

Pilotprojekt der Lehrmittelkommission Verbesserung der experimentellen Physikausbildung in Gymnasien

7. Workshop der Lehrmittelkommission MPQ

Dr. Peter Schaller
Leiter der Lehrmittelkommission



Gliederung

1. Didaktisches Konzept
2. Der Basics – Licht trifft auf ein Hindernis
3. Reflexion und Brechung
4. Der Brewsterwinkel – das Tor zur Wellenoptik
5. Einsatz im P-Seminar
6. Zusammenfassung

Georg Christoph Lichtenberg 1742 - 1799



„In unseren physikalischen Büchern trennen wir mit Recht, was in der Natur ungetrennt vorkommt Reflexion, Refraktion und Inflektion“

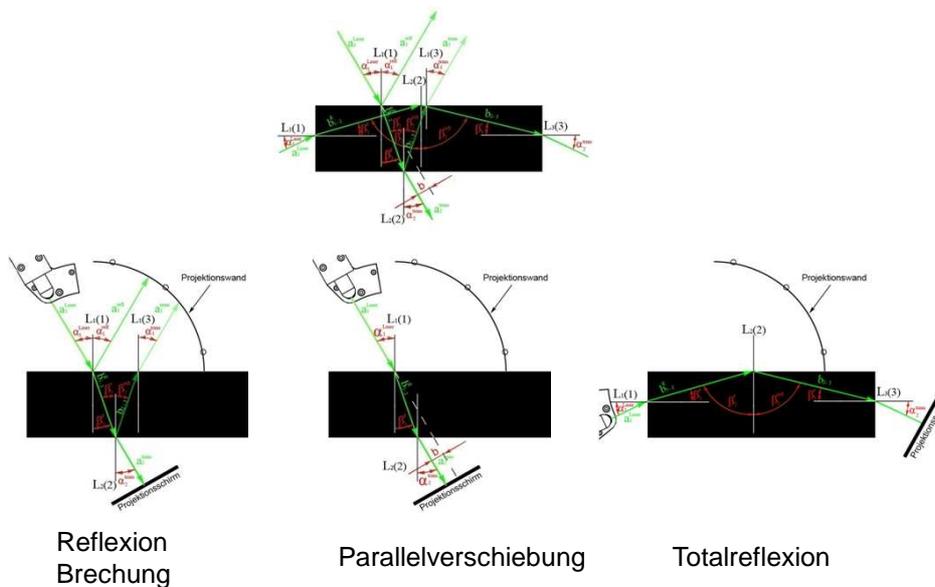
„Alles auf Einmahl thun zu wollen, zerstört alles auf Einmahl“

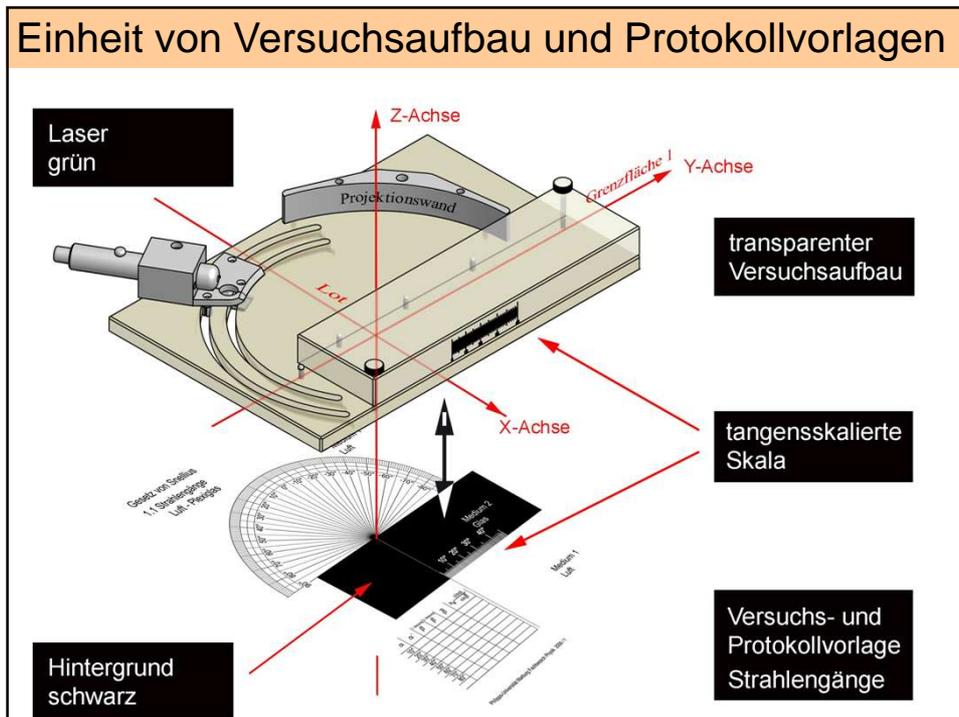
Konzept:

