

WENIG BEKANNTE ANWENDUNGSGEBIETE DES MIKROSKOPES IN WISSENSCHAFT UND TECHNIK

Von DR. FRITZ BRÄUTIGAM, Wien

Im ersten Teil meiner Abhandlung über die Entwicklung und den gegenwärtigen Stand der Mikroskopie wurden das Instrumentarium und die optischen Untersuchungsmethoden in großen Zügen beschrieben. Im zweiten Teil sollen nun durch die Beschreibung von weniger bekannten Mikromethoden und ihren Ergebnissen die Forscher und Techniker aller Gebiete dazu angeregt werden, einerseits in anderen Sparten erprobte Methoden ins eigene Fach zu übertragen, andererseits selbst neue Methoden zu entwickeln. Für den Leser, der sich für eines dieser Spezialgebiete näher interessiert, soll durch Hinweis auf bereits erfolgte Veröffentlichungen in Handbüchern und Zeitschriften die Möglichkeit gegeben werden, sich genauer zu informieren.

Daß zum Beispiel im Dienste der modernen Chirurgie das Mikroskop Verwendung findet, ist nicht allgemein bekannt. Noch während der Operation eines Tumors wird ein Gewebestück entnommen und mit einem Gefriermikrotom ein Probschnitt aus dem Gewebe des zu operierenden Tumors hergestellt. Hierauf wird der Schnitt geschwind gefärbt, histologisch untersucht und dabei festgestellt, ob es sich um einen benignen oder einen malignen Tumor handelt.

Ebenso dürfte es der großen Allgemeinheit der Mikroskopiker (die Bakteriologen ausgenommen) nicht bekannt sein, daß man ein Hilfsgerät für die Bakteriologie, den „Plattenmanipulator“ entwickelt hat, mit dem es gelingt, aus Kulturen beliebige Einzelkeime zu entnehmen, die man dann zur Züchtung von Reinkulturen oder zum Anstellen von Tierversuchen mit Einzelkeimen verwenden kann. Der integrierende Bestandteil des Instrumentes besteht aus einer eigens konstruierten Nadel mit einer sehr feinen Spitze von etwa $\frac{1}{2} \mu$ Durchmesser, die durch mechanische Bewegungsvorrichtungen nach allen Richtungen bewegt werden kann (12, 13, 26). Ich weise auf diese Einrichtung und ihre Bedeutung deshalb besonders hin, weil ich die Überzeugung habe, daß das Gerät außer dem Zweck, Bakterien im wahrsten Sinne des Wortes „spazierenzuführen“, auch für andere wissenschaftliche Disziplinen, wie zum Beispiel für die Zellzüchtung, die Mikrochemie und Metallographie sich als geeignet erweisen könnte.

Ebenso dürfte die Tatsache, daß es möglich ist, wie DE CRINIS (5) gezeigt hat, mit Hilfe der optischen Färbung (4) festzustellen, ob Gehirntumor vorliegt, selbst den meisten Medizinern, wenn sie nicht gerade Neurologen sind, nicht bekannt sein. Diese durch Einfachheit und Schnelligkeit sich auszeichnende Methode beruht darauf, daß zum Zwecke der Untersuchung das durch Probeexzision oder Probepunktion gewonnene Hirngewebe in geringer Menge auf einen Objektträger aufgebracht wird. Hierauf wird mit einer Nadel in physiologischer Kochsalzlösung oder 1—2%iger Bichromat-

