



Untersuchung der Lichtreflexion an verschiedenen Oberflächen

Autoren: Sascha Creutzburg
Andreas Schwind

Betreuer: Herr Drescher

Schule: Gymnasium Ernestinum Gotha

Inhalt

1. Einleitung
2. Versuchsaufbau und Beschreibung
3. Physikalische Grundlagen
 - Reflexion des Lichtes an verschiedenen Oberflächen
 - Bau und Funktionsweise des Fotowiderstandes
4. Auswertung
5. Schlussfolgerungen
6. Quellenangabe



1. Einleitung

Im November 2006 haben wir ein Artikel über das Internationale Polarjahr gelesen. Sofort machten wir uns Gedanken, wie wir uns am Wettbewerb „Coole Klassen“ beteiligen konnten. Bald kamen uns auch schon die richtigen Ideen. Zusammen mit unserem Physiklehrer begannen wir mit unserem Beitrag. Wir fragten uns, was die Ursachen für die Klimaerwärmung seien, da durch diese alle Lebewesen beeinträchtigt werden und auch wir bald davon betroffen sein könnten. Viele Forscher und auch der amerikanische Politiker Al Gore beteuerten, dass hauptsächlich das Kohlenstoffdioxid für die Klimaerwärmung verantwortlich sei. Allerdings wird das Thema sehr kontrovers diskutiert und ist aus unserer Sicht noch nicht als gesichertes Erkenntnis zu betrachten.

Wir fanden es spannender über eine ganz andere mögliche Ursache nachzudenken und darüber Experimente durchzuführen.

Schon bald wurde uns bewusst, dass die Polgebiete der Erde wie ein „großer Spiegel“ die Sonnenwärme ins All zurückwerfen, solange sie von Eis bedeckt sind. Unsere Idee basierte darauf, dass wir die Abschmelzung der Polkappen der Erde untersuchen wollten. Die Physik-AG informierte sich über die Pole und erfuhr, dass die Polkappen wie eine riesige „Klimaanlage“ die Erde „kühlt“. Sofort wurde uns die Wichtigkeit der Existenzerhaltung der Pole bewusst. Aus verschiedenen Artikeln, die wir zum Thema „Polarjahr“ gelesen haben, wussten wir, dass das Eis der Polgebiete sehr unterschiedliche Formen annehmen kann. Außerdem kann es durch Temperaturerhöhungen schmelzen und in Wasser umgewandelt werden. Wir stellten uns die Frage, welchen Einfluss die Struktur der Eisoberfläche oder auch das Wasser auf die Reflexion des Sonnenlichtes hat, und entwickelten dazu eine Experimentieranordnung. Im Folgenden werden wir die Ergebnisse unserer Untersuchung darstellen und wesentliche physikalische Grundlagen erläutern.



2. Versuchsaufbau und Beschreibung

Um für alle Messungen die selben Verhältnisse zu erreichen, bauten wir eine Versuchsvorrichtung mithilfe des vorhandenen Stativmaterials.



Abb. 1: Unsere Versuchsvorrichtung im Physikraum des Gymnasiums Ernestinum

Die Lampe, die natürlich mit Solarstrom betrieben wurde, wurde an einer Querstange gehalten.



Abb. 2: Unsere Solaranlage, die eine Nennleistung von 27 W besitzt.

Von dort aus richteten wir den Strahl so aus, dass der gespiegelte Lichtstrahl genau auf die Fotowiderstände fiel, denn so hatten wir die stärkste Schwankung des zu messenden Widerstandes.

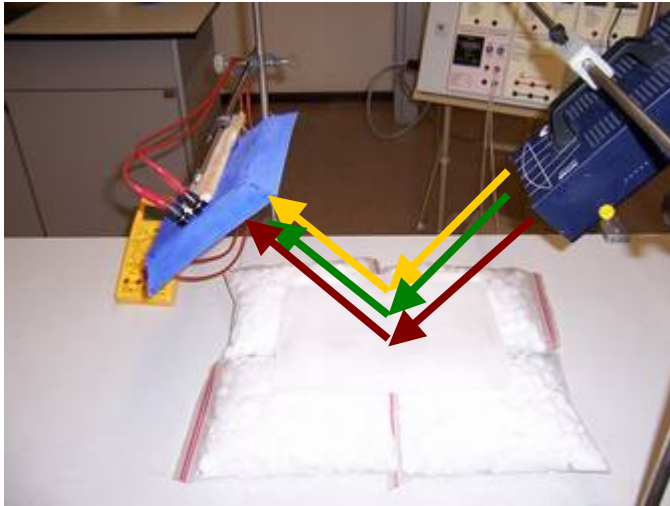


Abb. 3: Strahlenverlauf:

1. Licht aussenden
2. Lichtstrahl fällt auf Eisplatte und wird gespiegelt bzw. gebrochen.
3. Gespiegeltes Licht wird auf gefangen.