Zusammenwirken der Phänomene an einem Körper beobachten
nacheinander quantitativ untersuchen:

Didaktische Reduktion

Lernerperspektive – didaktische Reduktion





Versuchs- und Protokollvorlagen

Versuchstitel

Medium 1
Luft

**Medium 2
Plexiglas**

Winkelskala
10° 20° 30° 40°

Medium 1
Luft

α	α'	1. Messung β	2. Messung β	$\bar{\beta}$	$n_g = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$
10°					
20°					
30°					
40°					
50°					
60°					
70°					
80°					

Die verschiedenen Vorlagen für unterschiedliche Messaufgaben erfüllen eine 3-fache Funktion

- Vorlage für Versuch
Didaktische Reduktion
- Versuchsdurchführung
- Nachbereitungsphase



**Basics- Fachliche Klärung des Lerninhaltes
Licht trifft auf ein Hindernis**

<p>Metalplatte</p>		<p>GF1 Luft Hindernis</p>
<p>dünne Glasplatte</p>		<p>GF1 Luft Glas</p>
<p>dicke Glasplatte</p>		<p>GF1 GF2 Luft Glas</p>

Strahlen treffen auf unebene Flächen

Einfallender Strahl e
Reflektierter Anteil von e
Schirm
Papier

Einfallendes Lichtbündel
Reflektiertes Lichtbündel
Schirm
Papier

Diffuse Reflexion –
Ausleuchtung von Zimmern

Lambert - Strahler

V. 1.1 Strahlengänge an der planparallelen Platte

Philipps-Universität Marburg Fachbereich Physik 2008/1

1.1 Strahlengänge Luft - Plexiglas

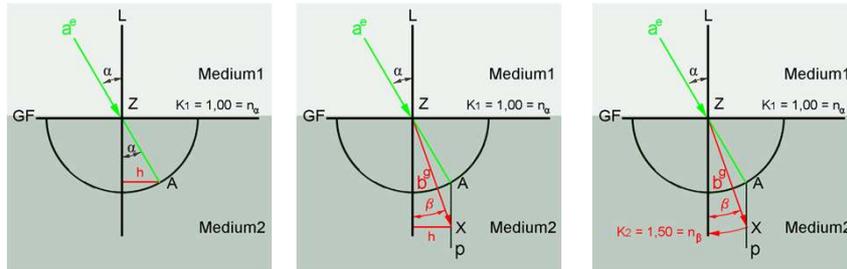
- Reflexionsgesetz
- Gesetz von Snellius

α	α'	β	β'	n_2	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$
10°	40°	65°	70°	1,492	1,492
20°	20°	59,5°	73,25°	1,492	1,492
30°	30°	54,5°	76,5°	1,492	1,492
40°	40°	50,5°	79,5°	1,492	1,492
50°	50°	47,5°	82,5°	1,492	1,492
60°	60°	45,5°	85,5°	1,492	1,492
70°	70°	44,5°	88,5°	1,492	1,492
80°	80°	44,5°	92,5°	1,492	1,492

$n_2 = 1,492$

- Reflexions- und Brechungsgesetz an zwei Grenzflächen quantitativ
- Parallelverschiebung des transmittierten Strahls

