

Tiefbauamt

Office des ponts et  
chaussées

Bau-, Verkehrs-  
und Energiedirektion  
des Kantons Bern

Direction des travaux  
publics, des transports  
et de l'énergie  
du canton de Berne

**Wettbewerbsdossier Prix Excellence**  
Kategorie: Intelligentes Sparen

## **Licht nach Bedarf - 3-mal sparen mit intelligent gesteuerter LED-Strassenbeleuchtung**



### **Kontakt**

Tiefbauamt des Kantons Bern  
Stephan Breuer  
Leiter Dienstleistungszentrum / Stv. Amtsvorsteher  
Reiterstrasse 11, 3011 Bern  
Telefon: 031 / 633 35 36  
[stephan.breuer@bve.be.ch](mailto:stephan.breuer@bve.be.ch)

## 1. Licht nach Bedarf - 3-mal sparen mit der Strassenbeleuchtung

Fast kein Tag vergeht, ohne dass in den Medien irgendetwas zum Thema Energiewende oder der Energiestrategie des Bunds zu lesen ist. Dabei geht es meistens um Fragen der Machbarkeit oder der Kostenfolge. Leider viel zu oft mit dem Kommentar, es werde teuer oder sei nicht machbar.

Hier will der Kanton Bern anhand eines konkreten Anwendungsbeispiels zeigen, wie mit innovativen Lösungen die Ziele der Energiestrategie zu erreichen sind. Die zentralen Pfeiler unserer Energiestrategie ist die Energieeffizienz. Das heisst, dass wir künftig wesentlich sparsamer mit Energie umgehen müssen als bisher. Sparen in diesem Sinne ist positiv. Es heisst: Weniger Ressourcenbedarf, weniger Umweltbelastung, weniger Abhängigkeit und weniger Kosten.

Grund genug in Zeiten der alljährlichen Sparprogramme im Tiefbauamt zu schauen, wie wir beim Stromverbrauch sparen können. Strom sparen im Tiefbauamt heisst: Bei den Strassenleuchten. Immerhin sind wir für rund 27'000 Strassenleuchten verantwortlich, die viele Stunden auf eher leeren oder gänzlich verlassen Kantonsstrassen leuchten. Denn mitten in der Nacht schlafen Herr und Frau Schweizer grossmehrheitlich.

### 1.1 Inhalt des Projekts "Licht nach Bedarf"

Einem kleinen Projektteam im Tiefbauamt war schnell klar: Wir brauchen für unsere Kantonsstrassen-Leuchten einen Bewegungsmelder, wie wir ihn vom Treppenhaus oder der Eingangstür her kennen. Das hätten clever gesteuerte LED-Leuchten, die Licht nach effektivem Bedarf liefern würden. Dank der intelligenten Steuerung machen solche Strassenlampen genau dort und nur dann Licht, wenn man es wirklich braucht.

Sind keine Strassennutzer unterwegs, brennt eine hoch effiziente Orientierungsbeleuchtung. Diese



reicht aus, um sich auf der Strasse zurechtzufinden. Kommen Autos, Velos oder Fussgänger in den Umkreis der Leuchten, wird es heller: Die Beleuchtungsstärke steigt auf Normniveau.

Da die Leuchten mit ihren Nachbarn kommunizieren, leiten sie die Kontaktmeldung weiter. Die Nachbarn leuchten dann recht-

zeitig ebenfalls mehr. So bildet sich eine Art Lichtteppich, der dem Strassennutzer vorseilt.

### 1.2 Relevanz der Strassenbeleuchtung

Licht im Dunkel das ist eine Qualität. Und dort wo sich langsamer (Fussgänger, Velofahrer) und schneller Verkehr (motorisierte Fahrzeuge) kreuzen, ist es auch ein echter Sicherheitsgewinn. Diesen gibt es aber nicht gratis und auch nicht ohne Energie. Ganze 13 Gigawattstunden jährlich verbrauchten alle herkömmlichen Strassenlampen im Kanton Bern zusammen.

Egal, wo wir klimapolitisch stehen - die Physik ist von unserer Gesinnung gänzlich unbeeindruckt. Und sie ist nicht diskussionsbereit: Licht braucht Energie und Energie kostet Geld. Von beidem hat der Kanton Bern nicht wirklich zu viel. Doch mit dem Einsatz von intelligent gesteuerten LED-Leuchten kann der Energieverbrauch bei jeder sanierten Anlage um 80 % bis 95 % gesenkt werden. Würde der Kanton Bern alle rund 27'000 Leuchtpunkte umrüsten, könnte er nebst viel Energie auch über 2.5 Millionen Franken jährlich einsparen. Für das Tiefbauamt war schnell klar: Hier lohnt

es sich genauer hinzuschauen, lässt sich doch neben viel Energie und damit CO<sub>2</sub> noch mehr Geld sparen. Und die Lichtqualität wird erst noch besser.

