

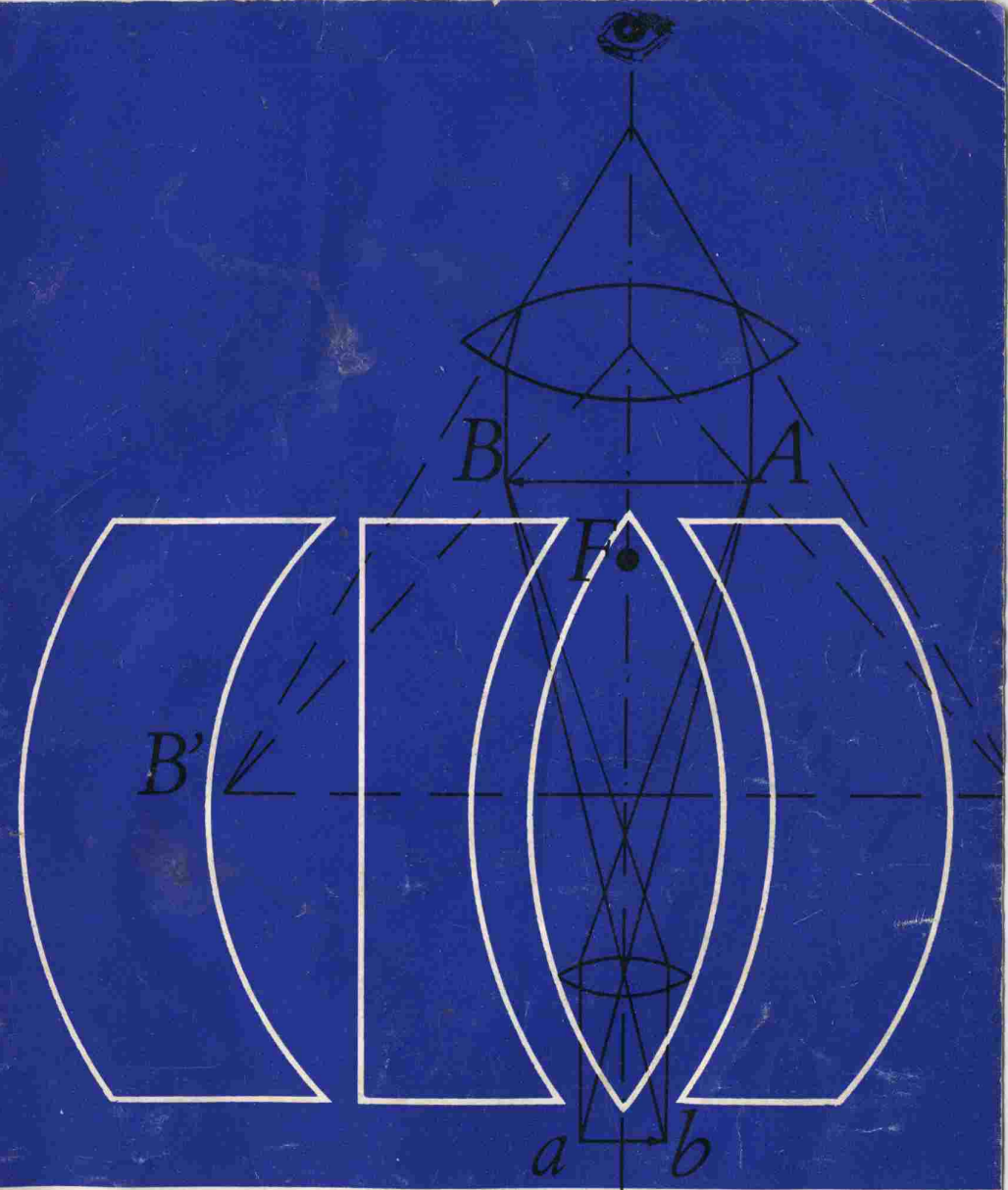


FOTO-QUELLE GMBH

8500 NÜRNBERG

DIESELSTRASSE 75

DAS GRÖSSTE FOTO-SPEZIALHAUS EUROPAS



REVUE
optic-variant

Bedienungsanleitung

Der optische Baukasten „REVUE optic-variant“ enthält eine Vielzahl von Bauteilen, die so aufeinander abgestimmt sind, daß sie in bestimmten Anordnungen den Zusammenbau von 49 optischen Geräten gestatten.

Die Möglichkeit, 49 verschiedene optische Geräte hoher Leistung selbst zu bauen, setzt die handliche Bereitstellung genau gearbeiteter Speziallinsen bester Qualität in Bauelementen aus Plastikmaterial voraus. Diese können rasch und einfach nach den in der Bauanleitung angegebenen Plannummern und nach einer vorgeschriebenen Reihenfolge zusammengesetzt werden.

Da die einzelnen Bauteile ebenfalls mit den jeweiligen Plannummern versehen sind, ist die Montage selbst verhältnismäßig komplizierter Instrumente, wie Mikroskope oder Fernrohre, kinderleicht. Man muß nur immer achtgeben, daß die Plannummern der Bauanleitung mit den Nummern der Teile, die zur Montage dem Baukasten entnommen werden, übereinstimmen.

Damit eröffnet der „REVUE optic-variant“ ein fährreiches und gleichzeitig unterhaltsames Betätigungsfeld. Er ist ein ideales Geschenk für junge Leute, die gern basteln und experimentieren. Selbst Erwachsene werden sich begeistern und daraus ein interessantes Hobby in ihrer Freizeit machen.

Die Vielseitigkeit dieses optischen Baukastens und die dennoch gänzlich einfache Montage der einzelnen optischen Geräte machen den „REVUE optic-variant“ auch zu einem unentbehrlichen Lehr- und Lernmittel in der Schule. Für den Physikunterricht, insbesondere für den Bau von Demonstrationsmodellen, aber auch für Schülerübungen zu Hause leistet er hervorragende Hilfestellung. Er trägt dazu bei, die theoretischen Erkenntnisse zu vertiefen und schafft konstruktive Einsicht in die Grundgesetze der Optik. In einem Satz:

**„REVUE optic-variant“ ist
ein vorzügliches Bildungsmittel
für Jung und alt!**

Ehe mit dem Bau einzelner Geräte begonnen wird, sollten die folgenden Hinweise genau durchgelesen werden. Die Beachtung dieser kleinen Gebote erleichtert dann die Arbeit ungemein.

1. Es ist zweckmäßig, vor dem Zusammenbau die optischen Erklärungen und Hinweise zu studieren, die jeweils den Bauplänen beigelegt sind.
2. Vor der Verwendung die Linsen mit dem Haarpinsel entstauben. Bei anderen Verunreinigungen die Oberfläche der Linsen anhauchen und mit einem Wildlederlappchen behutsam abwischen.
3. Die Spiegel der Teile 14 und 17 nicht mit den Fingern berühren! Mit Pinsel entstauben, andere Verunreinigungen vorsichtig mit alkoholgetränkter Watte durch schwaches Reiben entfernen!
4. Bauteile mit Gewinden *passen* und mit Gefühl aufsetzen, damit beim Einschrauben keine Verschneidungen der Gewindgänge auftreten. Dies gilt besonders für Teil 21.
5. Die Prismen in Teil 21 können bei häufigem Gebrauch vielleicht etwas verschoben werden und eine Neigung des Bildes hervorrufen. Es genügt in diesem seltenen Fall, sie wieder in die richtige Stellung zu drücken, ohne sie herauszunehmen.
6. Der Aufbau jedes Gerätes ist in der Bauanleitung durch eine Serie von Plannummern angegeben, die den Aufbauteilen die unbedingte Reihenfolge zuteilt, in der sie zusammengesetzt werden müssen.
Zum Beispiel sind beim Zusammenbau des Galileischen Fernglases Modell B IV insgesamt 7 Teile erforderlich, und zwar in folgender Anordnung: 1 – 8 – 15 – 16 – 16 – 16 – 5. Beim Aufbau also: Linsenfassung Teil 1 in Gewindestück Teil 8 bis zum Anschlag einschrauben; dann Teil 8 in das Übergangsstück Teil 15 etwa bis zur Mitte schrauben; Teil 15 sodann auf Tubusstück Teil 16 bis Anschlag aufsetzen; es folgen dann noch zweimal Teil 16 und hierauf Linsenfassung Teil 5, immer bis zum Anschlag. Damit ist das Gerät Modell B IV gebrauchsfertig bis auf die genaue Einstellung.
7. Um bei den Geräten eine möglichst scharfe Abbildung zu erzielen, sind die Gewindestücke Teil 7 oder Teil 8 entsprechend zu verstellen.
8. „Ordnung, segensreiche Himmelsmacht!“ Wir sollten sie auch in unserem Baukasten halten. Deshalb nach dem Beenden eines Bauvorganges die nummerierten Einzelteile wieder in die entsprechenden Nummernöffnungen einlegen, und der Baukasten ist einsatzbereit für das nächste Mal.

