



# LICHTSTRASSE Oststeiermark HANDBUCH

**Konzeption eines innovativen Dienstleistungsbündels  
zur Energieeffizienzsteigerung kommunaler  
Straßenbeleuchtungsanlagen**

Dieses Handbuch wurde im Zuge des Projekts "LICHTSTRASSE Oststeiermark" erstellt. Das Projekt wird im Rahmen der Programmlinie "Energiesysteme der Zukunft" in Kooperation des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie mit der Forschungsförderungsgesellschaft durchgeführt.



Auersbach, Mai 2009

© Lokale Energie Agentur Oststeiermark

## IMPRESSUM

### ERSTELLUNG durch:



#### Lokale Energie Agentur Oststeiermark

##### Projektleitung und -träger

DI (FH) Hannes Heinrich, Ing. Karl Puchas  
Auersbach 130, 8330 Feldbach  
Tel. 03152 8575 - 500 Fax. - 510  
office@lea.at, www.lea.at

### Projektpartner:



© Copyright

Dieses Handbuch wurde von den angeführten Projektbeteiligten erstellt

Hinweis zur geschlechterneutralen Formulierung:

Alle personenbezogenen Formulierungen beziehen sich auf weibliche und männliche Personen, auch wenn dies im Text nicht immer explizit ausgeschrieben wurde.

Auersbach, Mai 2009

## INHALTSVERZEICHNIS

<u>1. GRUNDLAGEN</u> .....	4
1.1. PROBLEMATIK .....	4
1.2. ANFORDERUNGEN AN SBL .....	6
1.3. LICHTTECHNISCHE KENNGRÖßEN .....	7
1.3.1. LICHTSTROM .....	7
1.3.2. LICHTSTÄRKE .....	7
1.3.3. BELEUCHTUNGSSTÄRKE.....	7
1.3.4. LEUCHTDICHTE .....	7
1.3.5. GLEICHMÄßIGKEIT .....	7
1.3.6. LICHTAUSBEUTE / ENERGIEBILANZ.....	8
1.3.7. WEITERE KENNGRÖßEN .....	8
1.4. LEUCHTMITTELWAHL .....	8
1.4.1. LICHTAUSBEUTE .....	8
1.4.2. LICHTFARBE.....	9
1.4.3. LEBENSDAUER / LICHTSTROMRÜCKGANG .....	10
1.4.4. EUP-RICHTINIE .....	11
1.4.5. PREIS-LEISTUNGSVERHÄLTNIS .....	11
1.4.6. LAMPENFORM .....	12
1.4.7. ZUSAMMENFASSUNG LEUCHTMITTEL .....	13
1.5. LEUCHTENWAHL .....	14
1.5.1. PHOTOMETRISCHE WERTIGKEITEN .....	14
1.5.2. MATERIALIEN .....	15
1.5.3. DICHTHEIT .....	15
1.5.4. ANORDNUNG - GEOMETRIE .....	15
1.6. ANLAGENEFFIZIENZ .....	17
1.7. BETRIEBSBEDINGUNGEN.....	18
1.8. GESAMTHEITLICHE BETRACHTUNG DER SBL .....	19
<u>2. ENTWICKLUNGEN &amp; DIENSTLEISTUNGEN</u> .....	20
2.1. GRUNDLAGENRECHERCHE UND ABSTIMMUNG.....	20
2.2. TEILNEHMENDE GEMEINDEN .....	21
2.3. QUALITÄTSKRITERIEN.....	22
2.4. GREEN LIGHT EINREICHUNGEN .....	25
2.5. QUICK-CHECK FÜR STRABENBELEUCHTUNG.....	26
2.6. ENERGIE MONITORING UND CONTROLLING .....	30
2.7. BENCHMARK.....	31
2.8. „FÖRDERUNG DES LANDES STEIERMARK FÜR KOMMUNALE STRABENBELEUCHTUNG“ - ENTWURF .....	38
2.9. SCHULUNGSKONZEPT „KOMMUNALE STRABENBELEUCHTUNG“ .....	39
2.10. BEST-PRACTICE-KATALOG.....	41
2.11. EXKURSIONSPAKET „NACHTSCHWÄRMER“ .....	42
2.12. KOSTENKALKULATOR .....	43
2.13. FINANZIERUNGS-MODELLE .....	50
2.14. KAUF.....	51
2.15. LEASING.....	52
2.16. CONTRACTING .....	53
2.17. 1.KOMMUNALER STRABENBELEUCHTUNGS-KONGRESS .....	57
2.18. KONZEPTION INFO-POINT, BEGLEITPROZESS-ENTWICKLUNG .....	59
2.19. STRABENBELEUCHTUNGS-NEWSLETTER.....	60
<u>3. VERZEICHNISSE</u> .....	60

# 1. GRUNDLAGEN

## 1.1. PROBLEMATIK

In Österreichs Gemeinden besteht die **Straßenbeleuchtung** seit Jahrzehnten. In über 80% der vorwiegend ländlichen Gemeinden ist die Straßenbeleuchtung **bereits über 30 Jahre alt**.

Bei genauer Betrachtung von Gemeinden mit ca. 100 bis 500 Lichtpunkten stellt man fest, dass durchschnittlich über **45% des öffentlichen Strombudgets** für die Straßenbeleuchtung aufgewendet wird.

Dem steht, auf Basis neuer Technologien, ein relativ hohes Einsparpotential gegenüber, welches aber nicht zuletzt wegen fehlender Budgetmittel für umfassende Sanierungsschritte nicht genutzt werden kann.

Zudem kämpfen viele Gemeinden mit der Tatsache, dass die veraltete Anlagentechnik der SBL-Anlage zu laufend **steigenden Wartungskosten** führt, sofern diese überhaupt kaufmännisch erfasst werden.



**Abbildung 1:** Veralterte Straßenbeleuchtung

Hand in Hand mit veralteter Anlagentechnik geht natürlich auch eine **mangelhafte Lichttechnik**, welche zusätzlich für ein negatives Erscheinungsbild sorgt und zudem, auf höherrangigen Verkehrsflächen, ein Sicherheitsrisiko darstellt.

Das große Marktangebot und die komplexe Thematik der SBL schafft bei den Entscheidungsträgern Verunsicherung.

Oftmals wird daher zu **schnellen Lösungen** (häufig die bestehenden Leuchtersysteme, so noch lieferbar) gegriffen, welche von mangelnder Information und Desinteresse der Entscheidungsträger aber auch von einseitiger Beratung der Vertriebsorganisationen gekennzeichnet sind.

Kataloglösungen werden ohne nähere Planung, Abstimmung und Betrachtung der Gesamtsituation aufgesetzt und Einsparungen daher nur punktuell erreicht. Zugänge zu nachhaltigen Lösungen sowie Energieeffizienz, werden der ausschließlichen Betrachtung von Anschaffungskosten untergeordnet.

Die **Errichtungskosten** einer Straßenbeleuchtungsanlage betragen im Durchschnitt **ca. 15%** der Gesamtkosten, welche eine SBL-Anlage über den Betrachtungszeitraum von 25 Jahren verursacht.

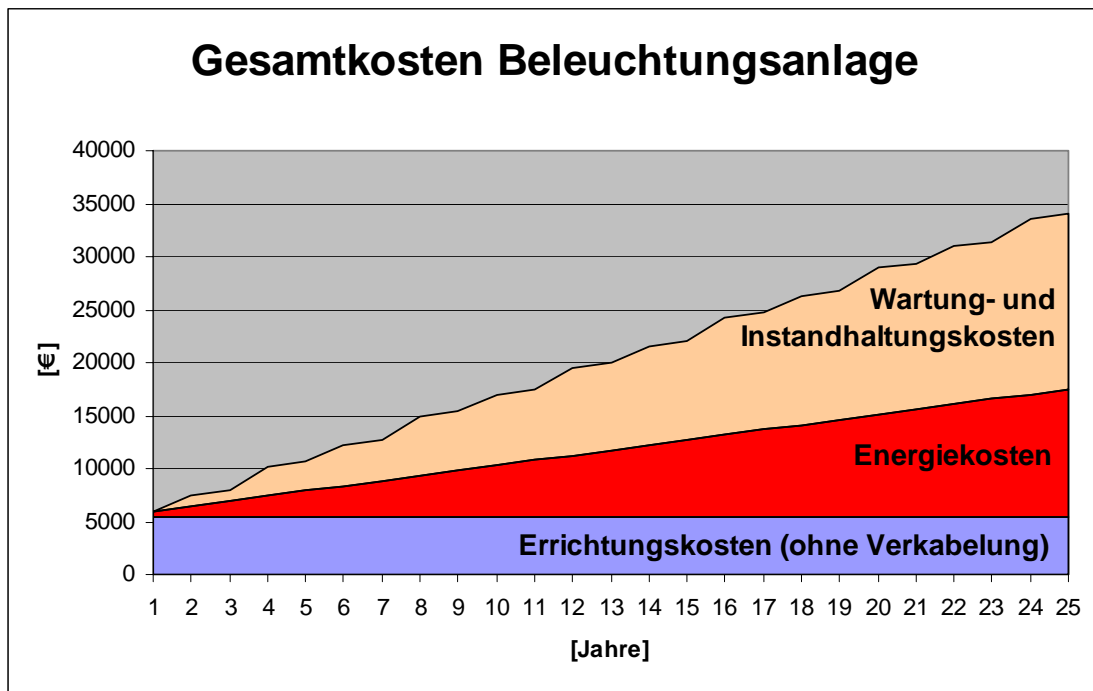


Abbildung 2: Gesamtkosten einer Straßenbeleuchtungsanlage

Es ist die Aufgabe der Planung den Bereich der Betriebskosten nachweislich derart zu verringern, damit die Anschaffungskosten in Relation einer errechenbaren Wirtschaftlichkeit gestellt werden können und damit Investitionen für einen ökonomischen Betrieb der Anlagen finanzierbar werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass es, bei Sanierung und Neuerichtung der SBL auf Gemeindeebene, **fehlende Methodik im Entscheidungsprozess** gibt, da auf dieser Ebene kaum Information und Wissensaufbau stattfindet. Eine umfassende Berücksichtigung von Normen und Richtlinien findet praktisch nur dort statt, wo vom Erreichen lichttechnischer Vorgaben Förderungszahlungen oder Beitragsleistungen der öffentlichen Hand abhängig sind. Zudem wird kaum eine neutrale Begleitung des Prozesses, von der Planung bis zur Umsetzung, in Anspruch genommen.

**Situationsüberblick:**

■ Stand heute:

- Viele Leuchtenmodelle
- Hohe Betriebskosten
- Zu wenig Licht ( NORM!)
- Keine Steuerung
- Ersatzteilkosten steigen
- Hohe Dichte an Schutzwege die unzureichend beleuchtet sind

■ Ziele:

- Normgerechte Beleuchtung
  - 4 Straßenkategorien
- Reduzierung der Leuchten-Typen
- Senkung der Betriebskosten
- Installation einer Steuerung
- Sichere Schutzwege
- Normgerechte Hauptstrassen-Beleuchtung

## 1.2. ANFORDERUNGEN AN SBL

Folgende Normen und Richtlinien sind für Straßenbeleuchtungsanlagen (Hauptverkehrsstraßen) gültig:

- Europannorm **EN 13201** seit 1.1. 2004 gültig (Teile 1-4) ersetzt seit Erscheinen die ÖNORM O 1050
- **ÖNORM O 1051** Beleuchtung von Konfliktzonen

Diese beiden Normen sind Bedingungen für Beitragsleistungen oder Förderungszahlungen der Länder, z.B.: für Neuerrichtung und Sanierung von Landesstraßen.

- **ÖNORM O 1052** Lichtimmissionen (in Vorbereitung)
- **RVS 05.06.12:** „Blend- u. Lärmschutz“

Das einzige Gesetz ist die **Straßenverkehrsordnung**. Diese umfasst folgende Textpassagen zum Thema Straßenbeleuchtung:

### STVO 1960

#### **IV. ABSCHNITT. Regelung und Sicherung des Verkehrs. A. Gemeinsame Bestimmungen.**

##### **§ 31. Einrichtungen zur Regelung und Sicherung des Verkehrs**

*(1) Einrichtungen zur Regelung und Sicherung des Verkehrs (insbesondere Verkehrsampeln, Signalscheiben, Straßenverkehrszeichen, Verkehrsleiteinrichtungen, Sockel für Verkehrsposten, Verkehrstürme, Schutzinseln, Sperrketten, Geländer, Begrenzungspfeiler, Randsteine, radableitende Randbegrenzungen, **Straßenbeleuchtungseinrichtungen**,.....*

##### **§ 32. Anbringungspflicht und Kosten.**

*(1) Die Einrichtungen zur Regelung und Sicherung des Verkehrs sind, sofern sich aus den folgenden Absätzen nichts anderes ergibt, vom Straßenerhalter auf seine Kosten anzubringen und zu erhalten. Die Kosten der Anbringung und Erhaltung dieser Einrichtungen auf und an Kreuzungen sind von den beteiligten Straßenerhaltern entsprechend dem Ausmaß des Verkehrs auf jeder Straße zu tragen. **Die Erhaltung der Einrichtungen umfasst auch ihre allenfalls notwendige Beleuchtung.***

#### **Fazit:**

Laut STVO dient die Straßenbeleuchtung der Sicherheit, Leichtigkeit und Flüssigkeit des Verkehrs (§ 82) in den Abend- und Nachtstunden, es ist jedoch **kein Hinweis darin enthalten** dass Straßen im Ortsgebiet eine Straßenbeleuchtung haben müssen!

Bezüglich der in einigen Bundesländern möglichen Beitragsleistungen an Gemeinden ist festzustellen, dass eine reine Lichtpunktförderung, ohne Rücksicht auf ökologische

oder/und ökonomische Überlegungen, eher kontraproduktiv ist, da immer noch die Errichtungskosten einen höheren Stellenwert haben, als die bekannten, hohen Folgekosten (85% der Gesamtkosten) durch Betrieb und Anlagenwartung über 25-30 Jahre.

### 1.3. LICHTTECHNISCHE KENNGRÖßEN

Im Folgenden werden die wichtigsten lichttechnischen Kenngrößen beschrieben:

#### 1.3.1. Lichtstrom

Der Lichtstrom ist die **Lichtleistung** einer Lichtquelle und wird mit der Einheit **Lumen [lm]** dargestellt. Bsp: Eine 100W Glühlampe hat etwa 1380 Lumen, im Vergleich dazu hat eine Kompaktleuchtstofflampe mit 18 W und eingebautem elektronischen Vorschaltgerät rund 1200 [lm].

#### 1.3.2. Lichtstärke

Die Lichtstärke ist der Teil des **Lichtstromes**, der in eine bestimmte **Richtung strahlt**. Die Einheit der Lichtstärke ist 1 **Candela [cd]**. Die Lichtstärkeverteilung von Reflektorlampen und Leuchten wird grafisch in Form von Kurven dargestellt. Man nennt sie Lichtstärkeverteilungskurven (LVK). Um die LVK verschiedener Leuchten vergleichen zu können, sind sie üblicherweise einheitlich auf 1000 lm bezogen.

#### 1.3.3. Beleuchtungsstärke

Die Beleuchtungsstärke wird horizontal und vertikal gemessen und gibt den **Lichtstrom** an, der von der Lichtquelle auf eine **bestimmte Fläche** trifft. Einheit der Beleuchtungsstärke ist **Lux [lx]**. Bei Straßen erfolgt die Messung der horizontalen Beleuchtungsstärke in max. 20 cm Entfernung vom Boden. Bei der Beurteilung von Lichtimmissionen wird die vertikale Beleuchtungsstärke in der Fensterebene gemessen.

#### 1.3.4. Leuchtdichte

Die Leuchtdichte ist der **Helligkeitseindruck**, den eine beleuchtete oder leuchtende Fläche dem **Auge vermittelt**. Bei Lampen verwendet man die Einheit **[cd/m<sup>2</sup>]**. Die Leuchtdichte beschreibt die physiologische Wirkung des Lichtes auf das Auge und wird in der Außenbeleuchtung als **Planungsgröße** verwendet.

#### 1.3.5. Gleichmäßigkeit

Sie ist ein weiteres **Qualitätsmerkmal** und wird als Verhältnis der minimalen zur mittleren Beleuchtungsstärke bzw. in der Straßenbeleuchtung als Verhältnis der minimalen zur mittleren Leuchtdichte angegeben. In bestimmten Anwendungsfällen ist die Längs-Gleichmäßigkeit für Leuchtdichtwerte von Bedeutung.

### 1.3.6. Lichtausbeute / Energiebilanz

Die Lichtausbeute oder Energiebilanz ist der Lichtstrom einer Lampe bezogen auf ihre elektrische Leistungsaufnahme [lm/W].

### 1.3.7. Weitere Kenngrößen

Der **Reflexionsgrad** besagt, wie viel Prozent des auf eine Fläche auffallenden Lichtstroms reflektiert wird und ist eine wichtige Größe für die Berechnung der Beleuchtung.

Die **Blendungsbegrenzung** ist die Begrenzung der Leuchtdichte bzw. der Lichtstärke der Leuchte in bestimmte Abstrahlrichtungen und wird in 3 Klassen eingeteilt.

Die Kenngrößen **Planungsfaktor** und **Verminderungsfaktor** sind jene Werte, durch welche die Verringerung der Beleuchtungsstärke – auf Grund der Alterung und Verschmutzung einer Beleuchtungsanlage – bei der Planung berücksichtigt wird.

Die **Lichtfarbe** und **Farbtemperatur** beeinflussen sehr stark, ob ein beleuchteter Raum als angenehm oder als unangenehm empfunden wird.

## 1.4. LEUCHTMITTELWAHL

In den folgenden Kapiteln werden Kriterien für die Auswahl des Leuchtmittels beschrieben.

### 1.4.1. Lichtausbeute

Die unten angeführten Lampen stellen die derzeit gebräuchlichsten Lampenarten (und als Vergleich dazu die LED-Technologie) in der Straßenbeleuchtung dar.

**Tabelle 1:** Lichtausbeute verschiedener Lampenarten (Stand Herbst 2008)

<u>Lichtleistung (lumen) / Watt :</u>		
<b>Glühlampen</b> 25W...150W	9...15 lm/ W	
<b>Mischlichtlampen</b> 100W...250W	11...22 lm/ W	
<b>Kompaktleuchtstofflampe</b> 5W...120W	23...75 lm/ W	
<b>Stabförmige Leuchtstofflampen</b> 14W...80W	43...76 lm/ W	
<b>Quecksilberdampf-Hochdrucklampen</b> 50W...400W	30...49 lm/ W	Hauptsächlich in Ö in Ver- wendung
<b>Metallhalogenhochdrucklampen (weiß)</b> 20W...400W	80...110 lm/ W	
<b>Natriumdampf-Hochdrucklampen (goldgelb)</b> 50W...600W	67...128 lm/ W	} Stand der Technik für SBL

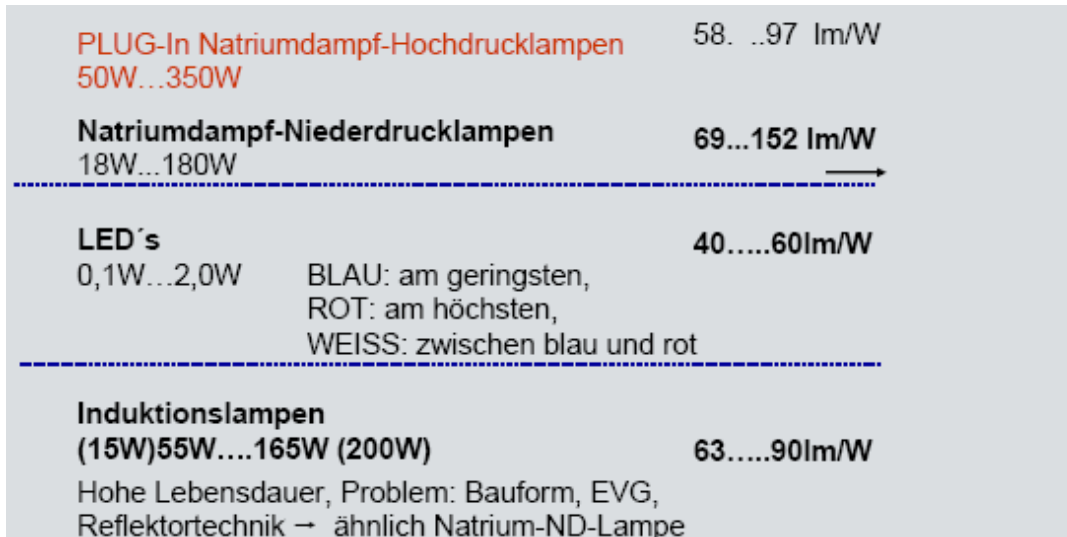
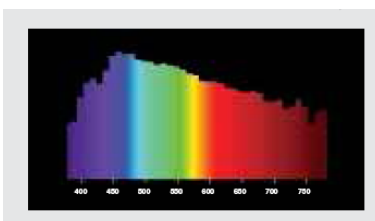


Abbildung 3: Lichtausbeute

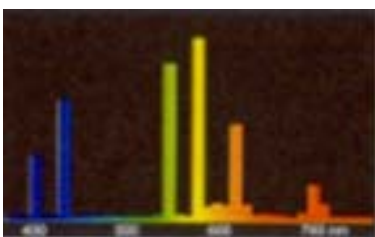
Die Entwicklung der Leuchtmittelhersteller, vor allem im Bereich der Natriumhochdruck- und der Metallhalogenhochdruckentladungslampen beweist, dass nicht unbedingt die Lampe mit dem höchsten Lichtstromanteil (wie die Natriumdampf-Niederdrucklampe) die beste Lampe für die Straßenbeleuchtung darstellt, sondern vielmehr das **beste Konzept** von Leuchte, Lampe und Anlagenanordnung größtmögliche Effizienz bringt.