### 1.3 Ausgangslage bei der Strassenbeleuchtung

Der Zeitpunkt für eine Grundsanierung der öffentlichen Strassenbeleuchtung war im Kanton Bern historisch günstig: Zahlreiche Beleuchtungsanlagen der ersten Generation haben ihr technisches Lebensende überschritten. Entsprechend zeichnet sich für die nächsten Jahre und Jahrzehnte eine andauernde Substanzerhaltungsaufgabe bei über 50 % der Bernischen Strassenleuchten ab. Die alten Leuchtenköpfe müssen nach über 40 Jahren, Regen, Schnee und Wind ausgesetzt, ausgetauscht werden, da das Material ermüdet ist. Die mechanische Sicherheit auf acht bis zehn Metern Höhe über unseren Kantonsstrassen lässt ein Abwarten nicht zu.

Dass dieser Austausch mit zukunftsfähiger und hoch effizienter Technik realisiert werden muss, war im Sinne von zukünftig minimalen Lebenszykluskosten von Beginn an klar. Aus diesem Grund hat das Tiefbauamt die Zukunft seiner Strassenbeleuchtung in den letzten 2.5 Jahren grundlegend neu aufgegleist.

## 2. Zielgruppe und Kundennutzen

Bei der Entwicklung der neuen Lösungen standen dabei die Hauptanspruchsgruppen der öffentlichen Beleuchtung im Fokus. Deren Bedürfnisse an die Strassenbeleuchtung zeigen nachfolgend eine grosse Übereinstimmung im technischen Lösungsansatz, die das "Licht nach Bedarf"-Konzept besser als jede bekannte Alternative zu erfüllen mag.

### 2.1 Strassennutzer

Die Nutzer unser Kantonsstrassen möchten eine hinreichende Ausleuchtung des Strassenraums, wenn sie diesen benutzen. Wie und ob der Strassenraum in Zeiten der Nichtbenutzung erleuchtet ist, interessiert die Strassennutzer nicht. Da die Fahrzeugbeleuchtungen die Strassen ausserhalb der Ortschaften nicht taghell erleuchten, ist eine zu intensive Beleuchtung der Ortsdurchfahrten oder Verzweigungen von Nachteil (Blendwirkung).

Der Ansatz des Tiefbauamts setzt deshalb von Beginn an auf ein dynamisches Licht: Kommt ein „Kunde“ mit Personenwagen, Velo oder zu Fuss vorbei, fahren die Leuchten in dessen Umgebung ihre Leistung hoch. Der Kunde läuft oder fährt auf einem Lichtteppich durch die Ortschaft. Hat der Kunde eine Leuchte passiert, geht diese sanft in einen Stand-by-Modus. So bleibt auch ohne Kunden eine hocheffiziente Orientierungsbeleuchtung im Ort.

### 2.2 Anrainer

Die Anrainer von Kantonsstrassen haben im Wesentlichen zwei Ansprüche an die öffentlichen Beleuchtung: Zum einen möchten sie genug Licht haben, wenn sie als Strassennutzer unterwegs sind (siehe oben), und zum anderen möchten sie das Strassenlicht nicht permanent im Wohnraum oder Schlafzimmer haben.

Der Ansatz des Tiefbauamts konzentriert sich deshalb einerseits auf die optisch deutlich besser abgrenzbare LED-Technik, andererseits auf eine hocheffiziente Orientierungsbeleuchtung bei nicht genutzter Strasse, d. h. während eines Grossteils der Nachtstunden. Zudem wird ein sanfter Übergang zwischen Orientierungsbeleuchtung und Beleuchtung bei Kundenkontakt angestrebt.

### 2.3 Mitarbeitende Tiefbauamt / Unterhaltspersonal

Für die Mitarbeitenden im Tiefbauamt oder Unterhaltspersonal Dritter stellt die Arbeit am Leuchtenkopf immer ein Risiko dar. Einerseits als elektrisches Gerät, andererseits wegen der sicherheitstechnisch sehr bedenklichen Arbeitshöhe von 8 bis 10 Metern über dem Deckbelag. Letztlich ist es

deren Bedürfnis, so selten wie nötig und wenn, dann so sicher wie möglich zum Leuchtenkopf zu kommen.

