

Yuan Fang, Michael Würth, Jan de Boer

MULTIFUNKTIONALE ULBRICHT-KUGEL NEUER LICHT- UND STRALUNGSTECHNISCHER PRÜFSTAND

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Telefon +49 711 970-00
info@ibp.fraunhofer.de

Standort Holzkirchen
Fraunhoferstraße 10, 83626 Valley
Telefon +49 8024 643-0

www.ibp.fraunhofer.de

Literatur

[1] DIN EN 5036: Strahlungsphysikalische und lichttechnische Eigenschaften von Materialien; Messverfahren für lichttechnische und spektrale strahlungsphysikalische Kennzahlen, 1979.

[2] DIN EN 410: Glas im Bauwesen – Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen, 2011.

[3] DIN EN ISO 52022-3: Energieeffizienz von Gebäuden – Wärmetechnische, solare und tageslichtbezogene Eigenschaften von Bauteilen und Bauelementen, 2018

[4] DIN EN 14500: Abschlüsse – Thermischer und visueller Komfort – Prüf- und Berechnungsverfahren, 2008

[5] DIN EN 14501: Abschlüsse – Thermischer und visueller Komfort – Leistungsanforderung und Klassifizierung, 2006.

[6] DIN EN 13032: Licht und Beleuchtung – Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten, 2012.

EINLEITUNG

Das Licht- und Strahlungslabor des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP wurde um eine »Ulbricht-Kugel« (benannt nach dem Ingenieur Richard Ulbricht) als neuartiges multifunktionales Messsystem erweitert. Anwendungsbereiche sind

- die Messung der Reflexions- und Transmissions-eigenschaften von Fassadenbauteilen und urbanen Oberflächen,
- die Bestimmung von Lichtströmen, Lichtausbeuten und Betriebswirkungsgraden an Lampen und Leuchten.

Gegenüber vielen Vergleichsanlagen gestattet diese Einrichtung die Ermittlung der Winkelabhängigkeit von Materialeigenschaften, wie Transmissionswerte (τ_{vis} , τ_e) und des auf τ_e basierenden g-Wertes. Erforderlich ist eine derartige Vorgehensweise, da bei der heute üblichen, nur für senkrechten Strahlungseinfall erfolgenden Betrachtung des g-Wertes erhebliche Fehler hinsichtlich der Bewertung passiver Solargewinne durch Raffstores, textile Behänge und Lichtlenkgläser gemacht werden.

AUFBAU

Die Prüfeinrichtung wurde ausgehend von [1] entwickelt und gebaut. Die innen mit Bariumsulfat beschichtete öffnenbare Kohlefaserkugel hat einen Durchmesser von zwei Metern. Mit einem Spektralradiometer kann die Strahlung im Bereich zwischen 280 nm und 2500 nm in Schritten von 1 nm aufge-

zeichnet werden. Der Aufbau der Versuchseinrichtung ist in den Bildern 1 bis 3 dargestellt.

REFLEXIONS- UND TRANSMISSIONSMESSUNGEN

Hierfür werden die Proben mit einem 10-kW-Strahlerarray bestrahlt. Zur Erzeugung eines geeigneten Bestrahlungsspektrums wurden HMI- und Halogenstrahler kombiniert. Die Kugel verfügt über zwei verschließbare Öffnungen (»Ports«) von 600 mm Durchmesser jeweils für die Transmissions- und Reflexionsmessung. Über eine automatisierte Positioniereinrichtung lassen sich sowohl die Ulbricht-Kugel um 180° als auch die Probe selbst vor dem Port um 360° drehen; so ist die Probe unter beliebigen Höhen- und Azimutwinkeln im Strahlengang drehbar.

Für bewegliche Sonnenschutzeinrichtungen wie Raffstores ist zudem eine flexibel einstellbare motorische Wendevorrichtung zur Einstellung des Lamellenwinkels bei unterschiedlich einstellbaren Lamellengrößen und -abständen verfügbar. Diese Raffstoreparameter beeinflussen ganz wesentlich den g-Wert.