lösung das Hirngewebe zerzupft, mit einem Deckglas zugedeckt und mittels der Optikoloreinrichtung mikroskopisch untersucht, ohne daß das Objekt sonst vorbehandelt oder gefärbt wird. Allein mit Hilfe der optischen Färbung läßt sich Tumorgewebe vom Hirngewebe unterscheiden. Die gleiche optische Färbemethode läßt sich mit Erfolg auch für die Darstellung der Tumorzellen im Liquor und ebenso zur Untersuchung von Zystenflüssigkeiten verwenden. Ich habe dieses Beispiel der optischen Färbung besonders aus dem Grunde angeführt, weil ich überzeugt bin, daß mit Hilfe der optischen Färbung auch in vielen anderen Disziplinen sich Resultate zeitigen ließen, die wegen der Eleganz der Methode und der Zeitersparnis durch Umgehung der oft langwierigen chemischen Färbung, die noch dazu einen starken Eingriff darstellen, Anwendung finden könnte. Schwache Ansätze sind ja bereits vorhanden, zum Beispiel bei Hefeuntersuchungen, bei zellphysiologischen Studien und bei Harnuntersuchungen.

In der Botanik findet das Mikroskop außer für alle normalen anatomischen und histologischen Untersuchungen auch für paläobotanische Arbeiten Verwendung, die uns einen Einblick in den histologischen Bau von Millionen Jahre alten Pflanzenresten gewinnen lassen, wie dies die Arbeit von E. HOFMANN (11) darlegt. Auch daß die Vererbungs- und Züchtungsforschung ihren gegenwärtigen hohen Stand erreicht hat, ist dem Mikroskop zu danken, das Einblicke in die Träger der Erbmasse, die Chromosomen, ermöglicht hat (7). Neu aber sind die schönen Ergebnisse, die in den letzten Jahren S. STRUGGER (23, 24, 25) beim Studium der Physiologie der Zelle, des Protoplasten und der Zellwand gefunden hat. In seinen „Zellphysiologischen Studien“ hat er besonders elegante, nur mit Hilfe der Fluoreszenzmikroskopie mögliche Methoden eingeführt. Dabei konnte er auch die Abhängigkeit der Wirkung der Fluorochrome vom p_H -Wert systematisch studieren. Daß die meisten Fluorochrome im alkalischen und im sauren Bereich verschieden wirken, darf als allgemein bekannt vorausgesetzt werden; das gilt auch für das Akridinorange, welches zur spezifischen Fluorochromierung des Zellkernes, des Protoplasmas, des Zellsaftes und der Zellwand verwendet wird. Akridinorange färbt zum Beispiel in der oberseitigen Epidermis der Zwiebelschuppen unserer Küchenzwiebel die Zellsäfte bei einem p_H -Wert über 6,5 kupferrot, während sie bei einem p_H -Wert unter 6,5 unbeeinflusst bleiben. Andererseits färben sich die Zellwände bei einem p_H -Wert zwischen 2,9 und 6,5 gleißend kupferrot, während bei stärker saurer Reaktion, etwa bei einem p_H -Wert von 2,8 abwärts, keine Spur von Rotfärbung eintritt und nur eine zarte blaugüne „Inhibitionsfärbung“ sichtbar wird. In diesem speziellen Falle ist auch eine gute Erklärung möglich. Der isoelektrische Punkt (Endladungspunkt) der Zellulosemembran liegt bei einem p_H -Wert unter 3,0. Darüber ist die Zellwand negativ aufgeladen und kann die positiv geladenen Kationen des Farbstoffes elektroadsorptiv festlegen. Die obere Grenze bei einem p_H -Wert um 6,5 erklärt sich nach HÖFLER (9) durch die Speicherkonkurrenz der Zellsäfte, die erst oberhalb eines p_H von 6,5 den Farbstoff in Form polymerer

Kationen zu speichern beginnt. Über die zahlreichen Aufschlüsse zum Permeabilitätsproblem, die der Fluoreszenzmikroskopie zu danken sind, hat HÖFLER (10) in dieser Zeitschrift ausführlich berichtet. Ich wählte dieses Beispiel aus der sekundären Fluoreszenz, das in der Botanik so außerordentlich wertvolle Erkenntnisse gezeitigt hat, um einerseits alle anderen biologischen Disziplinen anzuregen, andererseits aber auch die Einführung der sekundären Fluoreszenz bei der anorganischen Materie zu fördern, welche, wenn wir von der MORIN-Reaktion beim Aluminium absehen, bisher überhaupt keine Anwendung gefunden hat.

