

Allgemeine Botanik Pilzkunde und Hefereinzucht für Brauer

Von

Dr. H. Roß

Konservator am Botanischen Museum, Lehrer an der
Lehr- und Versuchsanstalt für Brauer in München

Mit 35 Abbildungen im Text

Zweite, neu bearbeitete Auflage



München und Berlin 1920
Druck und Verlag von R. Oldenbourg

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechtes, vorbehalten
Copyright 1920 by R. Oldenbourg, Munich

Vorwort.

Die neue Auflage enthält mancherlei Verbesserungen und Veränderungen, welche sich durch die praktische Erfahrung nach mehr als 20 jähriger Lehrtätigkeit oder durch neue wissenschaftliche Forschungen ergeben haben. Da der angehende Brauer nur einen kleinen Teil seiner vielseitigen Ausbildung der Botanik widmen kann, ging mein Bestreben dahin, den Stoff in dem vorliegenden Buche auf das Wichtigste und unbedingt Notwendige zu beschränken. Infolgedessen wurde die Darstellung in einzelnen unter sich unabhängigen Abschnitten gewählt. Besonders der die allgemeine Botanik enthaltende Teil ist gänzlich neu bearbeitet und besser dem Bedürfnis des Brauers angepaßt worden. Ferner ist die botanische Beschreibung der Gerste hineinbezogen worden. Der Abschnitt Hefereinzuchtapparat ist von Herrn Dr. Doemens verfaßt. Von einer Vermehrung der Abbildungen wurde auch diesmal Abstand genommen, da gute Wandtafeln wohl überall zur Verfügung stehen, außerdem durch Zeichnen an der Tafel alles Notwendige gezeigt werden kann und sich durch das Nachzeichnen den Hörern noch besser einprägt. Ferner wird dadurch auch vermieden, daß im mikroskopischen Praktikum die nach den Präparaten anzufertigenden Zeichnungen beeinflußt werden.

Einige Abbildungen von Geräten und Präparaten wurden von den Firmen Dr. Bender & Dr. Hobein und Wagner & Munz freundlichst zur Verfügung gestellt.

München, Februar 1920.

Dr. H. Roß.

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	1
Das Mikroskop	2
Allgemeine Botanik	14
Einteilung des Pflanzenreichs	41
Pilzkunde	43
a) Allgemeine Lebensverhältnisse der Pilze	43
b) Kultur der Pilze	46
c) Die wichtigsten in der Brauerei vorkommen- den Pilze	62
Reinkultur der Pilze	90
Hefereinzuchtapparat	102
Mikroskopische Untersuchungen zur Be- triebskontrolle	114
Sachregister	126

Einleitung.

§ 1. Man unterscheidet in der Natur leblose und belebte Körper oder Organismen. Die leblose Natur baut sich auf aus kleinsten Teilchen von gleicher Beschaffenheit (Atome, Moleküle), welche sich im allgemeinen nicht verändern. Die Lebewesen dagegen bestehen aus Zellen, welche beständigen Veränderungen unterworfen sind durch Wachstum, Atmung, Ernährung, Stoffwechsel, Ausscheidung usw.

Die höheren Pflanzen (Gerste, Hopfen) bauen sich auf aus zahllosen sehr verschieden gestalteten und beschaffenen Zellen, welche meist in bestimmter Weise zu Geweben vereinigt sind. Unter den niederen Pflanzen dagegen gibt es viele, welche aus wenigen oder auch nur aus einer Zelle (einzellige Lebewesen) bestehen; sie sind dann meist so klein, daß man sie nur mit Hilfe des Mikroskops wahrnehmen kann (Mikroorganismen, Kleinlebewesen), z. B. Hefe, Bakterien.

