

Lichttechnische Stoffkennzahlen

1. Ziel des Praktikums

Vertraut werden mit Meßabläufen an einer Ulbrichtschen Kugel und Erfassung von Reflexions- und Transmissionseigenschaften verschiedener optischer Materialien.

2. Grundlagen

2.1. Messung des Reflexionsgrades ρ und des Grades der gestreuten Reflexion ρ_d

Der Reflexionsgrad ρ ist das Verhältnis des von einem Körper zurückgestrahlten Lichtstromes Φ_ρ zu dem auftreffenden Lichtstrom Φ .

$$\rho = \frac{\Phi_\rho}{\Phi} = \frac{\int_{380}^{780} \Phi_{e,\lambda} * \rho(\lambda) * V(\lambda) * d\lambda}{\int_{380}^{780} \Phi_{e,\lambda} * V(\lambda) * d\lambda} \quad (1)$$

$\Phi_{e,\lambda}$ = spektraler Strahlungsfluß einer Wolframglühlampe mit $T_F = 2856$ K

$V(\lambda)$ = relative spektrale Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges

$\rho(\lambda)$ = spektraler Reflexionsgrad

Die Reflexion kann gerichtet (ρ_r), gestreut (ρ_d) oder gemischt sein.

$$\rho = \rho_r + \rho_d \quad (2)$$

2.1.1. Prinzip der Messung des Reflexionsgrades ρ

Der Reflexionsgrad kann mit 3 Beleuchtungsstärkemessungen (E_N , E_X , E_f) unter folgenden Bedingungen bestimmt werden. Der Beleuchtungsstärkemesser befindet sich unterhalb der Öffnung 1 und unterhalb der gezeigten Ebene in Bild 1.

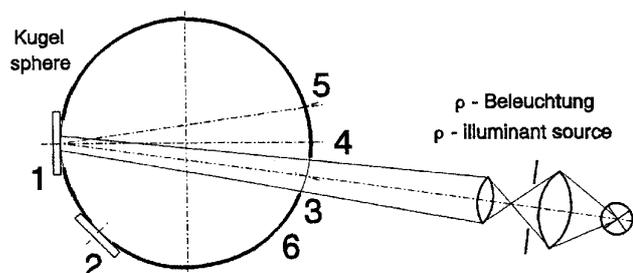


Bild 1

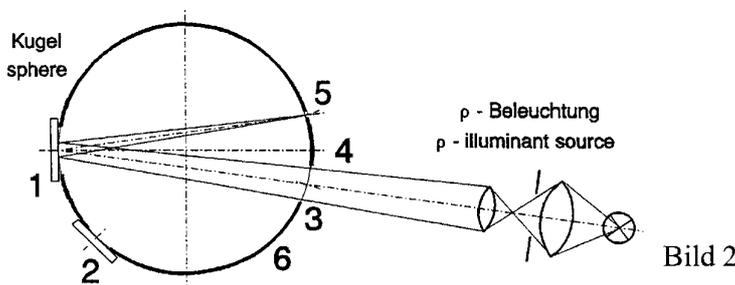
E_N ... Reflexionsnormal an Öffnung 1 und Probe an Öffnung 2
 E_X ... Probe an Öffnung 1 und Reflexionsnormal an Öffnung 2
 E_f ... Öffnung 1 frei und Reflexionsnormal an Öffnung 2: Streulicht E_{Streu}

$$\rho = \frac{E_X - E_f}{E_N - E_f} * \rho_N \quad \text{mit } \rho_N \dots \text{Reflexionsgrad des Normals} \quad (3)$$

2.1.2. Messung des Grades der gestreuten Reflexion ρ_d

Zur Ermittlung des Grades der gestreuten Reflexion einer Probe muß zuerst ihr Reflexionsgrad nach 2.1.1. bestimmt werden.

Dann wird der Meßaufbau gemäß Bild 2 so geändert, daß in Öffnung 5 die Glanzfalle eingesetzt wird. Die Glanzfalle muß mit einem Spiegel an Öffnung 1 justiert werden.



Der Reflexionsgrad ρ_d ergibt sich nach den entsprechenden Beleuchtungsstärkemessungen zu

$$\rho_d = \frac{E_d - E_f - \rho(E_s - E_f)}{E_N - E_f - \rho_N(E_s - E_f)} * \rho_N \quad (4)$$

mit E_N ... Reflexionsnormal (Keramik) an Öffnung 1 und Probe an Öffnung 2

E_d ... Probe an Öffnung 1 und Reflexionsnormal (Keramik) an Öffnung 2

E_f ... Öffnung 1 frei und Reflexionsnormal (Keramik) an Öffnung 2 = E_{Streu}

E_s ... Spiegel an Öffnung 1 und Reflexionsnormal (Keramik) an Öffnung 2

2.2. Messung des Transmissionsgrades τ und des Grades der gestreuten Transmission τ_d

Der Transmissionsgrad τ ist das Verhältnis des durchgelassenen Lichtstromes Φ_τ zum auftreffenden Lichtstrom Φ . Er kann gerichtet (τ_r), gestreut (τ_d) oder gemischt sein.

$$\tau = \frac{\Phi_\tau}{\Phi} = \frac{\int_{380}^{780} \Phi_{e,\lambda} * \tau(\lambda) * V(\lambda) * d\lambda}{\int_{380}^{780} \Phi_{e,\lambda} * V(\lambda) * d\lambda} \quad (5)$$

$\Phi_{e,\lambda}$ = spektraler Strahlungsfluß einer Wolframglühlampe mit $T_F = 2856 \text{ K}$
 $V(\lambda)$ = relative spektrale Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges
 $\tau(\lambda)$ = spektraler Transmissionsgrad

$$\tau = \tau_r + \tau_d \quad (6)$$

2.2.1. Messung des Transmissionsgrades

Bei der Messung des Transmissionsgrades τ befindet sich die Probe zwischen Beleuchtungsstärkeeinrichtung und Öffnung 1 (Bild 3).

