

Effiziente Strassenbeleuchtung

Kommentar der Technischen Betriebe Hunzenschwil zum Thema „Energieeffiziente Strassenbeleuchtung“ aus der aktuellen Klimakampagne des WWF

Der Umweltschutzverband WWF Schweiz hat in einer Kampagne am 8. September 2006 einen Flyer mit einer Anfrage zum Zustand der Strassenbeleuchtung in Schweizer Gemeinden verbreitet. Darin werden die Bürger aufgefordert, sich bei den Gemeinden über den aktuellen Zustand der öffentlichen Strassenbeleuchtung zu informieren. Gefragt wird nach dem Stromverbrauch des Beleuchtungsnetzes der Gemeinde sowie zum Beispiel nach den Typen der Lampen, die im Einsatz sind. Dabei interessiert sich der WWF nicht nur für den aktuellen Stand, sondern auch für zukünftige Massnahmen. Mit dieser Anfrage möchte der WWF die Gemeinden anregen, sich über den Zustand ihres Beleuchtungsnetzes zu informieren und effizienteren Beleuchtungsmethoden den Vorzug zu geben.

Diese Aktion ist gestützt auf einem aktuellen Thema der „Schweizerischen Agentur für Energieeffizienz S.A.F.E.“, zu deren Mitglieder auch der WWF Schweiz gehört. Die Studie der S.A.F.E. zeigt riesige Unterschiede beim Stromverbrauch und bei den Kosten für die Beleuchtung je nach Gemeinde. In der Schweiz macht die Strassenbeleuchtung etwa 1.5 Prozent des Gesamtstromverbrauchs aus und verschlingt rund 160 Millionen Franken an Steuergeldern. Die S.A.F.E.-Studie schätzt, dass sich der Stromverbrauch für die öffentliche Beleuchtung in den Gemeinden um bis zu 50 Prozent reduzieren lässt - zum Beispiel durch den Einsatz von effizienteren Lampen oder elektronischen Vorschaltgeräten.

Die S.A.F.E. hat dazu ein Musterpflichtenheft für Gemeinden für eine effiziente Strassenbeleuchtung herausgegeben. Dieses Dokument kann im Internet unter http://www.energieeffizienz.ch/files/SB_Pflichtenheft_d.pdf bezogen werden.

Das Pflichtenheft der S.A.F.E. hat unbestritten gute Ansätze und Vorschläge für die Realisierung einer effizienten Strassenbeleuchtung. Im Zentrum des Musterpflichtenheftes steht die Energieeffizienz. In den darin empfohlenen Massnahmen wird deshalb sehr einseitig mit der elektrischen Leistung Watt (W) und deren Abhängigkeit von der Länge des Strassenabschnitts (W/m), sowie mit elektrischer Energie (kWh, kWh/m) argumentiert. Weitere wichtige Aspekte wie Betrieb, Finanzierung oder Vorschriften sind nicht Bestandteil dieser Arbeitshilfe. Auch lichttechnische Grundsätze wie Blendschutz, gleichmässige Lichtverteilung, Abstand der Kandelaber, Steuerung, usw. sind nicht im Pflichtenheft enthalten.

Aus der Sicht der Technischen Betriebe Hunzenschwil (TBH), als Betreiber der Strassenbeleuchtung im Auftrag der Einwohnergemeinde, haben jedoch die Einhaltung verbindlicher lichttechnischer Normen und Empfehlungen und die Sicherheit auf dem Strassennetz bzw. der Einwohner eine übergeordnete Bedeutung.

Für Mängel an der Strasse, zu deren unmittelbaren Umgebung auch die Strassenbeleuchtung gehört, haftet gemäss OR die Gemeinde als Eigentümer. Der Eigentümer muss sein Werk so erstellen, dass es beim bestimmungsgemässen Gebrauch genügende Sicherheit bietet. Das schweizerische Bundesgericht betrachtet die diesbezüglichen Normen und Empfehlungen faktisch als Ausdruck des Standes der Technik, welche für die Realisierung einer Strassenbeleuchtung relevant sind.

