

Beschreibung zum Forschungsantrag

Kurzfassung

1. Forschungsthema

Überprüfung verschiedener lichttechnischer Kennziffern bezüglich ihrer Eignung zur Erfassung der Helligkeit von Straßendeckschichten und die Entwicklung einer transportablen Messeinrichtung für die Messung der Helligkeit vor Ort und im Labor.

2. Wissenschaftlich – technische und wirtschaftliche Problemstellung

Die Beurteilung der lichttechnischen Eigenschaften von Straßendeckschichten basiert auf einem Kennziffersystem, das für die Belange der stationären Straßenbeleuchtung entwickelt wurde. In diesem System werden zwei Eigenschaften durch Kennziffern ausgedrückt:

1. Grad der Helligkeit (mittlerer Leuchtdichtekoeffizient q_0)
2. Grad der Spiegelung (κ_p)

Der Grad der Helligkeit sagt etwas darüber aus, wie hell die Deckschicht für den Beobachter erscheint. Dabei muss die Probe aus sehr unterschiedlichen Richtungen beleuchtet werden und aus einer Höhe von 1,50 m und unter einem Winkel von $\alpha = 1^\circ$ beobachtet bzw. die Leuchtdichte¹ gemessen werden. Die Messung erfolgt also sehr flach, fast streifend zur Oberfläche.

Der Grad der Spiegelung beschreibt die Form der Reflexion des auf die Oberfläche einer Deckschicht auftretenden Lichtes – ob das Licht diffus, d. h. in allen Richtungen gleichmäßig oder gerichtet, d. h. in eine bevorzugte Richtung gestreut wird. Für den Grad der Helligkeit wird die Größe mittlerer Leuchtdichtekoeffizient q_0 und für den Grad der Spiegelung κ_p verwendet.

Für Beide Werte muss die Leuchtdichte L gemessen werden. Die Leuchtdichte ist von den Beleuchtungsrichtungen und der Beobachtungsrichtung abhängig. Die Werte für q_0 und κ_p gelten also nur für bestimmte festgelegte Messbedingungen.

Die für die lichttechnische Beurteilung von Deckschichten wichtige Größe Leuchtdichtekoeffizient q_0 setzt zur definitionsgemäßen Bestimmung eine spezielle Messanordnung voraus, die nur an wenigen lichttechnischen Speziallaboratorien vorhanden ist. Die Messung ist zeitaufwendig und nur im Labor, keinesfalls vor Ort auf der Straße durchführbar.

¹ Die Leuchtdichte ist eine lichttechnische Größe, die unter normalen Beobachtungsbedingungen der Helligkeitsempfindung entspricht.

Gegenwärtig wird q_0 nach einem von Kluge und Range angegebenen empirischen Näherungsverfahren bestimmt. Bei diesem Verfahren werden statt der geforderten Vielzahl von Beleuchtungseinrichtungen der Probe nur zwei Lichteinstrahleinrichtungen auf die Probe berücksichtigt. Wie eigene Voruntersuchungen gezeigt haben, kann das zu erheblichen Fehlmessungen führen. Auch dieses Messverfahren bzw. die darauf aufbauenden Messgeräte sind für den Einsatz auf der Straße nur mit erheblichen Einschränkungen einsetzbar. Dafür gibt es vielerlei Gründe, u. a.:

- schwierige Justierbarkeit
- Probefläche muss eben sein (beachte Messwinkel $\alpha = 1^\circ$)

In der gegenwärtigen Situation ist es nicht praktikabel, direkt vor Ort die lichttechnischen Eigenschaften von Straßendeckschichten zu messen. Es bleibt nur der Ausweg, von einzelnen vorher ausgewählten Orten Bohrkern zu ziehen und diese dann unter Laborbedingungen nach dem von Kluge und Range angegebenen Verfahren zu untersuchen. Diese Vorgehensweise hat wesentliche Nachteile. Aus der Deckschicht muss in jedem Fall ein Bohrkern gezogen werden, an dem die Prüfung vorgenommen wird. Die Anzahl der Stellen für die die lichttechnischen Eigenschaften bestimmt werden ist deshalb stark eingeschränkt. Je nach Lage der Entnahmestelle der Probe und der Befahrung dieser Proben wird es zu Unterschieden in den lichttechnischen Eigenschaften kommen. Es ist praktisch nicht möglich, eine vernünftige Mittelwertaussage zu der Helligkeit des Streckenabschnittes zu machen. Es kann in der gegenwärtigen Situation beobachtet werden, dass durch die gezielte Probenvorbereitung Wettbewerbsverzerrungen auftreten. Weiterhin werden Prüfergebnisse von Oberflächen bestimmt, die nicht den Befahrungsverhältnissen durch den Kfz-Verkehr entsprechen