Die Querstange wurde von zwei senkrecht, mit Stativklammern an der Tischkante befestigten Stangen gehalten. Die so entstandene „Brücke“ verlief direkt über dem Eisklotz, der auf Styroporplatten lag, um das Schmelzen herauszuzögern. Das gespiegelte Licht wurde mit einer Art „Schirm“ aus Pappe aufgefangen. An der beleuchteten Seite wurden vier in Reihe geschaltete Fotowiderstände, die normalerweise für Baukästen hergestellt wurden, befestigt.

Auf der anderen Seite des Schirmes treffen die Anschlüsse der Fotowiderstände und münden in zwei Stecker. Dies erleichtert uns das Verbinden der Widerstände mit dem Multimeter, welches auf „ Ω “ gestellt ist. Um verschiedene Szenarien zu verdeutlichen, simulierten wir verschiedene Oberflächen. Wir streuten Farbstoff auf die Eisplatte und simulierten die Verunreinigungen, die auf der Oberfläche liegen.



Wir mussten auch Messungen machen, die verdeutlichen, dass wenn die Polgebiete nicht vereist sind deutlich viel weniger Licht zurückgeworfen wird.

3. Physikalische Grundlagen

3.1. Reflexion des Lichtes an verschiedenen Oberflächen

Treffen Lichtstrahlen auf verschiedene Oberflächen, so werden sie reflektiert. Dafür verantwortlich ist die Oberfläche. Es gilt das Reflexionsgesetz. Dieses besagt, dass der Einfallswinkel α genauso groß ist wie der Ausfallswinkel α' (kurz: $\alpha = \alpha'$).

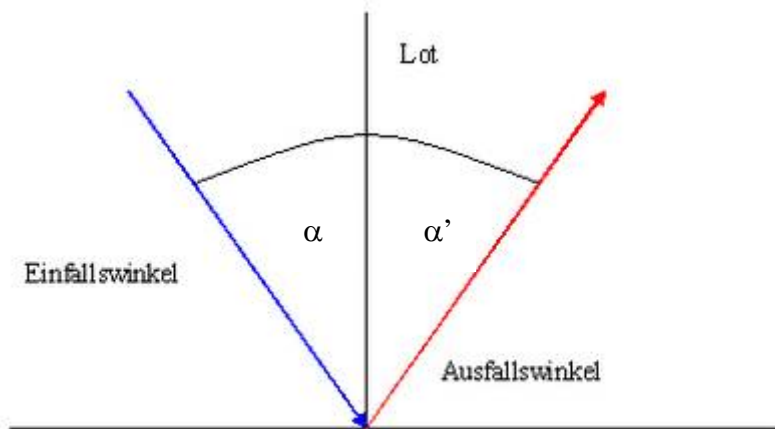


Abb.1

Trifft ein Strahlenbündel auf eine raue Oberfläche so ergeben sich unterschiedliche Strahlenverläufe. Dies ist auf die diffuse Reflexion zurückzuführen.

