

Wesen und Bedeutung der neuzeitlichen Auflicht-Mikroskopie.

Von

Ing. Alexander Niklitschek.

(Mit 4 Abbildungen.¹⁾)

Vortrag, gehalten am 24. Jänner 1934.

¹⁾ Aus der Zeitschrift „Zeiss-Nachrichten“, Heft 2, 5 und 6.

Die Beleuchtung des mikroskopischen Objektes mit auffallendem Lichte ist eigentlich die primäre. Die allerersten Mikroskope, die in den Anfangszeiten der Mikroskopie überhaupt gebaut worden waren, arbeiteten durchwegs mit Auflicht, das entweder ohne Hilfsmittel auf einfache Weise mittels einer mit Wasser gefüllten Glaskugel (sog. „Schusterkugel“) auf das Objekt gerichtet wurde, oder aber, wie es L e e u w e n h o e k schon 1689 durchführte, mit Hilfe eines Hohlspiegels, in dessen Mitte das der Betrachtung dienende Vergrößerungsglas gefaßt war, auf den zu untersuchenden Gegenstand geworfen wurde. Im L i e b e r k ü h n s c h e n Spiegel (1788) fand diese Art der Beleuchtung eine für lange Zeit vorbildliche konstruktive Durchbildung. Doch trat die Auflichtbeleuchtung in der Folgezeit immer mehr zurück, da die Beleuchtung des Objektes in durchfallendem Lichte ungleich reichhaltigere Einblicke in den inneren Aufbau der Präparate ermöglichte, besonders als A b b e durch die Schaffung seines Beleuchtungsapparates gelang, das Prinzip der Beleuchtung in durchfallendem Lichte in einer nahezu idealen Weise zu lösen. In den letzten Jahrzehnten konnte die Mikroskopie in auffallendem Lichte nur in der Metallogra-

phie ausgedehntere Verwendung zur Prüfung von spiegelnden Metallflächen finden. Doch erst den letzten Jahren blieb es vorbehalten, die Betrachtung im Auflicht auch in die biologische Forschung einzuführen, eine Verspätung, die dadurch erklärt wird, daß es konstruktiv nicht ganz einfach war, eine allgemein befriedigende Lösung zu finden, die an die Mikroskope üblicher Bauart leicht anzubringen ist.

In der Metallographie haben die sog. Vertikalilluminatoren weitgehende Anwendung gefunden. Sie arbeiten nach dem sog. Prinzip der „Innenbeleuchtung“, d. h. das zur Erhellung des Objektes dienende Licht wird seitlich in den Mikroskop-tubus eingestrahlt und durch das Objektiv selbst auf das Objekt geworfen. Eine derartige Beleuchtung ist jedoch allgemein kaum verwendbar. Denn da die von allen senkrecht zur Mikroskopachse liegenden Ebenen reflektierten Lichtstrahlen wieder in das Objektiv und dann weiter in das betrachtende Auge kommen, so eignen sich diese Vertikalilluminatoren wohl vorzüglich zur Prüfung von spiegelnden Metallschliffen, sehr wenig jedoch für andere Objekte, da die erzielten Bilder stets sehr stark durch das Reflexlicht überstrahlt erscheinen. Man mußte also für den allgemeinen Gebrauch Instrumente schaffen, bei denen normal zur Instrumentenachse liegende Flächen kein Reflexlicht in das Objektiv strahlen konnten, so daß die Abbildung des Gegenstandes lediglich (wie sonst überall auch bei der makroskopischen Betrachtung) durch das-

jenige Licht erfolgt, das diffus an ihnen zerstreut wird. Das hat aber wieder zur Folge, daß das Licht dem Objekt *seitlich*, also außerhalb des Mikroskopobjektivs zugeführt werden muß. Wir können also demnach zunächst zwischen einer *Innen-* und einer *Außenbeleuchtung* unterscheiden. Denken wir uns zwei Mikroskope, davon eines mit einer Innen- und das andere mit einer Außenfeldbeleuchtung ausgerüstet, und sehen wir, nachdem wir unter beide einen reinen Objektträger gelegt haben, in die Instrumente hinein, so wird uns bei dem Instrument mit der *Innenbeleuchtung* das Bildfeld *hell*, bei dem mit *Außenbeleuchtung* dagegen *dunkel* erscheinen. Weswegen man auch häufig von einer *Hellfeld-* und einer *Dunkelfeldbeleuchtung* spricht.