### 1.4.2. Lichtfarbe

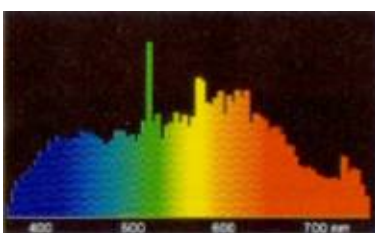
Die spektralen Eigenschaften der Leuchtmittel sind ein wesentlicher Bestandteil der subjektiven Betrachtung und Wirkung der Straßenbeleuchtung auf den Betrachter. Die nach folgenden Abbildungen vergleichen die einzelnen **spektralen Strahlungsverteilungen** der verschiedenen Leuchtmittel. Als Referenz dazu ist auch jene Verteilung des Tageslichtes abgebildet.



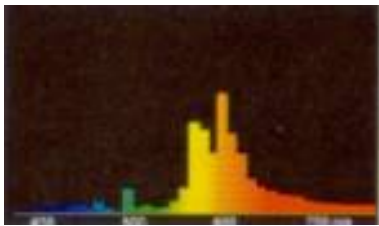
TAGESLICHT



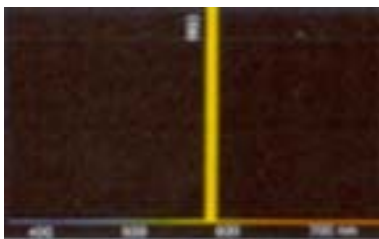
HME – Quecksilberdampf Lampe; weißes Licht



HIT – Metallhalogenlampen; weißes Licht



NAH – Natriumhochdruckdampfampe; gold-gelbes Licht



SOX – Natriumniederdruckdampfampe, gelbes Licht

Abbildung 4: Spektrale Strahlungsverteilung

### 1.4.3. Lebensdauer / Lichtstromrückgang

Abbildung 4 vergleicht die **Überlebensrate** und den **Lichtstromrückgang** von unterschiedlichen Leuchtmittel. Faktum ist, dass die **Quecksilberdampfampe** aus mehreren Gründen **nicht** die **Zukunft** für wirtschaftliche Straßenbeleuchtung darstellt:

- Starker Lichtstromrückgang über die Lebensdauer (siehe Grafik)
- Geringe lichttechnische Effizienz (30 – 49 [lm/W])
- Beschichtete Ellipsoidform – schlechte Lichtausbeute/ -verteilung
- Entsorgung und Umwelt (allerdings bei allen Hochdrucklampen ein Problem)

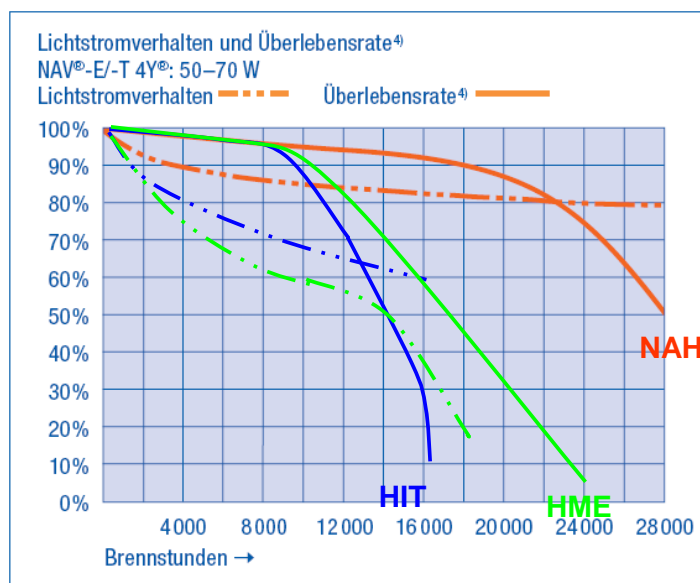


Abbildung 5: Lichtstromverhalten und Überlebensrate

### 1.4.4. EuP-Richtlinie

*Auszug aus der Diskussion zur Quecksilberdampflampe seitens der EU.*

„Die Unterzeichner des Kyoto-Protokolls haben sich verpflichtet, den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren. Die EU will rund 8% von 2008 bis 2012 einsparen.

Deshalb hat die betroffene EU-Kommission den Europäischen Verband der Lampenhersteller (ELC) und den Europäischen Verband der Leuchtenhersteller (CELMA) aufgefordert, Vorschläge für einen Gesetzesentwurf vorzulegen. Die Vorschläge wurden in der ersten Jahreshälfte 2009 auf EU-Ebene als Gesetz verabschiedet.

Unter anderem werden ab 2015 die Quecksilberdampflampen keine CE-Zeichen mehr erhalten. Der Handel mit dieser Lampe ist damit EU-weit unterbunden. Daraus folgt, dass auch der Bedarf an Ersatz nicht mehr gedeckt werden kann.

Die Folge wird sein, dass Nutzer von Lampen und Leuchten mit Quecksilberhochdruck-Lampentechnik, sich bis 2015 nach einer Alternative umschauen müssen.

Mit der Umsetzung der EuP-Richtlinie werden mit den angeführten Übergangsfristen im Bereich der Entladungslampen folgende Leuchtmittel kein CE-Kennzeichen mehr erhalten:

**Mindesteffizienzanforderungen für CE → Verbot weniger effizienter Lampen**

Lampen	Status:	zuvor/aktuell
Halophosphat Fluoreszenz Lampen → verbannt		2010
T12 Fluoreszenz Lampen** → verbannt		2012
Natriumdampfhochdruck- HPS / Halogenmetaldampflampen MH → schwache MH E27/E40 verbannt → HPS Standard Qualität E27/E40 verbannt (NAV Standard E27/E40)		2012
<b>Review der Verordnung durch die EU Kommission</b>		2014
Quecksilberdampflampen HPM (HQL) → verbannt		2010 2015
Natriumdampf-Plug-in Lampen → verbannt* (= 1:1 Ersatz für HPM)		2012 2015
schlechter performende Halogenmetaldampflampen E27/E40 verbannt		2017

\* Plug-In Lampen müssen Super/Plus HPS Level entsprechen → nahezu alle Plug-in/Retrofit Lampen werden verboten  
 \*\* durch Mindesteffizienzanforderungen  
 Status EU Kommission Oktober 2008

**Abbildung 6:** Übersicht der Lampenverbote mit Zeitplan (Quelle: Jahrbuch 2009, Straßen und Außenbeleuchtung, Frank Lindemuth (Hrsg.))

### 1.4.5. Preis-Leistungsverhältnis

Für die Gesamteffizienz eines Leuchtmittels ist die Darstellung des Preis- Leistungsverhältnisses ebenfalls zu prüfen. Zur Betrachtung der Gesamtwirtschaftlichkeit sind

jedenfalls die Lebensdauer und die Leuchtmittlersatzkosten mit zu berücksichtigen, nicht nur alleine die Einsparung an Stromkosten.

Vergleichbare Lampen für Straßenbeleuchtung - untergeordnete Verkehrswege - Dekoleuchten					
Lampenbezeichnung	Int. Kurzbez.	Leistung	Lichtstrom	Richtpreis	wirtsch. Lebensd.
Natriumdampf-Hochdrucklampe - Ellipsoidform	HSE	50W	3500	39,40	16000 Std.
Natriumdampf-Hochdrucklampe - Röhrenform	HST	50W	4400	36,80	16000 Std.
Quecksilberdampf lampen (nur Ellipsoidform möglich)	HME	80W	3800	8,20	7000 Std. (> 60%)
Halogen-Metaldampflampen Röhrenform-Keramicbrenner	HIT-CE	35W	3400	87,70	8000 Std.
Vergleichbare Lampen für Straßenbeleuchtung - mittelrangige Verkehrswege - Deko/Technische Leuchten					
Lampenbezeichnung	Int. Kurzbez.	Leistung	Lichtstrom	Richtpreis	wirtsch. Lebensd.
Natriumdampf-Hochdrucklampe - Ellipsoidform	HSE	70W	5600	39,40	16000 Std.
Natriumdampf-Hochdrucklampe - Röhrenform	HST	70W	6600	36,80	16000 Std.
Quecksilberdampf lampen (nur Ellipsoidform möglich)	HME	125W	6300	9,50	7000 Std. (> 60%)
Halogen-Metaldampflampen Röhrenform-Keramicbrenner	HIT-CE	70W	7000	80,30	8000 Std.
Vergleichbare Lampen für Straßenbeleuchtung - hochrangige Verkehrswege - Technische Leuchten					
Lampenbezeichnung	Int. Kurzbez.	Leistung	Lichtstrom	Richtpreis	wirtsch. Lebensd.
Natriumdampf-Hochdrucklampe - Ellipsoidform	HSE	150W	14000	55,80	16000 Std.
Natriumdampf-Hochdrucklampe - Röhrenform	HST	100/150W	10700/17500	47,4/51,90	16000 Std.
Quecksilberdampf lampen (nur Ellipsoidform möglich)	HME	250W	13000	28,70	7000 Std. (> 60%)
Halogen-Metaldampflampen Röhrenform-Keramicbrenner	HIT-CE	150W	14500	95,80	8000 Std.

Abbildung 7: Übersicht Lampeneigenschaften und –kosten (Brutto-Listenpreise, Stand Herbst 2008)

### 1.4.6. Lampenform

Erst Leuchtmittel mit **klaren Kolben** und **kleinen Brennerabmessungen** ermöglichen der Leuchtenindustrie die Herstellung von computeroptimierten Reflektorsystemen, welche immer höhere Anlagenwirkungsgrade erreichen, gleichzeitig optimierte Ergebnisse bei Lichtlenkung und Blendungsbegrenzung zulassen. Als Beispiel sei hier die NAH-Lampe in unterschiedlicher Bauform dargestellt:

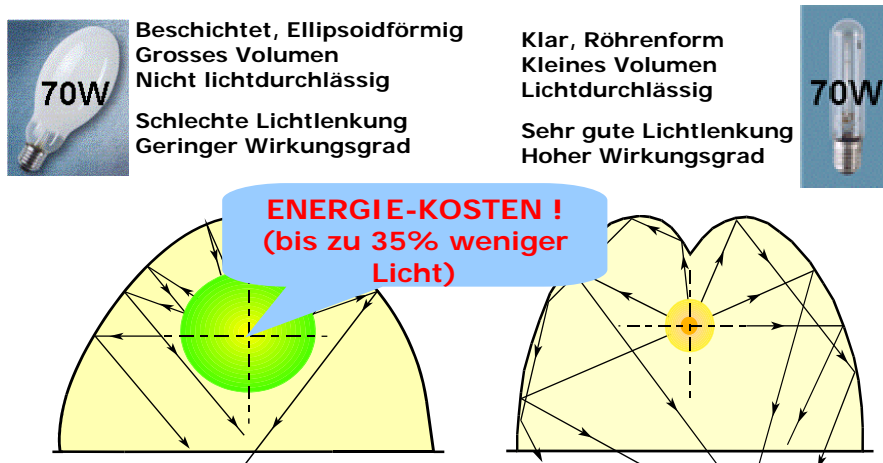


Abbildung 8: Auswirkung Lampenform

### 1.4.7. Zusammenfassung Leuchtmittel

Eine Zusammenfassung für den direkten Vergleich von „weißen“ und „gelben“ Licht gebenden Leuchtmittel ist zur einfacheren Entscheidung nachfolgend dargestellt. Im Bereich der Insektenanziehung ist es wichtig zu erwähnen, dass nicht nur der UV-Anteil einer Lampe für die Insektenanziehung verantwortlich ist, sondern, praktisch bei jedem Leuchtmittel, vor allem die Wärme.


KRITERIEN	 <b>weißes Licht</b> Metallhalogen hochdrucklampe	 <b>gelbes Licht</b> Natriumdampf Hochdrucklampe
Leistung (Watt)	20 – 400 W	50 - 400 W
Licht-Ausbeute	80 – 110 Lumen / Watt	67 – 128 Lumen / Watt
Nutz-Lebensdauer	8.000 h	16.000 h
Absenkung des Lichtstroms möglich?	nein	Ja, erhöht Nutz-Lebensdauer auf 22.000 h
Anschaffungskosten	hoch	Mittel
Insektenanziehung (Wärme lockt generell an!)	mehr als bei gelbem Licht (UV Bereich)	weniger als bei weißem Licht (UV Bereich)
Lichtfarbe	tagesähnlich, frisch	goldgelb, warm
Farbwiedergabe	sehr gut	mäßig bis gut
Kontrast Übergänge	sehr gut „scharf“	mäßig bis gut weich, „fließend“
vorwiegende Einsatzbereiche	Ortsbildgestaltung, Auslagen, SBL, ...	SBL, Hauptstraßen

Abbildung 9: Vergleich weißes und gelbes Licht

Der „sehr gute“ Kontrast eines Leuchtmittels kann, speziell bei der SBL auch ein Nachteil sein, bedenkt man den Einsatz von hochwirksamen Reflektoren, so wird die Einhaltung der **Gleichmäßigkeit** ein wichtiger Punkt der Planung. Besonders bei dekorativen Leuchtensystemen auf Nebenstraßen werden bei geringen Lichtpunkthöhen und zu großen Lichtpunktständen, **starke hell-dunkel Grenzen** sichtbar. Auch werden sehr oft Reflektore verwendet, welche nicht für den Einsatz von kleinen Metallhalogen-Hochdrucklampen entwickelt wurden. Oftmals werden dadurch deutlich sichtbare Reflektorschatten auf die Verkehrsfläche projiziert.

## 1.5. LEUCHTENWAHL

### 1.5.1. Photometrische Wertigkeiten

Hochwirksame, computeroptimierte, facettierte **Reflektortechnik** ermöglicht die effiziente Nutzung von kompakten, röhrenförmigen Leuchtmittel mit kleinem Brenner und bietet gleichzeitig exakte Lichtverteilungen und Blendungsbegrenzung.



Abbildung 10: Reflektortechnik

Innerhalb von modernen Leuchten können diese Leuchtmittel über **Fassungsverstellungen** im Millimeterbereich deutlich unterschiedliche Lichtverteilungen erzeugen. Die Systeme können durch Berechnungssimulation optimal an die Straßenverläufe und Anordnungsvorgaben angepasst werden. Zumeist können dadurch aufwendige Auslegerkonstruktionen eingespart werden.

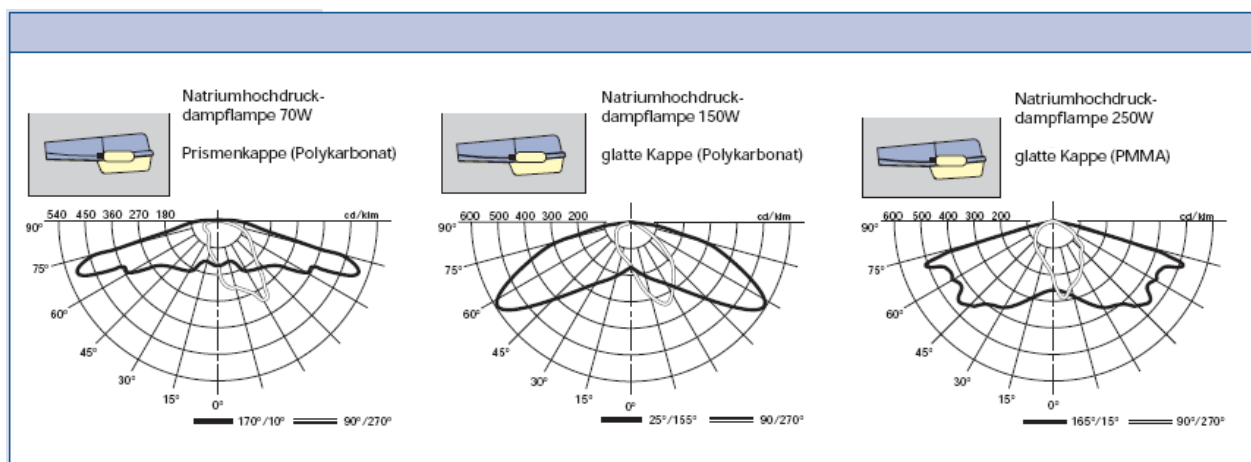


Abbildung 11: Lichtverteilung

### 1.5.2. Materialien

Hochwertige, recycelbare Materialien gewährleisten den Erhalt des Wartungszustandes der Leuchte über die Nutzungsdauer von mind. 25 Jahre, ohne witterungsbedingte Ersatzmaßnahmen.

- Aluminium-Druckguss für Gehäuse, VG-Abdeckung und Mastaufnahmen
- Temperaturbeständiges Sicherheitsglas für Abdeckungen
- Edelstahl für (werkzeuglose) Verschlüsse
- Facettierte Spiegeloptiken
- Hochwertige Silicondichtungssysteme

### 1.5.3. Dichtheit

Die beste Lampe und Reflektortechnologie wird wirkungslos, wenn die Leuchten nicht den nötigen **Schutzgrad** bezüglich **Dichtheit** aufweisen. Nachweislich werden durch Verschmutzung nicht nur die photometrische Eigenschaft der Leuchte (so vorhanden) beeinflusst, sondern auch die elektrischen Einbauten und Reflektoren zerstört. Die Wartungskosten der Straßenbeleuchtung steigen mit zunehmendem Anlagenalter stark an.

IP gemäß EN 60598

Schutz gegen Eindringen von Fremdkörpern	1. Kennziffer	2. Kennziffer	Schutz gegen Eindringen von Flüssigkeit
Nicht geschützt	0*	0**	nicht geschützt
Geschützt gegen Fremdkörper über 50 mm	1*	1**	geschützt gegen senkrecht fallende Wassertropfen
Geschützt gegen Fremdkörper über 12 mm	2	2**	geschützt gegen schrägfallendes Tropfwasser bis zu 15°
Geschützt gegen Fremdkörper über 2,5 mm	3	3	geschützt gegen feinen Regen
Geschützt gegen Fremdkörper über 1 mm	4	4	geschützt gegen Spritzwasser
Staubgeschützt	5	5	geschützt gegen Strahlwasser
Staubdicht	6	6	geschützt gegen starkes Strahlwasser
		7	geschützt gegen Eintauchen
		8	geschützt gegen Untertauchen

(\*) Bei Beleuchtungen verboten. Mindestschutzart: IP 20.

(\*\*) Bei Straßenbeleuchtungen verboten. Mindestschutzart: IP 23

zB. Angabe: **IP 65 oder IP 66** für **SBL empfehlenswert!**  
**Hinweis:** kleine Dichtöffnungen bevorzugen!

Abbildung 12: IP-Schutzklassen

### 1.5.4. Anordnung - Geometrie

Bei der Planung einer SBL-Anlage, vor allem im Bereich von stark frequentierten Verkehrsflächen, ist es unbedingt nötig, das richtige **Verhältnis** zwischen **Lichtpunkthöhe und Abstand**, Straßenbreite und der möglichen Mastanordnung herzustellen.

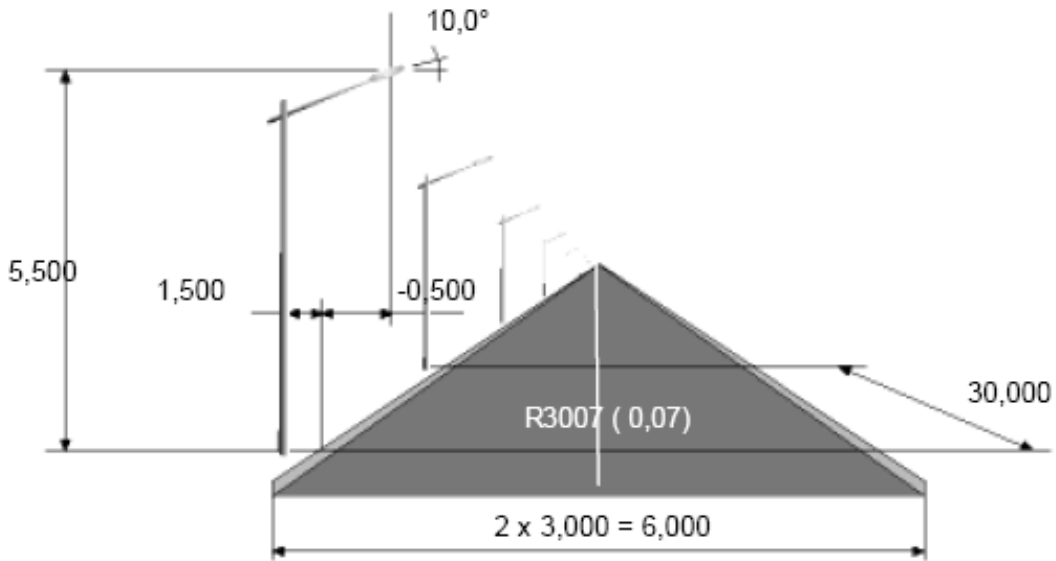


Abbildung 13: Anlagengeometrie (Symbolbild)

Neben der Reflektortechnik nimmt auch die Abdeckung Einfluss auf die Lichtverteilung und Blendungsbegrenzung der SBL. Neben **klaren Abdeckungen** aus Glas (besserer Transmissionsgrad) oder Kunststoff, gibt es auch die Möglichkeit über **Refraktorwannen** das austretenden Licht „aufzuspreizen“ (LPA bis Faktor > 1:5 möglich). Dies ist aber nur bei niedrigen Lampenleistungen (<70W) sinnvoll, da bei höheren Wattagen die TI –Grenzwerte nicht mehr eingehalten werden können. Traditionelle, wannenförmige Glasabschlüsse aus Kunststoff (PMMA oder Polycarbonat) neigen zu Verwitterung und führen zu unerwünschten Aufhellungen über der Horizontalen.

