Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 136 (2010)
Heft: 1-2: Stadtlicht

Artikel: Unter Beobachtung
Autor: Schiller, Christoph / Kuhn, Thomas / Khanh, Tran Quoc
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-109556

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

UNTER BEOBACHTUNG

In zwei Pilotprojekten, eines von der TU Darmstadt initiiert, das andere von den Elektrizitätswerken des Kantons Zürich (EKZ) geleitet, wird die Einsetzbarkeit von LED-Leuchten im Strassenbereich getestet. Während in Darmstadt anhand einer Teststrasse Befragungen durchgeführt werden, fokussieren sich die EKZ auf eine Konfliktzone und beleuchten einen Fussgängerstreifen.

Die Bemühungen der Politik, die Folgen des rasanten klimatischen Wandels auf unserem Planeten in Grenzen zu halten, sind derzeit unübersehbar. Nicht zuletzt durch das EU-Glühlampenverbot wird bis hin zum Endverbraucher deutlich, welchen entscheidenden Beitrag die Beleuchtung dazu beitragen kann, den über die letzten Jahrzehnte angestossenen Prozess des Klimawandels abzumildern. Unabhängig davon, ob man die Innenraumbeleuchtung von Gebäuden, die Aussen- sowie Strassenbeleuchtung oder die Automobilbeleuchtung betrachtet – alle diese Beleuchtungsbereiche verbindet, dass die Licht emittierende Diode (LED) als grosser Hoffnungsträger gilt, den Energieverbrauch in der Beleuchtung zu optimieren.

TU DARMSTADT ERRICHTET TESTSTRASSE MIT VERSCHIEDENEN LEUCHTEN

Um das Potenzial der LED in der Strassenbeleuchtung im Vergleich zu den beiden weit verbreiteten Lichtquellen der Natriumdampfhochdruck- und Quecksilberdampflampe wissenschaftlich zu untersuchen, hat das Fachgebiet Lichttechnik an der Technischen Universität Darmstadt zum Jahreswechsel 2008/2009 eine Teststrasse in Betrieb genommen. Der untersuchte Strassenzug wurde dazu in vier vergleichbare Abschnitte mit je 4–5 Strassenleuchten eingeteilt (Abb. 9). Jeder dieser Abschnitte wurde wie folgt mit einer anderen Beleuchtungstechnik versehen:
– Abschnitt 1: Quecksilberdampflampe (ursprünglich vorhandene Beleuchtung in Strasse)
– Abschnitt 2: Natriumdampfhochdrucklampe (Retrofit in altem Leuchtengehäuse)
– Abschnitt 3: Natriumdampfhochdrucklampe (neue Leuchte, elektronisches Vorschaltgerät)
– Abschnitt 4: LED-Beleuchtung.

Zur Überprüfung der lichttechnischen und der elektrischen Parameter dieser Beleuchtungstechnologien wurde in jedem Abschnitt zwischen zwei ausgewählten Leuchten ein Messfeld (M) eingerichtet. In diesen Messfeldern wurden die Beleuchtungsstärke und die Leuchtdichte gemäss der Norm DIN EN 13201 ermittelt.
Ein Teil der durchgeführten Untersuchungen beschäftigt sich mit der Frage der Effizienz und der Lichtverteilung der unterschiedlichen Technologien im direkten Vergleich. Ein solcher Vergleich ist nur dann zielführend, wenn neben dem Aspekt der Energieeffizienz auch die stark subjektiv geprägten Faktoren der Wahrnehmung und Akzeptanz der Strassenbeleuchtung berücksichtig werden. Ein ebenso wichtiger zweiter Teil der Feldforschung in der Teststrasse hat deshalb diese Aspekte zum Gegenstand. Darauf soll an dieser Stelle näher eingegangen werden.
Um subjektive visuelle Untersuchungen in der Teststrasse durchführen zu können, wurden als Voraussetzung alle Abschnitte gemäss der DIN EN 13201 auf ein einheitliches Beleuchtungsniveau (S4-Klasse) gebracht. Einzige Ausnahme bildete Abschnitt 1, in dem trotz einer Aufrüstung von 80 W auf 125 W Quecksilberdampflampen nicht die gewünschte mittlere Beleuchtungsstärke von etwa 6.3 lx erreicht werden konnte. Die Tabelle (Abb. 1) zeigt einen Überblick der verwendeten Lampen, der mittleren Beleuchtungsstärke gemäss der DIN EN 13201 sowie die ermittelte elektrische Leistungsaufnahme der Leuchten.