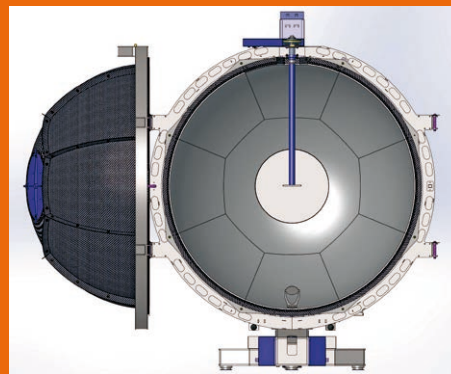
Für winkelabhängige Reflexionsmessungen können Proben zusätzlich über ein einhängbares sogenanntes »Center-Mount-System« im Mittelpunkt der Kugel motorisch drehbar positioniert werden.



1



2



3



4

Die drehbare Probenaufnahme ist für Standardgrößen von 600 x 600 mm und Probendicken bis 100 mm geeignet.

Über einen separaten Probentisch können auch größere und schwere Proben bis maximal 1500 mm Kantenlänge, 260 mm Stärke und 300 kg Gewicht untersucht werden. Zu bemerkernde Sonderlösungen, z. B. im Fassadenbau, stellen derartig hohe Anforderungen an die Versuchseinrichtung.

Die Messergebnisse sind lichttechnisch und gesamtenergetisch auswertbar in Anlehnung an bzw. analog zur DIN EN 410 [2], DIN EN ISO 52022-3 [3] und DIN 14500 [4].

Aus den gemessenen Daten lassen sich zudem die Kenngrößen für die Bewertung des thermischen und visuellen Komforts nach DIN EN 14501 [5] ermitteln.

Typische Aufgaben sind die Vermessung von

- lamellenartigen Sonnenschutzeinrichtungen (auch größere Lamellenstrukturen),
- Gussgläsern,
- Mehrfachstegplatten,
- Mehrfachgläsern mit teilflächigen Sieb- bzw. Inkjetdrucken, Mattierungen,
- Teiltransparenten PV-Modulen (GIPV),
- Mehrfachisoliertgläsern mit Einbauten im Scheibenzwischenraum und sehr großen Bautiefen,
- Gläsern mit mehrdimensionalen Laserengravuren,
- unterschiedlichen urbanen Oberflächen.

STRAHLUNGSFLUSS / LICHTSTROM-MESSUNG VON LAMPEN UND LEUCHTEN

Die Messung des Gesamtstrahlungsflusses/-lichtstroms einer Lampe oder Leuchte basiert auf dem Verfahren DIN EN 13032 [6]. Die Prüfkörper werden mit Hilfe von Lanzen im Mittelpunkt der Kugel befestigt und mit einem stabilisierten Netzteil betrieben. Die Kugel wird mit Hilfe der Normlampe kalibriert. Um den Einfluss der Selbstabsorption des Prüflings zu eliminieren, wird eine Hilfs-lampe in der Ulbricht-Kugel angebracht.

Das Spektralradiometer ermöglicht neben der Bestimmung der reinen lichttechnischen Eigenschaften künstlicher Lichtquellen auch die Bestimmung der strahlungstechnischen Eigenschaften im UV- und IR-Bereich. Typische Anwendungsfälle sind die Ermittlung

- des Lichtstroms,
- der Strahlungsleistung,
- der Spektralverteilung,
- der Farbkoordinaten und
- von Lichtquellen.

VERMESSUNG

»LEUCHTENDER FENSTER«

Mit dem multifunktionalen Ulbricht-Kugel-System lassen sich auch neuartige »hybride« Bauteile für den Fassadeneinsatz bewerten, die als leuchtende Fenster genutzt werden. Bild 4 zeigt ein derartiges Bauteil, das (Tages-)Licht transmittiert, aber auch selbst Licht emittiert. Die Lichtemission erfolgt mittels einer LED-Kanteneinkopplung und flächiger Auskopplung durch mikrooptische Strukturen (»Large Area Light Sources«).

- 1 *Integrationskugel mit geöffnetem Transmissionsport und Standardprobenaufnahme.*
- 2 *10-kW-Strahlerarray aus HMI- und Halogenstrahlern.*
- 3 *Geöffnete Halbschalen mit eingebrachter Montagelanze.*
- 4 *Messung der Testscheibe eines »leuchtenden Fensters«.*