Man teilt die Lebewesen ein in Pflanzen und Tiere. Mit ersteren beschäftigt sich die Pflanzenkunde (Botanik), mit letzteren die Tierkunde (Zoologie). Das Tierreich kommt hier nicht in Betracht. Die für das Brauereigewerbe wichtigsten Rohstoffe sowie die Pilze, welche die Gärung bedingen, die Bierkrankheiten usw. erzeugen, gehören zum Pflanzenreich. Daher ist es notwendig, einiges über den inneren Bau der Pflanzen (Anatomie), die Lebensvorgänge (Physiologie), die äußere Gestalt (Morphologie), über die Einteilung des Pflanzenreichs und die Merkmale und Benennung der einzelnen in Betracht kommenden Pflanzen (Systematik) kennenzulernen. Eine eingehende Behandlung aller dieser Abschnitte ist für den angehenden Brauer nicht nötig und auch nicht möglich, weil zu umfangreich. Wir müssen uns hier auf das beschränken, was zum Verständnis der wichtigsten Vorgänge im Brauereigewerbe unbedingt erforderlich ist. Die einzelnen Gegenstände werden daher als besondere, für sich möglichst selbständige Kapitel behandelt.

I. Das Mikroskop.

§ 2. Für das Verständnis der Rohstoffe sowie der Mikroorganismen, ebenso bei der Betriebskontrolle und bei den botanischen Arbeiten im Laboratorium, wird das Mikroskop beständig gebraucht. Daher muß der Brauer sich mit der Handhabung dieses Instrumentes vertraut machen.

Es folgen zunächst kurze Beschreibungen der hauptsächlichsten Teile desselben, einige Angaben über die wichtigsten hier in Betracht kommenden Gesetze der Strahlenbrechung, das Verhalten der verschiedenen Linsen usw. Ausführliches bietet jedes allgemeine Lehrbuch der Physik. Es handelt sich hier auch darum, die dem Anfänger am meisten auffallende Erscheinung zu erklären, daß man im Mikroskop den zu beobachtenden Gegenstand umgekehrt sieht.

1. Allgemeines.

Das Mikroskop¹⁾ besteht aus dem Stativ mit dem Objektisch, dem Beleuchtungsapparat und verschiedenen Linsen (Fig. 1).

Die am oberen Ende des Mikroskoprohres (lateinisch *tubus*), also dem Auge (lateinisch *oculus*) zunächst befindliche Linse heißt Okular; die untere, dem zu betrachtenden Gegenstand (Objekt) zunächststehende Linse heißt Objektiv.

Das Wichtigste am Mikroskop ist das Objektiv, weil dieses hauptsächlich die Vergrößerung herbeiführt. Es besteht aus mehreren aplanatischen Doppellinsen und bringt ein umgekehrtes, stark vergrößertes Bild des Gegenstandes hervor (§ 4), welches durch das Okular nochmals vergrößert wird. Objektiv und Okular sind mit Buchstaben oder Nummern, von den schwächeren zu den stärkeren fortlaufend, versehen. Man benutzt soweit als möglich schwache Okulare, da die stärkeren immer größer werdende Dunkelheit des Gesichtsfeldes bedingen.

Jedem Mikroskop wird von der Fabrik eine Tabelle beigelegt, welche die Vergrößerung je nach den verschiedenen Zusammenstellungen von Objektiv und Okular angibt, z. B.:

Vergrößerung bei 170 mm Tubuslänge und 250 mm Bildweite					
Objektiv	Okular				Wert d. Okular-Mikrometers
	I	III	IV	V	
3	57	60	100	140	0,008
5	190	280	345	420	0,0024
7	370	525	625	770	0,0013

Die Erklärung der letzten Rubrik, Wert des Okular-Mikrometers, findet sich in § 7.

¹⁾ *Mikros* (griechisch) klein; *skopeo* (griechisch) ich sehe.