Lampentyp	Beleuchtungsstärke auf der Fahrbahn	Eingangsleistung pro Leuchte
HME 125 W, KVG	5.4 lx	134.2 W
SON-H 68 W, KVG	6.3 lx	80.0 W
HST 70 W, EVG	6.3 lx	60.8 W
LED, EVG	6.3 lx	68 W

01

01 Elektrische Leistungsaufnahme der Leuchten für die Erfüllung der Beleuchtungsklasse S4 (Tabelle: TU Darmstadt)

01

02

03

04

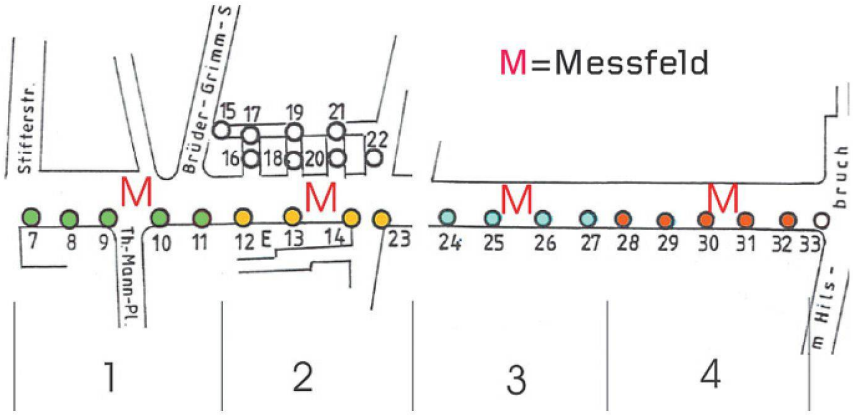
05

06

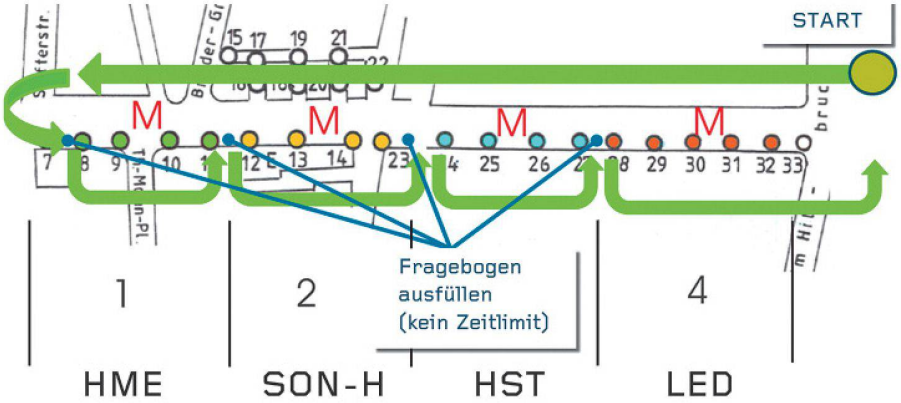
07

08

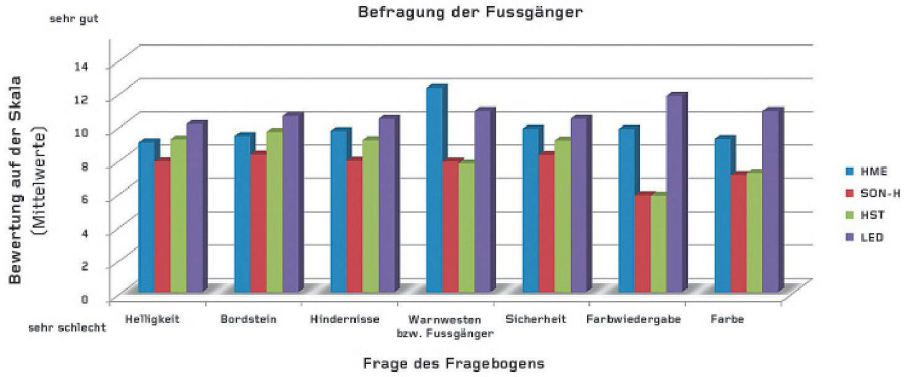
Vielfältige Strassenlaternen – Beispiele aus:
01 Lichtenau (D)
02 Malente (D)
03 Gambsheim (F)
04 Pag (HR)
05 Stresa (I)
06 Starigrad (HR)
07 Kutna Hora (CZ)
08 Neapel (I)
(Fotos: KEYSTONE LAIF/Berthold Steinhilber/laif)



