

1003049 Demonstrations-Laseroptik-Satz (U17300) und 1003050 Ergänzungssatz (U17301)

Bedienungsanleitung

1/05 ALF

Inhaltsverzeichnis

Seite	Exp - Nr.	Experiment	Gerätesatz
1		Einleitung	
2		Leiferumfang	
3	E1	Reflexion an Planspiegel	U17300/U17301
3	E2	Reflexion an zwei Planspiegeln	U17301
3	E3a	Reflexion an Konkavspiegel – Lichtstrahlen parallel zur optischen Achse	U17300
4	E3b	Reflexion an Konkavspiegel – Lichtstrahlen nicht parallel zur optischen Achse	U17300
4	E4a	Reflexion an Konvexspiegel – Lichtstrahlen parallel zur optischen Achse	U17300
4	E4b	Reflexion an Konvexspiegel – Lichtstrahlen nicht parallel zur optischen Achse	U17300
5	E5a	Brechung eines Lichtstrahls beim Übergang von Luft in Acryl	U17300
5	E5b	Scheinbare Tiefe eines Objekts	U17301
5	E6a	Brechung eines Lichtstrahls beim Übergang von Acryl in Luft	U17300
6	E6b	Brechung an einem Acrylprisma	U17300/U17301
6	E6c	Kritischer Winkel, Totalreflexion	U17300
6	E6d	Totalreflexion – Ausbreitung von Licht in Lichtleitern	U17300
7	E7	Verschiebung eines Lichtstrahls, planparallele Acrylplatte	U17300/U17301
7	E8	Verschiebung eines Lichtstrahls, Luft zwischen zwei planparallelen Acrylplatten	U17301
7	E9a	Ablenkung eines Lichtstrahls durch ein Acrylprisma	U17300/U17301
8	E9b	Minimale Ablenkung durch ein Acrylprisma	U17300/U17301
8	E10a	Ablenkung eines Lichtstrahls durch ein Luftprisma	U17301
8	E10b	Minimale Ablenkung durch ein Luftprisma	U17301
9	E11a	Reflexion an einer Kante eines Acrylprismas	U17301
9	E11b	Reflexion an zwei Kanten eines Acrylprismas	U17301
9	E11c	Reflexion an zwei Acrylprismen	U17301
10	E11d	Reflexion an zwei Acrylprismen	U17301
10	E11e	Reflexion an zwei Acrylprismen	U17301
10	E12	Reflexion an einem Luftprisma	U17301
11	E13a	Durchgang eines Lichtstrahls durch eine konvexe Grenzfläche Luft-Acryl	U17301
11	E13b	Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konvexe Grenzfläche Luft-Acryl	U17301
11	E14a	Durchgang eines Lichtstrahls durch eine konkave Grenzfläche Luft-Acryl	U17301
12	E14b	Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konkave Grenzfläche Luft-Acryl	U17301
12	E15a	Durchgang eines Lichtstrahls durch eine konvexe Grenzfläche Acryl-Luft	U17301
12	E15b	Durchgang von Lichtstrahlen durch eine Grenzfläche Acryl-Luft	U17301
13	E16a	Durchgang eines Lichtstrahls durch eine konkave Grenzfläche Acryl-Luft	U17301
13	E16b	Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konkave Acryl-Luft	U17301
13	E17a	Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konvexe Acryllinse – Lichtstrahlen parallel zur optischen Achse	U17300/U17301
14	E17b	Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konvexe Acryllinse – Lichtstrahlen nicht parallel zur optischen Achse	U17300/U17301
14	E17c	Durchgang von Lichtstrahlen durch eine dicke konvexe Acryllinse	U17301
14	E18a	Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konkave Acryllinse – Lichtstrahlen parallel zur optischen Achse	U17300/U17301

15	E18b	Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konkave Acryllinse – Lichtstrahlen nicht parallel zur optischen Achse	U17300/U17301
15	E19a	Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konvexe Luftlinse – Lichtstrahlen parallel zur optischen Achse	U17301
15	E19b	Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konvexe Luftlinse – Lichtstrahlen nicht parallel zur optischen Achse	U17301
16	E20a	Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konkave Luftlinse – Lichtstrahlen parallel zur optischen Achse	U17301
16	E20b	Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konkave Luftlinse – Lichtstrahlen nicht parallel zur optischen Achse	U17301
16	E21a	Parameter von dicken Linsen – Bestimmung des Krümmungsradius	U17300/U17301
17	E21b	Parameter von dicken Linsen – Brennweite	U17300/U17301
17	E22a	Augenmodell	U17300
17	E22b	Augenmodell, Kurzsichtigkeit	U17300
18	E22c	Augenmodell, Weitsichtigkeit	U17300
18	E23a	Korrektur der sphärischen Aberration durch Verringerung des Durchmessers des Strahlenbündels	U17300/U17301
18	E23b	Korrektur der sphärischen Aberration durch eine Kombination von Linsen	U17300
19	E24a	Teleskop nach Kepler	U17300
19	E24b	Teleskop nach Galilei	U17300
19	E25	Kamera	U17300

Demonstrations-Laseroptik-Satz U17300 / 1003049
Ergänzungssatz U17301 / 1003050

Die Spalte "Gerätesatz" listet den für das jeweilige Experiment benötigten Gerätesatz auf, U17300, U17301 oder beide.

Einleitung

Der Demonstrations-Laseroptik-Satz ermöglicht einfache und klare Versuchsaufbauten zur Darstellung der Grundlagen der geometrischen Optik sowie der Funktionsweise verschiedener optischer Geräte. Als Lichtquelle dient der Diodenlaser, 5 Strahlen U17302. In dieser Bedienungsanleitung sind zahlreiche grundlegende Versuche mit den optischen Elementen der beiden Gerätesätze U17300 und U17301 beschrieben. Jede Versuchsbeschreibung besteht aus drei Teilen:

1. Eine einfache Beschreibung des Versuchs
2. Eine grafische Darstellung des Versuchs
3. Eine Abbildung des Versuchsaufbaus

Unter dem jeweiligen Titel steht in Klammern mit welchem Gerätesatz der Versuch durchgeführt werden kann, U17300, U17301 oder U17300/U17301. Die gleiche Angabe befindet sich auch in der letzten Spalte der Inhaltsübersicht.

Ein sehr wichtiger Bestandteil der Versuchsaufbauten ist der Diodenlaser U17302. Fünf Laserdioden erzeugen fünf parallele Lichtstrahlen. Die Anzahl der austretenden Lichtstrahlen lässt sich auswählen. Dazu wird eine im Lieferumfang des Lasers enthaltene Metallplatte mit Bohrungen vor den Diodenlaser gesetzt. Beim Einsatz des Laser ist ein direkter Augenkontakt mit dem Laserstrahl zu vermeiden.

Lieferumfang

Demonstrations-Laseroptik-Satz U17300

- 1 Bikonkav Linse
- 2 Bikonvex Linse

- 3 Bikonvex Linse
- 4 Bikonvex Linse
- 5 Bikonvex Linse
- 6 Kleine plankonkave Linse
- 7 Kleine plankonvexe Linse
- 8 Große plankonvexe Linse
- 9 Spiegel, konkav
- 10 Spiegel, konvex
- 11 Planspiegel
- 12 Planparallele Platte
- 13 Prisma
- 14 Lichtleiter

Folien

- A Augenmodell
- B Kamera
- C Teleskop nach Galilei
- D Teleskop nach Kepler
- E Sphärische Aberration
- F Winkelskala 360°

Ergänzungssatz U17301

- 21 Bikonkav Luftlinse
- 22 Bikonkav Linse
- 23 Bikonvex Luftlinse
- 24 Bikonvex Linse
- 25 Luftprisma
- 26 Gleichseitiges Prisma
- 27 2 Rechtwinklige Prismen
- 28 Planparallele Platte, quadratisch
- 29 2 Planparallele Platten, rechteckig
- 11 2 Planspiegel

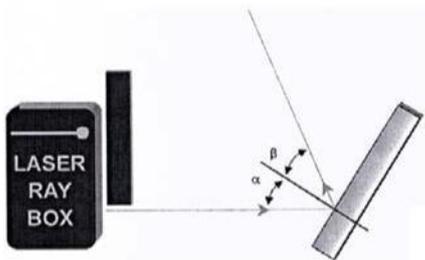
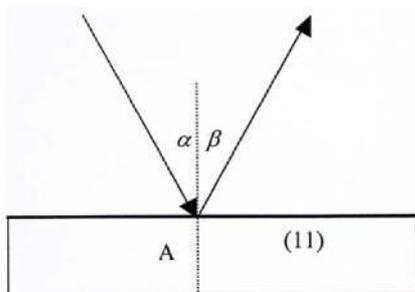
E1 Reflexion an Planspiegel

(U17300/U17301)

Darstellung des Reflexionsgesetzes. Ein Lichtstrahl, der unter dem Einfallswinkel α auf eine plane Spiegelfläche trifft, wird unter dem Winkel β reflektiert

$$\alpha = \beta$$

Beide Winkel werden zum Einfallslot hin gemessen.