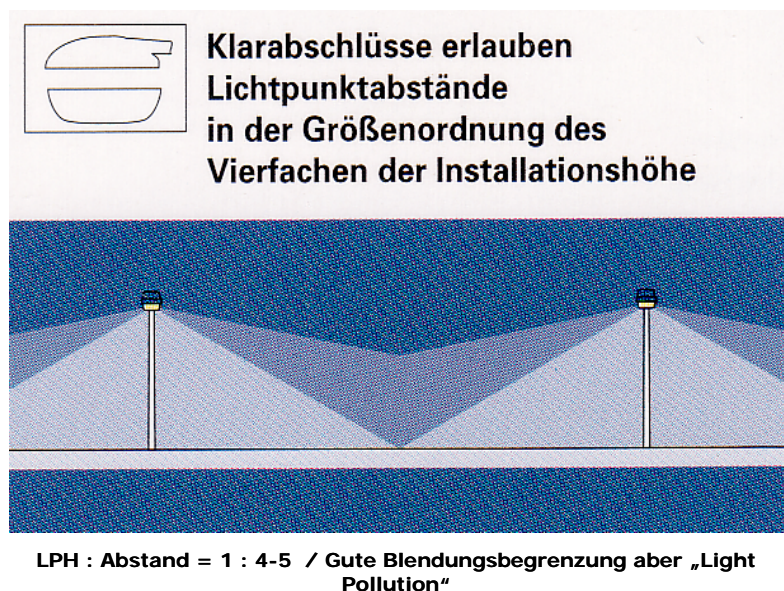
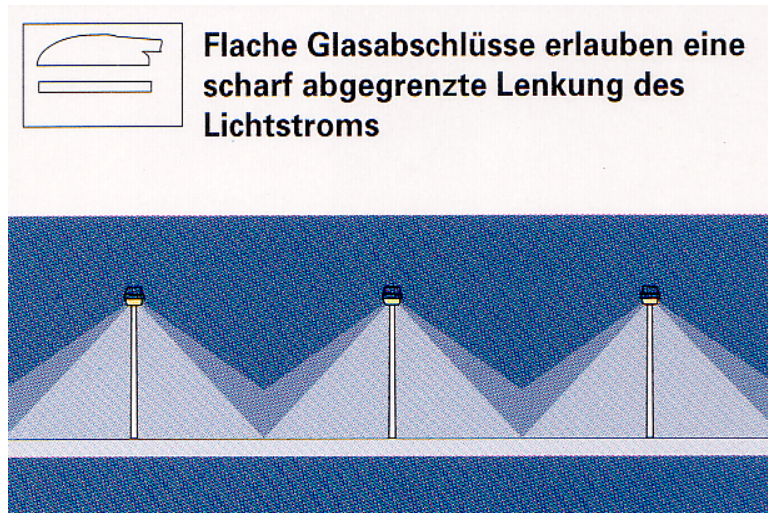


Abbildung 14: Anordnung Lichtpunkte (I)

Flache Glasabschlüsse werden vor allem im Bereich von Flächen mit hohem Verkehrsaufkommen, aber auch bei Konfliktzonen (Kreisverkehr, Kreuzung,

Fußgängerübergänge - lt. O 1051) eingesetzt. Blendungsbegrenzung = niedriger TI-Schwellwert, geringe Augen – Adaptation durch Leuchte!



LPH : Abstand  $\leq 1 : 4$  / Optimale Blendungsbegrenzung

Abbildung 15: Anordnung Lichtpunkte (II)

## 1.6. ANLAGENEFFIZIENZ

Erst die Berücksichtigung und das **Zusammenspiel aller vorgenannten Kriterien**, ergibt eine effiziente Beleuchtungsanlage.

Der Vergleich, siehe nächste Abbildung, auf Basis der lichttechnischen Wertigkeiten ergibt einen Kostenüberblick beim Einsatz verschiedener Leuchtmittel/Leuchten.

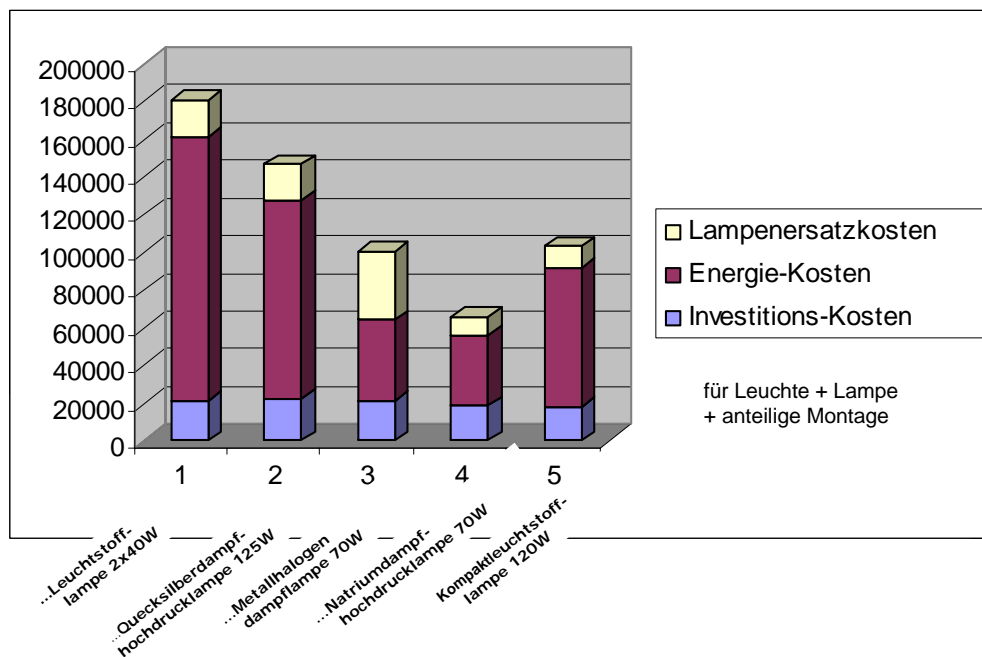


Abbildung 16: Kostenvergleich von 5 Anlagen

Die **Basis dieses Vergleiches** ist eine beleuchtete Straße mit 2 Fahrspuren à 3,5 Meter und einer Länge von 1 km. Der Gehsteig hat eine Breite von 1,6 m. Die

Leuchtenposition befindet sich 1,6 m vom Fahrbahnrand entfernt und jeder Lichtpunkt hat einen Ausleger mit 1,2 m. Vorgabe nach EN 13201: ME5 (0,5cd/m<sup>2</sup> UI 40% Uo 35%).

Bemerkenswert ist die Entwicklung der Kompaktleuchtstofflampen, welche mit Lampenleistungen bis 120 W, Lichtstrompaketen von 75 bis 100 lm/W, durch Amalgantechnik verbessertes Temperaturverhalten, EVG´s und in Verbindung mit hochwertigen Leuchtensystemen, eindeutig Wirtschaftlichkeitskennwerte ähnlich der Metalldampf- und Natriumhochdruckdampfampe erreichen.

## 1.7. BETRIEBSBEDINGUNGEN

Alle folgenden **Schaltarten** für die Straßenbeleuchtung sind derzeit in Österreich im **Einsatz**. Im Zuge der Schaltung über Rundsteuerempfänger gibt es immer noch viele Schaltstationen ohne eigene Zähler, die Abrechnung der EVU´s erfolgt über Jahresbrennstundenkalender und Pauschalierung. Nicht immer zum Vorteil des Betreibers.

- Schaltuhr (ungenau)
- Rundsteuersignal
- Dämmerungsschalter
- Dämmerungsschalter mit Zeitschaltuhr
- Astronomische Zeitschaltuhr
- Digitalisierung

### **Reduktion des Lichtstromes in verkehrsschwacher Zeit in der Nacht:**

- Totalabschaltung
  - Unbedingt zu vermeiden (v.a. bei höherrangigen Str.!)
  - Sicherheitsauflagen nicht erfüllt
  - Haftungsfälle für die Gemeinde bei Unfall
- Jede zweite Leuchte abschalten
  - Problem der Gleichmäßigkeit
  - Hell-Dunkelzonen
  - Beeinträchtigung der Sicherheit, Haftung!
  - Leuchtmittel brennen nicht gleichmäßig ab
- Bei zweiflammigen Systemen, ein Leuchtmittel abschalten
  - Reflektorsystem zumeist nicht auf einflammigen Betrieb ausgelegt
  - Ohne Wechselschaltung ungleichmäßige Abnutzung der Leuchtmittel
- Versorgungsspannung reduzieren, zentral im Verteiler
  - Lt. Leuchtmittelhersteller Lebensdauererminderung möglich ab 5% Spannungsabfall

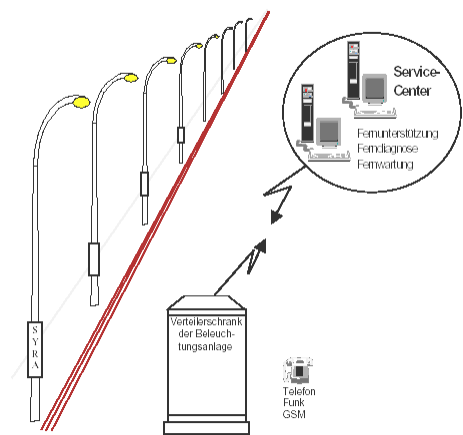
- Spannungsreduktion auf letzte Leuchte abstimmen – elektrotechn. Schutzmaßnahmen!

**Besser:**

- Spezielles Vorschaltgerät (VG) in Leuchte
  - Spannung vor VG immer 100%
  - Kontrollierter Spannungsabfall nach VG
  - Absenkung Lichtstrom (z.B. Leistungsaufnahme reduziert sich um 25% und Lichtstrom um 50% Praxis zeigt positiven Einfluss auf Lebensdauer bei Natriumdampfhochdrucklampe (ca. 22.000 h))
- Schaltmöglichkeiten:
  - Elektronikbaustein in Leuchte
  - Umschaltrelais mit Steuerleitung
  - Digitalisierung

**Digitalisierung**

- Überwachung von SBL
- Steuerung über vorhandene Leitungen
- Jeder Lichtpunkt kann einzeln gesteuert, überwacht und verwaltet werden
- Gezielter Zugriff auf SBL möglich
- Steuerung und Regelung:
  - Astronomische Zeituhr
  - Nachthalbschaltung
- Fernüberwachung, Diagnose, Monitoring



**Abbildung 17:** Digitalisierung

## 1.8. GESAMTHEITLICHE BETRACHTUNG DER SBL

Für die gesamtheitliche Betrachtung der Straßenbeleuchtungsanlage sind somit folgende Punkte zu beachten:

- **Ökonomie** (Energieverbrauch, Kosten, Varianten)
- **Ökologie** (Emissionen, Lichtverschmutzung, Artenschutz)
- **Richtlinien** (Normen, Haftung, Verkehr)
- **Soziales** (Sicherheit Bevölkerung, Zufriedenheit, Identifikation)
- **Optik** (Ortsbild, Image)

## 2. ENTWICKLUNGEN & DIENSTLEISTUNGEN

Am Projektbeginn wurde in einem ersten Arbeitsschritt versucht, die wichtigsten Eckpunkte des Projekts zu definieren und die Konzentration der Arbeiten auf die bedeutenden Schritte zu lenken um in weiterer Folge Synergien im Projekt bestmöglich nutzen zu können. In den nun folgenden Punkten sind die Projektergebnisse dargestellt. Die gesamte Dokumentation der Dienstleistungen wurde in einem Handbuch (siehe Anhang) zusammengefasst.

### 2.1. GRUNDLAGENRECHERCHE UND ABSTIMMUNG

Die Grundlagenrecherche im Bereich der Straßenbeleuchtung war notwendig, um einen Überblick über die am Markt verfügbaren Technologien, Produkte und Projekte zu verschaffen. Als Einstieg in die Recherche wurden themenspezifische Ergebnisse aus bereits abgeschlossenen Projekten (wie z.B. Projekt „Energierregion Oststeiermark“ oder Projekt „LICHTPAKET®“) gesammelt um Synergien für die Entwicklung und Konzipierung des Dienstleistungsbündels optimal nutzen zu können. In einem weiteren Schritt wurde über Ausbildungs-, Informations- und Exkursionsangebote im Bereich „effizienter Straßenbeleuchtung“ recherchiert. Auf Basis dessen wurden in weiteren Schritten das Exkursionspaket „Nachtschwärmer“ und ein Schulungskonzept entwickelt.

Die Ermittlung über die am Markt verfügbaren Technologien und Produkte im Bereich Straßenbeleuchtung wurde mittels Erhebungsbogen (siehe Anhang) und Internetrecherche durchgeführt. Dazu hatten die verschiedenen Anbieter von Komponenten, Gesamtsystemen oder Produkten die Möglichkeit, das vorgefertigte Formular auszufüllen und an die LEA Oststeiermark retournieren. Die Marktrecherche, die unter [www.lea.at](http://www.lea.at) online abrufbar ist, wurde im Rahmen des 1.Kommunalen Straßenbeleuchtungskongresses präsentiert und wird laufend aktualisiert.

Insgesamt wurden 62 Firmen durch einen Fragebogen (siehe Anhang) erfasst und in verschiedene Kategorien eingeteilt.



Abbildung 18: Kategorien Marktrecherche

Ziel hierbei war es den Betreibern von Straßenbeleuchtungsanlagen eine Plattform zu schaffen, bei der Sie einen schnellen und raschen Überblick über Hersteller und Anbieter bekommen.

So sind neben den Internetadressen auch die Firmenadresse, Kontaktdaten und Ansprechpersonen der einzelnen Unternehmen abrufbar.



Abbildung 19: Auszug aus der Marktrecherche online

Die Marktrecherche wird laufend aktualisiert und ist unter [www.lea.at](http://www.lea.at) abrufbar.

Weiters wurden vorhandene Musterbeispiele in der Oststeiermark recherchiert und geprüft, die bereits Optimierungsmaßnahmen umgesetzt haben. Im Zuge dieser Recherche wurde erkannt, dass es in der Region noch nicht genügend Beispiele für die Erstellung eines Best Practice Kataloges gab. So wurden Beispiele aus der restlichen Steiermark und dem Burgenland gesammelt dem Beispielskatalog hinzugezogen.

Durch die eben erwähnten Recherchen wurden viele Kontakte zu verschiedensten Akteuren (Gewerbe, Industrie, Gemeinden, Beratungsstellen,...) geknüpft. Einerseits wurden Ihre Inputs in die Konzipierung der Dienstleistungen eingebunden andererseits konnten auch untereinander Kontakte geknüpft und so Ideen ausgetauscht werden.

## 2.2. TEILNEHMENDE GEMEINDEN

Gemeinden und Regionen waren wichtige Akteure im Projekt LICHTSTRASSE Oststeiermark, darum wurden die Regionalvertreter zu Projektworkshops eingeladen, bei dem nicht nur die Projektinhalte besprochen sondern auch die weitere Vorgangsweise diskutiert wurden. Von den 4 Regionen (Almenland, Energieregion Weiz-Gleisdorf, Vulkanland, Wechselland), die Ihr Interesse in der

Projektentwicklungsphase mittels Absichtserklärungen bekundet haben, nahmen die 2 Regionen Vulkanland und Wechselland wie geplant am Projekt teil.

Das Almenland ermöglichte seinen Gemeinden die Durchführung von QUICK-CHECK's für Straßenbeleuchtung mittels einer Sonderregelung. Der Verein Energieregion Weiz-Gleisdorf nahm nicht am Projekt teil.

Für interessierte Gemeinden, die nicht aus den 4 geplanten Regionen kommen, wurde eine Sonderregelung zur Durchführung eines QUICK-CHECK's für Straßenbeleuchtung erstellt.

## 2.3. QUALITÄTSKRITERIEN

Qualitätskriterien können in Kriterien für Lichttechnik, technische Kriterien und Kriterien für die Elektroanlage unterteilt werden. Die wichtigsten lichttechnischen Kriterien sind:

- **Beleuchtungsniveau:** Das Beleuchtungsniveau, oder auch Helligkeitsniveau genannt, beschreibt die mittlere Beleuchtungsstärke. Es ist abhängig vom abgegebenen Licht der Leuchten und den Reflexionseigenschaften der beleuchteten Flächen. Das bedeutet: Je geringer die Reflexionsgrade sind und je schwieriger die Sehaufgabe umso höher muss die Beleuchtungsstärke sein, um ein gutes Beleuchtungsniveau zu erreichen.  
Die Reflexionsgrade reichen von ~ 85 % bei weißen Flächen bis zu 0 % bei schwarzen Flächen. Der Begriff Beleuchtungsniveau wird auch verwendet, wenn die Leuchtdichte statt der Beleuchtungsstärke als lichttechnische Kenngröße gilt, wie zum Beispiel in der Straßenbeleuchtung.
- **Gleichmäßigkeit:** Ein gleichmäßige Straßenbeleuchtung ist von folgenden Faktoren abhängig:
  - Anlagengeometrie
  - Anordnung und der Art der Leuchten
  - Art der angrenzenden FlächenSowohl der Sehkomfort als auch die Sehleistung werden von der Gleichmäßigkeit beeinflusst. Die Längsgleichmäßigkeit ( $U_L$ ) sowie die Gesamtgleichmäßigkeit ( $U_0$ ) werden als Bemessungsgrundlage herangezogen.
- **Blendungsbegrenzung:** Blendung kann das Sehen erheblich erschweren. Die Sehleistung und der Sehkomfort werden durch die Blendung beeinflusst. Direktblendung geht von Leuchten oder anderen Flächen mit zu hoher Leuchtdichte aus, die indirekte Reflexblendung erzeugt von Reflexen durch Spiegelung auf glänzenden Oberflächen. Blendungsbegrenzung bedeutet nun die Begrenzung der Lichtstärke bzw. der Leuchtdichte in bestimmte Abstrahlrichtungen. Die Blendungsbegrenzung wird in der ÖNORM EN 13201 durch den „TI-Faktor“ oder der Lichtstärkeklasse bestimmt.
- **Umgebungshelligkeit:** Die Umgebungshelligkeit ist eine Einschätzung des Umfeldes der Beleuchtungsanlage nach den Kriterien der ÖNORM EN 13201.

- **Lichtfarbe:** Die Lichtfarbe ist die Beschreibung des Farbeindrucks. In der Straßenbeleuchtung vor allem weiß oder (gold-)gelb. Sie wird durch die Farbtemperatur in Kelvin beschrieben.
- **Effiziente Leuchtmittel in Verbindung mit Leuchte:** Der Einsatz von effizienten Leuchtmittel ist nur in Kombination mit einer für dieses Leuchtmittel optimierte Leuchte sinnvoll.
- **Steuerung & Regelung:** Steuer- und Regelsysteme optimieren den Betrieb einer Straßenbeleuchtungsanlage. Dazu gehören alle Systeme, die das starre Muster "ein oder aus" durchbrechen. Mit Steuer- und Regelsystemen lässt sich das Licht managen, sie sind deshalb Instrumente des Lichtmanagements. Unter anderem sollten folgende Aspekte in Betracht gezogen werden – alle können die Betriebsstunden bzw. die Leistung und somit Kosten reduzieren:
  - Art der Ein/Ausschaltung
  - Nachtabsenkung
  - Nachtabschaltung

Die lichttechnischen Kriterien werden nach mehreren Merkmalen (wie Verkehrsaufkommen, Straßengeometrie, bevorzugte Verkehrsteilnehmern,..) klassifiziert und sind in der EN 13201 dokumentiert.

Die technischen Kriterien richten sich, wie alle anderen auch, nach dem Stand der Technik. Beim Material sollte momentan ein Gehäuse aus Aluminium Druckguss mit einem annähernd flachen Glasabschluss verwendet werden. In der Reflektortechnik kommen derzeit hochwirksame facetierte Spiegeloptiken mit einer Dichtheit von mindestens IP 65 zum Einsatz.

Die elektrische Anlage wird einerseits vom Elektrotechnikgesetz vorgegeben, andererseits hängen Kabelquerschnitte, Absicherungen, etc. von der Art und Anzahl der Leuchten ab. Bei der Auswahl der Materialien und sämtlichen Dimensionierungen müssen der Stand und die Regel der Technik als Kriterium herangezogen werden.

**Kriterien und Empfehlungen für die Neuerrichtung/Sanierung/Optimierung** der Straßenbeleuchtung: (nicht betrachtet werden lichttechnische Größen, da diese nach EN13201 vorgegeben werden):

Vorab kann festgehalten werden, dass der Zugang zur Qualität einer SBL, nicht ausschließlich die Lampenfarbe und das Helligkeitsniveau, sondern vielmehr die Gleichmäßigkeit und die Blendungsbegrenzung zum Verkehrsteilnehmer hin ist. Dieser Punkt geht nämlich in der Diskussion um die Lampenwahl (gelb oder weiß) und der Notwendigkeit der Leuchtdichte - Vorgabewerte nach EN 13201 - regelmäßig unter.

- **Bei Verteiler-Sanierungen als auch Neuerrichtungen:** Verteiler extern (im Außenbereich) errichten (nicht in Privathäusern, Innenhöfen oder

öffentlichen Gebäuden) und für Wartungsarbeiten gut zugänglich aufstellen. Weiters sollten bei jeder Verteiler-Neuerrichtung eine Trennung des Verteiler- und Sockelbereichs sowie ein Sockelrost gegen Verschmutzung von unten eingebaut sein.

- **Überprüfung der Kabelübergangskästen und der Mastverkabelungen** (auch wenn nur Leuchten und nicht die Maste getauscht werden) und **bei Bedarf Sanierung** (Sicherheitsrisiko!)
- **FI-Schutzschalter** FI 100 mA → Stand der Technik und Prüfung der **Leitungslängen** vor Erweiterungen (Kapazitäten!)
- **Kabelquerschnitte 5x10 mm<sup>2</sup>** wird für neue Anlagen bzw. Sanierungen von Anlagen empfohlen
- Definition von maximal **2 - 3** verschiedenen **Lichtpunkt-Typen**
- **Lichtpunkthöhe und –abstand sowie Wattagen** an die Anforderung der Straßenart anpassen!
- **Leuchten** – bei Neuanschaffungen hinsichtlich wichtiger Kriterien (Dichtheit, Lichtverteilung, Reflektortechnik,...) genau überprüfen und auf Einsatzzweck abstimmen
- **Reflektortechnik** bei Sanierungen und Neuerrichtungen exakt auf **Leuchte** und **Leuchtmittel abzustimmen**
- **Lichtfarbe:** nach derzeitigem Stand der Technik stellt gelb (Natriumhochdruckdampf Lampe) die wirtschaftlichere Variante (Betriebskosten) im Vergleich zum weißen Licht (Metallhalogenlampen) dar. Grund sind die geringeren Betriebskosten in der Gesamtkostenbetrachtung.
- **Dichtheit/Schutzklasse** IP 65/ IP 66 sind bereits Stand der Technik auch bei dekorativen Leuchten - hohe Dichtheit sowie geringerer Wartungsaufwand und damit weniger Kosten (Lebensdauer der SBL).
- **Einsatz astronomische Zeitschaltuhr** wird empfohlen (abhängig von der Anschlussleistung: je höher diese ist, desto kürzer Amortisationszeitraum)
- **Laufende Durchführung von Energie Monitoring und Controlling** für die Straßenbeleuchtungsanlagen → Betriebs- und Erfolgskontrolle für Stromverbrauch und –kosten der Straßenbeleuchtungsanlagen – vor allem auch Betriebskontrolle nach Optimierungsmaßnahmen (haben wir wirklich diese prozentuelle Energieeinsparung mit den umgesetzten Maßnahmen erreicht?)

