Biologisches Zentralblatt

Begründet von J. Rosenthal

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und Dr. R. Hertwig
Professor der Botanik Professor der Zoologie
in München

herausgegeben von

Dr. E. Weinland
Professor der Physiologie in Erlangen

Verlag von Georg Thieme in Leipzig

38. Band **Juli 1918** **Nr. 7**
ausgegeben am 31. Juli

Der jährliche Abonnementspreis (12 Hefte) beträgt 20 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, die Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Menzingerstr. 15, Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vgl. Anatomie und Entwickelungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. E. Weinland, Erlangen, Physiolog. Institut, einsenden zu wollen.

Inhalt: **W. J. Schmidt**, Deckglasdicke, Tubuslänge und Objektive mit Korrektionsfassung. S. 269.
P. Schiefferdecker, Über die Durchtränkung des Epithels mit Sauerstoff. S. 276.
F. Schanz, Wirkungen des Lichts auf die Pflanze. S. 283.
K. Bretscher, Die Abhängigkeit des Vogelzuges von der Witterung. S. 296.
Referate: **E. Becher**, Die fremddienliche Zweckmäßigkeit der Pflanzengallen und die Hypothese eines überindividuellen Seelischen. S. 315.

Deckglasdicke, Tubuslänge und Objektive mit Korrektionsfassung.

Von Prof. Dr. W. J. Schmidt in Bonn.

Allbekannte Dinge verdienen bisweilen wieder einmal besprochen zu werden, wenn sie nämlich nicht die Beachtung finden, die ihnen zukommt. Seit Jahren mache ich bei gelegentlichem Zusammensein mit Fachgenossen, Biologen im weitesten Sinne, bei mikroskopischen Demonstrationen, in Kursen, im Gespräch mit Studierenden der verschiedensten Universitäten die Erfahrung, daß nur selten die Bedeutung von Deckglasdicke und Tubuslänge für die Güte des mikroskopischen Bildes beim Gebrauch starker Trockensysteme hinreichend gewürdigt, und daß vor allem bei der Einführung in mikroskopische Studien auf diese Dinge nicht nachdrücklich genug aufmerksam gemacht wird. Beginnt der Studierende aber später mit selbständigen Arbeiten, so fehlt es meist an Zeit und Gelegenheit, derartige Versäumnisse

nachzuholen, und solche, die sich aus eignem Antrieb der zahlreichen vortrefflichen Bücher über Gebrauch und Wirkungsweise des Mikroskops bedienen, um ihre Kenntnisse zu vervollständigen, sind Ausnahmen.

Mit der Unterschätzung des Einflusses der Deckglasdicke beim Gebrauch starker Trockensysteme hängt es nun zusammen, daß diese Objektive gewöhnlich nicht mit Korrektionsfassung gekauft und benutzt werden und daß nicht gar selten die Besitzer von Objektiven mit Korrektionsfassung auf deren sachgemäßen Gebrauch verzichten, indem sie die ganze Angelegenheit als nebensächlich oder nur für feinste Arbeiten in Betracht kommend vernachlässigen.

Die Korrektionsfassung ermöglicht es bekanntlich, durch Drehen an einem Ringe die Entfernung der beweglichen Hinterlinsen des Objektivs von (der oder) den feststehenden Vorderlinsen zu ändern und damit die durch unrichtige Deckglasdicke erzeugte Störung des Strahlenganges auszugleichen. Der Ring spielt über einer bezifferten Skala, die in 100stel Millimeter die zur jeweiligen Stellung passende Deckglasdicke angibt. Derartige Objektive können in zweierlei Weise gebraucht werden, bei bekannter Deckglasdicke (Ausmessen derselben mit einem Deckglastaster oder auf andere Weise), indem der Ring auf die entsprechende Marke gestellt wird, bei unbekannter Deckglasdicke, was in der Praxis die Regel ist, indem die richtige Deckglaskorrektion dadurch ausgeprobt wird, daß man mit der einen Hand den Ring hin- und herdreht und gleichzeitig mit der anderen die Mikrometerschraube bedient; man beläßt dann den Ring in der Stellung, bei welcher das Bild am schärfsten erscheint. Bei dieser Einstellung des Objektivs öffne man die Blende weit und fasse kleine dunkle Gebilde im Präparat ins Auge, um die Bildschärfe zu beurteilen. Es gibt auch noch bessere Kriterien als die subjektive Abschätzung der Bildschärfe (vgl. Siedentopf, Z. f. wiss. Mikr. 1908, S. 277); doch soll darauf hier nicht näher eingegangen werden, da der einigermaßen Geübte mit der eben angegebenen, gewöhnlichen Methode vollständig ausreicht.