Teil Nr. Stück

1	2	Linsenfassung – Bikonkav-Linse $f = -49,5 \text{ mm}$
2	1	Linsenfassung – Plankonvex-Linse $f = 19,5 \text{ mm}$
3	2	Linsenfassung – Plankonvex-Linse $f = 41,8 \text{ mm}$
4	1	Linsenfassung mit Achromat $f = 36,7 \text{ mm}$
5	1	Linsenfassung mit Achromat $f = 306 \text{ mm}$
6	2	Linsenfassung mit Achromat $f = 155 \text{ mm}$
7	1	Gewindestück – 37 mm lang
8	1	Gewindestück – 25 mm lang
9	1	Einlage
10	1	Verschlößstück
11	1	Objektivhalter
12	1	Verbindungsstück
13	1	Stielfassung
14	1	Winkeltubus
15	2	Übergangsstück
16	6	Tubusstück
17	1	Spiegelgehäuse
18	1	Kugel
19	1	Fuß
20	1	Klemme
21	1	Prismengehäuse
22	1	Tisch

Außerdem 1 Mikro-Präparat, 1 Staubpinsel

Baugruppe A: Leselupen

3 Ringlupen	9
2 Stiellupen	10
2 aplanatische* Stiellupen	10
1 Verkleinerungslupe	10

Baugruppe B: Galileische Fernrohre

4 Monokulare* Typen	11
1 Binokular*-Typ	11

Baugruppe C: Keplersche Fernrohre

3 Astronomische* Fernrohre	12
3 Astronomische Fernrohre mit Winkeltubus	13
2 Terrestische* Fernrohre	13
7 monokulare Prismenferngläser	14

Baugruppe D: Periskope*

6 verschiedene Typen	15
----------------------	----

Baugruppe E: Teleskope*

2 Teleskope einfacher Bauart	16
2 Teleskope mit Winkeltubus	16
3 Teleskope mit Umkehrprismen	16
3 Teleskope mit großem Arbeitsabstand	16

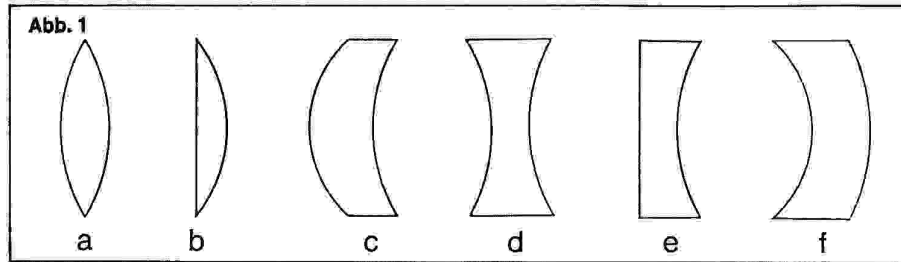
Baugruppe F: Mikroskope

4 Normalmikroskope	18
2 Mikroskope mit Winkeltubus	18

Für alle Fachwörter, die im Text mit * versehen sind, ist auf der letzten Seite der Anleitung eine Erläuterung zu finden.

Was ist eine optische Linse?

Die Bezeichnung „Linse“ ist ganz offensichtlich von der häufigsten Ausführungsform dieses wichtigen optischen Bauteils abgeleitet. Abb. 1a zeigt einen Querschnitt dieser Linse. Aber auch die in den Abbildungen 1b bis 1f dargestellten Querschnittsformen werden in der Optik als „Linsen“ bezeichnet, da sie in der Wirkung ähnlich sind. Die Typen 1a bis 1c werden dabei als „Sammellinsen“ bezeichnet (Kennzeichen: in der Mitte dicker als am Rand), die Typen 1d bis 1f als „Zerstreuungslinsen“ (Kennz.: in der Mitte dünner als am Rand).

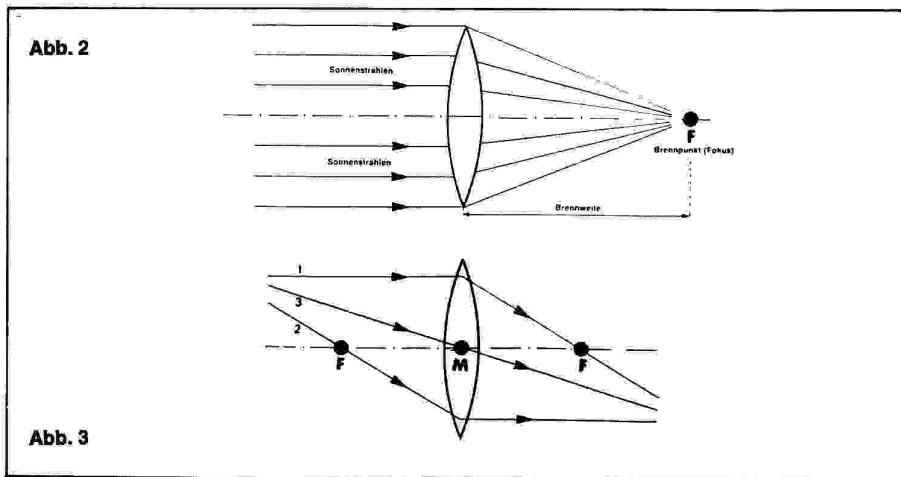


Wie wirkt eine Sammellinse?

Lichtstrahlen, die auf eine Linse treffen, werden beim Durchdringen des Glases abgelenkt und treten in einer von der Einfallrichtung abweichenden Richtung aus der Linse aus. Bei der Sammellinse werden alle parallel zur optischen Achse einfallenden Lichtstrahlen (z. B. Sonnenstrahlen) in einen Punkt – dem sog. Brennpunkt* – vereinigt (Abb. 2). Natürlich ist es gleichgültig von welcher Seite die parallelen Strahlen einfallen, sie werden stets auf der anderen Seite der Linse in einem Punkt vereinigt. Jede Linse hat also zwei Brennpunkte. Für die weiteren Überlegungen wollen wir uns folgende Sätze einprägen (Abb. 3)

1. Strahlen, die parallel zur optischen Achse einfallen, werden in Richtung Brennpunkt abgelenkt.
2. Umgekehrt werden Strahlen, die aus der Richtung des „vorderen“ Brennpunktes auf die Linse treffen, parallel zur optischen Achse abgelenkt.
3. Strahlen, die im Mittelpunkt der Linse eintreten, werden **nicht** abgelenkt.

Mit Hilfe dieser Sätze können wir leicht die Gesetze der optischen Abbildung herleiten.



1. Fall:

Die fotografische Kamera (Abb. 4)

Betrachten wir einen Gegenstand (in der Abb. 4 als Pfeil dargestellt) der mehr als die doppelte Brennweite* von der Linse entfernt ist. Von jedem Punkt dieses Gegenstandes gehen Lichtstrahlen in alle Richtungen aus, von denen ein Teil auf die Linse trifft. Für die Konstruktion der Abbildungsgesetze wollen wir nur die drei gemäß der obigen Lehrsätze verlaufenden Strahlen berücksichtigen. In der Abb. 4 sind diese Strahlen von der Pfeilspitze P ausgehend eingezeichnet. Sie treffen im Punkt P' zusammen. Ohne hier den Beweis zu führen, wollen wir uns mit dem Hinweis begnügen, daß auch alle anderen von P ausgehenden und in die Linse eintretenden Strahlen ebenfalls in P' zusammentreffen. Diese Konstruktion können wir nun für alle Punkte des Gegenstandes (Pfeil) durchführen und wir stellen fest:

Es entsteht hinter der Linse eine umgekehrte (auch seitenverkehrte), verkleinerte Abbildung des Gegenstandes. Die Abbildung entsteht zwischen der einfachen und doppelten Brennweite.

