

Gemeinde



15. Juni 2015_____

Gemeinderat Zollikofen

Generelle Beleuchtungsplanung GBP

Inhalt

	Seite
Inhalt	2
1 Allgemeines	5
1.1 Zweck	5
1.2 Geltungsbereich	5
1.3 Definition	5
1.4 Fragestellung	6
1.5 Zuständigkeiten	7
1.5.1 Generelle Zuständigkeit	7
1.5.2 Kantonsstrassen	7
1.5.3 Gemeindestrassen	7
1.5.4 Rad und Fusswege Zollikofen	7
1.5.5 Privatstrassen, private Parkplätze und Zufahrten	7
2 Gesetzliche Grundlagen und Normen	9
2.1 Grundsätzliches	9
2.2 Normen und Regelwerke	9
3 Das Wichtigste in Kürze	10
3.1 Ist-Situation	10
3.2 Technische Entwicklung	10
3.3 Finanzielles	10
4 Ausgangslage	12
4.1 Eigentum	12
4.2 Geschichtliche Entstehung	12
4.3 Übernahme der Öffentlichen Beleuchtung im Jahr 2014	12

5 Technische und finanzielle Eckdaten der Öffentlichen Beleuchtung Zollikofen (ÖBZ).....	13
5.1 Kennzahlen	13
5.2 Anlagenwert.....	14
5.2.1 Kabelanlagen	14
5.2.2 Tragwerke.....	15
5.2.3 Leuchten.....	15
5.3 Wiederbeschaffungswert	15
5.4 Altersstruktur.....	15
5.4.1 Kabelanlagen	15
5.4.2 Tragwerke.....	16
5.4.3 Leuchten.....	16
6 Anlagensteuerung	17
6.1 Grundsteuerung	17
6.2 Steuerung konventioneller Leuchten	17
6.3 Steuerung der LED-Leuchten.....	17
7 Finanzierung	18
7.1 Betriebskosten heute	18
7.2 Werterhaltende Massnahmen	19
8 Entwicklung der öffentliche Beleuchtung.....	20
8.1 Grundsatz	20
8.1.1 Langfristige Auswirkungen beim Wechsel auf LED Leuchten	20
8.2 Schneller Umstieg auf LED-Leuchten?	22
8.2.1 Risiken	22
8.2.2 Nachteile.....	22
8.3 Moderater situationsgerechter Umstieg auf LED-Leuchten.....	22
9 Planung	23
9.1 Grundsatz	23

9.2 Ersatz der Kabelanlagen.....	23
9.3 Ersatz der Tragwerke	23
9.4 Ersatz der Leuchten	23
10 Abhängigkeiten bei der Planung	25
10.1 Strassensanierungsprojekte	25
10.2 Neuerschliessungen	25
11 Anforderungen an neue Beleuchtungskomponenten	26
11.1 Fundamente	26
11.2 Kandelaber	26
11.3 Leuchten	26
11.4 Steuerungen.....	28
11.4.1 Standard Steuerung	28
11.4.2 Intelligente Steuerung	28
11.4.3 Standard vs. intelligente Steuerung	29
11.5 Normalien für Beleuchtungskomponenten der ÖBZ	30
12 Genehmigung / Inkraftsetzen	31
13 Glossar	32

1 Allgemeines

1.1 Zweck

Die Generelle Beleuchtungsplanung (GBP) dient als Grundlage für die Planung, den Bau, Betrieb, Unterhalt und Ersatz der Öffentlichen Beleuchtung Zollikofen (ÖBZ).

In der vorliegenden Generellen Beleuchtungsplanung geht es darum, den Gestaltungsspielraum, den die Gemeinde Zollikofen hat, optimal zu nutzen und eigene Schwerpunkte zu setzen. Die Generelle Beleuchtungsplanung hat richtungsweisenden Charakter und dient als gemeindeinternes Führungsinstrument für Exekutive, Kommission und Verwaltung, nimmt aber sachpolitische Entscheide der Gemeinde nicht vorweg. Die Zuständigkeiten des Parlaments und die Volksrechte bleiben unangetastet.

Die Ergebnisse fliessen in die gemeinderätliche Finanzplanung (Investitionsplan und/oder Budget) ein und unterliegen der ordentlichen Mittelzuteilung (steuerfinanzierte Aufgabe).

1.2 Geltungsbereich

Die Generelle Beleuchtungsplanung gilt auf dem gesamten Gemeindegebiet von Zollikofen. Ausnahmen bilden die Kantonsstrassen und die privaten Strassen und Wege auf dem Gemeindegebiet.

1.3 Definition

Angelehnt an die GEP (Generelle Entwässerungsplanung) und die GWP (Generelle Wasserversorgungsplanung) soll die GBP als Planungsinstrument zur Erhaltung und für die Erweiterung der öffentlichen Beleuchtung von Zollikofen dienen.

Mit den beiden vom Kanton Bern verlangten behördenverbindlichen Planungsinstrumenten (GEP und GWP) werden Gemeinden dazu verpflichtet, ihre Infrastrukturen im Bereich der Abwasserentsorgung und der Wasserversorgung systematisch zu planen und zu unterhalten. Für die Strassen- und Platzbeleuchtungsanlagen existieren hingegen bis heute keine vergleichbaren kantonalen Vorgaben und Betrachtungsweisen, obwohl sie sich, seit der Ablösung der Gaslaterne durch erste elektrische Lampen bis hin zur LED-Technologie, sehr stark verändert haben.

1.4 Fragestellung

Grundsätzlich stellten sich für die Gemeinde Zollikofen nach der Übernahme der öffentlichen Beleuchtung im Jahr 2014 von der BKW Energie AG die Fragen, wie soll, bzw. wie muss sich die Beleuchtung entwickeln, welche Regeln müssen bei der Beleuchtungsplanung eingehalten werden, wie hoch werden die jährlichen Kosten ausfallen?

1.5 Zuständigkeiten

1.5.1 Generelle Zuständigkeit

Für die Planung, den Bau, den Betrieb und den Unterhalt in der Gemeinde Zollikofen ist die Bauverwaltung (Bereich TVE) zuständig.

1.5.2 Kantonsstrassen

- Bau und Planung: Oberingenieurkreis II des Kantons Bern
- Betrieb und Unterhalt: Werkhof der Gemeinde Zollikofen (im Auftragsverhältnis)
- Stromlieferung: Externes Elektrizitätsunternehmen (im Auftragsverhältnis)

Die Leistungen im Auftragsverhältnis werden mit der Beleuchtungsvereinbarung zwischen dem Oberingenieurkreis II und der Gemeinde Zollikofen vom 4. Dezember 2009 geregelt. Die Entschädigungsansätze werden jährlich dem Stand der Technik und dem Energiepreis angepasst.