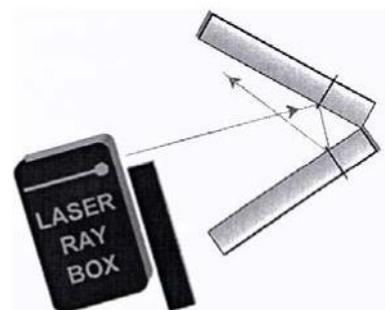
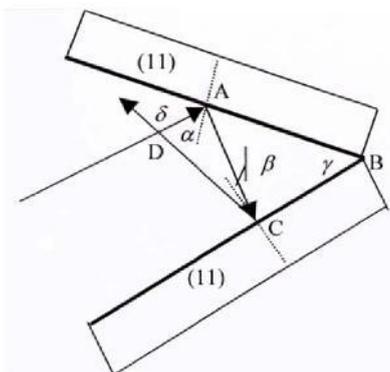
E2 Reflexion an zwei Planspiegeln

(U17301)

Demonstration der Beziehung:

$$\tau = 2 \varphi$$

wobei der Winkel τ vom einfallenden und dem reflektierten Lichtstrahl gebildet wird und φ der Winkel zwischen den Spiegelflächen ist.



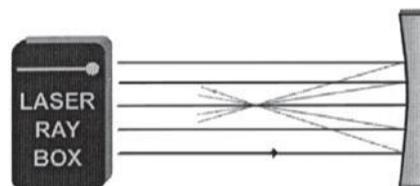
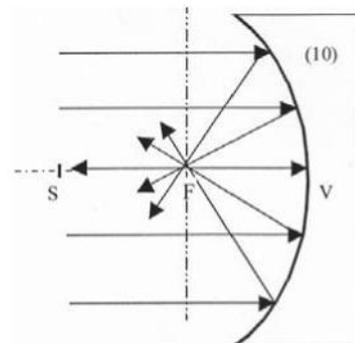
E3a Reflexion an Konkavspiegel – Lichtstrahlen parallel zur optischen Achse

(U17300)

Die Brennweite f eines Hohlspiegels wird durch die Länge der Strecke VF bestimmt. Der Krümmungsradius lässt sich mit der Formel

$$f = \frac{r}{2}$$

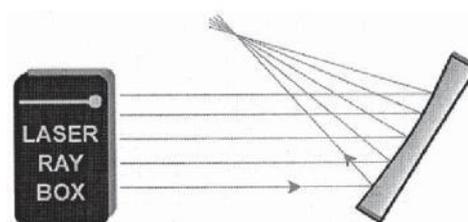
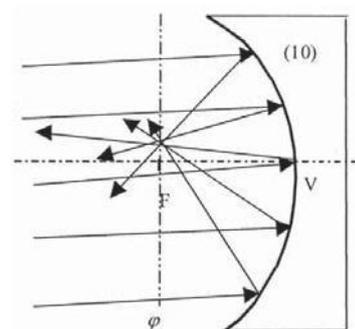
berechnen. Die Strecke VS ist doppelt so lang wie VF.



E3b Reflexion an Konkavspiegel – Lichtstrahlen nicht parallel zur optischen Achse

(U17300)

Die Achse Π steht senkrecht auf der optischen Achse und verläuft durch den Brennpunkt. Sie wird als Brennebene bezeichnet. Die einfallenden parallelen Strahlen werden reflektiert und treffen sich in einem Punkt auf der Brennebene Π . Sind die Strahlen parallel zur optischen Achse, so liegt der Punkt darauf und heißt Brennpunkt F.

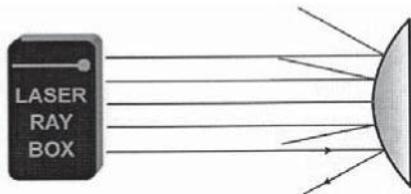
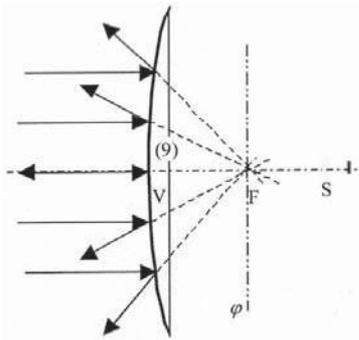


E4a Reflexion an Konkavspiegel – Lichtstrahlen parallel zur optischen Achse
(U17300)

Die reflektierten Strahlen scheinen von einem Punkt hinter dem Spiegel auszugehen. Er heißt virtueller Brennpunkt. Die Strecke VF bestimmt die Brennweite des Spiegels. Der Krümmungsradius lässt sich mit der Formel

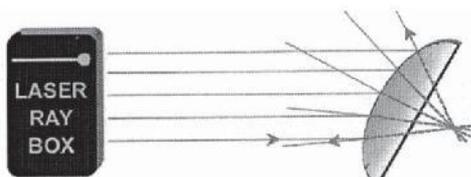
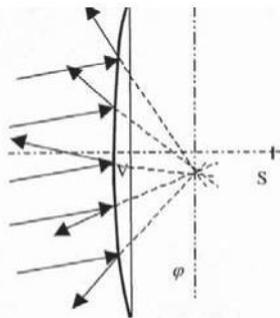
$$f = \frac{r}{2}$$

berechnen. Die Strecke VS ist doppelt so lang wie VF.



E4b Reflexion an Konkavspiegel – Lichtstrahlen nicht parallel zur optischen Achse
(U17300)

Die Achse Π steht senkrecht auf der optischen Achse und verläuft durch den Brennpunkt. Sie wird als Brennebene bezeichnet. Fallen parallele Strahlen auf den Spiegel, so werden sie so gestreut, dass sie von einem Punkt auf der Brennebene Π hinter dem Spiegel auszugehen scheinen.

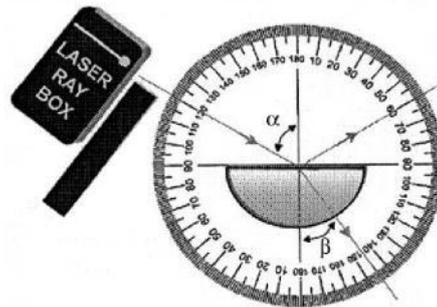
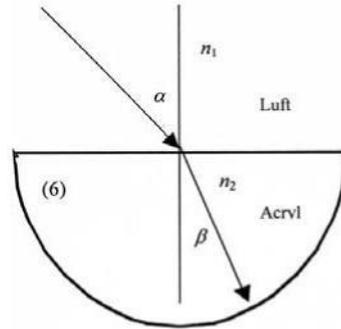


E5a Brechung eines Lichtstrahls beim Übergang von Luft in Acryl
(U17300, Folie F)

Beim Übergang eines Lichtstrahls von einem Medium mit dem Brechungsindex n_1 in ein anderes Medium mit dem Brechungsindex n_2 wird seine Richtungsänderung durch das Snelliussche Brechungsgesetz bestimmt:

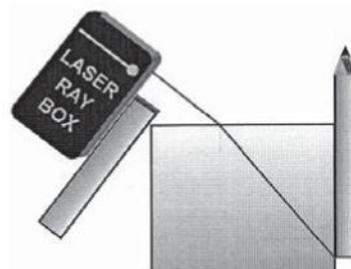
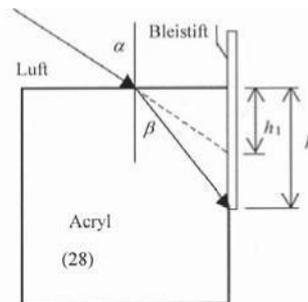
$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

α ist der Einfallswinkel in Medium n_1 und β ist der Brechungswinkel im Medium n_2 .