In diesen Normen sind die lichttechnischen Grenzwerte für die verschiedenen Verkehrsklassen und Strassensituationen definiert. Entscheidend ist hier die Einhaltung von Grössen wie Leuchtdichteniveau, Beleuchtungsstärke, Gleichmässigkeit und Blendbegrenzung. Betreffend Energie und Leistung sind anzustrebende Grenzwerte definiert.

Selbstverständlich sind die Technischen Betriebe Hunzenschwil darum bemüht, eine möglichst hohe Energieeffizienz bei der Strassenbeleuchtung zu erreichen. Nachfolgend werden die im Musterpflichtenheft der S.A.F.E. beschriebenen 8 Schritte der Checkliste kommentiert und die für Hunzenschwil vorgesehenen oder wünschenswerten Massnahmen aufgeführt:

1. Bedürfnis

S.A.F.E.: *Bedürfnis für die Notwendigkeit einer Strassenbeleuchtung abklären.
Nicht jede Strasse muss beleuchtet werden.*

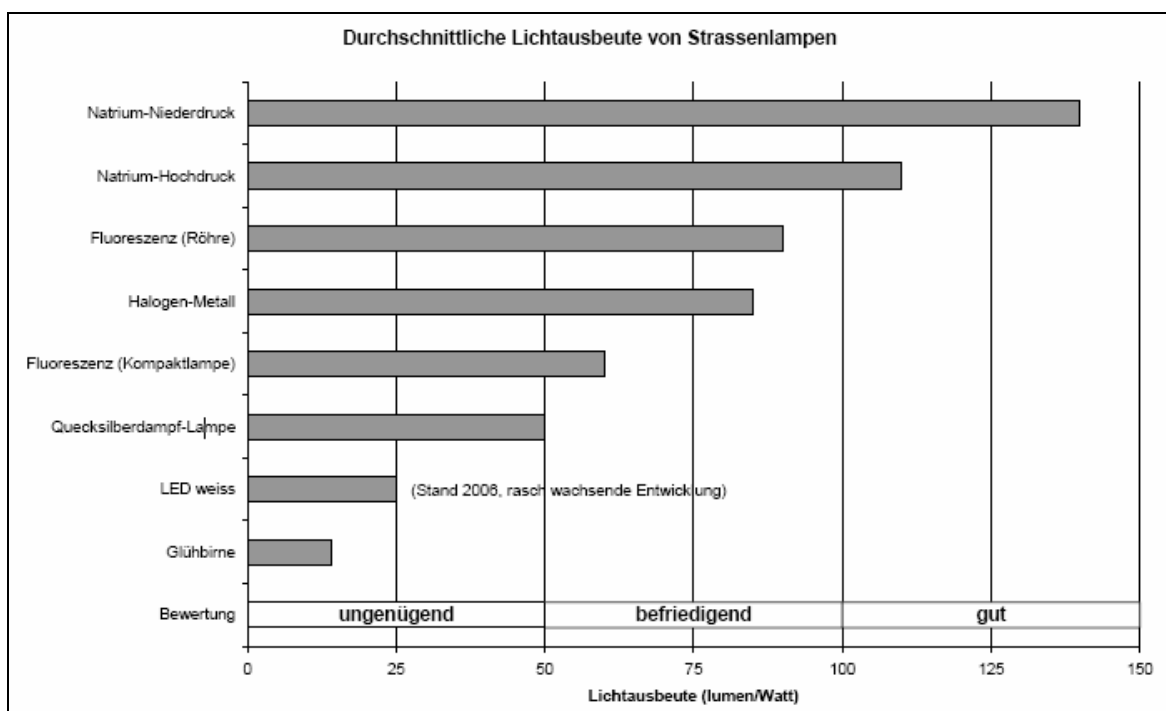
Im Ausserortsbereich werden die Strassen wie von der S.A.F.E. empfohlen nur bei besonderen Bedürfnissen beleuchtet. Dies ist insbesondere bei Rad- und Schulwegen der Fall.

Im Innerortsbereich werden Sammel- und Quartierstrassen den gültigen Normen und Richtlinien und den Empfehlungen der Schweizer Licht Gesellschaft SLG erstellt.

