanton	Kanton
D4	Beitrag Kanton teilweise 1 -100% - Erneuerung	Gemeinde	Kanton	Gemeinde	Gemeinde	Gemeinde	Gemeinden	Gemeinden	Gemeinde
			1 - 100%	100%	100%	< 40	CHF 1 150 000.00	CHF -	< 2%
						Kanton	Kanton	Kanton	Kanton
						425	CHF -	CHF 1 250 000.00	20%
Einmalige Projektkosten Kanton rund CHF 150'000.- Jährlich wiederkehrende Kosten für Kommunikation und Verwaltungssystem CHF 41'000.- Variante B + C 100%, Variante D1-D4, Teilsummen je nach Lösung									

Tabelle 3: Übersicht Varianten mit Kosten

4. Vergleich Handhabung Nachbarkantone

4.1 Grundlagen

Da die Nachbarkantone Bern, Basel-Landschaft und zum Teil Aargau in der gleichen Thematik Zuständigkeiten für die Strassenbeleuchtungen an kantonalen Strassen bereits Gesetzesanpassungen vorgenommen haben, lohnt sich ein Blick auf deren Handhabung.

4.2 Eigentumsverhältnisse

Die Angaben für den Kanton Aargau beziehen sich auf den *Anhörungsbericht vom 17. Juni 2020 zur Revision der Strassengesetzgebung Teil 1* (Departement Bau, Verkehr Umwelt).

Der Kanton Aargau möchte die Beleuchtungsanlagen innerorts schrittweise über einen Zeitraum von 20 Jahren übernehmen. Die dazu nötigen Anpassungen im Strassengesetz sind noch nicht vollzogen.

Im Kanton Basel-Landschaft lässt der Kanton die Beleuchtungsanlagen erstellen und ist somit Eigentümer der Beleuchtungsanlagen. Im Strassengesetz (SGS) §24 Beleuchtung ist beschrieben, dass die Strassen innerhalb der Baugebiete angemessen zu beleuchten sind.

Im Kanton Bern sind gemäss Strassengesetz Art. 38 SG und Art. 1 SV, die öffentlichen Beleuchtungen an Kantonsstrassen Bestandteil der Kantonstrasse und damit im Eigentum des Kantons.

4.3 Instandhaltung

Im Kanton Aargau würde der Kanton die Kosten der Instandhaltung teilweise übernehmen. Die Gemeinden müssten die periodische Reinigung übernehmen.

Im Kanton Basel-Landschaft übernimmt der Kanton die Kosten für die Erhaltung/Instandhaltung.

Im Kanton Bern übernimmt der Kanton die Kosten für den baulichen und betrieblichen Unterhalt.

4.4 Betrieb (Energiekosten)

Im Kanton Aargau würden die Gemeinden die Betriebskosten (Stromrechnung) übernehmen.

Im Kanton Basel-Landschaft übernehmen die Gemeinden die Betriebskosten für den Energieverbrauch.

Im Kanton Bern übernimmt der Kanton die Betriebskosten für den Energieverbrauch nach Aufwand, respektive entschädigt die Gemeinden mit Pauschalbeiträgen.

Kanton	Eigentum	Unterhalt / Instandhaltung	Betrieb /Stromrechnung
Aargau (Entscheid offen)	Kanton	Kanton	Gemeinde
Basel - Landschaft	Kanton	Kanton	Gemeinde
Bern	Kanton	Kanton	Kanton

Tabelle 4: Übersicht Handhabung Nachbarkantone

4.5 Vorgaben, Ökologie

Im Kanton Aargau sind die Richtlinien für den Bau und Betrieb von Strassenbeleuchtungen noch nicht erschienen.

Im Kanton Basel-Landschaft sind in der *Richtlinie Strassenbeleuchtung 2011* Art. 7 Energiegrenzwerte und im Art. 8, Vorgaben zur Lichtverschmutzung definiert. Die Regelungen sind sehr allgemein gehalten und beinhalten keine exakten Energiewerte oder lichttechnische Vorgaben.