2. Fall:

Der Projektor

Der Gegenstand soll sich jetzt zwischen der einfachen und doppelten Brennweite der Linse befinden. Es leuchtet sofort ein, daß es sich hier zwar prinzipiell um den 1. Fall handelt, nur müssen wir in der Abb. 4 die Seiten vertauschen. Es entsteht also wieder eine umgekehrte (und seitenverkehrte) Abbildung, jedoch diesmal vergrößert. Der Abstand der Abbildung von der Linse ist größer als die doppelte Brennweite.

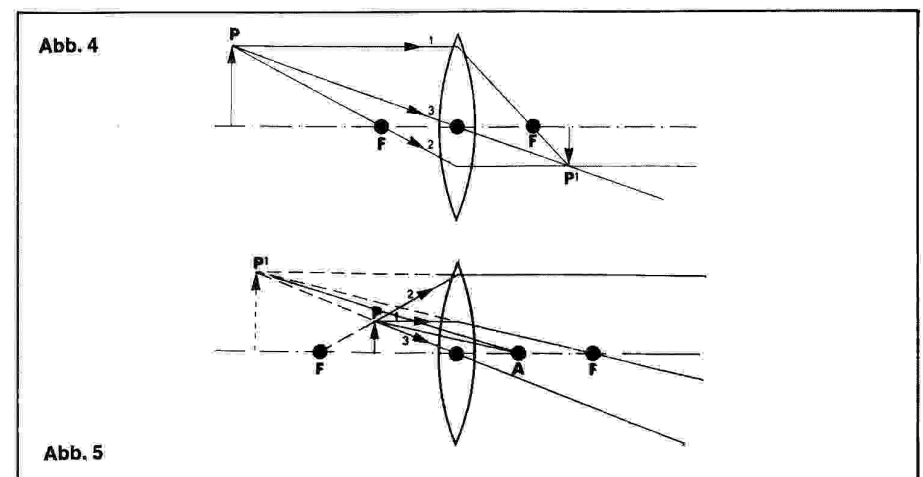
3. Fall:

Die Lupe (Abb. 5)

Der Gegenstand soll sich jetzt zwischen der Linse und der einfachen Brennweite befinden. Die Strahlen gemäß Satz 1 und Satz 3 können wir sofort einzeichnen. Bei Anwendung des Satzes 2 handelt es sich um den Strahl, der vom „vorderen“ Brennpunkt herzukommen scheint. Alle drei Strahlen laufen jedoch hinter der Linse auseinander, es entsteht also keine „reelle“ Abbildung.

Die Strahlen **scheinen** aber von einem Punkt P' auf der Gegenstandsseite herzukommen. Hier entsteht also ein sog. „virtuelles“ (scheinbares) Bild des Gegenstandes. Das Bild ist aufrecht (auch seitenrichtig) und vergrößert.

Der Maßstab der Abbildung ist in allen Fällen von den verschiedenen Entfernungen, insbesondere von der Brennweite, abhängig. Für den Fall 1 ist der Maßstab um so kleiner, je kleiner die Brennweite. In den Fällen 2 und 3 ist der Maßstab (Vergrößerung) um so größer, je kleiner die Brennweite.



Wie wirkt eine Zerstreuungslinse ?

Analog den Bezeichnungen bei der Sammellinse hat eine Zerstreuungslinse als wichtigste Kenngröße ebenfalls eine bestimmte Brennweite: Von einem „Brennpunkt“ im Sinne des Wortes kann aber dabei nicht die Rede sein. Der Wert der Brennweite wird deshalb allgemein mit einem Minus-Vorzeichen (–) versehen.

Parallel zur optischen Achse in die Zerstreuungslinse eintretende Strahlen laufen hinter der Linse auseinander und zwar scheinen alle Strahlen vom eintrittseitigen Brennpunkt herzukommen (Abb. 6).

In Abb. 7 ist an Hand einer als „Verkleinerungslupe“ wirkenden Zerstreuungslinse der Verlauf der drei „charakteristischen“ Strahlen dargestellt.

Wie wirken zwei hintereinander angeordnete Linsen ?

Werden zwei Linsen in geringem Abstand hintereinander angeordnet, so wird die Brennweite dieses gesamten optischen Systems gegenüber den Einzelbrennweiten verändert. Sie läßt sich leicht berechnen nach der Formel:

$$\text{Gesamtbrennweite } f = \frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2}$$

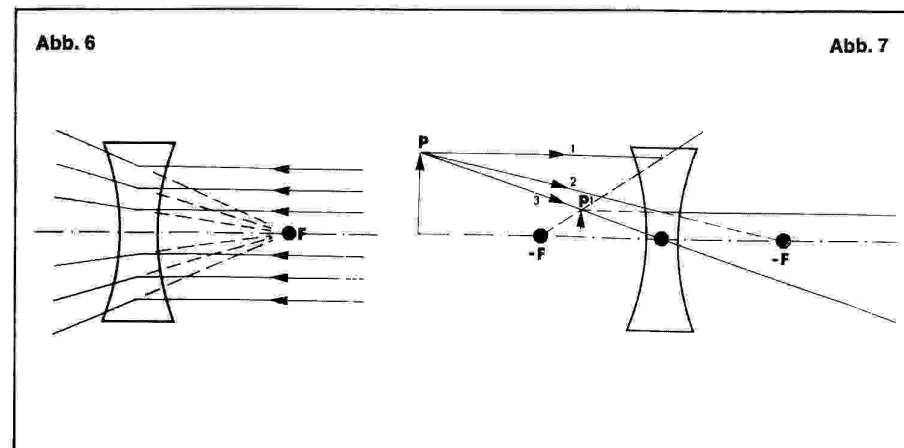
mit den Einzelbrennweiten f_1 und f_2

Beispiel: $f_1 = 306 \text{ mm}$ (Teil Nr. 5)
 $f_2 = 155 \text{ mm}$ (Teil Nr. 6)

$$f = (f_1 \cdot f_2) : (f_1 + f_2) = (306 \cdot 155) : (306 + 155) = 47\,430 : 461 \approx 103 \text{ mm}$$

Handelt es sich bei einer der Linsen um eine Zerstreuungslinse, so wird – wie oben bereits gesagt – die Brennweite mit minus eingesetzt, d. h. im Nenner muß der Wert von der anderen Brennweite abgezogen werden.

In der Praxis werden oft zwei Linsen aus verschiedenen Glassorten zusammengeklebt und es entsteht so ein kompaktes Linsensystem, ein sog. Achromat* (Teil Nr. 4, 5 und 6). Man erreicht dadurch eine Korrektur der den normalen Linsen anhaftenden sogen. chromatischen Aberration* (Farbfehler, die abgebildeten Gegenstände sind mit Farbsäumen umgeben).



Baugruppe A: Leselupen



Wir sehen auf dem Wege einen kleinen Gegenstand liegen, etwa ein Geldstück. Damit wir es deutlich erkennen, bücken wir uns zu ihm hin oder heben es auf. Dadurch wird der ursprünglich kleine Sehwinkel bei weiter Entfernung durch die verkürzte Entfernung vergrößert und damit natürlich auch das Bild, das auf der Netzhaut des Auges entworfen wird (Abb. 8).

Die Vergrößerung des Sehwinkels durch Näherrücken des Gegenstandes an das unbewaffnete Auge hat bald eine Grenze, wenn der Nahpunkt erreicht ist. Dann gehen einem die Augen über, weil die größtmögliche Öffnung des Sehwinkels und die Einstellmöglichkeit des Auges überschritten sind. Jetzt hilft uns die optische Linse weiter.