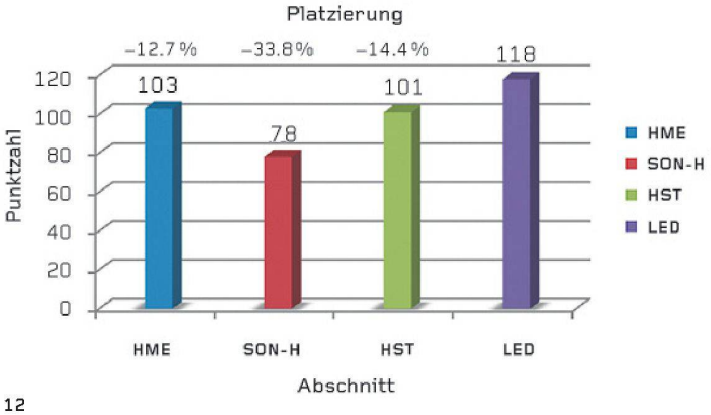
09



10



11



12

09 Einteilung der vier Teilabschnitte der Teststrasse
10 Abgeschrittener Weg in der Fussgängerbefragung
11 Bewertungen der Fussgänger für die vier Teilabschnitte mittels Fragebogen
12 Bewertungen der Fussgänger: Bester Abschnitt insgesamt (Grafiken: TU Darmstadt, Fachbereich Lichttechnik)

Um die nur schwer ermittelbaren subjektiven Eindrücke von Personen erfassen zu können, wurde die Methode der Befragung gewählt.[1] Die verwendeten Fragebögen berücksichtigen folgende Wahrnehmungsaspekte:

1. Generelle Helligkeit auf der Fahrbahn
2. Erkennbarkeit von Bordsteinkanten
3. Erkennbarkeit von Hindernissen
4. Erkennbarkeit von Personen bzw. Testpersonen mit Warnwesten
5. «Gefühlte» Sicherheit
6. Farbwiedergabe
7. Farbe des Lichts

Ein höherer Wert auf der Bewertungsskala entspricht dabei einem besseren und positiveren Eindruck der bewertenden Testpersonen für den jeweiligen Parameter. Alle Ergebnisse wurden einer sorgfältigen statistischen Auswertung unterzogen. Die Testpersonen wurden unter Anleitung eines Versuchsleiters befragt. Aus der Sicht eines Fussgängers wurde die lichttechnische Qualität der Beleuchtung in den vier Teilabschnitten beurteilt. Insgesamt 21 Testpersonen gingen nachts in Gruppen langsam zweimal durch die Strasse und füllten die Fragebögen für jeden Teilabschnitt aus. Sie hatten dabei zusätzlich die Aufgabe, die Auffälligkeit der Warnwesten von zwei etwa 20 m vorauslaufenden Personen unter den unterschiedlichen Lampenstrahlungen zu beurteilen.