- **Führen eines Wartungsprotokolls**, einerseits für ein internes Controlling und andererseits ist auch das Wissen über die Straßenbeleuchtung nicht an einzelne Personen gebunden – damit auch ein Nachfolger darüber bescheid weiß
- **Erdung** zukünftig mit Kupferseil (25 mm<sup>2</sup> - 50 mm<sup>2</sup>) ausführen
- **Zukünftige Fundament-Errichtungen:** laut Fundamentschema für 6m Mastfundament (siehe Grafik nachfolgend, Quelle: TB Samt).

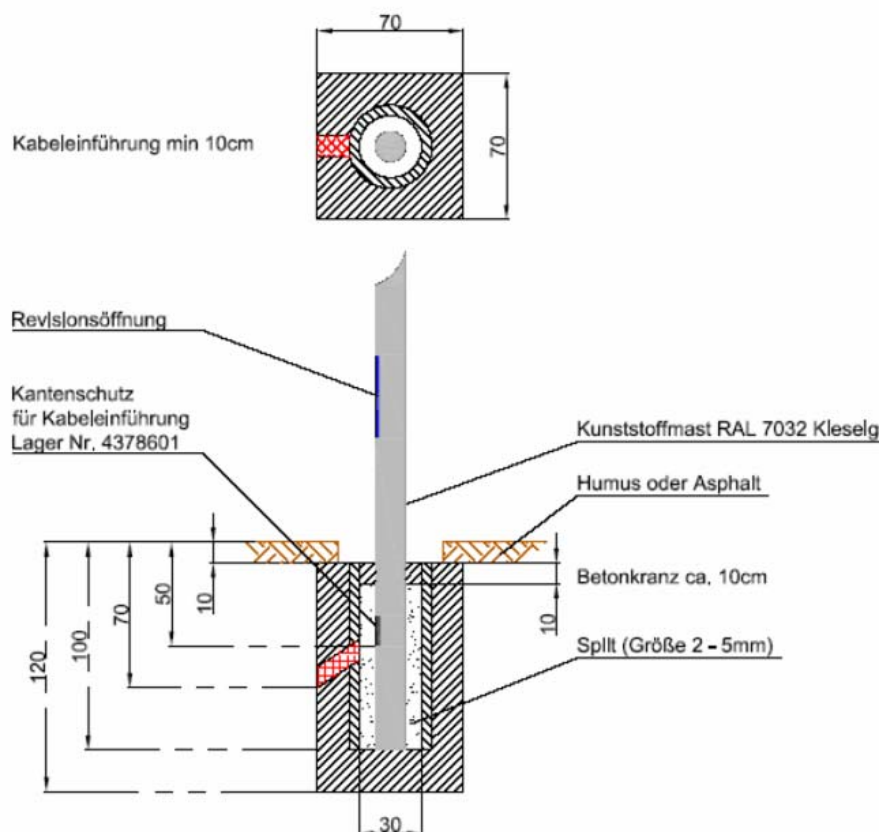


Abbildung 20: Fundament-Errichtung

## 2.4. GREEN LIGHT EINREICHUNGEN

Der Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen in den nächsten Jahren. Die Erfüllung des Kyoto-Protokolls zur Senkung der Klimagasemissionen ist nicht nur unter Einbindung aller europäischer Länder sondern insbesondere durch Bemühungen aller öffentlicher und privater Organisationen erreichbar.

Mit rund 40% des Stromverbrauchs in Nichtwohngebäuden hat die Beleuchtung eine wesentliche Auswirkung auf die Umwelt. Wie die Praxis zeigt, ist durch den Einsatz von technisch hochwertigen Leuchten und energieeffizienten Lampen eine Energieeinsparung von bis zu 50% möglich.

GreenLight ist ein europäisches Programm mit freiwilliger Teilnahme. Alle teilnehmenden Organisationen verpflichten sich vorhandene Beleuchtungen zu optimieren und energieeffiziente Beleuchtungssysteme bei Neuerrichtungen zu verwenden.

Voraussetzungen sind, dass die Ersparnis die eingesetzten Kosten decken und die Beleuchtungsqualität erhalten bzw. verbessert wird.

Als Anerkennung für die Bemühungen im Kampf gegen die Erderwärmung erhalten die GreenLight-Organisationen durch die Europäische Kommission

- Plakette zur öffentlichen Verwendung an einem Gebäude
- Pressemitteilung
- Interneteintragung auf der [www.eu-greenlight.org](http://www.eu-greenlight.org)
- Exklusiver Gebrauch des GreenLight Logos
- Aufnahme in den Partner-Katalog
- Teilnahme an GreenLight-Preisverleihungen

Im Rahmen dieses Projektes wurden die Marktgemeinde Gössendorf, Stadtgemeinde Fürstenfeld, Marktgemeinde Semriach und die Gemeinde Söchau bei der Einreichung zu „EU-Green Light“ unterstützt. Alle 4 Gemeinden wurden in das Projekt aufgenommen und sind somit offiziell EU-Green Light Mitglieder.

## 2.5. QUICK-CHECK FÜR STRAßENBELEUCHTUNG

Durch die Vernetzung und Mitarbeit aller Projektpartner (Energieagenturen, Regionen, 7 Referenzgemeinden,..) wurden die Inhalte und die Struktur des QUICK-CHECK's erarbeitet und eine anwendbare Methode für die praktische und effiziente Durchführung in Gemeinden entwickelt.

Gemeinsam mit den Partner-Regionen wurde die Vorgangsweise definiert, wie die Gemeinden zu einem QUICK-CHECK für Straßenbeleuchtung ermutigt werden können und Interesse an einer Projektteilnahme bekommen. Die Regionsvertreter haben dazu als ersten Schritt Informationen an ihre Gemeinden zur Möglichkeit einer Inanspruchnahme von QUICK-CHECK's für Straßenbeleuchtung weitergegeben.

Folgende Kriterien wurden für den QUICK-CHECK für Straßenbeleuchtung herangezogen:

- Die Gemeinde plant in den nächsten Jahren (bis 2010) konkrete Maßnahmen zur Optimierung/ Sanierung/ Neuerrichtung Ihrer Straßenbeleuchtung
- Durchführung des QUICK-CHECK's an einem Tag vor Ort mit Ergebnispräsentation im Gemeindegremium am selben Abend (Dauer ca. 3 h)
- QUICK-CHECK für die 2 Hauptanlagen der Straßenbeleuchtung der Gemeinde (speziell für Gemeinden mit einer hohen Lichtpunkt-Anzahl von Wichtigkeit).

Der Ablauf des QUICK-CHECK's in den Gemeinden wurde folgendermaßen definiert und umgesetzt:

✓ **VOR dem QUICK-CHECK**

- Anmeldung der Gemeinde bei der LEA
- Zusendung der Erhebungsunterlagen (I und II) und Ausfüllen dieser durch die Gemeinde bis zu einem bestimmten Termin; Vorbereitung der Stromrechnungen sowie vorhandene Planunterlagen
- Überprüfung der Erhebungsunterlagen durch die LEA und Rückmeldung
- Koordination des QUICK-CHECK Termins (Projektteam – Gemeinde – Gemeindearbeiter) durch die LEA
- Organisation des Seminarraums durch die Gemeinde sowie Einladung des Gemeindegremiums
- Nachtaufnahmen und einfache lichttechnische Messungen an markanten Stellen der Straßenbeleuchtungsanlage der Gemeinden VOR dem Quick-Check Termin

✓ **DURCHFÜHRUNG des QUICK-CHECKS** in der Gemeinde (1 Tag vor Ort)



Abbildung 21: Titelbild QC-Präsentation (Bsp. QC Großsteinbach)

**Typischer Ablauf eines Quick-Checks:**

- 10.00 – 16.00 Uhr: Durchführung des QUICK-CHECK's: Überprüfung der Erhebungsunterlagen, Abklärung offener Fragen; Bestandsaufnahme: ganzheitliche Beurteilung der Straßenbeleuchtungsanlagen - gemeinsam mit

einer verantwortlichen Person der Gemeinde wie zB. Gemeindearbeiter, der über die Straßenbeleuchtungsanlagen bescheid weiß.

- 16.00 - 18.30 Uhr: Datenauswertung und Erstellung der Ergebnispräsentation (zur Verfügung stellen eines Raumes durch die Gemeinde)
- 19.00 - ca. 22.00 Uhr: Ergebnispräsentation „QUICK-CHECK Straßenbeleuchtung“ im Gemeindeamt mit Gemeindegremium wie zB. Gemeinderat, Bauausschuss.
- Inhalte der Präsentation:
  - Begrüßung, Einleitung, Projektübersicht
  - PROBLEMATIK Straßenbeleuchtung
  - WISSEN zum Thema Straßenbeleuchtung
  - PRÄSENTATION des QUICK-CHECK's
  - MÖGLICHKEITEN der Optimierung
  - DISKUSSION

✓ **NACH dem QUICK-CHECK**

- Schriftlicher Ergebnisbericht der LEA an die Gemeinde und Foto sowie Presseausendung.
- Einführung von Energie Monitoring für die Zähler der 2 Hauptanlagen für 1 Jahr, Schulung für die EMC-Verantwortlichen.
- Nutzung verschiedener Tools von LICHTSTRASSE Oststeiermark (zB. Nutzung des Benchmark-Systems für objektive Effizienz-Vergleiche, Exkursionsziel bzw. Einbindung in Musterregion, Kostenkalkulator, Finanzierungsmodelle, Handbuch für energieeffiziente Straßenbeleuchtung).

Um die Zahl der QUICK-CHECK Gemeinden zu erhöhen wurden QUICK-CHECK's auch in der Süd/Weststeiermark bzw. Niederösterreich durchgeführt. Im Projektzeitraum konnte in folgenden 19 Gemeinden der QUICK-CHECK für Straßenbeleuchtung durchgeführt werden:

- Gemeinde Aspang Markt
- Gemeinde Bad Gleichenberg
- Gemeinde Dechantskirchen
- Marktgemeinde Frauental an der Lassnitz
- Gemeinde Gersdorf an der Feistritz
- Gemeinde Großsteinbach
- Marktgemeinde Heiligenkreuz am Waasen
- Marktgemeinde Kaltenleutgeben
- Gemeinde Koglhof
- Gemeinde Mauerbach
- Marktgemeinde Mettersdorf am Saßbach
- Gemeinde Mühldorf bei Feldbach
- Marktgemeinde Mönichkirchen

- Marktgemeinde Pressbaum
- Gemeinde Puch bei Weiz
- Gemeinde Schäßfern
- Marktgemeinde St. Peter am Ottersbach
- Marktgemeinde St. Stefan im Rosental
- Gemeinde Übersbach



Abbildung 22: Referenzen QUICK-CHECK

## 2.6. ENERGIE MONITORING UND CONTROLLING

Bereits aus der allgemeinen Erfahrung mit Energie Monitoring war und ist bekannt, dass durch einen bewussten, zeit- und kosteneffizienten Umgang mit Energie und durch permanentes Aufzeigen und Vergleichen und Diskutieren des Energieverbrauchs eine Änderung des Bewusstseins und des Benutzerverhaltens bewirkt wird und so Einsparungen ohne Investitionen bis zu 15% möglich sind.

In den 7 Referenzgemeinde (aus dem Vorgängerprojekt „LICHPAKET®“), 17 QUICK CHECK Gemeinden (restliche QUICK-CHECK Gemeinden haben keine eigene Verbrauchsmessung für Straßenbeleuchtung) und 7 weiteren Gemeinden wurde Energie Monitoring mit EMC-online eingeführt. Diese Energie-Monitoring Daten und die dazu erhobenen Anlagendaten flossen direkt in die Erstellung der Benchmark-Werte ein.

Um den Gemeinden den Umgang mit EMC-online zu erleichtern wurde am 28.April 2008 eine Einführung ins Energie Monitoring für alle Gemeinden durchgeführt. Weiters war und sind bei allen Präsentationen und Vorträgen Energie-Monitoring ein Thema. Spezielle Veranstaltungen mit dem Hauptaugenmerk EMC-online wurden am

13.11.2008 Vortrag beim 1.Kommunalen Straßenbelechtungskongress

26.11.2008 Infoveranstaltung in Deutschlandsberg (Weststeiermark)

24.03.2009 Generalversammlung LEADER-Region Zirbenland Präsentation EMC und SBL (Obersteiermark)

durchgeführt.

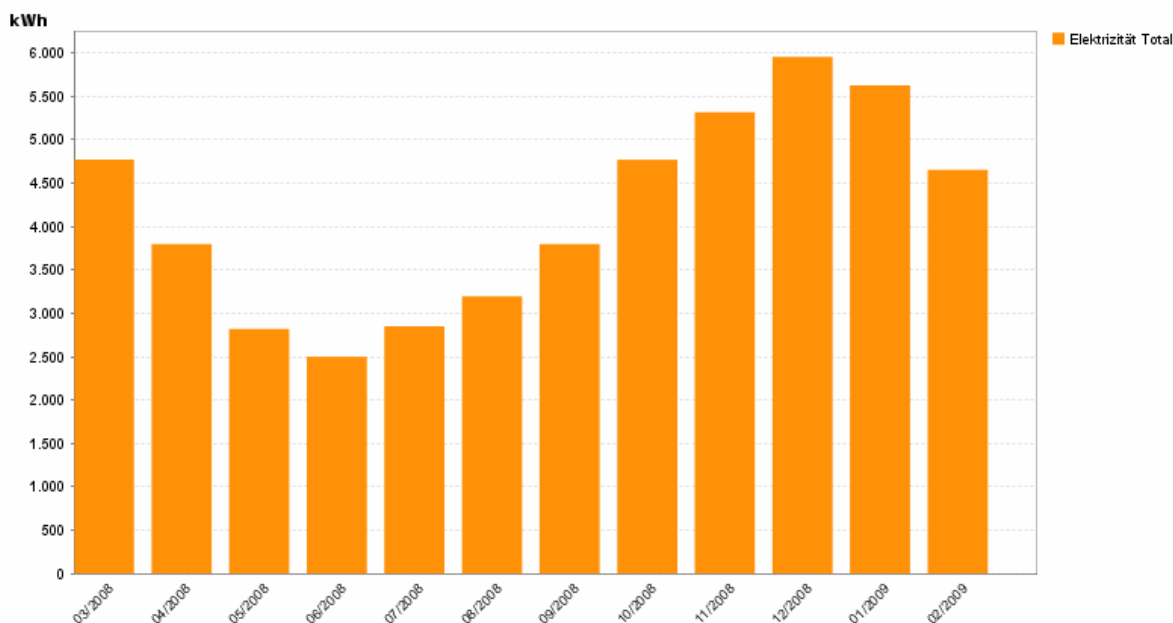


Abbildung 23: Beispiel Auswertung EMC-online SBL

## 2.7. BENCHMARK

In vielen Bereichen gibt es bereits aussagekräftige Benchmarks. In diesem Projekt wurden Bezugsgrößen analysiert, die sowohl verbrauchs- als auch kostenrelevante Faktoren einfließen ließen.

Aus den Erhebungen im Vorgängerprojekt „LICHTPAKET®“ sowie aus den Daten der QUICK-CHECK- Gemeinden wurden Vergleichswerte aus insgesamt 31 Gemeinden ausgewertet.

Dargestellt werden der arithmetische Mittelwert (Durchschnitt) und der Median (Mittlerste Wert).

	Durchschnittswert <sup>1</sup>	Mittlerer Wert <sup>2</sup>
<b>Anzahl Lichtpunkte</b>	317 Stk.	193 Stk.
<b>Anzahl Leuchtmittel</b>	428 Stk.	263 Stk.
<b>Anzahl Verteiler</b>	9 Stk.	6 Stk.
<b>Anzahl Stränge</b>	14 Stk.	9 Stk.
<b>Anschlussleistung pro Lichtpunkt</b>	99 W/LP	96 W/LP
<b>Anschlussleistung gesamt</b>	30 kW	19 kW
<b>tatsächlicher Verbrauch pro Jahr</b>	111.141 kWh/a	64.323 kWh/a
<b>Jahresstromkosten für Straßenbeleuchtung</b>	18.680 €/a	11.598 €/a
<b>Wartungskosten pro Jahr</b>	9.045 €/a	4.632 €/a
<b>Beleuchtete Straße</b>	13.416 m	8.801 m
<b>durchschnit. Lichtpunkt Abstand</b>	44 m	43 m
<b>Leuchtmittel pro Lichtpunkt</b>	1,3 LM/LP	1,1 LM/LP
<b>Lichtpunkte pro km beleuchteter Straße</b>	24 LP/km	23 LP/km
<b>Lichtpunkte pro Verteiler</b>	39 LP/VT	30 LP/VT
<b>Jahresenergieverbrauch pro Verteiler</b>	13.051 kWh/VT	11.344 kWh/VT
<b>Jahresenergieverbrauch pro km Straße</b>	7.920 kWh/km	8.348 kWh/km
<b>Jahresenergieverbrauch pro Lichtpunkt</b>	350 kWh/LP	338 kWh/LP
<b>CO2-Emissionen pro Jahr</b>	33 t/a	22 t/a
<b>Anteil Strom SBL an Stromkosten gesamt</b>	40%	40%
1) Der Durchschnittswert ist der Mittelwert der Werte 2) Der Median ist der mittlere Wert der Werte		

**Abbildung 24:** Benchmark-Werte pro Gemeinde

Die in diesem Projekt gewonnenen Daten stellen den Ist-Zustand der betrachteten Gemeinden dar. Diese Daten können als Anhaltspunkte für Vergleiche von Straßenbeleuchtungsanlagen dienen, haben aber keinerlei Bezug auf die Beleuchtungsqualität.

Aus den Erhebungen der QUICK-CHECK's und den verschiedenen Inputs bei den Projektpartnerbesprechungen konnte festgehalten werden, dass man die Anlagen in mindestens 3 Untergruppen unterteilen müsste um vergleichbare Werte (nach Beleuchtungsqualität) zu bekommen:

1. reine Gemeinde- und Privatstraßen, also Bereiche ohne Normvorgabe
2. Ortsdurchfahrten mit Landesstraßen bis ca. 7000 DTV
3. Ortsdurchfahrten mit Bundes-Landesstraßen über 7000 DTV

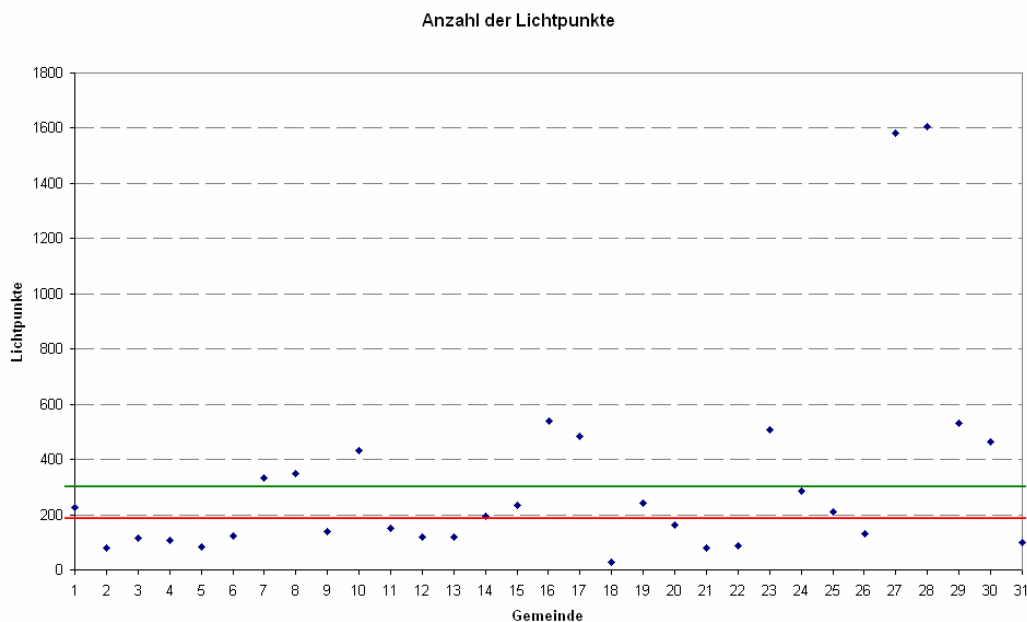
Der Zugang zur Qualität ist bestenfalls aus dem Erreichen der EN 13201 ablesbar, da ja die Qualitätsmerkmale neben dem Erreichen der Mindestleuchtdichtewerte, auch die Gleichmäßigkeit und die Blendung (TI) darstellen. Erst dadurch würde das Benchmarking eine berechtigte Kommentierung und Vergleichbarkeit nach der Beleuchtungsqualität bekommen.

Auf Grund dessen, dass die Verteilersysteme nicht getrennt aufgebaut (Landesstraße, Gemeindestraße,..) sind, gibt es daher auch keine getrennte Verbrauchszählung. Somit ist eine Erstellung von klassifizierten und auf Beleuchtungsqualität bezogenen Benchmark-Werten nur sehr schwer möglich.

Auf den nächsten Seiten werden der arithmetische Mittelwert (Durchschnittswert, in den Diagrammen grün eingezeichnet) und der Median (Mittlerste Wert, rot) grafisch dargestellt.