Für mikroskopische Gegenstände dient als Maßeinheit das Mikromillimeter = 0,001 mm; als Zeichen hierfür gilt der griechische Buchstabe μ (sprich mü). Man gibt für wissenschaftliche

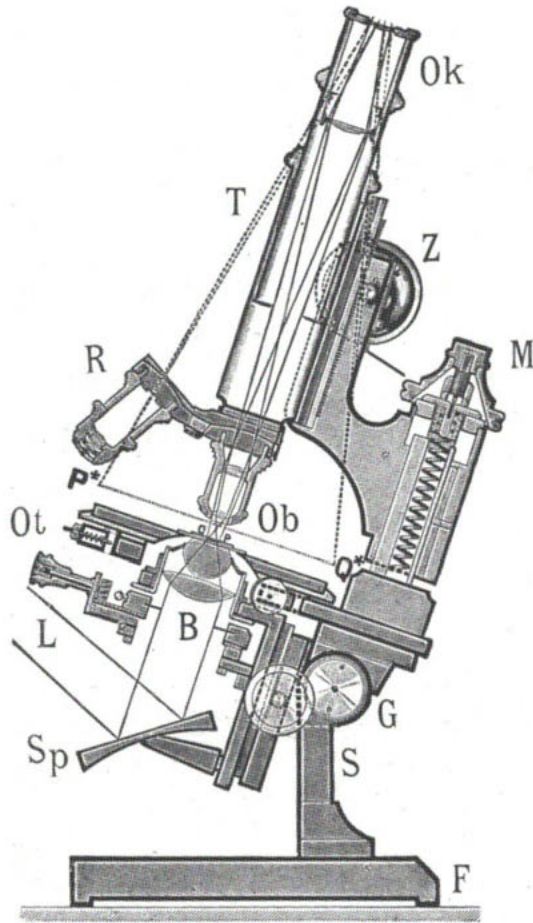


Fig. 1. Schematischer Längsschnitt nebst Strahlengang eines größeren Mikroskops von E. Leitz, Wetzlar.

Ok Okular, *T* Tubus (Mikroskoprohr), *Z* Zahn und Trieb zur groben Einstellung, *M* Mikrometerschraube, *Ob* Objektiv, *R* Revolver, *Ot* Objektisch, *B* Beleuchtungsapparat, *G* Gelenk zum Umlegen, *S* Säule, *Sp* Spiegel, *L* Lichtstrahlen, *F* Fuß.

Zwecke stets nur lineare Vergrößerungen an. Eine Hefezelle von 8μ z. B. erscheint bei 100facher Vergrößerung 0,8 mm lang. Dies entspricht einer Flächenvergrößerung von $100 = 10000$ und einer kubischen Vergrößerung von $100 = 1000000$. Über die Ausführung des Messens vgl. § 7.

Um mehrere Objektive am Tubus anbringen zu können, gibt es eine besondere Einrichtung, Revolver genannt. Derselbe ermöglicht ein rasches Wechseln der Objektive, welche so eingerichtet sind, daß sie unmittelbar das scharfe Bild des Gegenstandes geben.

Zur Beleuchtung durchsichtiger Objekte dient ein unter der Öffnung des Objektisches befindlicher Spiegel, welcher die Lichtstrahlen in das Mikroskop wirft. Derselbe ist nach allen Seiten verstellbar und hat eine ebene und eine hohle Seite. Die Lichtstrahlen werden von dem Spiegel durch die im Objektisch befindliche Öffnung auf den zu untersuchenden Gegenstand geworfen, welcher so sichtbar wird. Die Öffnung im Objektisch ist sehr groß und muß durch Blenden (Diaphragmen) je nach der Stärke der Vergrößerung verringert werden. Teure Stative sind mit einem besonderen Beleuchtungsapparat nebst Irisblende versehen, der für stärkere Vergrößerungen fast unentbehrlich ist.

Größere Instrumente besitzen stets ein Zahnrad und Triebwerk zur gröberen Einstellung; andernfalls geschieht dieses durch Auf- oder Abwärtsbewegung des Tubus mit der Hand. An dem Stativ befindet sich außerdem eine Schraube, Mikrometerschraube, zur feineren Regulierung des Abstandes zwischen dem Objektiv und dem zu beobachtenden Gegenstand, bis derselbe scharf und deutlich sichtbar wird.