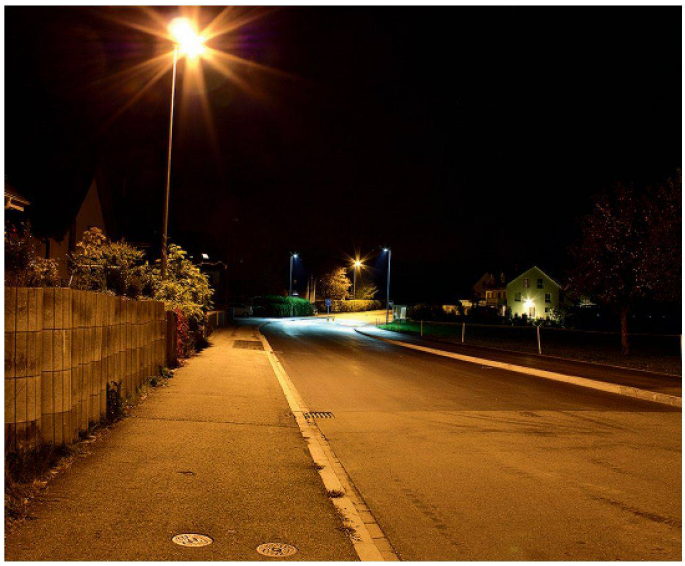
WEISSE LICHTQUELLEN BEVORZUGT

Die gemittelten Ergebnisse der Befragungen sind in Abb. 11 dargestellt. Bei der Betrachtung der gemittelten Werte fällt auf, dass die Bewertung des LED-Teilabschnitts für sechs der sieben Wahrnehmungsaspekte aus Sicht der Testpersonen am besten ausfällt. In der Frage nach der Auffälligkeit der Testpersonen mit den Warnwesten ist die Bewertung für das LED-Licht die zweitbeste. Statistisch gesehen ist der Unterschied zwischen dem LED-Abschnitt und den anderen drei Abschnitten in den Fragen zur gefühlten Sicherheit, zur Farbwiedergabe und zur Farbbevorzugung signifikant gross. Die Warnwesten wurden besonders gut im weissen Licht der Quecksilberdampfhochdrucklampe (Teilabschnitt 1) und im Licht der LED-Leuchten erkannt. Diese Vorteile gelten insbesondere im Vergleich zu den beiden Abschnitten mit Natriumdampfbeleuchtung. Vergleicht man die Ergebnisse aus den Befragungen der Anwohner und der Testpersonen als Fussgänger weiter, so fällt auf, dass sich insbesondere die Ergebnisse rund um die Wahrnehmung der Farbaspekte (Aspekte 4, 6 und 7, vgl. oben) voneinander unterscheiden. Die Testpersonen bewerten das weisse Licht der Quecksilberdampfhochdruckleuchten und der LED-Leuchten im Vergleich zu den gelben Natriumdampfhochdruckleuchten deutlich positiver.
Die Fussgänger wurden in einer letzten Frage darum gebeten, für die vier untersuchten Abschnitte eine Reihenfolge festzulegen. Dabei wurde unabhängig von bestimmten Kriterien bewertet, welcher Abschnitt als besonders gut empfunden wurde. Das zusammenfassende Ergebnis in Abb. 12 zeigt, dass die befragten Testpersonen die Abschnitte mit weissen Lichtquellen (vgl. Abb. 9, Bereiche 1 und 4) den Abschnitten mit gelber Beleuchtung vorziehen (vgl. Abb. 9, Bereiche 2 und 3). Mit einer Differenz von ca. 13 % wird der Abschnitt mit LED-Beleuchtung als bester der untersuchten Abschnitte empfunden, gefolgt von jenem mit Quecksilberdampfbeleuchtung.
Die Befragten tendieren also in allen Fragen nahezu ausnahmslos dazu, die weissen Lichtquellen gegenüber gelbem Natriumdampflicht zu bevorzugen. Das ist besonders für die Quecksilberdampfbeleuchtung interessant, da hier die mittlere Beleuchtungsstärke technologisch bedingt etwa 1 lx niedriger ist als für die anderen drei Abschnitte (vgl. Abb. 1). Der LED-Abschnitt wurde sogar – mit Ausnahme von Aspekt 4 – noch besser als Abschnitt 1 (vgl. Abb. 9) bewertet.[2]

Anmerkungen

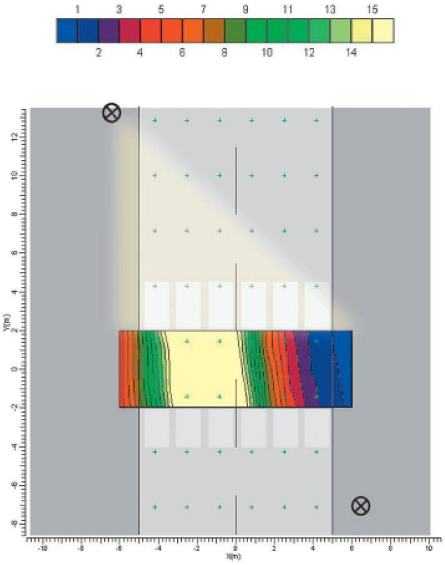
1 Das durchschnittliche Alter der befragten Testpersonen liegt bei 29 Jahren