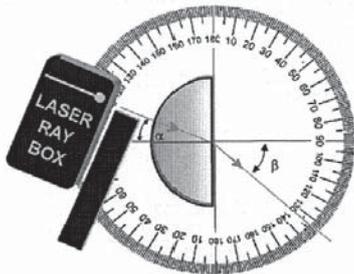
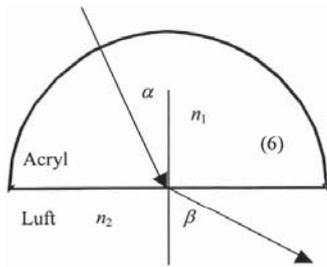
E5b Scheinbare Tiefe eines Objekts
(U17301)

Versuchsaufbau zur Beobachtung der scheinbaren Tiefe eines Objekts in Wasser oder hinter Acryl von Luft aus gesehen.



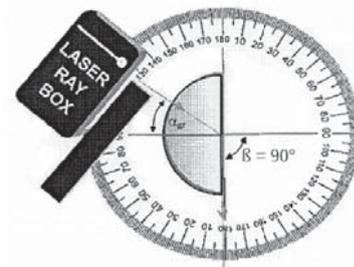
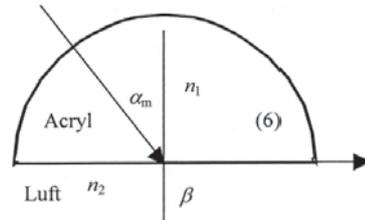
E6a Brechung eines Lichtstrahls beim Übergang von Acryl in Luft
(U17300, Folie F)

Der Brechungswinkel β ist größer als der Einfallswinkel α . Der Strahl wird vom Einfallslot weg gebrochen.



E6c Kritischer Winkel, Totalreflexion
(U17300, Folie F)

Je größer der Einfallswinkel desto größer der Brechungswinkel. Wenn $n_1 < n_2$, existiert ein kritischer Winkel α_m . Der gebrochene Strahl liegt dann an der Grenzfläche zwischen zwei Medien. Ist der Einfallswinkel größer als der kritische Winkel, dann gibt es keine Brechung mehr und das ganze Licht wird reflektiert. In diesem Fall spricht man von Totalreflexion.

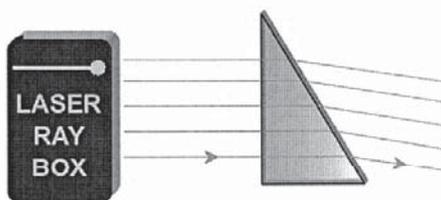
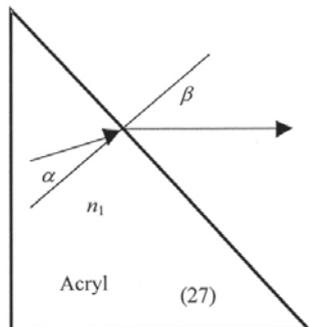


E6b Brechung an einem Acrylprisma
(U17300/U17301)

Beim Übergang eines Lichtstrahls von Acryl in Luft kann das Snelliussche Gesetz in folgender Form geschrieben werden:

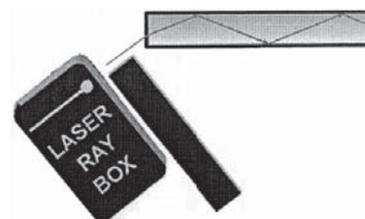
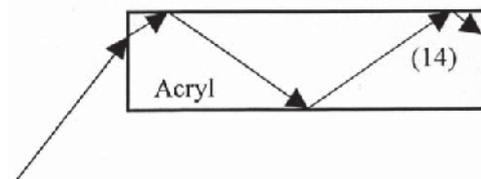
$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

Brechungsindex von Luft $n_2 = 1$.



E6d Totalreflexion – Ausbreitung von Licht in Lichtleitern
(U17300)

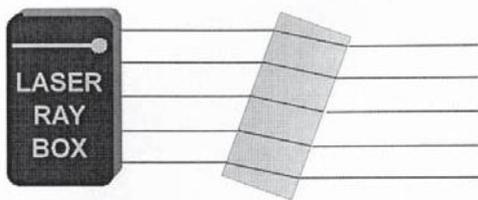
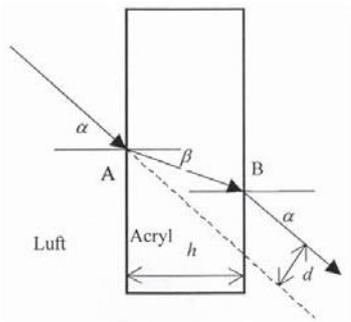
Licht breitet sich mit Hilfe der Totalreflexion in einem Lichtleiter aus. Der Parameter, numerische Apertur, bestimmt, welcher Winkel dabei nicht überschritten werden darf. Er entspricht dem Sinus des maximalen Eintrittswinkels des Lichts. Auch wird der kleinste Radius, wenn der Lichtleiter gebogen wird, durch diesen Parameter bestimmt. Er darf nicht unterschritten werden, wenn der Lichtleiter installiert wird.



E7 Verschiebung eines Lichtstrahls, planparallele Acrylplatte
(U17300/U17301)

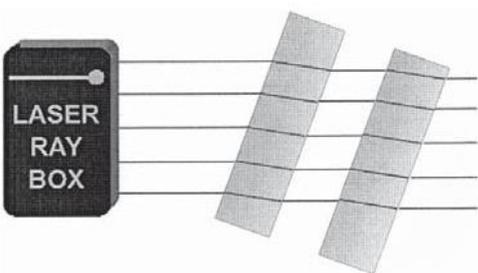
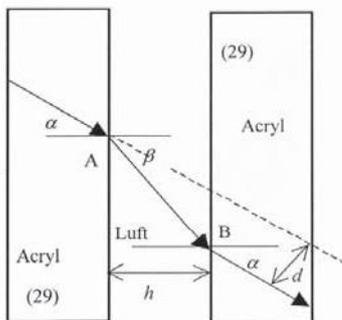
Wenn ein Lichtstrahl durch eine planparallele Platte geht, wird seine Richtung nicht verändert. Der austretende Strahl ist um den Betrag d verschoben. Bei einer Plattendicke h ergibt sich für d :

$$d = h \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\cos \beta}$$



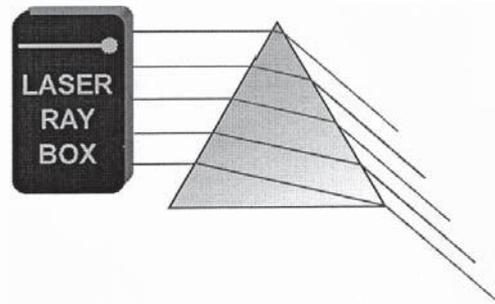
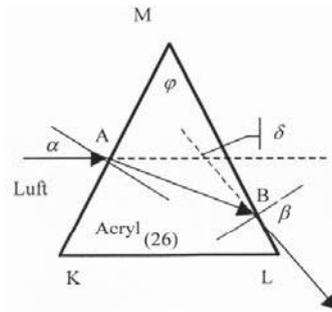
E8 Verschiebung eines Lichtstrahls, Luft zwischen zwei planparallelen Acrylplatten
(U17301)

In diesem Fall findet eine Verschiebung zwischen dem einfallenden und dem austretenden Strahl statt. Die Verschiebung geht jedoch in die umgekehrte Richtung als bei der Acrylplatte.



E9a Ablenkung eines Lichtstrahls durch ein Acrylprisma
(U17300/U17301)

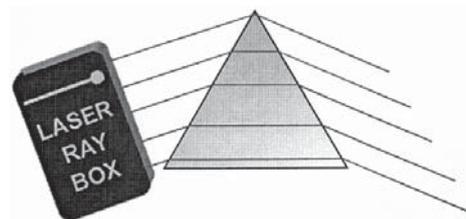
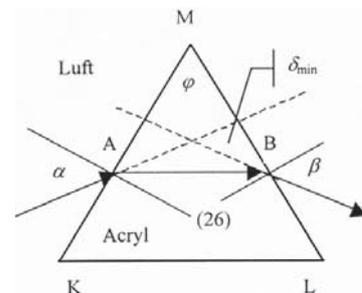
In einem Acrylprisma wird ein einfallender Lichtstrahl im Punkt A hin zum Einfallslot gebrochen. Am Austrittspunkt B findet die Brechung weg vom Einfallslot statt. Die Summe aller Brechungswinkel ist der Ablenkungswinkel δ . Es ist der Winkel zwischen dem einfallenden und austretenden Lichtstrahl.