§ 3. Zum Verständnis der optischen Vorgänge im Mikroskop mögen folgende kurze Angaben dienen:

Senkrecht auffallende Lichtstrahlen erleiden beim Übergang von einem dünneren in ein dichteres Medium keine Ablenkung

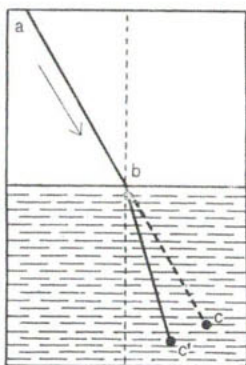


Fig. 2. Brechung eines Lichtstrahles beim Übergang aus einem dünneren in ein dichteres Medium.

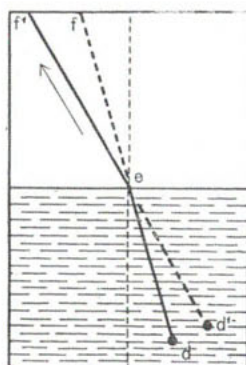


Fig. 3. Brechung eines Lichtstrahles beim Übergang aus einem dichteren in ein dünneres Medium.

von ihrer Richtung. Ein schräg auffallender Lichtstrahl (Fig. 2 a b) dagegen setzt sich dann nicht gerade fort (Fig. 2 b c), sondern ändert seine Richtung, er wird gebrochen, und zwar auf das Einfallslot

zu (Fig. 2bc¹). Einfallslot heißt die auf dem Einfallspunkte *b* errichtete Senkrechte. Beim Übergang aus einem dichteren in ein dünneres Medium wird der Lichtstrahl (Fig. 3de) vom Einfallslot weg gebrochen. (Fig. 3ef¹). Ein im Wasser befindlicher Gegenstand scheint daher höher zu liegen, als es in Wirklichkeit der Fall ist; *d* erscheint bei *d*¹.

Auf Lichtbrechung beruht auch die Wirkung der optischen Glaslinsen. Dieselben haben verschiedene Formen (Fig. 4). Die Flächen können eben (plan) oder kugelförmig sein. Letztere sind

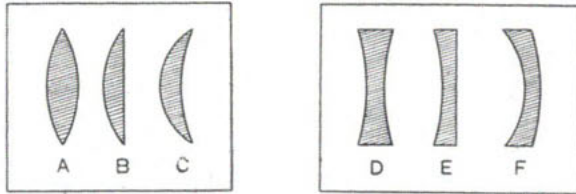


Fig. 4. Verschiedene Formen der Glaslinsen.
A—C Sammellinsen; D—F Zerstreuungslinsen.

entweder emporgewölbt (konvex) oder ausgehöhlt gewölbt (konkav). Dementsprechend bezeichnet man die Linsen als bikonvex (Fig. 4A), plankonvex (Fig. 4B), konkav-konvex (Fig. 4C), bikonkav (Fig. 4D), plankonkav (Fig. 4E), konvex-konkav (Fig. 4F). Die drei ersten sind Sammellinsen oder Vergrößerungsgläser, die drei letzten Zerstreuungslinsen oder Verkleinerungsgläser.

Alle parallel auf bikonvexe Linsen auffallenden Strahlen werden so gebrochen, daß sie jenseits der Linse zusammenneigen und sich in einem Punkte, dem Brennpunkte (lateinisch *focus*),

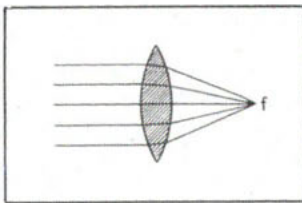


Fig. 5. Sammellinse. *f* Brennpunkt.

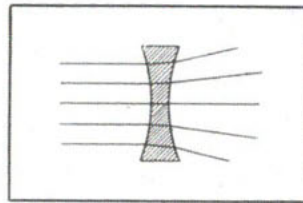


Fig. 6. Zerstreuungslinse.

vereinigen (Fig. 5). Deshalb heißen sie Sammellinsen. Die Entfernung des Brennpunktes von der Linse ist ihre Brennweite. Bei den bikonkaven Linsen dagegen weichen die parallel auffallenden und aus denselben austretenden Lichtstrahlen auseinander (Fig. 6). Daher heißen sie Zerstreuungslinsen.

