



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

334. Mikroskop

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](#)

Auge ein virtuelles vergrößertes Bild darzubieten. Diese Verschiedenheit der Aufgabe der beiden Teile eines „zusammengesetzten optischen Instrumentes“ gewährt den Vorteil, auch die Kompensationen der Abbildungsfehler auf die beiden Einzelsysteme in zweckmäßiger Weise zu verteilen. Die Okulare haben ein größeres Gesichtsfeld abzubilden, aber entsprechend der engen Öffnung des betrachtenden Auges nur mit engen Strahlenbündeln. Die Objektive dagegen sollen, um möglichst helle Bilder zu liefern, aus Linsen mit möglichst großer Öffnung bestehen; dafür kann sich hier die Abbildung auf Punkte in der Nähe der Achse beschränken. Bei ihnen muß daher außer der chromatischen vor allem die sphärische Abweichung möglichst aufgehoben sein.

334. **Mikroskop** nennt man jede Vorrichtung, durch welche man kleine nahe Gegenstände vergrößert sieht. Da eine konvexe Linse von kurzer Brennweite einen Gegenstand, der um weniger als

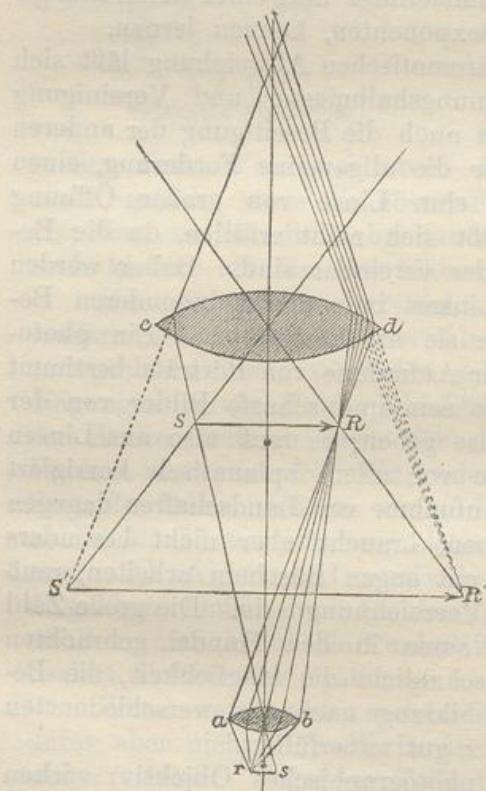


Fig. 345.
Strahlengang im Mikroskop.

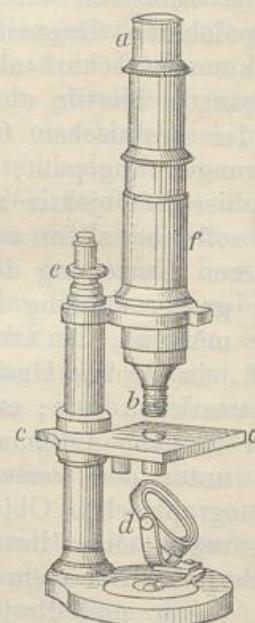


Fig. 346.
Zusammengesetztes Mikroskop.

die Brennweite von ihr absteht, einem hinter der Linse befindlichen Auge vergrößert zeigt, so bezeichnet man eine solche Lupe auch als ein einfaches Mikroskop. Eine weit höhere Leistungsfähigkeit besitzt das zusammengesetzte Mikroskop (Jansen, 1590). Sein Objektiv (*ab*, Fig. 345) ist eine Linse, oder richtiger ein Linsensystem,

von sehr kurzer Brennweite und entwirft von dem kleinen Gegenstand ($r's$), der um etwas mehr als ihre Brennweite von ihr absteht, bei RS ein umgekehrtes vergrößertes reelles Bild, welches durch wirkliche Vereinigung der Lichtstrahlen entsteht. Dieses wird durch das Okular (cd), von dem es um weniger als dessen Brennweite absteht, wie durch eine Lupe betrachtet, und daher in $R'S'$ als virtuelles Bild nochmals vergrößert gesehen. Da das schließlich gesehene Bild $R'S'$ die entgegengesetzte Lage hat wie der Gegenstand rs , so werden durch das Mikroskop die Gegenstände umgekehrt gesehen. Die Fig. 346 zeigt die äußere Einrichtung, welche man dem Mikroskop gewöhnlich gibt. Das Okular a und das Objektiv b sind in ein Messingrohr gefaßt, welches behufs der richtigen Einstellung in der Messinghülse f mit sanfter Reibung oder mit Zahn und Trieb verschiebbar ist; die feinere Einstellung wird durch Drehen des Schraubenkopfes e bewirkt. Der gewöhnlich durchsichtige Gegenstand, von einer Glasplatte getragen, wird auf das Tischchen cc gelegt und von unten her durch einen Spiegel d beleuchtet.