**Anzahl der Lichtpunkte:**

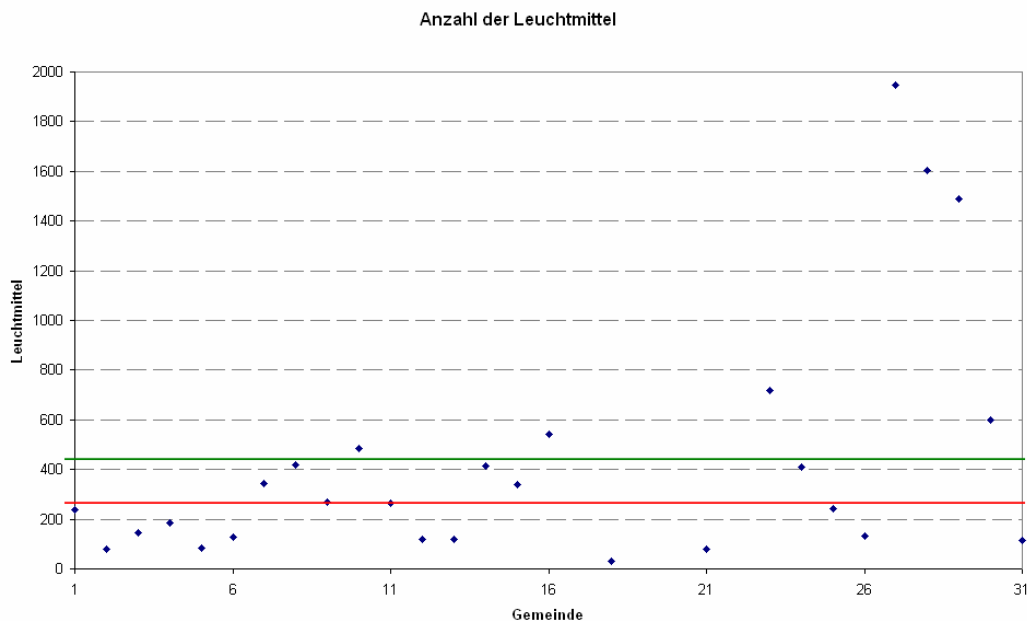
Maximalwert:	1.605	Minimalwert:	27
Mittelwert:	317	Median:	193



**Abbildung 25:** Benchmark - Anzahl der Lichtpunkte

**Anzahl der Leuchtmittel:**

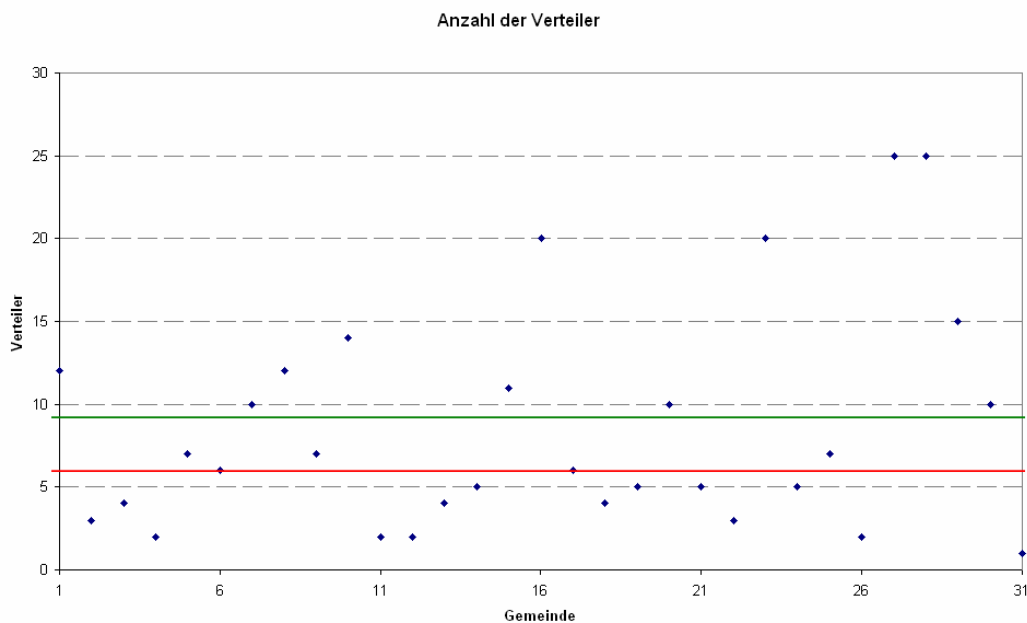
Maximalwert:	1.946	Minimalwert:	29
Mittelwert:	428	Median:	263



**Abbildung 26:** Benchmark - Anzahl der Leuchtmittel

**Anzahl der Verteiler:**

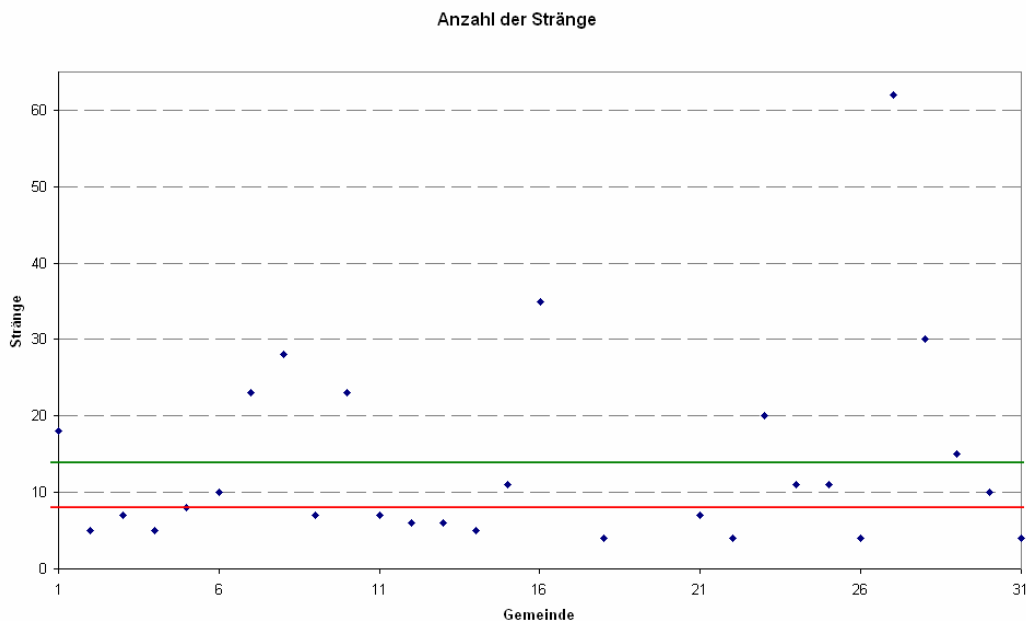
Maximalwert:	25	Minimalwert:	1
Mittelwert:	9	Median:	6



**Abbildung 27:** Benchmark - Anzahl der Verteiler

**Anzahl der Stränge:**

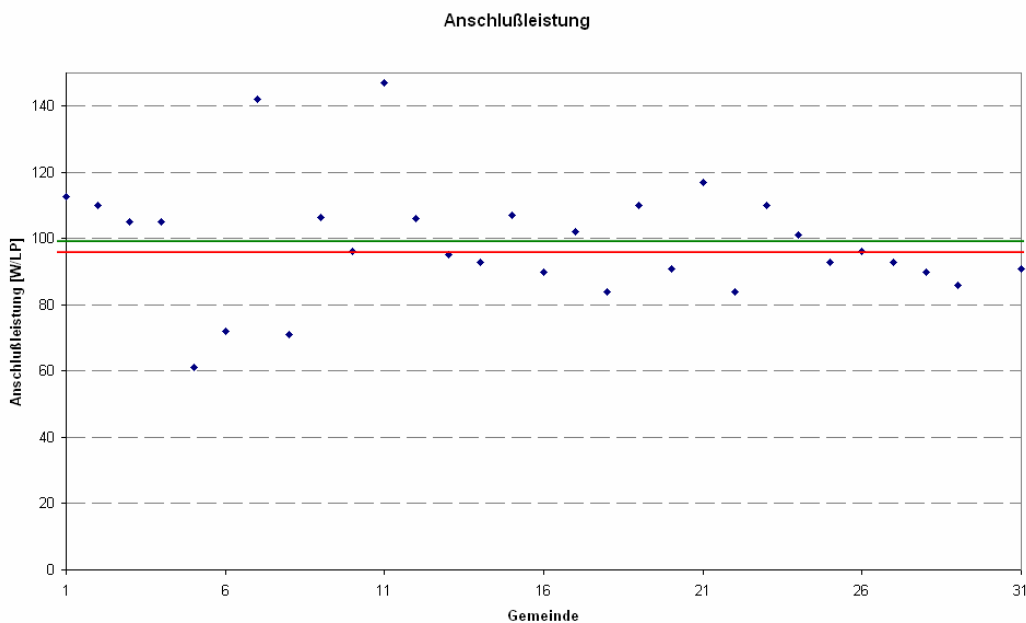
Maximalwert:	62	Minimalwert:	4
Mittelwert:	14	Median:	9



**Abbildung 28:** Benchmark - Anzahl der Stränge

**Anschlussleistung pro Lichtpunkt:**

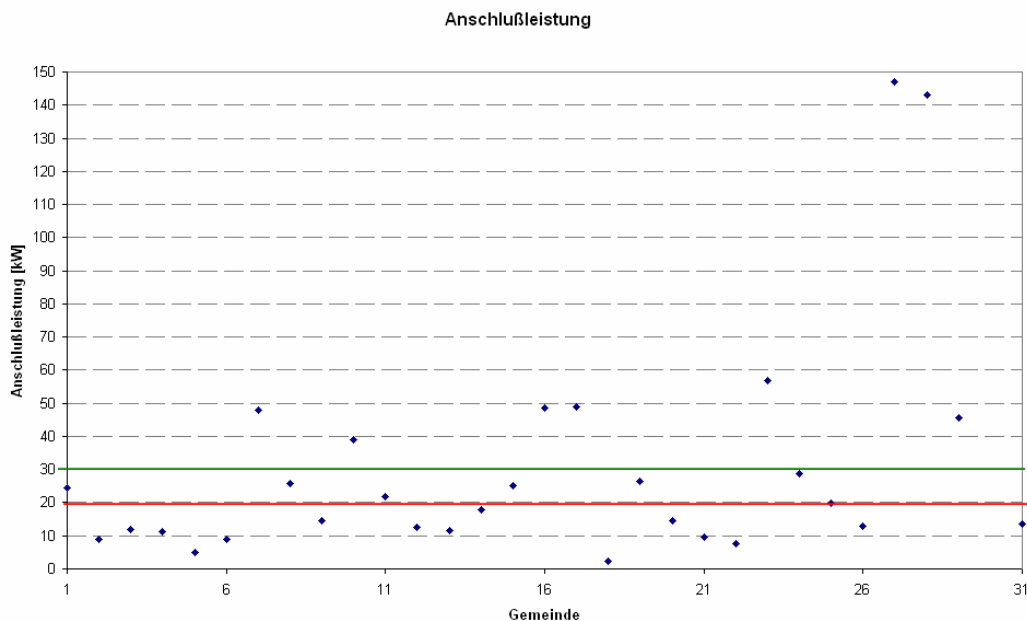
Maximalwert:	147 W/LP	Minimalwert:	61 W/LP
Mittelwert:	99 W/LP	Median:	96 W/LP



**Abbildung 29:** Benchmark – Anschlussleistung pro Lichtpunkt

**Anschlussleistung gesamt:**

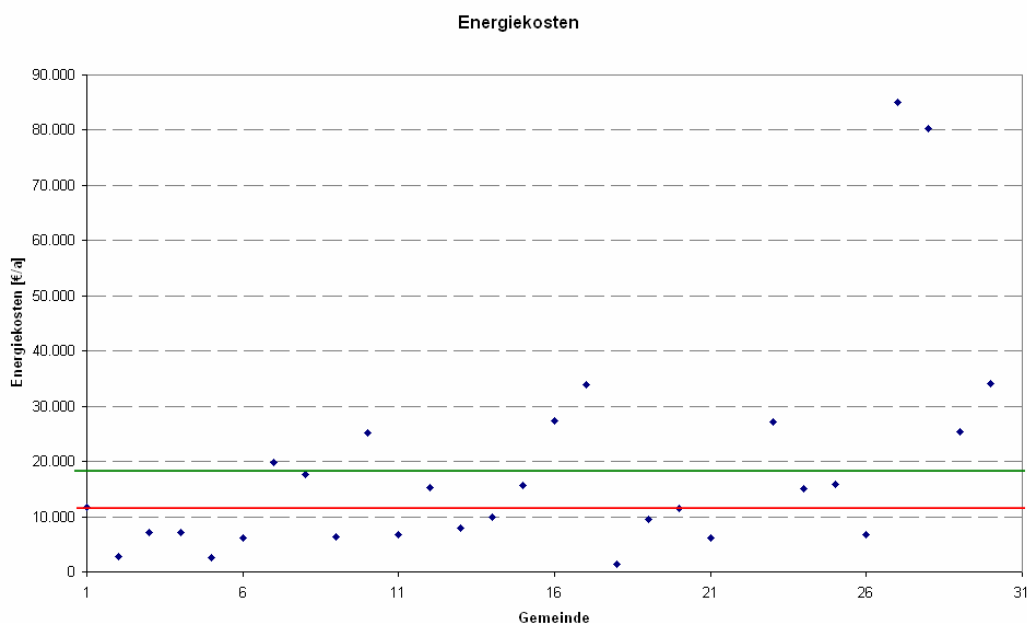
Maximalwert:	147 kW	Minimalwert:	2 kW
Mittelwert:	30 kW	Median:	19 kW



**Abbildung 30:** Benchmark – Anschlussleistung gesamt

**Energieverbrauch pro Jahr:**

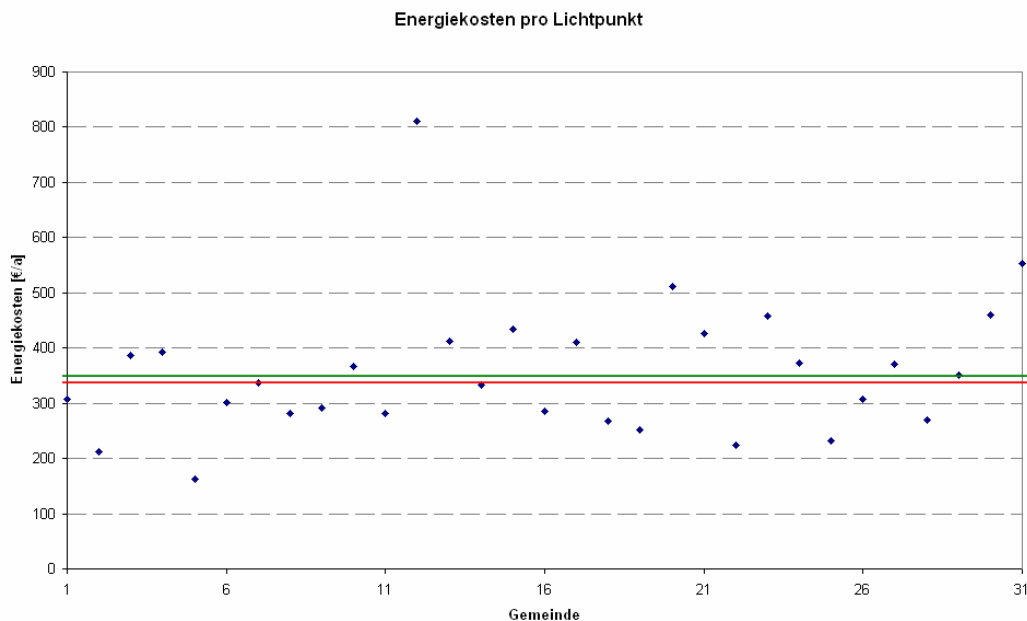
Maximalwert:	585.500 kWh/a	Minimalwert:	7.216 kWh/a
Mittelwert:	111.100 kWh/a	Median:	64.300 kWh/a



**Abbildung 31:** Benchmark – Energieverbrauch pro Jahr

**Jahresenergieverbrauch pro Lichtpunkt:**

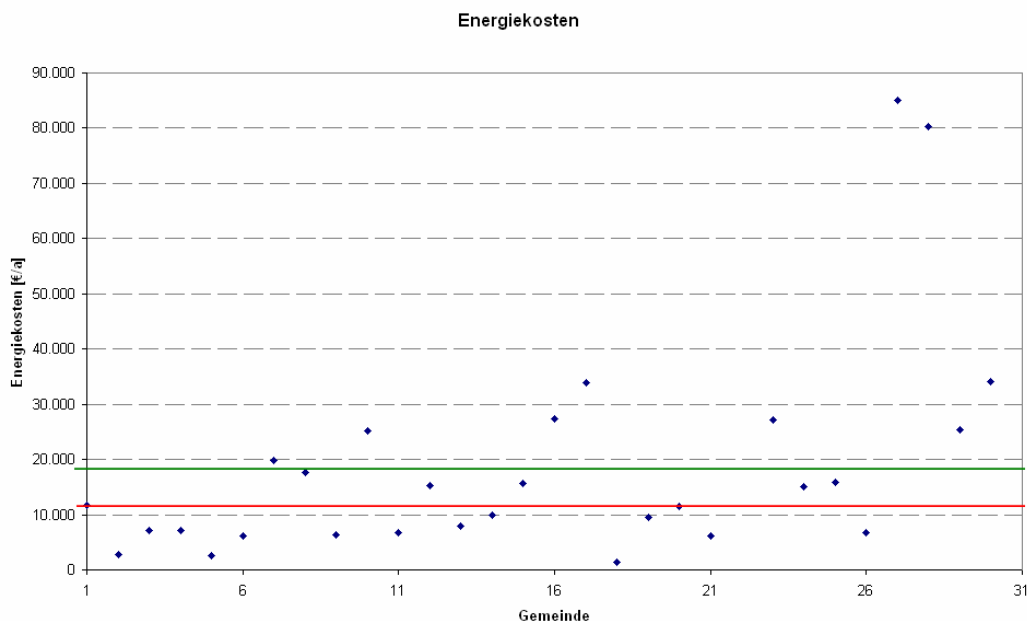
Maximalwert:	816 kWh/LP	Minimalwert:	162 kWh/LP
Mittelwert:	350 kWh/LP	Median:	338 kWh/LP



**Abbildung 32:** Benchmark – Energieverbrauch pro Lichtpunkt

**Energiekosten pro Jahr:**

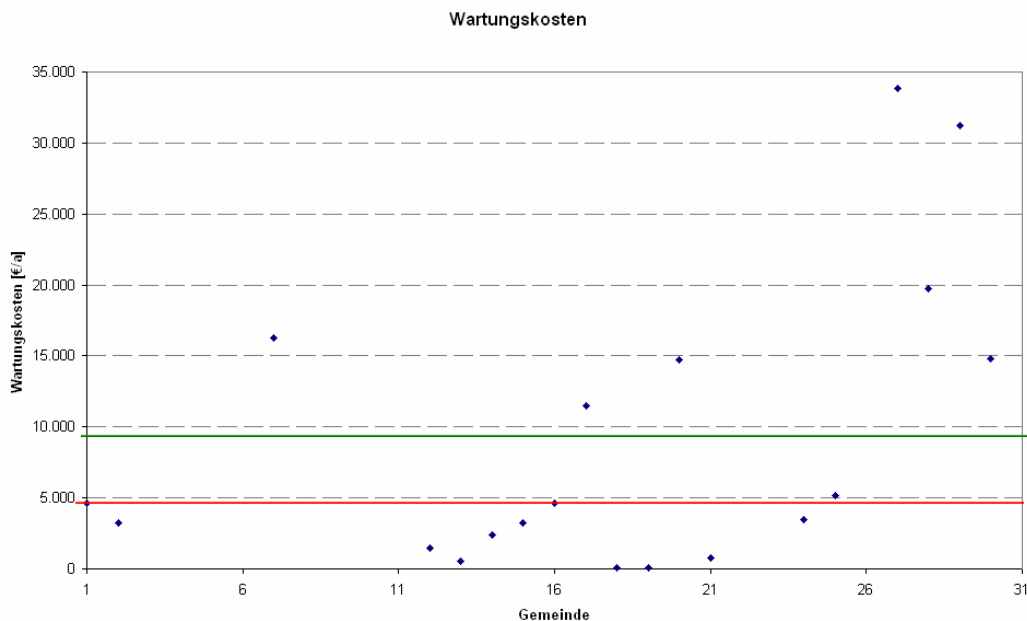
Maximalwert:	85.000 €/a	Minimalwert:	1.371 €/a
Mittelwert:	18.680 €/a	Median:	11.598 €/a



**Abbildung 33:** Benchmark – Energiekosten pro Jahr

**Wartungskosten pro Jahr:**

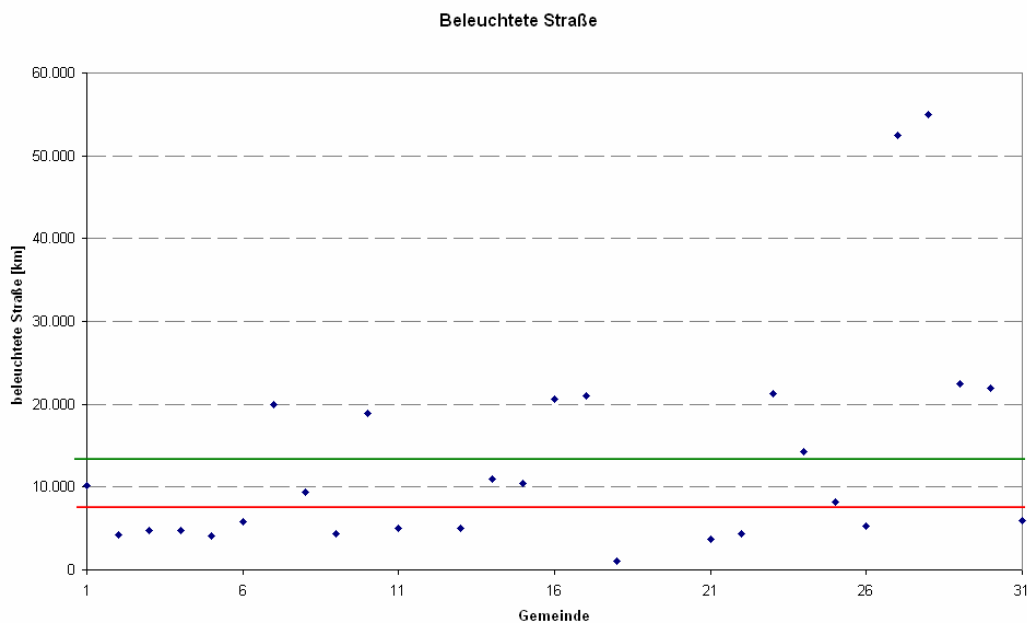
Maximalwert:	33.874 €/a	Minimalwert:	54 €/a
Mittelwert:	9.045 €/a	Median:	4.632 €/a



**Abbildung 34:** Benchmark – Wartungskosten pro Jahr

**Beleuchtete Straße:**

Maximalwert:	55.000 m	Minimalwert:	1.090 m
Mittelwert:	13.416 m	Median:	8.800 m



**Abbildung 35:** Benchmark – Meter beleuchtete Straßen

## 2.8. „FÖRDERUNG DES LANDES STEIERMARK FÜR KOMMUNALE STRAßENBELEUCHTUNG“ - ENTWURF

Die öffentliche Beleuchtung in Kommunen ist aus sicherheitstechnischen Überlegungen eine wichtige Infrastruktureinrichtung, verursacht aber dementsprechend mehr oder weniger große Kosten im Gemeindebudget. Das Land Steiermark unterstützt kommunale Straßenbeleuchtungsanlagen bereits seit vielen Jahren und wurde mit dem vorliegenden Konzept eingeladen ein neues Förderungsmodell für kommunale Straßenbeleuchtung zu etablieren. Es wurde ein Bewertungssystem mit Punkten vorgeschlagen, je mehr Punkte man insgesamt erreicht, desto höher der Förderungssatz.