Die von einem außerhalb der Brennweite liegenden Gegenstand (Fig. 7), dem Pfeile *A B*, auf eine bikonvexe Linse schräg auffallenden Lichtstrahlen gehen durch den Mittelpunkt der Linse und setzen sich jenseits derselben in gleicher Richtung fort, der Punkt *A* bis

zum Punkte A^1 , der Punkt B bis zum Punkte B^1 . Ebenso kommen die zwischen A und B liegenden Punkte zwischen A^1 und B^1 zu liegen. Auf diese Weise entsteht von dem Pfeile AB jenseits der Linse ein umgekehrtes vergrößertes Bild B^1A^1 . So verhält sich das Objektiv des Mikroskopes.

Von einem innerhalb der Brennweite gelegenen Gegenstand (Fig. 8), dem Pfeile AB , sieht das von der anderen Seite der



Fig. 7. Optischer Vorgang bei dem Objektiv.

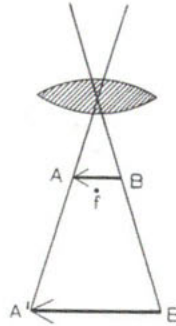


Fig. 8. Optischer Vorgang bei dem Okular.

Linse beobachtende Auge in größerer Entfernung von der Linse auf derselben Seite, wo der Gegenstand liegt, ein nichtumgekehrtes vergrößertes Bild A^1B^1 . So verhält sich das Okular des Mikroskops und jedes Vergrößerungsglas (Lupe).

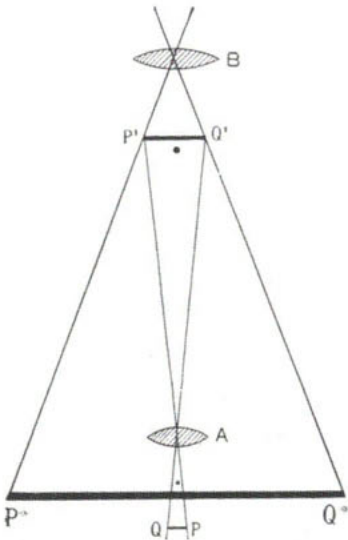


Fig. 9. Optischer Vorgang beim Mikroskop. A Objektiv, B Okular.

§ 4. Der optische Vorgang beim Mikroskop ist folgender (Fig. 9): Der zu beobachtende Gegenstand QP liegt außerhalb der Brennweite der Objektlinse A . Das von letzterer entworfene umgekehrte vergrößerte Bild P^1Q^1 fällt innerhalb der Brennweite der Okularlinse B . Das durch das Objektiv vergrößerte umgekehrte Bild wird daher von dem wie ein einfaches Vergrößerungsglas wirkenden Okular nochmals, und zwar in derselben Lage vergrößert, bleibt also umgekehrt, P^2Q^2 .

Die Vergrößerung wird um so bedeutender, je stärker die Wölbung der Linse ist. Stark gewölbte Linsen besitzen jedoch optische Nachteile (sphärische und chromatische Aberration). Dieselben werden teils durch Abblenden der Randstrahlen be-

seitigt, teils dadurch daß man statt einer stark gewölbten mehrere schwach gewölbte Linsen verwendet. Die Vereinigung mehrerer Linsen, bei denen die optischen Nachteile möglichst beseitigt sind, nennt man ein aplanatisches Linsensystem.

Bei apochromatischen Objektiven sind auch die letzten Reste der chromatischen Aberration beseitigt; sie sind wesentlich teurer, geben aber auch klarere und deutlichere Bilder als die üblichen Objektive. Durch die dazugehörigen Kompensationsokulare werden auch noch vorhandene sphärische Aberrationen aufgehoben.