Im Kanton Bern sind in der Richtlinie *Öffentliche Beleuchtung an Kantonstrassen 2015* Kapitel 4 Beleuchtungsstrategie des TBA vorwiegend Vorgaben zur Energieeffizienz definiert.

5. Schlussfolgerungen

5.1 Allgemein

Die Abklärungen zu den Strassenbeleuchtungen an Kantonsstrassen innerorts haben ergeben, dass verschiedene Möglichkeiten bestehen, die aktuelle Regelung anzupassen. Bei jeder Variante, welche nicht dem Status quo entsprechen, würden Kosten von den Gemeinden zum Kanton verschoben. Bei einem solchen Vorgehen würde im Amt für Verkehr und Tiefbau auch ein zusätzlicher Personalbedarf von bis zu 40% entstehen.

Feststellung: Das Ziel der Verkehrssicherheit ist mit der heutigen Lösung weitgehend erreicht. Die Normeneinhaltung ist gewährleistet. Bei der Übernahme durch den Kanton würde keine grundsätzliche Verbesserung erfolgen, da der Ersatz der Lichtpunkte dem Erneuerungszyklus der Strassen folgt.

5.2 Kostenbetrachtung

Über den ganzen Kanton Solothurn gesehen ist die Entlastung der Gemeinden als marginal zu betrachten. Schon mit der Berechnung der durchschnittlichen Entlastung pro Gemeinde von CHF 21'600.- (Totale Kosten p.a. Fr. 2.4 Mio. / 111 Gemeinden) wird aufgezeigt auf, dass eine Neuregelung relativ geringe Auswirkung auf die Finanzen einer Gemeinde hätte. Mit dieser vereinfachten Betrachtung ist nicht berücksichtigt, dass die Mehrzahl der Gemeinden noch weniger entlastet würden, da die Städte Grenchen, Olten und Solothurn eine wesentlich höhere Anzahl von Strassenbeleuchtungen aufweisen. Demgegenüber steht das Interesse der Gemeinden an der Gestaltungshoheit über die Strassenbeleuchtung im gesamten Gemeindegebiet.

5.3 Strategische Überlegungen

Der Kanton Solothurn könnte aus strategischen Überlegungen ein Interesse daran haben, die Strassenbeleuchtungen innerorts künftig vollständig zu übernehmen.

Als Eigentümer der Kantonsstrasse würde die komplette Infrastruktur, welche zur Strasse gehört, in der Obhut des Kantons sein.

Aufgrund der Tatsache, dass die Technologien im Bereich der Strassenbeleuchtung immer ausgeklügelter werden, könnten die Lichtpunkte künftig als Sensoren für verschiedene Zwecke (Verkehrsmonitoring, Umweltdaten usw.) eingesetzt werden.

Zudem hätte der Kanton die Möglichkeit, die Auswirkungen von Strassenbeleuchtungen auf die Umwelt fokussierter zu betrachten und eine Vorbildrolle für Verbesserungen einzunehmen.

Sämtliche neue Planungen sollten deshalb in Richtung Entflechtung gesteuert werden, damit die langfristige Option "Übernahme Infrastruktur durch Kanton" besser realisierbar ist.

I. Anhang / Detailinformationen

a Infrastruktur

Als Infrastruktur der Strassenbeleuchtung werden die baulichen Elemente wie Kabelrohranlage, Masten-Fundamente, Masten, Verkabelung und die Ansteuerung der Lichtpunkte verstanden.

Die Masten respektive deren Fundamente befinden sich nicht generell auf dem Perimeter der Kantonsstrassen. In etlichen Fällen stehen die Masten auf dem Privatgrundstück der Strassenanlieger. Der Grund für diese Platzierung hat damit zu tun, dass man mit der Wischmaschine die Trottoirs und Fahrbahnen einfacher reinigen kann.