2. Lampentyp

S.A.F.E.: *Für die Strassenbeleuchtung sind einzusetzen:*

- Natrium-Niederdrucklampen (monochromatisch)
- Natrium-Hochdrucklampen
- oder andere Lampen mit möglichst gleich hoher Lichtausbeute



Das verwendete Leuchtmittel wird durch die elektrische Ausrüstung der Leuchte bestimmt. In früheren Jahren wurde die Strassenbeleuchtung in der Regel mit Quecksilberdampflampen ausgerüstet, was zu diesem Zeitpunkt Stand der Technik war. Ein anderer Grund für den Einsatz von Quecksilberdampflampen kann auch deren weisses Licht sein, welches im Gegensatz zu Natrium-Hochdrucklampen mit gelbem Licht ein sehr gute Farbwiedergabe hat. Natrium-Niederdrucklampen werden wegen ihres monochromatischen Lichtes ohne Farberkennung trotz der hohen Lichtausbeute kaum in öffentlichen Beleuchtungen eingesetzt. Mittlerweile gibt es auch Halogen-Metallampflampen mit weissem Licht, welche eine annähernd so gute oder sogar bessere Lichtausbeute als Natrium-Hochdrucklampen haben.

In Hunzenschwil sind bei 370 Lichtpunkten noch ca. 220 Leuchten mit Quecksilberdampflampen ausgerüstet. Die Elektrizitätsversorgung Hunzenschwil ist seit einigen Jahren daran, diese alten Quecksilberdampf-Leuchten 125W sukzessive mit modernen Leuchten mit Natrium-Hochdrucklampen 70W zu ersetzen. Mittelfristig ist der Ersatz aller alten Quecksilberdampflampen das Ziel, wobei hier auch beachtet werden muss, dass die Umrüstung pro Lichtpunkt ca. Fr. 900.- kostet, was bei 220 Leuchten einen Gesamtaufwand von ca. Fr. 200'000.- bedeutet.

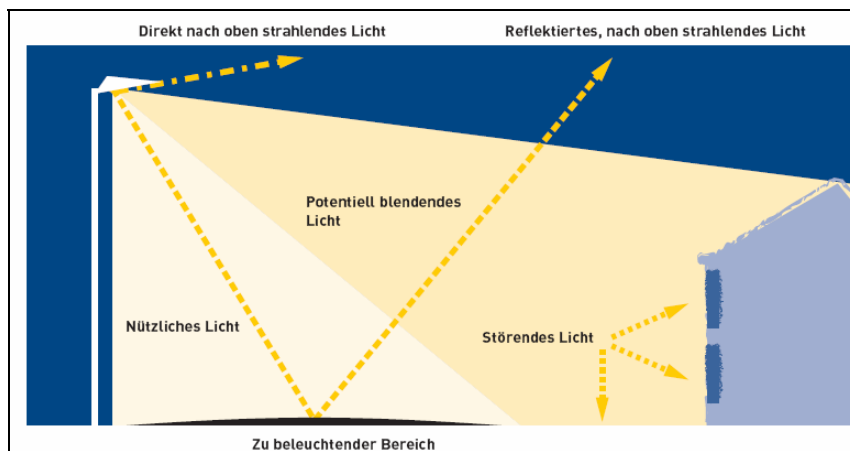
3. Reflektoren (Leuchtkörper)

S.A.F.E.: Es sind nur Reflektoren einzusetzen

- mit hohem Wirkungsgrad,
- die keine Lichtemissionen über dem Horizont verursachen (d.h. 0 Candela bei $C0 \geq 90^\circ$).




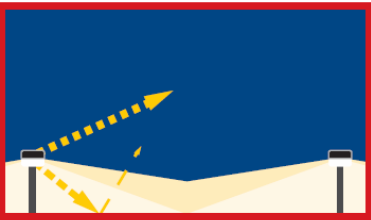


In diesem Punkt wird von der S.A.F.E. gefordert, dass gute Reflektoren das Licht nur dorthin lenken wo es auch benötigt wird und deshalb der Einsatz von Lampen mit tieferer elektrischer Leistung möglich ist. Zudem ist jede Emission über den Horizont ($C0 \geq 90^\circ$) nutzlos und erhellt den Himmel (Lichtverschmutzung). Es wird hier suggeriert, dass nur Leuchten mit planem Abdeckglas und einer waagrechten Leuchtenneigung dies erfüllen und deshalb richtig sind.

