

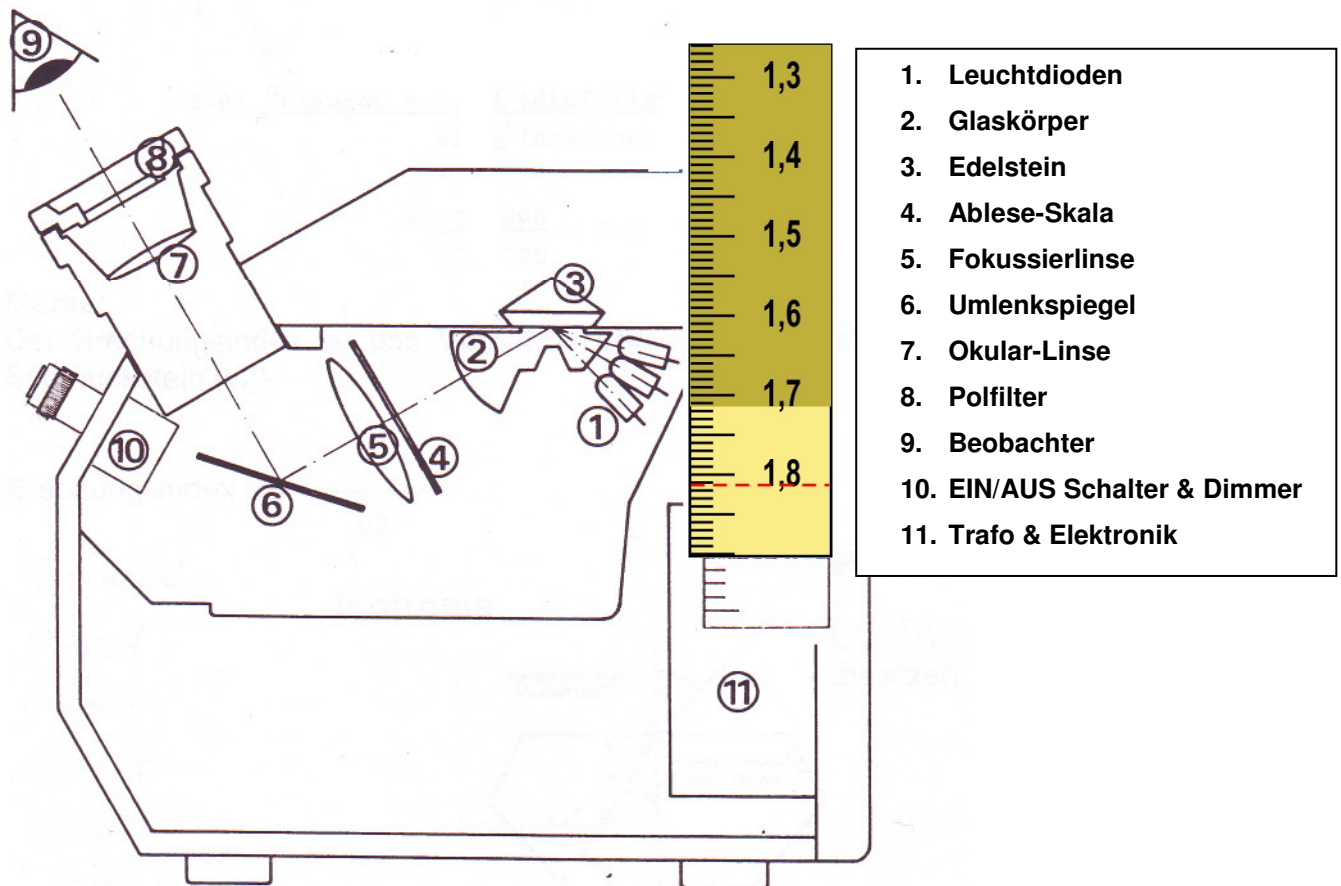
Das Refraktometer

Die Lichtbrechung ist die wichtigste optische Größe zur Bestimmung der Edelsteine.