Bekanntlich sprechen wir auch bei der üblichen *Durchlichtbeleuchtung* von einer *Hellfeld-* und einer *Dunkelfeldbeleuchtung*. Die Verhältnisse liegen hier analog wie beim *Auflicht*. Die übliche Mikroskopbeleuchtung mit von unten her durch Spiegel, Blende und Kondensor usw. einfallendem Lichte ist eine *Hellfeldbeleuchtung*, denn das Bildfeld erscheint uns beim Einblick *hell*, so daß die eingelegten Gegenstände eine Art schattenwerfenden *Durchsichtsbildes* sehen lassen. Ganz anders aber ist die mit Hilfe der sog. *Dunkelfeldkondensoren* (Paraboloid- und Kardioidkondensoren) erzielte *Dunkelfeldbeleuchtung* (*Ultramikroskopie*) im durchfallenden Lichte.

Auch hiebei kommen die von der Lichtquelle ausgehenden Lichtstrahlen nicht unmittelbar ins Objektiv, sondern die untersuchten Gegenstände werden nur durch das an ihnen diffus reflektierte Licht sichtbar. — Des leichteren Verständnisses halber seien hier zu diesen vier Beleuchtungsarten im normalen Leben vorkommende Analoga gegeben. Die bisher meistverbreitete Durchlicht-Hellfeld-Beleuchtung sehen wir bei der Betrachtung von Transparenten, gemalten Kirchenfenstern, vom Innern der Kirche aus gesehen. Ein Beispiel für die Durchlicht-Dunkelfeld-Beleuchtung haben wir dann vor uns, wenn wir gegen ein Fenster sehen, durch das die Sonne scheint, wir aber so stehen, daß uns die Sonnenstrahlen nicht direkt ins Gesicht fallen. Ja, wir gewahren sogar dabei sogleich das dieser Beleuchtungsart charakteristische Tyndallsche Phänomen, nämlich die Sichtbarkeit allerkleinster Masseteilchen mit freiem Auge, etwa das Tanzen von Staubkörnchen oder Rauchpartikelchen im Sonnenlicht. Der Auflicht-Hellfeld-Beleuchtung ähnliche Bilder ergeben uns bei Nachtfahrten die Scheinwerfer eines Automobils. Kommt nur eine einzige normal zu den Achsen der Scheinwerfer liegende spiegelnde Fläche (z. B. das Glas eines Hausfensters) ins Bild, so werden die Augen der Autoinsassen durch die entstehende Spiegelung derart geblendet, daß sie von den anderen Einzelheiten des erhellten Bildfeldes so gut wie nichts mehr wahrnehmen können, dagegen zeigen sich allfällige Fehler in der Fenster-

scheibe, z. B. Sprünge oder Löcher mit größter Deutlichkeit. Die Auflicht-Dunkelfeld-Beleuchtung aber entspricht genau derjenigen im Freien an einem sonnigen Tag etwa, gibt uns also im allgemeinen die natürlichsten Bilder.

Das Eigenartige der Dunkelfeld-Auflicht-Beleuchtung liegt also darin, daß sie uns die im Mikroskop vergrößert betrachteten Gegenstände genau so zeigt, wie wir sie normalerweise in der uns umgebenden körperlichen Welt sehen. Und was vielleicht das Bestechendste ist: auch die natürlichen Farben eines Gegenstandes bleiben erhalten, so daß das im Auflicht-Dunkelfeld gesehene Mikrobild außerordentlich plastisch und anschaulich erscheint und zumeist von einer geradezu verblüffenden Schönheit ist.

