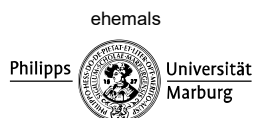


Pilotprojekt der Lehrmittelkommission „Neue optische Experimente für die Physikausbildung im Zeitalter der Photonic“

10. Workshop der Lehrmittelkommission
Magnus-Haus der DPG zu Berlin

Dr. Peter Schaller
Sprecher der Lehrmittelkommission



1. Basisexperimente

Leichten Zugang zum Phänomen schaffen
Basics für Wissensnetz bilden

Fundament mit monochromatischen Lasern grün – rot

Wiedererkennen der physikalischen Phänomene
in der Natur

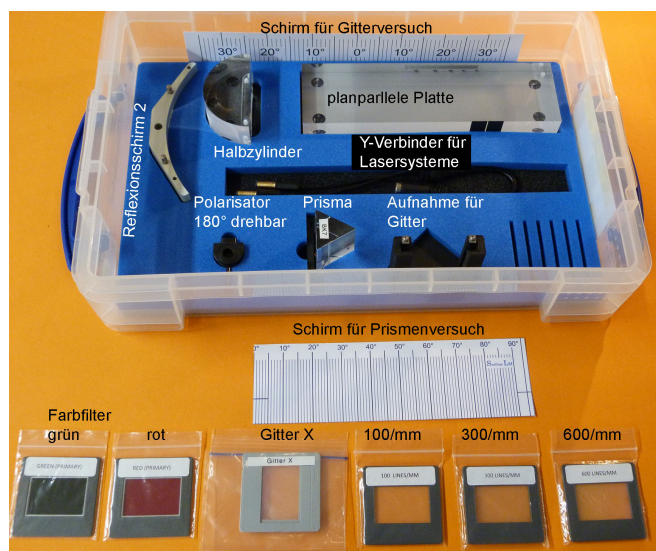
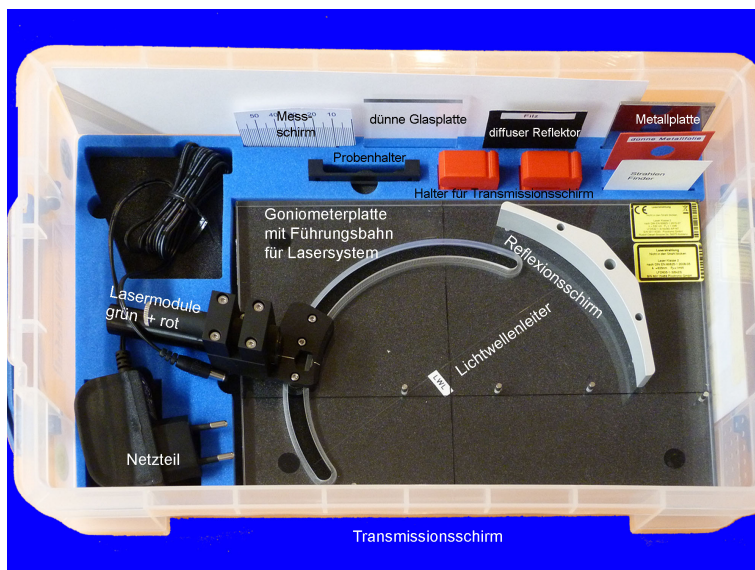
Physikalische Größen

müssen dort abgelesen werden, wo sie entstehen

Experimentierumgebung Versuchsaufbau

- zeitgemäßes Design
- einfache Handhabung
- schneller Versuchsbeginn
- Freiheitsgrade: Variation der physikalischen Parameter
- sicheres und erfolgreiches Experimentieren

LASER-OPTIK-KIT Snellius-Basic



Georg Christoph Lichtenberg 1742 - 1799



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

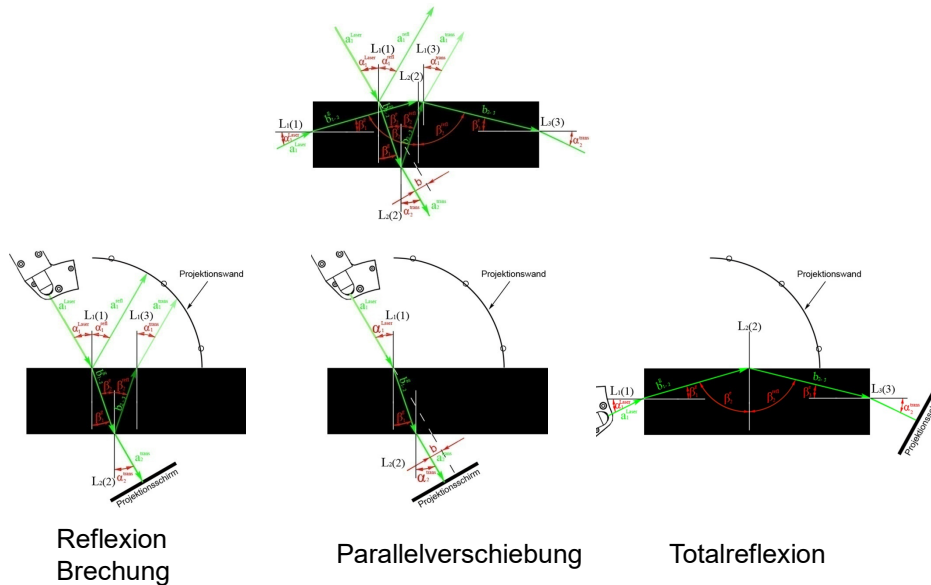
„Alles auf Einmahl thun zu wollen, zerstört alles auf Einmahl“