Die Infrastruktur für die Strassenbeleuchtungen ist eher ein statisches Element. Die Erneuerungszyklen werden durchschnittlich mit 45 Jahren für die baulichen Elemente (Tiefbau) und 32 Jahre für die Masten angegeben. Die Infrastruktur ist zum grössten Teil älter als 20 Jahre. 56% der Masten sind älter als 20 Jahre. Rund 15% der Masten sind noch keine 10 Jahre alt. Im Normalfall entspricht das Alter der Masten auch demjenigen der Fundamente, der Verkabelung und der Kabelrohranlage.

Die Kosten für eine komplette Erneuerung eines Lichtpunktes (komplette Infrastruktur inkl. Leuchte) wurde durchschnittlich mit CHF 5'040.- angegeben.

b Leuchten

Als Leuchte wird die komplette Einheit des lichtgebenden Elementes eines Lichtpunktes definiert. Die Leuchte beinhaltet das Gehäuse inkl. Schutzglas, die elektrischen/elektronischen Komponenten, die Verdrahtung und die Lichtquelle (Leuchtmittel).

In den letzten 15 Jahren hat sich die Technologie der Leuchten vollständig gewandelt. Mit der LED-Technologie, die heute fast ausnahmslos zur Anwendung kommt, haben sich viele neue Anwendungsmöglichkeiten eröffnet. Im Sinne eines einheitlichen Bildes im Strassenzug werden bei älteren Leuchten heute noch Leuchtmittel ersetzt. Bei Erneuerungen der Leuchten werden nur noch LED-Leuchten verwendet.

Aktuell sind rund 41% LED-Leuchten eingesetzt, die restlichen 53% sind mehrheitlich die klassischen Natriumdampf-Hochdrucklampen (NAV). Der Unterschied von den NAV-Lampen zur LED-Leuchte oder zu anderen Lichtquellen sieht man von blossen Auge, da die NAV-Lampen gelbliches Licht erzeugen (monochromatisches Licht).

Die LED-Technologie hat den grossen Vorteil, dass sich die Lichtintensität und die Lichtfarbe während des Betriebes einfach verändern lassen. Zudem ist der Energieverbrauch im Verhältnis zur Lichtausbeute bei der LED-Technologie um ein vielfaches höher als bei herkömmlichen Lichtquellen (vgl. Abbildung 3).

