

Multimedien in der Physikausbildung

Ein Lehrvideo zur „Doppelbrechung und Polarisation im Kalkspatkristall“

Stefan Altherr, Andreas Wagner, Bodo Eckert, Hans Jörg Jodl
Universität Kaiserslautern, Fachbereich Physik
Erwin-Schrödinger-Straße, 67663 Kaiserslautern

Kurzfassung:

Im Video „Doppelbrechung und Polarisation im Kalkspatkristall“ wird ausgehend von einer phänomenologischen Betrachtung die Doppelbrechung systematisch untersucht und analysiert. Der für den Lehrbetrieb entwickelte Film bietet eine anschauliche Verknüpfung von Realexperiment und theoretischem Hintergrundwissen.

Derzeit gehört die Doppelbrechung in Präsenzvorlesung nicht zu den gängigen Experimenten, so dass die Darstellung in der Regel auf das Lehrbuch beschränkt bleibt. Die beiden Videos, die sich zum Versuch finden lassen, stellen die Ergebnisse nur phänomenologisch dar und verzichten auf weitere Untersuchungen [1].

Mit Hilfe des Experiments zur „Doppelbrechung und Polarisation im Kalkspatkristall“ wird die richtungsabhängige Ausbreitungsgeschwindigkeit von Licht in nicht isotropen Kristallen untersucht. Die grundlegenden Begriffe werden ebenso eingeführt wie die Polarisation der Lichtbündel untersucht wird.

Ziel des an der Universität Kaiserslautern entwickelten Videos ist es, von der Lehrbuchdarstellung [2] ausgehend die Doppelbrechung im Kalkspatkristall systematisch zu untersuchen und die Ergebnisse theoretisch zu erklären.

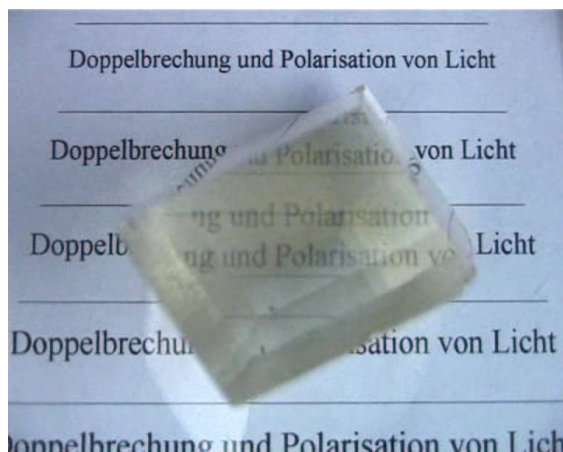


Abb. 1: Phänomenologische Einführung

Das Video beginnt mit einer phänomenologischen Einführung der Doppelbrechung (Abb. 1) und knüpft damit unmittelbar an gängige Literatur an, was einen anschaulichen und motivierenden Einstieg ermöglicht.

Der Versuchsaufbau wird mit Hilfe des „Stop-Motion“-Verfahrens nachvollzogen (Abb. 2).

Dabei werden alle Komponenten einzeln vorgestellt und in ihrer Funktion erläutert. Dies ermöglicht dem Betrachter einen einfachen Zugang zum Experiment. Die Komponenten werden jeweils vergrößert dargestellt und sind somit leicht zu identifizieren.