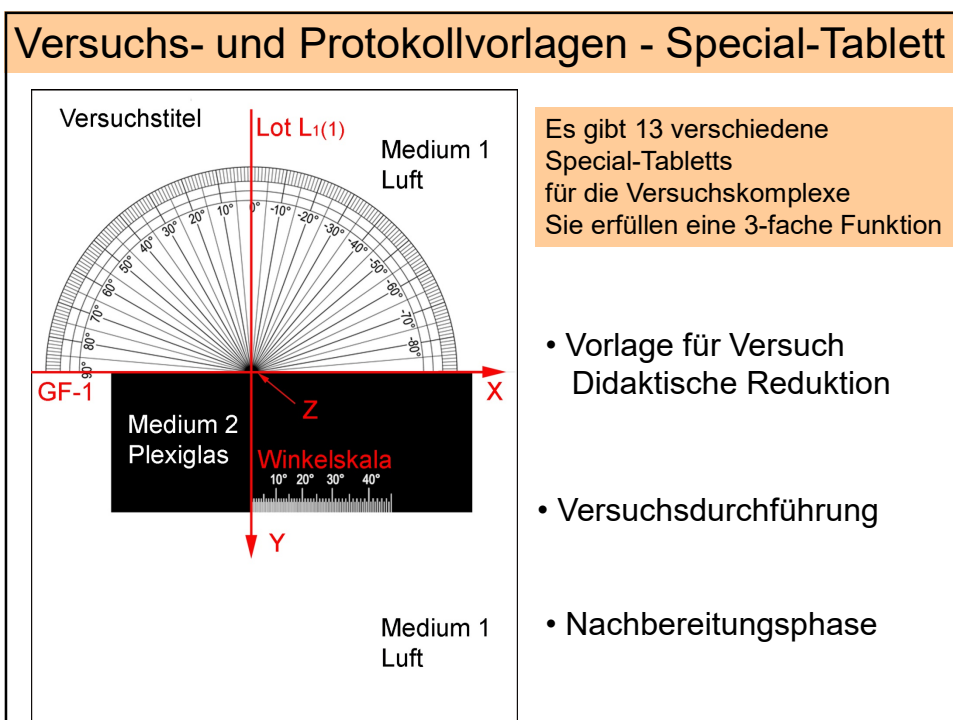
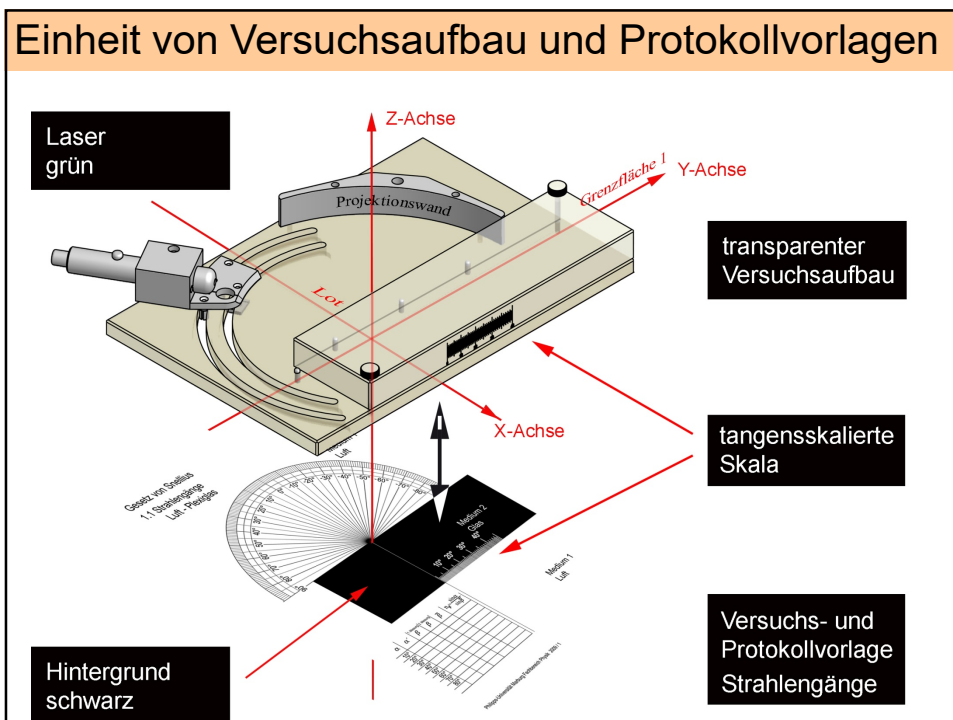
Konzept:

Zusammenwirken der Phänomene an einem Körper beobachten
nacheinander quantitativ untersuchen:

Didaktische Reduktion

Lernerperspektive – didaktische Reduktion





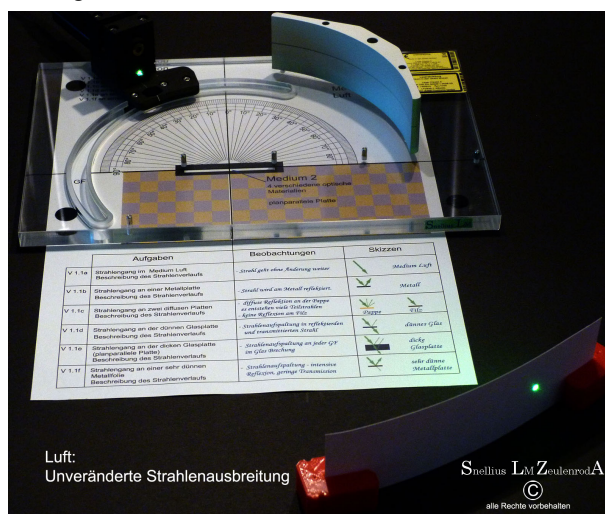
Pilotprojekt der Lehrmittelkommission
„Neue optische Experimente für die Physikausbildung im
Zeitalter der Photonic“

Versuche:

1. Strahlen treffen optische Stoffe
2. Strahlengänge in planparallelen Körpern
Brechungsgesetz – Totalreflexion
3. Versuche mit Prismen und Halbzylindern
Brechzahlbestimmung mit verschiedenen Methoden
4. Beugung am Gitter Licht – Wellenlängenbestimmung
5. Gesetz von Malus – Optische Aktivität

Basics- Fachliche Klärung des Lerninhaltes Strahlen treffen auf verschiedene optische Materialien

Klärung der verschiedenen Phänomene



Basics- Fachliche Klärung des Lerninhaltes

Strahlen treffen auf verschiedene optische Materialien

Klärung der verschiedenen Phänomene

Aufgaben	Beobachtungen	Skizzen
V 1.1a Strahlengang in Medium Luft Beschreibung des Strahlverlaufs	Strahl geht ohne Änderung weiter	Medium
V 1.1b Strahlengang an einer Metallplatte Beschreibung des Strahlverlaufs	Strahl wird am Metall reflektiert.	Metall
V 1.1c Strahlengang an zwei diffusen Platten Beschreibung des Strahlverlaufs	Diffus reflektiert in alle Richtungen in mehreren Richtungen Ausschlag Reflexion um 90°	diffus
V 1.1d Strahlengang an der dünnen Glasplatte Beschreibung des Strahlverlaufs	Strahleneinfaltung in reflektierten und transmittierten Strahl	dünne Glas
V 1.1e Strahlengang an der dicken Glasplatte (planparallele Platte) Beschreibung des Strahlverlaufs	Strahleneinfaltung an jeder GP im 90° Streuung	dicke Glasplatte
V 1.1f Strahlengang an einer sehr dünnen Metallfolie Beschreibung des Strahlverlaufs	Strahleneinfaltung - intensive Reflexion, geringe Transmission	sehr dünne Metallplatte

$\alpha_{\text{Laser}} = \alpha_{\text{refl}}$

Metall:
Strahl wird gemäß dem Reflexionsgesetz reflektiert

P-Seminar im Carl-Orff Gymnasium Unterschleißheim



Der Reflexionsversuch Foto: Schaller- 2018-10-26

Basics- Fachliche Klärung des Lerninhaltes

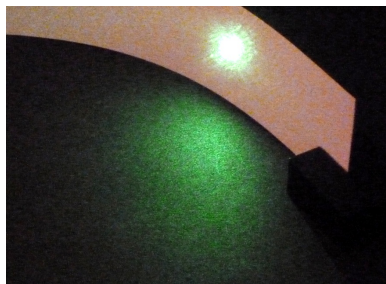
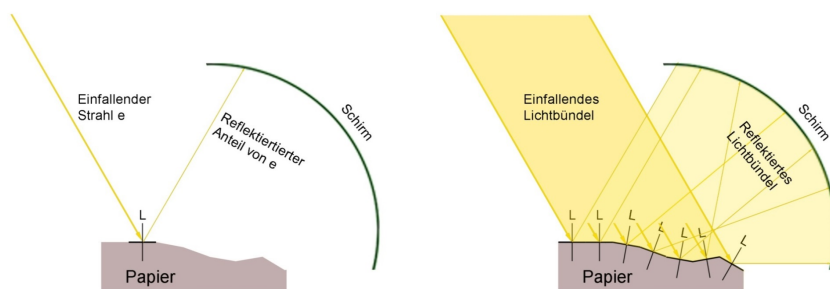
Strahlen treffen auf verschiedene optische Materialien