Mit dem Refraktometer kann man mit wenigen Ausnahmen die Lichtbrechung messen. Der Anwendungsbereich liegt vorwiegend bei durchsichtigen Steinen mit angeschliffenen Flächen und bei Cabachons.

Der zu Untersuchende Stein wird mit etwas Kontaktflüssigkeit vorsichtig auf das weiche, hochlichtbrechende Glas gelegt. Als Lichtquelle dient meistens eine Natriumdampfampe mit monochromatischem Licht der Wellenlänge 589,3 nm (gr. mönos = allein, einzig / chröma = Farbe). Von der einen Seite kommt Licht unter verschiedenen Winkeln zur Kontaktfläche. Die Lichtbewegung wird beim Übertritt vom optisch dichteren Medium (hochlichtbrechender Glaskörper) ins optisch dünnere Medium (Stein) zurückreflektiert und/oder in den Stein hinein gebrochen. Wie viel Licht in den Stein hineinbricht, hängt vom "Grenzwinkel der Totalreflexion" (Materialkonstante) ab. Zwar lässt sich mit dem Refraktometer die Lichtbrechung ablesen, genau betrachtet misst dieses Gerät aber den Grenzwinkel der Totalreflexion. Die Ableseskala ist jedoch so justiert, dass durch das Okular eine direkte Ablesung der Brechungsindices möglich wird.

Querschnitt durch einen Refraktometer



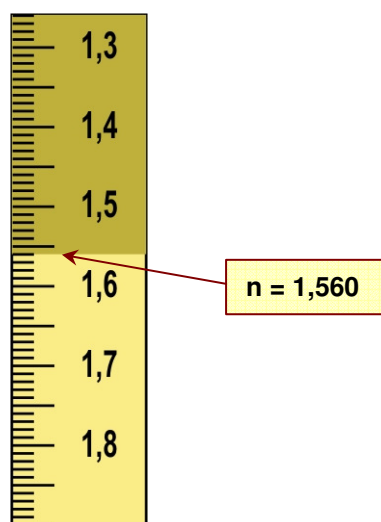
Sachgerechte Refraktometerablesungen erfordern eine systematische Vorgehensweise, wobei auf zwei verschiedenen Facetten des Steines jeweils vier Ablesungen gemacht werden, stets nach einer Drehung des Steines um 45° um seine Vertikalachse. Bei diesen Drehungen bleibt die Facette des Steines im Kontakt mit dem Glaskörper des Refraktometers, der durch einen feinen Flüssigkeitsfilm zwischen Stein und Glasauflage gegeben ist. Es ist verständlich, dass der Stein dabei nicht gewaltsam auf den Glaskörper gepresst werden darf, um ernsthafte Beschädigungen des Refraktometers zu vermeiden. Bei jeder Ablesung muss auf dem Okular des Refraktometers der Polarisationsfilter gedreht werden, um die eventuelle Doppelbrechung des Steines zu erkennen.

Was kann das Refraktometer?

- Nur Substanzen oder Mineralien erfassen (*keine Handelsnamen*)
- Nur Lichtbrechungswerte **zwischen 1,30** und **1,78**
- Nur polierte Flächen sind messbar
- Flächen (*Facetten*) über 3 mm \varnothing
- Unterscheidung zwischen **isotrop** und **anisotrop**
- Unterscheidung zwischen **optisch einachsig** und **optisch zweiachsig** (*positiv/negativ*)