Die histologischen Kurse leiden ganz erheblich darunter, daß bei einer einigermaßen großen Teilnehmerzahl nicht jeder Praktikant eine Ölimmersion zu seiner Verfügung hat. Dafür sind diese Systeme, wenn auch in den letzten Jahren verbilligt (ich sehe vom Kriegsaufschlag ab!), immer noch zu teuer. Auch ist ihre Anwendung vor allem bei der Untersuchung frischen Materials gegenüber den Trockensystemen soviel umständlicher, daß sie nicht gleich dem Anfänger in die Hand gegeben werden können. Aber darin stimmen meine Erfahrungen mit denen von Buchner (Vorwort zum Praktikum der Zellenlehre I, Berlin 1915) überein, daß das

Beobachtungsvermögen beim Durchschnitt der Studierenden wohl ausreicht, um auch mit den stärksten Systemen zu arbeiten und zu einem Verständnis des mikroskopischen Bildes zu gelangen. Das bezeugen ja auch die bakteriologischen Kurse (für Medizinstudierende), in denen der Gebrauch der Immersionen nicht zu umgehen ist. Jedenfalls stellt aber auch wenigstens für zoohistologische Kurse die Benutzung der Ölimmersion durch jeden Teilnehmer ein erstrebenswertes Ziel dar. Selbst gelegentliche Demonstrationen in den Kursen unter Immersion vermögen daran nichts zu ändern. Nicht nur lassen sich zahlreiche wichtige Dinge aus der Zellenlehre gar nicht oder nur unvollkommen mit Trockensystemen beobachten, sondern es ist auch später dem Studierenden gewöhnlich nicht mehr möglich, sich einen Überblick über den Bau der Gewebe des gesamten Tierreiches zu verschaffen, wie er in vergleichend histologischen Übungen geboten werden sollte, und er bei den einfacheren Präparationsmethoden etwa zur Zeit Leydigs eher für den einzelnen erreichbar war. Der Mangel mag für den späteren Oberlehrer (und Arzt) unwesentlich sein, für den künftigen Forscher, wie auch sein besonderes Arbeitsgebiet sein wird, ist er aber gewiß von Bedeutung und auch auf ihn müssen die Kurse Rücksicht nehmen.

So lange man aber aus den angeführten Gründen auf den Gebrauch der Ölimmersionen verzichten will oder muß, erhalten die starken Trockensysteme eine ausschlaggebende Bedeutung, da sie in Kursen das einzige Mittel darstellen, feinere Strukturen zu untersuchen. Nun macht aber der Anfänger oft die Beobachtung, daß beim Übergang von einem mittleren zum starken Trockensystem eine ganz bedeutende Verschlechterung des Bildes eintritt. Er bemüht sich — und nicht nur der Anfänger tut dieses — den Nebel und die Unschärfe zu beseitigen, indem er die Blendenöffnung verkleinert, mit engem Beleuchtungskegel arbeitet, und so, immer auf Kosten der Helligkeit und gelegentlich sogar des Auflösungsvermögens, ein erträgliches Bild erzielt. Gewöhnlich glaubt er, die zuerst beobachtete Unschärfe beruhe auf der Unvollkommenheit des Objektives. Die Dunkelheit des Gesichtsfeldes veranlaßt ihn aber weiterhin, von den starken Trockensystemen möglichst wenig Gebrauch zu machen, und damit beraubt er sich, da ihm keine Immersion zur Verfügung steht, des Mittels zur Untersuchung feinerer Verhältnisse.

