

B. Panhans, J. de Boer, A. Reith

Straßenbeleuchtung: Neuartige „in-situ“ Messeinrichtung zur Ermittlung lichttechnischer Kennziffern von Straßenbelägen

1. Einleitung

Bei Planung und Betrieb von Straßenbeleuchtungsanlagen sind hohe ökonomische und ökologische Anforderungen zu erfüllen. Bestimmende Auslegungsparameter sind hierbei, wie in Bild 1 dargestellt, die Wahl des Beleuchtungssystems und das lichttechnische Verhalten des Straßenbelags. So lassen sich z.B. helle Beläge bei Einhaltung gleicher verkehrssicherheitstechnischer Anforderungen (der für einen Beobachter sichtbaren Leuchtdichte) erheblich energieeffizienter und damit wirtschaftlicher beleuchten. Maßgeblich für die Auslegung und Qualitätssicherung der Beleuchtungsanlage (bei z.B. Nachweis von Ausschreibungsanforderungen) ist die Kenntnis des Absolutwertes der Reflexion (beschrieben durch den mittleren Leuchtdichtekoeffizienten q_0) und der räumlichen Reflexionscharakteristik der Beläge, wie exemplarisch in Bild 2 dargestellt. Die komplexe räumliche Reflexionscharakteristik wird im Allgemeinen über vergleichsweise einfach zu bestimmende Zwischengrößen (Spiegelgrade) sogenannten Standardbelagsklassen zugeordnet, die abgestuft diffus bis stärker gerichtet reflektierende Beläge repräsentieren.

Das Reflexionsverhalten von Belägen wurde bisher zumeist an Bohrkernen der zu untersuchenden Straße oder an Mustern von neuen Belägen im Labor bestimmt. Bei Bohrkernen besteht neben der aufwendigen Entnahmeprozedur die Gefahr nicht repräsentativer Stichprobenentnahmen. So wer-

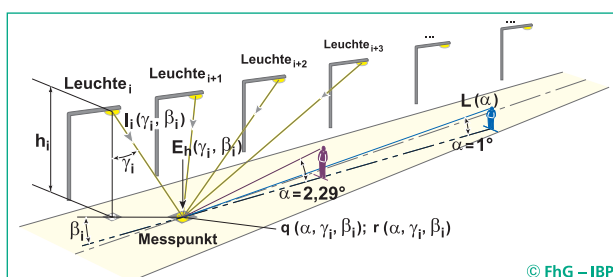


Bild 1: Zur Ermittlung der von Straßenleuchten hervorgerufenen für einen Beobachter sichtbaren Leuchtdichte L .

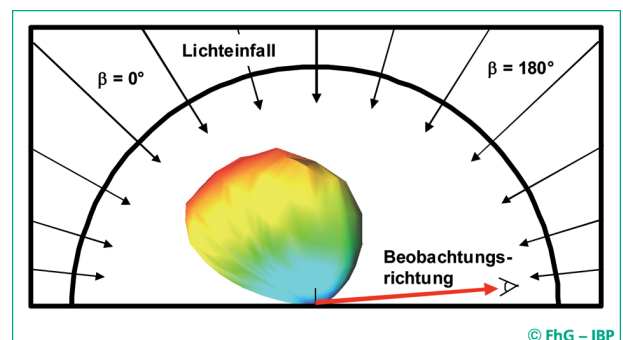


Bild 2: Räumliche Reflexionscharakteristik eines gerichtet reflektierenden Belags.

den Muster neuer Beläge beispielsweise künstlich abgerieben. Dies verlangt viel Erfahrung der Messverantwortlichen in der Versuchsvorbereitung. Mit Durchführung einer in-situ Kennwertbestimmung direkt auf der Straße kann dagegen zerstörungsfrei gemessen werden. Des Weiteren können die Messungen an mehreren Stellen des untersuchten Belags wiederholt werden, wodurch repräsentative mittlere Kennwerte über größere Straßenbereiche bestimmt werden können. Auch kann letztendlich mit deutlich geringerem Aufwand ein zeitliches Kennwertprofil zur Dokumentation der Veränderungen des Reflexionsverhaltens durch die Verkehrsbelastung ermittelt werden.

In dem Vorhaben [1] wurden verschiedene praxisübliche lichttechnische Kennziffern bzgl. ihrer Eignung zur Erfassung der Helligkeit von Straßendeckschichten überprüft und eine neuartige transportable Einrichtung für die Messung der Helligkeit vor Ort und im Labor entwickelt.