Brechzahlbestimmung mit Lineal und Zirkel



$$h = K_1 \sin \alpha$$

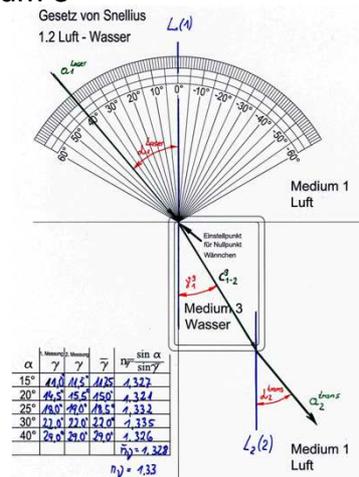
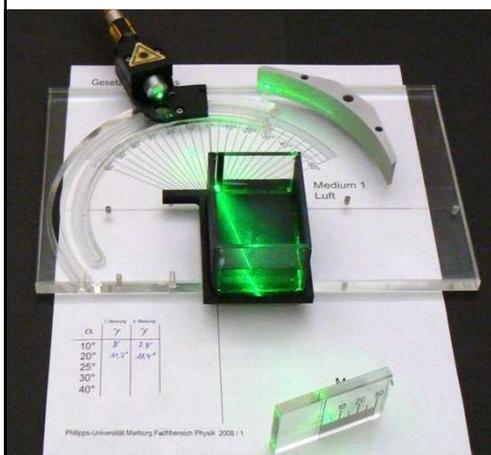
$$h = K_2 \sin \beta$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{K_2}{K_1}$$

Brechungsgesetz von Snellius

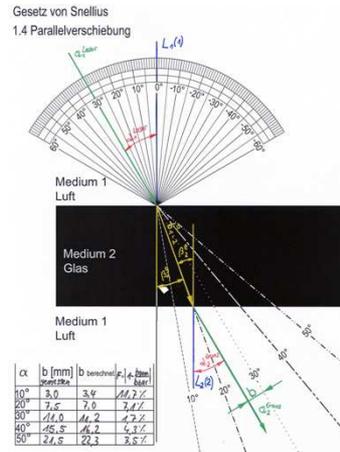
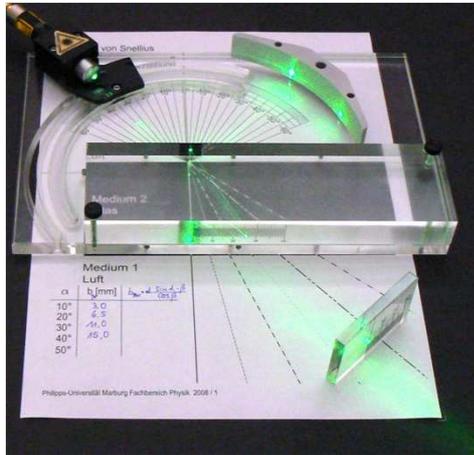
V. 1.2 Das Gesetz von Snellius: Luft -Wasser

Didaktisch wichtig: Wasser ist Medium 3



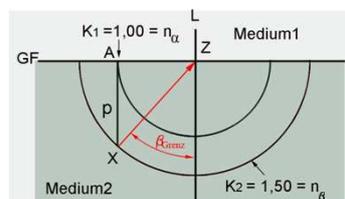
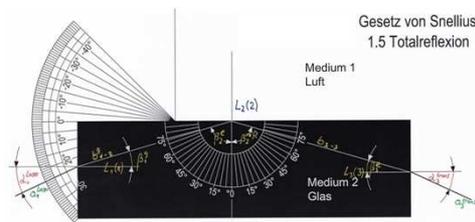
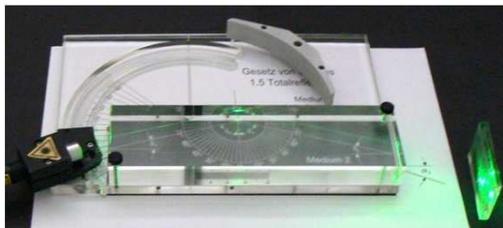
- Beim Eingießen wird Strahlversatz und Brechung beobachtet
- Brechzahl für Wasser
- Brechzahlen von anderen Flüssigkeiten ermitteln

V.1.4 Parallelverschiebung



Vergleich mit und ohne planparalleler Platte

V.1.5 Totalreflexion



- Kein Lichtaustritt auf Projektionswand beobachtbar
- Physikalische Grundlage für die Endoskopie in der Medizin