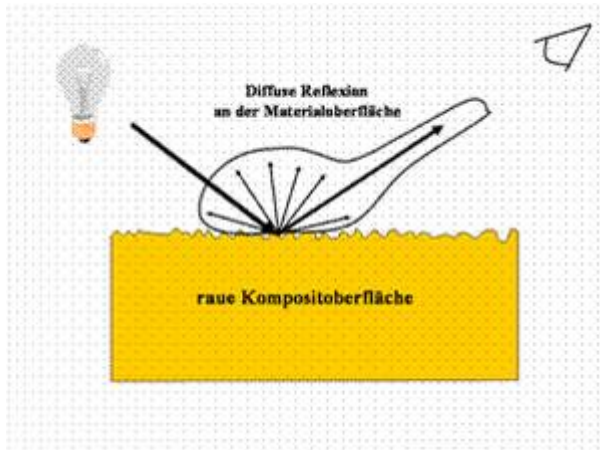


Abb.2
Reflexion von Lichtstrahlen

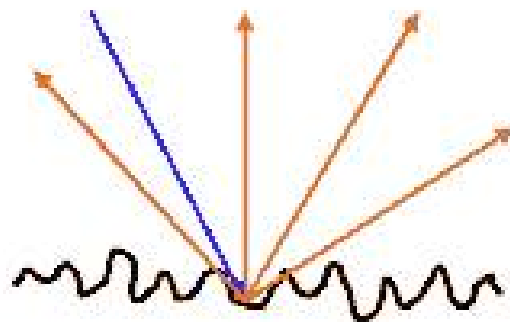


Abb.3

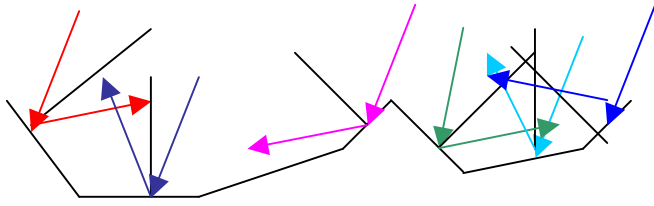


Abb.4
Schema einer diffusen Reflexion

Jeder einzelne Strahl des Strahlenbündels unterliegt dem Reflexionsgesetz ($\alpha = \alpha'$), verläuft jedoch durch die unterschiedliche Ausrichtung der Oberfläche in verschiedene Richtungen. Sie werden nicht parallel reflektiert.

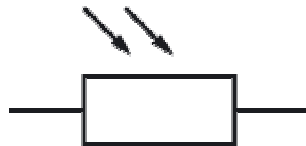
Bei unserem Projekt sah das auch so aus. Bei einer kalten und glatten Eisfläche wurden die Strahlen meist in einer Richtung zurück reflektiert. Als die Oberfläche des Eises sich erwärmte und damit auch sie leicht anschlolz, wurde ein Teil der Strahlen absorbiert und der andere wurde diffus reflektiert. Dies äußerte sich durch einen hellen Fleck. Nun gaben wir Verunreinigungen auf die Oberfläche. Die Strahlen wurden nun in alle Richtungen reflektiert.

3.2. Aufbau und Funktion von Fotowiderständen

Was ist ein Fotowiderstand?

Ein Fotowiderstand ist ein Halbleiter, dessen Widerstandswert lichtabhängig ist. Je höher der Lichteinfall, desto kleiner ist der Widerstand.

Wie sieht ein Schaltzeichen eines Fotowiderstandes aus?



Wie funktioniert ein Fotowiderstand?

Fotowiderstände bestehen aus Halbleitern, deren Leitfähigkeit zwischen der von Isolatoren und guten Leitern liegt. Die wichtigsten Halbleitermaterialien sind Silizium und Germanium. Trifft Licht (Photonen) auf die jeweilige Oberfläche eines Fotowiderstandes, werden die Atombindungen der Atome aufgebrochen. Je mehr Atombindungen aufgebrochen werden, desto kleiner ist der jeweilige Widerstand. Diese freien Elektronen stehen dann als Ladungsträger zur Verfügung. Der Stromfluss wird erhöht. Aber man muss beachten, dass Fotowiderstände nicht für jedes Licht gleich empfindlich sind. Der Widerstand ist sehr stark von der Wellenlänge des Lichtes abhängig. Also lassen sich Fotowiderstände bauen, die nur auf ein bestimmtes Licht reagieren.

Fotowiderstände reagieren zudem träge. Die Verzögerungszeit beträgt einige Millisekunden. Außerdem ist der Widerstand eines Fotowiderstand auch von der Temperatur abhängig.



Abb. 1:
ein üblicher
Fotowiderstand

Wo finden Fotowiderstände Anwendung?

Man findet sie dort, wo man Lichtstärken messen muss. Typische Anwendungsprodukte sind z.B. Belichtungsmesser, welche häufig in der Fotografie verwendet werden. So wie bei unserem Experiment. Außerdem wird es in Dämmerungsschaltern und als Sensor in Lichtschranken verwendet.