Der Ansatz des Tiefbauamts ist es deshalb ein technisch-betriebliches Konzept, welches eine extrem lange Lebensdauer der Komponenten zum Ziel hat. Dies wird beim "Licht nach Bedarf" durch die sehr geringen Betriebstemperaturen der LED-Chips während des grossmehrheitlich angewendeten Betriebsmodus "Orientierungsbeleuchtung" sichergestellt, soweit technisch machbar. Im Hinblick auf die Arbeitssicherheit ist das "Licht nach Bedarf"-Konzept dem Status quo weit überlegen, weil es den gesamten Leuchtenkopf von 230V zu einer berührungsfreien Schwachstromleuchte mit 48 oder 24 Volt macht.

## 2.4 Strasseneigentümer und Steuerzahler

Als Strasseneigentümer und Steuerzahler haben wir das gemeinsame Interesse an möglichst geringen Lebenszykluskosten einer Strassenbeleuchtung. Neben den oben bereits erläuterten Wartungs- und Betriebskosten, interessieren hier auch die Anschaffungskosten der neuen Technik.

Im Projekt wurde uns rasch klar, dass die bisherigen Einzelbestellungen in Kleinstmengen in einem Portfolio von über 200 verschiedenen Leuchtentypen von der Industrie mit Einzelanfertigungen und einem entsprechenden Preisniveau beantwortet wurden. Um hier mehr Kosteneffizienz zu erreichen, brauchte es eine radikale Abkehr von der historisch gewachsenen Typenvielfalt und eine zentrale Beschaffung.

## 3. Neuartigkeit des Projekts

Die aus dem Haushaltsbereich bekannte bedarfsgerechte Steuerung des Lichts durch Bewegungsmelder war für die Dimension der Kantonsstrassenbeleuchtung nicht vorbereitet. Weder waren in den LED-Leuchten hinreichend schnelle elektronische Vorschaltgeräte (EVG) eingebaut, noch gab es Sensoren oder andere notwendige Komponenten für das "Licht nach Bedarf" auf 10 Meter Lichtpunkthöhe.

Das Tiefbauamt-Projekt startete mit einem Beleuchtungsprojekt zwar nicht ganz im luftleeren Raum - sowohl aus dem Gebäudemanagement wie auch für Fusswege existierten technische Lösungen - aber mit der Idee "Licht nach Bedarf" bei der Strassenbeleuchtung auf Haupt-/Kantonsstrassen waren wir zunächst ziemlich einsam. Die etablierte Fachwelt beschied uns "geht nicht".

Also ging es mit LED-Leuchten, Sensoren, Steuerungen, einer Kiste voll Industrie-EVG's und einer guten Portion "jetzt erst recht" ins Testlabor - einer Werkstatt und einer Aussenanlage mit rund 300 Meter langem Gässchen mitten im Emmental.

### 3.1 Erkenntnisse aus einer zu hellen Vergangenheit der Strassenbeleuchtung

Die öffentliche Beleuchtung hatte oft eine dunkle oder eben zu helle Vergangenheit: Vielfach wurden der Strassenbeleuchtung zweifelhafte Sonderfunktionen zugeschrieben. Beispielsweise sollten speziell gestaltete Leuchtenköpfe einen Beitrag zur Ortskern- und Strassenraumgestaltung leisten, quasi als "Kunst am Bau". Und wenn die Leuchten schon als Identifikationselement der Standortgemeinde fungieren sollten, dann ist es fast logisch, dass der gewählte Leuchtenkopf von Gemeinde zu Gemeinde verschieden ausfallen sollte.

Zudem wurde die öffentliche Beleuchtung lange Zeit als Garant der öffentlichen Sicherheit positioniert. Eine Rolle, der die beste Strassenbeleuchtung nicht gerecht werden kann. Dennoch wurde die Gleichung "Mehr Licht = mehr Sicherheit" gelebt. Entsprechend wurden viele Anlagen aus heutiger Sicht überdimensioniert.

Verstärkt wurde dieser Effekt punktuell noch durch einen wahren Beleuchtungswettstreit einiger Gemeinden. Hier galt die Beleuchtungsstärke bei der Orteinfahrt als Modernitätsindex der Gemeinde. Im Ergebnis kam es zu einem regelrechten "Wettrüsten in Lux".

Keine dieser genannten Sonderaufgaben war einer effizienten Erfüllung der Kernaufgabe der "öffentliche Beleuchtung" dienlich. Es brauchte einen konzeptionellen Neuanfang in der öffentlichen Beleuchtung. Das Tiefbauamt hat sich deshalb bewusst von alten Dogmen verabschiedet und als ersten Schritt seiner Neuausrichtung eine neue Beleuchtungsstrategie erstellt. Diese umfasst die folgenden 5 Stossrichtungen:

- **Beleuchtung am richtigen Ort** - und nur dort
- **Beleuchtung zur richtigen Zeit** - und nur dann
- **Sanierung der Stromfresserliste**  
(systematischer Ersatz der Quecksilberdampflampen)
- **Watt sparen** - Dimensionierung auf das Minimum:  
Das Tiefbauamt wählt die minimal zulässige Beleuchtungsklasse, innerhalb des Korridors dieser Beleuchtungsklasse wählt das Tiefbauamt die min. Ausleuchtung
- **Technologieentwicklung LED = Licht nach Bedarf**

Die Umsetzung dieser Strategie bildet zusammen mit den entsprechenden (Zwischen-)Ergebnissen die Basis dieses Wettbewerbsdossiers.