Um auch für die Zoologie zwei interessante Anwendungsbeispiele zu nennen, verweise ich auf die nur mit dem Mikroskop möglichen Untersuchungen über das Lernvermögen niederer Tiere (1, 3, 6), die beweisen, daß bereits Einzeller ein Lernvermögen besitzen, eine Fähigkeit, die bisher nur höheren Tieren zugebilligt wurde. Die Versuche beziehen sich zum Beispiel auf das Verhalten dieser Lebewesen (es handelt sich um Ciliaten und Turbellarien), gegenüber Licht und Dunkelheit, gegen Erschütterungen, gegen Kälte und Wärme, gegenüber dem elektrischen Strom usw.

Nicht weniger interessant sind die Untersuchungen an Kleinlebewesen, die von STORCH (21, 22) durchgeführt wurden. Sie beruhen auf einer gleichzeitigen Verwendung eines Mikroskopes und eines Hochfrequenz-Kino-Aufnahmeapparates, der bis zu 240 Bilder in der Sekunde aufzunehmen gestattet. Bei einer Wiedergabe von etwa 16 Bildern pro Sekunde läßt sich eine 15fach verlangsamte Darstellung (Zeitlupe) ermöglichen. Durch gleichzeitige Mitaufnahme des Zifferblattes einer Kurzzeituhr auf jedes Filmbild ist es möglich, eine exakte Bestimmung der aufgenommenen Bewegungsvorgänge durchzuführen. Die Mikrozeitlupenaufnahmen von Kleinlebewesen vermitteln erst einen wahren Einblick in das Leben der Kleintiere und die oft sehr interessanten Bewegungsvorgänge.

In der Chemie wird das Mikroskop merkwürdigerweise auch heute noch verhältnismäßig wenig gebraucht. Wohl gibt es eine „Mikrochemie“, aber das ist keine mikroskopische Chemie, sondern eine Variante der üblichen qualitativen und quantitativen Chemie mit verfeinerten, den geringen Substanzmengen angepaßten Mitteln. Einen sehr wesentlichen Schritt zur Entwicklung einer wirklich mikroskopischen Chemie haben L. und A. KOFLER (14) durch ihr Mikroschmelzpunktverfahren getan. Die Grundlage der Methode ist die altbekannte Tatsache, daß eine Mischung chemisch nicht identischer Körper einen tieferen Schmelzpunkt zeigt als die beiden reinen Einzelkomponenten. Im einfachsten Fall wird eine Spur der zu prüfenden Substanz und ein wenig von jenem Stoff, für den man den Prüfling hält, auf einen Objektträger gebracht und dort so geschmolzen, daß eine schmale Mischzone der beiden Materialien entsteht. Sind der Prüfling und das Testmaterial identisch, so zeigt die mikroskopische Untersuchung auf einem heizbaren Objektisch, daß das ganze Präparat bei einer bestimmten Temperatur schmilzt. Sind dagegen Prüfling und Testmaterial verschieden, so schmilzt zuerst die Grenzzone der Mischung,

