



PROTOKOLL

Ermittlung der Absorption, Transmission und Reflexion von transparent Materialien

Durchgeführt von Eva-Maria Schindler

München, April 2017

Inhaltsverzeichnis

1 Theorie	1
2 Versuchsaufbau	3
3 Materialien	5
4 Versuchsdurchführung	6
4.1 Transmissions- und Absorptionsmessung	6
4.2 Reflexionsmessung	6
Literatur	7

1 Theorie

Trifft elektromagnetische Strahlung auf ein transparentes Material finden verschiedenen Wechselwirkungen, wie Apsorption, Streuung, Reflexion und Emission im Material statt (siehe Abbildung 1.1).

1) Absorption

2) Elastische ($\nu = \nu_0$) und
inelastische ($\nu \neq \nu_0$) Streuung

a) Einfache Streuung

b) Mehrfache Streuung

c) Diffuse Streuung

3) Oberflächenreflexion ($\nu = \nu_0$)

4) Emission ($\nu \neq \nu_0$)

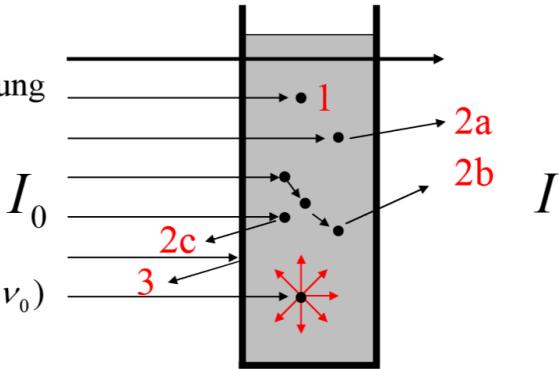


Abbildung 1.1: Wechselwirkung von Licht mit einer Probe[1]

Die Streuung ist ein Sammelbegriff verschiedener physikalischer Phänomene wie Brechung, Beugung und Reflexion. Diese Phänomene lenken die elektromagnetische Strahlung von ihrem vorgegebenen Weg ab und können dabei die Wellenlänge ändern. An der Oberfläche von Festkörpern wird elektromagnetische Strahlung gerichtet (spiegelnd) und diffus reflektiert. Der Reflexionsgrad ist dabei stark vom Material und der Oberflächenbeschaffenheit abhängig. Bei stark absorbierende Materialien ist die gerichtete Reflexion besonders groß, wohingegen bei beispielsweise Pulvern die diffuse Reflexion überwiegt.

Bei der Absorption handelt es sich um die Aufnahme von elektromagnetischer Strahlung eines Teilchens (z.B. freies Elektron). Durch Absorption aber auch durch Reflexion und Streuung, wird die Transmission der Strahlung durch einen Feststoff oder Flüssigkeit abgeschwächt. Die Berechnung des Absorptions-, Transmissionsgrad und der Reflektivität findet wie folgt statt:

$$\text{Transmissionsgrad: } T = \frac{I}{I_0} \quad (1.1)$$

$$\text{Absorptionsgrad: } \alpha = 1 - T \quad (1.2)$$

$$\text{Reflektivität: } R = \frac{I_R}{I_0} \quad (1.3)$$

Die Absorption und Reflexion eines farbigen nicht transparenten Materialien ist ausschlaggebend für die Farbgebung des Materials. Betrachtet man ein transparentes Material ist die Ab-

sorption und Transmission entscheidend für die Farbgebung. In Abbildung 1.2 ist das Farbspektrum im sichtbaren Wellenlängenbereich abgebildet. Ein Material, welches beispielsweise alle Wellenlängen im blauen und roten Bereich absorbiert und nur die Wellenlängen im grünen Bereich reflektiert, erscheint grün. Bei einem transparenten grünem Material wird ebenfalls alle Wellenlängen im blauen und roten Bereich absorbiert und die Wellenlängen im grünen Bereich transmittiert. Bei Mischfarben werden mehrere Wellenlängen reflektiert/transmittiert und absorbiert. Bei einem weißen Material werden nicht einzelne Wellenlängen reflektiert, sonder der gesamte Wellenlängenbereich im sichtbaren Licht. Daher dient ein weißes nicht transparentes Material sehr gut als Referenzmaterial bei Reflexionsmessungen. Ein schwarzes Material ist hingegen ein sehr guter Absorber. Hier wird der gesamte Wellenlängenbereich im sichtbaren Licht absorbiert.

Wird beispielsweise ein transparentes Material mit einer Wellenlänge von 532 nm angeregt, transmittiert ein grünes oder grün-gelbliches Material die Strahlung vollständig. Bei Materialien, welche beispielsweise rot, lila, dunkelblau oder braun sind, wird diese Wellenlänge jedoch sehr stark absorbiert, da sich in diesen Farben nur wenig oder kein Grünanteil befindet. Nach diesem Prinzip können somit gezielt Farbfilter ausgewählt werden, welche für bestimmte Wellenlängen die elektromagnetische Strahlung zurückhalten.