Klärung der verschiedenen Phänomene

Aufgaben	Beobachtungen	Skizzen
V 1.1a Strahlengang im Medium Luft Beschreibung des Strahlungsverlaufs	Strahl geht ohne Änderung einher	Medium Luft
V 1.1b Strahlengang an einer Metallplatte Beschreibung des Strahlungsverlaufs	Strahl wird am Metall reflektiert	Metall
V 1.1c Strahlengang an zwei dünnen Platten Beschreibung des Strahlungsverlaufs	Streuung reflektiert an der Platte in verschiedenen Richtungen keine Reflexion am Lot	Streuung
V 1.1d Strahlengang an der dünnen Glasplatte Beschreibung des Strahlungsverlaufs	Strahlensplitterung in reflektierten und transmittierten Strahl	dünne Glas
V 1.1e Strahlengang an der dicken transparenten Glasplatte (Platte) Beschreibung des Strahlungsverlaufs	Strahlensplitterung an jeder Stelle im Glas (Streuung)	dick Glasplatte
V 1.1f Strahlengang an einer sehr dünnen Metallfolie Beschreibung des Strahlungsverlaufs	Strahlensplitterung, intensive Reflexion, geringe Transmission	sehr dünne Metallplatte

diffuser Reflektor:
jeder Strahl wird an seinem Lot reflektiert

Strahlen treffen auf unebene Flächen



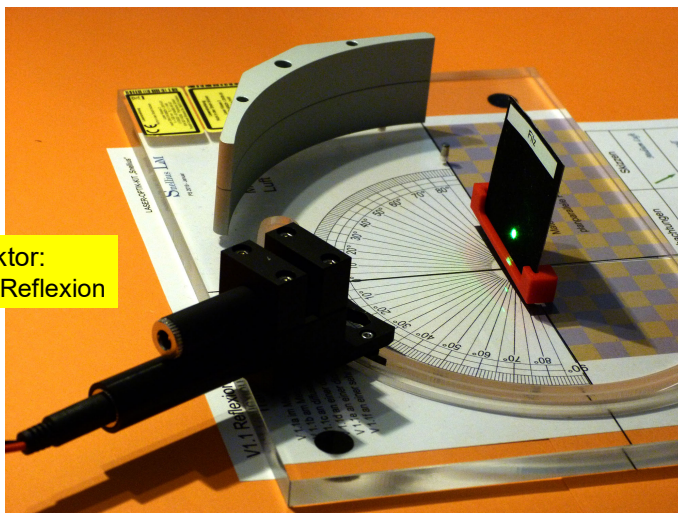
Diffuse Reflexion –
Ausleuchtung von Zimmern

Lambert - Strahler

Basics- Fachliche Klärung des Lerninhaltes Strahlen treffen auf verschiedene optische Materialien

Klärung der verschiedenen Phänomene

Filz als Reflektor:
nahezu keine Reflexion



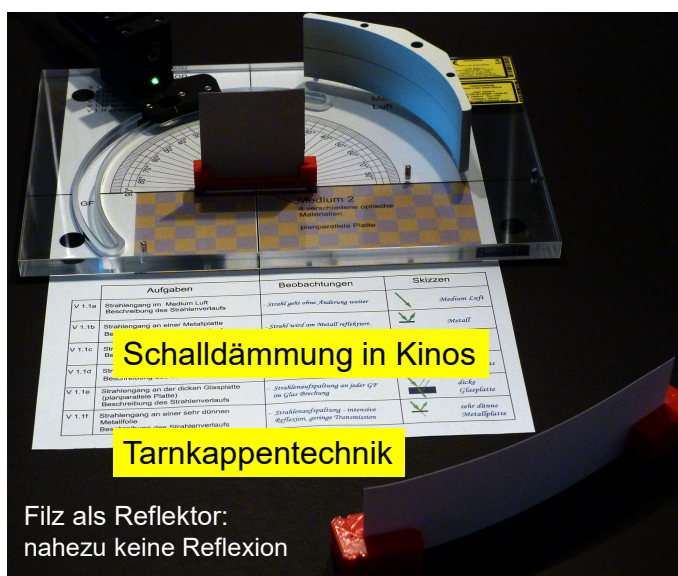
Basics- Fachliche Klärung des Lerninhaltes Strahlen treffen auf verschiedene optische Materialien

Klärung der verschiedenen Phänomene

Schalldämmung in Kinos

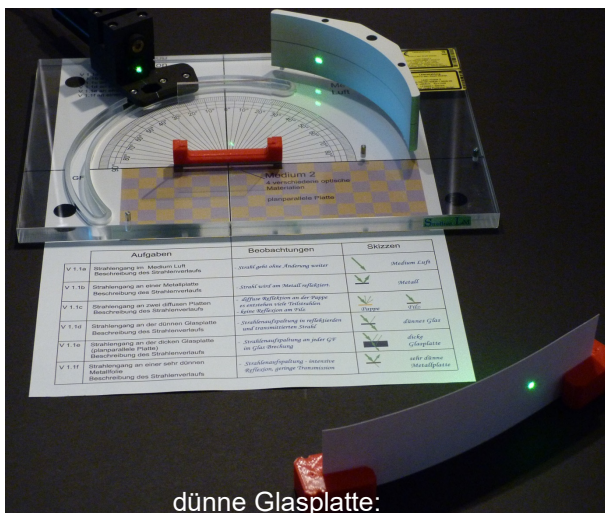
Tarnkappentechnik

Filz als Reflektor:
nahezu keine Reflexion

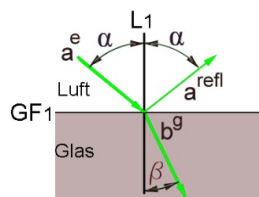


Basics- Fachliche Klärung des Lerninhaltes Strahlen treffen auf verschiedene optische Materialien

Klärung der verschiedenen Phänomene

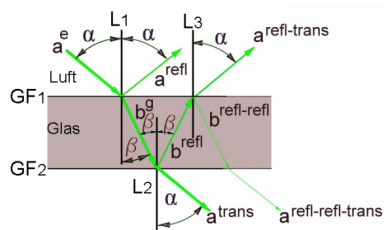
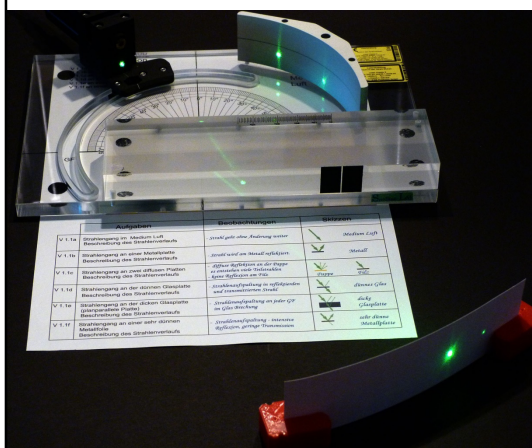


dünne Glasplatte:



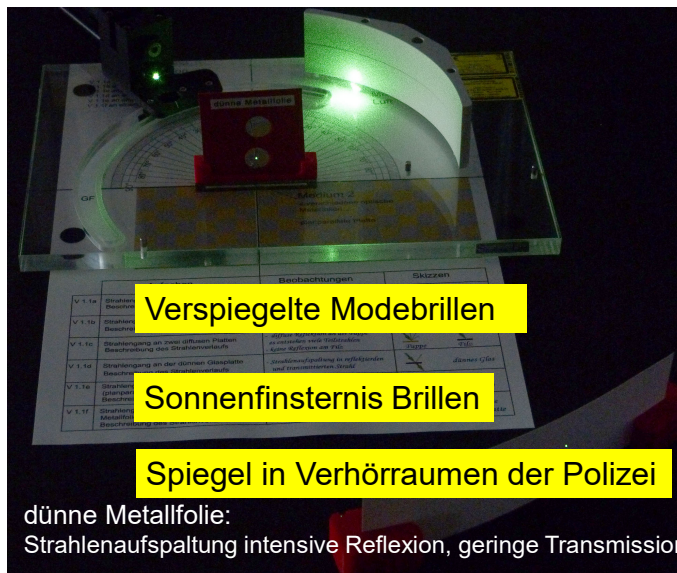
Basics- Fachliche Klärung des Lerninhaltes Strahlen treffen auf verschiedene optische Materialien

Klärung der verschiedenen Phänomene



Basics- Fachliche Klärung des Lerninhaltes Strahlen treffen auf verschiedene optische Materialien

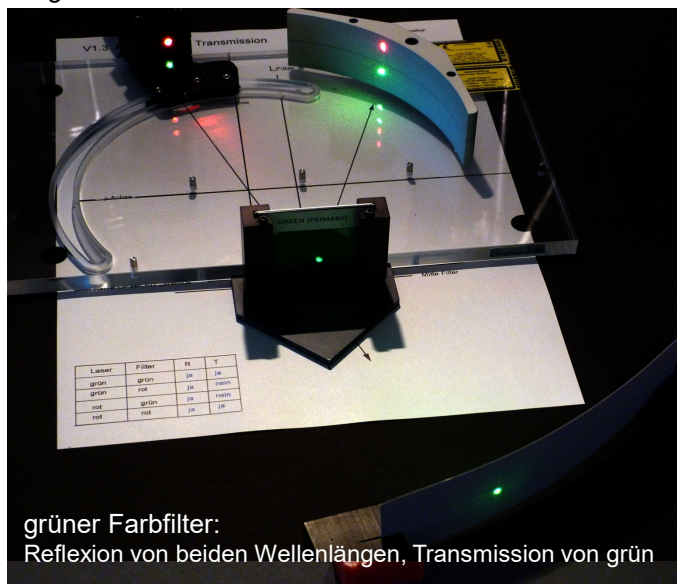
Klärung der verschiedenen Phänomene



Basics- Fachliche Klärung des Lerninhaltes

Strahlen treffen auf verschiedene optische Materialien

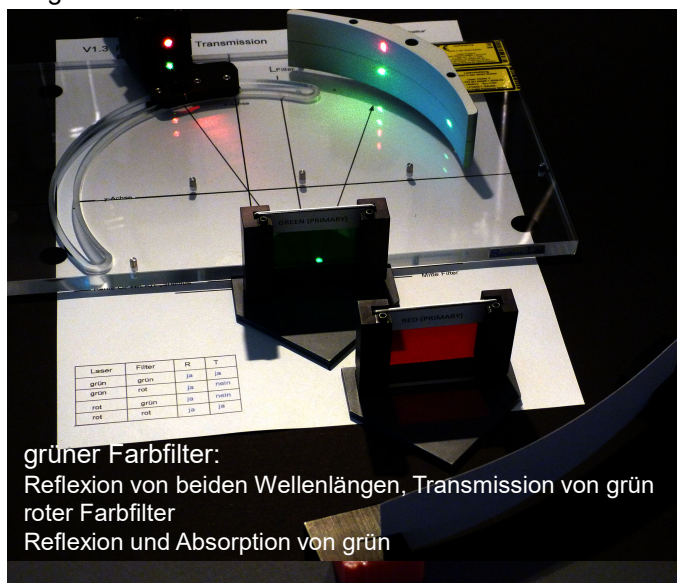
Klärung der verschiedenen Phänomene



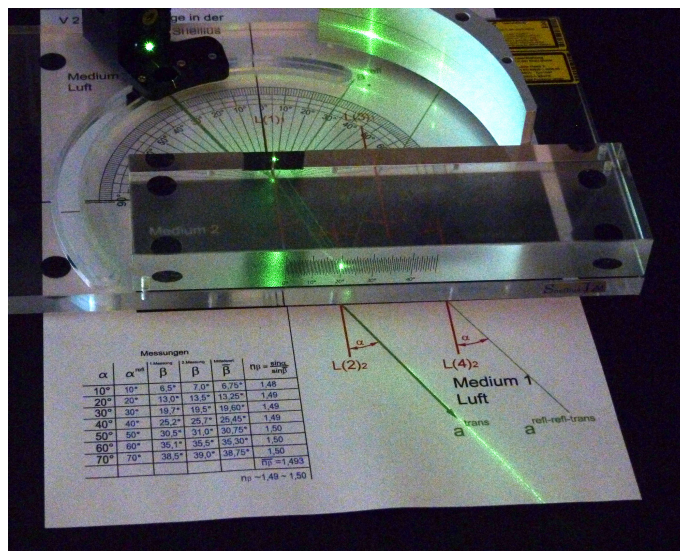
Basics- Fachliche Klärung des Lerninhaltes