Lichtverschmutzung oder **unerwünschtes Licht** lässt sich nach verschiedenen Arten der Belästigung unterteilen, für die jeweils geeignete Lösungen gefunden werden müssen. So wird die Verschmutzung des Nachthimmels auch durch das Phänomen der Lichtglocke verursacht. Der Grund dieses Phänomens ist nach oben strahlendes Licht, das den Himmel erhellt, weil es von in der Luft schwebenden Teilchen reflektiert wird (Staub, Wassertropfchen usw.). Die **Lichtglocke** ist eine Kombination von zwei Ursachen: Licht, das von der Leuchte direkt in den Himmel abgestrahlt wird – **direkt nach oben strahlendes Licht** – und das Licht, das von der zu beleuchtenden Oberfläche zurückgeworfen wird, **das reflektierte, nach oben strahlende Licht**.



Quelle: A+G Schreder, Newsletter Nr. 31-2005

Dies wird durch die Gestaltung der Leuchte mit Reflektor und Spiegeloptiken, durch die verwendete Wanne, die Leuchtenneigung etc. bestimmt. Einer der wichtigsten Parameter dabei ist die Form der Wanne:

		
<i>Stark gewölbte Wanne</i>	<i>Leicht gewölbte Wanne</i>	<i>Plane Wanne</i>
		
<i>Bei der stark gewölbten Wanne ist der direkt nach oben gerichtete Lichtstrom beträchtlich. Aber dank des großen Abstands zwischen den Masten – möglich aufgrund einer besseren Nutzung der von jeder Lampe abgestrahlten Lumenleistung – sind weniger Leuchten erforderlich und der reflektierte Lichtstrom ist geringer.</i>	<i>Bei der leicht gewölbten Wanne ist der nach oben gerichtete Lichtstrom weniger stark. Aber der Abstand zwischen den Masten ist kleiner, deshalb wird mehr Licht reflektiert.</i>	<i>Bei der horizontal montierten planen Wanne, gibt es keinen nach oben gerichteten Lichtstrom. Da jedoch der Abstand der Masten noch geringer ist, wird noch mehr Licht reflektiert und der gesamte Strombedarf aller Leuchten ist viel höher.</i>

Quelle: A+G Schreder, Newsletter Nr. 31-2005

Das pauschale Urteil der S.A.F.E., dass nur Leuchten mit planer Wanne „gut“ sind, kann aufgrund dessen in Frage gestellt werden. Eine plane Wanne ist nicht immer die optimale Lösung, um den gesamten nach oben gerichteten Lichtstrom zu begrenzen. Es müssen vielmehr immer alle Parameter des Umfeldes bei der Planung einer effizienten Beleuchtung berücksichtigt und ein Kompromiss gefunden werden zwischen der installierten Gesamtleistung und dem nach oben abgestrahlten Lichtstrom. Es muss beachtet werden, dass Strassenleuchten mit Wanne die besten lichttechnischen Ergebnisse, beste Gleichmässigkeiten und den grössten Wirkungsgrad haben.

Gelingt es, die Anzahl der installierten Lumenleistung zu verringern und zugleich dieselbe Leuchtdichte zu bewahren, dann wird sich der nach oben gerichtete Lichtstrom proportional verringern und zwar unabhängig von der Art der Wanne.

Die Elektrizitätsversorgung Hunzenschwil hat sich nach intensiven Abklärungen und Abwägung solcher Fragen für eine Leuchte mit gewölbter Wanne entschieden, welche mit seiner Konstruktion und der hervorragenden Spiegeloptik eine optimale Ausleuchtung zulässt. Diese Leuchte wird bei Neuanlagen und beim Ersatz von alten Leuchten eingesetzt und erlaubt es, z.B. bei Neuanlagen mit weniger Lichtpunkten zu arbeiten und beim Ersatz von alten Leuchten, wo der Leuchtenabstand gegeben ist, Leuchtmittel mit tieferer Leistung einzusetzen (siehe 2. Lampentyp).