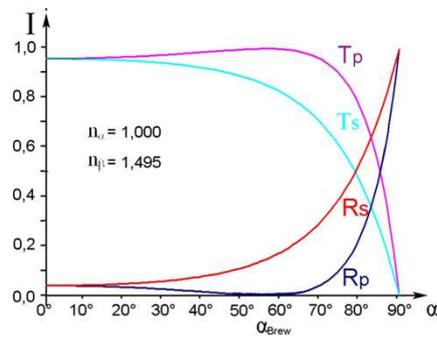
Reflexion von polarisiertem Licht Fresnelschen Formeln

$$R_s = r_s^2 = \frac{\sin^2(\alpha - \beta)}{\sin^2(\alpha + \beta)}$$

$$T_s = \frac{\tan \alpha}{\tan \beta} \frac{[2 \sin \beta \cos \alpha]^2}{\sin^2(\alpha + \beta)}$$

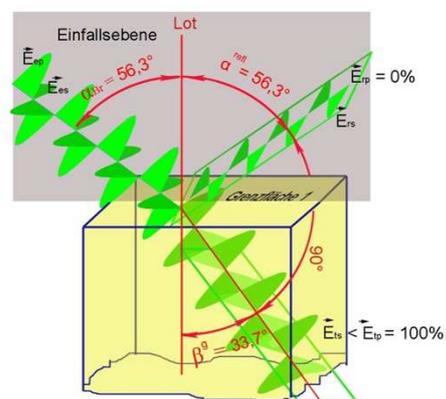
$$R_p = r_p^2 = \frac{\tan^2(\alpha - \beta)}{\tan^2(\alpha + \beta)}$$

$$T_p = \frac{\tan \alpha}{\tan \beta} \frac{[2 \sin \beta \cos \alpha]^2}{[\sin(\alpha + \beta) \cos(\alpha - \beta)]^2}$$

