

Sparsames Leuchten mit Mid-Power-LEDs

Mit einer Schaltungstopologie aus dem Lichttechnischen Institut des KIT werden LED-Leuchten sparsamer, ausfallsicherer und langlebiger. Gemeinsam mit der GRATZ Luminance GmbH und den Pfalzwerken wurde in der Gemeinde Maxdorf ein Testfeld mit neuen LED-Straßenlaternen eröffnet.



Klaus Müller (GRATZ Luminance), Michael Heidinger (KIT) und Stefan Lang (Pfalzwerke) (von links) arbeiten gemeinsam am Testfeld zur Straßenbeleuchtung in Maxdorf. In den kommenden zwei Jahren sollen die neuen, sparsamen Mid-Power-LED-Straßenleuchten auf Herz und Nieren geprüft werden.

Obwohl die europäische Union bereits 2015 das Ende der mit giftigem Quecksilber gefüllten Dampf Lampen beschloss, wurde europaweit eher zögerlich mit der Modernisierung der Leuchtmittel begonnen – begründet durch noch betriebsfähige Bestandsleuchten, die aus Kostengründen bis zum endgültigen Funktionsausfall nicht ersetzt werden. Die Pfalzwerke Netz AG bewirtschaftet als Verteilnetzbetreiber ein Gebiet von ca. 6.000 Quadratkilometern. Zum Kerngeschäft gehört der Betrieb der Stra-

ßenbeleuchtung im Auftrag von Kommunen. In Summe knapp 450 Ortsgemeinden mit rund 100.000 Straßenleuchten, die bereits zu ca. 70 Prozent mit zeitgemäßen LED-Leuchtmitteln ausgestattet sind. Damit zählen die Pfalzwerke zu den Vorreitern der Modernisierung. Stefan Lang aus dem Bereich Technologie & Innovation der Pfalzwerke erklärt: „Als Versorgungsunternehmen sind wir ständig auf der Suche nach innovativen Technologien, welche unsere Kunden auf dem Weg zu mehr Nachhaltigkeit voranbringen. Hierzu zählt insbesondere auch eine energieeffiziente, nachhaltige Straßenbeleuchtung.“ An innovativen Beleuchtungslösungen arbeiten die Forscher am Lichttechnischen Institut (LTI) des KIT.

Moderne Straßenbeleuchtung mit LEDs

Leuchtdioden – kurz LED, abgeleitet aus dem Englischen light-emitting diode – gehören heute zum Standard in der Beleuchtungstechnik in privaten Haushalten, in der Automobilbranche oder in der Industrie. Was für die Technologie spricht: LEDs gelten als besonders flexibel bezüglich Leuchtstärke, Lichtfarbe und -verteilung. Im Vergleich zu veralteten Leuchtmitteln sind sie zudem langlebig und stromsparend. Nicht zuletzt

deshalb sind die Modernisierungsaktivitäten in den Kommunen bereits eng mit der Umrüstung auf LED-Technik verbunden. „Straßenlaternen benötigen eine höhere Leuchtleistung als etwa Leuchten im privaten Bereich, um größere Flächen auszuleuchten. Für solche lumenstarken Anwendungen werden bisher High-Power-LEDs eingesetzt. Will man diese durch effizientere, preisgünstigere, aber schwächere LEDs ersetzen, wird eine Vielzahl an Mid-Power-LEDs benötigt. Die Betriebsspannung der Leuchte ist dabei proportional zur Anzahl der LEDs. Folglich treten hohe Betriebsspannungen für lumenstarke Anwendungen auf“, beschreibt Michael Heidinger vom LTI. Der gesetzliche Rahmen – die Sicherheitskleinspannung, SELV (Safe Extra Low Voltage) – gibt 120 Volt als maximale nicht lebensbedrohlich geltende Berührungsspannung vor. Bei typischen LEDs in Reihenschaltung ist bei 40 LEDs bereits das Maximum erreicht. „Will man also eine noch höhere Lichtleistung erreichen, müssten die LEDs parallel geschaltet werden. Dies erweist sich aber als schwierig, da bisher der Ausfall einer einzelnen Diode zum Versagen des gesamten Systems führen würde. Ein verlässlicher Betrieb von Leuchten ist damit nicht möglich“, so Heidinger weiter.