### 3.2 Das tatsächliche Potential der LED in der Strassenbeleuchtung

Vor einigen Jahren begann ein regelrechter Hype um die LED. Dabei wurde das Leuchtmittel allein zum Synonym für Energieeffizienz. Leider oft völlig zu Unrecht: Konventionelle Beleuchtungen auf Natriumhochdruckbasis mit einem Verbrauch von 50 Watt wurde durch LED-Lösungen mit 57 Watt Systemverbrauch ersetzt. Solche Pseudoeffizienz konnte kein ernsthafter Lösungsansatz sein.

Inzwischen haben sich die LED weiterentwickelt. Ihre Leuchtmittelleffizienz ist aktuell ca. 30 % besser als die Natriumleuchtmittel. Hier liegt die LED also mit 1 zu 1,3 in Führung. Zweifelsohne eine klare Führung. Allerdings werden solche Einsparungen nur in seltenen Fällen ausreichen um eine LED-Umrüstung in nützlicher Frist zu amortisieren.

Das grosse Sparpotential der Technologie liegt technisch nicht so sehr im Leuchtmittel "LED" selbst, vielmehr verbirgt sich der wahre Schatz im artgerechten Einsatz der Technik: LED-Lampen reagieren unglaublich schnell. Vom Befehl bis zur Umsetzung vergehen nur Millisekunden. Bei den Leuchten der Vorgänger-Generationen (Natriumhochdruck) hingegen dauert es technologiebedingt drei bis vier Minuten vom Startbefehl bis zur vollen Leuchtkraft. Hier hat die LED einen meilenweiten Vorsprung: Nicht 1 zu 1,3 sondern 1 zu 3'000. Damit rechnen sich auch Amortisationszeiten.

Das wirkliche Potential der LED liegt also in deren Reaktionsgeschwindigkeit auf Steuerbefehle. Beleuchtungslösungen, die diesen Vorteil der LED nicht nutzen, verschenken einen Grossteil ihres Potentials.

### 3.3 Suche nach einer pragmatischen Lösung

Das Ziel des Tiefbauamts war es, mit einer intelligenten und bedarfsgerechten Lichtsteuerung das volle Potential des Leuchtmittels LED für die Beleuchtung von Hauptstrassen nutzbar zu machen. In unserem "Testlabor" haben wir im Jahr 2013 etliche Abende mit dem Entwicklungsteam verbracht. Erst indoor in der trockenen Werkstatt, dann outdoor bei jedem Wetter.

So haben wir unterschiedliche Steuerungen und deren "Fernbedienungen" getestet. Manche gingen auf Anhieb - andere nie. Wir analysierten das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten, wie Lampe, Vorschaltgerät, Sensor und Steuerung. Manche harmonisierten problemlos - andere streiten noch heute, wer welchen Dimm-Befehl geben darf. Wir haben gemessen, haben unterschiedliche Bewegungssensoren unter Realbedingungen getestet und haben Daten über das Hitzemanagement der LED-Chips, Ausleuchtungsleistung und Stromeinsparungen analysiert und wir machten sogar Tests zum Lichtverlust bei durch Strassendreck verschmutzten Linsen der LED-Module.

Zwischenfazit: Es gibt eine technische Lösung. Deren Komponenten(preise) lassen ein im Vergleich zum Einsparpotential sinnvolles Kosten-Nutzen-Verhältnis vermuten.

### 3.4 Die 4 Komponenten beim Licht nach Bedarf

Damit dieses "Licht nach Bedarf" funktioniert, braucht es grundsätzlich vier Komponenten:

- eine LED-Leuchte mit kurzer Systemreaktionszeit,
- einen leistungsfähigen Sensor zur Kundenerfassung,
- eine intelligente und zu den Nachbarleuchten vernetzte Steuerung sowie
- eine Programmierungs- und Steuerungssoftware (vorteilhaft mit Auswertungsfunktion).

Mit diesen vier Komponenten kann man die Leuchten einerseits einfach und individuell an ihre Beleuchtungssituation anpassen, andererseits wird die Leuchte interaktiv. Sie erkennt also wann sie



und/oder ihre Nachbarn "Kundenkontakt" haben. So kann die Leuchte ihr volles Stromsparpotential selbst realisieren.

