

## Zusammenfassung Projektarbeit Nr. 1

# Einsatz von LED – Technologie in der Straßenbeleuchtung Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Ausblick am Fallbeispiel der Gemeinde Starzach

### Einleitung

Zu Zeiten von immer höheren Effizianzforderungen im Energie-, Umweltschutz- und Klimaschutzbereich, um regional, national und international vereinbarte Ziele zu erreichen, gewinnt der Bereich der öffentlichen Beleuchtung immer mehr an Bedeutung. Gleichzeitig lastet ein Druck auf die kommunalen Haushaltskassen. Kämmerer und kommunale Haushaltsexperten suchen nach Lösungen um Einsparpotenziale zu realisieren. Es wird hierbei darüber nachgedacht die Beleuchtung über gewisse Zeiträume komplett abzuschalten, oder bis auf weiteres nur jede zweite Lampe zu betreiben. Die Praxis zeigt jedoch, dass wirtschaftlichen Interessen schnell auch andere Interessen entgegenstehen. Mancher Bürger möchte nicht auf den Komfort und auf das Sicherheitsgefühl vorhandener Straßenbeleuchtung verzichten. Denkmalschützer und Freunde von verschiedensten Gebäude- oder Naturattraktionen wollten bei der Illumination keine Einschränkungen. Naturschützer beschwerten sich über die Lichtverschmutzung und die schlechte Naturverträglichkeit einer konventionellen Straßenbeleuchtung. Streitigkeiten sind vorprogrammiert. Gleichzeitig muss seitens der Kommunen darauf geachtet werden, dass neben wirtschaftlichen auch die rechtlichen Rahmen eingehalten werden müssen. Die europäische Ökodesign-Richtlinie und die Beleuchtungspflicht auf Landesebene sind Beispiele dafür, dass mögliche Investitionen teilweise unumgänglich werden können, mit Hinblick auf die Verfügbarkeit von Leuchtmittel und dem Haftungsrisiken der Kommunen und Betreiber der Beleuchtungsanlagen. Neue Technologien erlauben es jedoch den Effizianzforderungen und den rechtlichen Rahmenbedingungen durch Investitionen gerecht zu werden. Weltweit finden energieeffiziente Hochleistungs-LED's ihren Einzug in die öffentliche Beleuchtung von Plätzen und Straßen und bilden eine gute Perspektive für eine positive Zukunft.

Diese Arbeit beschäftigt sich damit interdisziplinär eine Umrüstung von herkömmlichen Straßenleuchtmittel auf LED-Technologie zu betrachten. Dies geschieht an einem Fallbeispiel der Gemeinde Starzach (BW). Dabei wird eine Umsetzungsmaßnahme, welche bereits in der Vergangenheit getätigt wurde, betrachtet, berechnet und beurteilt. Anschließend wird weiteres Energieeinsparpotenzial der Gemeinde abgeschätzt, auf Wirtschaftlichkeit geachtet und eine Nutzwertanalyse auf Basis einer Bürgerbefragung durchgeführt.

### Betrachtung der Umrüstungsmaßnahme der Gemeinde Starzach im Jahre 2015

Die Umrüstmaßnahme wurde 2015 durchgeführt und im Rahmen dieser Projektarbeit nachgerechnet, überprüft und auf ihre Wirtschaftlichkeit geprüft. 41 Leuchten und ihre Leuchtmittel wurden für 35097 € auf LED – Technologie umgerüstet. Die Zuschüsse von der L – Bank beliefen sich auf 6400 €, somit lag der Eigenanteil bei 28697 €. Die Kalkulation entsprach näherungsweise der Realität. Die realen Werte wurden aus den Stromrechnungen der letzten Jahre ermittelt. Durch die geringere Aufnahmeleistung und durch die längere Lebensdauer von LED – Leuchten sinken sowohl Bedarfs- als auch Betriebskosten.

Einsparung Kalkulation	Einsparung Realität
8772 kWh / a	8658 kWh / a
2022 € / a	1995 € / a
4693 kg CO <sub>2</sub> / a	4632 kg CO <sub>2</sub> / a

Die Wirtschaftlichkeit wurde auf zwei verschiedenen Methoden überprüft. Zum einen die Annuitätenmethode, zum anderen die Amortisationsmethode. Bei der Annuitätenmethode wurden kapitalgebundene Kosten den Einsparungen von bedarfs- und betriebsgebundenen Kosten gegenübergestellt:

$$\Delta A_{N,B} + \Delta A_{N,V} > A_{N,K}$$

Die Investition kann als wirtschaftlich betrachtet werden mit einer Kapitalwertsteigerung von 1460 € / a.

Die Amortisationsmethode ergab, dass die Investition mit Berücksichtigung von Strompreissteigerung und Inflationsrate sich nach 9 – 10 Jahren amortisieren wird. Bis zum Ende der angenommen Lebensdauer von 17 Jahren ergibt die Investition einen monetären Gewinn von ca. 32300 €.

## Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Potential für die Gemeinde Starzach in Zukunft

In Abbildung 1 & 2 wird das mögliche Energieeinsparpotential, durch Erhöhung des LED – Anteils in der Straßenbeleuchtung, veranschaulicht. Hauptaugenmerk wird auf den Austausch von HQL – Leuchtmittel gelegt. Nach der geplanten Umrüstungsmaßnahme 2017 werden noch 191 verbleibende HQL – Leuchtmittel in Starzach in Betrieb sein. Die Umrüstung dieser Lampen hat 1. Priorität. 2. Priorität haben die NAV – Straßenlaternen. Sie werden in der Wirtschaftlichkeitsberechnung bzw. beim Energiesparpotential der Gemeinde ebenfalls berücksichtigt. 518 Leuchten wurden für das zukünftige Potential erfasst und fiktiv durch energiesparende LED's ersetzt. Eine Energieeinsparung von 99441 kWh / a und ein verringerter CO<sub>2</sub> – Ausstoß von 53201 kg / a wären möglich. Insgesamt sind 1095 Leuchtmittel in Betrieb.

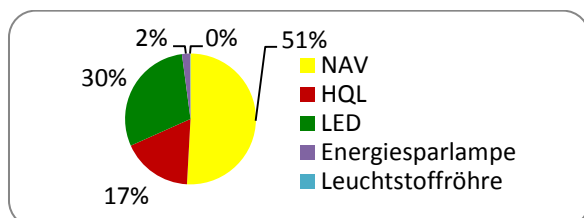


Abbildung 1 IST - Zustand nach 2017

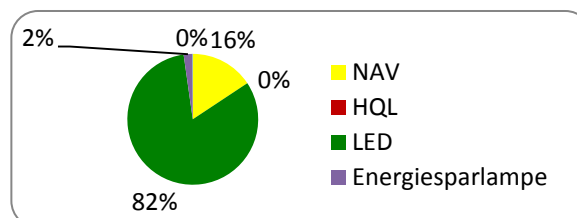


Abbildung 2 Möglicher IST -Zustand in Zukunft

### Methode 1 Retrofitlösung

Die Umrüstungsmethode mithilfe von Retrofit-Leuchtmittel (LED) wäre eine kostengünstige Methode um auf LED – Technologie umzustellen. Hierbei werden die nur die Leuchtmittel durch Austauschleuchtmittel ersetzt. Die Annuitätenmethode ergab:  $\Delta A_{N,B} + \Delta A_{N,V} > A_{N,K}$

Die Investition kann als sehr wirtschaftlich betrachtet werden mit einer Kapitalwertsteigerung von 30201 € / a und amortisiert sich nach 2 – 3 Jahren.

### Methode 2 Komplette Umrüstung:

In Starzach müssten viele, vor allem ältere, Altstadtlampen umgerüstet werden. Möchte man die Leuchte tauschen, so muss man zwangsläufig auch den Masten ersetzen. Die Methode 2 ist dadurch kostenintensiver. Die Annuitätenmethode gab für diese Umrüstungsmethode:  $\Delta A_{N,B} + \Delta A_{N,V} > A_{N,K}$

Die Investition kann als wirtschaftlich betrachtet werden mit einem Kapitalwertsteigerung von 2919 € / a und amortisiert sich nach 13 – 14 Jahren.

## Nutzenanalyse von LED Straßenleuchten

In dieser Arbeit sollte nicht nur den monetären Nutzen einer LED-Straßenleuchte aus Sicht der Anwohner bewertet werden, sondern auch der nicht monetäre. Hierfür wurde eine Umfrage in den unterschiedlichen Ortsteilen von Starzach durchgeführt. Es wurden jene Anwohner befragt, die in den vergangenen Jahren unmittelbar von einer Umrüstungsmaßnahme betroffen waren oder in einem Wohngebiet wohnen, in welchem die LED-Leuchten schon vorhanden sind. Um ein Stimmungsbild der Anwohner gegenüber der alten Beleuchtung (HQL und teilweise auch NAV) und der neuen Beleuchtung (LED) zu ermitteln wurde ein Fragebogen erstellt, der bei direkten Befragungen an der Haustüre zusammen ausgefüllt wurde. Die Auswertung hat ergeben, dass das Sicherheitsgefühl maßgeblich auch von der Straßenbeleuchtung abhängt. 44 von 63 Anwohnern, welche bei der Befragung teilgenommen haben, benutzen die Straßen auch noch nach der Halbnachtsabschaltung. Es könnte sinnvoll sein Leuchtmittel einzusetzen, die zur Verkehrssicherheit und zum Sicherheitsgefühl der Bürger beitragen und gleichzeitig einen vertretbaren Energieverbrauch haben. Das Stimmungsbild der Anwohner gegenüber der LED – Straßenleuchten im Vergleich zu den HQL / NAV – Leuchten ist weitgehend positiv. Das subjektive Empfinden für die Farbwiedergabe und die Lichtfarbe wurde positiver bewertet als die der alten Leuchtmittel. Dasselbe gilt für die Gleichmäßigkeit der Ausleuchtung von Straßen und die Helligkeit der LED – Leuchten.

### Fazit

Insgesamt zeigt sich die LED – Technologie, auf Basis der Betrachtung dieser Arbeit, als große Chance. Mit ihrer Hilfe können Wartungs- und Energiekosten gesenkt werden. Neben den monetären Nutzen haben die Ergebnisse der Bürgerbefragung weitere Vorteile bekundet. Außerdem können weitere nützliche Zusatztechnologien implementiert werden. Infolgedessen kann gleichzeitig ein Beitrag zur Umweltschonung geleistet werden, sowohl durch die Senkung des Kohlenstoffdioxid-Ausstoßes als auch durch die Insektenfreundlichkeit der Beleuchtung. Die Grundbausteine für eine nachhaltige Neuerung wurden bereits in den letzten Jahren seitens der Gemeinde Starzach gelegt. Weitere Sanierungsentwürfe wären der nächste Schritt.