1.5.3 Gemeindestrassen

- Bau und Planung: Gemeinde Zollikofen
- Betrieb und Unterhalt: Werkhof der Gemeinde Zollikofen
- Stromlieferung: Externes Elektrizitätsunternehmen

1.5.4 Rad und Fusswege Zollikofen

Kantonale Radrouten und Fusswege:

- Bau und Planung: Oberingenieurkreis II des Kantons Bern
- Betrieb und Unterhalt: Werkhof der Gemeinde Zollikofen (im Auftragsverhältnis)
- Stromlieferung: Externes Elektrizitätsunternehmen (im Auftragsverhältnis)

Übrige:

- Bau und Planung: Gemeinde Zollikofen
- Betrieb und Unterhalt: Werkhof der Gemeinde Zollikofen
- Stromlieferung: Externes Elektrizitätsunternehmen

1.5.5 Privatstrassen, private Parkplätze und Zufahrten

- Bau und Planung: Private
- Betrieb und Unterhalt: Werkhof der Gemeinde Zollikofen (im Auftragsverhältnis)
- Stromlieferung: Externes Elektrizitätsunternehmen (im Auftragsverhältnis)

Die Leistungen im Auftragsverhältnis werden mit Vereinbarungen und Dienstbarkeiten geregelt. Die nachgestellte Nummer bezeichnet die Aktenablage der Dokumente

Folgende Anlagen unterliegen einer solchen Regelung:

- Bushaltebereich und Velounterstand Bahnhof Zollikofen (35.515)
- Verbindungsweg Hübeliweg/Bantigerstrasse (35.421)
- Beleuchtungsanlage Bernstrasse 160-164 (35.421)
- Gehwegbeleuchtung Häberlimatte Etappen 1-3 (35.411.2)
- Gehwegbeleuchtung Kläymatte 1 und 2 (35.221)

2 Gesetzliche Grundlagen und Normen

2.1 Grundsätzliches

Die öffentliche Beleuchtung ist gemäss dem Kantonalen Strassengesetz (SG) und der Kantonalen Strassenverordnung (SV) Bestandteil der Strasse und fällt somit in das Eigentum und die Verantwortung des Strassenbesitzers.

2.2 Normen und Regelwerke

Erneuerungen und Erweiterungen an der öffentlichen Beleuchtungsanlage werden so ausgeführt, dass sie den Normen genügen. Zur Ausgestaltung einer Strassenbeleuchtung gelten die mit dem Status einer Schweizer Norm (SN) anerkannten Europäischen Normen (EN) und der Technische Bericht (TR) als künftige Norm sowie die Richtlinien der Schweizer Licht Gesellschaft (SLG)

- SN TR 13201-1:2004 Teil 1 Auswahl der Beleuchtungsklassen
- SN EN 13201-2:2004 Strassenbeleuchtung – Teil 2: Gütemerkmale
- SN EN 13201-3:2004 Strassenbeleuchtung – Teil 3: Berechnung der Gütemerkmale
- SN EN 13201-4:2004 Strassenbeleuchtung – Teil 4: Methoden zur Messung der Gütemerkmale von Strassenbeleuchtungsanlagen
- SLG Richtlinie "SLG 202:2005

3 Das Wichtigste in Kürze

3.1 Ist-Situation

In der Gemeinde Zollikofen werden die Strassen, Trottoirs, Gehwege, Unterführungen und Plätze mit rund 1'300 Lichtpunkten beleuchtet. Die Beleuchtungsanlage verbraucht pro Jahr ca. 530 MWh an elektrischer Energie zu Kosten von zur Zeit Fr. 97'000.00. Laut der gemeindeinternen Energiebuchhaltung sind das ein Viertel der Gesamtenergie respektive der Gesamtenergiekosten.

Im regionalen Energieeffizienz-Vergleich (Benchmark) positioniert sich die Beleuchtungsanlage von Zollikofen, exklusive der Leuchten an den Kantonsstrassen, im vorderen Drittel. Grundlage zu diesem Benchmark ist die Kennzahl (MWh/kma) welche die jährlich aufgewendete Energiemenge pro beleuchteten Strassenkilometer abbildet.

Dennoch sind rund ein Viertel der eingesetzten Leuchten in Zollikofen über 30 Jahre alt und müssen in den nächsten 6 Jahren ersetzt werden. Mit dem Ersatz durch neue effizientere Leuchten kann viel Energie eingespart werden. Zudem werden die Lichtemissionen (Licht-Smog) und die häufigen Ausfälle alter Leuchtmittel reduziert.

3.2 Technische Entwicklung

Der Trend in der Beleuchtungstechnik geht klar in Richtung LED (englisch = *light-emitting diode* deutsch = *Licht emittierende Diode*) als Leuchtmittel, kombiniert mit in den Leuchten eingebauten, autonomen Steuerungen. Die Preise für die LED Technik sind in den letzten Jahren stark gesunken und jeder namhafte Leuchtenhersteller verfügt über erprobte LED-Leuchten und/oder Leuchten Serien.

Ergänzt mit Sensorik und einer Kommunikationsschnittstelle sind die Einstellungs- und Anwendungsmöglichkeiten dieser "intelligenten Leuchten" sehr gross. Teststrecken wie sie in Zollikofen vor der Gemeindeverwaltung und am Zugangsweg zum Bahnhof Oberzollikofen bereits realisiert wurden, liefern erste Erkenntnisse über Vor- und Nachteile solcher Beleuchtungsanlagen.

3.3 Finanzielles

Der errechnete Wiederbeschaffungswert der Beleuchtungsanlage Zollikofen beläuft sich auf rund Fr. 5 Mio. Aus den anwendbaren komponentenspezifischen Abschreibungssätzen resultiert ein rechnerisch ermittelter jährlicher Investitionsbedarf von Fr. 130'000.00 für wert-

erhaltende Massnahmen. Vor der Übernahme setzte sich dieser Betrag aus dem Amortisationsanteil von 4% des Kapitalsdienstes (Fr. 73'900.00)¹ an die BKW Energie AG und den Kosten für Unterhalt und Verbesserungen durch Unternehmer (Fr. 48'287.45)² zusammen. Künftig stellt sich die Frage, wie die finanziellen Mittel für diese werterhaltenden Massnahmen bereitgestellt werden. Bei der Wasserversorgung und der Abwasserentsorgung stehen dafür die Investitionsrechnung, die Rückstellung Werterhalt und Rahmenkredite für klar definierte Arbeiten (Sanierungen und Erneuerungen) zur Verfügung.

¹ Rechnung 2013 Kt. Nr. 622.314.01 Unterhalt und Leitungszins Fr. 184'752.45

² Rechnung 2013 Kt. Nr. 622.314.02 Unterhalt und Verbesserung durch Unternehmer Fr. 48'287.45

4 Ausgangslage

4.1 Eigentum

Seit dem 1. Januar 2014 ist die Gemeinde Zollikofen Eigentümerin der öffentlichen Beleuchtung. Zuvor stand diese im Eigentum der BKW Energie AG. Mit der Übernahme verändern sich die Aufgaben, welche die Gemeinde im Zusammenhang mit der öffentlichen Beleuchtung zu erfüllen hat. Um diese neuen Aufgaben mit den bereits bestehenden Tätigkeiten der Gemeinde zu koordinieren, muss eine Gesamtschau über die Beleuchtungsanlage Aufschluss über den Umfang dieses Systems geben. Die Generelle Beleuchtungsplanung „GBP“ für Zollikofen soll diesen Zweck erfüllen.

4.2 Geschichtliche Entstehung

Als die ersten elektrischen Leuchten ihren Dienst als Strassenbeleuchtung aufnahmen, verfügte die Gemeinde Zollikofen, wie viele umliegende Gemeinden, nicht über die finanziellen Mittel, diese Kosten selber zu tragen. Die Bernischen Kraftwerke sprangen als Planungs-, Installations- und Energielieferunternehmen ein und finanzierten die zu erstellenden Anlagen. Als Kapitaldienst verlangten die Bernischen Kraftwerke, heute die BKW Energie AG, jährlich 10% des jeweils aktuellen Anlagenkapitals. Die 10% setzen sich aus 4% Abschreibung, 3.5% Zins und 2.5% Betrieb und Unterhalt zusammen. Das Anlagekapital wurde per 1. Januar 2014 mit Fr. 1'650'000.00 ausgewiesen.