Ausgehend von der Seitenansicht des

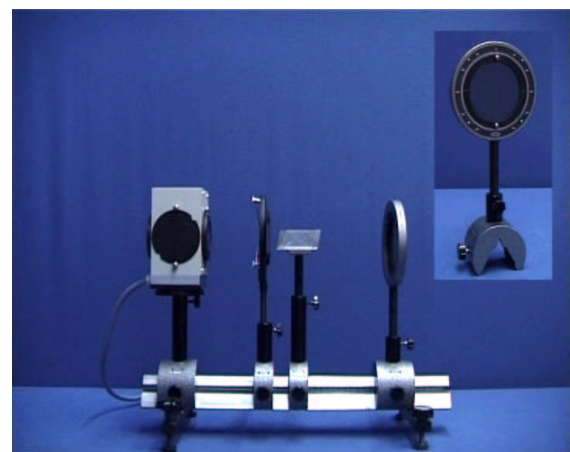


Abb. 2: Aufbau (v.l.n.r.: Hg-Spektrallampe, Lochblende, Kalkspatkristall, Analysator)

Aufbaus erfolgt nun ein direkter Schwenk zum Blick durch den Analysator, so dass für den Lernenden der unmittelbare Zusammenhang zwischen Aufbau und Ergebnis ersichtlich ist.

Man erkennt deutlich, dass zwei Lichtbündel den Kalkspatkristall verlassen, obwohl nur eines eintritt.

Es wird als erstes Zwischenergebnis festgehalten, dass das Lichtbündel im Inneren des Kristalls aufgespalten wird.

Als nächstes wird nun die Polarisation der austretenden „Strahlen“ untersucht.

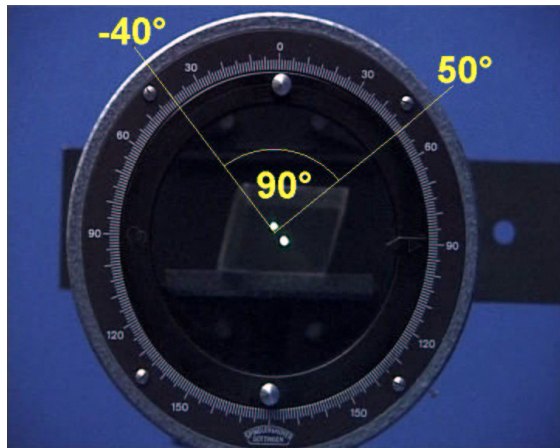


Abb. 3: Polarisation der Lichtbündel zueinander

Dazu wird der Analysator so eingestellt, dass jeweils eines der Lichtbündel ausgeblendet wird. Im Bild werden die zugehörigen Winkel grafisch festgehalten. Deutlich sind die Intensitätsveränderungen in Abhängigkeit von der Analysatorstellung zu erkennen. In einer weiterführenden Aufgabe kann dieser Zusammenhang quantitativ er-

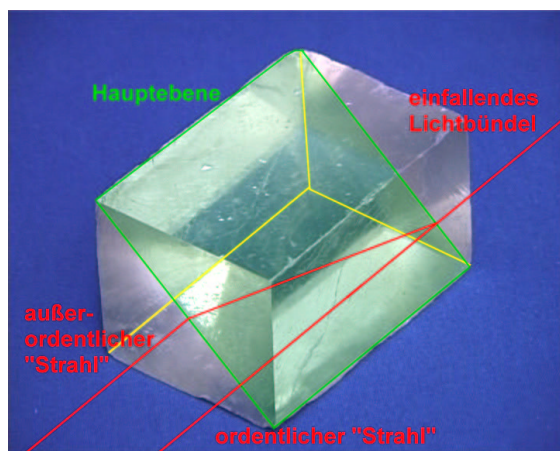


Abb. 4: Begriffe am Kalkspatkristall

fasst und ausgewertet werden. Am Ende der im Video durchgeführten Analyse ist eine zueinander senkrechte

Polarisation der Lichtbündel zu erkennen (Abb. 3).

Um dieses Ergebnis verstehen zu können, werden nun an dem im Versuch benutzten Kristall die wichtigen Begriffe *Hauptachse*, *ordentlicher* und *außerordentlicher Strahl* veranschaulicht (Abb. 4). Dies geschieht mit Hilfe halbtransparenter, dreidimensionaler Einblendungen, die schrittweise dem Kalkspat überlagert werden.