während die beiden seitlich befindlichen reinen Stoffe erst später bei einer höheren Temperatur nachfolgen. Unter Umständen zeigen solche Untersuchungen aber auch, daß die beiden Stoffe untereinander eine neue Verbindung eingehen, dann ergeben sich links und rechts von der neu gebildeten Verbindung zwei niedriger schmelzende Zonen. Die Methode kann natürlich auch zu zahlreichen anderen chemischen Untersuchungen verwendet werden. Es können Verbindungen von nur in Spuren zur Verfügung stehenden Materialien entwickelt werden. Es können ganze Schmelzpunktskurven bestimmt werden, so können Unterkühlungs- und Überhitzungsvorgänge verfolgt werden, Differenzen zwischen Erstarrungs- und Schmelzpunkt sind feststellbar usw. Das Verfahren ist von seinen Autoren so weit ausgebaut worden, daß es schon heute in seiner Anwendbarkeit weit über seinen Ausgang, die Schmelzpunktsbestimmung bei geringsten Substanzmengen, hinausgeht. Dabei ist die Beobachtung sehr sicher und scharf, wozu nicht am wenigsten die Verwendung von polarisiertem Licht beiträgt. Gegenwärtig ist das Verfahren wohl zur Hauptsache nur auf organische Stoffe anwendbar, die Entwicklung von höher anheizbaren Mikroskop-Objektischen wird aber wohl auch noch eine weitere Ausdehnung auf anorganische Probleme ermöglichen. Eine ausführliche und umfassende Darstellung des Verfahrens auch in seinen neuesten Entwicklungen ist von A. KOFLER (15) im Heft 5/6 dieser Zeitschrift bereits erschienen. Die Nutzenanwendung dieser eleganten Methoden ist wohl sehr weit gediehen, aber noch keineswegs so allgemein geworden, wie sie es verdiente.

Eine wahrscheinlich nur den Mineralogen bekannte Methode führe ich deshalb hier an, weil sie sich, entsprechend modifiziert, vielleicht auch in anderen Gebieten anwenden läßt. Das Verfahren, über das KÖHLER (16) im Heft 5/6 dieser Zeitschrift ausführlich berichtet, beruht darauf, daß mit Hilfe des Universal-Drehtisches nach FEDOROW mittels orthoskopischer und konoskopischer Untersuchung optische Konstanten von Mineralien bestimmt werden können, welche ihrerseits wieder exakte Schlußfolgerungen auf die chemische Zusammensetzung ermöglichen. Begreiflicherweise sind ja die einzelnen Kriställchen eines Gesteinsdünnschliffes einer chemischen Analyse kaum zugänglich, andererseits gibt es insbesondere von den Feldspaten so zahlreiche, chemisch unterschiedene Varianten; die Kalknatronfeldspate, „Plagioklase“, sind überhaupt eine isomorphe Mischreihe, deren jeweilige Zusammensetzung aus optischen Messungen genau festgelegt werden kann. Hier hilft das genannte Verfahren. Für jede der Feldspatvarianten gibt es ganz bestimmte, nur ihr eigene optische Konstanten, welche mit Hilfe des FEDOROW-Tisches für jeden Einzelkristall festgelegt werden können. Damit ist die Möglichkeit gegeben, eine genaue Physiographie des Gesteines zu gewinnen, womit ein wesentlicher Schritt zur Feststellung der Entstehung und geologischen Zugehörigkeit getan ist.

Eine technisch interessante, aber nur in den engsten Fachkreisen bekannte Methode — die sich vermutlich *mutatis mutandis* auch auf andere Probleme anwenden ließe — wurde von MICHEL (19) zur Unter-