E9b Minimale Ablenkung durch ein Acrylprisma
(U17300/U17301)

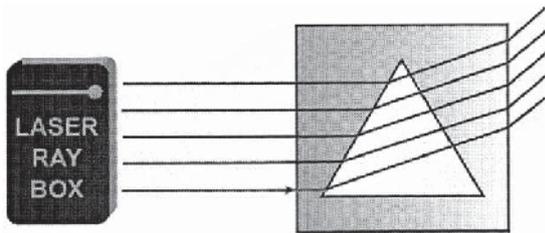
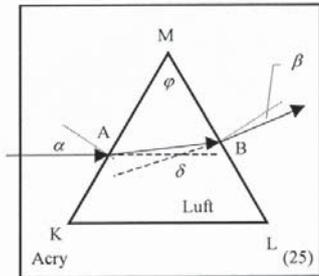
Es kann gezeigt werden, dass der Einfallswinkel α bei minimalstem Ablenkungswinkel δ_{\min} gleich dem Austrittswinkel β ist. Der gebrochene Strahl verläuft dann im Prisma parallel zu der Seite, die nicht durchgegangen wird. Für den Brechungsindex des Prismas gilt:

$$n = \frac{\sin \frac{\alpha + \beta}{2}}{\sin \frac{\phi}{2}}$$



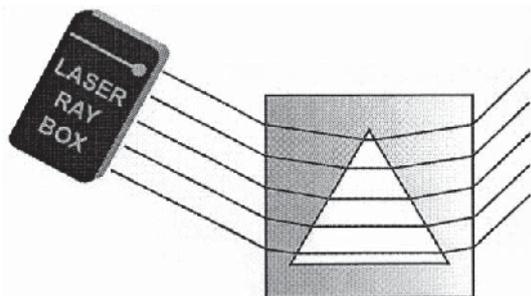
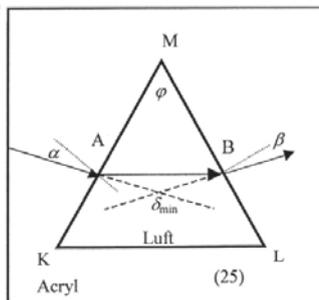
E10a Ablenkung eines Lichtstrahls durch ein Luftprisma (U17301)

Licht tritt an Punkt A durch die Grenzfläche Acryl-Luft. Der Lichtstrahl wird vom Einfallslot weg gebrochen. Am Austrittspunkt B wird er hin zum Einfallslot gebrochen. Die Summe aller Brechungswinkel ist der Ablenkungswinkel δ . Es ist der Winkel zwischen dem einfallenden und austretenden Lichtstrahl.



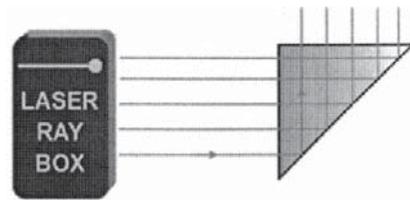
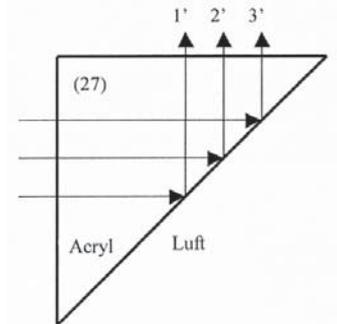
E10b Minimale Ablenkung durch ein Luftprisma (U17301)

Im Fall der minimalsten Ablenkung δ_{\min} ist der Einfallswinkel α gleich dem Austrittswinkel β . Der gebrochene Strahl verläuft dann im Prisma parallel zu der Seite, die nicht durchgegangen wird. Für den Brechungsindex des Prismas gilt: (siehe E9b). Die Richtung der Ablenkung ist umgekehrt der in einem Acrylprisma.



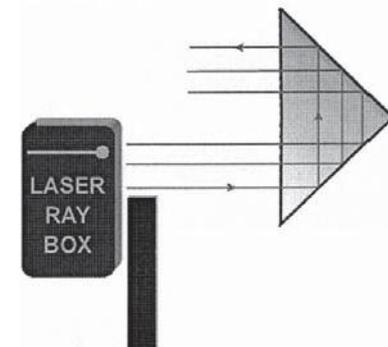
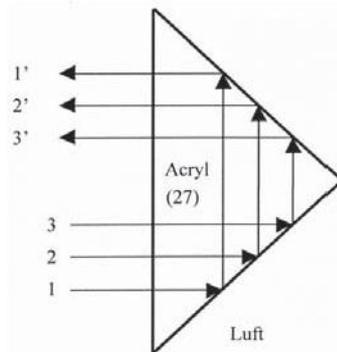
E11a Reflexion an einer Kante eines Acrylprismas (U17301)

Wenn die Lichtstrahlen auf die Kante treffen, werden sie total reflektiert. Bei leichtem Drehen des Prismas kann sowohl Brechung als auch Reflexion beobachtet werden.



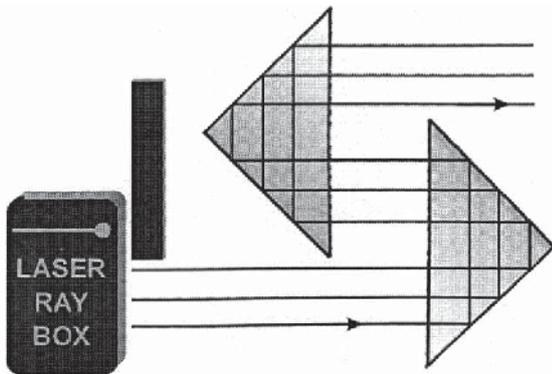
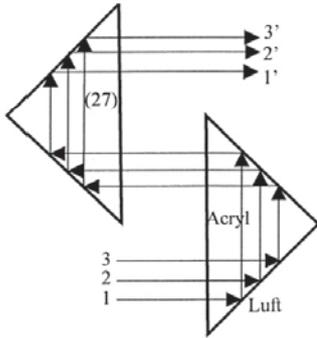
E11b Reflexion an zwei Kanten eines Acrylprismas (U17301)

In diesem Fall sind die Bedingungen für Totalreflexion an beiden Kanten des Prismas erfüllt. Wird der oberste einfallende Strahl ausgeblendet, so verschwindet der unterste austretende Strahl. Das Bild ist um 180° gedreht.



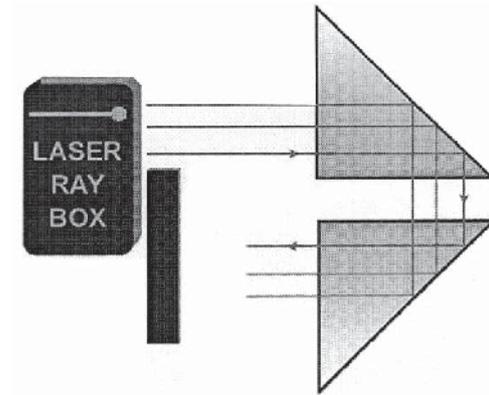
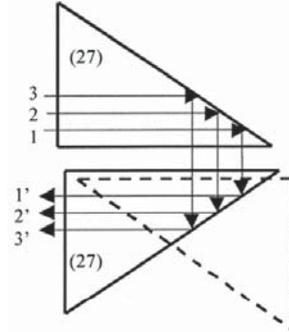
E11c Reflexion an zwei Acrylprismen
(U17301)

Die Bedingungen für Totalreflexion sind an allen Kanten der Prismen erfüllt.



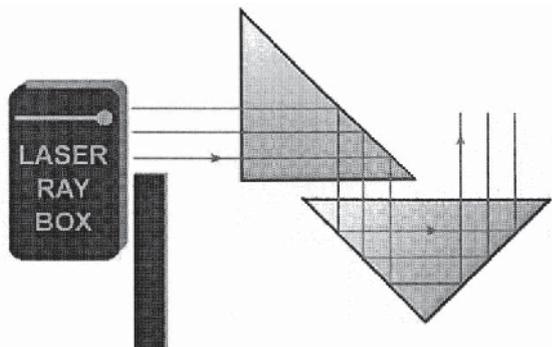
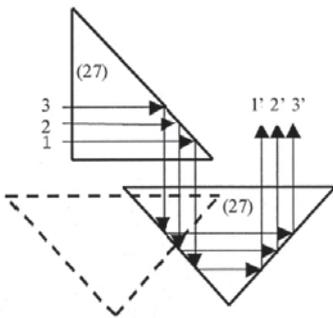
E11e Reflexion an zwei Acrylprismen
(U17301)

Die Bedingungen für Totalreflexion sind an allen Kanten der Prismen erfüllt.