### ENTWURFSSHEMA - Förderkriterien

#### Bewertungskriterien

Kriterien	Bewertung
<b>1.) Qualität der Straßenbeleuchtung gemäß der gültigen Normen und Richtlinien</b> Gesamtgleichmäßigkeit, Längsgleichmäßigkeit, Leuchtdichte, Blendwert gemäß EN 13201, ÖNORM O 1051	<b>50 Pkt.</b>
<b>2.) Stromverbrauch – Energieeffizienz</b> Berechneter Verbrauch aus der Gesamtwattage des Projektes, Betriebsart, Betriebsstunden	<b>25 Pkt.</b>
<b>3.) Wartung</b> Wartungsfaktor bestehend aus Lampenlichtstromwartungsfaktor, Lampenlebensdauerfaktor, Leuchtenwartungsfaktor Basiswert: WF = 0,67	<b>25 Pkt.</b>

#### Förderungshöhe

In Abhängigkeit der ermittelten Punkte ergibt sich die Förderung wie folgt:

Punkte	Förderungssatz
< 100	- - -
100 bis 109	4% der Gesamtinvestitionssumme
110 bis 119	5% der Gesamtinvestitionssumme
> 120	6% der Gesamtinvestitionssumme

#### Allgemeine Voraussetzungen für die Förderung des Landes

- Betrachtungsgröße ist das eingereichte Projekt, welches unabhängig von Straßenzügen, Lichtpunktanzahl, Verteileranzahl, etc. ist.
- Planung durch ein einschlägiges Planungsbüro
- Maximale Förderung: 6% der nachgewiesenen Gesamtinvestitionskosten (max. € 10.000,--)

## 2.9. SCHULUNGSKONZEPT „KOMMUNALE STRAßENBELEUCHTUNG“

Um den Gemeinden den Einstieg in die Thematik effiziente Straßenbeleuchtung zu vereinfachen, wurde im Rahmen dieses Projektes, durch die Recherche der am Markt befindlichen Ausbildungsangebote, in Zusammenarbeit der Projektpartner und der Regionsvertreter, folgendes Schulungsprogramm konzipiert:

In einem 1-stündigen Vortrag werden den Teilnehmern beim **Informationsvortrag „Grundlagen kommunaler Straßenbeleuchtung“** die Grundlagen (technisch und rechtlich) vermittelt und effiziente Möglichkeiten bei der Sanierung und Neuerrichtung aufgezeigt. Abschluss dieser Veranstaltung sind Best-Practice Beispiele sowie optional eine Vor Ort Besichtigung einer Musteranlage für effiziente Straßenbeleuchtung.



- Informationsvortrag „Grundlagen kommunaler Straßenbeleuchtung“  
Dauer ca. 1h
  - Fachwissen (technische Grundlagen, rechtliche Grundlagen, Errichtung/Wartung/Instandhaltung, ENERGIE Monitoring)
  - Möglichkeiten für Gemeinden zur Effizienzsteigerung bei Sanierung und Neuerrichtungen
  - Best-Practice Beispiele
  - Vor Ort Besichtigung (optional)

Gemeindeverantwortliche aber auch branchenspezifische Unternehmen haben die Möglichkeit bei 2 Intensiv-Workshops Ihr Grundlagenwissen zu vertiefen:

Im **Workshop „Technische Grundlagen“** werden den Teilnehmern neben den vertiefenden Grundlagen auch Entscheidungshilfen bei der Leuchtmittel- bzw. Leuchtenwahl angeboten. Die Betriebsbedingungen einer Straßenbeleuchtungsanlage sowie die Betrachtung der Anlageneffizienz schließen den allgemeinen Teil des Workshops ab. Die Veranstaltung wird mit einer Diskussion zu einem konkreten Beispiel bzw. einer Vor Ort Begehung abgeschlossen.

- Detail-Workshop „Technische Grundlagen“  
Dauer ca. 2h
  - Technische und gesetzliche Anforderungen an die Straßenbeleuchtung
  - Lichttechnische Kenngrößen
  - Leuchtmittelwahl
  - Leuchtenwahl
  - Energieeffiziente Planung und Betrieb einer Anlage
  - Diskussion von konkreten Fragestellungen

Im **Workshop „Gesamtwirtschaftlichkeit“** wird die Anlage in Hinblick auf rechtliche Gegebenheiten sowie wirtschaftliche Faktoren hin betrachtet. Die Errichtungskosten sowie Wartungs- & Instandhaltungskosten bilden einen weiteren Block dieser Veranstaltung. Als Abschluss wird die gesamtheitliche Betrachtung einer Straßenbeleuchtungsanlage vom ersten Gedanken bis zur Wartung- & Instandhaltung durchgeführt ehe dieser Workshop mit der Diskussion zu einem konkreten Beispiel endet.

➤ Detail-Workshop „Gesamtwirtschaftlichkeit“

Dauer ca. 2h

- Anforderungen an SBL
- Rechtliche Voraussetzungen
- EuP - Richtlinie
- Lichtimmissionsgesetz
- Errichtungskosten (Grobkosten)
- Wartung- & Instandhaltungskosten (Faktoren, Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung)
- Gesamtheitliche Betrachtung vom ersten Gedanken bis zur Wartung- & Instandhaltung der Anlage
- Diskussion von konkreten Fragestellungen

Um Gemeinden auch ein Modul anbieten zu können wo auch der Ist-Stand Ihrer Straßenbeleuchtungsanlage erhoben wird, wurde im Rahmen dieses Projektes der **QUICK-CHECK für Straßenbeleuchtung** entwickelt (siehe Kapitel 2.5)

Abschließend wurden in Zusammenarbeit mit unserem Projektpartner Energieschaustrasse die **Exkursionspakete „Nachtschwärmer“** entwickelt, bei denen nach einer kurzen fachlichen Einführung eine Musteranlage für effiziente Straßenbeleuchtung besichtigt wird. Ein Experte erklärt dabei bei einem Rundgang die Anlage und weist auf wesentliche Merkmale hin.

➤ Exkursion

Dauer ca. 2h

- Fachliche Einführung (technische Grundlagen, rechtliche Grundlagen, Errichtung/Wartung/Instandhaltung, ENERGIE Monitoring)
- Der Prozess von der ersten Diskussion bis zur Umsetzung
- Besichtigungsrundgang

Die einzelnen Exkursionen sind unter [www.energieschaustrasse.at](http://www.energieschaustrasse.at) buchbar.

## 2.10. BEST-PRACTICE-KATALOG

Aus dem Bedarf nach greifbaren Musterbeispielen zur Optimierung für gelungene Optimierungsvarianten wurde ein Best-Practice-Katalog erstellt. Die Recherche nach solchen Anlagen erstreckte sich vorerst auf das Gebiet der Oststeiermark. Auf Grund mangelnder Anzahl an Beispielen in dieser Region wurde das betrachtete Gebiet mit der restlichen Steiermark und Burgenland erweitert.

Der im Projekt erstellte Best-Practice-Katalog umfasste schlussendlich 8 Gemeinden mit rund 20 verschiedenen Optimierungsmaßnahmen.

Diese reichen von Leuchtmittel- mit Leuchtentausch bis hin zur kompletten Neuerrichtung einer Straßenbeleuchtung.

Den Gemeinden steht nun ein Nachschlagewerk zur Verfügung in dem die einzelnen Projekte beschrieben und deren Einsparungspotential dargestellt sind. Des Weiteren sind die umsetzenden Unternehmen auch in der Marktrecherche erfasst und damit können auf einfache Weise die Kontaktdaten der einzelnen Firmen abgerufen werden.

<b>1. EINLEITUNG.....</b>	
<b>2. BEST PRACTICE.....</b>	
<b>2.1. LANDESHAUPTSTADT EISENSTADT.....</b>	
<b>2.2. STADTGEMEINDE FÜRSTENFELD.....</b>	
2.2.1. SANIERUNG EINFAHRTSSTRABEN.....	
2.2.2. AUSTAUSCH TIEFGARAGENBELEUCHTUNG.....	
2.2.3. AUSTAUSCH KUGELLEUCHTEN IN DEN WOHNGBIETEN.....	
<b>2.3. MARKTGEMEINDE GÖSSENDORF.....</b>	
2.3.1. MAßNAHME 1.....	
2.3.2. MAßNAHME 2.....	
2.3.3. MAßNAHME 3.....	
<b>2.4. LANDESHAUPTSTADT GRAZ.....</b>	
2.4.1. EXERZIERPLATZSTRASSE:.....	
2.4.2. GÜRTELSTRABEN.....	
<b>2.5. STADTGEMEINDE NEUSIEDL AM SEE.....</b>	
<b>2.6. STADTGEMEINDE OBERPULLENDORF.....</b>	
<b>2.7. MARKTGEMEINDE SEMRIACH.....</b>	
2.7.1. AUSGANGSLAGE.....	
2.7.2. ECKDATEN & ANFORDERUNGEN.....	
2.7.3. MAßNAHMEN GEMEINDESTRABEN.....	
2.7.4. MAßNAHMEN HAUPTVERKEHRSSTRABEN.....	
2.7.5. ZUSAMMENFASSUNG.....	
<b>2.8. GEMEINDE SÖCHAU.....</b>	
2.8.1. AUSGANGSLAGE.....	
2.8.2. ECKDATEN & ANFORDERUNGEN.....	
2.8.3. MAßNAHMEN HAUPTVERKEHRSSTRABEN.....	
2.8.4. MAßNAHMEN NEBEN- UND GEMEINDESTRABEN.....	
2.8.5. ZUSAMMENFASSUNG.....	

**Abbildung 36:** Inhaltsverzeichnis Best-Practice-Katalog

Der Best-Practice Katalog kann online auf [www.lea.at](http://www.lea.at) und auf den Homepages unserer Projektpartner abgerufen werden.

## 2.11. EXKURSIONSPAKET „NACHTSCHWÄRMER“

Um den Gemeindeverantwortlichen Musterbeispiele zur Orientierung im Bereich effizienter Straßenbeleuchtung zu geben, wurde das Exkursionspaket „Nachtschwärmer“ entwickelt.

Am 18. März 2008 fand hierzu im Impulszentrum Auersbach ein Workshop mit Gemeindevertretern von potentiellen Exkursionsgemeinden und Projektpartnern statt. Im Rahmen dieses Workshops wurden die Vorgangsweisen zur Datenerhebung, Auswertung und Zusammenstellung der Exkursion erarbeitet.

Neben einer optimierten Straßenbeleuchtungsanlage haben die Gemeinden auch die Möglichkeit im Rahmen dieser Exkursion weitere Highlights Ihrer Gemeinde zu präsentieren.

Die im Anschluss mit den Gemeinden fertig gestellten Exkursionsziele wurden dann in die EnergieTour der Energieschaustrasse eingebaut. ([www.energieschaustrasse.at](http://www.energieschaustrasse.at))

**1. Internationale Energie-Schau-Straße Europas**

Home Wir über uns Erneuerbare Energie Exkursionen Aktivitäten

**Exkursionen**

- Energierastplätze
- Fachexkursionen
  - Biomasse
  - Biogas
  - Energieoptimiertes Bauen
  - Pflanzenöl und Mobilität
  - Solarthermie und Photovoltaik
  - Nachtschwärmer Straßenbeleuchtung**
- Energietouren
- Exkursionsmanager
- Seminare Veranstaltungen
- Projektstage

**Anschrift**

Energie-Schau-Straße  
Steinberg 132  
A-8151 Hitzendorf  
Tel: +43 (0) 316 / 58 79 88  
Fax: +43 (0) 316 / 58 79 88  
[office@energieschaustrasse.at](mailto:office@energieschaustrasse.at)

suchen...

**Nachtschwärmer Straßenbeleuchtung**

85% der Gesamtkosten der gesamten Lebensdauer einer Straßenbeleuchtungsanlage (ca. 25 Jahre) entstehen erst durch die Betriebskosten (Wartungs- und Energiekosten)! Sehr niedrige Errichtungskosten führen oft zu sehr hohen Betriebskosten – ein Teufelskreis!

Der Betrieb der Straßenbeleuchtung kostet viel Geld – dieser kann bis zu 45 % (und mehr!) der öffentlichen Stromkosten in kleinen Gemeinden verursachen! Es gibt viele Faktoren die eine optimale Straßenbeleuchtung erfüllen muss: technische Richtlinien, Sicherheit für Verkehr und Bevölkerung, Attraktivität des nächtlichen Ortsbildes und Effizienz.

Aus der Arbeit mit Gemeindeverantwortlichen hat sich zudem der Bedarf nach greifbaren positiven Musterbeispielen zur Orientierung für gelungene Optimierungen/ Sanierungen im Bereich der kommunalen Straßenbeleuchtung abgezeichnet.

Eine ...

- ... verständliche und ansprechende Aufbereitung des Optimierungsprozesses
- ... die Möglichkeit, diese vor Ort zu besichtigen und
- ... mit den Betreibern in Erfahrungsaustausch zu gehen
- ... ist nun erstmals für Straßenbeleuchtungsanlagen in strukturierter, und einfacher Form vorhanden und wird Gemeinden und Interessierten mit den Exkursionspaketen „Nachtschwärmer“ angeboten. ([Info download](#)).

Das Projekt LICHTSTRASSE Oststeiermark (Projektleitung **LEA Oststeiermark**, gefördert durch das bmvt und die ffg) verfolgt das übergeordnete Ziel, ein innovatives Dienstleistungsbündel zur Steigerung der Energieeffizienz kommunaler Straßenbeleuchtungsanlagen zu entwickeln. Eine koordinierte Vorgangsweise, die methodische Erarbeitung sowie die Konzipierung und Entwicklung von verschiedenen Maßnahmen vereinfacht einer Gemeinde die Schritte zu ihrer optimalen Straßenbeleuchtungsanlage.

Abbildung 37: Exkursionspaket "Nachtschwärmer" online

Bis jetzt werden die Gemeinde Lödersdorf, Raabau, Söchau und Etzersdorf-Rollsdorf als Exkursionsziele angeboten (siehe Exkursiondatenblätter im Anhang).

## 2.12. KOSTENKALKULATOR

Der Kostenkalkulator wurde entwickelt um den Betreibern von Straßenbeleuchtungsanlagen die Möglichkeit zu geben bei Neuerrichtung oder Sanierung der Anlage einen groben Überblick über die zu erwartenden Kosten (GROBKOSTEN) zu bekommen. Dieses Tool berechnet nicht nur die Errichtungskosten, sondern auch die Energie- bzw. Wartungs- u. Instandhaltungskosten um eine ganzheitliche Betrachtung zu bekommen.

### 2.12.1. Allgemeine Informationen

Um die Benutzung und Berechnung überschaubar zu halten wurden folgende Rahmenbedingungen festgelegt:

#### **Allgemein:**

- Der Kostenkalkulator beinhaltet nur GROBKOSTEN inkl. USt.
- Der Kalkulator bezieht sich auf technisch hochwertige Leuchten (dekorative und technische) mit Spiegeloptik
- Die Zuleitungskosten zwischen EVU und Verteilerschrank werden bei einer Verteilerneuerrichtung nicht berücksichtigt.
- Lichtstromangaben der Leuchtmittel sind Durchschnittswerte. Die Lampenersatzkosten sind Bruttolistenpreise.
- Es wird keine Gewährleistung für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Daten übernommen.
- Alle Ergebnisse dienen lediglich als Anhaltspunkte und **müssen vor der Umsetzung einer detaillierten Planung unterzogen** werden.
- Datenstand: April 2009

#### **Neuerrichtung Landesstraße:**

- Bei dieser Berechnung wird die Beleuchtungsklasse ME4b hinterlegt, ohne die tatsächlichen Örtlichkeiten zu kennen.
- Es wird von einer Landesstraße mit 2 Fahrspuren (eine je Fahrtrichtung, je 3-3,5m) ausgegangen.

#### **Neuerrichtung Gemeindestraße:**

- Bei dieser Berechnung kann neben der Lichtpunkthöhe auch der Lichtpunkt- abstand selbst gewählt werden. Daher wird die Norm nicht berücksichtigt.

#### **Sanierung Gemeindestraße:**

- Diese Berechnung gilt nur für Gemeindestraßen ohne Berücksichtigung der Norm.
- Mastpositionen werden nicht verändert.
- Bei den Sanierungskosten werden Leuchtentyp, Masttyp, Kabelübergangskästen, Baustelleneinrichtung, Niederspannungsanteil, Verkabelung, Verteilerkästen, Demontage der Lichtpunkte und Grabungsarbeiten berücksichtigt.

## 2.12.2. Bedienungsanleitung

Nach dem Download (Kostenkalkulator\_SBL.exe) von [www.lea.at](http://www.lea.at) und dem Starten der Datei wird im Startfenster die gewünschte Berechnung ausgewählt.

Es stehen die Berechnungen zur Neuerrichtung einer Landesstraße, Neuerrichtung bzw. Sanierung einer Gemeindestraße zur Auswahl.

Weiters befindet sich im Startfenster ein INFO-Button. Hier werden nochmals alle Rahmenbedingungen auf einer Seite zusammengefasst.



Abbildung 38: Startfenster Kostenkalkulator

### Neuerrichtung Landesstraße:

Nach der Auswahl öffnet sich ein Informationsfenster mit allen Rahmenbedingungen zu dieser Berechnung.

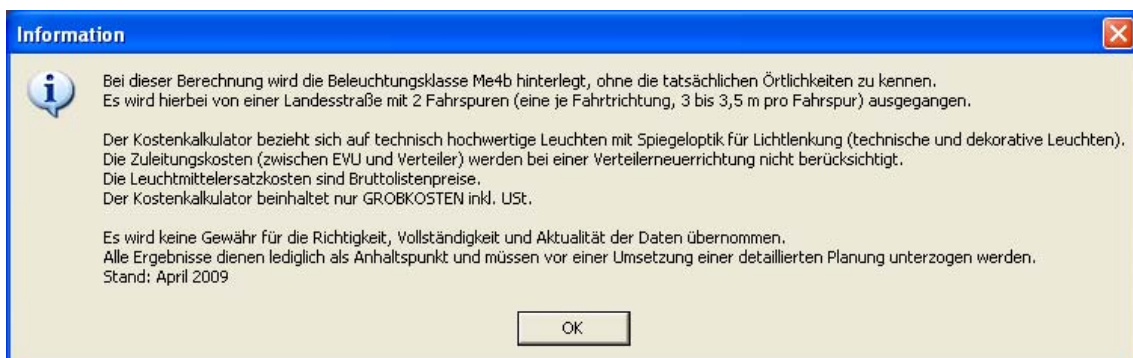


Abbildung 39: Informationsfenster

Wenn dieses Fenster mit OK geschlossen wird kommt man zum Eingabefenster für die Neuerrichtung einer Landesstraße.

**Kostenkalkulator für Straßenbeleuchtungsanlagen** Donnerstag, 18. Juni 2009 11:48:30

**INFO** Lokale Energieagentur (c) lea

### Neuerrichtung einer Landesstraße

Auswahl der gewünschten Leuchte:

- technische Leuchte [Beispiel](#)
- dekorative Leuchte [Beispiel](#)

Länge der zu beleuchtenden Straße:  Meter

Lichtpunkthöhe:  Meter

---

Wird der Verteiler neu errichtet?

- Ja
- Nein

---

Länge der Grabungen (Künette) im Asphalt:  Meter

Länge der Grabungen im Erdreich: 1.750 Meter

Dieser Kostenkalkulator dient zur Grobabschätzung der Errichtungs- bzw. Sanierungskosten von Landes- bzw. Gemeindestraßen!

**Abbildung 40:** Neuerrichtung einer Landesstraße

Hier wird der Leuchtentyp, Länge der zu beleuchtenden Straße, Lichtpunkthöhe, Verteilerneuerrichtung und die Länge der Grabungsarbeiten im Asphalt eingegeben. Wenn die Errichtungskosten nun berechnet wurden, öffnet sich ein Fenster mit allen Eingaben und Berechnungsergebnissen. Weiters besteht die Möglichkeit dieses Ergebnisblatt auszudrucken.