Bei starken Vergrößerungen entstehen auch dadurch Nachteile, daß die aus dem Deckglas in die sehr stark abgeblendete Objektivlinse eintretenden Lichtstrahlen zu stark seitlich gebrochen werden (Fig. 10). Um dies zu vermeiden wird zwischen die äußerste Linse des Objektivs und das Deckglas ein Tropfen einer Flüssigkeit

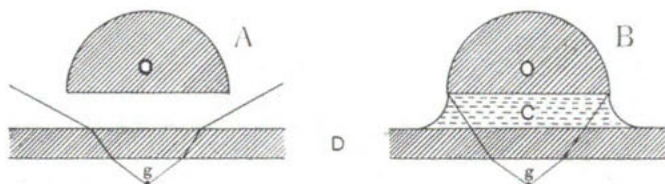


Fig. 10. Schematische Darstellung der Strahlenbrechung bei Immersionssystemen.

A ohne, B mit Zedernholzöl C; O Objektiv, D Deckglas, g Gegenstand.

gebracht. Solche Objektive bezeichnet man als Immersionssysteme¹⁾ oder Eintauchlinsen. Bei den schwächeren kann man Wasser verwenden; die stärkeren sind sogenannte homogene Immersionssysteme, das sind solche Objektive, bei denen eine Flüssigkeit mit gleicher Lichtbrechung wie die des Glases, z. B. Zedernholzöl, verwendet werden muß.

§ 5. Beim Ankauf eines Mikroskops wende man sich, stets an einen Fachmann oder an ein Spezialgeschäft. Die großen Fabriken bringen nur sorgfältig geprüfte und tadellose Instrumente in den Handel. Man hüte sich vor Gelegenheitskäufen, ohne das Urteil eines Sachverständigen zu hören.

Wer nicht in der Lage ist, sich ein mit starken Vergrößerungen ausgerüstetes Instrument sogleich beschaffen zu können, lege zuerst Wert darauf, ein gutes Stativ und schwächere Vergrößerungen sich anzuschaffen. Nach und nach können dann stärkere Objektive und Okulare sowie die notwendigen Nebenapparate erworben werden. Für die gewöhnlichen Arbeiten reicht etwa die 600fache Vergrößerung aus; für genauere Untersuchungen der Bakterien ist 1000fache oder noch stärkere Vergrößerung vielfach erforderlich.

¹⁾ Immersus (lateinisch) eingetaucht.

Ein gutes Instrument bedarf sorgfältiger Behandlung. Man bewahre dasselbe stets in dem dazu gehörigen Kasten oder unter Glasglocke auf. Staub ist sehr schädlich, ebenso das Stehen in der Sonne. Man faßt das Mikroskop am besten an der Säule unter dem Objektisch an.

Falls ein Mikroskop irgendeinen Schaden erlitten hat, nicht richtig funktioniert oder kein gutes klares Bild gibt, sende man das Instrument stets an die Fabrik zur Kontrolle bzw. Ausbesserung. Man sollte im allgemeinen niemals Teile ab- oder auseinander-schrauben, da es außerordentlich schwierig ist, dieselben wieder an den richtigen Platz zu bringen. Die kleinste Ungenauigkeit kann unter Umständen die Unbrauchbarkeit des Instrumentes herbeiführen. Nur die Okularlinsen darf man zum Zwecke der Reinigung abschrauben.

Alle Schrauben müssen leicht beweglich sein. Das Fallenlassen von Objektiven kann für diese sehr schädlich werden. Vor und nach dem Gebrauch ist das Mikroskop stets sorgfältig zu reinigen und besonders darauf zu achten, ob Objektiv und Okular völlig frei von Staub sind. Falls ein Objektiv mit Flüssigkeiten, besonders scharfen Reagentien, in Berührung gekommen ist, muß dasselbe vorsichtig mit Wasser abgespült, mit großer Sorgfalt gereinigt und mit Fließpapier oder einem sauberen Lappen abgetrocknet werden. Dies gilt besonders für die Immersionssysteme.