4.3 Übernahme der Öffentlichen Beleuchtung im Jahr 2014

Mit der Änderung im Kantonalen Strassengesetz (SG) vom 4. Juni 2008 und der Kantonalen Strassenverordnung (SV) haben sich die Rechtsgrundlagen bezüglich Eigentum von Strassenbeleuchtungen verändert. Dies führte unter anderem dazu, dass die BKW Energie AG ihre Beleuchtungsanlagen den jeweiligen Gemeinden und dem Kanton Bern verkaufen musste. Mit einem Verkaufspreis von Fr. 1.54 Mio. inkl. MWST. wurde für die Gemeinde Zollikofen eine Volksabstimmung nötig, bei welcher am 24. November 2013 mit 3'116 Ja- zu 346 Nein-Stimmen die Übernahme beschlossen wurde.

5 Technische und finanzielle Eckdaten der Öffentlichen Beleuchtung Zollikofen (ÖBZ)

5.1 Kennzahlen

Die ÖBZ besteht aus der Beleuchtungsanlage des Kantons mit 269 Lichtpunkten an der Bern- und Kirchlindachstrasse sowie der Beleuchtungsanlage der Gemeinde Zollikofen mit 1041 Lichtpunkten entlang den Gemeindestrassen, den Gehwegen, den Unterführungen und den Plätzen. Entlang den Strassen sind zurzeit 17 verschiedene Leuchtentypen im Einsatz.

Folgende Kennzahlen dienen zum Vergleichen und Beschreiben von Beleuchtungsanlagen.

- Anzahl Lichtpunkte
- Installierte Leistung (Total der Leistung aller installierten Leuchten)
- Durchschnittliche Leistung pro Lichtpunkt
- Energieverbrauch pro Jahr
- Beleuchtete Strecke
- Energiebedarf pro km beleuchtete Strecke und Jahr

Wichtigste aber oft schlecht abgegrenzte Kennzahl ist der Energiebedarf pro km beleuchtete Strecke und Jahr (MWh/kma). Gemäss S.A.F.E. der Schweizerischen Agentur für Energieeffizienz (www.topstreetlight.ch) liegt der Schwellenwert für eine effiziente Beleuchtung für eine Gemeinde der Grösse Zollikofens bei 12 MWh/kma.

(Entsprechende Vergleiche werden auf der Internetseite

<http://www.topstreetlight.ch/deutsch/energieverbrauch/rating.html> laufend publiziert.)

Kennzahlen der ÖBZ mit Kantonsstrassen (Stand Frühjahr 2014)		
Lichtpunkte LP	1'310	Stück
Installierte Leistung	104.3	kW
Durchschnittliche Leistung	79	W/LP
Energieverbrauch 2013	544	MWh
Beleuchtete Strecke	35.7	km
Energie pro km und Jahr	15.24	MWh/kma

Kennzahlen der ÖBZ ohne Kantonsstrassen (Stand Frühjahr 2014)		
Lichtpunkte LP	1'041	Stück
Installierte Leistung	78	kW
Durchschnittliche Leistung pro Lichtpunkt	75	W/LP
Gerechneter Energieverbrauch 2013	406	MWh
Beleuchtete Strecke	31.7	km
Energie pro km und Jahr	12.80	MWh/kma

5.2 Anlagenwert

Der Übernahmepreis von Fr. 1.42 Mio. exkl. MWST. entspricht dem Zeitwert der Beleuchtungsanlage. Als Wiederbeschaffungswert wird der finanzielle Aufwand für eine Neubeschaffung einer vergleichbaren Anlage beziffert. Der Wiederbeschaffungswert der ÖBZ wird in die drei Teilsegmente Kabelanlagen, Tragwerke und Leuchten aufgeteilt und beschrieben.

5.2.1 Kabelanlagen

Eine Kabelanlage beinhaltet die Schutzrohre sowie die Kabel von den Trafostationen bis zu den Sicherungsbauteilen in den Kandelabern. Gemäss eigener Erfahrung, Daten aus Projekten der letzten 5 Jahre und Richtwerten aus dem Rahmenkreditantrag der Stadt Luzern (Bericht und Antrag an den Grossen Stadtrat von Luzern vom 23. Oktober 2013) müssen pro verlegten Meter Kabel rund Fr. 50.00 gerechnet werden. In diesem Meterpreis sind lediglich die Kosten für das Kabel und dessen Einzug in das vorhandene Kabelschutzrohr enthalten. Eine einheitliche und konsolidierte Betrachtung bezüglich Alter, Zustand, Lebensdauer und Ersatz von Kabelschutzrohranlagen gibt es heute noch nicht. In den nachfolgenden Betrachtungen und Kostenberechnungen sind die Kabelschutzrohranlagen nicht enthalten.

Für die Gesamtlänge der Kabelanlage sind keine genauen Angaben verfügbar. Die hier aufgeführte Länge basiert auf einer Annahme, bei welcher die gemittelte Kabellänge mit der Anzahl Kandelaber hochgerechnet wurde.

5.2.2 Tragwerke

Zu den Tragwerken zählen das Fundament und der Kandelaber. Erfahrungsgemäss bewegen sich die Kosten für einen Tragwerkersatz bei Fr. 2'000.00. Für die Berechnung des Wiederbeschaffungswerts dienen die Anzahl Lichtpunkte. Die Anzahl Tragwerke, welche mit mehreren Leuchten ausgestattet sind, können vernachlässigt werden.

5.2.3 Leuchten

Eine Leuchte besteht aus Gehäuse, Reflektor, Elektronik, Steuerung und Leuchtmittel. Die geschätzten Ersatzkosten (Leuchte) bewegen sich je nach Steuerung zwischen Fr. 1'300.00 und Fr. 1'700.00. (Stand 2013, Tendenz abnehmend)

5.3 Wiederbeschaffungswert

Berechnung der Wiederbeschaffungswerte:

Teilsegment	Lebensdauer	Ersatzkosten	Bestand	Wiederbeschaffungswert
Kabelanlagen	60 Jahre	50.00 Fr/m	36'040 m	Fr. 1'802'000.00
Tragwerke	40 Jahre	2'000.00 Fr/Stk	890 Stk	Fr. 1'780'000.00
Leuchten	25 Jahre	1'500.00 Fr/Stk	917 Stk	Fr. 1'375'500.00
Total				Fr. 4'957'500.00

Die Ermittlung der Lebensdauer basiert auf Zahlen der Stadt Luzern und deckt sich mit eigenen Erfahrungen.

5.4 Altersstruktur

Anhand der hinterlegten Daten im LIZO (Leitungsinformation-System Zollikofen) kann das Alter der Beleuchtungsanlage relativ genau ermittelt werden. Die Daten für Leuchten und Kandelaber wurden von der Gemeinde Zollikofen im LIZO dokumentiert und sind verfügbar. Die Kabelanlage wurde bislang nur von der BKW Energie AG nachgeführt. Die Kabelanlagen können im LIZO lediglich grafisch dargestellt werden und lassen keine Filtermöglichkeit betreffend Länge, Alter und sonstigen Eigenschaften zu.