Effizienz und Wärmeentwicklung der Lichtquellen

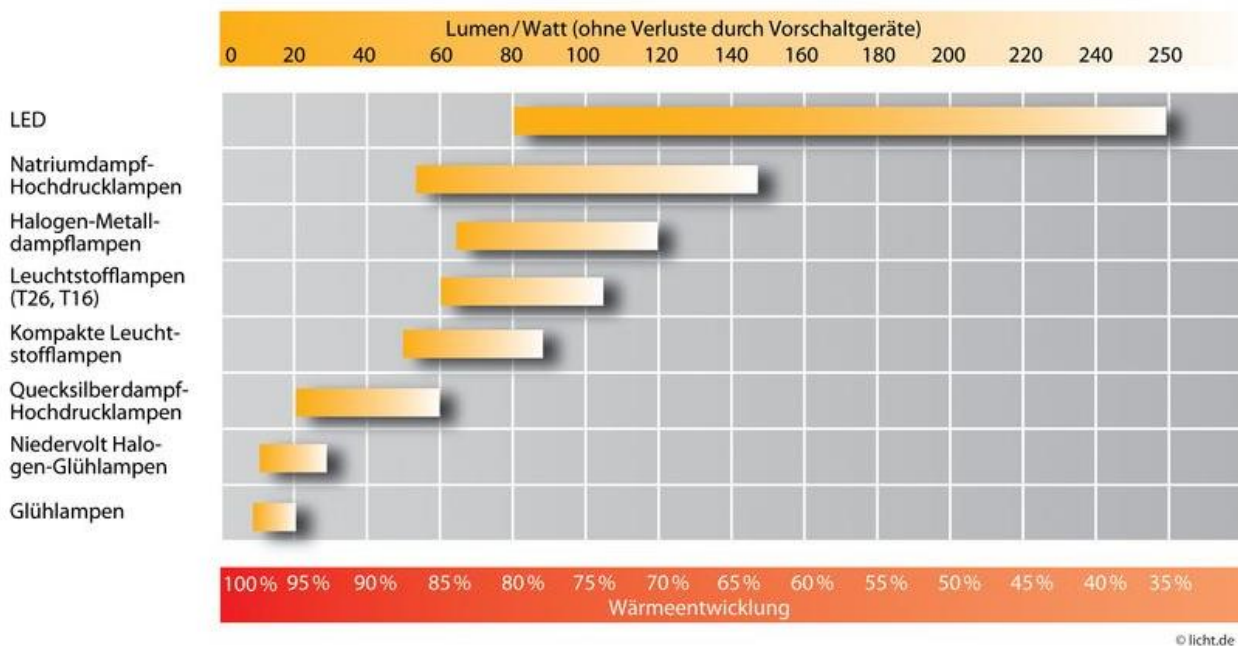
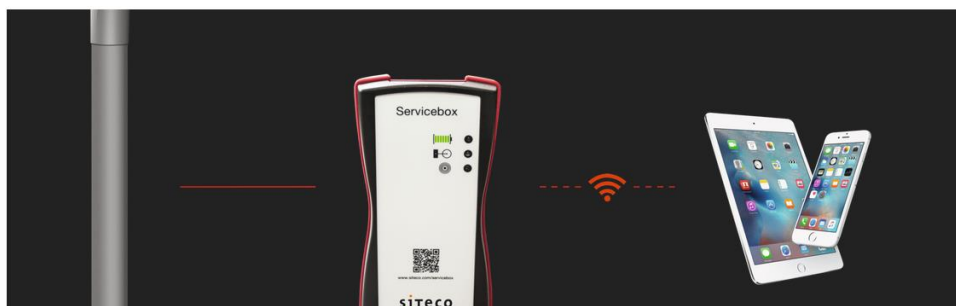


Abbildung 3: Lichtausbeute / Quelle: www.licht.de

Die Anwendungsmöglichkeiten der LED-Technologie sind heute sehr vielfältig und gehen mittlerweile in die Richtung, dass nur noch Licht bei Bedarf Licht erzeugt wird. Also die Leuchten (Lichtintensität) bei Annäherung hochfahren und nach der Durchfahrt wieder herunterfahren. Zudem können LED-Leuchten mit unterschiedlichen Arten von Sensoren ausgestattet werden. Dies können Verkehrsdaten, Umweltdaten, Meteodaten, Bildaufzeichnungen usw. sein.



Besonderheiten

Mit nur einem System die technischen Daten aufrufen, Parametrierungen vornehmen, Diagnosedaten anzeigen und ein Leuchtenkataster anlegen

Parametrieren aller SITEMCO® Außenleuchten mit Lumident App und Servicebox an der Masttür oder an der Leuchte - unabhängig von der eingebauten EVG-Marke

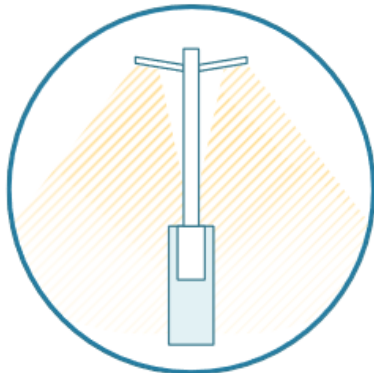
Kostenlose Nutzung der Grundfunktionen, z.B. QR-Code und Parametrierung von SITEMCO® Leuchten

Einfaches und schnelles Identifizieren der Leuchte mittels QR-Code

Einfache Benutzerführung mit automatischer Dokumentation der Einstellungen

Getrennte Nutzer-Rollen für „Betreiber“ und „Installateure“ ermöglichen die sichere, einfache und fehlerfreie Bedienung durch Service-Personal

Abbildung 4: Moderne Ansteuerung



Smart City Tower

Der multifunktionale Lichtmast vereint E-Ladestation, Public-WiFi, Umwelt- und Verkehrssensoren in einer Anwendung.