Mehr als schöner Schein

Eine clevere Schaltungstopologie, welche die gleichmäßige Stromteilung sicherstellt und die Parallelschaltung von LEDs ermöglicht, erarbeitete der Wissenschaftler Heidinger während seiner Tätigkeit am LTI: „Die Schaltung ermöglicht es, gängige High-Power-LEDs auf Mid-Power-LEDs umzurüsten. Auf der Platine können LEDs in beliebig vielen Reihen parallel verschaltet werden, wobei die LEDs innerhalb jedes Arrays in Form einer Reihenschaltung angeordnet sind.“ Die Besonderheit: Ein Stromregler in jeder Parallelschaltung sorgt dafür, dass jeder parallel geschaltete Strang auf einen Mittelwert geregelt wird. Dabei bestimmt die Schaltung ihren Mittelwert selbst und erlaubt sogar das Dimmen. Dieser Ausgleichsmechanismus hat mehrere positive Effekte: Da alle LEDs im System mit gleichmäßigem Strom betrieben werden, wird ungleichmäßiges Altern als Folgeeffekte vermieden. Gleichzeitig ist die Ausfallsicherheit des gesamten Moduls gewährleistet, da die Stromteilungsschaltung den Ausfall einzelner LEDs auffängt und die übrigen weiter funktionieren. Neben den technischen Vorteilen ergeben sich



Die Straßenleuchten mit der vom KIT entwickelten elektronischen Verschaltung sollen zukünftig von GRATZ Luminance in Serie produziert werden. Die neuen Leuchten zeigen eine deutliche Steigerung bei Wirkungsgrad und Lebensdauer, mehr Sicherheit und ein schöneres Licht. (Bildquelle: GRATZ Luminance GmbH / Design Tech)

auf Basis der neuen Entwicklung obendrein ein gesteigerter Sehkomfort und verbesserte Leuchteigenschaften für LED-Leuchten. In der Leistungsklasse der Mid-Power-LEDs können mehr Lumen pro Watt erreicht werden als bei High-Power-LEDs. Sie leuchten insgesamt heller, ohne dabei mehr Strom zu verbrauchen. „Die vielen kleinen Leuchtdioden wirken aus der Ferne insgesamt wie ein Flächenstrahler, so dass ein Betrachter weniger stark geblendet wird. Vorteil ist auch, dass die flächige Leuchtwirkung erhalten bleibt, selbst wenn einzelne LEDs auf der Platine ausfallen würden“, beschreibt Heidinger.

Vom Schaltungskonzept zur Leuchte

Einen großen Entwicklungsschritt machte die LED-Schaltung von Heidinger im geförderten Verbundprojekt „Optimiertes Gesamtsystem LED-Leuchte“ mit der GRATZ Luminance GmbH. Geschäftsführer Klaus Müller berichtet: „Die Schaltung aus dem KIT ist der entscheidende Schlüssel, um mit Mid-Power-LEDs lumenstarke, langlebige Beleuchtungslösungen anzubieten. Auf Grundlage der Technologie haben wir ein LED-Leuchtmittel entwickelt, das eine deutliche Steigerung des Wirkungsgrads und der Lebensdauer erzielt, ohne dabei Kompromisse bei der Ausleuchtung eingehen zu müssen.“ Das Unternehmen aus dem Bereich Lichttechnik leistet dabei Pionierarbeit in der Industrialisierung der neuartigen LED-Parallelschaltung zur ersten Prototypenserie.

Die Schaltungstopologie beeinflusst auch die Produktionskosten positiv. Mid-Power-LEDs laufen generell mit vergleichsweise geringen Spannungen und haben so einen niedrigeren Kühlbedarf, der bereits mit einem kleinen Kühlkörper gedeckt wird. Im Vergleich zu High-Power-LEDs sind Mid-Power-LEDs relativ zu ihrer Leuchtleistung erheblich günstiger. Dadurch kann das neue Leuchtmittel zu einem ähnlichen Preis wie herkömmliche Module angeboten werden, obwohl mehr Leuchtdioden verbaut sind. Viel entscheidender sind aber die Betriebsdauer, Energieeffizienz und Ausfallsicherheit, die zudem die kostenintensiven Montage- und Wartungsarbeiten reduzieren. „Kommunen, die auf LED umsteigen, wollen zunächst sparen. Die neuen Module verzeichnen ein Einsparpotenzial von bis zu 20 Prozent des Stromverbrauchs gegenüber herkömmlichen LEDs. Neue Technologien müssen jedoch auch nachhaltig sein, um den Markt zu durchdringen. Und da schaffen wir mit unseren qualitativ hochwertigen LED-Leuchten einen noch größeren Mehrwert und grenzen uns damit stark von Consumerleuchten ab“, unterstreicht der Unternehmer Müller. „Eine technische Neuerung kann sich nur durchsetzen, wenn direkte Austausch mit minimalem Aufwand