2 Diese Ergebnisse stellen einen Auszug der gewonnenen Ergebnisse dar. Für weitere Fragen wenden Sie sich bitte an das Fachgebiet Lichttechnik der Technischen Universität Darmstadt



13

14



15

EKZ BELEUCHTEN IN PILOTPROJEKT KONFLIKTZONE MIT LED

Fussgängerstreifen sind Konfliktzonen im Strassenverkehr, deren Beleuchtung besonders strengen Normen unterworfen ist. Im Rahmen eines Pilotprojekts haben die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) in der Zürcher Gemeinde Dürnten die Strassenleuchten bei einem Fussgängerstreifen auf LED umgerüstet. Die Leuchten haben hohe vertikale Beleuchtungsstärken (siehe Abb. 15; in Norm SN EN 13201 für verschiedene Strassentypen definiert), die Beleuchtungswerte fallen jedoch an den Randbereichen stark und schnell ab. Die Kandelaber mussten folglich exakt platziert werden, die Toleranz für Fehler ist äusserst gering.

LED-Leuchten haben im Vergleich zu Natriumdampfleuchten den Vorteil, dass sie über eine sehr gute Farbwiedergabe verfügen: Objekte können besser erkannt und Gefahren dadurch richtig eingeschätzt werden. Wenn zum Beispiel die bunte Kleidung eines Fussgängers auffällt, kann ein Autofahrer die Person schneller wahrnehmen und rechtzeitig reagieren. Ein weiterer Pluspunkt von LED-Leuchten ist, dass ihr Licht mit einer Linse punktgenau dahin gelenkt werden kann, wo es benötigt wird. In dieser Hinsicht gleicht die LED einem kleinen Scheinwerfer, der aufgrund seiner Konstruktion ausgerichtet werden kann. Die Lichtverteilung von LED-Leuchten kann sehr genau gesteuert werden und somit direkten Einfluss auf die vertikale Beleuchtung nehmen. LED-Leuchten eignen sich deswegen grundsätzlich gut für diese Beleuchtungsaufgaben.

Dennoch ist der heutige Einsatz der LED-Technologie für die Strassenbeleuchtung nicht unproblematisch: LED-Leuchten werden heute mit verschiedenen Stromstärken oder Spannungen betrieben, für die entsprechend unterschiedliche Betriebsgeräte notwendig sind. Es besteht das Risiko, dass heute eingesetzte LED-Leuchten in ein paar Jahren nicht mehr produziert werden, weil sich eine andere LED-Versorgungsspannung durchsetzt. Sicherlich wird die LED in einigen Jahren der Standard in der öffentlichen Beleuchtung sein. Der zu frühe Wechsel ist jedoch risikobehaftet. Bevor eine Gemeinde oder der Kanton sich für eine öffentliche Beleuchtung entscheidet, müssen verschiedene Faktoren wie Langlebigkeit der Leuchten, Anschaffungskosten, gewünschte Lichtwirkung und Design berücksichtig werden.

13+14 Im Rahmen eines Pilotprojekts rüsteten die EKZ die Beleuchtung eines Fussgängerstreifens auf LED um (Fotos: Florian Koch, EKZ)
15 Die eingesetzten LED-Leuchten erreichen hohe vertikale Beleuchtungsstärken und leuchten somit Fussgängerstreifen aus der Fahrtrichtung betrachtet sehr gut aus (gelber Bereich). Die Beleuchtungsstärken an den Randbereichen fallen jedoch schnell ab (Grafik: Florian Koch, EKZ)

TU Darmstadt:
Christoph Schiller, Dipl.-Wirtsch.-Ing.; **Thomas Kuhn**, Dipl.-Ing.; **Prof. Tran Quoc Khanh**, Dr.-Ing. habil.; Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Lichttechnik, office@lichttechnik.tu-darmstadt.de

EKZ:
Florian Koch, Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ), florian.koch@ekz.ch