Mehr als einmal habe ich einem solchen mit den Leistungen des starken Trockensystems Unzufriedenen mittels der Abbe'schen Testplatte gezeigt, daß die Mängel des Bildes nicht dem Objektiv zuzuschreiben sind, sondern daß es sich einzig um die Wirkung einer unrichtigen Deckglasdicke (gelegentlich auch Tubuslänge) handelt. Da nun der von Scheffer (Wirkungsweise und Gebrauch

der Miskroskops, Leipzig und Berlin 1911, S. 113) ausgesprochene Wunsch, der Handel solle nur Deckgläser einer bestimmten, geeigneten Dicke auf den Markt bringen, bis jetzt noch der Erfüllung harrt, und auch bei richtiger Deckglasdicke dadurch eine Störung des Strahlenganges im Objektiv eintritt, daß eine zwischen Deckglas und Objekt gelegene Schicht des Einbettungsmittels wie eine Erhöhung der Deckglasdicke wirkt, so ist man praktisch darauf angewiesen, Objektive mit Korrektionsfassung zu gebrauchen, wenn man starke Trockensysteme voll ausnützen will. Und daß man mit solchen Objektiven auch die Kursmikroskope ausstattet, dafür möchte ich nachdrücklich eintreten. Man scheue die geringe Verteuerung der Objektive nicht, da diese Unkosten durch die Erweiterung ihres Wirkungsbereiches mehr als ausgeglichen werden.

Die Ausführung der neueren Objektive mit Korrektionsfassung ist so solid, daß ein Ausleiern nicht zu befürchten ist. Auch wende man nicht ein, daß ihre Handhabung zu umständlich sei: der Geübte läßt den Korrektionsring einige Male hin- und herspielen und die richtige Einstellung ist gefunden.

Daß die Benutzung der Objektive mit Korrektionsfassung so wenig verbreitet ist, liegt meiner Ansicht nach darin, daß der Einfluß der Deckglasdicke auf die Güte des Bildes zu selten ad oculos demonstiert wird. Ich möchte daher anregen, in der kurzen Besprechung, die wohl jeder Dozent als Einführung in den Gebrauch des Mikroskops seinem eigentlichen Kursthema vorausgeschickt, folgende bekannte Versuche mit der Abbe'schen Testplatte zu erwähnen und zu zeigen.

Die Testplatte stellt in ihrer neueren Form ein auf einen Objektträger gekittetes, keilförmiges Deckglas dar, in dessen versilberte Unterseite zackige Linien, das eigentliche Probeobjekt, eingerissen sind. Neben dem Deckglas befindet sich auf dem Objektträger eine Skala, die in hundertstel Millimeter die Dicke des Keiles (ungefähr innerhalb eines Intervalles von 0,1—0,2 mm) angibt. Man stelle nun ein mit Korrektionsfassung versehenes Objektiv (am besten einen Apochromaten, etwa 4 mm; dazu starkes Okular) durch Drehen am Korrektionsring für eine Deckglasdicke von 0,2 mm ein, benuzte dagegen als Objekt den Keil der Testplatte an der 0,1 mm dicken Stelle und öffne die Blende so weit, daß bei herausgenommenen Okular fast die ganze Öffnung des Objektivs von Licht erfüllt ist. Die Silberstreifen erscheinen alsdann äußerst unscharf. Durch Verkleinern der Blende werden sie deutlicher. Dann stelle man die alte Beleuchtung (weit geöffnete Blende) wieder her und verschiebe nun die Testplatte langsam nach ihrem dickeren Ende zu, indem man immer mit der Mikrometerschraube nachstellt. Man wird eine ständige Besserung des Bildes feststellen können,

und befindet sich die 0,2 mm dicke Stelle unter dem Objektiv, so erscheint das Bild frei von Nebel und Unschärfe und zwar bei weit geöffneter Blende!