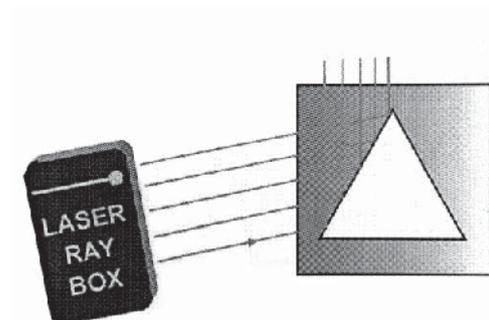
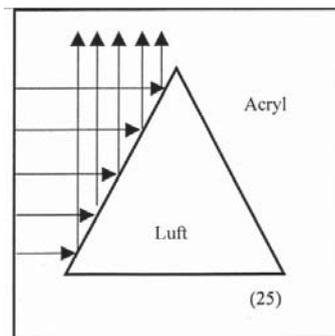
E11d Reflexion an zwei Acrylprismen
(U17301)

Die Bedingungen für Totalreflexion sind an allen Kanten der Prismen erfüllt.



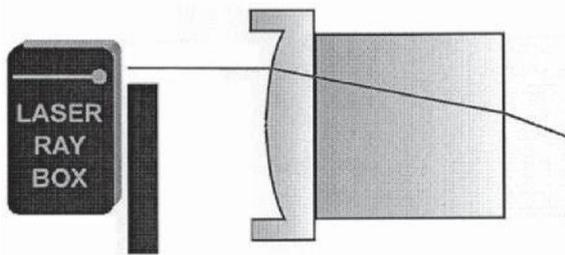
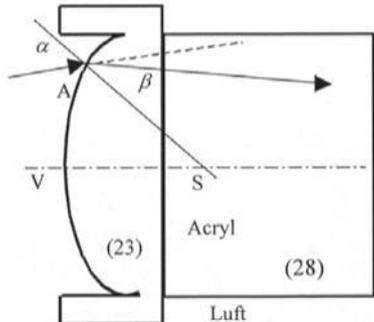
E12 Reflexion an einem Luftprisma
(U17301)

Wenn der Einfallswinkel der Lichtstrahlen kleiner ist als der kritische Winkel (42°), werden die Lichtstrahlen ins Acryl hin reflektiert. Ist der Winkel größer, geht ein Teil des Lichts durch das Luftprisma.



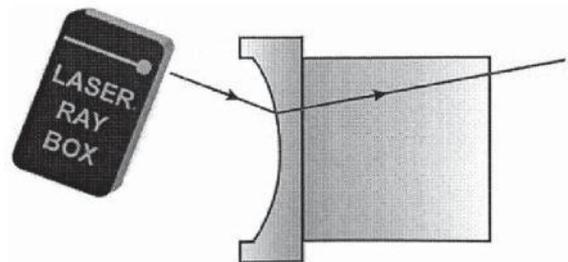
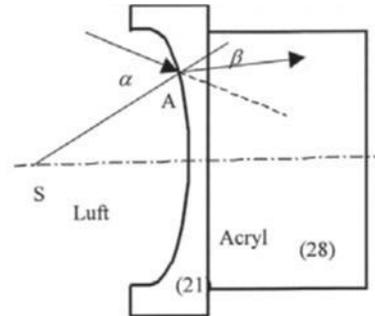
E13a Durchgang eines Lichtstrahls durch eine konvexe Grenzfläche Luft-Acryl
(U17301)

Wenn ein Lichtstrahl an Punkt A durch die Grenzfläche Luft-Acryl tritt, wird er hin zum Einfallslot gebrochen. Das Einfallslot ist die Gerade von Punkt A zum Krümmungsmittelpunkt S.



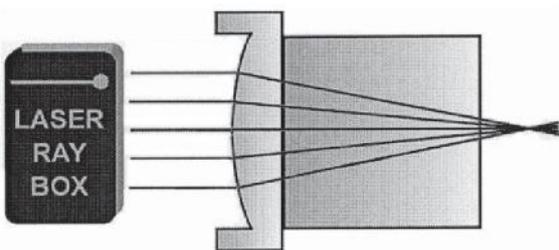
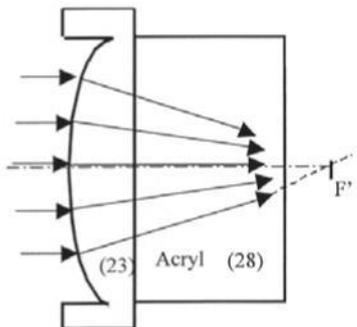
E14a Durchgang eines Lichtstrahls durch eine konkave Grenzfläche Luft-Acryl
(U17301)

Wenn der Lichtstrahl durch Punkt A auf der Grenzfläche tritt, ist eine Brechung hin zum Einfallslot zu beobachten. Das Einfallslot ist die Gerade von Punkt A zum Krümmungsmittelpunkt S.



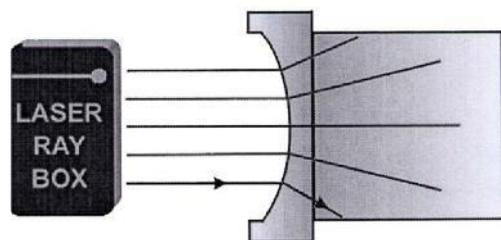
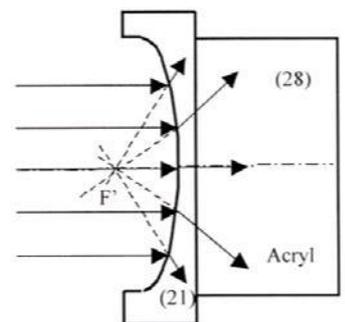
E13b Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konvexe Grenzfläche Luft-Acryl
(U17301)

Die einfallenden Lichtstrahlen werden zweimal gebrochen und treffen sich im Punkt F auf der optischen Achse, dem Brennpunkt.



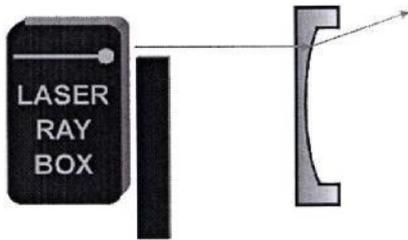
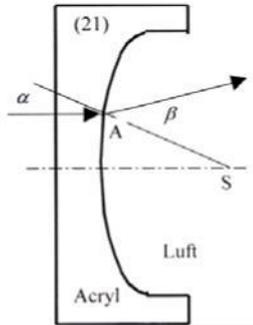
E14b Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konkave Grenzfläche Luft-Acryl
(U17301)

Nach Durchgang durch die Grenzfläche Acryl-Luft wird das Strahlenbündel divergent gebrochen. Werden die gebrochenen Strahlen nach hinten verlängert, so treffen sie sich in einem Punkt auf der optischen Achse. Dieser Punkt heißt virtueller Brennpunkt F'.



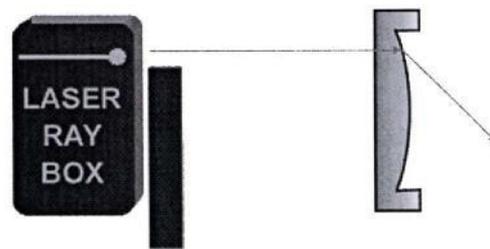
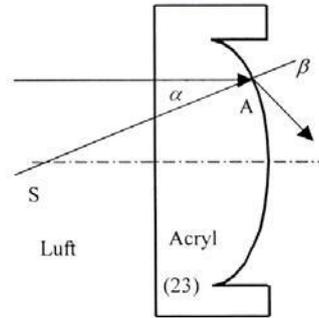
E15a Durchgang eines Lichtstrahls durch eine konvexe Grenzfläche Acryl-Luft (U17301)

Nach Durchgang des Lichtstrahls durch Punkt A wird er vom Einfallslot weg gebrochen. Das Einfallslot ist die Gerade von Punkt A zum Krümmungsmittelpunkt S.