Strahlen treffen auf verschiedene optische Materialien

Klärung der verschiedenen Phänomene

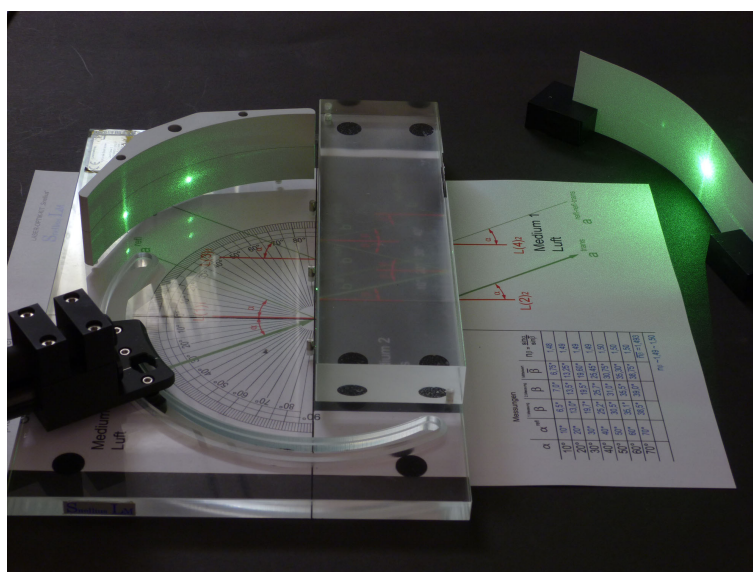


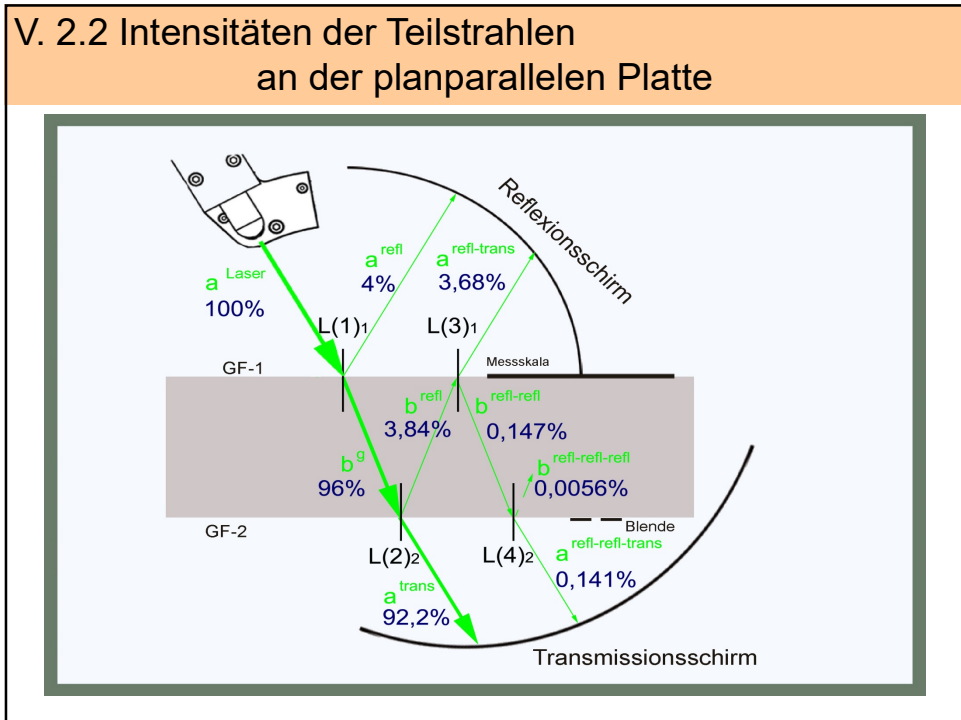
V. 2.1 Strahlengänge an der planparallelen Platte



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

V. 2.2 Intensitäten der Teilstrahlen an der planparallelen Platte



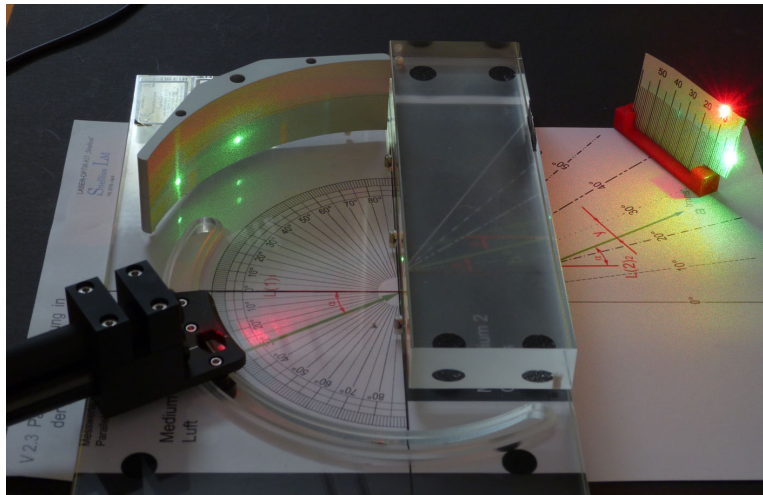


Wellenlänge oder Frequenz $c = f \lambda$

$$\lambda = \frac{1}{0,2} \sin \theta$$

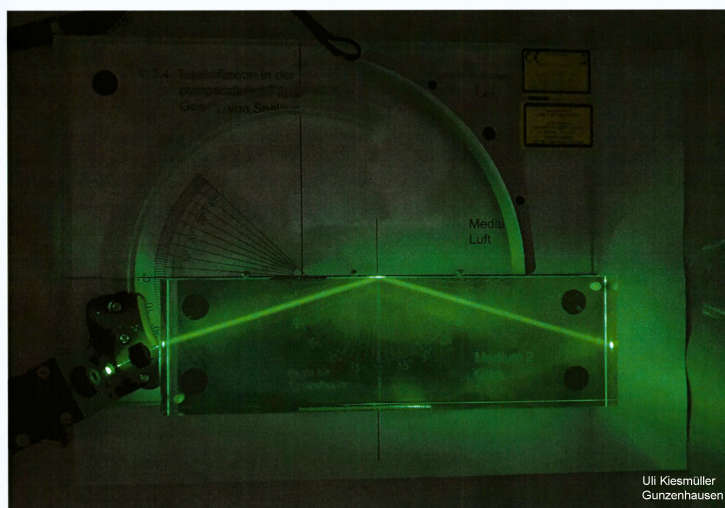
$$\lambda_{\text{Luft}} = \frac{1}{0,2} \mu\text{m} \sin 19 = 650\text{nm} \quad \lambda_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{1}{0,2} \mu\text{m} \sin 15 = 517\text{nm}$$

V2.3 Parallelverschiebung



Der grüne Strahl wird parallelverschoben.

V2.4 Die Totalreflexion



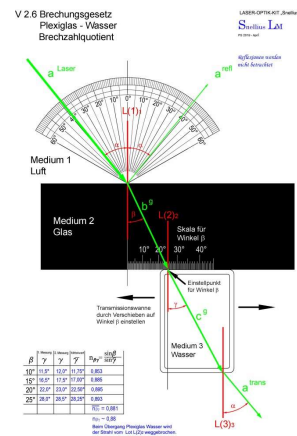
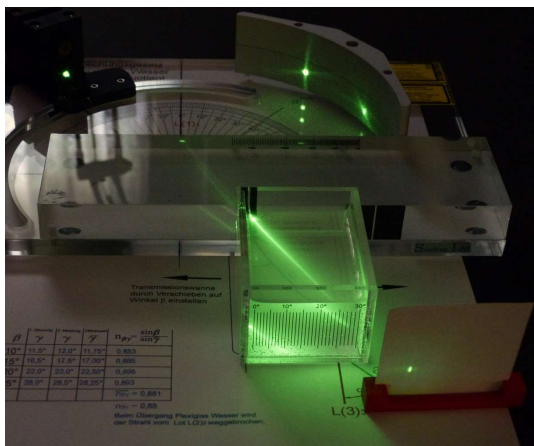
- Kein Lichtaustritt auf Projektionswand beobachtbar
- Physikalische Grundlage für die Endoskopie in der Medizin

Tag der Physik im Simon-Marius-Gymnasium Gunzenhausen



Der Reflexionsversuch Foto: Schaller 2020-03-12 Gunzenhausen

V2.6 Der Brechzahlquotient



Didaktisch wichtig:
Plexiglas ist Medium 2
Wasser ist Medium 3

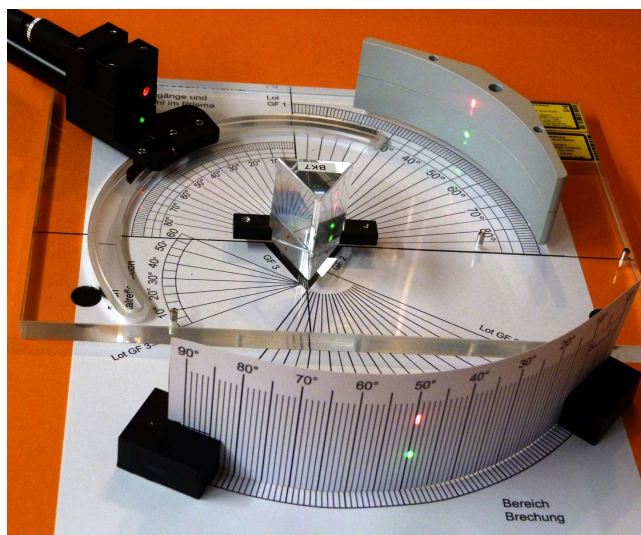
$$n_{\beta\gamma} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} < 1$$