In Abb. 4 sehen wir, daß der Sehwinkel α durch die Lupe größer wird (β), ganz gleich in welcher Entfernung sich das Auge (A in Abb. 4) befindet.

Die einzelnen Lupenarten

Ringlupe (nahe an das Auge halten):

Mit dieser Lupe in den verschiedensten Ausführungen erzielt man neben der Vergrößerung auch eine Aufhellung des betrachteten Objektes.

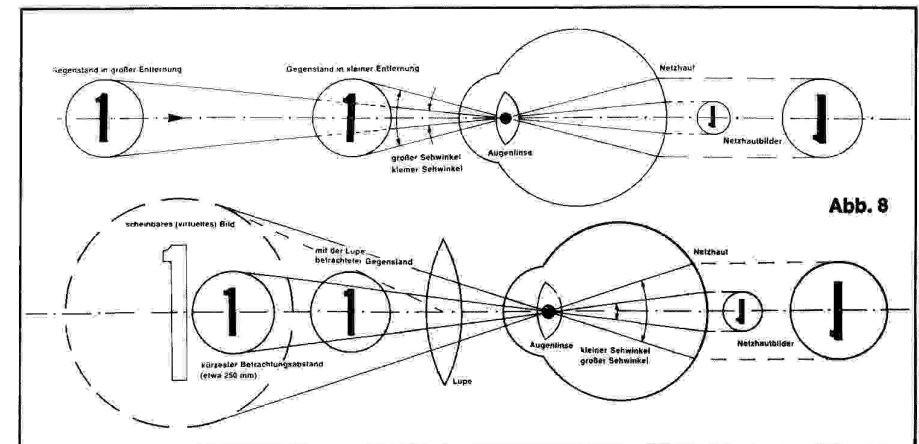
Für einfache Arten verwendet man eine Bikonvexlinse. In besonderen Fällen wird aber auch ein Achromat genommen.

Verwendung: Lesegläser, Taschenlupen, Einschlaglupen usw. für persönlichen Gebrauch; Augenlupen für Graveure und Uhrmacher; Arbeitslupen für die Industrie.

A I: V.: $1\frac{1}{2} \times$ – G. F. 110 mm – A. A. 135 mm – Teile: 5, 11

A II: V.: $2 \times$ – G. F. 90 mm – A. A. 100 mm – Teile: 6, 11

A III: V.: $3 \times$ – G. F. 60 mm – A. A. 80 mm – Teile: 5, 11, 6



Stiellupe (dicht an das Auge halten):

Für etwas höhere Vergrößerungen. Man verwendet eine Bikonvex-Linse.

Verwendung: Stiellupen für allgemeine Prüfungen in Industrie, Textilbranche, Druckereien, Nahrungsmittelkontrolle u. a.

A IV: V.: $5\times$ – G. F. 20 mm – A. A. 37 mm – Teile: 3, 13

A V: V.: $7\times$ – G. F. 17 mm – A. A. 28 mm – Teile: 4, 13

Aplanatische Stiellupen (dicht an das Auge halten):

Sie ist mit einem aplanatischen Linsensystem versehen, bestehend aus zwei Linsen. Mit dieser Kombination wird das Bild verbessert, die Randverzerrung wird eingeschränkt, und die Wölbung des Bildfeldes geebnet. In der Praxis unterstützt man dies noch durch den Einbau einer Blende.

A VI: V.: $4\times$ – G. F. 45 mm – A. A. 70 mm – Teile: 3, 13, 1

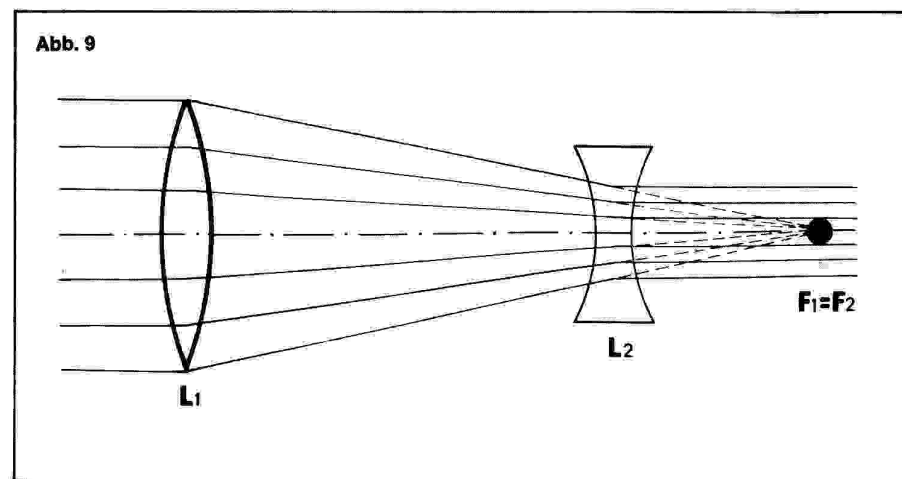
A VII: V.: $12\times$ – G. F. 7 mm – A. A. 15 mm – Teile: 4, 13, 3

Verkleinerungslupe (Abstand vom Auge etwa 250 mm):

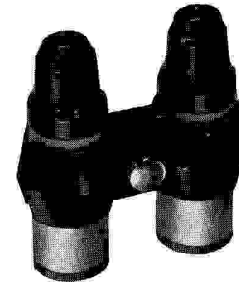
Im Gegensatz zu den vorherigen Vergrößerungslupen besteht diese aus einer Zerstreuungslinse. Diese Zerstreuungslinse erzeugt von dem Gegenstand ein scheinbar verkleinertes, aufrechtes Bild (Abb. 7).

Verwendung: Für Verkleinerung von Druckvorlagen, um die Wirkung in verschiedenen kleineren Größen sehen zu können.

A VIII: Verkleinerung: $\frac{1}{2}\times$, G. F. 20 mm, A. A. 30 mm – Teile: 1, 13



Baugruppe B: Galileische Fernrohre



Das Fernrohr – auch als Fernglas oder Teleskop bezeichnet – dient dazu, entfernte Gegenstände auf der Netzhaut des Auges größer abzubilden, als das mit bloßem Auge der Fall ist. Der Holländer Lipperhey erfand 1608 ein Fernrohr, das korrekterweise als Holländisches Fernrohr bezeichnet wird. Der italienische Naturforscher Galilei hörte von diesem Instrument und baute es 1609 nach, wobei er für seine astronomischen Beobachtungen noch einige Verbesserungen an dem Fernrohr vornahm.

Der optische Aufbau eines Galilei-Fernrohres besteht aus einer Sammellinse als Objektiv und einer Zerstreuungslinse als Okular.

Da der Brennpunkt des Objektivs und der Brennpunkt des Okulares zusammenfallen, wird die Länge des Galilei-Fernrohres um die Brennweite des Okulares kürzer als die Brennweite des Objektivs.

Der Strahlengang (Abb. 9) wird sofort klar, wenn man die Darstellungen der Abb. 2 und Abb. 6 beachtet und dabei berücksichtigt, daß die Brennpunkte beider Linsen zusammenfallen. Die von einem weit entfernten Gegenstand parallel in das Objektiv* einfallende Lichtstrahlen treten aus dem Okular* wieder parallel aus. Der Sehwinkel wird dabei vergrößert. Anstatt einer einfachen Sammellinse als Objektiv benutzt man meistens einen Achromaten, der die Farbfehler besser korrigiert. Vereinigt man 2 galileische Fernrohre durch eine Brücke, so erhält man ein Galileisches Fernglas, das uns als Feldstecher und auch als Theaterglas bekannt ist.

Der Vorteil des Galileischen Fernglases liegt in der kurzen und damit handlichen Bauart, auch sind diese Typen im Verhältnis zu ihrer einfachen Bauart sehr lichtstark. Als Nachteil gilt, daß die Vergrößerung begrenzt ist, weil das Gesichtsfeld rasch abnimmt.