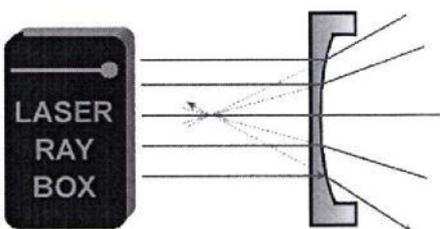
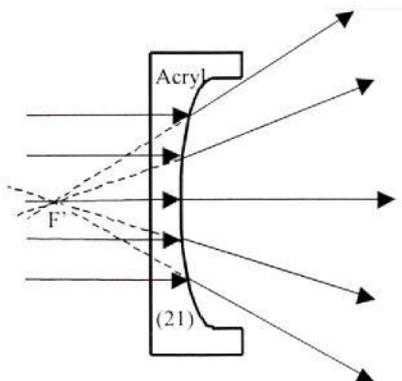
E16a Durchgang eines Lichtstrahls durch eine konkave Grenzfläche Acryl-Luft (U17301)

Nach Durchgang des Lichtstrahls durch Punkt A wird er vom Einfallslot weg gebrochen. Das Einfallslot ist die Gerade von Punkt A zum Krümmungsmittelpunkt S.



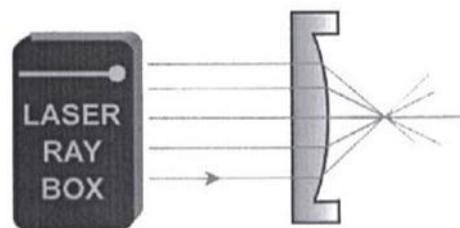
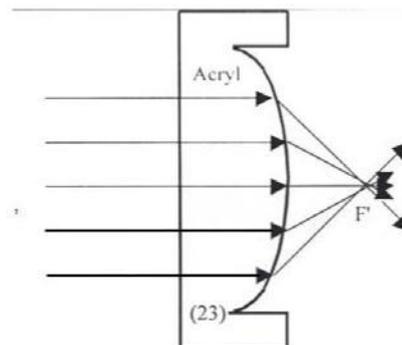
E15b Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konvexe Grenzfläche Acryl-Luft (U17301)

Nach Durchgang durch die Grenzfläche Acryl-Luft wird das Strahlenbündel divergent gebrochen. Verlängert man die gebrochenen Strahlen nach hinten, so treffen sie sich in einem Punkt auf der optischen Achse. Dieser Punkt heißt virtueller Brennpunkt F'.



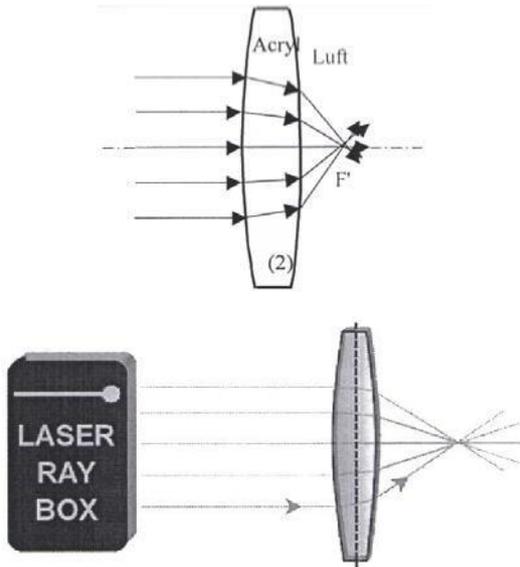
E16b Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konkave Grenzfläche Acryl-Luft (U17301)

Nach Durchgang durch die Grenzfläche ist das Strahlenbündel konvergent. Parallele Strahlen treffen sich in einem Punkt auf der optischen Achse, dem Brennpunkt F.



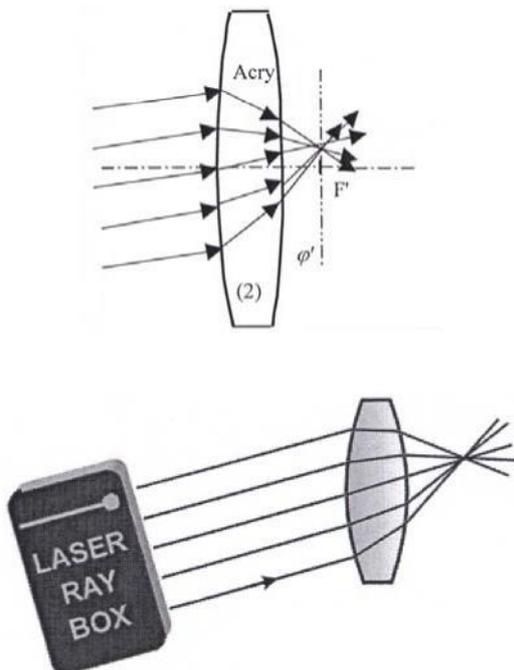
E17a Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konvexe Acryllinse – Lichtstrahlen parallel zur optischen Achse
(U17300/U17301)

Eine konvexe Acryllinse ist eine Sammellinse und die Lichtstrahlen treffen sich nach Durchgang durch die Linse im Brennpunkt F' .



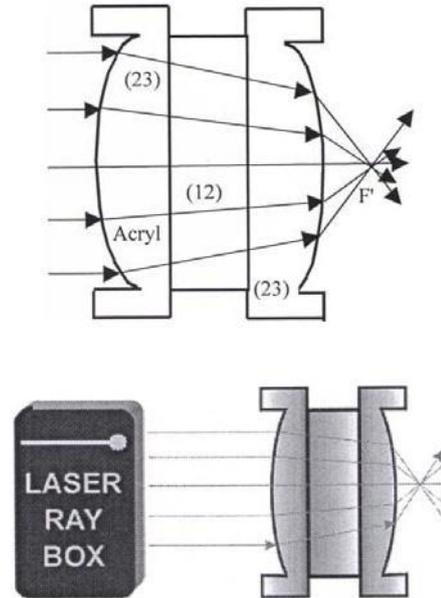
E17b Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konvexe Acryllinse - Lichtstrahlen nicht parallel zur optischen Achse
(U17300/U17301)

Die Achse Π' steht senkrecht auf der optischen Achse und verläuft durch den Brennpunkt F' . Sie wird als Brennpunktebene bezeichnet. Die einfallenden Strahlen werden gebrochen und treffen sich in einem Punkt auf der Achse Π' .



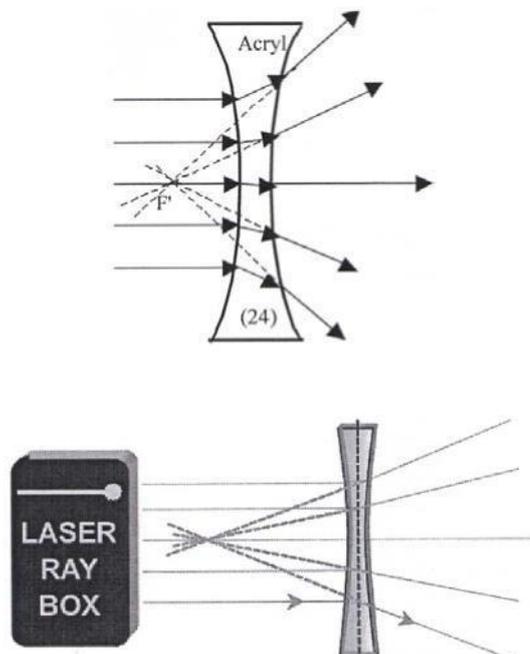
E17c Durchgang von Lichtstrahlen durch eine dicke konvexe Acryllinse
(U17301)

Durch Platzieren einer planparallelen Platte zwischen zwei Linsen (23) kann das Modell einer dicken Linse verwirklicht werden. Mit Veränderung der Dicke d der Linse verändert sich auch die Brennweite, je dicker die Linse desto kleiner die Brennweite. Ab einer kritischen Dicke wird aus der Sammellinse eine Zerstreuungslinse.



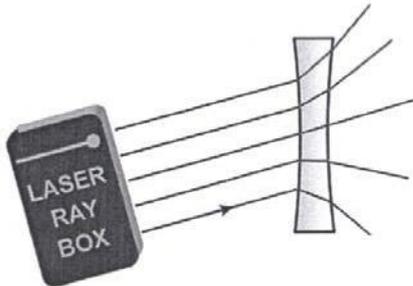
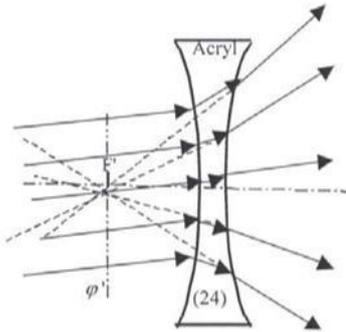
E18a Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konkave Acryllinse – Lichtstrahlen parallel zur optischen Achse
(U17300/U17301)

Die Lichtstrahlen sind divergent nach Durchgang durch die Linse. Sie bildet kein Objekt ab. Nach hinten verlängert, treffen sich die Strahlen im virtuellen Brennpunkt F' .