suchung von Perlen ausgearbeitet und die Apparatur von C. REICHERT, Wien, entwickelt. Bekanntlich kann die Perlmuschel zur Bildung von Perlen künstlich angeregt werden, wenn sie durch Einführung von Fremdkörpern zur Absonderung von Perlmasse veranlaßt wird. Es gibt also neben den echten natürlichen und den falschen Perlen noch eine dritte Sorte, die „echten künstlichen Perlen“, deren Wert begrifflichermaßen geringer ist als der der echten natürlichen Perlen. Eine sichere Diagnose ist aber nur dann möglich, wenn es gelingt, im Zentrum der Perle den künstlich eingeführten Erregerkörper festzustellen (echte Kunstperle) oder dessen Fehlen einwandfrei festzustellen (echte Naturperle), während nach dem Äußeren eine genaue Unterscheidung nicht möglich ist. Da ein Anschneiden der Perle natürlich nicht in Frage kommt, steht zur Untersuchung nur das dünne Bohrloch in der Perle zur Verfügung. Tatsächlich ist es gelungen, so kleine Spiegel zu verfertigen, daß diese in das Innere der Perle eingeführt werden können. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, den schichtenweisen Aufbau der Perle bis zu ihrem Zentrum zu untersuchen und allfällig im Innersten der Perle gelegene, artifiziell eingeführte Fremdkörper einwandfrei festzustellen. Trotzdem die unter 45° zur optischen Achse der Apparatur angeordneten Spiegel unter 1 mm Durchmesser haben und trotzdem sowohl die Beleuchtung als auch die ganze Untersuchung durch das enge Bohrloch — das doch nur dem dünnen Faden der Perlenschnur Raum zu geben hat — erfolgt, konnte durch entsprechende mikroskopische Vorrichtungen erreicht werden, daß nicht nur die ganze Lochwandung und damit auch der Innenbau der Perle systematisch abgesucht werden kann, sondern es konnten sogar gute und klare Mikrophotographien angefertigt werden, denen in Streitfällen natürlich eine besondere Beweiskraft zukommt. Ich beschrieb diese Untersuchungsmethode, die schon vor zwei Jahrzehnten für den speziellen Zweck der Untersuchung von Perlen entwickelt wurde, und könnte mir vorstellen, daß es in der Industrie und Technik dafür reichlich Anwendungsgebiete geben könnte. Zum Beispiel möchte man die Seitenwände von engen Bohrungen in Bezug auf Bearbeitungszustand, Materialbeschaffenheit usw. untersuchen, und es ist sicher der Allgemeinheit nicht bekannt, daß man auf diese Weise die Seitenwände eines engen Zylinders mikroskopisch untersuchen kann.

Ein für die Verwendbarkeit der metallischen Werkstoffe sehr maßgebender Faktor ist deren Härte. Die Härte ist zwar exakt physikalisch nicht gut zu erfassen, sie ist aber eine empirisch-technologisch wichtige Kennzahl. Nun bestehen die meisten modernen Gebrauchsmetalle durchaus nicht aus lauter gleichartigen Kristalliten, sondern stellen fast stets Konglomerate verschiedenartiger Metallindividuen dar. Daraus ergibt sich ganz zwangsläufig der Schluß, daß die herkömmlichen Arten der Härtebestimmung nur Durchschnittswerte liefern können, denn die Druckkörper der üblichen Härteprüfer wirken infolge ihrer verhältnismäßigen Größe gleichzeitig auf Tausende von Einzelkristalliten ein, die vermutlich untereinander wesentlich verschiedene „Individualhärten“ haben, die Makrohärtebestimmung liefert uns nur einen „Integralwert“. Es lag daher nahe, nach Wegen zu suchen, um die