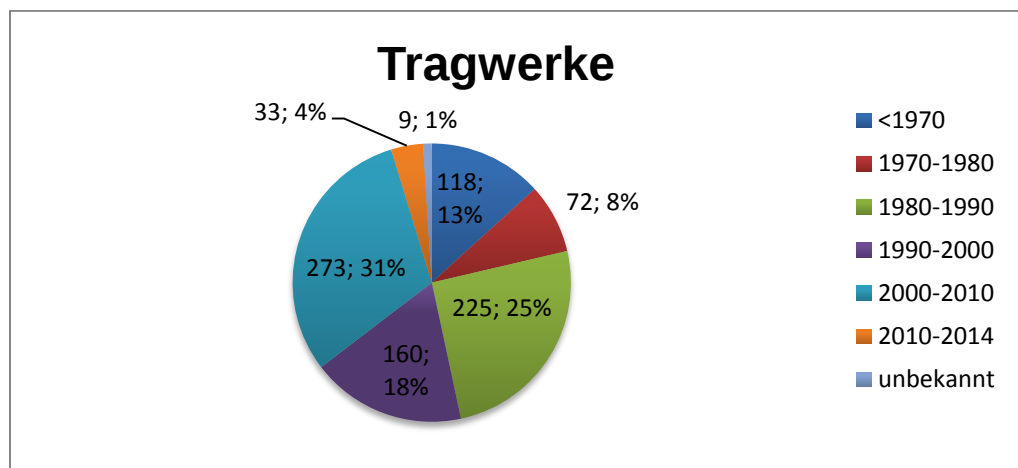
5.4.1 Kabelanlagen

Für die Kabelanlagen liegen bei der Gemeinde bisher noch keine Daten vor. Mit der Übernahme muss die Gemeinde in Zukunft auch die Nachführung der Kabelanlage in einem GIS (Geoinformationssystem) oder im LIZO sicherstellen. Diese Nachführung erfolgt heute durch die BKW Energie AG und ist Bestandteil des Rahmenvertrags Unterhalt. Als Schätzung für

die Alterssituation der Kabelanlagen kann ein Vergleich mit dem Alter der Kandelaber halten. Im Grossen und Ganzen korrespondieren diese Daten, weil noch kein wesentlicher Kandelaberwechsel stattgefunden hat.

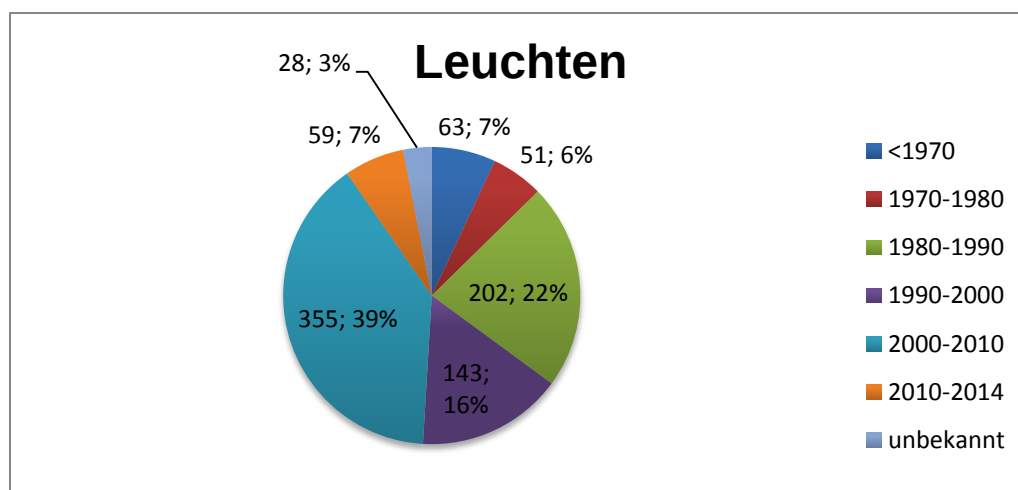
5.4.2 Tragwerke

Die Alterssituation bei den Tragwerken (Kandelaber) ist leicht verschoben. Im Vergleich zu den Leuchten gibt es mehr alte Kandelaber. Das heisst, in vielen Fällen wurden nur die Leuchten getauscht und der Kandelaber wurde weiterverwendet.



5.4.3 Leuchten

Bei den Leuchten fällt auf, dass die meisten, also rund 39%, in den Jahren 2000 bis 2010 erstellt oder ersetzt wurden. Bei einer Lebensdauer von 25 Jahren hätten alle Leuchten vor 1990 diese bereits überschritten. Dabei handelt es sich vor allem um Leuchten des Typs Luminor, Hamolux, Philips mittel und Philips klein.



6 Anlagensteuerung

6.1 Grundsteuerung

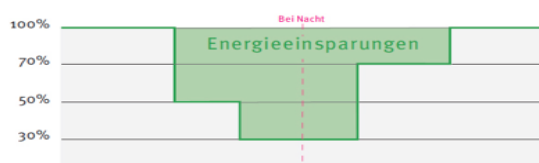
Das Grundsteuersignal zum Ein- und Ausschalten der ÖBZ erfolgt durch die BKW Energie AG mittels Dämmerungsschaltung. Die Empfindlichkeit der Dämmerungsschaltung kann eingestellt werden.

6.2 Steuerung konventioneller Leuchten

Die konventionellen Leuchten verfügen im Gegensatz zu den LED-Leuchten über kein integriertes Steuergerät und können deshalb nur bedingt ein- und ausgeschaltet werden. Ein Dimmen ganzer Strassenabschnitte ist eingeschränkt möglich, jedoch mit einem hohen Installationsaufwand verbunden. Darum ist die Investition zur Aufwertung einer konventionellen und veralteten Leuchte gegenüber dem Ersatz durch eine moderne Leuchte nicht sinnvoll.

6.3 Steuerung der LED-Leuchten

Die neu installierten LED-Leuchten verfügen alle über integrierte Steuerungen (Standard Steuerung) mit voreingestelltem Absenkmuster (siehe nachfolgende Grafik). Mit dieser zeitabhängigen Leistungsreduktion lassen sich die durchschnittlichen Beleuchtungszeiten auf dem Leistungsniveau von 100% von 4300 Stunden auf 3410 Stunden pro Jahr reduzieren. Gezielte Anpassungen dieser Absenkmuster sind auch nach der Inbetriebnahme möglich.



Werkseinstellung einer Teceo Leuchte von Shreder

Weitere Betriebsoptimierungen respektive Energieeinsparungen können erreicht werden, wenn die LED-Leuchten mit intelligenten Steuerungen, Sensorik und Kommunikationsschnittstellen ausgestattet werden. In Zollikofen sind am Zugangsweg zum Bahnhof Oberzollikofen und vor der Gemeindeverwaltung solche installiert worden. Der Kanton Bern hat das Teilstück Bernstrasse von der Kreuzung Steinibach bis etwa Höhe Migros mit Bewegungsmeldern ausgerüstet und verspricht sich eine Energieersparnis von ca. 85%. Konkrete Resultate aus diesen Teststrecken liegen noch keine vor.