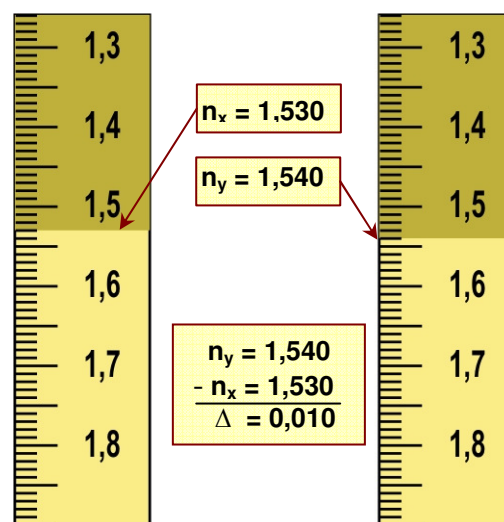
Richtiges Ablesen der Lichtbrechung am Refraktometer

Isotrop



Wenn der Polarisationsfilter um 360° gedreht wird und es gibt nur eine gleichbleibende Schattengrenze ist der Stein **isotrop**.

Anisotrop



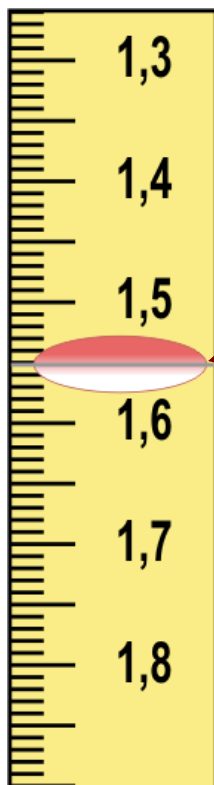
Wenn der Polarisationsfilter um 360° gedreht wird und es ergeben sich zwei unterschiedliche Schattengrenzen ist der Stein **anisotrop**.

Merke: Der Strahlengang im Refraktometer baut sich auf die Totalreflexion auf. Der auf der Skala abgelesene Wert wird durch den kritischen Winkel des betreffenden Steine bestimmt. Wenn keine Schattengrenze ablesbar ist, spricht man von einer **„negativen Ablesung“**.

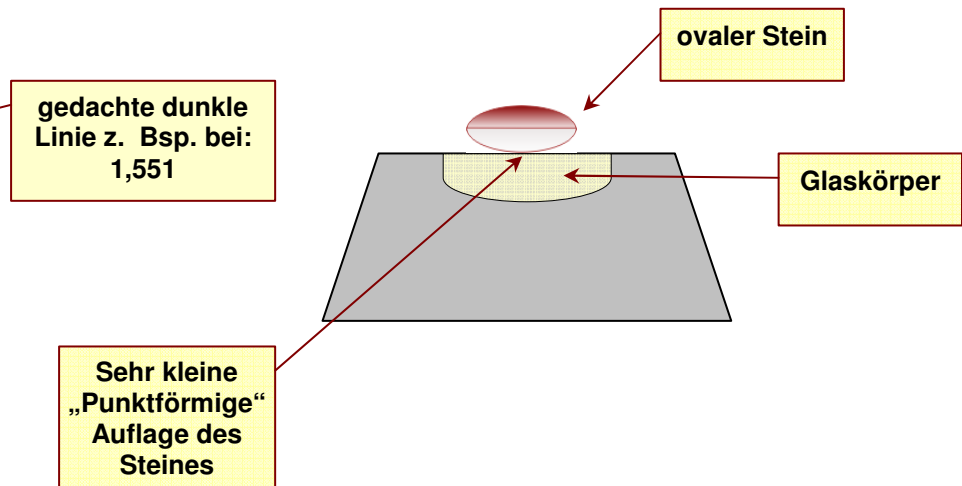
Beispiel einer einfachen Arbeitstabelle

Position	Oberteil		Unterteil		Einachsrig	
	n_x	n_y			positiv	negativ
1	1,548	1,553			Zweiachsrig	
2	1,547	1,547			positiv	negativ
3	1,548	1,558			Doppelbrechung: $\Delta = 0,011$	
4	1,548	1,551			n_x 1,547 - n_y 1,558 <hr/> = Δ 0,011	
max n_x	1,547					
max n_y		1,558				

Spotmethode / Tupfmethode



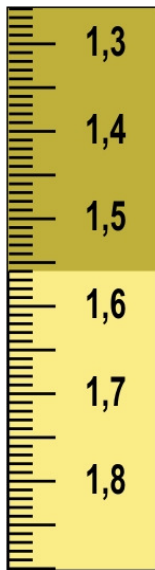
Darunter versteht man das Messen von Steinen mit gewölbten Flächen. Es wird mit *offenem* Deckel des Refraktometers, *ohne Polarisationsfilter* und einem Beobachtungsabstand von ca. 30 cm gemessen. Achtung: wenig Haftflüssigkeit verwenden.