In der einfachsten Weise läßt sich so eine Auflicht-Dunkelfeld-Beleuchtung dadurch erzielen, daß man neben dem Mikroskop irgendeine starke Lichtquelle anordnet, die, am besten durch ein geeignetes Linsensystem, ihr Bild auf das unter dem Mikroskop befindliche Objekt wirft. Ein eigens für diese Zwecke hergestelltes Beleuchtungsgerät ist z. B. die Epilampe 8 der Fa. Carl Zeiss, Jena, die mit Hilfe eines Zwischengewindes an das untere Ende des Mikroskoptubus angeschraubt wird, wogegen das Objektiv in einem entsprechenden Gewinde des Lampenträgers Platz findet. Da diese Lampe durch Drehen ihres Hebelarmes sowie auch in senkrechter Richtung heb- und senkbar angeordnet ist, wird in weite-

sten Grenzen eine Verstellung des Lichteinfalls gewährleistet. Ausgerüstet ist diese Beleuchtungsvorrichtung mit einer Metallfadenlampe von 8 Volt und 0,6 Ampère Stromverbrauch. Sie kann mit Hilfe eines Widerstandes, bzw. bei Wechselstrom unter Verwendung eines geeigneten Transformators an jede Lichtleitung angeschlossen werden. Diese Epi-Lampe

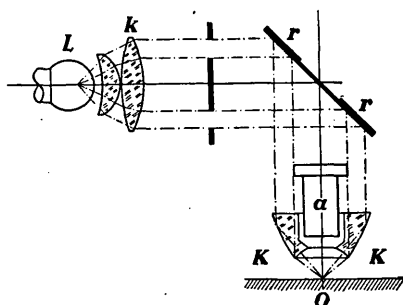


Abb. 1.

Wirkungsweise des Epikondensors W.

ist ohne besondere Adaptierung beinahe an jedem Mikroskop anzubringen und leistet trotz ihrer einfachen Konstruktion Hervorragendes. Natürlich ist ihrer Verwendung bei stark vergrößernden Objektiven mit außerordentlich geringem Objektabstand eine Grenze gesetzt. Hier mußten nun ganz neuartige Konstruktionen geschaffen werden, um eine befriedigend intensive Auflicht-Dunkelfeld-Beleuchtung erreichen zu lassen. Im folgenden sei unter Außerachtlassung derjenigen Konstruktionen, die als Weiterentwick-

lungen des Lieberkühnschen Spiegels aufgefaßt werden können, nur die leistungsfähigste Konstruktion, die im wesentlichen auf die Patente zweier Engländer, W. Chapman und R. S. Alldridge, zurückgeht, genauer besprochen. Das Grundprinzip aller dieser Apparate ist (Abb. 1) kurz folgendes:

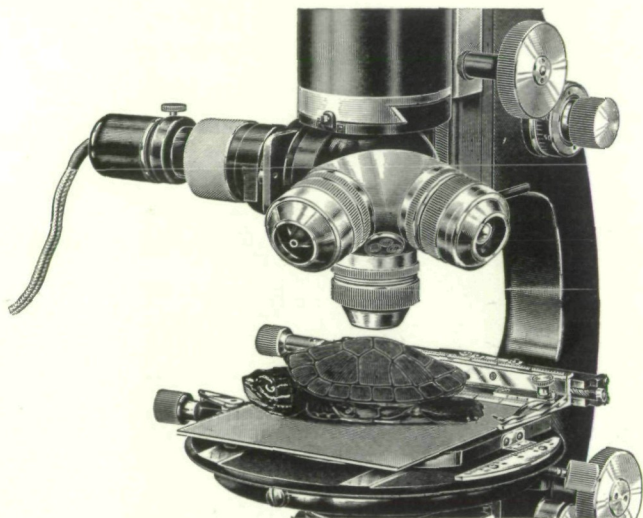


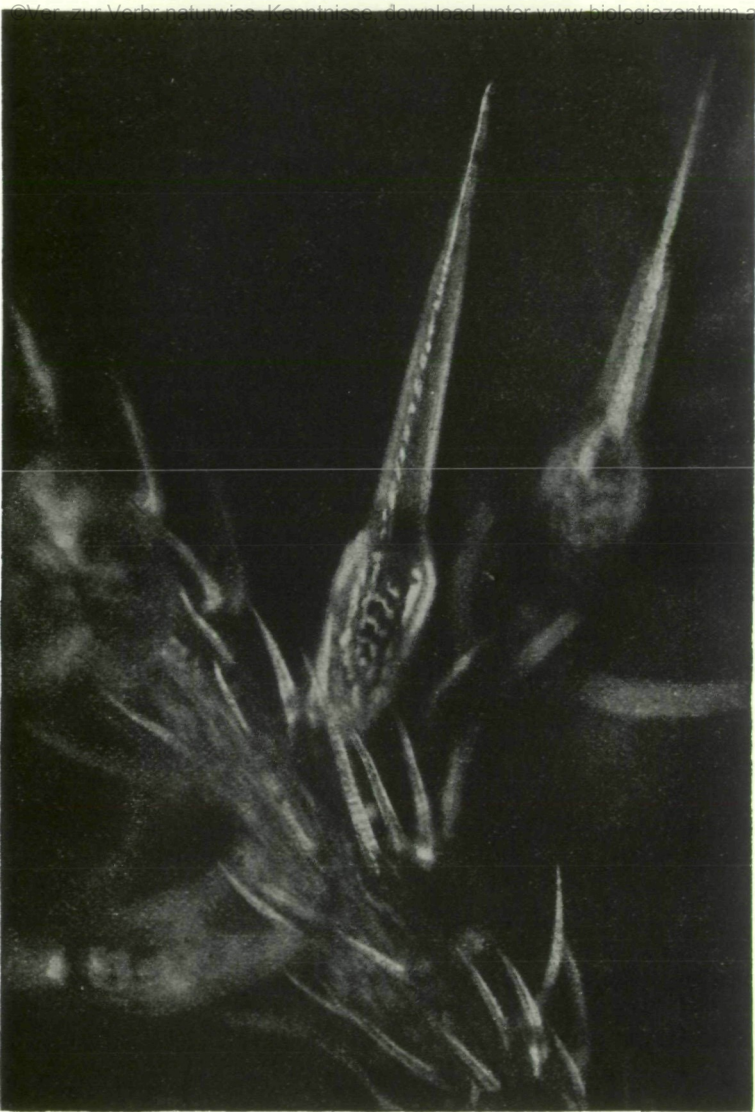
Abb. 2.
Epikondensor von C. Zeiss, Jena.

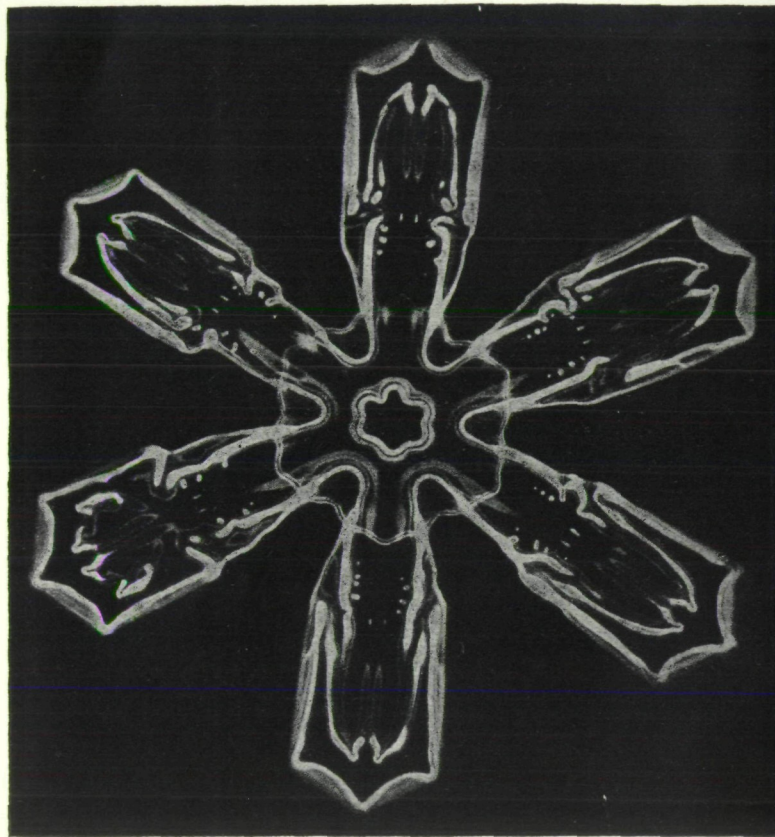
Nahezu paralleles Licht wird durch einen unter 45° zur Mikroskopachse geneigten Spiegel rr rings um das Objektiv a herum einem ebenfalls ringförmigen Kondensor kk zugeführt, der es dann auf dem Objekte o vereinigt. Fast alle großen optischen Werke