7 Finanzierung

7.1 Betriebskosten heute

Bisher wurden die Leistungen der BKW Energie AG an der öffentlichen Beleuchtung von dieser vorfinanziert und anschliessend dem Anlagenkapital belastet. Die Gelder für Tiefbauarbeiten und kleinere Reparaturen wurden im Gemeindebudget eingestellt. Durchschnittlich wurden so jährlich um die Fr. 22'000.00 über den Budgetposten (Konto Nr. 622.314.02 Unterhalt und Verbesserungen Dritter) in die Erneuerung der Beleuchtung investiert. Für das Jahr 2014 wurde dieser Betrag auf Fr. 85'000.00 erhöht um die Aufwendungen, die vorher über die BKW Energie AG liefen, aufbringen zu können.

Die jährlichen Betriebskosten für die öffentliche Beleuchtung setzen sich folgendermassen zusammen: (Rechnung 2013/Rechnung 2014/Voranschlag 2015)

Kostenstellen	Rechnung 2013	Rechnung 2014	Voranschlag 2015
Personalkosten	Fr. 64'486.90	Fr. 49'430.00	Fr. 52'310.00
Energie BKW (Stromkosten)	Fr. 96'629.10	Fr. 99'774.80	Fr. 129'990.00
Ersatzmaterial / Materialmiete	Fr. 5'764.40	Fr. 6'565.95	Fr. 6'940.00
Verwaltungskosten	Fr. 23'560.00	Fr. 27'860.00	Fr. 28'460.00
Unterhalt und Leitungszins ³	Fr. 184'752.45	Fr. 0.00	Fr. 0.00
Kapitalkosten ⁴	Fr. 0.00	Fr. 184'800.00	Fr. 166'320.00
Leistungen Dritter	Fr. 48'287.45	Fr. 79'252.90	Fr. 91'000.00
Total inkl. MWST	Fr. 423'480.30	Fr. 447'683.65	Fr. 475'020.00

³ Kapitaldienst an die BKW Energie AG 10% des Anlagenkapitals

⁴ Abschreibungen (10% auf Restbuchwert) + Zinsen (Ref. Zinssatz 2%) nach HRM I

7.2 Werterhaltende Massnahmen

Bei der zu erwartenden Lebensdauer für Kabelanlagen, Kandelaber und Leuchten ergeben sich für einen Wiederbeschaffungswert von Fr. 4'933'500.00 jährliche Werterhaltungskosten von Fr. 128'653.00.

Teilsegment	Wiederbeschaffungswerte	Erneuerungsrate	Wererhaltungskosten
Kabelanlagen	Fr. 1'802'000.00	1.67%	Fr. 30'093.00
Tragwerke	Fr. 1'780'000.00	2.5%	Fr. 44'500.00
Leuchten	Fr. 1'351'500.00	4%	Fr. 54'060.00
Total	Fr. 4'933'500		Fr. 128'653.00

Unter den werterhaltenden Massnahmen versteht sich der kontinuierliche altersbedingte Ersatz der Beleuchtungsanlage. Ausgehend vom Wiederbeschaffungswert ist für die werterhaltenden Investitionen anhand der Lebensdauer für Leuchten, Kandelaber und der Kabelanlagen ein jährlicher Betrag von Fr. 128'653.00 bereitzustellen.

Von der Lebensdauer ausgehend müssten demzufolge jährlich 36 Leuchten, 22 Kandelaber und 600 Meter Kabel ersetzt werden.

Teilsegmente	Lebensdauer	Ersatzkosten	Bestand	Ersatz	Investition
Kabelanlage	60 Jahre	50.00 Fr/m	36'040 m	600 m	Fr. 30'093.00
Tragwerke	40 Jahre	2'000.00 Fr/Stk	890 Stk	22 Stk	Fr. 44'500.00
Leuchte	25 Jahre	1'500.00 Fr/Stk	901 Stk	36 Stk	Fr. 54'060.00
Total					Fr. 128'653.00

8 Entwicklung der öffentliche Beleuchtung

8.1 Grundsatz

Künftige Erneuerungen müssen mittels LED Technik realisiert werden. Ein kompletter, möglichst schneller Umstieg auf LED in der gesamten Strassenbeleuchtung, wie er zum Teil von anderen Gemeinden vorgelebt wird, ist verlockend. Die Energieeinsparmöglichkeiten sind gemessen an den bisherigen Verbräuchen sehr hoch. Jedoch beinhaltet ein zu schneller Umstieg Risiken und Nachteile und ist mit hohen Investitionskosten verbunden. Ein moderater Umstieg auf LED Technik im Rahmen der werterhaltenden Massnahmen kann in der Gemeinde Zollikofen auf weite Sicht (25 Jahre) umgesetzt werden und ist deshalb anzustreben.

8.1.1 Langfristige Auswirkungen beim Wechsel auf LED Leuchten

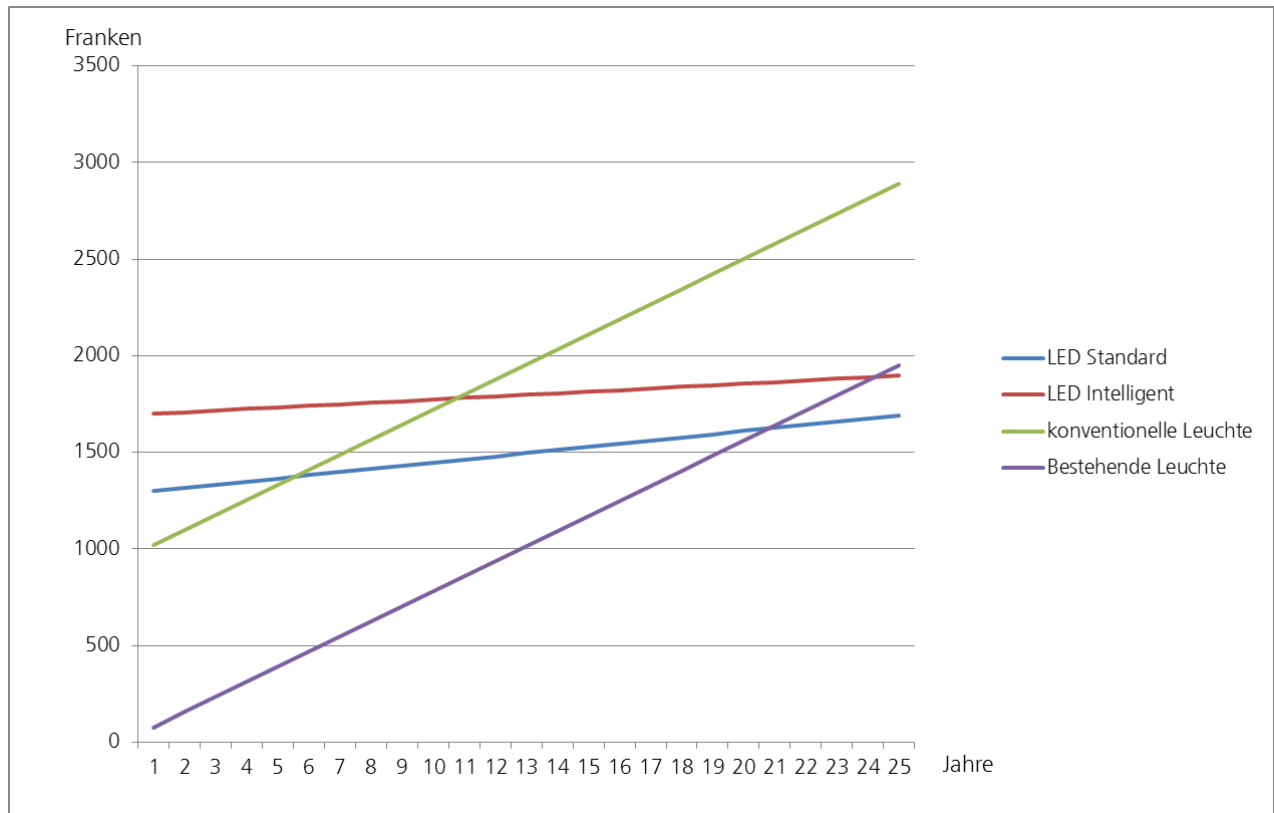
Im Gegensatz zu konventionellen Leuchten, bei welchen durchschnittlich alle 4 Jahre das Leuchtmittel und nach 15 Jahren das Vorschaltgerät ersetzt werden, wird bei einer LED Leuchte nach 25 Jahren der komplette Ersatz nötig. Das bedeutet, der Wechsel auf LED-Leuchten wird gemäss der GBP in 20-25 Jahren abgeschlossen sein und anschliessend beginnt der Ersatz der ältesten LED Leuchten von neuem. Somit verstehen sich die Werterhaltungskosten aus Kapitel 7.2 nicht als Kosten für den Systemwechsel von konventionellen – auf LED- Leuchten sondern als stetig wiederkehrende Investition in eine funktionierende öffentliche Beleuchtung.