Merke: Die Tupfmethode, auch Spot,- bzw. *disdant vision method* genannt, ist die von Lester Benson 1948 entwickelte Methode zur Bestimmung der Lichtbrechung an sehr kleinen Schmuckstücken, Facetten oder Cabochons.

Keine genaue Messung!

Richtiges Arbeiten am Refraktometer



- Bei Isotropen Steinen oder Substanzen, ist bei der Drehung des Polarisationsfilters nur eine unbewegliche Schattengrenze zu erkennen.
- Der Stein muss in Verschiedenen Stellungen gemessen werden! Wenn möglich auch im Unterteil.
- Vorsicht beim Messen von Gläsern! Je nach ihrer chemischen Zusammensetzung können diese Lichtbrechungen zwischen $n = 1,30$ bis $1,80$ aufweisen.

Merke:

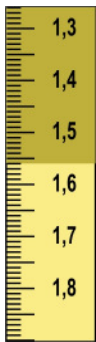
Zugeordnet werden isomorphe Substanzen und die Minerale/Steine des Kubischen Kristallsystems mit drei gleichen, senkrecht aufeinander stehenden Achsen a_1 , a_2 , und a_3 .

<p>Ein Kristall ist kubisch, wenn es mindestens zwei dreizählige Drehachsen aufweist.</p>	<p>Alle 3 Achsen des Achsenkreuzes sind gleich lang und schneiden sich im rechten Winkel. $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$</p>	
---	--	--

Bei diesen Substanzen und isotropen Mineralien/Steine gibt es keinen **PLEOCHROISMUS!!!**
 Kontrolle durch das Dichroskop - farblose Steine zeigen keinen Pleochroismus.

Das Kontrollgerät zum Refraktometer ist das Polariskop.

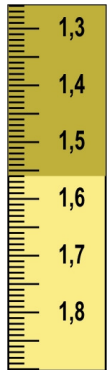
Richtiges Arbeiten am Refraktometer



- Bei **ANISOTROPEN, EINACHSIGEN STEINEN**, sind bei Drehung des Polarisationsfilters zwei Schattengrenzen zu erkennen
- Jene Schattengrenze die unveränderlich oder stehen bleibt, entspricht dem: „**ordentlichen Strahl = n_o oder n_x** “.
- Zu den anisotropen, einachsigen Steinen zählt man jene, die in den folgenden Klassen kristallisiert sind:

Tetragonales Kristallsystem		
<p style="text-align: center;">tetragonal</p> <p style="text-align: center;">$a_1 = a_2 \neq c$ $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 90^\circ$</p>	<p>2 Achsen des Achsenkreuzes sind gleich lang, die dritte ist länger oder kürzer. Alle schneiden sich im rechten Winkel. $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$</p> <p>Ein Kristall ist tetragonal, wenn es eine einzige vierzählige Drehachse aufweist.</p>	
Hexagonales Kristallsystem		
<p style="text-align: center;">hexagonal</p> <p style="text-align: center;">$a_1 = a_2 = a_3 \neq c$ $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 120^\circ$ $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = 90^\circ$</p>	<p>3 gleichlange Achsen des Achsenkreuzes liegen in einer Ebene und schneiden sich unter 120 Grad. Die vierte Achse ist ungleich und steht senkrecht auf dieser Ebene. $a_1 = a_2 = a_3 \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ; \gamma = 60^\circ$ respektive 120°</p> <p>Ein Kristall ist hexagonal, wenn es eine sechszählige Drehachse aufweist.</p>	
Trigonales Kristallsystem		
<p style="text-align: center;">trigonal, rhomboedrisch</p> <p style="text-align: center;">$a_1 = a_2 = a_3 \neq c$ $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 120^\circ$ $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = 90^\circ$</p>	<p>3 gleichlange Achsen des Achsenkreuzes liegen in einer Ebene und schneiden sich unter 120 Grad. Die vierte Achse ist ungleich und steht senkrecht auf dieser Ebene. $a_1 = a_2 = a_3 \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ; \gamma = 60^\circ$ respektive 120°</p> <p>Ein Kristall ist trigonal, wenn es eine dreizählige Drehachse aufweist.</p>	