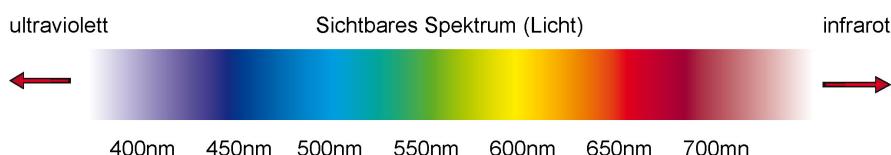


Abbildung 1.2: Spektrum im sichtbaren Licht [2]

2 Versuchsaufbau

In Abbildung 2.1 ist der Versuchsaufbau für die Transmissions- und Absorptionsmessungen dargestellt. Für die Transmissions- Absortpions- und Reflexionsmessungen wurde als Lichtquelle ein Fasergekoppeltes LED Modul der Firma Lasertack verwendet. Dieser sendet kaltweißes Licht bei einer Farbtemperatur von 5500 K und einer Leistung von 13,8 mW . Über eine Glasfaser wird das LED Licht auf das Material gestrahlt. Mithilfe des LR1 Spectrometers von Lasertack kann anschließend die verbleibende Lichtintensität hinter dem Material gemessen werden. Die Glasfaser, welche zum Detektor führt, wurde mit einem Teflonband an der Materialhalterung befestigt, um einen stabilen Messaufbau zu gewährleisten. Der Abstand zwischen dem eingespannten Material und der Halterung des LED Moduls betrug stets 5,9 cm (siehe Abbildung 2.1). Für die Messungen der Reflexion wurde zudem eine Y-Faser eingesetzt, um das vom zu untersuchenden Material reflektierte Licht ebenfalls erfassen zu können. Hierbei muss auf das richtige Anschließen der Y-Faser an das Spektrometer und das LED Licht geachtet werden (siehe Abbildung 2.2).

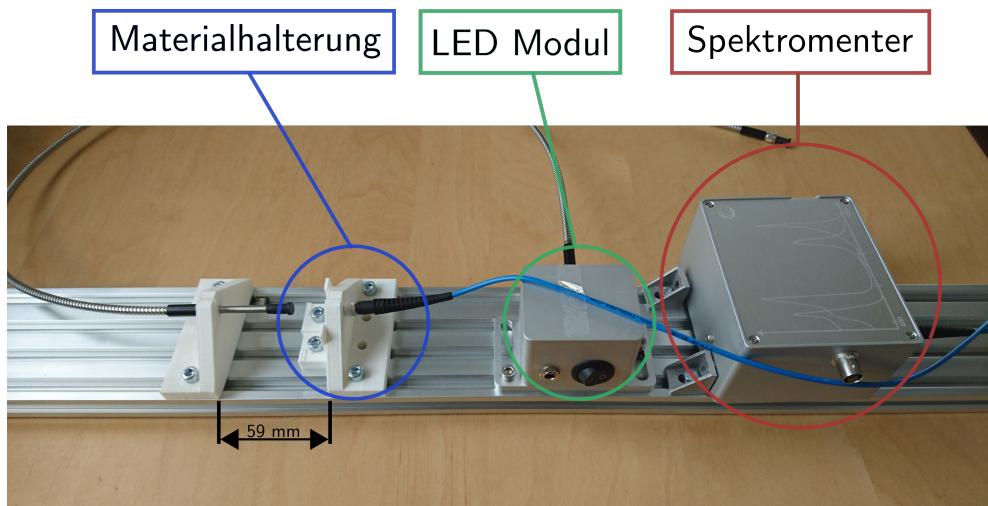


Abbildung 2.1: Versuchsaufbau für die Transmissions- und Absorptionsmessungen

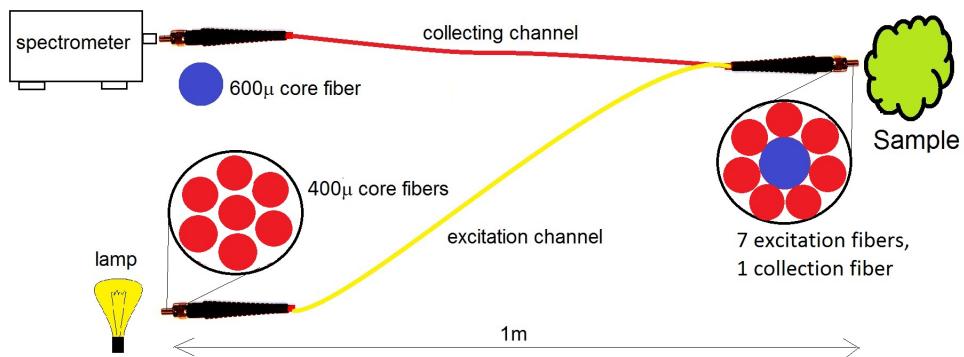


Abbildung 2.2: Richtiges Anschließen der Y-Faser an das Spektrometer und die Lichtquelle für die Durchführung der Reflexionsmessungen [3]