3. Forschungsziel / Ergebnisse / Lösungsweg

3.1. Forschungsziel

Mit der zu entwickelnden Messtechnik soll es möglich sein, ohne zerstörende Eingriffe vor Ort zu messen. Weiterhin können die lichttechnischen Messungen sowohl kurz nach der Herstellung als auch nach einer angemessenen Befahrungsdauer durchgeführt werden. Wiederholungsmessungen könnten Aussagen zur Entwicklung der Helligkeit in Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung bzw. von der Nutzungsdauer liefern. Die bisher sehr aufwändigen Messungen an verschiedenen Stellen der Fahrbahnoberfläche wären nahezu problemlos möglich. Derzeit können annähernd repräsentative Aussagen zur Helligkeit einer Fahrbahn jedoch nur durch Messungen an einer Vielzahl von Bohrkernen getroffen werden.

3.2. Lösungsweg zur Erreichung des Forschungsziel

1. Die derzeit in Gebrauch befindlichen Leuchtdichtkoeffizienten zur Beschreibung der Helligkeit (q_0 , q_m^0 , q_d , q_p) sollen auf ihre Eignung zur Beschreibung der Helligkeitseigenschaften von Straßendeckschichten geprüft werden. Dazu sind theoretische und praktische, messtechnische Untersuchungen erforderlich. An ausgewählten Proben sind die einzelnen Kennziffern zu bestimmen und ihre Eignung auf die mobile Messbarkeit zu untersuchen.
2. Aus diesen Kennziffern sollen die in Hinblick auf die mobile Messbarkeit besonders geeigneten ausgewählt werden.
3. Unter Einbeziehung bereits vorhandener Erfahrungen soll ein Mustergerät konzipiert und gebaut werden, mit dem die geeigneten Kennziffern im Straßenraum gemessen werden können.
4. Vergleichende Messungen mit dem mobilen Messgerät im Straßenraum und an gezogenen Bohrkernen im Labor nach dem bisherigen Messverfahren q_0 nach

Ränge sollen durchgeführt und die Vergleichbarkeit mit bisherigen Messergebnissen erreicht werden.

5. Dokumentation der Ergebnisse

4. Wirtschaftliche Bedeutung für kleine und mittlere Unternehmen

Angaben zur Helligkeit von Straßendeckschichten werden in Ausschreibungen zunehmend gefordert. Ebenso wird die Überprüfung der erreichten Werte im ausgeführten Bauwerk immer häufiger verlangt. Mit der zu entwickelnden Messtechnik wird es möglich sein, während der Bauphase ohne „zerstörende“ Eingriffe vor Ort zu messen. Nach einer angemessenen Befahrungsdauer der Deckschichten kann die Messung vor Ort wiederholt werden. Bisher nur sehr aufwändige Messungen an verschiedenen Orten der Deckschicht wären problemlos möglich (derzeit nur über eine Vielzahl von Bohrkernen erreichbar). Im Sinne der verbesserten Qualitätsüberwachung können insbesondere kleinere und mittlere Betriebe diese Messungen einfach durchführen oder durchführen lassen.

5. Beabsichtigte Umsetzung der angestrebten Forschungsergebnisse

Die Forschung ist praxisorientiert angelegt. Die Ergebnisse sollen mit den entsprechenden Gremien mit dem Ziel der Einarbeitung in bestehende Prüfvorschriften diskutiert werden. Publizierungen des erarbeiteten Konzeptes der mobilen Messeinrichtung und Aufnahme von Kontakten mit Messgeräteherstellern.

6. Durchführende Forschungsstellen

Forschungsstelle 1: Fraunhofer-Gesellschaft e. V.
Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP
Nobelstraße 12

70569 Stuttgart


Prof. Dr. Klaus Sedlbauer
Fraunhofer-Institut für Bauphysik
Postfach 800469 · D-70504 Stuttgart
Nobelstraße 12 · D-70569 Stuttgart

Forschungsstelle 2: Technische Universität Dresden
Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau
Professur für Straßenbau

01062 Dresden

TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN 
FAKULTÄT BAUINGENIEURWESEN
LEHRSTUHL STRASSENBAU
UNIV.-PROF. DR.-ING. HABIL. F. WELLMNER
01069 Dresden, Helmholtzstr. 10


6.1. Leiter der Forschungsstelle

Forschungsstelle 1: Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

Forschungsstelle 2: Prof. Dr.-Ing. habil. Frohmüt Wellner

6.2. Projektleiter

Forschungsstelle 1: H. Erhorn

Forschungsstelle 2: A. Otto