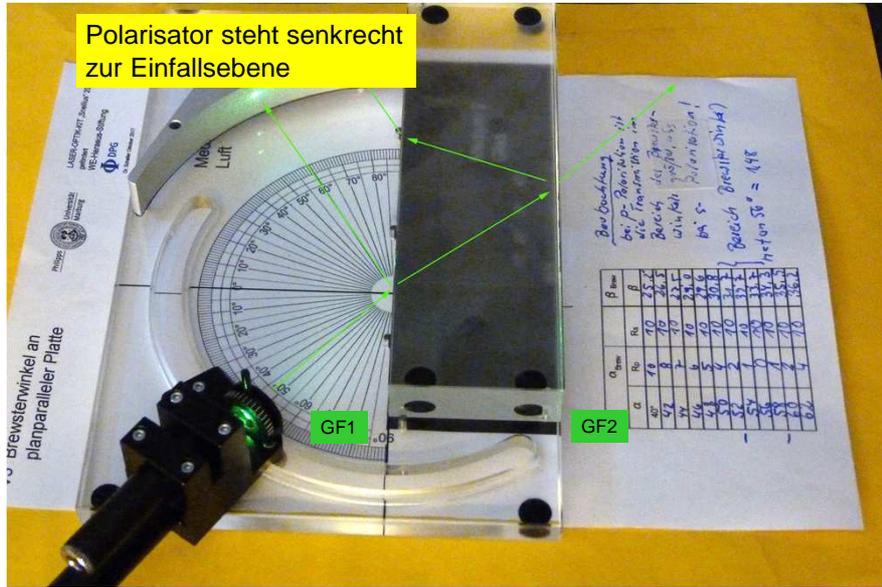


Brewsterwinkel das Tor zur Wellenoptik – Spezialfall der Fresnelschen Formeln

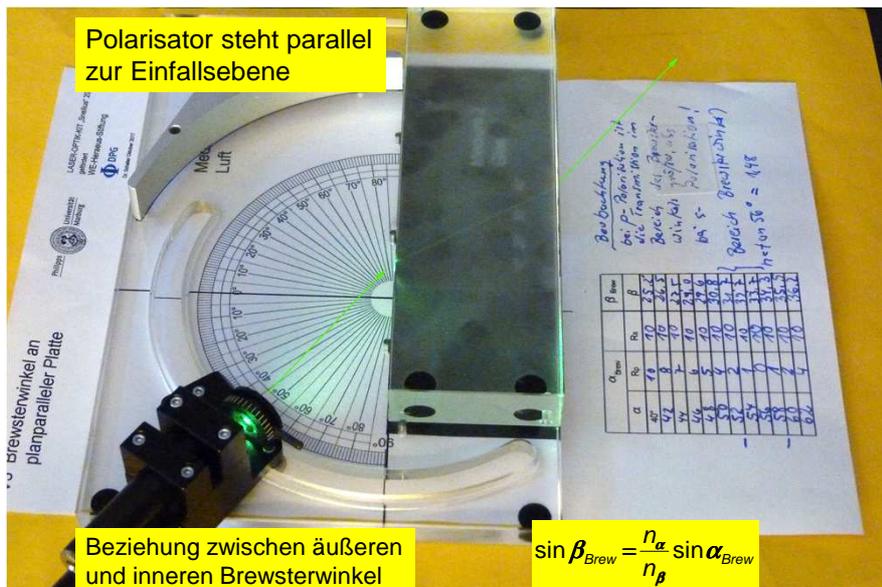
$$R_p = r_p^2 = \frac{\tan^2(\alpha - \beta)}{\tan^2(\alpha + \beta)}$$



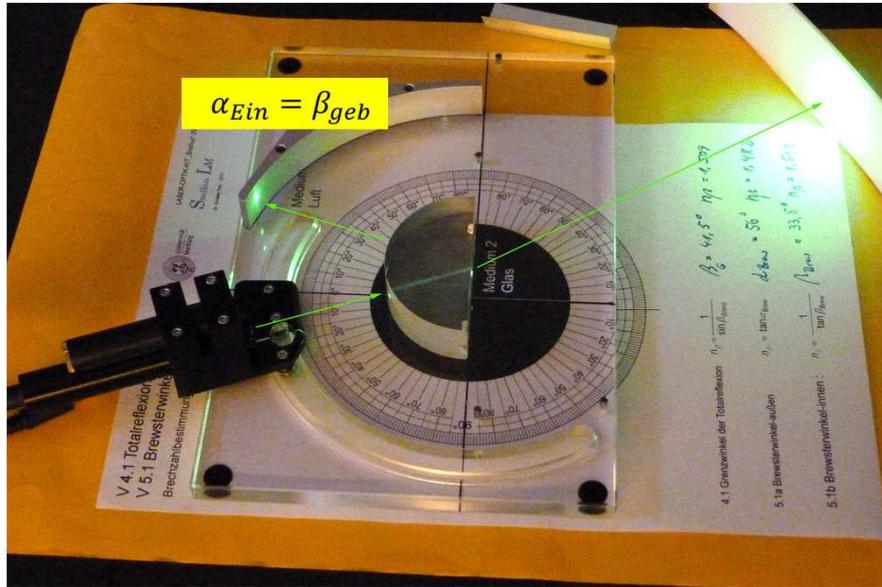
Brewsterwinkel - an der planparallelen Platte



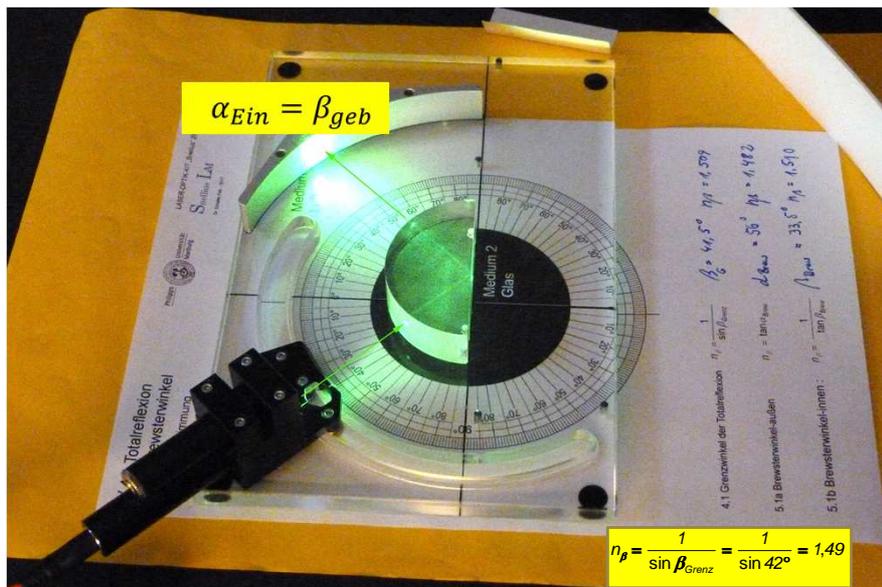
Brewsterwinkel - an der planparallelen Platte