**Kostenkalkulator für Straßenbeleuchtungsanlagen** Donnerstag, 18. Juni 2009 11:48:52

**INFO** Lokale Energieagentur (c) lea

### Errichtungskosten der Landesstraße

**Eingegebene Werte**

Art der Leuchte:	technische Leuchte
Sträßlänge:	2.000 m
Lichtpunkthöhe:	7 m
Verteilerneuerrichtung:	ja
Grabungslänge im Asphalt:	250 m

---

**Berechnungsergebnis**

Lichtpunktabstand:	<b>35 m</b>
Anzahl der LP (aufgerundet):	<b>58 Stk.</b>
Errichtungskosten (Grobkosten):	<b>192.610 €</b>

Dieser Kostenkalkulator dient zur Grobabschätzung der Errichtungs- bzw. Sanierungskosten von Landes- bzw. Gemeindestraßen!

**Abbildung 41:** Errichtungskosten Landesstraße

In einer weiteren Berechnung können anschließend die Betriebskosten für diese Anlage berechnet werden.



Abbildung 42: Betrieb Landesstraße

Die Auswahl des Leuchtmittels und Betriebs sowie der Strompreis gehen in diese Berechnung ein. Auch hier gelangt man im Anschluss zum Ergebnisblatt mit allen Informationen zu den Betriebskosten der eingegebenen Anlage.



Abbildung 43: Betriebskosten Landesstraße

Um anschließend einen kompletten Überblick zu bekommen kann man alle Eingaben und die Berechnungsergebnisse auf einem Ergebnisblatt gesammelt ausgeben.

The screenshot shows a software window titled 'Kostenkalkulator für Straßenbeleuchtungsanlagen'. The main content is 'Ergebnisblatt - Neuerrichtung einer Landesstraße'. It is divided into 'Eingegebene Werte' and 'Berechnungsergebnis'. A central graphic displays 'Gesamtkosten der Anlage über 25 Jahre (Grobkosten) 310.587 €'. Navigation buttons 'zurück zu den Betriebskosten' and 'zum Hauptmenü' are visible at the bottom.

Eingegebene Werte		Berechnungsergebnis	
Art der Leuchte:	technische Leuchte	Lichtpunktabstand:	35 m
Sträßenlänge:	2.000 m	Anzahl der LP (aufgerundet):	58 Stk.
Lichtpunkthöhe:	7 m	Erichtungskosten (Grobkosten):	192.610 €
Verteilerneuerrichtung:	ja	Betriebsstunden pro Jahr:	3.900 Std.
Grabungslänge im Asphalt:	250 m	Energieverbrauch pro Jahr:	20.900 kWh/a
Art des Leuchtmittels:	Natriumdampf-Hochdrucklampe, 100 Watt	Energiekosten pro Jahr:	3.762 €/a
Ein-/Ausschaltung der Anlage:	Astronomische ZSU, RSS über astronomische ZSU	Energieverbrauch für 25 Jahre:	522.511 kWh
Anlage wird nachts abgesenkt:	ja	Energiekosten für 25 Jahre:	94.052 €
Durchschnittlicher Strompreis:	18 Cent/kWh	Lampensatzkosten für 25 Jahre:	13.920 €
		Wartungs- / Instandhaltungskosten für 25 Jahre:	10.005 €
		Betriebskosten gesamt für 25 Jahre (Grobkosten):	117.977 €

**Gesamtkosten der Anlage über 25 Jahre (Grobkosten): 310.587 €**

Abbildung 44: Ergebnisblatt Neuerrichtung Landesstraße

Während im unteren rechten Teil des Ergebnisblattes die einzelnen Berechnungsergebnisse dargestellt sind, sind im farbigen Ergebnisfeld die zu erwartenden Gesamtkosten der Anlage über einen Betrachtungszeitraum von 25 Jahren dokumentiert.

### Neuerrichtung Gemeindestraße:

Die Eingaben, Berechnungen und Auswertungen sind ident mit jener bei der Landesstraße.

Einzige Ausnahme ist, dass hierbei die Lichtpunktabstände nicht berechnet sondern manuell eingegeben werden und somit die Berechnung der Lichtpunktanzahl nicht nach Norm erfolgt.

### Sanierung Gemeindestraße:

Nach der Auswahl öffnet sich auch hier ein Informationsfenster mit allen Rahmenbedingungen zu dieser Berechnung. Danach kommen Sie zur Eingabe der zu sanierenden Lichtpunkte.

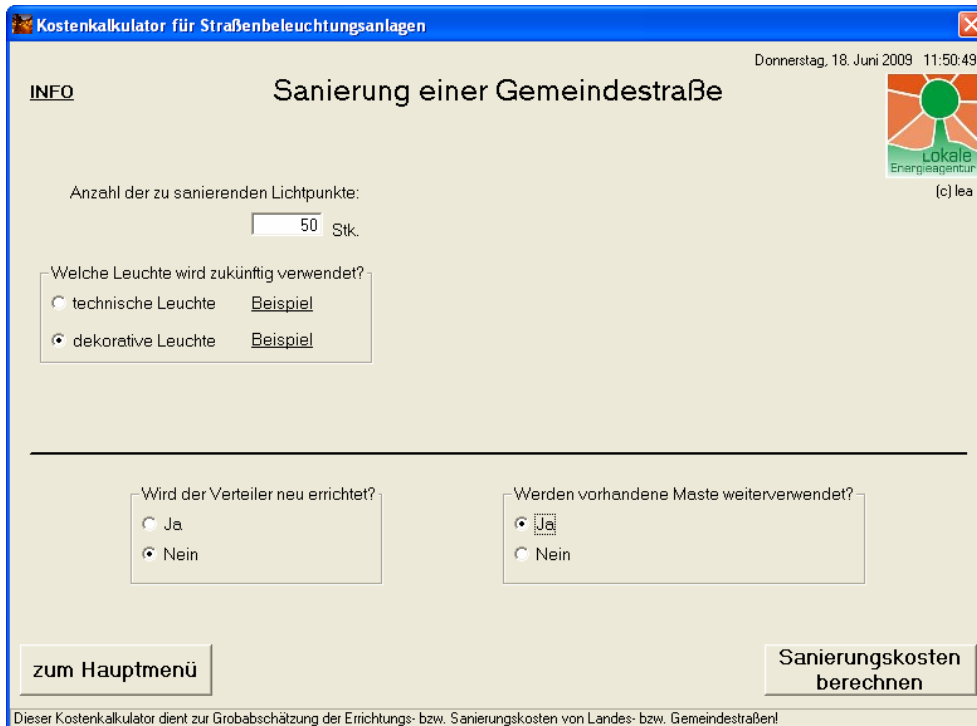


Abbildung 45: Sanierung einer Gemeindestraße

In einem ersten Fenster werden die Anzahl der zu sanierenden Lichtpunkte, der zukünftig verwendete Leuchtentyp sowie die Verteiler- bzw. Mastneuerrichtung eingeben. Danach werden die Sanierungskosten in einem nächsten Fenster dargestellt.

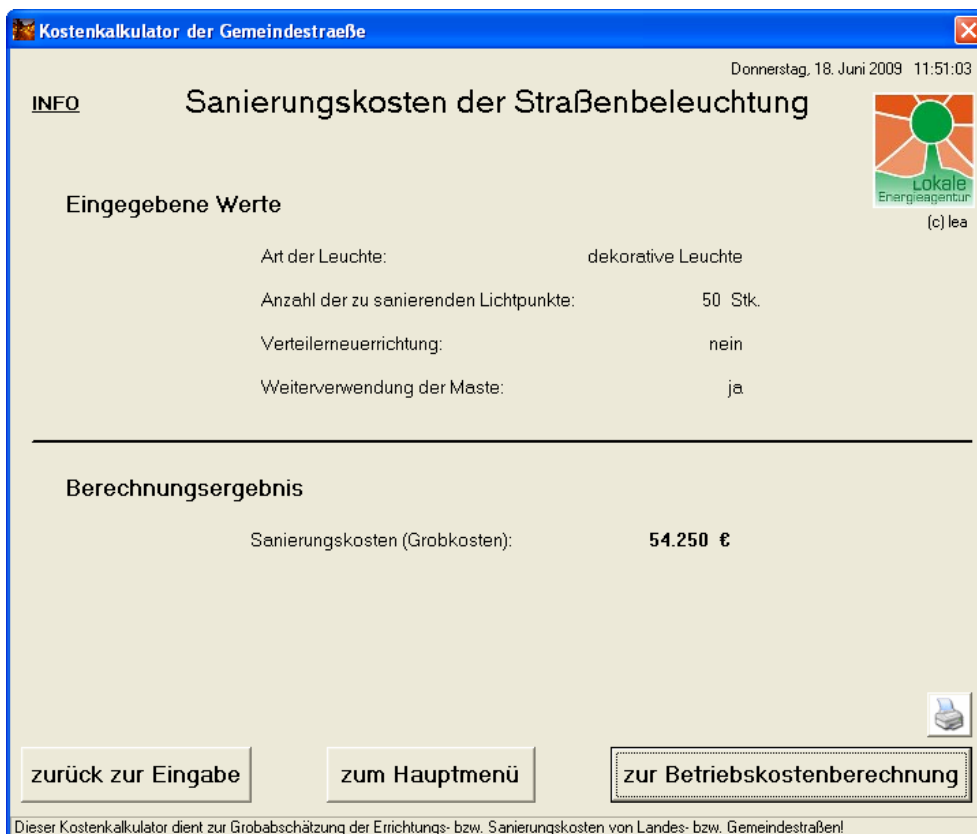


Abbildung 46: Sanierungskosten

Nach der Berechnung und Ausgabe der zu erwartenden Sanierungskosten können im Anschluss die Betriebskosten der vorhandenen und sanierten Anlage durch Eingabe der Leuchtmittel, Betriebsart und Strompreis, berechnet und verglichen werden.

Abbildung 47: Betrieb Sanierung einer Gemeindestraße

Bestand der Straßenbeleuchtung		Straßenbeleuchtung nach Sanierung	
Art des Leuchtmittels:	Quecksilberdampflampen, 100 Watt	Natriumdampf-Hochdrucklampe, 70 Watt	
Ein-/Ausschaltung der Anlage:	Dämmerungsschalter, ZSU, RSS über Dämmerungsschalter	Astronomische ZSU, RSS über astronomische ZSU	
Anlage wird nachts abgeschaltet:	nein	nein	
Anlage wird nachts abgesenkt:	nein	ja	
Durchschnittlicher Strompreis:	18 Cent/kWh		

Berechnungsergebnis		Berechnungsergebnis	
Betriebsstunden pro Jahr:	4.100 Std.	3.900 Std.	
Energieverbrauch pro Jahr:	23.575 kWh/a	13.004 kWh/a	
Energiekosten pro Jahr:	4.244 €/a	2.341 €/a	
Energieverbrauch für 25 Jahre:	589.375 kWh	325.101 kWh	
Energiekosten für 25 Jahre:	106.088 €	50.518 €	
Lampenersatzkosten für 25 Jahre:	Anteilige Lampenersatzkosten sind in den Wartungs- und Instandhaltungskosten enthalten	10.000 €	
Wartungs- / Instandhaltungskosten für 25 Jahre:	70.725 €	8.625 €	Abweichung
Betriebskosten gesamt für 25 Jahre (Grobkosten):	176.813 €	77.143 €	-56 %

Abbildung 48: Betriebskosten sanierende Gemeindestraße

Auch hier besteht dann die Möglichkeit sämtliche Eingaben und Ergebnisse in einem Blatt zusammengefasst auszugeben.



Abbildung 49: Ergebnisblatt Sanierung Gemeindestraße

Während im unteren rechten Teil des Ergebnisblattes die einzelnen Berechnungsergebnisse zu sehen sind, sind im farbigen Ergebnisfeld die zu erwartenden Kosten, Amortisationsdauer und die Gesamtersparnis über 25 Jahre dargestellt.

## 2.13. FINANZIERUNGS-MODELLE

Straßenbeleuchtungen verursachen in Städten und Gemeinden erhebliche Kosten in der Investition, in der Wartung und Instandhaltung, sowie im Betrieb durch den Verbrauch von Strom. Gerade in kleinen Gemeinden erreicht der Stromverbrauch bzw. die Stromkosten für Straßenbeleuchtungen bis zu 80 % der Gesamtstromkosten im Gemeindehaushalt.

Die GemeindebürgerInnen stellen hohe Anforderungen an Infrastruktur und Wohnqualität, gerade der Beleuchtung im öffentlichen Raum kommt daher eine Schlüsselrolle zu, da über eine qualitativ hochwertige Beleuchtung auch ein Gefühl von Sicherheit vermittelt wird.

Andererseits haben Gemeinden hinsichtlich Investitionen einen sehr begrenzten Handlungsspielraum (Stichwort Neuverschuldung, Maastricht-Kriterien), wenngleich auch großer Handlungsbedarf für die Errichtung bzw. Sanierung von Straßenbeleuchtungen gegeben ist. Eine der Schlüsselfrage nach der optimalen technischen Qualität der Beleuchtung kommt daher auch der geeigneten Finanzierung zu.

### Einflussgrößen auf die Finanzierung

Folgende Faktoren sind wesentliche Einflussgrößen für die Wahl der Finanzierung

- Anlagengröße
- Energieverbrauch
- Kosten für Errichtung und Betrieb
- Art der Maßnahmen
- Auslagerung oder Garantien gewünscht?

Primär ist die Anlagengröße, sprich die Länge der zu beleuchtenden Straße bzw. die Anzahl der zu errichtenden oder zu sanierenden Leuchten ein wesentlicher Faktor für die zu erwartenden Kosten für die Errichtung/Sanierung und auch für den laufenden Betrieb, und auch für den Energieverbrauch. Vor allem die Betriebskosten über die Lebensdauer einer Beleuchtungsanlage betragen bis zu 85% der Gesamtkosten.

Auch die Art der geplanten Maßnahmen hat einen Einfluss: Handelt es sich um reine Instandhaltungsmaßnahmen, betrifft es Optimierungen wie zb. die Umrüstung auf moderne, Energieeffiziente Leuchtmittel oder Lampengehäuse, oder betrifft es eine Neuerrichtung?

Dann stellt sich noch eine entscheidende Frage: Ist es gewünscht, die Maßnahmen selbst umzusetzen, zu finanzieren und auch Risiko und Verantwortung für den Anlagenbetrieb zu übernehmen, oder soll die Umsetzung von Maßnahmen einschließlich der Finanzierung an einen geeigneten Partner ausgelagert werden? Sind Garantien zur Begrenzung von Kosten oder Risiko interessant?

Als Unterstützung zur Auswahl der geeigneten Finanzierungsform werden im Folgenden diese Fragen detaillierter diskutiert und mögliche Formen der Finanzierung erörtert, um eine fundierte Basis für die Entscheidung zu schaffen.

### **Formen der Finanzierung**

Im Wesentlichen stehen für die Finanzierung von Straßenbeleuchtungen 3 unterschiedliche Varianten zur Verfügung, wobei diese in ihren Ausprägungen im Detail weiter unterteilt werden können.

- Kauf
- Leasing
- Contracting

Die wesentlichen Unterscheidungen liegen in der Art der Finanzierung und von Dienstleistungen/Garantien, die in das Finanzierungs- oder Dienstleistungspaket eingearbeitet sind. Diese 3 Varianten bestimmen die Hauptrichtung, und werden im Folgenden anhand deren Eigenschaften, sowie der Vor- und Nachteile diskutiert.

#### **2.13.1. Kauf**

Der Kauf ist eine hinlänglich bekannte Variante, da er die gebräuchlichste Form der Finanzierung von Beschaffungen auch auf der kommunalen Ebene ist. Die zu investierenden Maßnahmen können mit Unterstützung eines lichttechnischen Fachplaners nach den Anforderungen der Kommune und der gesetzlichen Vorgaben definiert und geplant werden. Für die Umsetzung kann unter Berücksichtigung des Vergabegesetzes eine Ausschreibung erstellt werden, und auf dieser Basis der Bestbieter für die Umsetzung ermittelt werden.

### **Vorteile**

Die Abwicklung ist rasch und einfach, es fallen außer für die Planung und Ausschreibung keine Nebenkosten an. Im Falle einer Kreditfinanzierung werden der Gemeinde oft sehr günstige Konditionen gewährt.

### **Nachteile**

Durch den Kauf werden mit einem Schlag Finanzmittel gebunden oder die Verschuldung der Gemeinde erhöht.

Die Verantwortung für Umsetzung, Wartung und Instandhaltung bleibt bei der Gemeinde.

### **Einsatzgebiet**

Bei kleinen Investitionen (einzelne Leuchten, Ergänzungen, Ergänzungen für Geh- und Schutzwege, punktuelle Modernisierungen) handelt es sich bei dieser Variante um die einfachste Form. Sie bietet sich bei kleinen Anlagen sowie geringen Gesamtkosten für die Straßenbeleuchtung (Wartung, Instandhaltung, Energie, etc.) an.

## **2.13.2. Leasing**

Leasing ist eine reine Finanzierungsform. Dabei werden dem Leasingnehmer (der Gemeinde) Investitionsgüter zum Zweck der Nutzung überlassen. Der Eigentümer für die Dauer des Leasingvertrages bleibt der Leasinggeber (Leasingpartner, Bank). Beim Leasing steht die Nutzung der Straßenbeleuchtung, nicht jedoch das Eigentum an einer Sache im Vordergrund.

Es gibt nicht DAS Leasing, sondern eine Summe von verschiedenen Leasing-Formen, die sich nach Objekt, Modell, Laufzeit und Verwertung des Objektes nach Vertragsende unterscheiden. Neben den laufenden Kosten für die Finanzierung ist gegebenenfalls auch der Restwert zu beachten, zu dem die Gemeinde die Anlage nach Ablauf der Leasingperiode in das Gemeindeeigentum übernimmt.

In der nahen Vergangenheit wurden Infrastrukturinvestitionen auch über Spezialvarianten wie „sale and lease-back“ oder „cross border leasing“ ausgelagert und finanziert. Bei der Variante „sale and lease-back“ wird ein im Eigentum der Gemeinde stehendes Investitionsgut an den Finanzdienstleister verkauft und wieder zurückgeleast. Dadurch stehen der Gemeinde kurzfristig zusätzlich Mittel aus dem Erlös zur Verfügung. Der Betrag muss aber letztlich über die Leasingrate zurückgezahlt werden. Der Begriff „cross border leasing“ taucht in letzter Zeit immer öfter in den Medien auf. Es handelt sich dabei um eine rechtliche Konstruktion, wobei der Leasing-Geber seinen Sitz in den USA hat und er die dortigen (beträchtlichen) Steuervorteile ausnutzen kann. Ein Teil dieses Betrages wird zu Beginn der Laufzeit an die Kommune bar ausgezahlt. Nachteil ist vor allem, daß der Vertrag nach US-amerikanischem Recht (meist in Englisch) abgeschlossen wird. Abgesehen von den hohen Rechtsberatungskosten resultieren daraus große Risiken. Diese Varianten sind aufgrund Anpassung verschiedener steuerlicher

Rahmenbedingungen mittlerweile wenig attraktiv, sie umfassen auch ein erhebliches Risiko.

Manche Leasing- Gesellschaften bieten zusätzliche Dienstleistungen, wie Planung, Bauüberwachung, Ausführung, Facility-Management, etc. an.

### **Vorteile**

Bei bestimmten Leasingmodellen und bei einer Laufzeit von über 10 Jahren ist ein finanzieller Vorteil aus steuerlicher Sicht (Umsatzsteuer) gegeben. Zum Zeitpunkt der Anschaffung sind weder die Nettoinvestitionskosten, noch die Umsatzsteuer in voller Höhe wirksam. Diese werden auf die Vertragslaufzeit verteilt.

Die jährliche Leasingrate ist eine Betriebsausgabe und wirkt sich daher rein auf den operativen Geschäftsbetrieb aus. Die Investition selbst scheint in der Bilanz oder Gewinn- und Verlustrechnung nicht als Verbindlichkeit auf, und erhöht damit auch nicht den Verschuldungsgrad nach den Maastricht-Kriterien.

### **Nachteile**

Für die längerfristige Zusammenarbeit zwischen Leasingnehmer und Leasinggeber sind entsprechenden Verträge zu erstellen, die die Rechte und Pflichten beider Partner im Detail festlegen (z.B. Leasingvertrag, Baurechtsvertrag...). Für diese Erstellung der erforderlichen Unterlagen entstehen Nebenkosten, daher ist Leasing erst ab einer gewissen Investitionshöhe interessant.

Für spezielle Güter, so auch für Straßenbeleuchtungen, werden nicht von allen Leasingunternehmen geeignete Modelle mit ausreichender Rechtssicherheit oder steuerlichen Begünstigungen angeboten. Daher kommt einer guten Projektvorbereitung, sowie der Auswahl des geeigneten Leasingpartners eine entscheidende Rolle zu.

Die Verantwortung für Wartung und Instandhaltung (teilweise auch für die Umsetzung) bleibt bei der Gemeinde. Es gibt auch keine Garantien zur Limitierung von Betriebskosten udgl, wie beim Contracting.

## **2.13.3. Contracting**

Beim Contracting übernimmt ein Dritter (Contractor) die Umsetzung der Investition einschließlich Finanzierung und Betriebsführung der Straßenbeleuchtung. Ein zentraler Punkt beim Contracting liegt neben der Auslagerung der Finanzierung auch in der Auslagerung der Betriebsführung. Konkret heißt das, die Gemeinde schließt mit einem Contractingunternehmen einen Contractingvertrag ab, in dem die Rechte und Pflichten der beiden Partner festgeschrieben sind. Neben den zu investierenden Maßnahmen und den Kosten werden auch Vereinbarungen hinsichtlich Wartung und Instandhaltung getroffen. Dazu können auch Garantien vereinbart werden, z.B. die Obergrenze der Kosten oder garantierte Einsparungen können definiert werden!