Die Objektive der Mikroskope sind entsprechend der im vorigen Abschnitt dargelegten Notwendigkeit, die chromatische und die sphärische Abweichung nach Möglichkeit zu beseitigen, immer aus mehreren, oft aus einer ganzen Reihe von Linsen zusammengesetzt. Bei den stärksten Vergrößerungen bedient man sich zur Erzielung möglichst heller und guter Bilder des Kunstgriffs, die Luft zwischen der Unterfläche der untersten Objektivlinse und dem das Objekt bedeckenden Deckglas durch eine Flüssigkeit zu ersetzen. Man bezeichnet ein für dieses Verfahren eingerichtetes Objektivsystem als ein Immersionssystem und im Gegensatz dazu die gewöhnlichen Objektivsysteme als Trockensysteme. Wählt man die Flüssigkeit und das Deckglas so, daß beide denselben Brechungsexponenten haben wie die unterste Objektivlinse, so nennt man die Immersion homogen. Die Immersionssysteme haben den Vorteil, daß die Brechungen, die das vom Objekt kommende Licht beim Eintritt in die unterste Objektivlinse erfährt, vermindert werden, oder bei homogener Immersion ganz fortfallen. Dadurch werden nicht bloß die Schwächungen des Lichtes beseitigt, die notwendig mit diesen Brechungen verbunden sind, sondern das Objektivsystem wird auch befähigt, ein viel umfangreicheres, weiter geöffnetes Büschel der vom Objekt kommenden Strahlen aufzunehmen. Bei Trockensystemen können nämlich nur diejenigen Strahlen in das Objektiv gelangen, welche von dem Objekt unter kleineren Winkeln ausgehen, als dem Grenzwinkel der totalen Reflexion an der Oberfläche des Deckglases entsprechen. Diese Grenze wird bei der Immersion hinausgeschoben oder ganz beseitigt; dadurch werden die Bilder nicht bloß heller, sondern es steigt damit zugleich die Leistungsfähigkeit der Instrumente in bezug auf die Unterscheidbarkeit von Einzelheiten, das sogenannte Auflösungsvermögen, auf dessen Bedeutung wir später noch zurückkommen (358).

Da die Objekte, auf deren Betrachtung man das Mikroskop anwendet, nicht selbstleuchtend sind, sondern mit durchfallendem Lichte beleuchtet werden, so muß, um die beschriebenen Vorteile der stark vergrößernden Systeme wirklich auszunutzen, das Licht in zweckmäßiger Weise durch das Objekt hindurch dem Objektiv zugeführt werden. Dazu dient ein besonderer Beleuchtungsapparat, der Kondensor, der aus starken Linsen zusammengesetzt ist und sich unmittelbar unter dem Objekt befindet. In seiner vollkommensten, von Abbe konstruierten Form ist dieser Beleuchtungsapparat noch mit einer verstellbaren Blende (Irisblende) und Zentriervorrichtungen versehen, die gestatten, sowohl die Öffnung wie die Einfallsrichtung der beleuchtenden Strahlenkegel innerhalb weiter Grenzen ganz beliebig zu verändern.

Auch die Okulare sind stets zur Ausgleichung der Abbildungsfehler aus mehreren Linsen zusammengesetzt, in der Regel aus zweien. Das in Mikroskopen meistens benutzte Huygenssche Okular — irrtümlich oft als Campanisches Okular bezeichnet — besteht aus zwei plankonvexen Linsen (Fig. 347), die mit ihren gekrümmten Flächen dem Objektiv zugewandt und in der Regel so angeordnet sind, daß ihr Abstand doppelt so groß ist wie die Brennweite der oberen oder

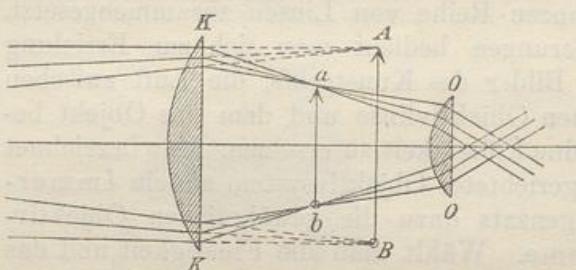


Fig. 347.
Huygenssches Okular.

Augenlinse $O O$. Nur die letztere wirkt hier als Lupe zur Betrachtung des Bildes. Die untere Linse KK , deren Brennweite bei dem angegebenen Abstand der beiden Linsen dreimal größer als die der Augenlinse gewählt wird, fängt die vom Objektiv kommenden Strahlen auf, ehe sie sich zum reellen Bilde AB vereinigen, und lenkt sie in der in der Figur angedeuteten Weise so nach der Achse zu, daß sie von der Augenlinse aufgefangen werden, nachdem sie sich in ab zum reellen Bilde vereinigt haben; wegen dieser sammelnden Wirkung wird die untere Linse KK Kollektivlinse genannt. Seltener in Mikroskopen, aber häufiger in Fernrohren wird das Okular von Ramsden angewandt, das einfach wie eine aus zwei Linsen zusammengesetzte Lupe wirkt.