In der GBP werden die Investitionskosten von Erneuerungsetappen immer mit den daraus resultierenden Energieeinsparungen verglichen. Die über den Systemwechsel zu erwartenden Einsparungen finanzieren die Investitionskosten durch den geringeren Verbrauch während dem Lebenszyklus einer Leuchte. Wie sich dieser Effekt beim Ersatz von LED-Leuchten in 25 Jahren verhält, kann nicht beziffert werden.

Eine Vollkostenrechnung die den Bau, den Betrieb und den Unterhalt miteinschliesst zeigt, dass der Systemwechsel sogar dem Vergleich mit dem Weiterbetrieb von bestehenden Leuchten standhält. Die Berechnung enthält die Kosten für Leuchten, Montage, Ersatzteile und Unterhaltsarbeiten.

Vollkostenrechnung für den Betrieb verschiedener Leuchten über 25 Jahre

	LED Standard 24W	LED intelligent 24W	konventionelle Leuchte 70W	Bestehende Leuchte 70W
Leuchtenpreis	820.00	1'220.00	540.00	0.00
Montage- und Inbetriebnahmekosten	480.00	480.00	480.00	0.00
Leuchtmittel (Fr. 31.00; Intervall 4 Jahre)	0.00	0.00	193.75	193.75
Arbeit Leuchtmittelwechsel			250.00	250.00
Total Aufwand Installation und Unterhalt	1'300.00	1'700.00	1'463.75	443.75
Elektrische Energie in Fr/Jahr	16.35	8.20	60.20	60.20
Total Energie	408.75	205.00	1'505.00	1'505.00
Total Kosten über 25 Jahre	1'708.75	1'905.00	2'968.75	1'948.75



8.2 Schneller Umstieg auf LED-Leuchten?

8.2.1 Risiken

Bei den LED Leuchten fehlen aussagekräftige Langzeiterfahrungen. Die mit bis zu 100'000 Stunden angegebene Leuchtdauer beruht auf Tests in Laborumgebung während 6'000 Stunden und wird hochgerechnet. In Wirklichkeit hat noch keine LED Leuchte ihre Lebenszeit von 100'000 Stunden erreicht. Dafür wären bei einem Dauertest 11.4 Jahre nötig. Keine der zurzeit verbauten LED Leuchten war vor über 10 Jahren schon verfügbar.

Die Entwicklung geht derart schnell voran, dass sich Produkte der gleichen Reihe innerhalb der letzten 2 Jahre schon stark unterscheiden.

In Sachen intelligente Steuerungen wurden bisher nur Teststrecken realisiert. Interne und externe Steuerungen werden eingesetzt. Die Schnittstellen zu den entsprechenden Steuergeräten sind herstellerabhängig und die Softwareumgebungen sind ebenfalls nicht produktneutral. Dies zeigt, dass die Entwicklung in diesem Bereich in vollem Gange ist, jedoch noch in den „Kinderschuhen steckt“.

8.2.2 Nachteile

Ein zu schneller Umstieg auf LED-Leuchten bringt gleich mehrere Nachteile. Mit garantierten 100'000 Betriebsstunden sollte eine LED-Leuchte rund 25 Jahre ihren Dienst leisten. Bei einer kompletten Umstellung kann während dieser Zeit nicht vom Fortschritt in der Technologie profitiert werden, da keine Leuchtenwechsel anstehen. Bei einer rigorosen Umstellung müssten bestehende Leuchten vorzeitig ersetzt werden. Die Entsorgung relativ neuer Beleuchtungskomponenten widerspricht dem Nachhaltigkeitsprinzip und verursacht Mehrkosten.

8.3 Moderater situationsgerechter Umstieg auf LED-Leuchten

Der Wechsel auf LED-Leuchten ergibt im Rahmen der werterhaltenden Massnahmen am meisten Sinn. Alte, ineffiziente Leuchten werden durch Leuchten, die auf dem neusten Stand der Technik sind, ersetzt. Der Leuchtenersatz soll jeweils auf einem möglichst zusammenhängenden Strassenabschnitt erfolgen, um eine gleichmässige Ausleuchtung zu erreichen. Durch die stetigen Investitionen in die Beleuchtungsanlage entsteht keine Überalterung. Die Beleuchtungsanlage entwickelt sich entsprechend dem technischen Fortschritt.

9 Planung

9.1 Grundsatz

Die Planung und Projektierung bildet den Hauptbestandteil der GBP. Hierbei werden Projekte vorgeschlagen, welche dem Werterhalt der Anlage dienen, oder durch gesetzliche Vorgaben notwendig werden und aus ökologischer wie wirtschaftlicher Sicht sinnvoll sind. Der Umfang dieser Projekte ist abhängig von den zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln. Der Zeitpunkt kann durch Vorgaben von Fristen (Gesetze) oder Abhängigkeiten mit grossen Sanierungs- oder Neubauprojekten beeinflusst werden. Für den technischen Rahmen dienen Erkenntnisse aus der Ist-Zustandsanalyse, Vorgaben aus der Gemeindepolitik sowie die aktuellen Anforderungen an den Stand der Technik.

9.2 Ersatz der Kabelanlagen

Die Kabel lassen sich nur schlecht auf ihren Zustand überprüfen. Die Erneuerung muss ähnlich wie bei den Tragwerken gekoppelt an Projekte der BKW Energie AG oder an Strassensanierungsprojekte mit Belagersatz erfolgen. Der häufigste Ersatz wird aber nach wie vor beim Beheben von Störungen stattfinden.