Abbildung 5: Multifunktionsmasten

c Ökologische Aspekte

Bei den ökologischen Aspekten geht es neben dem Energieaufwand für die Strassenbeleuchtungen auch darum, dass die Strassenbeleuchtung die Umwelt soweit als möglich nicht beeinträchtigt (Immissionen). Die Vermeidung von unnötigen Lichtemissionen ist in der SIA Norm 586 491 beschrieben.

Besondere Beachtung finden die Verringerung der Blendwirkung der Nachbarschaft (Wohnen), die Immissionen auf die Tierwelt (Insektenschutz) und die Abstrahlung des Lichtes nach oben, die sogenannte Himmelsaufhellung auch *Dark Sky* genannt. (vgl. Abbildung 6).

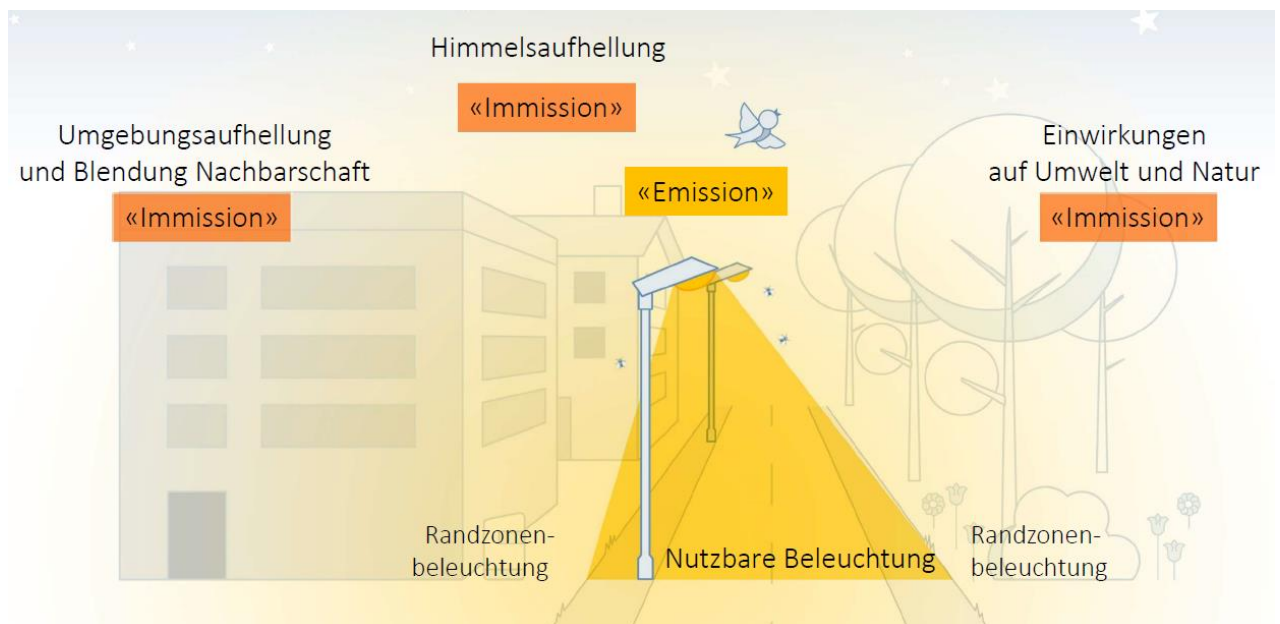


Abbildung 6: Ökologie Strassenbeleuchtung / Quelle: Elektron AG

Durch die gezielte Lichtstreuung auf die nutzbare Verkehrsfläche kann mit den LED-Leuchten die Blendung heute meistens gut gemeistert werden. Situativ ergeben sich Probleme, da die Menschen in der Umgebung von Strassenbeleuchtungen sehr unterschiedliche Wahrnehmungen der Immission haben.

Dem Einfluss von künstlichem Licht auf die Tierwelt wird heutzutage wesentlich mehr Beachtung geschenkt.