Härte der allerdings nur mikroskopisch sichtbaren metallischen Kristallindividuen zu bestimmen. So einfach das Problem erscheint, so kompliziert ist seine apparative Lösung. Es mußte ein Weg gefunden werden, um zuerst bei starker Vergrößerung am Metallschliff ein zu prüfendes Kristallindividuum auszusuchen und dann mit einem ebenfalls mikroskopisch kleinem Druckkörper unter genau meßbarem Druck die Prüfung unmittelbar im Mittelpunkt des mikroskopischen Gesichtsfeldes auszuführen. Mehrere Firmen haben das Wagnis unternommen, die fürs erste unlösbar scheinenden apparativen Schwierigkeiten zu beseitigen. Bei dem von C. REICHERT, Wien, konstruierten „Mikrohärteprüfer“ befinden sich ein starkes Trockenobjektiv und ein als Druckkörper dienender, pyramidenförmig geschliffener Diamant auf einem gemeinsamen, zwischen Anschlägen um einen genauen Betrag verschiebbaren Schlitten. Zuerst wird der Schlitten so eingestellt, daß das Objektiv eingeschaltet ist, mit ihm wird der Prüflingskristallit ausgewählt. Dann wird umgeschaltet und an die Stelle des Objektivs der Druckdiamant gebracht, der jetzt unter genau geeichtem Federdruck in den Prüfling eingepreßt wird. Dabei ist im Mikroskop eine Teilung sichtbar, die den aufgewandten Druck anzeigt. Zuletzt wird wieder auf das Objektiv umgeschaltet und die Größe der Druckspur auf weniger als 0,001 mm genau gemessen. Der aufgewandte Druck und die Diagonallänge der quadratischen Druckspur in eine einfache Formel eingesetzt, liefern die Härte des Kristallindividuums. Versuchsreihen mit dem Mikrohärteprüfer haben schon jetzt interessante Ergebnisse gezeitigt. Fürs erste zeigte es sich, daß — wie erwartet — die Metalle vielfach aus Bestandteilen recht unterschiedlicher Härte aufgebaut sind. Zum zweiten ergab sich, und das war weniger vorauszusehen, daß im mikroskopischen Gebiet der aufgewandte Druck und die Größe der Druckspur einander nicht proportional sind. Kleine Druckspuren benötigen zu ihrer Erzeugung verhältnismäßig höhere Druckwirkungen als große Druckspuren. Die nach dieser Methode erhaltenen „Mikrohärten“ müssen also von den bisher in der Technik üblichen „Makrohärten“, bei welchen die Größe der Druckspur und der aufgewendete Druck einander streng proportional sind, wohl unterschieden werden. Die Mikrohärteprüfung steht heute apparativ und methodisch noch im Anfang ihrer Entwicklung, doch läßt sich schon jetzt übersehen, daß sie für die Metallkunde von größter Bedeutung sein wird. Mit Rücksicht auf die Wichtigkeit des Verfahrens, werden wir in unserer Zeitschrift in einem der nächsten Hefte eine Arbeit von Prof. MITSCHKE (20) (Institut für Metallkunde an der Montanistischen Hochschule, Leoben) bringen, in dem die Ergebnisse und die Methodik ausführlich behandelt werden.

Die Fluoreszenzmikroskopie ist in ihrer vielseitigen Anwendbarkeit noch immer viel zu wenig bekannt. Heute schon als „klassisch“ zu bezeichnen ist der fluoreszenzmikroskopische Nachweis von Porphyrin, der zu einer Zeit gefunden wurde, da es noch nicht die modernen, leistungsfähigen Fluoreszenzmikroskope gab. Porphyrin, ein organischer Farbstoff, infiltriert bei bestimmten, allerdings verhältnismäßig seltenen chronischen Erkrankungen

(Porphyria congenita) in zahlreiche Organe des Körpers. BORST und KÖNIGSDÖRFER (2) gelang es, diese Infiltrationen in Schnitten fast aller Gewebe nachzuweisen. Das konnte nur auf fluoreszenzmikroskopischem Wege erfolgen. Denn während ein chemischer Nachweis wegen der geringen Menge ausgeschlossen ist, verrät sich dieser Stoff auch in geringsten Spuren durch seine kräftige, tiefrote Fluoreszenz. Dabei leistet der fluoreszenzmikroskopische Nachweis etwas, was kein chemisches Verfahren könnte. Dank des intensiven roten Leuchtens des Porphyrins kann dessen Verteilung nicht nur organweise festgestellt werden, sondern seine Anwesenheit oder sein Fehlen verrät sich für jede einzelne Zelle. Es läßt sich also nicht nur die anatomische, sondern auch die histologische Verbreitung erkennen. Neben den doch verhältnismäßig seltenen chronischen allgemeinen Porphyrikerkrankungen treten lokale Porphyrininfiltationen aber auch bei akuten lokalen Vorgängen ein. So zeigte LOOS (18), daß bei zahlreichen Erkrankungen der Zähne (Pulpitis u. ä.) Porphyrin in die Dentinkanälchen infiltriert. Ein Schliff durch einen solchen Zahn zeigt im Fluoreszenzmikroskop innerhalb der blau leuchtenden Dentin-Zonen mit grellroter Fluoreszenz eben die Stellen, in welche die pathologische Infiltration des Porphyrins erfolgte. Die Fluoreszenzerscheinung ist so stark, daß sogar mit Hilfe eines Mikro-Spektrographen die charakteristischen Porphyrin-Banden festgestellt werden können, wodurch jede Verwechslung mit anderen, auch rot fluoreszierenden Stoffen ausgeschlossen wird. Über die Porphyrine in der Tierheilkunde berichtet in einer interessanten, demnächst erscheinenden Abhandlung KOLLER (17) sehr ausführlich. An diesem Beispiel soll gezeigt werden, daß durch eine Auswertung von Fluoreszenzreaktionen im mikroskopischen Bild, seien sie nun primärer oder sekundärer Art, mit Hilfe kombinierter mikroskopischer und spektraler Untersuchungsmethoden auch die Möglichkeit einer quantitativen Bestimmung der Fluoreszenz gegeben ist.