Das Gesichtsfeld wird in Grad angegeben, wobei 1 Grad ca. 17 m auf 1000 m Entfernung entspricht.

Monokulare Typen

B I: V.: $2\times$ – G. F. 14° – Teile: 1, 8, 15, 6, 11, 6

B II: V.: $2\frac{1}{2}\times$ – G. F. 8° – Teile: 1, 7, 15, 5, 11, 6

B III: V.: $3\times$ – G. F. 4° – Teile: 1, 8, 15, 16, 6

B IV: V.: $6\times$ – G. F. $1\frac{1}{4}^\circ$ – Teile: 1, 8, 15, 16, 16, 5

Mit steigender Vergrößerung verringert sich sehr rasch das noch klare Gesichtsfeld.

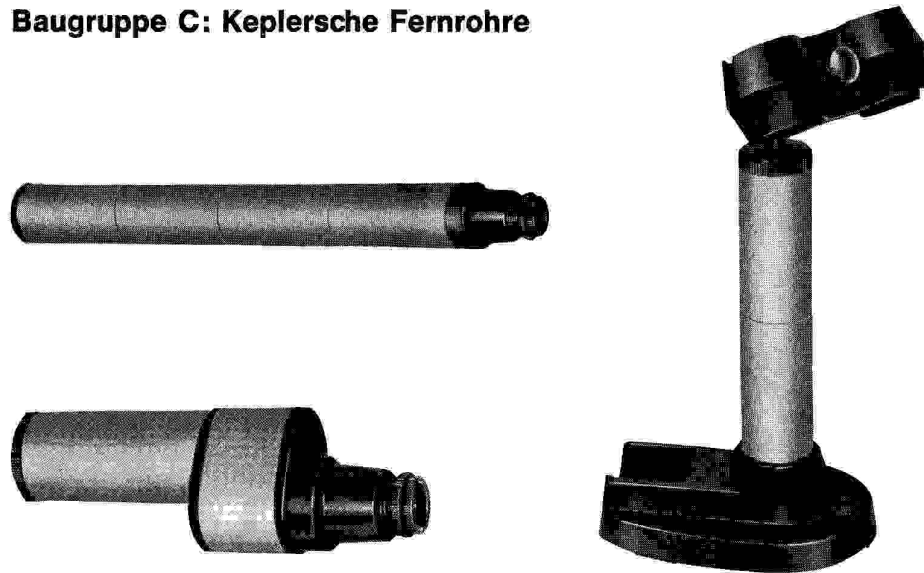
Binokulare Typen (für beide Augen)

Verwendung: Fernglas für mittlere Entfernungen bei noch möglichst großem Gesichtsfeld und guter Helligkeit, etwa für Sportplatz, Rennbahn, Regatta, besonders Theater (Opernglas).

B V: V.: $3\times$ – G. F. 4° – Teile: 1, 8, 15, 16, 6 – 1, 7, 15, 16, 6–20

Okulare auf ein klares Bild einstellen. Bei unterschiedlichen Augen können die Okulare entsprechend reguliert werden. (Bei handelsüblichen Gläsern wird durch den gemeinsamen Mitteltrieb erst generell eingestellt und der Augenunterschied dann mit dem rechten Okular einzeln nachreguliert.)

Baugruppe C: Keplersche Fernrohre



a) Astronomische Fernrohre

Der Typ dieses Fernrohres besteht im Prinzip aus einer Kamera und einer Lupe. Das von dem Objektiv – wie bei einer Kamera – entworfene reelle Zwischenbild wird mittels des wie eine Lupe wirkenden Okulars betrachtet. Es ist nicht nötig, das Zwischenbild auf einen Schirm etc. aufzufangen, das „Luftbild“ entsteht meist sogar im Okular. Mit dem Keplerschen Fernrohr lassen sich viel stärkere Vergrößerungen bei großem Gesichtsfeld erzielen als das mit dem Galileischen Fernrohr der Fall ist. Das Bild erscheint jedoch kopfstehend und seitenverkehrt.

Dieser Fernrohrtyp wird heute für astronomische Beobachtungen ausschließlich eingesetzt, weshalb man ihn auch als „Astronomisches Fernrohr“ bezeichnet. Die Konstruktion geht auf einen Entwurf des Begründers der modernen Astronomie, Johannes Kepler, zurück. Für astronomische Beobachtungen stört es nicht, daß das Bild „kopfstehend“ und seitenverkehrt ist.

Statt einer Objektivlinse – bei einem sogen. Refraktor* – kann auch ein Hohlspiegel verwendet werden, wie wir ihn in einfachster Art als Rasierspiegel kennen. Der Strahlengang eines solchen „Reflektors“ ist in Abb. 10 dargestellt.

Mit unserem Baukasten wollen wir uns lediglich auf den Bau eines astronomischen Linsenfernrohres beschränken.

Die Vergrößerung beim Keplerschen Fernrohr läßt sich leicht berechnen:

$$V = f_{\text{Objektiv}} : f_{\text{Okular}}$$

$$\begin{array}{l} \text{z. B. } f_{\text{Objektiv}} = 300 \text{ mm} \\ f_{\text{Okular}} = 10 \text{ mm} \end{array} \quad \left| \quad \begin{array}{l} V = 300 : 10 \\ = 30\text{fach} \end{array} \right.$$

Alle Typen mit Stativ: 19, 16, 16, (16), 10, 18, 20

Astronomisches* Fernrohr (Bild kopfstehend, seitenverkehrt).

Um aus der Linsenkombination größtmögliche Leistung mit Lichtstärke herauszuholen, nimmt man das kopfstehende und seitenverkehrte Bild in Kauf. Das spielt bei Betrachtung von Himmelskörpern keine Rolle und ist nur eine Angelegenheit der Gewöhnung.

Ca I: 5× – G. F. $4\frac{1}{2}^\circ$ – Teile: 4, 8, 3, 15, 16, 16, 6
 Ca II: 9× – G. F. $2\frac{1}{4}^\circ$ – Teile: 4, 7, 3, 15, 16, 16, 16, 5
 Ca III: 20× – G. F. 2° – Teile: 2, 8, 4, 15, 16, 16, 16, 5

Astronomisches* Fernrohr mit Winkeltubus (Bild aufrecht, seitenverkehrt).

Verwendung: Zur bequemeren Betrachtung von hochstehenden Objekten, wie Himmelskörpern, aber auch Bergwänden, hohen Häusern, Kirchtürmen. Bild ist aufrecht, aber seitenverkehrt.

Ca IV: V.: 5× – G. F. $4\frac{1}{2}^\circ$ – Teile: 4, 8, 3, 15, 14, 16, 6
 Ca V: V.: 9× – G. F. $2\frac{1}{4}^\circ$ – Teile: 4, 7, 3, 15, 14, 16, 16, 5
 Ca VI: V.: 20× – G. F. 2° – Teile: 2, 8, 4, 15, 14, 16, 16, 5

Da mit diesen astronomischen Fernrohren Beobachtungen in Zenitnähe* besonders bequem durchzuführen sind, wird der Winkeltubus auch als Zenitspiegel bezeichnet.

b) Terrestrische Fernrohre

Für Beobachtungen auf der Erde ist das astronomische Fernrohr wegen des kopfstehenden und seitenverkehrten Bildes natürlich wenig geeignet.

Auf einfachste Weise läßt sich eine Bildaufrichtung durch einen Winkelspiegel erreichen (Abb. 11). Das Bild wird dann von oben betrachtet. Es erscheint aufrecht, aber noch seitenverkehrt.