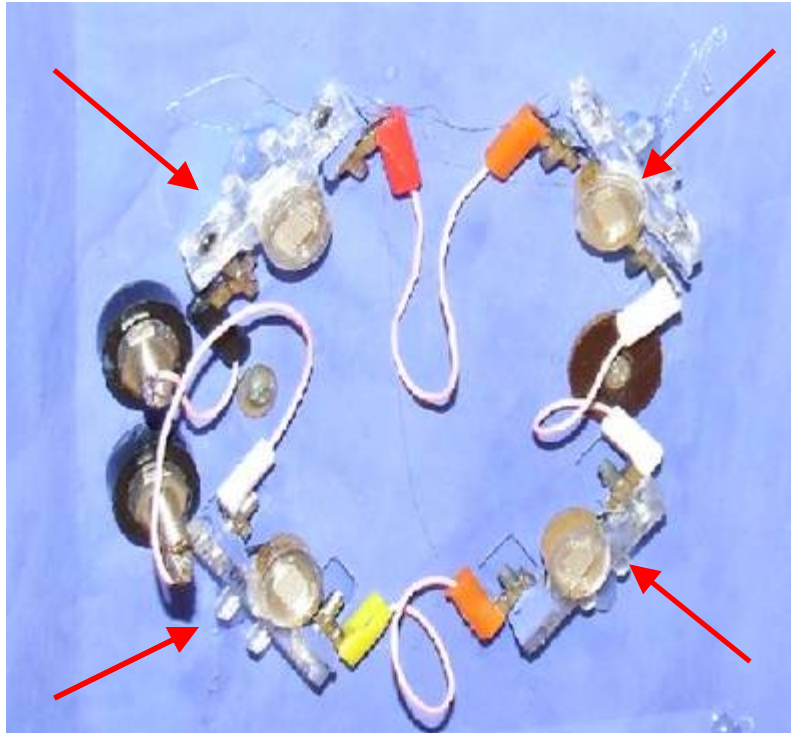


Abb. 2:
Ein Teil unseres Lichtmessers
Die roten Pfeile zeigen auf unsere Fotowiderstände.

4. Auswertung

Bevor wir mit der Auswertung beginnen konnten, mussten wir die Innenwiderstände der einzelnen Fotowiderstände messen. Diese Messungen ergaben, dass die Fotowiderstände jeweils 785Ω , $1,1 \text{ k}\Omega$, 985Ω und 980Ω groß sind.

Mit diesen Zahlen als Grundlage, begann wir unsere eigentlichen Messungen. Natürlich wollten wir so facettenreich wie möglich die Eisoberfläche darstellen. Zuerst maßen wir den Gesamtwiderstand bei glatter und ungefärbter Eisoberfläche. Danach wollten wir natürlich diesen Wert mit anderen vergleichen. Also rauten die Eisoberfläche auf. Natürlich sind schon in heutiger Zeit große Teile der Polkappen abgeschmolzen und man sieht felsigen Untergrund oder Polargras. Dieses simulierten wir mit einem beliebigen Farbstoff, wie z. B. rot. Aufgrund dieser ganzen Messungen erhielten wir eine Menge an Zahlen.

Diese Zahlen haben wir dann zur Veranschaulichung in eine Tabelle

Eigenschaften des Eises	Messergebnisse in Ω
glatte Eisoberfläche	566 $\text{k}\Omega$
aufgeraute Eisoberfläche	685 $\text{k}\Omega$
glatte, gefärbte Eisoberfläche	758 $\text{k}\Omega$
aufgeraute, gefärbte Eisoberfläche	875 $\text{k}\Omega$

eingetragen.(siehe Tabelle 1)

Tabelle 1



Abb. 1: Glatte und ungefärbte Eisoberfläche während der Messungen

Der Pfeil kennzeichnet die glatte Oberfläche.

Abb.: 2
aufgeraute und ungefärbte
Eisoberfläche während der
Messungen



Die Pfeile kennzeichnen hier in diesen Bildern die aufgeraute Oberfläche des Eises.

Nachdem wir alle Messungen durchgeführt hatten, wurde uns bewusst, dass wenn der Klimawandel weiterhin so stark zunimmt, dass dann die Polkappen bald nur noch Meere sein könnten oder Land mit Felsen, Schutt oder Vegetation.

Also mussten wir auch Berechnungen zur Reflexion an der Wasseroberfläche durchführen. Natürlich mussten wir zwischen ruhigem und aufgewühltem Wasser

unterscheiden und da Das Wasser um den Polkappen Salzwasser ist, mussten wir dies auch berücksichtigen. Diese gewonnenen Daten fassten wir nun wieder in eine Tabelle.



Abb. 3: Gefärbte Eisoberfläche während den Messungen, wobei der Farbstoff allen Dreck, Schmutz und all das was auf der Erde liegt darstellen soll.