und ohne Qualitätseinbußen stattfindet. Deshalb war es uns wichtig, die neuen Module für unsere angebotenen Leuchten als ‚Drop-in Replacement‘ bereitzustellen. Das heißt: Altes LED-Modul raus, neues Mid-Power-LED-Modul rein“, macht der Leuchtenexperte deutlich. Für Industriekunden und vor allem die Monteure sollte sich im Arbeitsprozess so wenig wie möglich ändern, um die Akzeptanz zu erhöhen. Mit den nachweislichen Vorteilen der Mid-Power-LED-Leuchten konnten die Verbundpartner die Pfalzwerke als dritten starken Partner gewinnen. „Die Kooperation mit einem Netzbetreiber ist wichtig, um die Technologie in die breite Anwendung zu bringen“, betont Heidinger. Auch wenn der bloße Leuchtmitteltausch für viele Kommunen ein erster Schritt in die richtige Richtung ist, können mit der neuen Mid-Power-LED-Technologie die Vorzüge von LED erst richtig ausgeschöpft werden.

Neue Strahlkraft für Maxdorf

Nach der erfolgreichen Phase der Produktentwicklung ließ der Einsatz am Straßenrand im Versorgungsgebiet der Pfalzwerke nicht lange auf sich warten: Im Februar 2019 wurden im Musikerviertel der Ortsgemeinde Maxdorf 25 Straßenleuchten mit den neuen LED-Leuchtmitteln aufgerüstet. Für die nächsten zwei Jahre werden die Leuchten systematisch untersucht und weiterentwickelt. Müller konkretisiert: „Das Testfeld in Maxdorf ist ein entscheidender Schritt. Wir nutzen die Plattform zum einen, um die beeindruckenden Laborergebnisse im Echtbetrieb zu validieren und zum anderen, um die Bekanntheit der Mid-Power-Leuchten zu steigern.“ Lang ergänzt aus Betreibersicht: „Wir sind gespannt auf die Reaktionen der Anwohner. Schließlich bringt die verbesserte Ausleuchtung auch ein Stück mehr Sicherheit für die Ortsansässigen.“

Leuchtende Zukunft

„Insbesondere in der Konstellation aus Forschungseinrichtung, Hersteller, Netzbetreiber und Kommune sehen wir eine optimale Partnerschaft und unterstützen uns gegenseitig



Mitarbeiter der Pfalzwerke Netz AG haben die Leuchtmittel von 25 Straßenlaternen im pfälzischen Maxdorf für den Feldtest gewechselt. Sparsame Mid-Power-LEDs sorgen nun für bessere Ausleuchtung im Musikerviertel.

bei der Etablierung dieser Technik“, fasst Lang zusammen. Der Feldtest bietet die Möglichkeit, wichtige Erfahrungswerte zur Technologie zu sammeln. In Zukunft könnten so, zögerliche Kunden vollends von den Vorteilen der Mid-Power-LED-Leuchten überzeugt werden. „Ich würde mich freuen, wenn auch andere Kommunen und Anwender auf unsere Technologie setzen. Es gibt durchaus weitere Einsatzbereiche, wie etwa die Beleuchtung von Betriebsgeländen, Campus oder Fahrradwegen“, bekräftigt der Erfinder Heidinger. Die Zeichen stehen günstig, um in den nächsten Jahren aus dem aktuellen Prototyp ein Serienprodukt werden zu lassen. Motiviert werden die Projektpartner vor allem durch die Aussicht auf einen sehr großen Markt mit hohem Modernisierungsbedarf. ■

KONTAKT

Lichttechnisches Institut (LTI)

Michael Heidinger
michael.heidinger@kit.edu

www.lti.kit.edu