bringen derartige Konstruktionen auf den Markt. Die Zeiss-Werke stellen zwei sog. Epikondensoren her, von denen der universell verwendbare Epikondensor W, der sowohl Hellfeld- als Dunkelfeldbeleuchtung erzielen läßt, hier etwas näher beschrieben sei. Das Äußere dieses Apparates ist in Abb. 2 gezeigt. Die drei Objektive sitzen in einem gemeinsamen Revolver, jedes Objektiv ist in einem ringförmigen Hohlspiegel als Kondensor gefaßt. Der Wechsel zwischen Hell- und Dunkelfeld erfolgt mittels eines einfachen, im Lampengehäuse untergebrachten Schiebers mit zwei kreisrunden Öffnungen, in deren einer eine Zentralblende für das Dunkelfeld angebracht ist, während in der anderen eine Sammellinse sitzt, die zur Erzielung des Hellfeldes dient. Zwischen dem Blendenschieber und dem Lampenkollektor können Filter und eine Azimutblende eingesetzt werden, die dazu dienen, dem Lichteinfall eine bestimmte Richtung und Begrenzung zwecks Erzeugung einer richtigen Schattenwirkung zu geben.

*

Das praktische Arbeiten mit derlei Instrumenten zeigt uns die mikroskopische Welt von einer ganz neuen Seite. Man muß sich — so sonderbar dieser Ratschlag auch klingen mag — nur die Mühe geben, objektiv zu beurteilen, und darf die von der üblichen Durchlichtbeleuchtung her gewohnten Bilder nicht ohne weiteres zum Vergleich heranziehen. Im Anfange stört vor allem die außerordentlich geringe





Tiefenschärfe der Mikroskopoptik im Verein mit den räumlich recht beträchtlichen Abmessungen der betrachteten Gegenstände. Wir haben es hier ja logischerweise nicht mehr mit Objekten zu tun, die, zwischen

Objektträger und Deckglas gepreßt, in einer nahezu mathematisch exakten, zur Mikroskopachse senkrechten Ebene liegen. Mit Bildern, die über das ganze Bildfeld nahezu scharf sind, wird man es kaum je zu tun haben. Den an die übliche Durchsichtsbeleuchtung Gewohnten stört es dann weiterhin zumeist, daß nur eine Oberflächenbetrachtung möglich und der Einblick in die zu untersuchenden Gegenstände fast immer unmöglich ist. Alle diese naturgegebenen Einschränkungen werden aber mehr als wettgemacht durch die Möglichkeit, die Objekte, so wie sie tatsächlich sind, beobachten zu können, ohne vorhergehende Präparation oder Zerschneidung, die bei der Betrachtung im Durchlicht zumeist unumgänglich ist, was die beigegebenen Bilder der Brennhaare von der großen einheimischen Brennessel (*Urtica dioica*) und eines bewundernswert regelmäßigen Schneekristalles besser als viele Worte beweisen mögen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1934

Band/Volume: [74](#)

Autor(en)/Author(s): Niklitschek Alexander

Artikel/Article: [Wesen und Bedeutung der neuzeitlichen Auflicht-Mikroskopie. 27-39](#)