Eigenschaften des Wassers	Messergebnisse in Ω
ruhige Wasseroberfläche	5,5 M Ω
aufgewühlte Wasseroberfläche	5,0 M Ω

Nun stellte sich uns aber noch weitere Fragen, wie z.B. „Ist die zurückgeworfene Lichtintensität abhängig von dem Einfallswinkel auf die Oberfläche?“ Diese Frage wollten wir nun am Ende unseres Experimentes beantworten. Dazu führten wir wieder Messungen durch. Wir bauten unsere Apparatur so um, dass man den Einfallswinkel α verstellen konnte. Die Messungen ergaben folgende Werte:

Einfallswinkel	Messungen an Wasser in M Ω	Messungen an Eis in M Ω
40°	2,0	1,7
50°	2,1	1,8
60°	2,5	1,5
70°	2,7	1,7
80°	3,1	2,1

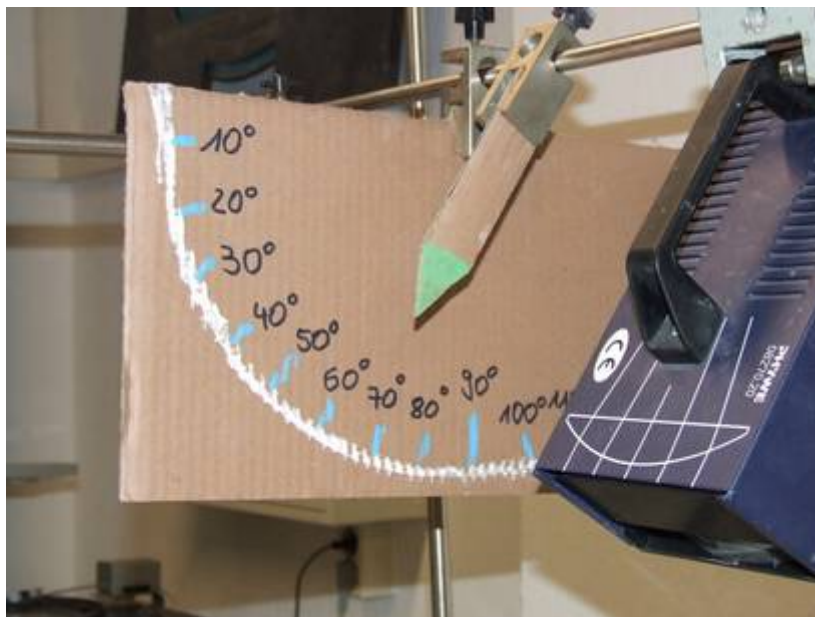


Abb. 4: selbstgebaute Anzeigetafel, welche die Neigung der Lichtquelle darstellt

5. Schlussfolgerung

Nach Abschluss der Messungen haben wir versucht Zusammenhänge zwischen unseren Messergebnissen und den von uns geschaffenen Bedingungen zu erkennen und auf die Polgebiete zu übertragen.

Wir erkannten z.B., dass die glatte und ungefärbte Eisoberfläche erheblich mehr Licht zurückwirft als die aufgeraute und gefärbte Oberfläche. Daraus können wir schließen, dass die Gebiete an Nord- und Südpol, welche zurzeit noch mit Eis bedeckt sind, mehr Licht ins All zurückwerfen, als Gebiete in denen durch Abtauung entweder Felsen, Geröll oder offenes Wasser die Oberfläche bestimmt.

Wir erkannten, dass Eis besser Licht reflektiert, als Wasser. Daraus können wir schließen, dass Wasser mehr Wärme aufnimmt, als Eis, was man auch an Hand der sehr hohen spezifischen Wärmekapazität von Wasser sehen kann. Dies hätte zur Folge, dass das gesamte geschmolzene „Polar-Eis“ mehr Wärme aus den Sonnenstrahlen absorbiert, als Eis. Und daraus würde folgen, dass die Erderwärmung weiter voranschreitet.

Noch während der Durchführung dieses Experiments, stellten wir uns die Frage, ob das Kohlenstoffdioxid wirklich die Hauptursache für den „Treibhauseffekt“ ist. Wir fanden dieses Thema so spannend, dass wir im nächsten Projekt dieser Frage experimentell auf den Grund gehen wollen.

6. Quellenangabe

- „Lehrbuch der Physik 2“ von Grimsehl Verlag B.G. Teubner
- „Lehrbuch der Physik 3“ von Grimsehl Verlag B.G. Teubner
- „Physik 7“ Klett Verlag
- „Physik 9“ Klett Verlag
- Bilder: www.polarjahr.de

www.google.de/images