4. Vorschaltgeräte

S.A.F.E.: Es sind nach Möglichkeit langlebige elektronische Vorschaltgeräte einzusetzen.

Strassenleuchten werden in der Regel heute noch in der Regel mit bewährten und robusten konventionellen Vorschaltgeräten (KVG) ausgeführt. Elektronische Vorschaltgeräte (EVG) werden jedoch zunehmend auch in der Aussenbeleuchtung eingesetzt, was eine Verbesserung von Verlustleistung und Lichtausbeute bewirken kann. Es ist jedoch zu beachten, dass für den rauen Aussenbetrieb einer Strassenleuchte noch wenig Langzeiterfahrung für den Einsatz von EVG's vorliegt. EVG's sind weitaus heiklerer Geräte als KVG's und der kleine Vorteil der elektrischen und lichttechnischen Eigenschaften kann durch erhöhten Wartungsaufwand bei Problemen sofort wieder zunichte gemacht werden.

Die Technischen Betriebe Hunzenschwil werden sich jedoch auch in dieser Frage nach dem Stand der Technik orientieren und elektronische Vorschaltgeräte einsetzen, wenn diese uneingeschränkt den Anforderungen genügen.

5. Spezifische elektrische Leistung

S.A.F.E.: Für Strassen mit einer Breite von weniger als 10 Meter:

- Zielwert 2 W/m
- Grenzwert 3 W/m.

Für Strassen mit einer Breite von mehr als 10 Meter:

- Zielwert 4 W/m
- Grenzwert 6 W/m

Die S.A.F.E. verwendet dabei kleinere Grenzwerte als die Empfehlungen der Schweizerischen Lichttechnischen Gesellschaft (SLG).

Wie bereits Eingangs erwähnt, orientieren sich die Technischen Betriebe Hunzenschwil bei der Auslegung einer Strassenbeleuchtung primär an den verbindlichen **lichttechnischen** Normen und Empfehlungen, welche der Sicherheit von Strassenverkehr und Fussgängern gerecht werden. Die elektrische Leistung ist dabei von sekundärer Bedeutung.

Die Zielwerte der S.A.F.E. sind aufgrund der Erfahrungen der Technischen Betriebe Hunzenschwil unter Berücksichtigung der lichttechnischen Vorgaben nicht zu erreichen. Die Grenzwerte für Strassen von weniger als 10m Breite (Sammel-, Erschliessungs- und Quartierstrassen) können mit den in Hunzenschwil verwendeten neuen Leuchten problemlos eingehalten werden. Die Hauptstrasse mit einer Breite von mehr als 10m erreicht einen Wert von 6.4 bei Vollbeleuchtung und von 3.8 bei reduzierter Beleuchtung (von 00.00 Uhr bis 05.00 Uhr).

6. Betriebszeiten

S.A.F.E.: *Betriebszeiten*

- *Einschaltung: Nach effektiver Helligkeit und nicht mit Schaltuhr*
- *Ausschaltung in den Nachtstunden.*
- *Dort wo aus Sicherheitsgründen eine vollständige Ausschaltung nicht möglich ist, Reduzierung der Lichtleistung in der Nacht.*

Die Strassenbeleuchtung wird in Hunzenschwil schon seit langem mit einem Dämmerungsschalter über die Rundsteueranlage eingeschaltet. Die Einschaltung erfolgt als nach effektiver Helligkeit!