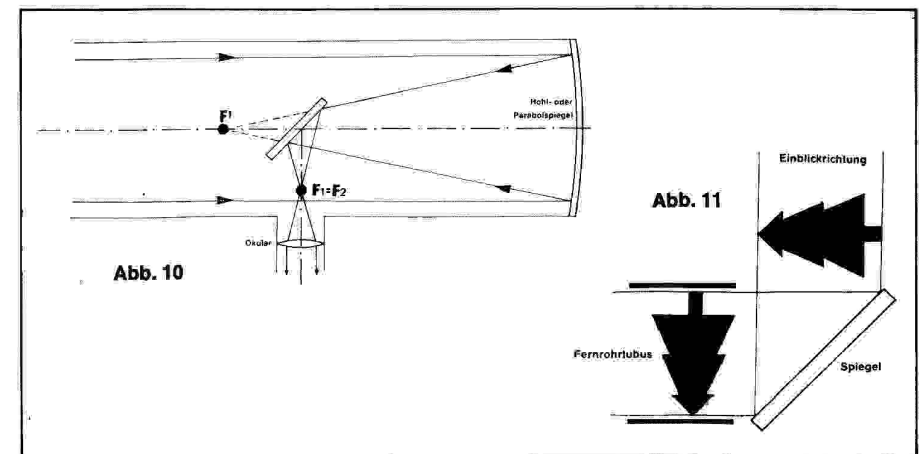
Eine vollkommene Bildumkehr läßt sich durch Einbau einer weiteren Sammellinse – einer sog. Umkehrlinse – zwischen Objektiv und Okular erreichen. Das von der Objektivlinse entworfene umgekehrte Zwischenbild wird durch die zweite Linse nochmals umgekehrt. Es entsteht also ein zweites, jetzt aufrechtes und seitenrichtiges Zwischenbild, welches mit einer Lupe – dem Okular – betrachtet wird. Die Umkehrlinse wirkt hier wie ein Projektor, so daß u. U. sogar eine zusätzliche Vergrößerung erreicht werden kann. Das Fernrohr wird durch Einbau einer Umkehrlinse jedoch wesentlich länger.

Erdfernrohr mit Linse zur Bildumkehr,

Handelsüblich meist in Form eines Teleskopes bekannt.

Cb I: V.: 6× – G. F. 3° – Teile: 3, 7, 3, 15, 15, 9, 4, 16, 16, 6, 11, 6
 Cb II: V.: 8× – G. F. $2\frac{3}{4}^\circ$ – Teile: 3, 8, 3, 15, 16, 9, 4, 16, 16, 6, 11, 6

Achtung! Teil 9 zum Okular gerichtet, eingeschraubtes Teil 4 zum Objektiv gerichtet, eingelegt in Teil 16 und mit folgendem Teil 16 festgehalten.



c) Prismenferngläser

Um nun zu einem kurzen und handlichen terrestrischen Fernrohr zu kommen, wird heute allgemein ein anderes Prinzip der Bildumkehr angewendet: Prismen-Umkehrrsätze. Am bekanntesten sind die sog. Porro-Prismensätze (Abb. 12), bei denen ein Prisma zur Seitenumkehr, das andere zur Bildaufrichtung dient. Die Baulänge wird gleichzeitig verkürzt und – bei binokularen Typen – der Objektivabstand vergrößert, wodurch die sog. „Plastik“ verbessert wird (besserer Tiefeneindruck).

Über das Prismenglas, auch Feldstecher genannt, ist noch wissenswert:

Auf jedem Prismenglas werden Vergrößerungen und Objektivdurchmesser angegeben, z. B. 8×40.

Der Durchmesser der Objektivlinse ist maßgebend für die Lichtstärke* des Prismenglases. Man errechnet die „geometrische Lichtstärke“, indem Objektivdurchmesser durch Vergrößerung dividiert und die sich ergebende Zahl mit sich selbst multipliziert wird. Für ein Glas 8×40 ergibt sich somit $40 : 8 = 5 \times 5 = 25$ Lichtstärke. Diese Zahl wird bei Vergleichen der Leistung von Prismengläsern herangezogen.

Bei guten Feldstechern werden die Linsen noch mit einer reflexmindernden bläulichen Schicht überzogen; man nennt dies Vergütung.

Verwendung: Für Betrachtung von Objekten in größerer Entfernung.

Normal für zwei Augen eingerichtet. Es gibt aber auch im Handel monokulare* Prismengläser. Das Gesichtsfeld wird in Grad angegeben, wobei 1 Grad ca. 17 m auf 1000 m Entfernung entspricht.

Prismengläser mit üblicher Vergrößerung (Bild aufrecht, seitenrichtig)

Cc I: 3×25 – G. F. 7,5° – Teile: 4, 7, 3, 15, 21, 6, 11, 6

Cc II: 4×25 – G. F. 7° – Teile: 4, 8, 3, 15, 21, 6, 11, 6

Cc III: 6×25 – G. F. 4° – Teile: 4, 7, 3, 15, 21, 16, 6

Cc IV: 7×25 – G. F. 4° – Teile: 4, 8, 3, 15, 21, 16, 6

Prismengläser mit hoher Vergrößerung (Bild aufrecht, seitenrichtig)

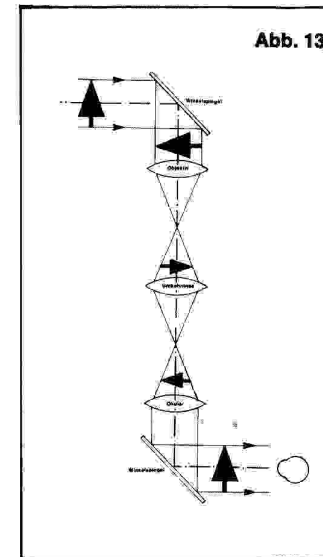
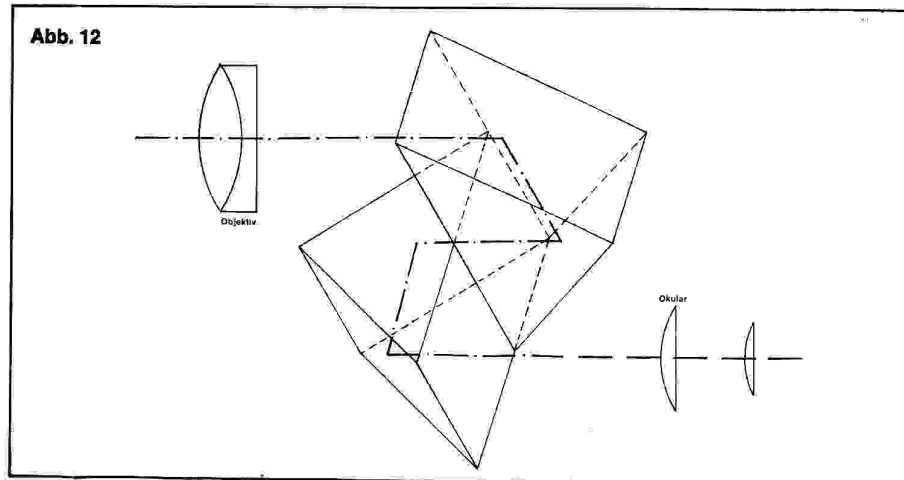
Wenn dieses Gerät nicht genügend ruhig gehalten werden kann, empfiehlt es sich, das Stativ zu verwenden.

Stativ: – Teile: 19, 16, 16, 10, 18, 20

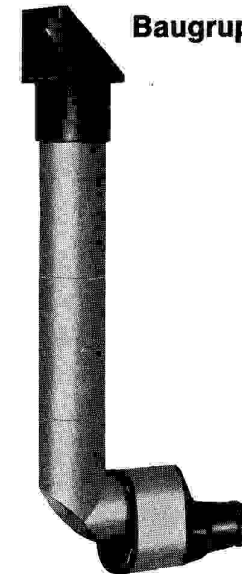
Cc V: 12×25 – G. F. 2 1/4° – Teile: 4, 7, 3, 15, 21, 16, 16, 16, 5

Cc VI: 14×25 – G. F. 2° – Teile: 4, 8, 3, 15, 21, 16, 16, 16, 5

Die Modelle V und VI eignen sich mit Stativ auch zur Mondbetrachtung. Besonders gut sieht man die Mondkonturen bei Halbmond.



Baugruppe D: Periskope



Mit allen Fernrohrarten wird ein Gegenstand auf der Erde oder am Himmel im direkten Strahlengang betrachtet. Die Verwendung von Prismen ändert daran nichts, sondern verkürzt nur die Baulänge des Instrumentes.