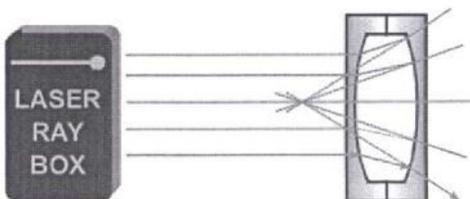
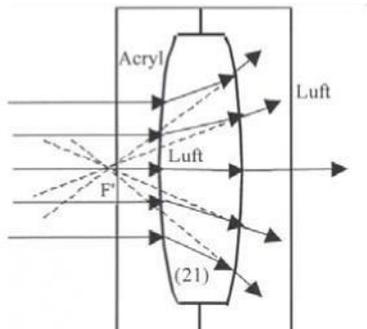
E18b Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konkave Acryllinse – Lichtstrahlen nicht parallel zur optischen Achse
(U17300/U17301)

Die Achse Π' steht senkrecht auf der optischen Achse und verläuft durch den virtuellen Brennpunkt F' . Sie wird als Brennpunktebene bezeichnet. Die Verlängerung der gebrochenen Strahlen treffen sich in einem Punkt auf der Achse Π' .



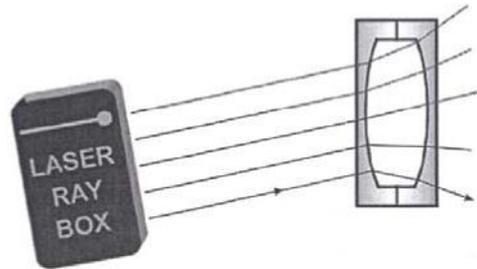
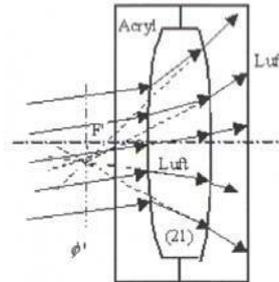
E19a Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konvexe Luftlinse – Lichtstrahlen parallel zur optischen Achse
(U17301)

Die Lichtstrahlen sind divergent nach Durchgang durch die Linse. Sie bildet kein Objekt ab. Nach hinten verlängert, treffen sich die Strahlen im virtuellen Brennpunkt F' .



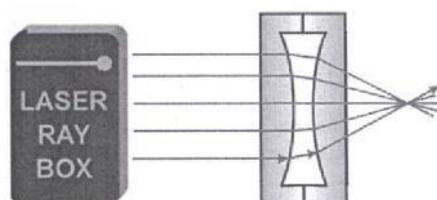
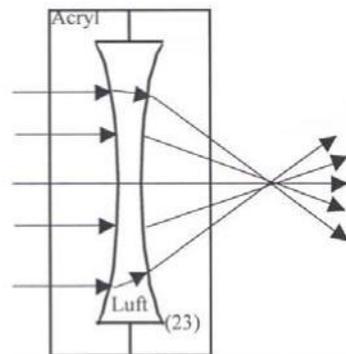
E19b Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konvexe Luftlinse – Lichtstrahlen nicht parallel zur optischen Achse
(U17301)

Die Achse Π' steht senkrecht auf der optischen Achse und verläuft durch den virtuellen Brennpunkt F' . Sie wird als Brennpunktebene bezeichnet. Die Verlängerung der gebrochenen Strahlen treffen sich in einem Punkt auf der Achse Π' .



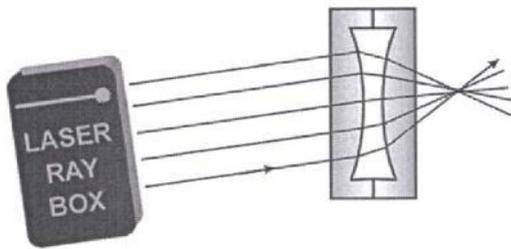
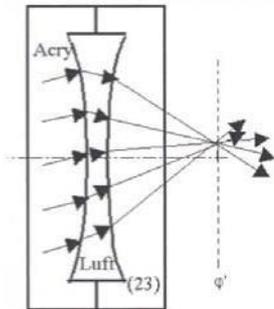
E20a Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konkave Luftlinse – Lichtstrahlen parallel zur optischen Achse
(U17301)

Ein konkave Luftlinse verhält sich wie eine Sammellinse und die gebrochenen Strahlen treffen sich im Brennpunkt F' nach Durchgang durch die Linse.



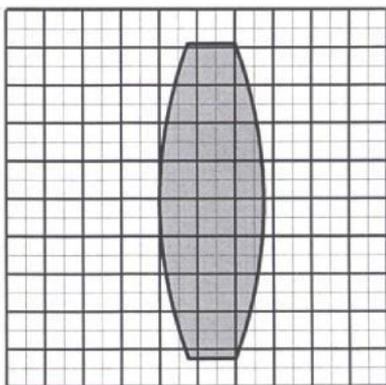
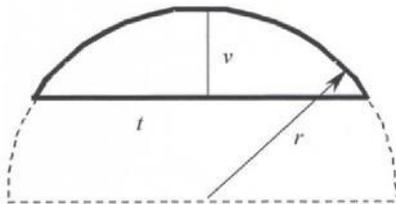
E20b Durchgang von Lichtstrahlen durch eine konkave Luftlinse – Lichtstrahlen parallel zur optischen Achse
(U17301)

Die Achse Π' steht senkrecht auf der optischen Achse und verläuft durch den Brennpunkt F' . Sie wird als Brennpunktebene bezeichnet. Die gebrochenen Strahlen treffen sich in einem Punkt auf der Achse Π' .



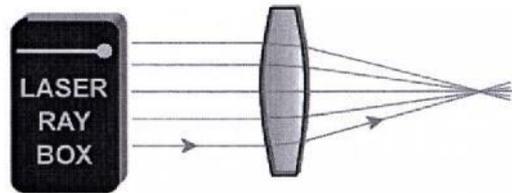
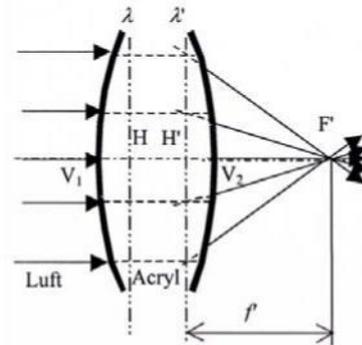
E21a Parameter von dicken Linsen – Bestimmung des Krümmungsradius
(U17300/U17301)

Die Linsen im Laseroptik-Satz besitzen eine zylindrische Brechungsfläche auf kreisförmiger Grundfläche mit gleichen Krümmungsradien. Mit Hilfe von Millimeterpapier lassen sich diese Radien bestimmen.



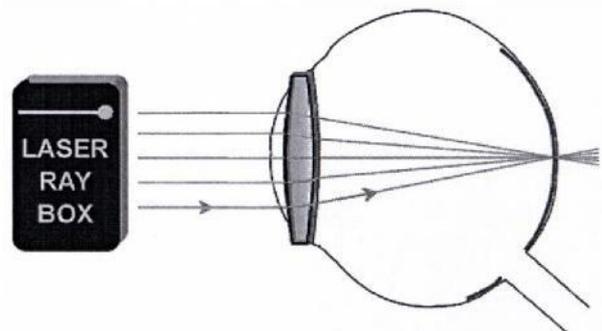
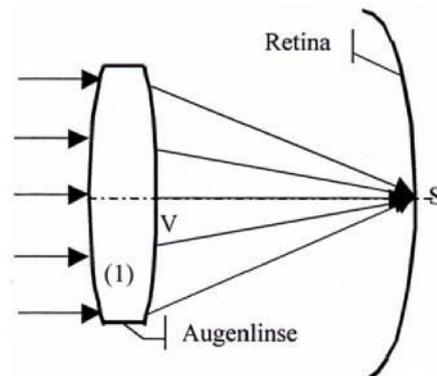
E21b Parameter von dicken Linsen – Brennweite
(U17300/U17301)

Dicke Linsen sind Linsen, bei denen die Dicke nicht vernachlässigbar ist. Bei der Definition der Brennweite muss der Abstand zwischen den beiden Hauptebenen H and H' berücksichtigt werden.