2. Gebrauch des Mikroskops.

§ 6. Das Mikroskop wird in einiger Entfernung ($\frac{1}{2}$ bis 1 m) vom Fenster oder von der künstlichen Lichtquelle aufgestellt, das Objektiv angeschraubt und das Okular eingesetzt, falls dieselben nicht dauernd an dem Instrument verbleiben. Man benutzt am besten für alle Untersuchungen zunächst schwache, d. h. etwa 80- bis 100fache Vergrößerung. Dann wird eingestellt. Direktes Sonnenlicht ist für die Augen schädlich; blauer Himmel oder helle Wolken sind am günstigsten. Bilder von Fensterkreuzen usw. sind möglichst zu vermeiden. Bei Benutzung von Lampenlicht empfiehlt es sich, eine blaue Glasscheibe in die Öffnung des Objektisches zu legen oder das Licht durch eine Kupfersulfatlösung gehen zu lassen. Der Planspiegel wird im allgemeinen bei schwächerer, der Hohlspiegel bei stärkerer Vergrößerung verwendet oder die Irisblende wird entsprechend gestellt.

Man bringt dann das Präparat in die Mitte der Öffnung des Objektisches und beginnt einzustellen, d. h. das Objektiv in die richtige Entfernung von dem Objekt zu bringen. Bis zu einem gewissen Grade kann man dies, von der Seite sehend, tun, da für jedes Objektiv die Entfernung eine bestimmte ist (§ 3). Mit Rücksicht auf die bei stärker vergrößernden Linsen immer kürzer werdende Brennweite muß der Abstand zwischen dem Objektiv und dem zu beobachtenden Gegenstand um so geringer werden,

je stärker die Vergrößerung ist; bei schwachen Vergrößerungen ist der Abstand etwa 10 mm, bei stärkeren etwa 1 mm oder weniger.

Die Stärke eines Objektivs läßt sich ungefähr beurteilen nach der Größe des sichtbaren Teiles seiner äußersten Linse. Bei schwächeren Vergrößerungen ist dieser sichtbare Teil verhältnismäßig groß; je stärker dieselben sind, desto kleiner ist er, fast punktförmig bei den stärksten.

Dann nähert man, von der Seite sehend, das Objektiv dem Deckgläschen bis über den Normalabstand hinaus. Darauf sieht man durch das Okular, kontrolliert nochmals, ob. durch den Spiegel die größtmögliche Helligkeit erreicht wird und entfernt nun entweder durch langsame und gleichmäßig drehende Bewegung des Tubus oder vermittelt des bei den größeren Stativen zu diesem Zweck angebrachten Zahnrades das Objektiv von dem Gegenstande so lange, bis das Bild desselben erscheint. Zuletzt stellt man mit der Mikrometerschraube genau ein, bis alle Einzelheiten scharf und deutlich sichtbar sind. Bei stärkerer Vergrößerung ist besondere Vorsicht hierbei notwendig, da sonst leicht das Objektiv auf das Deckglas gestoßen und dieses zerbrochen wird; vielfach wird das Präparat dabei zerquetscht, auch kann das Objektiv beschädigt werden.

§ 7. Das Messen mikroskopisch kleiner Gegenstände (z. B. die Länge einer Hefezelle) geschieht am einfachsten mit Hilfe eines Mikrometerokulars, welches bei einem gut ausgerüsteten Mikroskop nicht fehlen sollte. In der Mitte eines solchen Okulars befindet sich eine Skala mit 80 bis 100 Teilstrichen, ähnlich wie bei einem Maßstabe. Je nach der Vergrößerung haben die Teilstriche bestimmte Werte. Die Tabelle, welche jedem Mikroskop beigegeben wird (§ 2), enthält auch genaue Angaben über die realen Werte dieser Teilstriche bei den verschiedenen Vergrößerungen. Stellt man bei starker Vergrößerung die Skala z. B. genau über einer Hefezelle ein, so findet man, daß diese Zelle sich über 3,5 Teilstriche erstreckt. Der Raum zwischen 2 Teilstrichen beträgt bei dieser Vergrößerung $2,4 \mu$: die Hefezelle ist also $2,4 \times 3,5 = 8,4 \mu$ lang.