Es gibt aber Fälle, wo man den gewünschten Betrachtungspunkt nur durch eine Versetzung der optischen Achse erreichen kann. Dafür ist das Periskop entwickelt worden.

Jedes U-Boot ist mit einem solchen Spezialfernrohr ausgerüstet, mit dessen Hilfe der Betrachter im getauchten Boot trotzdem über der Wasseroberfläche Beobachtungen durchführen kann. Auch in der Medizin, in der Verkehrsbeobachtung, in der Industrie usw. spielt das Periskop heute eine Rolle.

Als konstruktive Besonderheit weist das Periskop je einen Spiegel vor dem Okular und Objektiv auf, die entgegengesetzt in 45°-Stellung zur optischen Achse angebracht sind (Abb. 13).

Verwendung:

U-Boot, Prüfgeräte für Innenbetrachtung von Bohrungen, auch chirurgische Instrumente.

Stativ für alle Typen – Teile: 19, 16, 16, 16, 10, 18, 20

Das Stativ muß gute Unterlage haben. Nach der Einstellung des Periskopes auf klares Bild etwas warten, bis das manchmal vibrierende Gerät wieder ruhig steht.

Periskop (Bild aufrecht, seitenrichtig)

D I: V.: 3 × – G. F. 4 1/2° – Teile: 1, 7, 4, 15, 21, 14, 16, 6, 17

D II: V.: 5 × – G. F. 2 2/3° – Teile: 3, 7, 3, 15, 14, 9, 4, 16, 16, 16, 17

D III: V.: 6,5 × – G. F. 2 1/2° – Teile: 3, 8, 3, 15, 14, 9, 4, 16, 16, 16, 17

Achtung! Teil 9 zum Okular gerichtet, eingeschraubtes Teil 4 zum Objektiv gerichtet, jetzt eingelegt in Teil 14 und mit folgendem Teil 16 festgehalten.

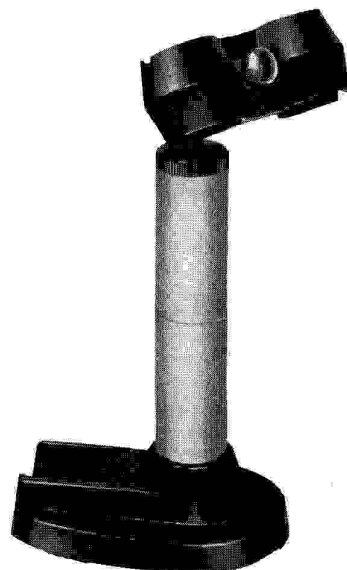
D IV: V.: 12 × – G. F. 2 1/4° – Teile: 4, 7, 3, 15, 21, 14, 16, 16, 5, 17

D V: V.: 14 × – G. F. 2° – Teile: 4, 8, 3, 15, 21, 14, 16, 16, 5, 17

Periskop für hohe Vergrößerung (Bild kopfstehend, seitenverkehrt).

D VI: V.: 20 × – G. F. 2 1/3° – Teile: 2, 8, 4, 15, 14, 16, 16, 16, 5, 17

Baugruppe E: Tele-Lupen



Lupen der normalen Bauart (wie Gruppe A) haben bei höherer Vergrößerung (z. B. $10\times$) nur noch kurzen Arbeitsabstand. Für Lupen zur Verwendung an Maschinen ist aber ein größerer Arbeitsabstand, von etwa 150 bis 300 mm, erforderlich, um nicht mit Werkstücken oder Werkzeugen in Berührung zu kommen.

Fernrohre dagegen können erst ab einer gewissen Mindestentfernung zweckmäßig verwendet werden. Der „Arbeitsabstand“ ist je nach Art mehrerer Meter und mehr.

Bei der Telelupe handelt es sich dem optischen Aufbau nach um ein Fernrohr. Aber durch eine vorgeschaltete zweite Objektivlinse wird der Arbeitsabstand des Fernrohres so stark verkürzt, daß er in den obengenannten gewünschten Bereich fällt.

Verwendung:

Zum Anbau an Maschinen und Apparaten, um den Arbeitsvorgang zu beobachten oder das Arbeitsstück zu messen, wobei ein gewisser Abstand vom Objektiv notwendig ist.

Stativ für alle Typen: – Teile: 19, 16, 16, 10, 18, 20

Telelupe, einfache Bauart (Bild kopfstehend, seitenverkehrt).

E I: V.: $7\times$ – G. F. 14 mm – A. A. 160 mm – Teile: 4, 7, 3, 15, 16, 6, 11, 6

E II: V.: $11\times$ – G. F. 14 mm – A. A. 160 mm – Teile: 4, 8, 3, 15, 16, 6, 11, 6

Telelupe mit Winkeltubus (Bild aufrecht, seitenverkehrt). Für Betrachtungen „um die Ecke“, wenn das Arbeitsstück nicht anders zugänglich ist.

E III: V.: $7\times$ – G. F. 14 mm – A. A. 160 mm – Teile: 4, 7, 3, 15, 14, 16, 6, 11, 6

E IV: V.: $11\times$ – G. F. 14 mm – A. A. 160 mm – Teile: 4, 8, 3, 15, 14, 16, 6, 11, 6

Telelupe mit Umkehrprismen (Bild aufrecht, seitenrichtig). Teuere Bauart wegen der verwendeten Prismen, dafür leichteres, weil normales Sehen.

E V: V.: $7\times$ – G. F. 11 mm – A. A. 160 mm – Teile: 4, 7, 3, 15, 21, 16, 6, 11, 6

E VI: V.: $11\times$ – G. F. 11 mm – A. A. 160 mm – Teile: 4, 8, 3, 15, 21, 16, 6, 11, 6

E VII: V.: $12\times$ – G. F. ca. 6 mm – A. A. 140 mm – Teile: 2, 8, 4, 15, 21, 16, 6, 11, 6

Telelupen mit Umkehrprismen (Bild aufrecht, seitenrichtig). Andere Linsenkombination für größeren Arbeitsabstand.

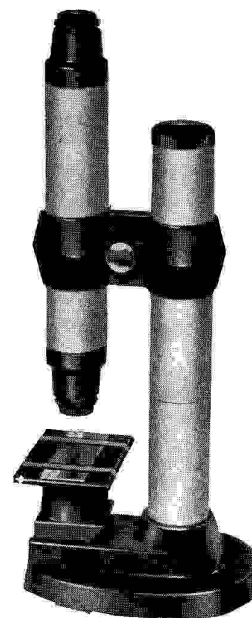
Stativ: – Teile: 19, 16, 16, 16, 10, 18, 20

E VIII: V.: $9\times$ – G. F. 22 mm – A. A. 270 mm – Teile: 4, 7, 3, 15, 21, 16, 5, 11, 6

E IX: V.: $12\times$ – G. F. 20 mm – A. A. 270 mm – Teile: 4, 8, 3, 15, 21, 16, 5, 11, 6

E X: V.: $20\times$ – G. F. 18 mm – A. A. 270 mm – Teile: 2, 8, 4, 15, 21, 16, 5, 11, 6

Baugruppe F: Mikroskope



Die Vergrößerung einer Lupe kann nicht willkürlich erhöht werden. Steigende Vergrößerung wird durch stärkere Krümmung der Linse erzielt. Damit nimmt aber rasch die Randschärfe ab. Die Grenze liegt etwa bei einer Vergrößerung $20\times$, wobei der nutzbare Linsendurchmesser schon unter 10 mm liegt. Das bedeutet in der Praxis, daß das Gesichtsfeld um so kleiner wird, je höher die Vergrößerung ist.

Nun gibt es aber Betrachtungsobjekte, die so winzig klein sind, daß das Gesichtsfeld kaum eine Rolle spielt. Dagegen ist eine hohe Vergrößerung wichtig, um selbst kleinste Gegenstände, die dem bloßen Auge verborgen bleiben, sichtbar zu machen. Das Instrument, das diese Bedingung erfüllt, ist das Mikroskop (aus dem Griechischen: mikros = klein, sokpein = schauen).

