

# UV/Vis Spektroskopie

## Aufgabenstellung:

Ziel dieses Versuches ist es, den Umgang mit spektroskopischen Daten zu erlernen. Dazu sollen die Bandlücken von dünnen Halbleiterschichten mittels Festkörper- UV/Vis Absorptionsspektroskopie bestimmt und ausgewertet werden.

Einen weiteren Schwerpunkt bildet die selbständige und gruppenbasierte Vorbereitung und Erarbeitung des Themengebietes, sowie die wissenschaftliche Präsentation der Ergebnisse. Sie sind dazu angehalten, sich mittels Sekundärliteratur (isi web of knowledge oder der Bibliothek ihres Vertrauens) weiterführende Informationen zu beschaffen und diese im Protokoll gemäß wissenschaftlicher Standards zu zitieren.

## Einführung

Das Spektrum elektromagnetischer Strahlung, im Folgenden kurz „Licht“ genannt, umfasst mehrere Größenordnungen und ist anhand ähnlicher Eigenschaften mittels der Wellenlänge in verschiedene Bereiche gegliedert. Der Mensch besitzt mit dem Auge ein Sinnesorgan, welches es uns ermöglicht ein Teil dieses Spektrums als „Farbe“ wahrzunehmen (Abb1). Dieser Teil wird sichtbares Licht (Vis) genannt und erstreckt sich von 780 nm (Rot) bis 380 nm (Violett). An diesen Bereich, hin zu kürzeren Wellenlängen von 380 nm bis 200 nm, grenzt das für den Menschen unsichtbare ultraviolette Licht (UV) an.

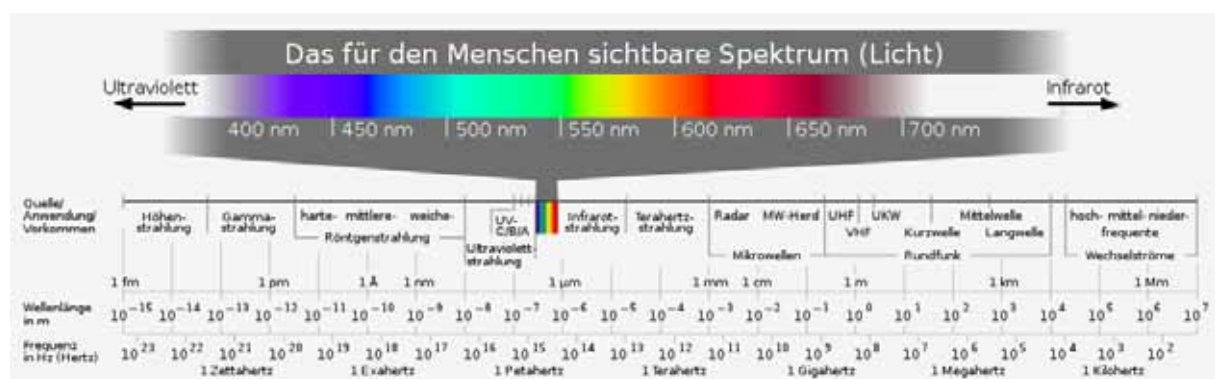


Abb. 1 Spektrum elektromagnetischer Strahlung mit nach Wellenlänge oder Frequenz geordneten Klassen. Hervorgehoben ist der für das menschliche Auge sichtbare Bereich. [1]

Als gekoppelte Oszillation eines elektrischen Feldes, mit normalem Magnetfeld breitet sich elektromagnetische Strahlung mit „Lichtgeschwindigkeit“ ( $2.997\,924\,58 \times 10^8$  m/s) im Raum aus. Die theoretische Beschreibung erfolgt, je nach Experiment vereinfachend, mittels Wellenmechanik oder klassischer Mechanik. Da Licht vor dem Experiment steht Eigenschaften von Wellen und Teilchen (Photonen) vereint, kann durch Wahl und Kenntnis der genauen Versuchsbedingungen der jeweilige Teilaspekt der Wechselwirkung mit Materie voraus berechnet werden. Eine umfassende theoretische Beschreibung all dieser Wechselwirkungen ist durch die Quantenelektrodynamik (QED) gegeben.

## Aufbau

Eine Lichtquelle strahlt weißes Licht (400 - 700 nm) auf einen so genannten variablen Monochromator. Dieser selektiert eine spezifische Wellenlänge. Das nun monochromatische Licht wird über ein Spiegelsystem entweder durch die Probe, oder über einen so genannten Referenzstrahlengang geführt (siehe Abb. 2).

