

## 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 $\rho$ und des Grades der gestreuten Reflexion $\rho_d$

Der Reflexionsgrad  $\rho$  ist das Verhältnis des von einem Körper zurückgestrahlten Lichtstromes  $\Phi_\rho$  zu dem auftreffenden Lichtstrom  $\Phi$ .

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

$\Phi_{e,\lambda}$  = 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 ( $\rho_r$ ), gestreut ( $\rho_d$ ) oder gemischt sein.

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

#### 2.1.1. Prinzip der Messung des Reflexionsgrades $\rho$

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.

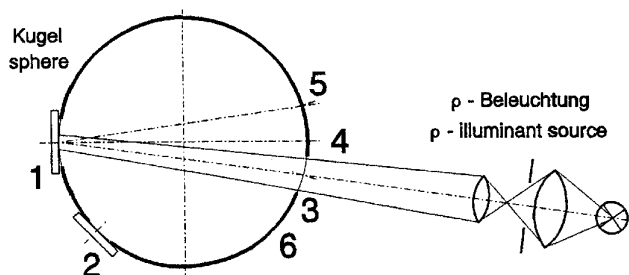


Bild 1

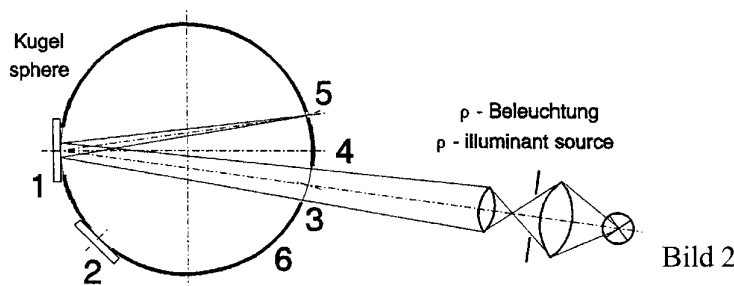
$E_N$  ... Reflexionsnormal an Öffnung 1 und Probe an Öffnung 2  
 $E_X$  ... Probe an Öffnung 1 und Reflexionsnormal an Öffnung 2  
 $E_f$  ... Öffnung 1 frei und Reflexionsnormal an Öffnung 2: Streulicht  $E_{\text{Streu}}$

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

### 2.1.2. Messung des Grades der gestreuten Reflexion $\rho_d$

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  $\rho_d$  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 =  $E_{\text{Streu}}$

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

### 2.2. Messung des Transmissionsgrades $\tau$ und des Grades der gestreuten Transmission $\tau_d$

Der Transmissionsgrad  $\tau$  ist das Verhältnis des durchgelassenen Lichtstromes  $\Phi_\tau$  zum auftreffenden Lichtstrom  $\Phi$ . Er kann gerichtet ( $\tau_r$ ), gestreut ( $\tau_d$ ) 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  $\tau$  befindet sich die Probe zwischen Beleuchtungsstärkeeinrichtung und Öffnung 1 (Bild 3).

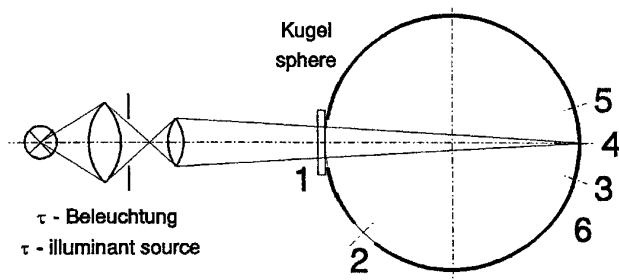


Bild 3

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 $\tau_d$

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 =  $E_{\text{Streu}}$

Dann ergibt sich  $\tau$  zu

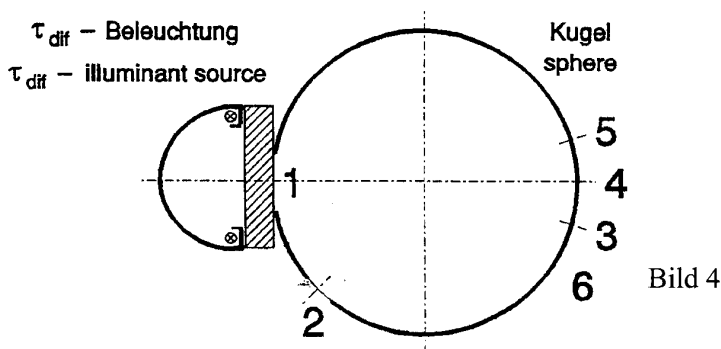
$$\tau_d = \frac{E_d - \tau * E_f}{E_0 - E_f} \quad (8)$$

### 2.3. Messung des Transmissionsgrades $\tau_{dif}$ bei diffusem Lichteinfall

Der Transmissionsgrad  $\tau_{dif}$  ist das Verhältnis des durchgelassenen Lichtstromes  $\Phi_{dif}$  zum auffallenden Lichtstrom  $\Phi$  einer Probe.

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

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