Brechung vom Lot weg

V3

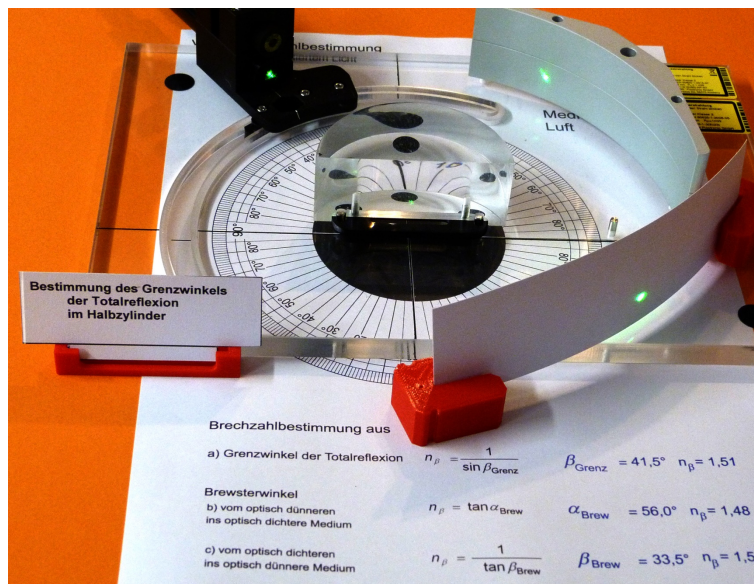
vier Methoden der Brechzahlbestimmung

V3.1- Im Prisma am Winkel der geringsten Ablenkung

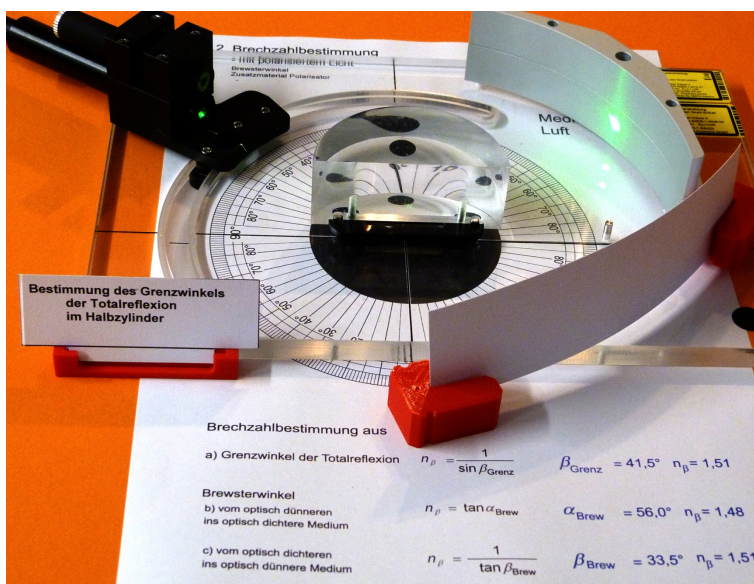


für $\alpha^{Laser} = \alpha^{trans}$ $\delta = \alpha_1^{Laser} + \alpha_2^{trans} - \varepsilon_1$ $n_p = \frac{\sin\left(\frac{\delta_{min} + \varepsilon_1}{2}\right)}{\sin\frac{\varepsilon_1}{2}} = \frac{\sin\left(\frac{37,2^\circ + 60^\circ}{2}\right)}{\sin\frac{60^\circ}{2}} = 1,50$

V3.2a- Am Grenzwinkel der Totalreflexion



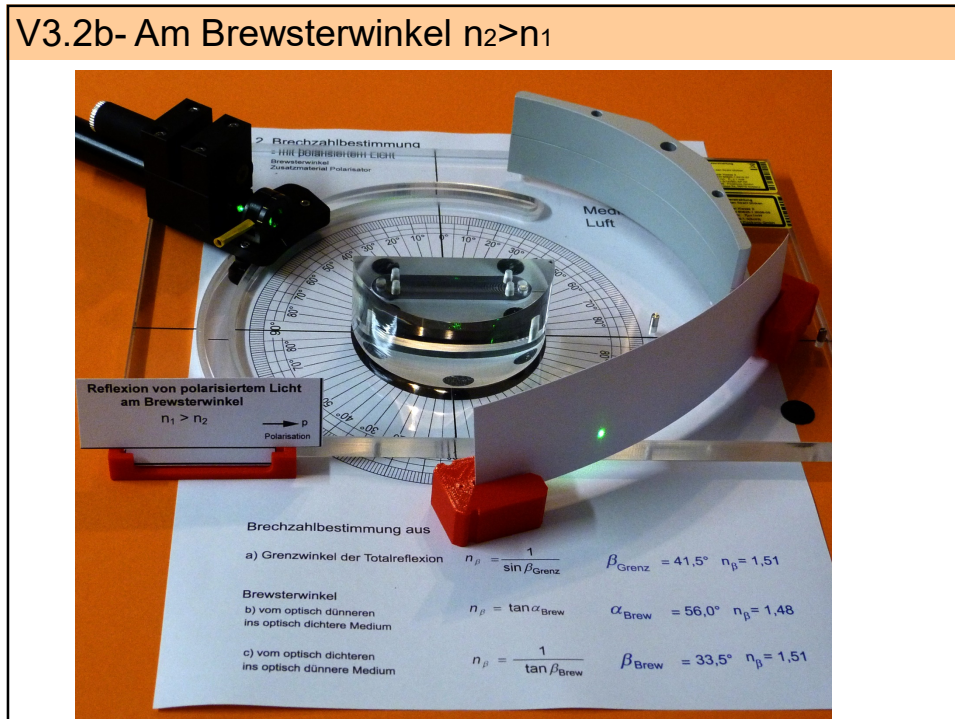
V3.2a- Am Grenzwinkel der Totalreflexion