Fig. 348 stellt den Strahlengang für einen auf der Achse gelegenen Objektpunkt in einem mit Kondensor und Huygensschem Okular versehenen Mikroskope dar und Fig. 349 gibt die äußere Gestaltung eines modernen, vollständig eingerichteten Mikroskopes wieder. Die Bezeichnung ist die gleiche wie bei Fig. 346. Okular a und Objektiv b stecken im Tubus f . Die Schraube e_1 bewirkt die größere, die Schraube e_2 die feinere Einstellung auf das Objekt. Die Platte des Objektisches cc ist drehbar und trägt zwei gekreuzte,

durch feine Schrauben bewegbare Schlitten, mit deren Hilfe das Objekt bequem durchmustert und zentriert werden kann. Unter dem Tisch sitzt in besonderer Fassung der Kondensor, der mit der Schraube *i* zentrisch oder exzentrisch eingestellt werden kann. Unter diesem sitzt die Irisblende, die durch Bewegen des Stiftes *g* geöffnet und geschlossen wird. Der ganze Träger des Mikroskops ist im Fuß des Stativs um die Achse *h* drehbar, um in geneigter Lage des Instruments bequem beobachten zu können.

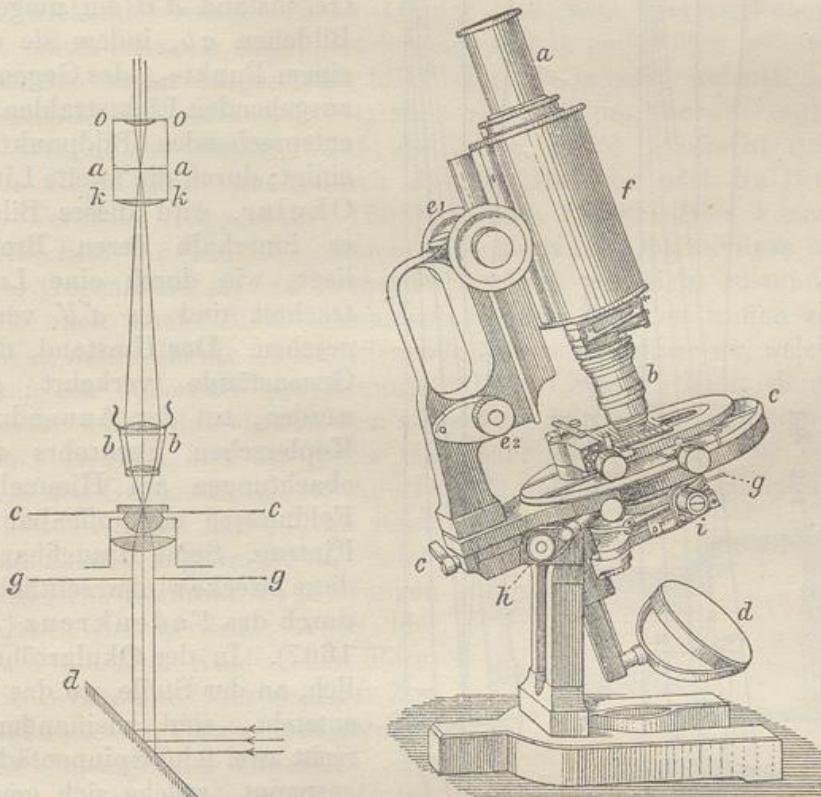


Fig. 348.

Strahlengang für einen auf der Achse
gelegenen Objektpunkt durch Kondensor,
Objektiv und Okular hindurch.

Fig. 349.

Modernes Mikroskop mit vollständiger
Ausrüstung.

Die Vergrößerung des Mikroskops ist, wie man leicht aus Fig. 345 ersieht, das Produkt der von dem Objektiv und der von dem Okular erzeugten Vergrößerung. Sie ist um so größer, je kleiner die Brennweiten dieser beiden Systeme sind und je größer ihr Abstand, d. h. die Tubuslänge ist.

335. Fernrohr heißt jedes Instrument, durch welches man entfernte Gegenstände unter größerem Schwinkel als mit freiem Auge und deshalb gleichsam näher gerückt sieht. Das Keplersche (1611) oder astronomische Fernrohr besteht dem Wesen nach aus zwei konvexen Linsen, einer größeren (*oo*, Fig. 350) von längerer Brennweite, welche am vorderen Ende eines Rohres von entsprechender