3. Wichtigste Hilfsmittel bei den mikroskopischen Arbeiten.

§ 8. Objektträger. — Eine rechteckige Platte aus möglichst fehlerfreiem weißem Glase, auf dessen Mitte das Präparat gelegt wird. Man unterscheidet englisches Format (76×26 mm), Gießner Format (48×28 mm) usw. Für verschiedene Pilzkulturen sind Objektträger erforderlich, welche in der Mitte eine Vertiefung haben.

Deckgläser. — Dünne quadratische Glasplättchen zum Bedecken des in Flüssigkeit eingelegten Präparates. Bei schwacher Vergrößerung ist ein Deckglas entbehrlich, bei starker unbedingt notwendig, um zu verhindern, daß die Objektivlinse mit der Flüssigkeit in Berührung kommt. Am meisten ist die Größe von 18 mm im Quadrat in Gebrauch und die Dicke von 0,15 bis 0,18 mm. Bei

starken Vergrößerungen sind dünnere Deckgläser erforderlich. Für besondere Zwecke bei Kulturen von Pilzen wie feuchte Kammern, Tröpfchenkulturen sowie für gefelderte und numerierte Deckgläser bedarf man eines größeren Formates.

Rasiermesser. — Eine dünne langausgezogene Klinge dient für weichere, eine stärkere Klinge für härtere Gegenstände. Durch fleißige Benutzung eines guten Streichriemens wird das Messer beständig scharf gehalten.

Glasstäbe. — Etwa 20 cm lang, 4—6 mm dick und an beiden Enden rund geschmolzen.

Präpariernadeln. — Runde gewöhnliche Stahlnadeln in einem hölzernen Griff und solche mit abgeplatteter verbreiterter Spitze.

Feine starre Pinsel. — Zum Übertragen der Schnitte von der Rasiermesser Klinge auf den Objektträger usw. Sehr feine Schnitte werden besser mit einer Nadel übertragen, da sie sehr leicht im Pinsel hängen bleiben.

Platinöse. — Ein Stück Platindraht, dessen Ende zu einer etwa 3 mm langen und 1 mm weiten Öse umgebogen wird. Die Öse hat einen Holzstiel oder ist in einen Glasstab eingeschmolzen.

Pinzetten. — Vernickelt oder aus Stahl mit zugespitzten Enden.

Alle diese Gegenstände sind vor und nach dem Gebrauch sorgfältig zu reinigen und sauber aufzubewahren. Bei Arbeiten mit Mikroorganismen sind dieselben jedesmal vor dem Gebrauch in der Flamme keimfrei zu machen, aber erst abgekühlt zu benutzen.

Leinwandlappen. — Gute nicht fasernde besäumte genügend große Stücke zum Reinigen aller Gegenstände, besonders der Objektträger und Deckgläser. Die Linsen werden am besten mit einem feinen nicht gekalkten Wildleder oder mit einem feinen Pinsel gereinigt. Alle Putzlappen sind vor Staub zu schützen.

Fließpapier. — Beste Qualität in kleinen etwa 20 mm breiten und 30—40 mm langen Stücken zum Aufsaugen überschüssiger Flüssigkeiten und zum Durchsaugen von Reagenzien, die an den Rand des Deckgläschens gebracht wurden.

Holundermark. — Um feine Schnitte von kleineren oder zarten Gegenständen zu erhalten, legt man dieselben zwischen zwei Platten von Holundermark.

Zeichenutensilien. — Ein harter und ein weicher Bleistift, ziemlich glattes Zeichenpapier und guter Radiergummi. Farbige Stifte leisten vielfach auch gute Dienste.

Größtmögliche Sauberkeit muß in allem und überall herrschen. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich auch, die Arbeitstische schwarz zu beizen und zu ölen. Eine geeignete derartige Beize ist folgende:

Lösung I: 4000 g Wasser
600 g salzsaures Anilin.

Lösung II: 1000 g Wasser
86 g Kupferchlorid
67 g Kaliumchlorid
33 g Ammoniumchlorid.