Steht kein Objektiv mit Korrektionsfassung zur Verfügung, so betrachte man mit einem gewöhnlichen starken Trockensystem, für das die günstigste Deckglasdicke bekannt ist (bei Zeiß und auch bei Winkel in neuerer Zeit ist die richtige Deckglasdicke auf den starken Trockenobjektiven vermerkt), einmal die passende, dann eine zu dünne und schließlich eine zu dicke Stelle des Deckglaskeiles und vergleiche die Güte der Bilder. Ist die für das betreffende Objektiv geeignete Deckglasdicke nicht bekannt, so läßt sie sich leicht an der Skala der Testplatte ablesen, indem man unter Hin- und Herschieben der Platte das Bild größter Schärfe aufsucht. (Wer sich für weitere derartige Versuche interessiert, den verweise ich auf das treffliche Büchlein in den Übungen zur wissenschaftlichen Mikroskopie: Heft 3, Methoden zur Prüfung der Objektivsysteme u.s.w. von Ambronn und Köhler, Leipzig 1914.)

Ist keine Testplatte vorhanden, so stelle man folgenden Versuch an, der auch neben den erstgenannten gezeigt werden mag. Auf das Deckglas eines Dauerpräparates, dessen Dicke sich zum benutzten Objektiv als passend erwiesen hat (gefärbter Schnitt, der möglichst gleiche Struktur in ganzer Ausdehnung zeigt), befestige man mittels eines Tropfens Zedernöls ein zweites, halb so großes Deckglas, das den Schnitt zum Teil überlagert. Man stelle nun das Präparat so ein, daß der Rand des oberen Deckglases das Gesichtsfeld halbiert und somit nebeneinander der gleiche Schnitt einmal unter richtiger, das zweite Mal unter zu großer Deckglasdicke zu sehen ist. Der Einfluß der letzteren macht sich sehr unliebsam bemerkbar.

Wer sich mehrmals solche Versuche vorführt, wird wohl zur Überzeugung kommen, daß eine unrichtige Deckglasdicke die Güte des Bildes bei starken Trockensystemen ganz erheblich verschlechtert, und das um so mehr und auffallender, je vollkommener die Strahlenvereinigung des betreffenden Objektives an sich ist.

Mancher Studierende, der diese Versuche gesehen hat, möchte auch wohl Aufschluß darüber haben, warum die Dicke des Deckglases von so erheblichen Einfluß auf die Güte des Bildes ist. Diese altbekannten Verhältnisse lassen sich an Hand einiger schematischer Figuren, begleitet etwa von folgender Erörterung verständlich machen. Die Strahlen verschiedener Neigung zur Achse, welche von einem unter dem Deckglas gelegenen Objektpunkt ausgehen, werden bei ihrem Durchgang durch das Deckglas gebrochen (parallel verschoben). Verlängert man sie alsdann durch das Deckglas rückwärts, so ergibt sich, daß sie sich mit zunehmender Neigung zur Achse (= mit steigendem Öffnungswinkel) in Punkten

schneiden, die dem Objektiv immer näher liegen. So treten durch die Wirkung des Deckglases an Stelle des Bildes des einen Objektpunktes eine Reihe übereinandergelegener virtueller Bilder desselben. Das Deckglas erzeugt also ein Bild des Objektes, das mit sphärischen Aberrationen behaftet ist. Bildet man andererseits ein Objekt durch eine gewöhnliche Linse ab, so schneiden sich bekanntlich die Randstrahlen in einem der Achse nähergelegenem Punkte als die Zentralstrahlen (sphärische Aberration eines unterverbesserten Systems). Vertauscht man bei einem solchen Strahlengang, was zulässig ist, Bild- und Objektraum miteinander, so würde eine derartige Linse mehrere hintereinander auf ihrer Achse gelegene Objekte in einem Punkt abbilden können. Ein Vergleich des durch die Wirkung des Deckglases hervorgerufenen Strahlenganges mit dem in einem solchen unterverbesserten System zeigt, daß es möglich ist, die Wirkung einer gewissen (zu großen) Deckglasdicke durch eine bestimmte Unterverbesserung des Objektives auszugleichen. Umgekehrt läßt sich die Wirkung eines zu dünnen Deckglases durch Überverbesserung des Systems aufheben. Demgemäß darf ein starkes Trockensystem nie ohne Deckglas gebracht werden; ist dies notwendig, z. B. bei Anwendung der Opakilluminators, so muß das Objektiv besonders hierfür korrigiert sein. Auch das Drehen am Ring eines Objektives mit Korrektionsfassung bewirkt eine Änderung seiner sphärischen Korrektion, welche sich zur jeweiligen Deckglasdicke so verhält, daß sie die durch jene bedingte sphärische Aberration beseitigt.