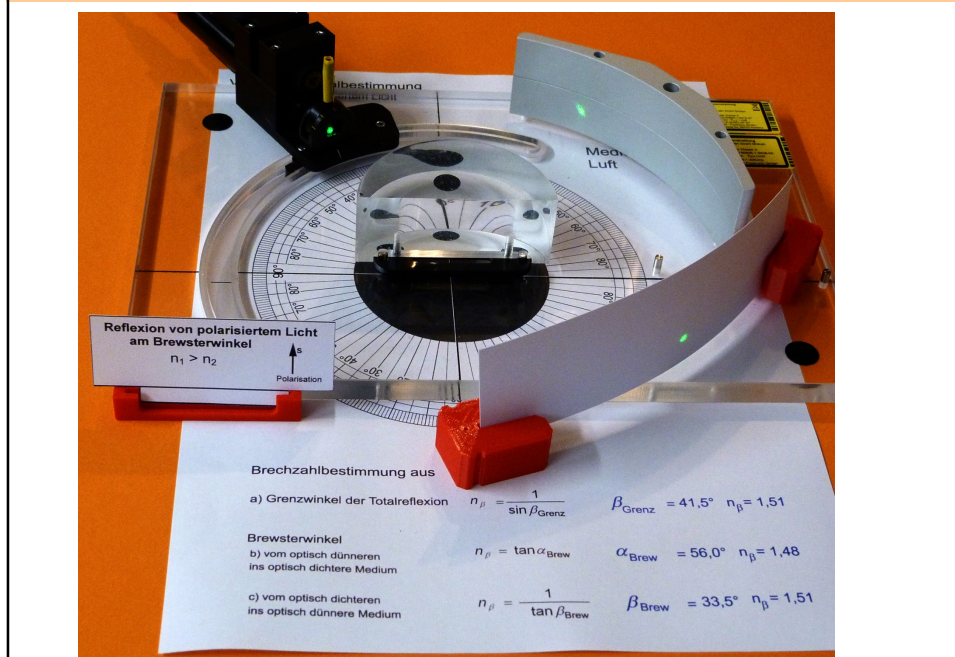
V3.2b- Am Brewsterwinkel $n_2 > n_1$



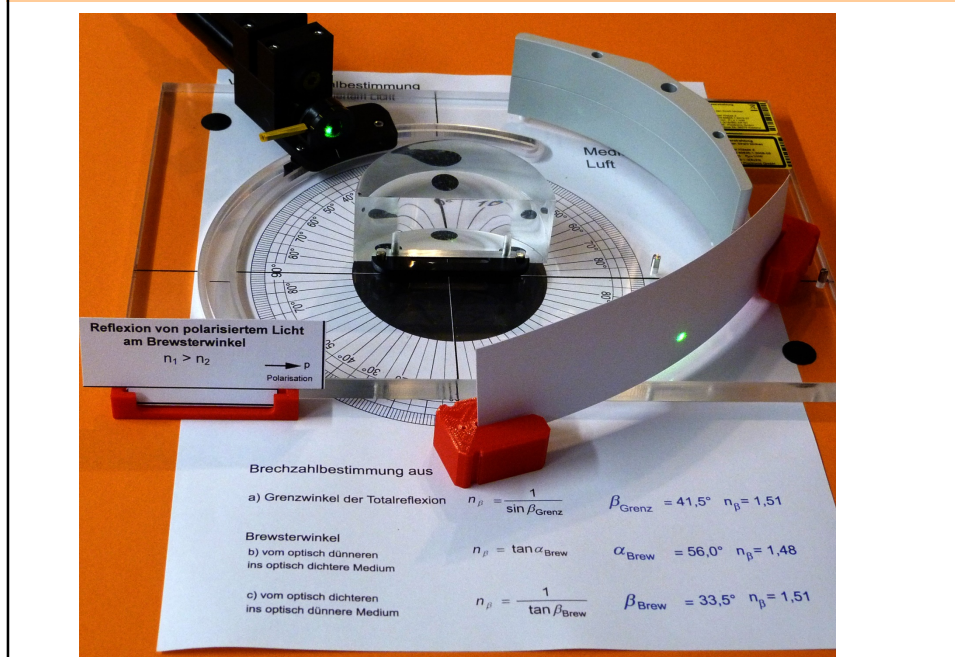
V3.2b- Am Brewsterwinkel $n_2 > n_1$



V3.2c- Am Brewsterwinkel $n_1 > n_2$



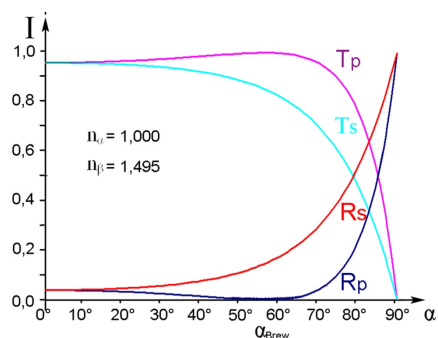
V3.2c- Am Brewsterwinkel $n_1 > n_2$



Reflexion von polarisiertem Licht Fresnelschen Formeln

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

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

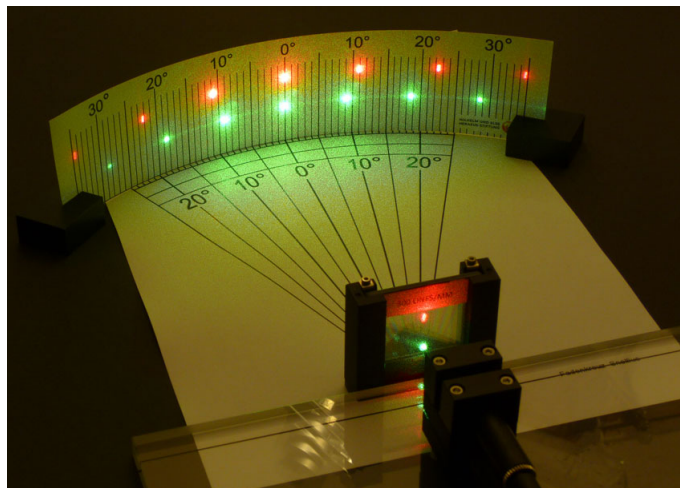


P-Seminar im Carl-Orff Gymnasium Unterschleißheim



Frau StRin Donhauser zeigt Modell von linear polarisiertem Licht
anlässlich des 9. Workshops im MPQ Garching am 4. Juli 2019

V4 Wellenlängenbestimmung mittels Beugungsgittern



$$\sin\Theta = \frac{k\lambda}{d}$$

- Beugung am Gitter 300 Laserstrahl grün und rot

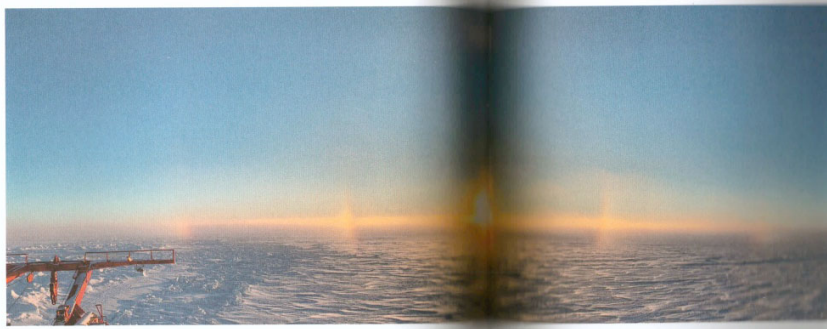
Beugung elektromagnetischer Wellen ist wellenlängenabhängig