9.3 Ersatz der Tragwerke

Bei den Tragwerken wird mit einer Lebensdauer von 40 Jahren gerechnet. Die ältesten Tragwerke, solche aus Holz, gehören zum Teil noch der BKW Energie AG, weil sie auch der elektrischen Zuleitung der Hausanschlüsse übers Dach dienen. Sobald die BKW Energie AG ihre Leitungen in den Boden verlegt, ist der Zeitpunkt für den Kandelaberersatz gegeben. Die Stahlkandelaber, die ihrerseits die 40 Jahre überschritten haben, müssen visuell geprüft und bei gravierenden Mängeln ersetzt werden. Der strassenmässige Ersatz ist im Zusammenhang mit Strassenbauprojekten zu planen.

9.4 Ersatz der Leuchten

Die LIZO-Daten, gefiltert nach Leuchtentyp und Alter, können für die Eingrenzung des Leuchtenersatzes verwendet werden. Als erste Tranche müssen die ältesten Leuchten ersetzt werden. Diese Leuchten wurden in den Jahren von 1963 bis 1988 in Betrieb genommen. Demzufolge stehen auch die letzten im Jahr 1988 verbauten Leuchten bereits über 25 Jahre im Einsatz. Im Moment sind dies 129 Leuchten mit einer Leistung von 17'350 W. Beim Ersatz dieser Leuchten im Rahmen der werterhaltenden Massnahmen durch LED-Leuchten

kann die installierte Leistung um rund 14'000 W reduziert werden. Diese Umrüstung ist unter dem Namen Luminor (siehe Massnahmenkatalog GBP 4.3 – 4.14) für die nächsten vier Jahre vorgesehen und hat eine jährliche Energieeinsparung von rund 50 MWh zur Folge.

10 Abhängigkeiten bei der Planung

Als Abhängigkeiten, welche bei der Planung der werterhaltenden Massnahmen berücksichtigt werden müssen, gelten die Strassensanierungsprojekte und Neuerschliessungen von Überbauungen.

10.1 Strassensanierungsprojekte

Für die werterhaltenden Massnahmen im Bereich der Kandelaber und der Kabelanlage ist vor allem die Realisierung in Kombination mit Strassensanierungsprojekten interessant. Idealerweise werden in Strassensanierungen auch die Werkleitungen instand gestellt. Mit der Koordination der verschiedenen Werke können Kosten eingespart werden. Gleichzeitig können bei solchen Bauprojekten wenn nötig auch die Kandelaberstandorte neu definiert werden. In diesen Fällen werden die Abstände der Kandelaber optimal zu den neuen Leuchten abgestimmt. Dies im Gegensatz zum Leuchtenersatz, wo oft Kompromisse in Bezug auf Abstände und Anzahl der Leuchten eingegangen werden müssen.

Diese Strassensanierungsprojekte sind im Investitionsplan enthalten und werden jeweils auf die nächsten fünf Jahre hinaus geplant. Für die geplanten Massnahmen bezüglich Luminorersatz sind die Sanierungen Gantrischstrasse, Hirzenfeldweg, Lätternweg und Stockhornstrasse relevant.

10.2 Neuerschliessungen

Mit Neuerschliessungen ist der Neubau von Beleuchtungsanlagen gemeint. In naher Zukunft werden in Zollikofen die Schäferei und die Lättere überbaut.

Die Überbauung Schäferei wird mit einem öffentlichen Fussweg durchgängig erschlossen, welcher auf der einen Seite in die Schäfereistrasse mündet. Eine Sanierung der Beleuchtung an der Schäfereistrasse ist mit dem Luminorersatz in der GBP bereits vorgesehen. Bei einer Koordination der Beleuchtungssanierung Luminor und der Neuerschliessung des Fusswegs können die Beleuchtungssituationen optimal aufeinander abgestimmt werden.

Nach der Überbauung des Gebiets Lättere wird auch der Lätternweg einer Sanierung unterzogen. Dabei müssen die Beleuchtungspunkte entlang des Lätternwegs neu geplant werden. Bei der Planung der Strassenbeleuchtung ist auf die Schnittstellen zu den beleuchteten Gehwegen der Überbauung zu achten.

11 Anforderungen an neue Beleuchtungskomponenten

Für die Planung von Beleuchtungsanlagen werden mit der GBP die minimalen technischen Anforderungen an die Komponenten definiert. Diese Anforderungen entsprechen dem momentanen Stand der Technik, müssen aber periodisch der schnellen Entwicklung der LED- und Steuerungstechnik angepasst werden.

11.1 Fundamente

Neue Fundamente werden ausschliesslich mit den Fundamentrohren der Standard-Serie von Symalit eingesetzt. Diese Fundamente haben gegenüber den Fundamenten aus Betonrohren den Vorteil, bei einer Belastung durch eine Kollision nicht zu zerbrechen.

Fundamentrohre, Serie Standard, Typ A

Aus HDPE (Patent.Nr. 2526-96/CH/D/A), mit seitlich angebrachten Kabeleinführungs-Flexrohre

- Für Beleuchtungsmasten, Strassenbeleuchtung mit Leuchtpunkthöhen bis 10 Meter
- Für wirtschaftliche Kabelmontagen
- Diverses Zubehör lieferbar
- Auf Wunsch mit Einbauplan



11.2 Kandelaber

In Zollikofen werden weiterhin die konischen Standardkandelaber eingesetzt werden. Diese sind nach der Norm EN 40 berechnet und zertifiziert. Diese Standardkandelaber weisen ein gutes PreisLeistungsverhältnis auf, sind in ganz Europa etabliert und der Ersatz auf Jahre hinaus gewährleistet.

11.3 Leuchten

Der Ersatz von Leuchten ist nur noch mittels LED-Leuchten vorgesehen. In der Gemeinde Zollikofen kommen heute drei verschiedene LED-Leuchtentypen zum Einsatz. Mit der Beschränkung auf zwei Leuchten wird einer wilden Typenvielfalt vorgebeugt und das Risiko oder die Abhängigkeit von nur einem Hersteller minimiert.

Leuchte Teceo 1



Die Teceo1-Leuchte von Schreder wird in Bereichen mit motorisiertem Verkehr eingesetzt. Die Leuchte kann mit verschiedenen LED-Modulen und Optiken den Anforderungen an die Strassengestaltung und Nutzung sowie den einzuhaltenden Vorschriften bezüglich Mindestausleuchtung angepasst werden.

Technische Daten:

Anzahl LED's	16/24/32/40/48 Stück
Leistung	19W-113W
Lichtfarbe	4250K
IP Schutzklasse	66
Gewicht	9.6kg
Lichtpunkthöhe	4-8m
Dimmstufen	vorinstalliert

Kosten installiert:	
Standard Steuerung	ca. Fr. 1'500.00
Intelligente Steuerung	+ Fr 400.00

Leuchte Streetlight 10



Die Streetlight 10 Micro von Siteco kommt vorwiegend als Gehwegbeleuchtung zum Einsatz. Die schlichte, kompakte Leuchte eignet sich gut für Kandelaber mit Höhen zwischen 3.5 und 5 Meter. Die Leuchte kann mit verschiedenen LED-Modulen und Optiken den Anforderungen an die Strassengestaltung und Nutzung sowie den einzuhaltenden Vorschriften bezüglich Mindestausleuchtung angepasst werden.