E22a Augenmodell
(U17300, Folie A)

Lichtstrahlen parallel zur optischen Achse werden durch die Augenlinse gebrochen und treffen sich in einem Punkt auf der Netzhaut. Augenlinse (1) direkt hinter der Linie O_2 platzieren.

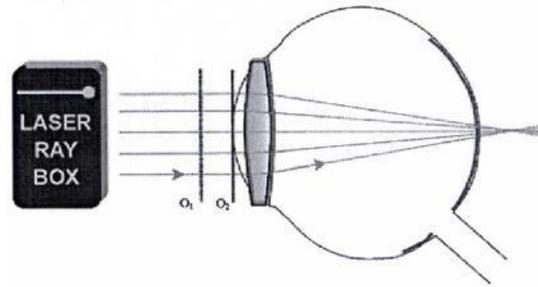
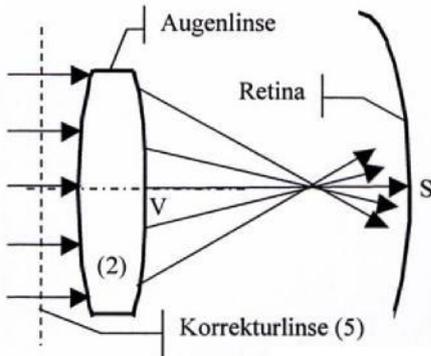


E22b Augenmodell, Kurzsichtigkeit

(U17300, Folie A)

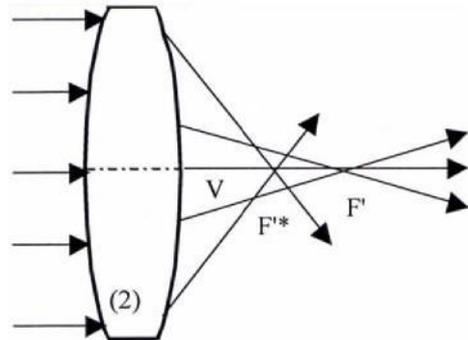
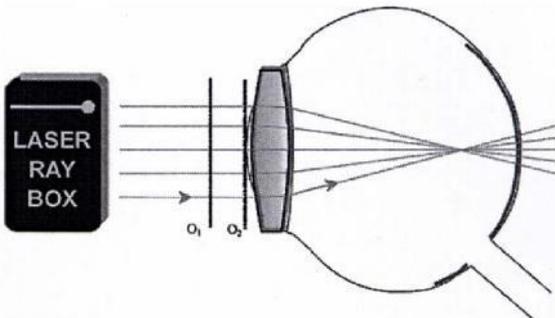
Lichtstrahlen parallel zur optischen Achse werden durch die Augenlinse gebrochen und treffen sich in einem Punkt vor der Netzhaut.

Augenlinse (2) direkt hinter der Linie O_2 und die Korrekturlinse (5) zwischen die Linien O_1 und O_2 platzieren.



E23a Korrektur der sphärischen Aberration durch Verringerung des Durchmessers des Strahlenbündels (U17300/U17301)

Sphärische Aberration einer Linse kann durch Verringerung des Durchmessers des Strahlenbündels, das durch die Linse geht, reduziert werden. Dazu die äußersten Strahlen ausblenden.



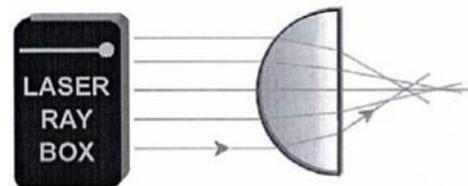
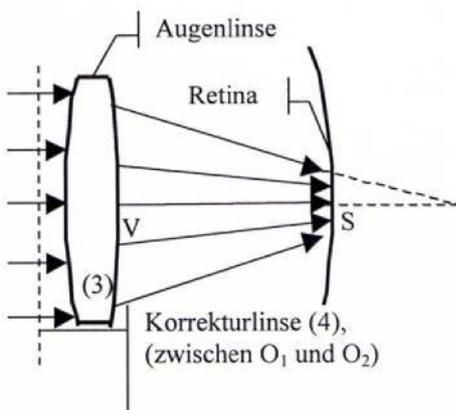
E22c Augenmodell, Weitsichtigkeit

(U17300, Folie A)

Lichtstrahlen parallel zur optischen Achse werden durch die Augenlinse gebrochen und treffen sich in einem Punkt hinter der Netzhaut. Die Korrekturlinse ist eine Sammellinse. Für die Brennweite f des Linsensystems gilt:

$$f = \frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2}$$

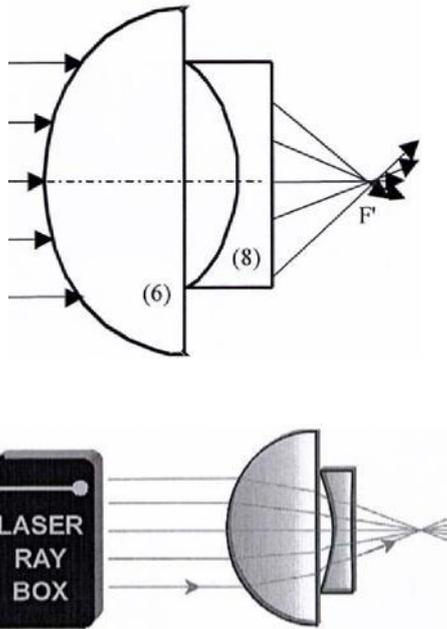
wobei f_1 die Brennweite der Augenlinse und f_2 die der Korrekturlinse ist.



E23b Korrektur der sphärischen Aberration durch eine Linsenkomination (U17300, Folie E)

(U17300, Folie E)

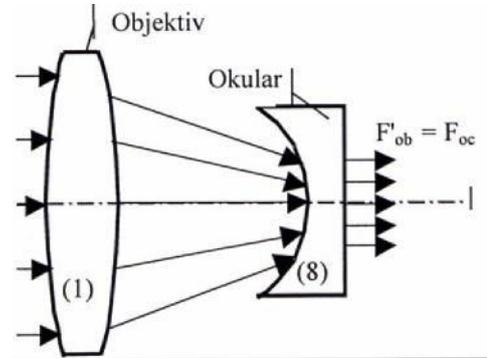
Sphärische Aberration von Sammellinsen und Zerstreuungslinsen haben einen umgekehrten Effekt. Durch eine Kombination von Linsen lässt sich der Fehler korrigieren. Die Aberration $\Delta f = f_1 - f_2$ ist definiert als die Differenz zwischen der Brennweite f_1 der äußeren und f_2 der inneren Strahlen. Bei Sammellinsen hat die Aberration ein positives bei Zerstreuungslinsen ein negatives Vorzeichen.



E24b Teleskop nach Galilei

(U17300, Folie C)

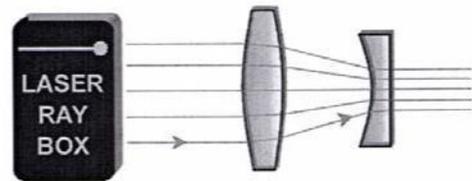
Beim Galilei-Fernrohr treffen die vom Objektiv kommenden Strahlen auf eine Zerstreuungslinse bevor sie den Brennpunkt erreichen. Die Strahlen gelangen als parallele Strahlen ins Auge. Die Abbildung des Objekts ist vergrößert, aufrecht und seitenrichtig.



E24a Teleskop nach Kepler

(U17300, Folie D)

Das Objektiv in Keplers Teleskop erzeugt ein verkleinertes reelles Bild des betrachteten Objekts, das vom Okular wie durch eine Lupe vergrößert wird. Es entsteht eine umgekehrte (oben und unten sowie rechts und links sind vertauscht), stark vergrößerte Abbildung. Zur Demonstration dieses Sachverhalts einen der äußeren Lichtstrahlen ausblenden. Wird der oberste einfallende Strahl ausgeblendet, so verschwindet der unterste ausgehende Strahl.



E25 Kamera

(U17300, Folie B)

Die Linse der Kamera ist eine Sammellinse. Sie bildet ein Objekt in einem reellen Bild auf dem Kopf stehend auf dem an der Rückseite der Kamera befindlichen Film ab.