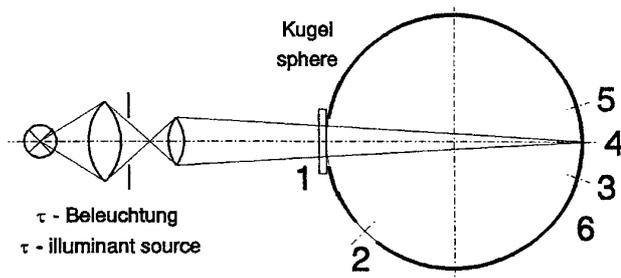


Bild 3

Bei Lichteinfall auf Öffnung 1 werden folgende Beleuchtungsstärken gemessen:

E_x ... Probe vor Öffnung 1, Öffnung 2 offen

E_0 ... Öffnung 1 offen, Probe vor Öffnung 2

dann ist

$$\tau = \frac{E_x}{E_0} \quad (7)$$

2.2.2. Messung des Grades der gestreuten Transmission τ_d

Zuerst wird wieder der Transmissionsgrad bestimmt, dann der Meßaufbau so geändert (Bild 3), daß in Öffnung 4 die Glanzfalle eingesetzt wird. Auch hier muß die Glanzfalle justiert werden.

Bei Lichteinfall auf Öffnung 1 werden die folgenden Beleuchtungsstärken gemessen:

E_d ... Probe vor Öffnung 1, Öffnung 2 offen, Öffnung 4 mit Glanzfalle

E_0 ... Öffnung 1 offen, Probe vor Öffnung 2, Öffnung 4 geschlossen

E_f ... Öffnung 1 offen, Probe vor Öffnung 2, Öffnung 4 mit Glanzfalle = E_{Streu}

Dann ergibt sich τ zu

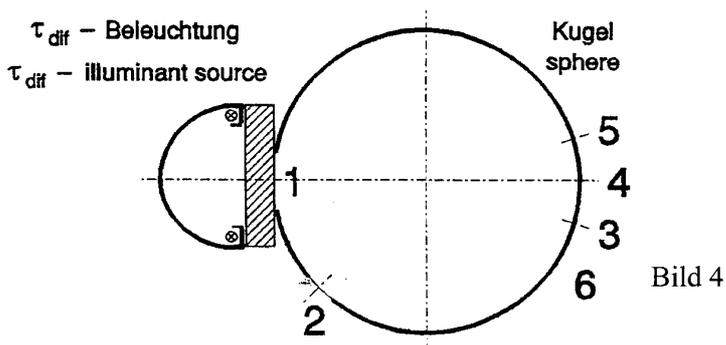
$$\tau_d = \frac{E_d - \tau * E_f}{E_0 - E_f} \quad (8)$$

2.3. Messung des Transmissionsgrades τ_{dif} bei diffusem Lichteinfall

Der Transmissionsgrad τ_{dif} ist das Verhältnis des durchgelassenen Lichtstromes Φ_{dif} zum auffallenden Lichtstrom Φ einer Probe.

$$\tau_{dif} = \frac{\Phi_{\tau_{dif}}}{\Phi} \quad (9)$$

Bei Lichteinfall auf Öffnung 1 (Bild 4) werden nacheinander E_x und E_0 gemessen:



E_x ... Probe vor Öffnung 1, Öffnung 2 offen

E_0 ... Öffnung 1 offen, Probe vor Öffnung 2

dann ist

$$\tau_{dif} = \frac{E_x}{E_0} \quad (10)$$

3. Durchführung des Versuchs und Auswertung

- 3.1. Messen Sie die Reflexions- und Transmissionsgrade von vier frei gewählten Objekten (Probendurchmesser > 50mm). Verwenden Sie bei der Bestimmung der Reflexionsgrade sowohl matte als auch glänzende Objekte. Die Messungen müssen ohne Zimmerbeleuchtung durchgeführt werden. Fernerhin muß der Beleuchtungswahlschalter auf die entsprechende Beleuchtung eingestellt werden
- 3.2. Messen Sie die gestreuten Reflexionen der Reflektorfolien aus Aluminium (1.-4.). Bestimmen Sie den gerichteten Anteil der Reflexion.

4. Literatur

/1/ Beleuchtungstechnik: Grundlagen. Roland Baer. Verlag Technik, 1996

/2/ DIN 5032 Lichtmessung

/3/ DIN 5036 Strahlungsphysikalische und lichttechnische Eigenschaften von Materialien