Technische Daten:

Anzahl LED's	32 Stück
Leistung	11W/28W
Lichtfarbe	4000K
IP Schutzklasse	66
Lichtpunkthöhe	3.5-5m
Dimmstufen	vorinstalliert

Kosten installiert:	
Standard Steuerung	ca. Fr. 1'000.00
Intelligente Steuerung	+ Fr 400.00

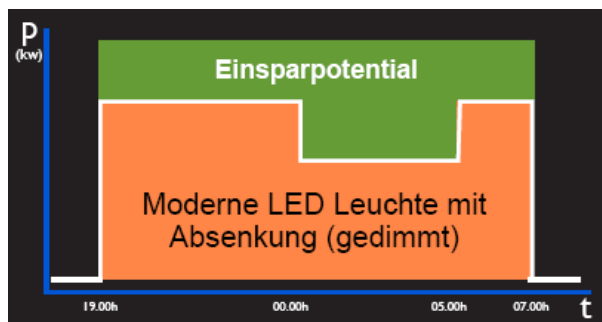
11.4 Steuerungen

Mit der neuesten Fassung des Umsetzungsprogramms 2016/20 der politischen Führung von Zollikofen wird unter dem Leitsatz 3 „Wir tragen zur Natur und zur Umwelt Sorge“ mit dem Lösungsansatz 3.5 „Lichtverschmutzung bekämpfen und intelligente Steuerung der öffentlichen Beleuchtung prüfen“ auch die Bereitschaft zur Prüfung der Einführung von intelligenten Steuerungen signalisiert. Der Reduktion von Lichtverschmutzung wird durch den Einsatz von LED Leuchten mit gerichtetem Licht und der Reduktion von Beleuchtungsstärken und – Zeiten mittels intelligenten Steuerungen entsprochen.

Jede LED Leuchte kann mit unterschiedlichen Steuerungen ausgerüstet werden. In der GBP wird grundsätzlich zwischen einer Standard und einer intelligenten Steuerung unterschieden.

11.4.1 Standard Steuerung

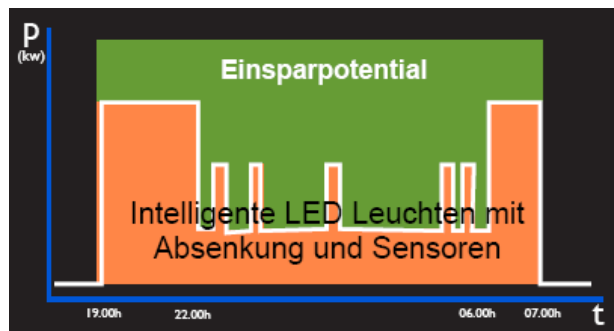
Mit der Standard Steuerung ist es möglich das Beleuchtungsniveau zu frei definierbaren Zeiten abzusenken. Je nach Strassentyp und Verkehrsaufkommen kann damit die Grundausschleuchtung meist mehrstufig um bis zu 70% reduziert werden. Diese Steuerungen sind Bestandteil der Leuchten und werden auf Wunsch des Bestellers vor der Auslieferung entsprechend parametrisiert. Nachträgliche Änderungen können nur vom Leuchtenhersteller vorgenommen werden.



11.4.2 Intelligente Steuerung

Die intelligente Steuerung verfügt über alle Funktionen der Standard Steuerung und findet ebenfalls Platz in der Leuchte. Erweitert mit einem Bewegungssensor und einem Kommunikationsmodul wird sie zur "intelligenten Steuerung". Mit dem Bewegungssensor können Verkehrsteilnehmer erkannt und die Beleuchtung entsprechend angepasst werden. Somit ist ein Ausschalten der Grundausschleuchtung in den späten Nachtstunden theoretisch möglich. In der Praxis wird oft ein Lichtniveau von 10-20% gehalten um die beleuchteten Strecken anzudeuten. Zusätzliche Einsparungen gegenüber der Standard Steuerung bis zu 50% sind

damit möglich. Die Programmierung dieser Steuerungen geschieht vor Ort während der Inbetriebnahme. Dazu wird mit einem Tablet-Computer und der entsprechenden Software über Funk direkt auf die Leuchte zugegriffen.



11.4.3 Standard vs. intelligente Steuerung

Für den Entscheid, ob Erneuerungen mit Standard oder der intelligenten Steuerung erfolgen sollen, müssen in erster Linie die Investitionskosten in Relation zu den Einsparungsmöglichkeiten beim Energieverbrauch herangezogen werden. Dieser Vergleich hängt stark von den Preisen der Leuchten und den Energiepreisen ab und muss jährlich abgeglichen werden. Die entsprechenden Tabellen sind im Massnahmenkatalog unter Punkt 2 und 3 abgebildet. Für die Wahl der richtigen Steuerung müssen weitere Vor- und Nachteile berücksichtigt werden, welche sich nicht in Zahlen ausdrücken lassen und für die bis heute einschlägige Erfahrungen fehlen.

Standard Steuerung	Intelligente Steuerung
Vorteile - Einfache Bedienung - keine zusätzlichen Komponenten - Standardbauteile - Preis	Vorteile - Licht bei Bedarf - hohe Flexibilität - Anpassungen jederzeit möglich - Wochentags abhängige Steuerung möglich - Anpassungen bei Veranstaltungen möglich - höchste Energieeinsparung
Nachteile: - Parametrierung nur über Hersteller	Nachteile: - Zusätzliche Komponenten erhöhen die Störungsanfälligkeit - Preis

Die Kosten-Nutzenfrage tendiert im Moment in Richtung Standardsteuerung. Für die intelligente Steuerung sprechen die Energieeinsparung und die zusätzliche Reduzierung der Beleuchtungsstärke, welche von vielen Anwohnern als störend (blending) empfunden wird.

Ein Grundsatzentscheid für eine dieser Steuerungen kann nicht getroffen werden. Der Einsatz von intelligenten Steuerungen hängt von verschiedenen Faktoren ab und muss situationgerecht erfolgen. Einzelleuchten werden im Standard ersetzt, da intelligente Steuerungen nur im Verband (ganzer Strassenzug) zur Anwendung kommen.

11.5 Normalien für Beleuchtungskomponenten der ÖBZ

Leuchtmittel	LED kalt-weiss
Leuchtentyp	Schreder Teceo 1 / Siteco Streetlight
Steuerung	Standard: programmierbare Nachtabenkung Intelligent: Bewegungsmelder Funkanbindung
Kandelaber	Euro-Kandelaber konisch nach En 40
Fundament	Symalit Fundamentrohr Serie Standard

12 Genehmigung / Inkraftsetzen

Vom Gemeinderat genehmigt anlässlich seiner Sitzung vom 19. Juni 2015.

Das Konzept tritt am 19.06.2015 in Kraft.

GEMEINDERAT ZOLLIKOFEN

Daniel Bichsel
Präsident

Roland Gatschet
Sekretär

13 Glossar

GBP	Generelle Beleuchtungsplanung
LED	Light-emitting diode, dt. Licht-emittierende Diode
LIZO	Leitungsinformationssystem Zollikofen
GIS	Geoinformationssystem
ilight	Steuerung der Firma esave für LED Leuchten mit Bewegungsmelder
Lichtpunkt	Kandelaber inklusive Leuchte und Leuchtmittel
Leuchte	Leuchtengehäuse inklusive Vorschaltgerät/Steuerung und Leuchtmittel
Tragwerk	Kandelaber inklusive Fundament und Sicherungsblock
Kabelanlage	Schutzrohre und Kabel ab Sicherungsblock im Kandelaber bis zu Anschlussklemme in der Trafostation.