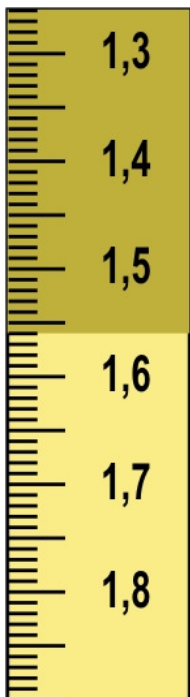
Bestimmung der Doppelbrechung und des optischen Charakters



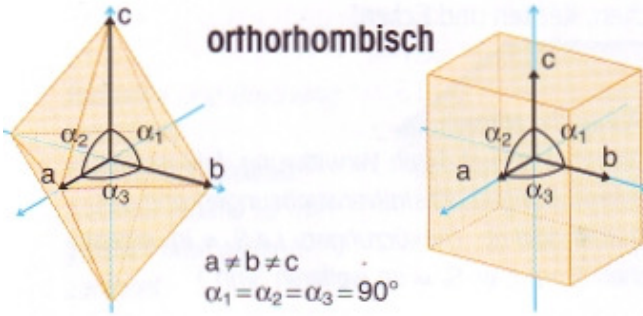

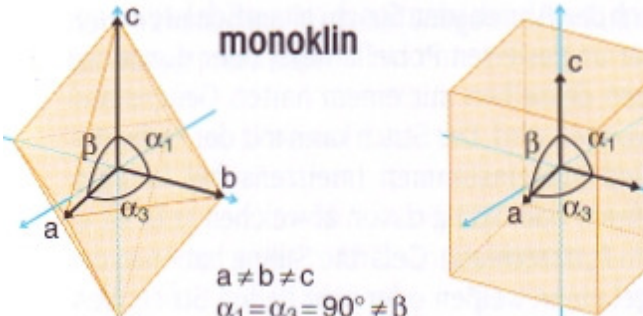
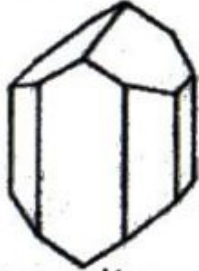
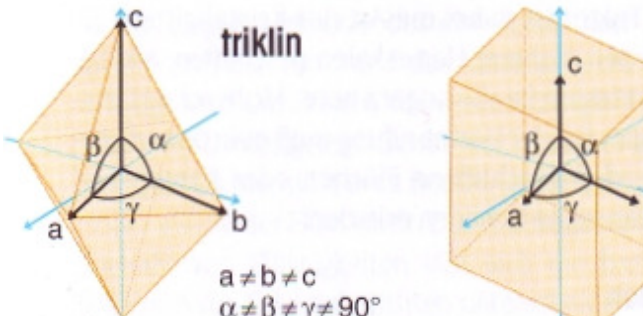
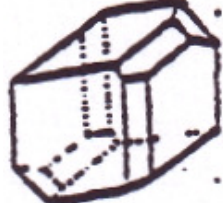
- **Die Bestimmungen der Doppelbrechung** als charakteristisches Merkmal unter Berücksichtigung der jeweiligen +/- Werte erfolgt durch mehrmaliges Messen des Steines in verschiedenen Stellungen.
Das Ablesen der Lichtbrechungszahl für den größten und kleinsten Wert und die Bestimmung der Differenz ergibt die maximale Doppelbrechung:
 $n_e - n_o = n_y$
- Die Bestimmung optischen Charakters:
Ist die Lichtbrechungszahl für den außerordentlichen Strahl größer als die des ordentlichen Strahles, so spricht man von:
"optisch positiv" (+).
Wenn die Zahl kleiner ist von:
"optisch negativ" (-).