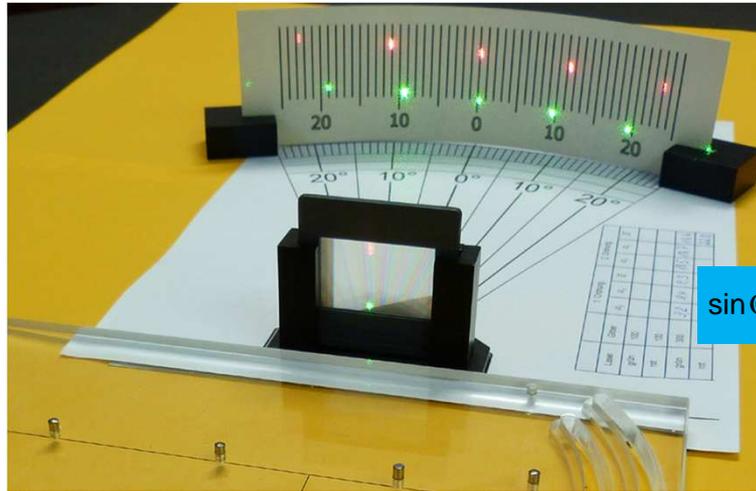
Brechzahlbestimmung Grenzwinkel der Totalreflexion



Brechzahlbestimmung Grenzwinkel der Totalreflexion



Wellenlängenbestimmung mittels Beugungsgittern



- Beugung am Gitter 300 Laserstrahl grün und rot

Beugung elektromagnetischer Wellen ist wellenlängenabhängig

Möglicher Ablauf für den Einsatz des Laser-Optik-KITs „Snellius“ im P-Seminar:

1. Entwickeln eines Konzeptes für den Einsatz des Laser-Optik-Kits durch die Schüler des P-Seminars

z.B. Planung und Durchführung eines physikalischen Vormittages, eines Physikabends etc. für Schüler der Unter- und Mittelstufe

Möglicher Ablauf für den Einsatz des Laser-Optik-KITs „Snellius“ im P-Seminar:

2. Möglicher Ablauf während der Projektphase:
 2.1 Übergabe des Klassensatzes an das Gymnasium vier Wochen vor Beginn der Projektphase

Inhalt:

- Beschreibung physikalischer Grundlagen und Hintergründe
- Aufgabenstellungen für die Versuche
- ein Klassensatz LASER-OPTIK-KIT „Snellius“ (zwölf Experimentiersätze)
- Versuchs- und Protokollvorlagen für die Versuche



Möglicher Ablauf für den Einsatz des Laser-Optik-KITs „Snellius“ im P-Seminar:

- 2.2 Vertraut machen der Schüler des P-Seminars mit dem Laser-Optik-Kit

- 2.3 Durchführung des Projektes (Unterstützung durch Dr. Peter Schaller)



LASER-OPTIK-KIT "SNELLIUS"

- **didaktische Reduktion aller gleichzeitig beobachtbaren Phänomene auf Einzelphänomene**
 - Modulare Bauweise
 - Einheit von Versuchsaufbau und Protokollvorlage
- Messung verschiedener Einzelphänomene **gemäß Lehrplan**
 - gute Sichtbarkeit der Strahlenverläufe
 - zeitgemäßes Design erhöht Motivation
 - schnell einsetzbar, kaum Justieraufwand

Basics für viele optische Phänomene

Evaluierung: mehrheitliche Aussage,
jetzt habe ich diese Zusammenhänge verstanden

Danke für Ihre Aufmerksamkeit