Das Mikroskop wurde 1590 von dem holländischen Glasschleifer Jansen erfunden und im 17. Jahrhundert von dem englischen Physiker Hooke verbessert. Weitere Verbesserungen erfolgten durch Berechnungen des Professors Abbe (1840–1905), Erforschung der Glasarten durch Schott (geb. 1851) und technische Vervollendung durch Carl Zeiss. Heute gehört es zum unentbehrlichen Werkzeug des Arztes und Wissenschaftlers.

Das Mikroskop besteht aus 2 voneinander getrennten Linsensystemen (Abb. 14). Dem Gegenstand zugekehrt ist das „Objektiv“. Es wirkt im Prinzip wie ein Projektor, d. h. es entwirft ein stark vergrößertes reelles Zwischenbild, welches wiederum mit einer Lupe – dem Okular – betrachtet wird. Es entsteht ein umgekehrtes und seitenverkehrtes Bild. Das Okular ist nur in der Lage, das zunächst vom Objektiv vergrößerte oder aufgelöste Bild weiter zu vergrößern. Die Leistung eines Mikroskops wird also in erster Linie vom Auflösungsvermögen des Objektives bestimmt.

Die gesamte Vergrößerung eines Mikroskops ergibt sich aus der Multiplikation der Einzelvergrößerungen von Objektiv und Okular.

Mit Objektiv $60\times$ und Okular $5\times$ erhält man eine Gesamtvergrößerung $300\times$.

Mit Objektiv $20\times$ und Okular $15\times$ auch eine Gesamtvergrößerung von $300\times$.

Tatsächlich ist die Leistung im ersten Falle höher, weil das Objektiv $60\times$ ein wesentlich höheres Auflösungsvermögen hat.

Verwendung: Das Mikroskop dient vor allem zur Betrachtung von kleinsten Teilchen. Durch hohe Vergrößerung werden diese sichtbar gemacht.

Allgemeine Mikroskope (Bild kopfstehend, seitenverkehrt).

Beleuchtung: Gutes, aber nicht grelles Licht über Spiegel durch Tisch und Präparat in das Objektiv führen (Durchsicht-Type). Tubus senkrecht stellen. Arbeitsabstand vom Objekt zur Objektlinse beachten. Mit Objektteil 7 oder 8 und Okularteil 8 oder 7 auf genaue Bildschärfe einregulieren. Manchmal dauert es eine Weile, bis das klare Bild gefunden ist. Bei trübem Wetter mit künstlichem Licht arbeiten.

Stativ: — Teile: 19, 16, 16, 16, 10, 17, 20, 22.

F I: V.: 15× — G. F. 6 mm — A. A. 50 mm — Teile: 3, 7, 3, 15, 12, 16, 15, 8, 4,
F II: V.: 20× — G. F. 5½ mm — A. A. 50 mm — Teile: 3, 8, 3, 15, 12, 16, 15, 7, 4,
F III: V.: 35× — G. F. 3 mm — A. A. 40 mm — Teile: 3, 7, 3, 15, 16, 12, 16, 15, 8, 4,
F IV: V.: 45× — G. F. 2½ mm — A. A. 40 mm — Teile: 3, 8, 3, 15, 16, 12, 16, 15, 7, 4.

Mikroskope mit Winkeltubus (Bild aufrecht, seitenverkehrt).

Moderne Bauart mit bequemem Einblick, besonders für Auflichtbetrachtung. Diese Art wird verwendet, wenn keine durchsichtigen Präparate, sondern Gegenstände betrachtet werden sollen, z. B. Werkstoffe, Drucke, Textilien, Metallschliffe; auch für Ausschuß- und Güteprüfung. Güte Beleuchtung von der Seite her führen!

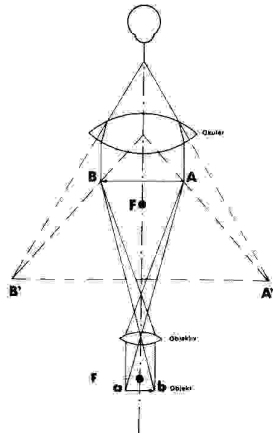
Wenn die Objekte verschieden stark sind, muß jeweils der Arbeitsabstand wieder eingestellt werden.

Stativ für Auflichtbetrachtung: Man legt zur Lichtverstärkung einen weißen Karton auf den Tisch, ehe man das Objekt auflegt.

Stativ: — Teile: 19, 16, 16, 10, 17, 20, 22.

F V: V.: 35× — G. F. 3 mm — A. A. 45 mm — Teile: 3, 7, 3, 15, 14, 12, 16, 15, 8, 4,
F VI: V.: 45× — G. F. 2½ mm — A. A. 45 mm — Teile: 3, 8, 3, 15, 14, 12, 16, 15, 7, 4.

Abb. 14



Fachwort-Erläuterungen

Aberration:	Abweichungsfehler des Lichtes, der durch die Krümmung einer Linse entsteht.
Achromat (achromatisch):	Linsensystem aus Flint- und Kronglas zur Verminderung der Farbfehler.
Aplanat (aplanatisch):	Linsensystem aus 2 plankonvexen Linsen, bewirkt Einebnung der Bildwölbung.
Astronomie (astronomisch):	Sternkunde.
Auflicht:	Beleuchtungseinrichtung am Mikroskop, das zur besseren Betrachtungsmöglichkeit lichtundurchlässige Präparate (Werkstoffe) von oben anstrahlt.
bi:	zwei, zweiseitig.
bi-konkav:	beiderseits hohl.
bi-konvex:	beiderseits gewölbt.
binokular:	beidäugig.
Brennpunkt (Fokus):	der Punkt, wo nach Brechung des Lichtes durch eine Linse die Strahlen zusammentreffen.
Brennweite (f):	die Entfernung zwischen Linse und Brennpunkt.
Gesichtsfeld:	auch Sehfeld, ist das Bild, das das Auge, ohne, sich zu bewegen, erfassen kann. Bei optischen Instrumenten wird u. a. das Gesichtsfeld durch Blenden begrenzt.
Lichtstärke:	ergibt sich beim Fernglas aus der Multiplikation der Austrittspupille mit sich selbst. Siehe auch Seite 14.
Linse:	Glaskörper, der den Strahlengang des Lichtes beeinflusst.
Lupe:	Linse oder Linsensystem in einer Fassung, das zur Vergrößerung von Gegenständen dient, die sich innerhalb der Brennweite befinden.
monokular:	einäugig.
Objekt:	Gegenstand, der betrachtet wird.
Objektiv:	dem Gegenstand zugekehrte Linse.
Okular:	dem Auge (oculus) zugekehrte Linse.
Optik:	Lehre vom Licht.
Optische Achse:	Gedachte Linie, die die Linsenflächen in den Scheitelpunkten senkrecht durchläuft.
Periskop:	Fernrohr zur „Rundum-Betrachtung“.
plankonkav:	eine Seite flach, die andere Seite hohl.
plankonvex:	eine Seite flach, die andere Seite gewölbt.
Porro:	Italienischer Physiker (1800–1875).
Präparat:	hauptsächlich zur mikroskopischen Betrachtung hergerichtete Objekte.
Prisma:	Glaskörper, bei dem die ebenen Flächen in einem bestimmten Winkel zueinander stehen.
Reflektor:	Fernrohr, in dem das Licht durch einen Spiegel eingefangen wird.
Refraktor:	Fernrohr, in dem das Licht durch Linsen eingefangen wird.
Spektralfarben:	die einzelnen Farben, in die das weiße Licht zerlegt werden kann.
Stativ:	Ständer zur stabilen Auflage eines optischen Instruments.
tele:	fern, weit.
Teleskop:	Fernrohr.
terrestrisch:	auf die Erde bezogen.
Tubus:	Rohr, in das Okular und Objektiv eingebaut sind.
Winkeltubus:	Abgewinkeltes Rohr, in dem ein Spiegel oder Prisma zur Umlenkung der Lichtstrahlen eingesetzt ist.
Zenit:	höchster Punkt am Sternenhimmel.