Sind die Leuchten in der Gruppe richtig vernetzt, wird das volle Sparpotential innerhalb der gesamten Leuchtengruppe realisiert und der jeweilige Kunde wird auf einem Lichtteppich durch die Leuchtengruppe geleitet.

Da die Bediensoftware über eine Auswertungsfunktion verfügt, werden die ent-

sprechenden Sparerfolge ohne Zusatzaufwand sofort ersichtlich. Zudem fallen etwaige Programmierungs- oder Einstellungsfehler durch unplausible Werte sofort auf.

Der zuständige Unterhaltsverantwortliche kann sich über einen Mini-Computer in das Programm jeder Leuchte einloggen und für jede Leuchte das Dimm- und Bewegungsprofil oder den Zeitpunkt des Ein- und Ausschaltens individuell festlegen. Die Beleuchtung wird so auf die jeweilige Strassensituation angepasst:



Die Bediensoftware erlaubt eine vollständige Individualisierung jedes Lichtpunkts - wie viel man damit spart, zeigt die Auswertungsfunktion der gleichen Software.

Bei einem Strassenabschnitt mit 6 Metern Breite braucht es einfach weniger Licht als bei der 18 Meter breiten Kreuzung einige Häuser weiter. Aber die Software kann noch mehr: Sie registriert beispielsweise, wie viele Menschen und Autos die Strasse benutzen und wie viel Strom die ausgesuchten Leuchten oder Leuchten-

gruppen in einem Tag, ei-

nem Monat oder in einem Jahr verbraucht haben. Zudem lassen sich spezielle Dimmp Profile für Fest- oder Feiertage innert Sekunden definieren. Die Sparerfolge sind in Echtzeit abrufbar.

## 4. Generalisierbarkeit und Umsetzung im Tiefbauamt

Die theoretische Wirksamkeit einer technischen Lösung ist das Eine, ihre reale Wirksamkeit das Andere - und für uns Praktiker das Entscheidende. Letzte hängt immer von der Anzahl installierter Anlagen ab, denn über den Hebel der Installationsmenge entfaltet die Technik ihre Wirksamkeit - oder eben auch nicht. Das Tiefbauamt wollte deshalb auf Basis belastbarer Praxistests rasch zu einem neuen Standard kommen.

### 4.1 Von der Pilotanlage zum kantonalen Standard

Es galt also zunächst, die Zwischenerfolge im Labor in Pilotanwendung zu überprüfen. In der Oberaargauischen Gemeinde Wynau wurde die Bernstrasse mit intelligenten LED-Leuchten versehen, um das System auf einer viel befahrenen Kantonsstrasse zu erproben. Auch die sanierte Raststätte Grauholz - eines der meist befahrenen Strassenstücke im Kanton Bern - wurde mit der Technologie ausgestattet. Hier wollten wir das Ganze auf einer Nationalstrassennebenanlage erproben. Eine dritte Pilotanlage in Zollikofen verwendet sogar die alten Leuchtgehäuse mit neuem Innenleben auf modernstem Stand der Technik weiter.

Mit diesen Pilotanlagen half das Tiefbauamt auch mit, den Markt für LED-Strassenbeleuchtung voranzutreiben: Wurde für das Pilotprojekt in Wynau noch die gesamte Weltproduktion eines Spezialensors (16 Stück) eingesetzt, waren für die Testanwendungen auf der Raststätte Grauholz oder der Kantonsstrasse in Zollikofen schon Kleinserienprodukte verfügbar.

Die Ergebnisse der Pilotanlagen waren energetisch spektakulär. Vor allem aber waren sie auch technisch bemerkenswert: Keine der Pilotleuchten versagte, ärgerte mit unplausiblen Verhalten oder hatte Kommunikationsprobleme mit Ihren Nachbarn. Alle machten Dienst nach Vorschrift, trotz Prototypenstatus. Fazit des Pilotbetriebs:

- Die Technik existiert und funktioniert problemlos.
- Die Einsparungen sind spektakulär.
- Es besteht nur ein geringer Mehraufwand bei der Erstinstallation, welcher dem Zusatznutzen im Betrieb weit überwiegt.
- Im relevanten Kriterium der prognostizierten Lebenszykluskosten ist die "Licht nach Bedarfs"-Technologie um Faktoren wirtschaftlicher als alle Alternativen.

Auf Basis dieser unerwartet reibungslosen Pilotphase fehlte schlicht jedes Argument, diese Technologie nicht zu standardisieren. Inzwischen ist die «Light on demand»-Technik kantonaler Standard in Bern. Die Geschäftsleitung des Tiefbauamts hat daraufhin beschlossen, ab 2014 alle Beleuchtungsanlagen, sowohl bei Neubau wie auch bei der sukzessiven Substanzerhaltung bestehender Anlagen, mit der "Licht nach Bedarf"-Technik auszurüsten.