Merke:

- Bei anisotropen Steinen unterscheidet man zwischen optisch einachsig und optisch zweiachsig.
- Alle farbigen optisch einachsigen Steine sind dichroitisch. Kontrolle am Dichroskop.
- Das Kontrollgerät zum Refraktometer ist das Polarisoskop.



- Bei ANISOTROPEN, ZWEIACHSIGEN STEINEN, sind bei Drehung des Polarisationsfilters zwei Schattengrenzen zu erkennen.
- Die höchste erhältliche Zahl ist abzulesen, denn sie entspricht dem Lichtbrechungswert „ n_e oder n_z “.
- Bei Bewegung des Polarisationsfilters bewegen sich beide Schattengrenzen.
- Die niedrigste Lichtbrechungszahl entspricht „ n_o oder n_x “.
- Vorsicht beim Messen von Gläsern !!! Je nach ihrer chemischen Zusammensetzung können diese Lichtbrechungswerte zwischen $n = 1,30$ bis $1,80$ aufweisen.
- Zu den anisotropen, einachsigen Steinen zählt man jene, die in den folgenden Klassen kristallisiert sind:

Orthorhombisches Kristallsystem		
 <p>orthorhombisch</p> <p>$a \neq b \neq c$ $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 90^\circ$</p>	<p>Alle 3 Achsen des Achsenkreuzes sind verschieden lang, sie schneiden sich im rechten Winkel. $a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$</p>	
Monoklines Kristallsystem		
 <p>monoklin</p> <p>$a \neq b \neq c$ $\alpha_1 = \alpha_3 = 90^\circ \neq \beta$</p>	<p>Alle 3 Achsen des Achsenkreuzes sind verschieden lang, 2 davon schneiden sich im rechten Winkel, der Winkel der dritten zu diesen beiden ist beliebig aber ungleich 90 Grad. $a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma = 90^\circ$ $\beta \neq 90^\circ$</p>	
<p>Ein Kristall ist monoklin, wenn es nur eine zweizählige Drehachse und / oder nur eine Symmetrieebene aufweist.</p>		
Triklines Kristallsystem		
 <p>triklin</p> <p>$a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$</p>	<p>Alle 3 Achsen des Achsenkreuzes sind verschieden lang, die Winkel dazwischen sind beliebig, aber ungleich 90 Grad. $a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$</p>	
<p>Ein Kristall ist triklin, wenn es weder Drehachsen noch Spiegelebenen aufweist.</p>		

Bestimmung der Doppelbrechung und des optischen Charakters

- Die Bestimmung der Doppelbrechung erfolgt durch die Differenz zwischen:
- Die Ermittlung des MITTLEREN WERTES, eine ebenfalls charakteristische kennzeichnende Zahl, nämlich " n_o " oder " n_e ", erfolgt nur mathematisch. Sie ist im Allgemeinen schwer zu ermitteln und wird auch vielfach bei einfachen Bestimmungen unterlassen.
- **Die Bestimmung des optischen Charakters:** Liegt n_o näher bei n_e , so ist der Stein optisch positiv. Liegt die Lichtbrechungsanzahl n_e , näher bei n_o , dann ist der Stein optisch negativ.

Merke:

Alle farbigen optisch zweiachsigen Steine sind trichroitisch. Kontrolle am Dichroskop.

- Das Kontrollgerät zum Refraktometer ist das Polariskop.