Heutzutage weiss man, dass das künstliche Licht die Tierwelt empfindlich stören kann, im Besonderen sind die Spektralfarben ein Kriterium, auf welches die Tiere reagieren (vgl. Abbildung 7). Auf die mit x markierten Bereichen reagieren die entsprechenden Tiere empfindlich.

Da Licht die Insekten sehr stark anzieht, wird diesem Aspekt mittlerweile spezielle Aufmerksamkeit geschenkt. Mit den entsprechenden Massnahmen können unnötige Störungen vermieden werden.

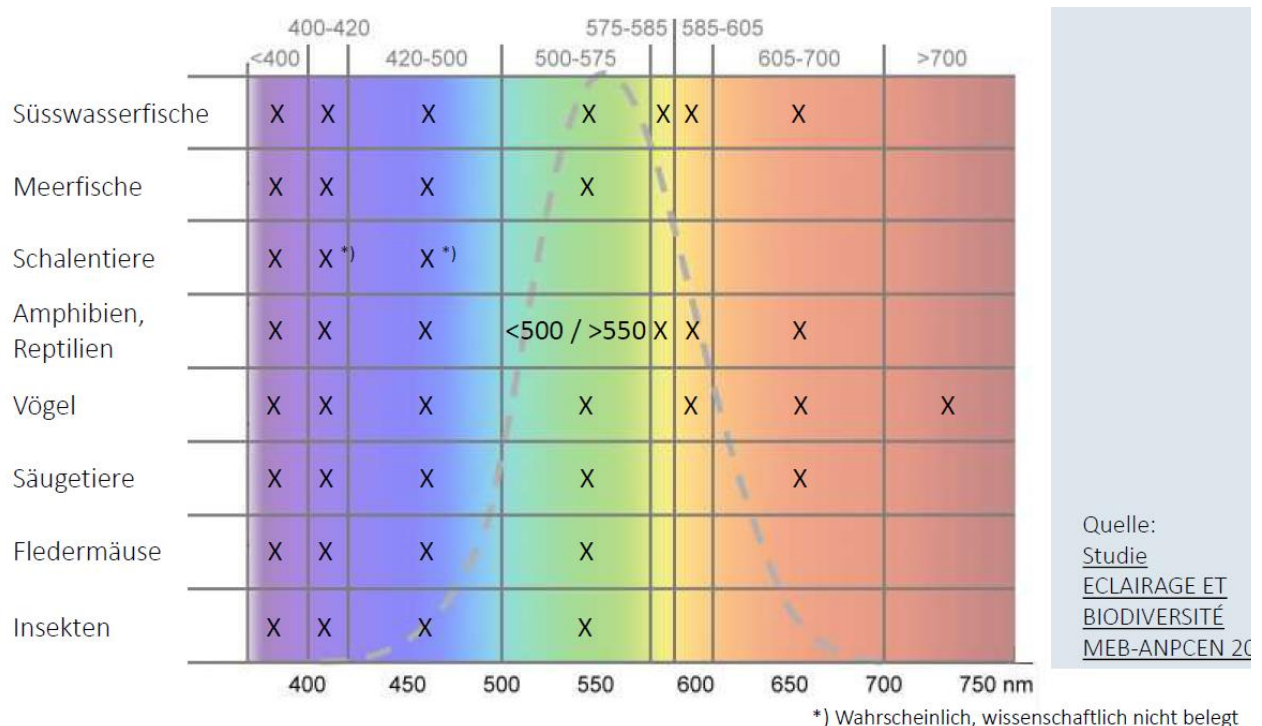


Abbildung 7: Einfluss auf die Tierwelt / Quelle: Elektron AG

Ein wichtiges Kriterium zur Vermeidung von Störungen in der Tierwelt ist die Lichttemperatur (Lichtfarbe). Mit der LED-Technologie ist es möglich, die Lichttemperatur in den Bereich des rötlichen Spektrums von 2000 Kelvin [K] zu bringen (vgl. Abbildung 8).