### 4.2 Umsetzung durch interne Fachgruppe mit zentraler Beschaffung

Der Bedarf an neuen Leuchten aller kantonsweiten Beleuchtungsprojekte wurde somit erstmals 2014 zusammengefasst. Die benötigten rund 1'000 neue Leuchtenköpfe hat das Tiefbauamt zentral beschafft. Diesmal nicht mehr als Prototypen, sondern in zwei Standardleuchten aus der Serienproduktion. Inzwischen sind diese installiert und fleissig am Sparen.

66 Stück dieser "Licht nach Bedarf"-Leuchten wurden z. B. Ende 2014 auf der Ortsdurchfahrt in Sonceboz in Betrieb genommen – ein Novum in dieser Region. Nach einigen Tagen Installation, Einstellungen und Tests konnte der Betrieb starten. Bei dieser Premiere dauerte das Einrichten aufgrund der zusätzlichen Einstellmöglichkeiten noch etwas länger als bei "dummen" Leuchten. Die

zuständigen Elektriker im Tiefbauamt versichern aber: Sobald man weiss, wie das System funktioniert, geht es rasch.

Das in Sonceboz verwendete Dimmprofil sorgt - wie auch in allen anderen neuen Kantonsanlagen - für einen hoch effizienten Betrieb der Beleuchtungsanlage: Bis zum Ende des Feierabendverkehrs um 20:00 Uhr beträgt die Lichtstärke hier ca. 60 % und zwischen 20:00 Uhr und 6:30 Uhr werden die Leuchten bei sehr tiefer Auslastung der Strasse sogar auf rund 10 Watt gedimmt, wobei dann ein Bewegungsmelder dafür sorgt, dass die Leuchten für jene Zeit hochfahren, die der Kunde auf der Strasse braucht, um die Leuchte zu passieren.

Der Kanton Bern wird weiterhin auf diese smarte LED-Technik setzen. Immer dort, wo eine Leuchtengruppen das Lebensende erreicht, werden wir Strassenzüge mit den cleveren LED-Leuchten ausrüsten. Das wird unser Amt als Daueraufgabe begleiten: Selbst wenn das Tiefbauamt sein Sanierungstempo von über 1'000 Leuchten pro Jahr halten kann, ist die Umrüstung der 27'000 öffentlichen Lichtpunkte auf clevere LED ein Generationenprojekt.

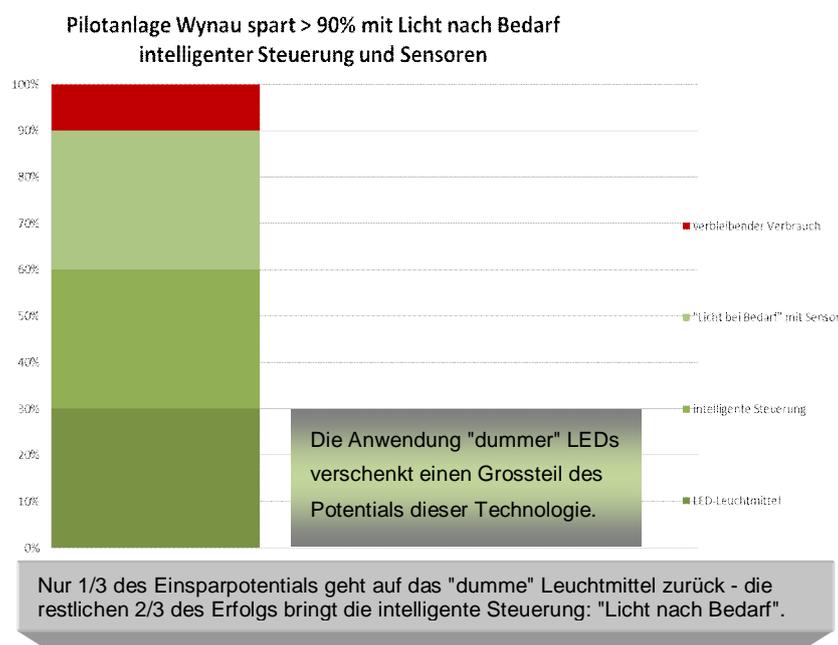
Deshalb wird die Umsetzung der neuen Beleuchtungsstrategie operativ von der amtsinternen Fachgruppe "Beleuchtung" über alle Gebietseinheiten gesteuert. Sie

- ermittelt den kantonsweiten Leuchtenbedarf für die Ausbau- und Umgestaltungsprojekte der Strassenprojektleiter der vier Oberingenieurskreise,
- evaluiert den geeigneten Leuchtentyp,
- koordiniert dessen Beschaffung und Verteilung,
- unterstützt die Projektleiter bei der Abnahme einer korrekt installierten und programmierten Beleuchtungsanlage.