2. Lichttechnische Kennwerte

Die verschiedenen in Deutschland gebräuchlichen Kennwerte und international von der CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) vorgeschlagenen Messgrößen wurden zusam-

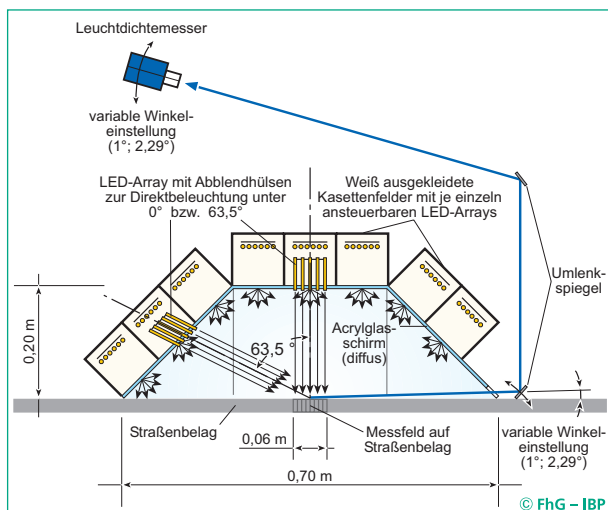


Bild 3: Prinzipschema der in-situ Messeinrichtung.

mengestellt und diskutiert. Hierbei wurde insbesondere die Zuordnung von Belägen zu Standardklassen über Näherungsverfahren untersucht, die auf einigen wenigen Messungen basieren. Zwischen gebräuchlichen Näherungsverfahren und der genauen Bewertung der Standardbelagsklassen kommt es dabei teilweise zu merklichen Abweichungen. Diese sind in wesentlichen Teilen auf eine nur genäherte Ermittlung des mittleren Leuchtdichtekoeffizienten q_0 zurückzuführen.

3. Messeinrichtung

Grundlage der in den Bildern 3 bis 5 dargestellten Konzeption und prototypischen Umsetzung des Messgerätes war daher die verbesserte Messung von q_0 . Basierend auf einem aktiv steuerbaren Leuchtdichteschirm, der über dem Messfeld positioniert wird, wird gezielt die zur Messung von q_0 erforderliche Leuchtdichteverteilung eingestellt. Zur Ermittlung der gerichteten Reflexion (Spiegelgrad) von Belägen wurden in den Leuchtdichteschirm Direktlichtquellen integriert. Das Messgerät ist für die Messung unter verschiedenen Beobachtungswinkeln ausgelegt. Die gesamte Anordnung kommt ohne bewegliche Teile aus und erlaubt durch die automatisierte Steuerung zeiteffiziente Messungen

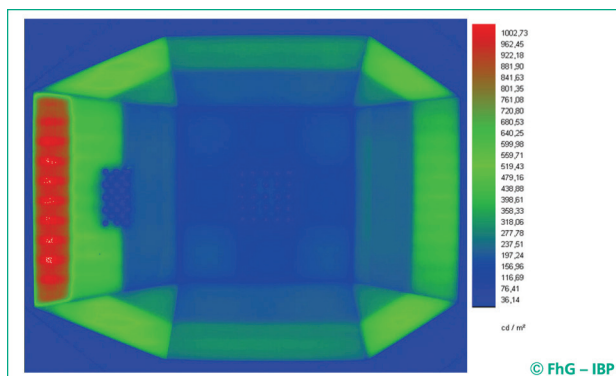


Bild 4: Leuchtdichteverteilung auf dem Leuchtschirm in Falschfarbendarstellung.



Bild 5: Messung in-situ auf der Straße.

geführten Tests der Versuchseinrichtung im Feld auf verschiedenen eingebauten Belägen schlossen sich an. Im Vergleich zu der auf einem Näherungsverfahren basierenden Messung im Labor lagen tendenziell sowohl q_0 als auch die Messung der gerichteten Reflexion und damit die Klassifizierung nach Standardbelägen durch die neue Versuchseinrichtung etwas höher. Dies wurde im Wesentlichen durch die verbesserte q_0 Messung gegenüber dem Näherungsverfahren erklärt.

5. Zusammenfassung

Neben einer neuen Art der Bestimmung lichttechnischer Kennwerte von Straßenbelägen im Labor ermöglicht das Ergebnis des Vorhabens zukünftig die in-situ Bestimmung der Kennwerte. Somit kann die Abnutzung eingebauter Beläge über die Zeit erfasst werden. Straßenbeleuchtungsanlagen können sowohl visuell als auch energetisch gezielter geplant und optimiert werden. Die Messeinrichtung steht für projektbezogene Messungen im Feld und auch an Proben zukünftig am Institut zur Verfügung.

6. Literatur

- [1] J. de Boer, B. Panhans, A. Reith, A. Otto, F. Wellner: Überprüfung verschiedener lichttechnischer Kennziffern bezüglich ihrer Eignung zur Erfassung der Helligkeit von Straßendeckschichten und die Entwicklung einer transportablen Einrichtung für die Messung der Helligkeit vor Ort und im Labor. IBP-Bericht WB 145/2009

Das Vorhaben wurde unter der Fördernummer 15083 BG/2 gefördert durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) für das BMWi. Die Arbeiten wurden in Partnerschaft mit der TU-Dresden, Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau, Professur für Straßenbau, durchgeführt.