Im Wesentlichen sind zwei unterschiedliche Contractingvarianten zu unterscheiden:

- Anlagencontracting
- Einsparcontracting

Beim **Anlagencontracting** übernimmt der Contractor die Investition und Finanzierung, wie auch Betriebsführung, Wartung und Instandhaltung. Der Kunde bezieht diese Dienstleistung als Gesamtpaket und bezahlt dafür die vereinbarte Contractingrate. Die Beleuchtungsqualität wird definiert, als Garantie kann z.B. die Obergrenze des Energieverbrauchs bzw. der Energiekosten zum Startzeitpunkt und nach Ablauf der Contractingdauer definiert werden. Die Steigerung der Kosten wird an Indizes (z.B. Strom-, Baukosten-, Arbeitskosten) gebunden. Damit sind Leistungen und Verrechnung transparent und planbar, das Risiko wird von der Gemeinde hin zum Contractor ausgelagert. Nach Ablauf der Vertragslaufzeit kann die Gemeinde die Anlage selbst übernehmen mit allen Rechten und Pflichten, oder den Vertrag entsprechend verlängern.

**Einsparcontracting** ist vielfach eine geeignete Möglichkeit für die Sanierung oder Optimierung der Straßenbeleuchtung. Dazu übernimmt der Contractor die Investition, Finanzierung und Betriebsführung wie beim Anlagencontracting. Ziel ist es, die Qualität der Beleuchtung zu verbessern, und/oder Energieverbrauch und –kosten einzusparen. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass der Contractor das gesamte Maßnahmenpaket aus der Einsparung heraus finanziert.

Konkret heißt das, dass aus den Jahren vor der Investition die Referenzkosten („Baseline“) für den Betrieb der Straßenbeleuchtung (Strom, Wartung, Instandhaltung) ermittelt werden. Diese Kosten dienen als Vergleichsbasis und Ausgangszustand für die Einsparung. Anhand einer technischen Planung werden die Optimierungsmaßnahmen festgelegt, und auch eine Prognose für den zukünftigen Energieverbrauch, sowie für die gesamten Betriebskosten erstellt. Die Differenz zwischen den Kosten vor und nach der Sanierung wird für die Refinanzierung der Investition verwendet. Daraus errechnet sich auch die Vertragslaufzeit. Nach Ende der Vertragslaufzeit kommt die Gemeinde in den Genuss der vollen Einsparung, ohne dass sie für die Umsetzung zusätzliche Finanzmittel aufbringen musste.

Die Einsparung der Energiekosten wird vom Contractor garantiert, d.h. dieser haftet für das Erreichen des Einsparzieles. Der Gemeinde entsteht dadurch kein Risiko. Daraus ergibt sich auch ein wesentlicher Vorteil des Contractings: da der Contractor für das Ergebnis verantwortlich ist, und auch eine finanzielle Verantwortung übernimmt, hat er auch einen Anreiz, das System in der Betriebsführung zu optimieren, um eine größtmögliche Einsparung zu erzielen. Meist wird im Vertrag auch eine Erfolgsbeteiligung vereinbart, d.h. wenn die Einsparung größer ist als erwartet, wird die höhere Einsparung zwischen beiden Parteien aufgeteilt.

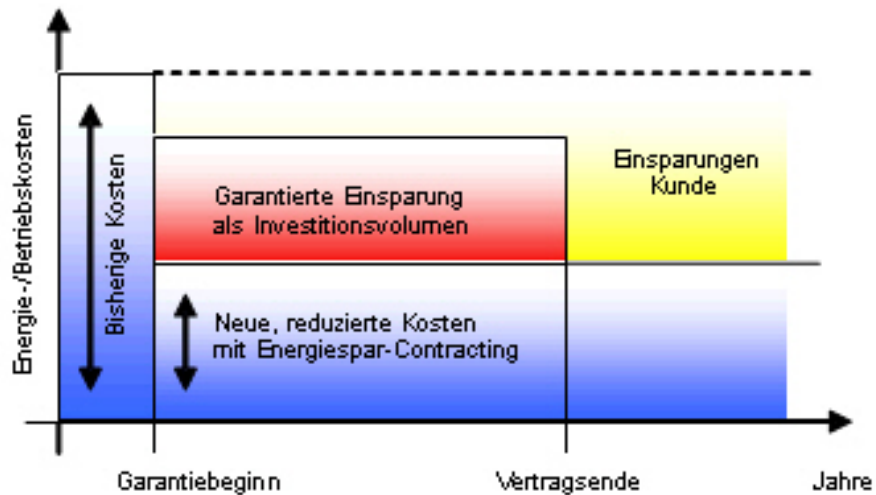


Abbildung 50: Einsparcontracting [Quelle: www.enoa.at]

In beiden Fällen können auch zusätzliche Maßnahmen in das Contractingmodell eingearbeitet werden, wodurch auch oft Synergien zu anderen Maßnahmen wie Straßen- oder Gehwegsanierungen möglich sind. Bei Contractingmodellen sind neben der Contractingrate auch einmalige Zuzahlen wie beispielsweise ein Baukostenzuschuss udgl. möglich. Hier bestehen für die Ausgestaltung des Contractingvertrages viele Möglichkeiten, der nahezu auf jeden Anwendungsfall zugeschnitten werden kann. Dabei werden die Gemeinden von Fachplanern oder Energieagenturen unterstützt.

Im Contractingvertrag sind unter anderem folgende Punkte zu spezifizieren:

- Genaue Definition der Maßnahmen/Investition
- Wartung und Instandhaltung, Reaktionszeit bei Störungen
- Vertragslaufzeit, Meilensteine für die Umsetzung
- Garantien (Kosten, Energieverbrauch, Einsparung)
- Kosten, Contractingrate, Wert-/Preisanpassung, Baukostenzuschüsse
- Regelung für den Eigentumsübergang nach Laufzeitende (technisch und finanziell)
- Ausstiegsklauseln

### Vorteile

Die Gemeinde kann energierelevante Maßnahmen und Technologien umsetzen, für die andernfalls weder finanzielle Mittel noch Know-how vorhanden sind.

Die jährliche Contractingrate ist eine Betriebsausgabe und wirkt sich daher rein auf den operativen Geschäftsbetrieb aus. Die Investition selbst scheint in der Bilanz oder Gewinn- und Verlustrechnung nicht als Verbindlichkeit auf, und erhöht damit auch nicht den Verschuldungsgrad nach den Maastricht-Kriterien.

Der Contractor garantiert und haftet für eine exakt definierte Energieeinsparung oder Kostenobergrenze, sowie auch für die definierte Beleuchtungsqualität. Auch die Kosten für Wartung, Stördienst etc., sowie die Qualität der Maßnahmen werden vertraglich

garantiert. Dabei werden Garantieverletzungen der Gemeinde finanziell abgegolten. Damit wird nicht nur die Verantwortung, sondern auch das Risiko ausgelagert. Durch die Auslagerung des Risikos an den Contractor werden höchstmögliche Einsparungen oder geringstmögliche Energiekosten erreicht, da der Contractor auch selbst davon profitiert. Davon profitiert auch die Gemeinde, bei Eigeninvestitionen sind diese Vorteile und die Energieeffizienz in der Regel nicht erreichbar.

### Nachteile

Maßgeblich für die erfolgreiche Umsetzung eines Contracting-Projektes ist ein vollständiger und qualitativ hochwertiger Vertrag, damit verbunden ist der Aufwand mit der Projektvorbereitung und Vertragsgestaltung, der sich aber bei größeren Projekten bezahlt macht.

Darin sollen nicht nur die Punkte zu den Bereichen Planung, Ausführung, Vorfinanzierung, energetische Optimierung, Wartung etc. angeführt sein. Es müssen auch die Garantien hinsichtlich der Energiekostensenkung, der Einhaltung der vereinbarten Standards, der Investitionshöhe und -struktur und des Zustandes der Anlage bei Übergabe am Vertragsende schriftlich festgelegt sein.

Bei kleinen Projekten mit geringem Einsparpotential ist eine Finanzierung von Maßnahmen und der Umsetzung aus den Einsparungen nicht mehr möglich, hier kann es interessant sein, verschiedene Projekte zu bündeln, oder mit Hilfe eines Baukostenzuschusses die Umsetzung zu ermöglichen.

### Zusammenfassung Finanzierung

Die optimale Finanzierung hängt wesentlich von Art und Umfang des geplanten Projektes ab.

Eine zusammenfassende Übersicht liefert folgende Tabelle:

**Tabelle 2:** Zusammenfassung Finanzierung

	<b>Kauf</b>	<b>Leasing</b>	<b>Contracting</b>
<b>Garantierte Gesamtkosten</b>	nein	nein	ja
<b>Ein Gesamtverantwortlicher</b>	Gemeinde selbst	Gemeinde selbst	Contractor
<b>Gesamt-Optimierung</b>	nein	nein	ja
<b>Anlagengröße</b>	klein	groß	groß
<b>Auswirkung auf Gemeindebudget</b>	Finanzierung	Betriebsausgabe	Betriebsausgabe
<b>Gemeindepersonal Erforderlich</b>	ja	ja	Ja/nein
<b>Maastricht-Vorteil</b>	nein	bedingt	ja

## 2.14. 1.KOMMUNALER STRAßENBELEUCHTUNGS-KONGRESS

Am 13. und 14. November 2008 fand im Schloss Weingut Thaller, Großwilfersdorf, der 1. Kommunale Straßenbeleuchtungs-Kongress statt. Während am Donnerstag 110 Teilnehmer aus Niederösterreich, Burgenland und der Steiermark an der Fachtagung und einer Fachexkursion teilnahmen, fanden auch am Freitag noch knapp 100 Interessierte den Weg in den Seminarraum des Weingutes.

Neben dem Hausherr Karl Thaller richteten mit Franz Majcen und Bgm. Franz Schleich auch zwei Abgeordnete zum Steirischen Landtag Grußworte an die Kongressteilnehmer. Die Eröffnung seitens der Gemeinde wurde von RR Bgm. Johann Urschler vorgenommen. Als Vertreter eines Finanzierungspartners des Projekts „LICHTSTRASSE Oststeiermark“ konnte Hr. Ing. Michael Hübner vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie begrüßt werden. Besonders erfreulich waren die Anwesenheit der Vertreter von mehr als 30 Gemeinden, sowie zahlreiche Vertreter von branchenspezifischen Fachfirmen.



Karl Thaller

Johann Urschler

Michael Hübner

Franz Schleich

Franz Majcen

Ziel dieser Veranstaltung war es, den Verantwortlichen für Straßenbeleuchtung die Augen zum Thema „effiziente Straßenbeleuchtung“ zu öffnen. Neben den technischen Grundlagen waren unter anderem auch die Kosten und Finanzierungsmöglichkeiten einer Straßenbeleuchtungsanlage sowie die rechtlichen Aspekte Themen der Fachvorträge. Ebenfalls wurden alle im Projekt entwickelten Dienstleistungen der Öffentlichkeit präsentiert.

Im Rahmen der zweitägigen Fachaussstellung wurden Produkte von branchenspezifischen Firmen präsentiert und mit den Firmenvertretern diskutiert.



**Abbildung 51:** Teilnehmer SBL-Kongress

Trotz Regenwetters wurde die Fachexkursion, zur Stadtgemeinde Fürstenfeld sowie ins Kräuterdorf Söchau, durchgeführt. Beide Gemeinden beschäftigen sich bereits seit einigen Jahren mit dem Thema der effizienten Straßenbeleuchtung und haben diesbezüglich auch schon einiges umgesetzt.



**Abbildung 52:** Exkursion SBL-Kongress

Nach den Vorträgen des 2.Tages wurde der Kongress mit einer Podiumsdiskussion von Vertretern der Gemeinden Puch bei Weiz, Leibnitz, Lödersdorf und Söchau (siehe Bild unten von links) abgeschlossen.



**Abbildung 53:** Podiumsdiskussion SBL- Kongress

## 2.15. KONZEPTION INFO-POINT, BEGLEITPROZESS-ENTWICKLUNG

Es wurde eine Informationsplattform online gestellt, die für Gemeinden bzw. Verantwortliche für kommunale Straßenbeleuchtung Informationen von den technischen Grundlagen bis hin zum Betrieb einer SBL-Anlage enthält. Diese Plattform ist leicht zugänglich und übersichtlich dargestellt. Ebenfalls liegen alle online-Unterlagen auch als Hardcopy für persönliche Gespräche in der LEA auf.

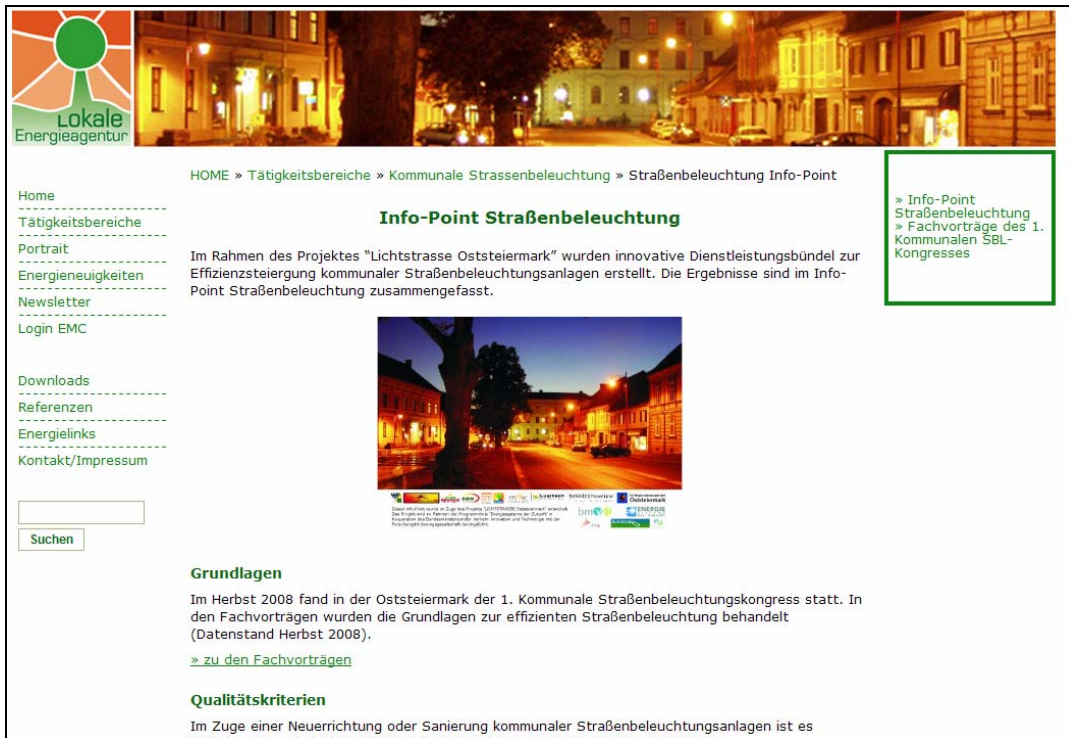


Abbildung 54: Info-Point online

In Verbindung dieses Info-Points mit persönlichen Gesprächen und dem Einsatz der im Projekt entwickelten Tools kann sichergestellt werden, dass die Kommunen vom ersten Gedanken bis hin zur Umsetzung einen kompetenten Ansprechpartner haben, der ihn über den ganzen Prozess hin begleiten kann.

Den Gemeinden stehen nun aus diesem Projekt von „einfachen“ Informationsabenden bis hin zum QUICK-CHECK alle Möglichkeiten offen, sich über effiziente Straßenbeleuchtung zu informieren. Mit einer Bündelung zum Vorgängerprojekt „LICHTPAKET®“ kann auch die gesamte Straßenbeleuchtung detailliert betrachtet werden. Durch die Marktrecherche stehen kompetente Ansprechpartner zur Verfügung und mit dem Kostenkalkulator können im Vorfeld schon verschiedene Varianten auf deren Kosten hin betrachtet werden.

## 2.16. STRAßENBELEUCHTUNGS-NEWSLETTER

Der Newsletter wurde entwickelt, um Verantwortliche für die kommunale Straßenbeleuchtung hinsichtlich Techniken, Angeboten, Termine,... am laufenden zu halten. Die ersten 4 Newsletter (siehe Anhang) wurden im Rahmen des Projektes an sämtliche steirische Gemeinden sowie an jene Institutionen die sich extra zum Newsletter angemeldet haben versendet.



Abbildung 55: 1. Newsletter „Kommunale Straßenbeleuchtung“

## 3. VERZEICHNISSE

ABBILDUNG 1: VERALTETE STRAßENBELEUCHTUNG .....	4
ABBILDUNG 2: GESAMTKOSTEN EINER STRAßENBELEUCHTUNGSANLAGE .....	5
ABBILDUNG 3: LICHTAUSBEUTE .....	9
ABBILDUNG 4: SPEKTRALE STRAHLUNGSVERTEILUNG .....	10
ABBILDUNG 5: LICHTSTROMVERHALTEN UND ÜBERLEBENSRATE .....	10
ABBILDUNG 6: ÜBERSICHT DER LAMPENVERBOTE MIT ZEITPLAN (QUELLE: JAHRBUCH 2009, STRAßEN UND AUBENBELEUCHTUNG, FRANK LINDEMUTH (HRSG.)) .....	11
ABBILDUNG 7: ÜBERSICHT LAMPENEIGENSCHAFTEN UND –KOSTEN (BRUTTO-LISTENPREISE, STAND HERBST 2008) .....	12
ABBILDUNG 8: AUSWIRKUNG LAMPENFORM .....	12
ABBILDUNG 9: VERGLEICH WEIßES UND GELBES LICHT .....	13
ABBILDUNG 10: REFLEKTORTECHNIK .....	14
ABBILDUNG 11: LICHTVERTEILUNG .....	14
ABBILDUNG 12: IP-SCHUTZKLASSEN .....	15
ABBILDUNG 13: ANLANGEOMETRIE (SYMBOLBILD) .....	16
ABBILDUNG 14: ANORDNUNG LICHPUNKTE (I) .....	16
ABBILDUNG 15: ANORDNUNG LICHPUNKTE (II) .....	17
ABBILDUNG 16: KOSTENVERGLEICH VON 5 ANLAGEN .....	17
ABBILDUNG 17: DIGITALISIERUNG .....	19
ABBILDUNG 18: KATEGORIEN MARKTRECHERCHE .....	20
ABBILDUNG 19: AUSZUG AUS DER MARKTRECHERCHE ONLINE .....	21
ABBILDUNG 20: FUNDAMENT-ERRICHTUNG .....	25
ABBILDUNG 21: TITELBILD QC-PRÄSENTATION (BSP. QC GROßSTEINBACH) .....	27
ABBILDUNG 22: REFERENZEN QUICK-CHECK .....	29
ABBILDUNG 23: BEISPIEL AUSWERTUNG EMC-ONLINE SBL .....	30
ABBILDUNG 24: BENCHMARK-WERTE PRO GEMEINDE .....	31
ABBILDUNG 25: BENCHMARK - ANZAHL DER LICHPUNKTE .....	32

ABBILDUNG 26: BENCHMARK - ANZAHL DER LEUCHTMITTEL .....	33
ABBILDUNG 27: BENCHMARK - ANZAHL DER VERTEILER .....	33
ABBILDUNG 28: BENCHMARK - ANZAHL DER STRÄNGE .....	34
ABBILDUNG 29: BENCHMARK – ANSCHLUSSLEISTUNG PRO LICHTPUNKT.....	34
ABBILDUNG 30: BENCHMARK – ANSCHLUSSLEISTUNG GESAMT.....	35
ABBILDUNG 31: BENCHMARK – ENERGIEVERBRAUCH PRO JAHR.....	35
ABBILDUNG 32: BENCHMARK – ENERGIEVERBRAUCH PRO LICHTPUNKT.....	36
ABBILDUNG 33: BENCHMARK – ENERGIEKOSTEN PRO JAHR .....	36
ABBILDUNG 34: BENCHMARK – WARTUNGSKOSTEN PRO JAHR.....	37
ABBILDUNG 35: BENCHMARK – METER BELEUCHTETE STRAßEN.....	37
ABBILDUNG 36: INHALTSVERZEICHNIS BEST-PRACTICE-KATALOG.....	41
ABBILDUNG 37: EXKURSIONSPAKET "NACHTSCHWÄRMER" ONLINE .....	42
ABBILDUNG 38: STARTFENSTER KOSTENKALKULATOR.....	44
ABBILDUNG 39: INFORMATIONSFENSTER .....	44
ABBILDUNG 40: NEUERRICHTUNG EINER LANDESSTRASSE.....	45
ABBILDUNG 41: ERRICHTUNGSKOSTEN LANDESSTRASSE .....	45
ABBILDUNG 42: BETRIEB LANDESSTRASSE .....	46
ABBILDUNG 43: BETRIEBSKOSTEN LANDESSTRASSE.....	46
ABBILDUNG 44: ERGEBNISBLATT NEUERRICHTUNG LANDESSTRASSE.....	47
ABBILDUNG 45: SANIERUNG EINER GEMEINDESTRAßE .....	48
ABBILDUNG 46: SANIERUNGSKOSTEN .....	48
ABBILDUNG 47: BETRIEB SANIERUNG EINER GEMEINDESTRAßE.....	49
ABBILDUNG 48: BETRIEBSKOSTEN SANIERENDE GEMEINDESTRAßE .....	49
ABBILDUNG 49: ERGEBNISBLATT SANIERUNG GEMEINDESTRAßE.....	50
ABBILDUNG 50: EINSPARCONTRACTING [QUELLE: WWW.ENOA.AT] .....	55
ABBILDUNG 51: TEILNEHMER SBL-KONGRESS .....	57
ABBILDUNG 52: EXKURSION SBL-KONGRESS.....	58
ABBILDUNG 53: PODIUMSDISKUSSION SBL- KONGRESS.....	58
ABBILDUNG 54: INFO-POINT ONLINE .....	59
ABBILDUNG 55: 1. NEWSLETTER „KOMMUNALE STRAßENBLELEUCHTUNG“ .....	60
TABELLE 1: LICHTAUSBEUTE VERSCHIEDENER LAMPENARTEN (STAND HERBST 2008) .....	8
TABELLE 2: ZUSAMMENFASSUNG FINANZIERUNG .....	56