So werden jedes Jahr gut 1'000 Leuchtpunkte energetisch zukunftsfähig. Jeder einzelne Leuchtpunkt wird damit ein Teil der Umsetzung unserer Energiestrategie, ganz konkret, hoch wirksam und (an)fassbar. Jedes mal ein Schritt mehr in Richtung der Energiewende.

## 5. Erfolgsmessung und Einschätzung der Nachhaltigkeit

Energiesparen findet letztlich ganz konkret vor Ort statt, sonst bleibt es nur ein Wunschdenken. Der Kanton Bern realisiert seit 2014 solche konkreten Sparprojekte in der öffentlichen Beleuchtung. Vor etwas mehr als einem Jahr konnte Regierungsrätin Barbara Egger-Jenzer mit der Pilotanlage in Wynau eine Neuheit - nicht nur schweizweit, sondern europaweit - vorstellen. Natürlich haben wir nach einer nachhaltigen Lösung gesucht. Damit stand die LED-Technik im Mittelpunkt, aber im artgerechten Einsatz, wie die grünen Balken in der folgenden Darstellung zeigen:



Mit LED als reinen Leuchtmittelwechsel kann man gut 30 % Einsparungen realisieren. Das ist aber nur der erste Schritt: Weitere 30 % brachte die intelligente Steuerung, mit der man das LED-Licht individuell dimmen und nur genau so viel Licht abrufen kann, wie man bei jeder einzelnen Leuchte an diesem konkreten Standort braucht. Nochmals 30 % Einsparungen brachte das "Licht auf Bedarf": Die LED reagiert so schnell auf den Kundenkontakt der Sensoren, dass wir das Licht interaktiv machen konnten und mitten in der Nacht keine verlassenen Kantonsstrassen mehr auf Vorrat beleuchten müssen.

Wir haben das Potential der LED-Technik wirklich ausgeschöpft. Statt 30 % sparen wir bei unseren Anlagen mit Licht auf Bedarf rund 90 % - sowohl bei der Energie wie auch bei den Betriebskosten. Intelligent gesteuerte LED auf den Quartierstrassen im LED-Park der BKW im Oberfeld in Ostermundigen sind ein Ergebnis der Mitarbeit am Kantonsprojekt "Technologieentwicklung LED", mit dem das Tiefbauamtsprojekt gezeigt hat, dass diese intelligent gesteuerten LED-Leuchten auch an Kantons-, also Hauptstrassen eingesetzt werden können.

Ein wesentliches Element der neuen Beleuchtungsstrategie im Kanton Bern ist die Verbesserung der Kosteneffizienz durch deutliche Reduktion der Leuchtentypen im Kantonsportfolio. Neben Vorteilen bei Lagerhaltung, Ersatzteillogistik und Servicezeiten je Schadensfall konnte der Kanton Bern hier erhebliche Einsparungen bei den Anschaffungskosten je Stück realisieren. Auf eine Quantifizierung dieser Einsparungen wird hier mit Hinblick auf das laufende offene Beschaffungsverfahren 2015 bis 2017 bewusst verzichtet.

Die Erfolge im Sinne der Reduktion der Typenvielfalt sind hingegen klar quantifizierbar: Statt der über 200 verschiedenen Leuchtentypen der Vergangenheit, konzentrierte sich der Kanton Bern bei seiner Beschaffung 2014 noch auf zwei Leuchtentypen für die Beleuchtungsfälle "Kantonsstrasse klein" und "Kantonstrasse gross". Aktuell läuft die Ausschreibung eines Rahmenvertrags für die Jahre 2015 bis 2017 für die Beschaffung von 3'560 Leuchten - Anzahl Leuchtentypen: 1.

## 5.1 3-mal sparen mit Licht nach Bedarf

Das "Licht nach Bedarf" entstand in einem einjährigen Pilotprojekt zur Energieeffizienz der öffentlichen Beleuchtung in der Bau, Verkehrs- und Energiedirektion. Das Ziel hiess dabei - man ahnt es im Kanton Bern - "sparen, sparen, sparen". Warum gleich 3-mal sparen? Vor allem deshalb, weil es in der öffentlichen Verwaltung heute nicht mehr reicht, "nur" Energie einzusparen. Oder "nur" CO<sub>2</sub> einzusparen, quasi koste es was es wolle. Diese ökologischen Einsparungen müssen sich immer auch rechnen. Es geht also auch darum, Schweizer Franken und damit Steuergelder zu sparen.