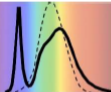
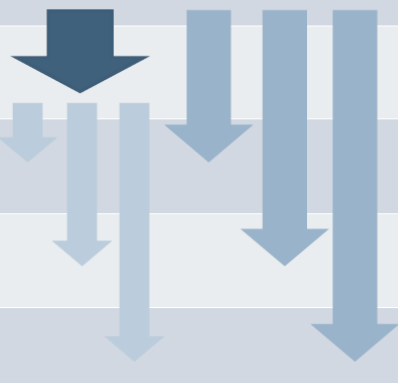
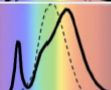
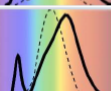
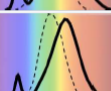
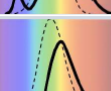
Lichtfarbe (Kelvin)		Trend	Mögliche Anwendungen
4000K		 Allgemeine Beleuchtung	Sportplätze
3000K			Strassen aller Art, Quartiere, Fuss-/Radwege, öffentliche Plätze, Sportplätze
2700K			Kernzonen, öffentliche Plätze, Quartiere, Strassen ländliche Bereiche, Fuss-/Radwege
2200K			Kernzonen, Strassen ländliche Bereiche, Überland Fuss-/Radwege, naturnahe Bereiche
2000K (1800K)			Strassen ländliche Bereiche, Überland Fuss-/Radwege, naturnahe Bereiche

Abbildung 8: Trend Spektralfarben / Quelle: Elektron AG

Die Umfrage bei den Gemeinden hat ergeben, dass die Massnahmen im ökologischen Bereich noch nicht sehr weit fortgeschritten sind. Massnahmen gegen die Aufhellung des Himmels (*Dark Sky*) werden bei knapp 11% der Leuchtpunkte angewendet. Für den Insektenschutz wurden bei 18% der Leuchtpunkte Massnahmen getroffen.

d Erstellung der Strassenbeleuchtung

Für die Erstellung einer neuen Strassenbeleuchtung ergeben sich anhand des Strassenzuges und der Umgebungsbedingungen sehr spezifische Fragestellungen, welche sich auf die Kosten auswirken. Die Generalisierung der Kosten für die Erstellung einer Strassenbeleuchtung ist deshalb im richtigen Kontext zu betrachten und zu beurteilen.

Die Umfrage hat ergeben, dass für die Erstellung eines neuen Lichtpunktes, komplett inkl. Infrastruktur, durchschnittlich CHF 5'040.- veranschlagt werden. Wenn man diese Summe auf alle Lichtpunkte im Kanton Solothurn hochrechnet, ergibt sich ein Betrag für die komplette Neuerstellung von CHF 43 Mio. (abstrakter Wert).

Die abstrakten Investitionskosten pro Jahr ergeben sich durch den hochgerechneten Wert der Strassenbeleuchtungen dividiert durch den durchschnittlichen Erneuerungszyklus von 33 Jahren. Dies ergibt ein Investitionsvolumen von rund CHF 1.25 Mio. pro Jahr für Strassenbeleuchtungen innerorts im ganzen Kanton.

e Mehrfachverwendung der Masten

Die Datenerhebung hat ergeben, dass rund ein Drittel (32%) der Masten für weitere Anwendungen verwendet werden. Dies sind zum Beispiel Verkehrs- und Informationsschilder, Befestigungen für Fahnen oder Weihnachtsbeleuchtungen und dergleichen.

f Instandhaltung (Unterhalt)

Die Instandhaltung der Strassenbeleuchtung besteht aus visuellen Kontrollen, Reinigungsarbeiten, gesetzlich vorgegebenen Kontrollmessungen und Reparaturen, inkl. der nötigen Ersatzmassnahmen.

Die Instandhaltung der Lichtpunkte wird durchschnittlich mit CHF 67.- pro Lichtpunkt und Jahr ausgewiesen.