3 Materialien

Im folgenden werden die untersuchten Materialien sowie dessen Referenzmaterialien aufgelistet

Tabelle 3.1: Untersuchte Materialproben mit einer Dicke von 3 mm

Evonik Plexiglas	Makrolon Polycarbonat	Schreiber Glas
Blau 5C18	bright yellow Y06	Dunkelgrün 7888
Blau 5C50	bright blue 538	Dunkelkobaltblau 7882
Blau 5C01	bright green 634	Farblos (Referenz, 2 mm)
Braun 8A570	blue 541	Hellkupferblau 7881
Braun 8C01	citrus yellow Y07	Hellkobaltblau 7883
Farblos 0A000 (Referenz)	dark brown 819	Hellgrün 7886
Farblos 0F00	dark blue 543	Kobaltblau 7884
Gelb 1C33	dark grey 752	Kupferrot 7878
Grau 7C83	dark green 636	Orangegelb 7860
Grau 7C14	Farblos (Referenz)	Rot 7870
Grau 7C82	flieder blue 539	Zitronengelb 7851
Grau 7A670	grey 751	
Grün 6C02	orange 209	
Grün 6C77	orange red 326	
Orange 2C04	petrol green 637	
Orange 2C01	reddish brown 818	
Rot 3C01	red 324	
Rot 3C50	turkish blue 542	
Rot 3H55	UV orange 2208 (3,5 mm)	
Rot 3H00	violet 402	
Rot 3C02	wine red 327	
Umbra 7C22	yellowish green 638	
Umbra 7C27		
Weiß WH10		
Weiß WH02		
Weiß WH17		
Weiß WN770		
Weiß WN370		
Weiß WN670		

4 Versuchsdurchführung

Das zu untersuchende Material muss vor jeder Messung zunächst mit einem Glasreiniger und einem Mikrofasertuch gereinigt werden, um mögliche Streuungen von Staub, Partikeln oder Fingerabdrücken zu vermeiden. Im Programm LR2 Spectra 1.5.1 wurden folgende Einstellungen vorgenommen:

Tabelle 4.1: Programmeinstellung von LR2 Spectra 1.5.1

Bezeichnung	Einstellung
Exposure (ms)	10
BoxCar	5
Average	✓
Scans	10

4.1 Transmissions- und Absorptionsmessung

Für die Messung der Transmission muss zunächst ein Referenzspektrum aufgenommen werden. Um jegliche Reflexionen dabei im Voraus auszuschließen, wurde stets als Referenz das Spektrum des farblosen Materials aufgenommen. Anschließend wurden die einzelnen farbigen Materialien (siehe Kapitel 3) nacheinander gemessen und anschließend die Transmission und Absorption, wie in Kapitel 1 beschrieben, berechnet. Um das Rauschen der Spektren zu minimieren, wurden diese mithilfe des gleitenden Durchschnitts in Excel geglättet.

4.2 Reflexionsmessung

Bei der Durchführung der Reflexionsmessungen muss zunächst ein schwarzer Karton an der Rückseite der Materialhalterung angebracht werden. Dadurch wird verhindert, dass die Reflexion der weißen Wand von der Materialhalterung mitgemessen wird. Da der schwarze Karton ein sehr guter Absorber ist, wird dadurch kaum elektromagnetische Strahlung von der Wand reflektiert. Die geringe Reflexion des Kartons wird als Hintergrundspektrum aufgenommen und mit den anschließenden Messungen subtrahiert. Somit kann gewährleistet werden, dass das gesamte Reflektierte Licht vom gemessenen Material stammt. Als Referenzmaterial wurde das Weiß XT-WN297 von Evonik verwendet, da durch die Farbe weiß von einer fast vollständigen Reflexion im sichtbaren Wellenlängenbereich ausgegangen werden kann. Anschließend wurden die Spektren der verschiedenen Materialien mit der Y-Glasfaser aufgenommen und wie in Kapitel 1 beschrieben berechnet. Anschließend wurde, wie bei den Transmissions- und Absorptionsmessungen, die Spektren in Excel geglättet.

Literatur

- [1] Werner Schmidt. *Optische Spektroskopie: eine Einführung*. 2. Aufl. OCLC: 76074090. Weinheim: Wiley-VCH, 2000. 372 S.
- [2] *UV/VIS-Absorptionsspektroskopie*. URL: <http://www.nora.lucycity.de/index.php/charakterisierung-nebenmenue/uv-vis-spektroskopie>.
- [3] Lasertack. *New Laser Generation. Y-Faser Zur Reflexionsmessung*. 18. Apr. 2017. URL: <https://lasertack.com/y-faser-zur-reflexionsmessung>.