Ich würde es auch für richtig halten, bei der Einführung in einen histologischen Kurs neben der kurzen Erläuterung der Wirkungsweise des Mikroskops auf Grund der geometrischen Abbildung, auch die Grundzüge der Abbe'schen Theorie der sekundären Bilderzeugung in ihren Umrissen vorzutragen (Versuche mit dem Abbe'schen Diffraktionsapparat!), oder wenigstens darauf hinzuweisen, daß die geometrische Abbildung nicht alle Erscheinungen des mikroskopischen Bildes zu erklären vermag, vor allem nicht die Abhängigkeit der Auflösung vom Öffnungswinkel des Objektivs. Das dürfte sich um so mehr empfehlen, als in den physikalischen Vorlesungen, die Biologen und Mediziner zu besuchen pflegen, diese Dinge meist nicht berührt werden. Ein wissenschaftlich arbeitender Mikroskopiker sollte aber mit der Wirkungsweise seines Instruments einigermassen vertraut sein.

So lange Objektive mit Korrektionsfassung nur in dem jetzigen geringen Umfange gebraucht werden bezw. vorhanden sind, ist man auf den Ausgleich der Deckglasdicke mittels Verlängerung oder Verkürzung des Tubus (durch Verstellung des Tubusauszugs) angewiesen. Tubusverlängerung erzeugt nämlich Überkorrektion, Tubusverkürzung Unterkorrek-

tion. Es wird also die Wirkung eines zu dicken Deckglases (s. o.) durch Verkürzung des Tubus, die eines zu dünnen durch seine Verlängerung ausgeglichen. Seit Jahren pflege ich im mikrotechnischen Kurs diese Regel den Praktikanten in folgender Weise einzuprägen. Man stelle sich die Entfernung von der Oberfläche des Objektes bis zum oberen Tubusrand als eine unveränderlich einzuhaltende Größe vor. Ist das Deckglas zu dick, dann wird diese Konstante gewissermaßen vergrößert; diese Vergrößerung muß dann durch eine Verkürzung des Tubus ausgeglichen werden; umgekehrt bei zu dünnem Deckglas! Daß es sich hier selbstverständlich nicht um eine Erklärung, sondern nur um ein mnemotechnisches Hilfsmittel handelt, geht aus dem oben Gesagten hervor. Wie mittels schiefer Beleuchtung festgestellt werden kann, ob in einem gegebenen Falle Überverbesserung oder Unterverbesserung bezw. zu dickes oder zu dünnes Deckglas vorliegt, das möge man in dem genannten Büchlein von Ambronn und Köhler nachlesen. Bei Siedentopf (Z. f. wiss. Mikr. **25**, 1908, S. 279) findet sich eine Tabelle für die Achromate DD, E, F, die Apochromate 4 und 3 mm, in der angegeben ist, um wie viel der Tubus bei einem bestimmten + oder — an Deckglasdecke zu verkürzen bezw. zu verlängern ist.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich auch, daß man die Tubuslänge richtig einhalten soll, wenn man mit stärkeren Trockenobjekten arbeitet, daß man nicht etwa, wie es häufig geschieht, den Tubus einstoßen darf, weil das Mikroskop zu hoch ist. Solche Unbequemlichkeit muß auf anderem Wege, durch geeignete Tische und Stühle, beseitigt werden. Eine Änderung der vorgeschriebenen Tubuslänge sollte nur vorgenommen werden, um den Einfluß der Deckglasdicke aufzuheben oder um durch die mit der Änderung der Tubuslänge verbundene Änderung der Vergrößerung die letzte oder den Mikrometerwert auf grade Zahlen abzurunden, was bei manchen Zeichnungen und Messungen von Vorteil sein kann.