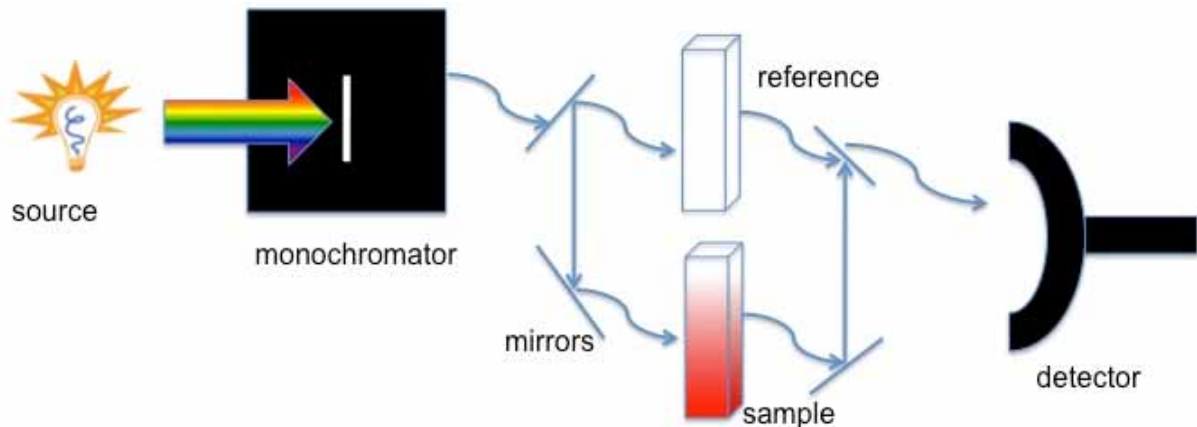


Abb. 2 Schematischer Aufbau eines UV/Vis Spektrometers im „Zweilichtstrahlbetrieb“ [2]

Mit Hilfe eines weiteren Spiegelsystems wird das transmittierte Licht auf einen Photodetektor gelenkt und der Intensitätsunterschied (als Stromstärkendifferenz des Detektorsignals) der digitalen Datenverarbeitung übergeben.

## Auswertung

Nach Davis und Mott [3] ist der frequenzabhängige Absorptionskoeffizient  $\alpha(\omega)$  durch folgende Proportionalitäten gegeben:

- Für direkte Halbleiter:

$$a(\hbar\omega) \propto \frac{\sqrt{\hbar\omega - E_B}}{\hbar\omega} \quad (1)$$

- Für amorphe und indirekte Halbleiter:

$$a(\hbar\omega) \propto \frac{(\hbar\omega - E_B)^2}{\hbar\omega} \quad (2)$$

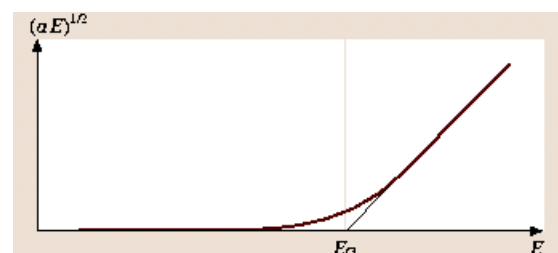


Abb. 3 Tauc's plot für amorphe Halbleiter [4]

Entsprechend der in Gleichung 1 und 2 beschriebenen Proportionalitäten wird aus der Auftragung des Quadrats von  $\alpha \cdot \hbar\omega$ , oder dessen Wurzel (2) gegen die Photonenenergie die Bandlücke durch graphische Extrapolation bestimmt.

### ***Fragen zur Vorbereitung***

- ♣ Welchen Einfluss hat die Wechselwirkung mit Materie auf diese Strahlung?
- ♣ Was ist eine Bandlücke?
- ♣ Was ist der Wellenvektor?
- ♣ Was ist der Absorptionskoeffizient?
- ♣ Elektromagnetische Strahlung kann durch die Wellenlänge charakterisiert sein; Üblicherweise werden Bandlücken in der Einheit eV angegeben. Wie ist der theoretische Zusammenhang zwischen diesen beiden Messeinheiten?
- ♣ Welchen Einfluss hat die Schichtdicke auf ein mittels Festkörper- UV/Vis Spektroskopie gewonnenes Absorptionsspektrum.

### ***Quellverzeichnis:***

1. Horst Frank, Jailbird and Phrood; Electromagnetic Wave Spectrum; 17 Mar 2008; [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electromagnetic\\_spectrum.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electromagnetic_spectrum.svg)
2. Brittany Oliva, Andrew Barron; Basics of UV-Visible Spectroscopy; 5 Jun 2010; <http://cnx.org/content/m34525/1.1/>
3. N. F. Mott and E. A. Davis; Electronic Processes in Non-Crystalline Materials; Clarendon Press, Oxford, England, 1971
4. K. Morigaki and C. Ogihara; Springer Handbook of Electronic and Photonic Materials 2007, Part C, 565-580, DOI: 10.1007/978-0-387-29185-7\_25