Diese Abstrakta werden zurück auf den Versuchsaufbau übertragen, so dass der Betrachter nun in der Lage ist, das Ergebnis zu verstehen und weiter zu interpretieren (Abb. 5).

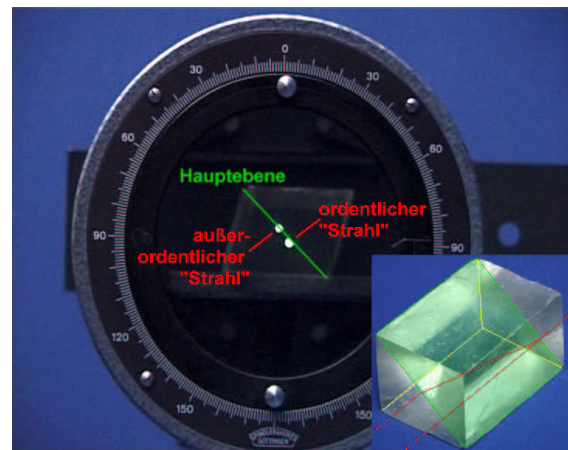


Abb. 5: Begriffe am Versuchsaufbau mit eingblendetem Kalkspatkristall (vgl. Abb. 4)

Abschließend werden die Beobachtungen zusammengefasst und die Ergebnisse festgehalten:

- Aufspaltung des Lichtes in zwei Bündel
 - Außerordentlicher „Strahl“ erfährt vom ordentlichen „Strahl“ abweichende Brechung
 - Zueinander senkrechte Polarisation der austretenden Lichtbündel
- ⇒ Die Ausbreitung des Lichtes ist abhängig von der Polarisationsrichtung

Das Videoexperiment bietet also in kompakter Form den kompletten Weg von der phänomenologischen Beobachtung der Doppelbrechung über die Darstellung des Versuchsaufbaus zur

Untersuchung des Phänomens bis hin zur systematischen Durchführung.

Es ist somit weitaus anschaulicher als die statische Lehrbuchdarstellung und in der Lage Begriffe und Zusammenhänge übersichtlich aufzuzeigen. Während bisherige Filme sich auf die Darstellung der Doppelbrechung als Effekt beschränkt haben, wird hier die Abhängigkeit der Lichtausbreitung von der Polarisationsrichtung untersucht.

Das Video kann dabei ebenso begleitend in einer Lehrveranstaltung wie zum Selbststudium genutzt werden. Je nach Einbettung kann es im Unterricht der Sekundarstufe II [3] und auch in den Anfängervorlesungen der Universität eingesetzt werden.

Das Video „Doppelbrechung und Polarisation am Kalkspatkristall“ kann gegen eine Schutzgebühr von 10 € bei den Autoren auf CD-ROM erworben werden. In Kürze werden weitere Multimedien zur Verfügung stehen. Aktuelle Informationen dazu findet man auf

der Internetseite von PEN (Physics Education Network, <http://pen.physik.uni-kl.de>) unter der Rubrik Informationen-Unterrichtsmaterial.

Literatur:

[1] z.B.:

a) Nave, C.R.: Hyperphysics, Department of Physics and Astronomy, Georgia State University, <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/phyopt/biref3.html>

b) Higlatsberger M.J.: Physik in 700 Experimenten, Experiment 675, Institut für Experimentalphysik, Universität Wien, <http://mailbox.univie.ac.at/~higatsm4/higatsberger.html>

[2] Vergleiche z.B.:

a) Gobrecht, H. (Hrsg.): Bergmann – Schäfer – Lehrbuch der Experimentalphysik, Band III: Optik, 8. Auflage, Berlin: Walter de Gruyter, 1987.

b) Meschede, D.: Gerthsen Physik, 21., völlig neubearbeitete Auflage, Berlin: Springer, 2002.

[3] Siehe Lehrpläne zur Sekundarstufe 2.