Die Preisverzeichnisse der optischen Werkstätten, vor allen die von Zeiß, ebenso natürlich die Bücher, welche in den Gebrauch des Mikroskops einführen, weisen nachdrücklichst auf den Einfluß von Deckglasdicke nnd Tubuslänge für die Güte des mikroskopischen Bildes und auf die Vorteile von starken Trockensystemen mit Korrektionsfassung hin. Auch findet sich eine Bemerkung über diese Verhältnisse öfter auf den Vergrößerungstabellen, welche den Instrumenten beigegeben werden. Trotzdem finden diese Hinweise — ich achte schon Jahre lang darauf, ob sie befolgt werden — nur selten die nötige Beachtung. Zwar ist wohl gegen früher eine Besserung in diesen und ähnlichen Dingen in der Handhabung des Mikroskops eingetreten, vornehmlich durch die

vom Institut für wissenschaftliche Mikroskopie in Jena inaugurierten Ferienkurse und durch Vorlesungen, die an gewissen Universitäten von berufener Seite abgehalten werden. Aber vieles bleibt noch zu wünschen, und diese Tatsache möge zur Rechtfertigung des vorstehenden Aufsatzes dienen, der ja nichts neues dem Bestand der Mikrotechnik hinzufügen will.

Mahnungen verhallen meist ungehört; das wird wohl auch das Schicksal der vorstehenden Zeilen sein. Solche Leser, die in ihrer Praxis nicht gegen die hier besprochenen Regeln verstoßen, werden den Aufsatz überflüssig finden, andere, die sich bisher nicht an Deckglasdicke, Tubuslänge u. s. w. gestört haben, werden auch weiterhin so fort arbeiten. Wenn ich aber auch nur einen jetzigen oder künftigen Dozenten veranlassen sollte, im Unterricht mehr zu betonen als bisher, wie wichtig diese Regeln für die Praxis des Mikroskopikers sind, so halte ich den Zweck dieser Zeilen für erfüllt.

Über die Durchtränkung des Epithels mit Sauerstoff.

Von Paul Schiefferdecker.

In zwei in letzter Zeit erschienenen Arbeiten hat P. G. Unna (4 u 5) die Sauerstofforte und Reduktionsorte in verschiedenen Organen behandelt. Er findet dabei, daß alle Kerne „Sauerstofforte“ sind, d. h. daß sie imstande sind, freien Sauerstoff abzugeben. Sie besitzen also kein Sauerstoffbedürfnis. Sie stehen damit in einem gewissen Gegensatze zu dem Protoplasma der Zellkörper, das sich sehr verschieden verhalten kann: es kann bald fast ganz Sauerstoffort sein, bald fast ganz Reduktionsort, d. h. es kann die Eigenschaft besitzen den Sauerstoff an sich zu reißen. Es hängt dies davon ab, wie weit Granula oder Tröpfchen in das wabenförmige Grundgerüst des Protoplasmas eingelagert sind, die Sauerstofforte darstellen; so sind s. B. die Mastzellen im wesentlichen Sauerstofforte. Weiter kann der Kern durch Abgabe von Sauerstoff das Protoplasma mit solchem erfüllen. Der Zellsauerstoffort, der Kern, gibt eben mehr oder weniger Sauerstoff an das Protoplasma ab. Durch diese Erkenntnis wird das Verständnis für die Einwirkung des Kernes auf die Zelle wesentlich gefördert. Nun hebt Unna weiter hervor, daß das Epithel seinen Sauerstoff selbstverständlich erhält von dem gefäßführenden Bindegewebe aus, woraus hervorgehe, daß die tiefste, die Zylinderschicht der Epidermis, die Keimschicht, am besten geeignet sei, Zellvermehrungen einzuleiten, da in ihr am meisten Sauerstoff enthalten sei. Auch aus den Abbildungen geht hervor, daß diese Schicht augenscheinlich nicht nur in den Kernen, sondern auch in dem gesamten Protoplasma sehr viel Sauerstoff enthalten muß, die Kerne

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1918

Band/Volume: 38

Autor(en)/Author(s): Schmidt W. J.

Artikel/Article: Deckglasdicke, Tubuslänge und Objektive mit Korrektionsfassung. 269-276