Die Abschaltung der Strassenbeleuchtung in den Nachtstunden wird aus Sicherheitsgründen abgelehnt. Es ist anzunehmen, dass auch ein Grossteil der Bevölkerung mit einem „dunklen“ Hunzenschwil nach Mitternacht nicht einverstanden ist. Auch eine Abschaltung von z.B. jeder zweiten Leuchte ist aus Sicht der Verantwortlichen eine sehr schlechte Variante, da zwischen den verbleibenden Lichtpunkten wiederum jeweils dunkle Stellen entstehen, welche ein erhöhtes Sicherheitsrisiko sind. Zudem kann auch nicht behauptet werden, dass die Beleuchtung in den Quartieren in Hunzenschwil übertrieben hell ist, was eine solche Massnahme rechtfertigen würde. Die im Jahr 2004 neu installierten Leuchten entlang der Hauptstrasse sind mit Reduzierschaltung ausgerüstet. Hier kann die Lampenleistung mit dem Halbnachtkommando der Rundsteueranlage von Mitternacht bis am Morgen von 250W auf 150W reduziert werden. Die neuen Leuchten für Sammel-, Erschliessungs- und Quertierstrassen sind ohnehin nur noch mit 70W-Lampen ausgerüstet, so dass sich der zusätzliche Aufwand für eine Reduzierschaltung nicht mehr lohnt.

Die Technischen Betriebe Hunzenschwil befassen sich auch laufend mit den neusten Techniken zur Leistungsreduzierung der öffentlichen Beleuchtung z.B. mit zentraler Dimmung, mit elektronischen Vorschaltgeräten etc. Solche Systeme sind jedoch momentan noch sehr teuer und können je nach System z.B. auch einen Umbau aller betroffenen Leuchten bedingen, so dass dies zur Zeit finanziell, neben dem Ersatz der alten Quecksilberdampf-Leuchten, nicht realisierbar ist.

7. Energieverbrauch

S.A.F.E.: *Betriebszeiten*

- *Zielwert: 8 kWh/m a*
- *Grenzwert: 12 kWh/m a.*

Die Strassenbeleuchtung in Hunzenschwil benötigt zur Zeit eine Leistung von ca. 45kW. Dies ergibt mit einer jährlichen Einschaltdauer von ca. 4200h einen Energieverbrauch von ca. 189'000kWh.

Mit einer ungefähren beleuchteten Strassenlänge von 16.5km ergibt dies einen Energieverbrauchswert von ca. 11.5kWh/m a, was leicht unter dem vorgegebenen Grenzwert der S.A.F.E. liegt.

Mit dem vollständigen Ersatz der Quecksilberdampflampen durch Natrium-Hochdrucklampen kann die Leistung um mindestens 10kW gesenkt werden, wodurch der Energieverbrauch auf ca. 9kWh/m a sinken würde.

8. Erneuerbare Energien

S.A.F.E.: *Erneuerbare Energien*

- *Ein Teil des Elektrizitätsverbrauchs für Strassenbeleuchtung mit zertifiziertem Ökostrom (naturemade star oder gleichwertig) abdecken.*
- *Strassenbeleuchtung für abgelegene Strassen mit Solarleuchten realisieren.*

Die Gemeinde Hunzenschwil beteiligt sich bereits seit einigen Jahren freiwillig am Naturstromprogramm Azur der Axpo. Für den gesamten Energieverbrauch des Gemeindehauses und der alten Turnhalle wird ein Anteil von 8Rp./kWh investiert. Dies ergibt bei einem Verbrauch dieser Gemeindeliegenschaften von ca. 40'000kWh/a einen Betrag von ca. Fr. 3200.- pro Jahr.

Selbstverständlich könnte sich die Gemeinde auch zusätzlich mit dem Verbrauch der Strassenbeleuchtung am Naturstromprogramm der Axpo beteiligen. Axpo Naturstrom ist in den 3 Varianten Blue (+2Rp./kWh), Azur (+8Rp./kWh) und Sky (+24Rp./kWh) erhältlich. Dies ergäbe bei einem Verbrauch der Strassenbeleuchtung von 189'000kWh einen jährlichen Aufwand von ca. Fr. 3'800.- (Blue), 15'200.- (Azur) oder 45'400.- (Sky).

Der Anstoss für eine solche zusätzliche direkte Investition der Gemeinde in Naturstrom könnte aus der Bevölkerung kommen.

Der Einsatz von Solarleuchten kann allenfalls punktuell in Erwägung gezogen werden. Die Netztopologie in Hunzenschwil erlaubt es, überall die Strassenbeleuchtung auf herkömmliche Art über das Kabelnetz mit Energie zu versorgen.