

Projekt	<b>„Smarter Together“ der Landeshauptstadt München in Freiam-Nord</b>
Titel	<b>Evaluierung der adaptiven, bedarfsabhängigen Beleuchtung im Grünfinger Freiam-Nord Kurzbericht</b>
Datum	März 2021
Autor	Dr. rer. nat. Gert Wemmer, Lehrbeauftragter für Licht und Beleuchtung an der Technischen Universität München Fakultät für Elektro- und Informationstechnik Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik Ordinarius Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wagner

Die seit Januar 2019 betriebene Beleuchtungsanlage im Grünfinger Freiham-Nord mit 16 Smart City Masten und LED-Laternen Modell München, 12 davon adaptiv gesteuert, besticht durch höchste Energieeinsparung. Im Vergleich zur konventionellen Laterne München spart die unregelmäßige Leuchte 60% Energie. Im adaptiven, bedarfsabhängigen Betrieb liegen die Einsparungen im Evaluierungszeitraum Januar 2019 bis April 2020 sogar zwischen 87% in dem am meisten frequentierten Bereich des Grünfingers und 93% in dem am wenigsten frequentierten Bereich. Die höheren Verbrauchswerte der Monate Januar bis April 2020 zeigen eine leichte Tendenz zu mehr Belebung in der Grünanlage; der Anteil des gedimmten Leuchtenbetriebs ist im Vergleich zu den Vorjahresmonaten rückläufig. Daher ist zu erwarten, dass im Langzeitbetrieb die Einsparungen weiter zurückgehen, sich aber auf hohem Niveau stabilisieren werden.

Da die Emission von Treibhausgasen linear proportional zum Energieverbrauch ist, werden hier dieselben hohen Einsparungen erzielt. Verursacht die konventionelle Leuchte im Evaluierungszeitraum einen CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Höhe von 135 kg, so liegt er im gleichen Zeitraum bei der unregelmäßigen LED-Leuchte bei 54 kg (-60%), bei der adaptiven LED-Leuchte im Bereich des höchsten Bewegungsaufkommens bei 17 kg (Mast 4: -87%) und im Fall von Mast 12 – die adaptive LED-Leuchte, die die wenigsten Bewegungen registriert und daher die längste Zeit in gedimmtem Zustand betrieben wird – bei nur noch 10 kg (- 93%). Für den Langzeitbetrieb gilt auch hier, dass die Einsparungen rückläufig sein werden, je stärker die Grünanlage frequentiert wird.

Die hohen Einsparungen bei Energie und Emission von Treibhausgasen sind ein wertvoller Beitrag zum Klimaschutz. Es gibt momentan wohl keine andere Technologie mit derart hohen Einsparpotenzialen.

Wegen der hohen Kosten für Sensorik und Steuerungstechnik rechnet sich Stand Juni 2020 ein flächendeckender Einsatz für adaptive, bedarfsabhängige Beleuchtung kaum. Momentan liegt die Amortisationszeit über der Lebensdauer der Sensorkomponenten. Allerdings ist davon auszugehen, dass in den kommenden Jahren sowohl die Kosten für Sensorik und Steuerungstechnik zurückgehen als auch die Aussagen zur Lebensdauer der elektronischen Komponenten zuverlässiger werden. Als Beispiel für best practice seien hier die Kostensenkungen und die gut definierten Lebensdauerangaben von LED-Produkten angeführt.

Als vielversprechende Alternative zur adaptiven, bedarfsabhängigen Beleuchtung bietet sich für viele Verkehrsbereiche eine steuerbare Beleuchtung mit fest eingestelltem Dimmprofil an. Die Einsparungen liegen zwar niedriger als bei der adaptiven Beleuchtung, dafür kommt die Anlage ohne Sensorik und drahtlose Datenübermittlung aus. Das reduziert die Kosten und die Störanfälligkeit.

Ein einstufiges Dimmprofil wird in München bereits jetzt an Hauptverkehrsstraßen eingesetzt. Die für die Festlegung eines mehrstufigen Dimmprofils benötigten Daten lassen sich entweder über Verkehrszählungen ermitteln oder aus vergleichbaren adaptiven Beleuchtungsprojekten ableiten. Dazu sind weitere Untersuchungen nötig.

Die für den Fuß- und Radweg im Grünfinger geforderten Qualitätskriterien werden voll erfüllt. Da im Fall der Laterne München noch eine Lichtreserve von 20% vorhanden ist – die Anlage erfüllt die maximal erforderliche Beleuchtungsstärke (gem. der Norm DIN EN 13 201) bereits bei 80% der maximalen Leistung – wird das Güte Merkmal des benötigten Lichtstroms übertroffen. Auch der von der Norm geforderte Minimalwert von 70 für die Farbwiedergabe wird deutlich übertroffen. Insgesamt ist eine Anlage von derzeit bestmöglicher Lichtqualität entstanden, was auch durch eine Befragung von Bürger\*innen bestätigt wird.

Im Rahmen einer Besichtigung der Beleuchtungsanlage wurde eine Befragung der Teilnehmer (neun Personen) durchgeführt. Dabei wurde die subjektive Wirkung der Beleuchtung bezüglich Helligkeit, Sicherheitsgefühl, Lichtfarbe und adaptiver Lichtsteuerung abgefragt. Das Ergebnis war bei allen Aspekten positiv bis sehr positiv, was auf eine breite Akzeptanz bei den Bürger\*innen schließen lässt.

Warmweißes Licht von LEDs mit einer Farbtemperatur von 3000 K und Reduzierung der Helligkeit führen nachweislich zu geringerer Anlockwirkung für Insekten als bei Anlagen mit konventionellen Lichtquellen und ohne Lichtsteuerung. Das wird durch mehrere wissenschaftliche Studien belegt. Beide Kriterien sind bei der adaptiven Beleuchtung des Grünfingers erfüllt. Somit leistet diese Anlage einen wertvollen Beitrag zum Artenschutz.

Adaptive, bedarfsabhängige Beleuchtung mit warmweißem LED- Licht erfüllt in hohem Maße die Anforderungen an Klima- und Artenschutz. Die Energieeinsparung und damit auch die Reduzierung von Schadstoffemissionen sind unübertroffen.

## Fazit

Einem flächendeckenden Einsatz von adaptiver Beleuchtung stehen zurzeit jedoch noch die hohen Anschaffungskosten für Sensorik und Steuerungstechnik im Wege. Eine wirtschaftlichere Alternative bieten derzeit Beleuchtungsanlagen mit fest programmiertem Dimmprofil, die ohne Sensortechnik auskommen. Mehrstufige Dimmprofile erfordern weitere Untersuchungen.

Die Entwicklung von Systemen für adaptive Beleuchtung ist in den letzten Jahren sprunghaft angestiegen und lässt sich mit der Entwicklung der LED-Technik im vergangenen Jahrzehnt vergleichen. Es ist also zu erwarten, dass die Anschaffungskosten für adaptive System in den kommenden Jahren deutlich fallen werden bei gleichzeitiger Qualitätsverbesserung der Komponenten für Datenerfassung und -übertragung.

Für städtische naturnahe Bereiche mit geringem Personen- oder Verkehrsaufkommen - wie z.B. Park- oder Grünanlagen - ist eine adaptive, bedarfsabhängige Beleuchtung auch heute schon eine gute, zukunftsweisende, ökologische und zunehmend ökonomisch sinnvolle Lösung.

Mit keiner anderen Beleuchtungstechnologie lassen sich die Ziele von Klima- und Artenschutz mit den Anforderungen an die Sicherheit der Bürger\*innen derzeit besser erfüllen.