Für den ganzen Kanton Solothurn, innerorts und ausserorts, ergibt dies ein Betrag von CHF 576'000.- pro Jahr. Die Instandhaltung findet bei Strassenbeleuchtungen in der Regel nicht bei jedem Lichtpunkt in jedem Jahr statt, sondern wird normalerweise in einem Zyklus von mehreren Jahren durchgeführt.

g Betrieb (Stromrechnung)

Als Betriebskosten werden die reinen Energiekosten, inklusive der gesetzlichen Abgaben gemäss den jeweiligen Tarifen der EVU, definiert.

Der durchschnittliche Energieverbrauch pro Lichtpunkt und Jahr, inner- und ausserorts, werden mit 385 kWh ausgewiesen. Daraus resultieren jährliche Energiekosten pro Leuchtpunkt von CHF 70.- Auf den ganzen Kanton Solothurn hochgerechnet ergibt dies rund CHF 600'000.- Energie- und Netzkosten (Stromrechnung) für die Strassenbeleuchtung an den Kantonsstrassen.

h Risiken

Die Risiken werden in Bezug auf die Haftung, welche ein Eigentum einer Strassenbeleuchtung mit sich bringt, eingeschätzt. Diese Einschätzung wird vereinfacht durchgeführt, da von einer Strassenbeleuchtung nicht allzu viele Gefahren ausgehen. Bezüglich Haftung geht es in erster Linie um die Gefahren, von elektrischen Starkstromleitungen, Emissionen von elektromagnetischer Strahlung (Licht) und Verkehrsunfälle mit Haftungsansprüchen an den Strasseneigentümer.

Art des Risikos	Bewertung
Elektrische Gefahren	Mittel
Elektromagnetische Strahlung (Licht)	Gering
Haftungsansprüche Verkehrsunfälle	Gering

Tabelle 5: Risiken

i Detail zusätzlicher administrativer Aufwand

Bei einer Änderung der heutigen Regelung entsteht ein zusätzlicher administrativer Aufwand für die Gemeinwesen.

Der Aufwand der Gemeinden wird mit einem Grundaufwand von 10 Stunden und von 3 Minuten pro Leuchtpunkt und Jahr abgeschätzt. Dies ergibt zum Beispiel für die Stadt Solothurn einen jährlichen zusätzlichen Aufwand von rund 40 Stunden.

Für den Aufwand im Kanton wird davon ausgegangen, dass eine Funktion *Fachverantwortlicher Strassenbeleuchtung* geschaffen werden müsste.

Der geschätzte Aufwand ergibt sich aus der gleichen Grundüberlegung wie beim administrativen Aufwand für die Gemeinden. Das bedeutet, dass pro Gemeinde ein Grundaufwand von 5 Stunden und ein Aufwand von 2 Minuten pro Lichtpunkt und Jahr angenommen wird. Für das AVT würde mit dieser Berechnungsmethode, ein zusätzlicher Aufwand von rund 850 Stunden entstehen. Dies entspricht einem 40% Pensum (FTE).

Steuerungs- und Verwaltungssystem

Die Verwaltung von 8'100 Lichtpunkten in 109 Gemeinden erfordert ein entsprechendes Verwaltungssystem. Die Beleuchtungsbranche bietet dazu komplette Lösungen an, die das Verwalten und Steuern der Leuchten (LED mit entsprechender Ausrüstung) per Internet möglich machen. Damit diese Funktion genutzt werden kann, sind einmalige zentrale Aufwendungen von rund CHF 10'000.- zu erwarten. Für den Betrieb (Kommunikation, Softwareanteil) werden pro Jahr und Lichtpunkt rund CHF 5.- geschätzt. Dies würde bedeuten, dass bei einer vollen Ausrüstung sämtlicher 8'100 Lichtpunkte jährlich rund CHF 41'000.- aufgewendet werden müssen.

Die nötigen Komponenten (Kommunikation) in den Leuchten kosten CHF 80.-, diese Kosten fallen in der Regel bei der Erneuerung der Beleuchtung an und sind als zusätzliche Investitionskosten marginal (Mehrpreis Leuchte).