Dieses dreifache Sparen ist uns gelungen. Erst in Wynau, dann auf der Raststätte Grauholz und anschliessend in Zollikofen. Inzwischen ist diese Technologie der Standard für unsere bernischen Kantonsstrassen. Rund 1'500 Leuchtpunkte sind inzwischen mit der "Licht nach Bedarf"-Technik ausgerüstet. Gut 25'000 Leuchtpunkte an Kantonsstrassen haben wir noch vor uns. Und mit verschiedenen Informationsveranstaltungen zeigt der Kanton Bern aktuell den Gemeindevertretern die Vorteile der Energiezukunft der Strassenbeleuchtung für den Einsatz an Gemeindestrassen auf.

## 5.2 Messergebnisse der installierten Anlagen

Die Sparbeiträge unserer "Licht nach Bedarf"-Anlage sind - auch in der regierungsrätlichen Einschätzung - "ziemlich spektakulär":

- Verglichen mit den alten Anlagen sparen wir 90 % Strom, 90 % CO<sub>2</sub> und über 90 % bei den Betriebskosten.
- Das ist mehr als doppelt so viel wie der Club of Rome als Effizienzgewinn propagierte - nicht "Faktor 4", sondern "Faktor 10".
- Bereits die eher kleine Pilotanlage in Wynau spart mit Ihren 24 Leuchtpunkten pro Jahr 17'000 Kilowattstunden Strom. Das entspricht dem Durchschnittsverbrauch von 3 bis 8 Einfamilienhäusern, je nachdem wie energieeffizient deren Bewohner leben. Dies sind knapp 10 Tonnen CO<sub>2</sub> weniger, jedes Jahr.

- Oder in Franken ausgedrückt: 3'300 Franken pro Jahr weniger Betriebskosten. Weil wir die alten Lampen sowieso ersetzen mussten, amortisieren sich die Zusatzinvestitionen von Steuerung und Sensor bereits im ersten Jahr.

	Altanlage Wynau	Licht nach Bedarf
Anzahl Leuchtpunkte	24	24
Dimmbarkeit je Leuchtpunkte	20 %	100 %
Stromkonsum pro Leuchtpunkt pro Jahr	801 kWh	62 kWh
Einsparungen mit "Licht nach Bedarf" zur Altanlage		92 %
Haltbarkeit Leuchtmittel bei Betrieb unter Vollast	16'000	60'000
Haltbarkeit Leuchtmittel im Dimmbetrieb	12'000	> 120'000
Wechselrhythmus Leuchtmittel	4 Jahre	> 30 Jahre

Die Betriebskosten sinken sogar noch mehr, denn eine LED, der die Steuerung zwischenzeitliche Abkühlpausen erlaubt, lebt sehr viel länger. Diese Erkenntnisse führten letztlich dazu, dass das "Licht-nach-Bedarf" im Kanton Bern nun flächendeckend zur Anwendung kommt. Dies nach nur zwei Jahren von der Idee über die Entwicklungs- und Pilotphase bis zum kantonalen Standard. Mit einem energiesparenden Schmunzeln auf den Stockzähnen erleben wir im Tiefbauamt so einmal mehr das viel zitierte "Berner Tempo".

### 5.3 Hochrechnung des Sparpotentials auf Lichtpunkte des Kantons Bern

Hochgerechnet auf die rund 27'000 Leuchtpunkte des Kantons Bern liegt das Einsparpotential bei rund 14 Gigawattstunden Strom pro Jahr. Das entspricht dem durchschnittlichen Stromverbrauch von 2'500 Haushalten.

	Kanton Bern 2013	Licht nach Bedarf
Anzahl aller Leuchtpunkte TBA	27'000	27'000
Stromkonsum in GWh	15.8	1.19
Stromkonsum pro Leuchtpunkt pro Jahr	590 kWh	50 kWh
Einsparungen bei 100 % "Licht nach Bedarf" zu Altanlagen		91 %
Einsparungen Tonnen CO <sub>2</sub> im Jahr		> 8'500
Entspricht Anzahl Einfamilienhäusern		rund 2'500
Einsparungen in Franken pro Jahr		rund 2'400'000

Ausserdem lässt dies das Kantonsstrassenbudget um jährlich rund 2.4 Millionen Franken entlasten, wenn dereinst alle Strassenleuchten auf die "Licht nach Bedarf"-Technik umgerüstet sind.

## Anhänge (Projektorganisation, Art externer Partnerschaften)

Das Projekt entstand in enger und zeitlich intensiver Zusammenarbeit mit externen und internen Beleuchtungsexperten, Schaltungstechnikern, einem Energieversorger und drei interessierten und hoch innovativen Herstellern von LED-Leuchten. Entsprechende Unterlagen liefert das Tiefbauamt auf Anfrage gerne nach.