Tag der Physik im Simon-Marius-Gymnasium Gunzenhausen



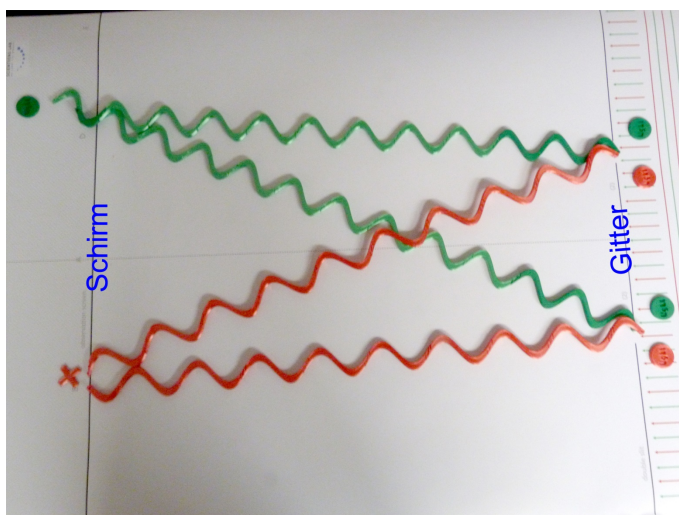
Der Gitterversuch

Beugung an den Eiskristallen am Nordpol

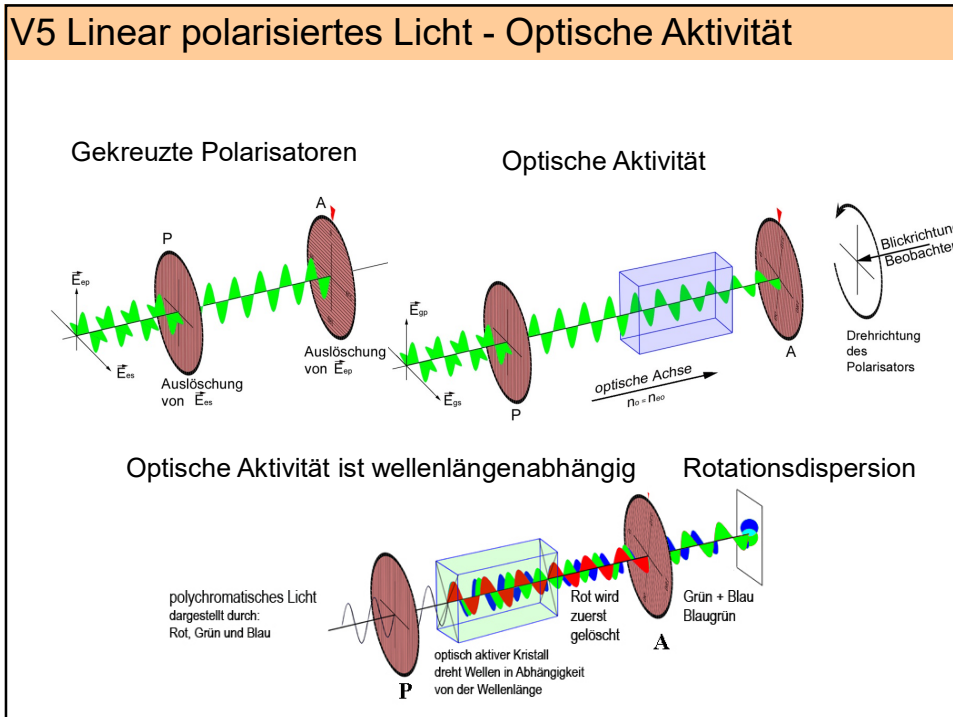


Quelle: Markus Rex

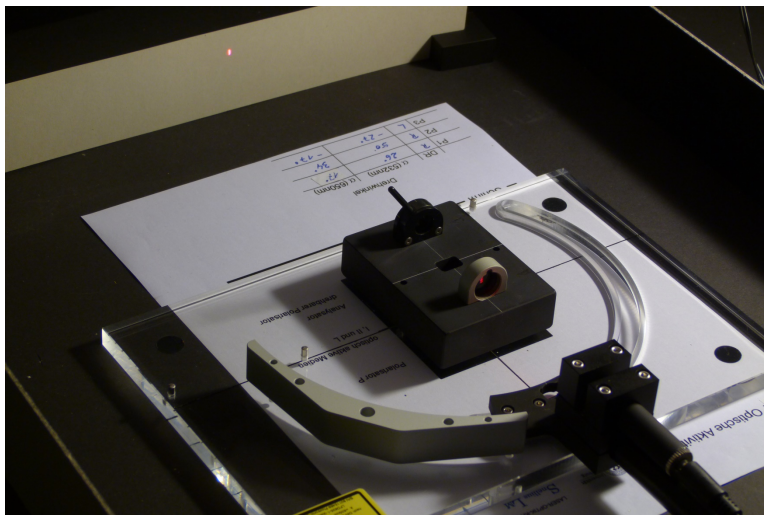
V4 Wellenlängenbestimmung mittels Beugungsgittern



Modell für konstruktive und destruktive Interferenz
Universität Luxembourg



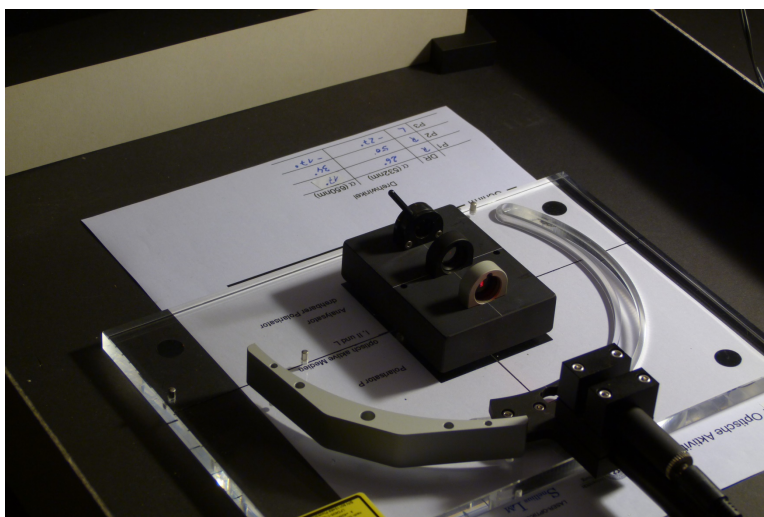
V5 Linear polarisiertes Licht – Optische Aktivität



Analysator wird verdreht

keine Auslöschung der Wellen

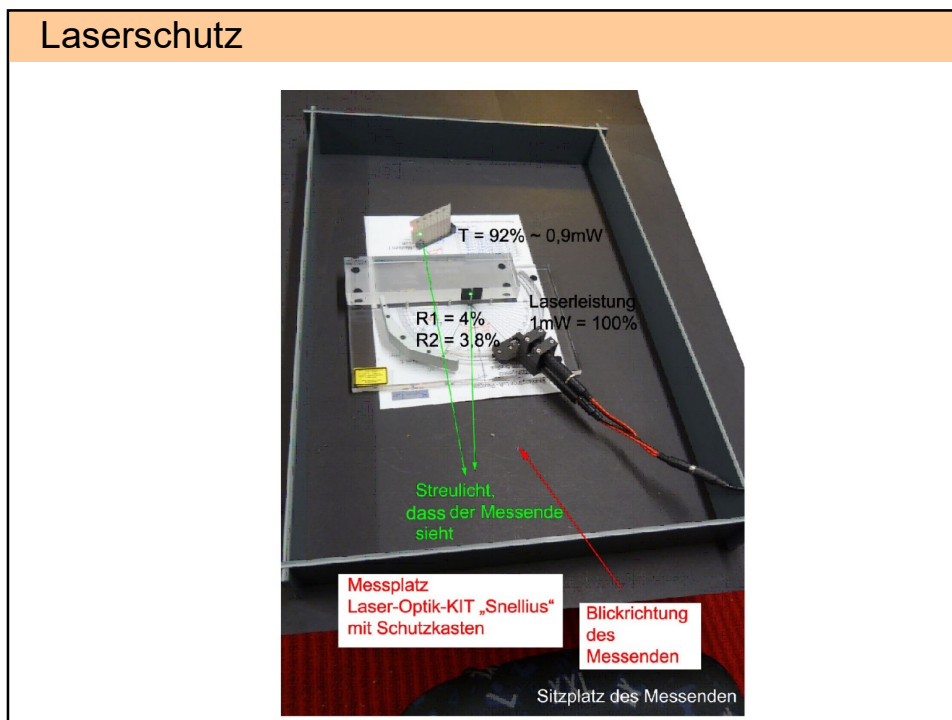
V5 Linear polarisiertes Licht – Optische Aktivität



Optisch aktives Medium dreht Polarisationsebene

Auslöschung der Wellen

Laserschutz



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