Die vielleicht ungewöhnlichsten und seltsamsten Probleme, die in der Mikroskopie überhaupt vorkommen, werden in der Kriminalistik gestellt. Jeder Rechtsfall — gleichgültig, ob es sich um ein schweres Blutsverbrechen handelt oder um einen simplen Schwindel — stellt ja sozusagen eine singuläre Erscheinung dar, und jeder Fall erfordert eigene Untersuchungsmethoden. Bei der Kriminalistik sind es nicht so sehr besonders eigenartige Sondergeräte, die unser Interesse erwecken, als vielmehr die Ausdehnung der mikroskopischen Forschung auf Gebiete und Fragen, welche im gewöhnlichen Leben durchaus nicht als Domänen des Mikroskopes zu betrachten sind. Gerade dadurch können aber die Beispiele der kriminalistischen Mikroskopie anregend wirken, sonst scheinbar unlösbaren Fragen mit dem Rüstzeug der modernen Optik zu Leibe zu gehen. Ob ein Verdächtiger in einer bestimmten Gegend oder an einem bestimmten Ort war, diese Frage konnte schon wiederholt eindeutig dadurch geklärt werden, daß Staub und Schmutz, der an den Kleidern oder Schuhen haften geblieben war, mit Proben der fraglichen Örtlichkeit verglichen wurde. Wenn sich etwa in den Sohlennähten der Schuhe des Verdächtigen kleinste Bruchteilchen von Föhrennadeln finden und die

Tat in einem Föhrenwald begangen worden ist, so wird dem Betreffenden wohl auch das hartnäckigste Leugnen nicht helfen. Die Frage, ob ein Schuß aus einer bestimmten Waffe abgegeben wurde oder nicht, kann mikroskopisch verhältnismäßig leicht gelöst werden. Bei jeder Waffe zeigt der Abdruck des Einschlages der Zündnadel auf dem Geschoßboden seine besonderen individuellen Charakteristika und ebenso läßt der Drall jeder Waffe auf dem abgefeuerten Geschoß seine ganz typischen Spuren zurück. Es genügt also zumeist ein einziger Probeschuß aus der fraglichen Waffe, um an Hand des so gewonnenen Vergleichsmaterials entscheidende Angaben über ein im Erschossenen gefundenes Geschoß oder über eine am Tatort gefundene Hülse machen zu können. Es kann für alle Beteiligten viel davon abhängen, ob ein Stoff gerissen oder geschnitten wurde und im letzteren Falle, ob mit Messer oder Schere, mit scharfem oder stumpfem Werkzeug (8). Die Frage kann natürlich nur mikroskopisch gelöst werden. Aber ein paar einfache Testversuche am fraglichen Gewebe werden dem geübten Kriminalisten Fingerzeige geben, die eine Entscheidung mit fast 100%iger Gewißheit ermöglichen. Jedenfalls zeigt die Kriminalistik eindringlich, daß das Mikroskop sehr oft und auch in scheinbar ganz „unmikroskopischen“ Fällen das einzige und dabei gleichzeitig vollkommen sichere Hilfsmittel zur Entscheidung ist, eine Tatsache, welche sich viele — und sogar geisteswissenschaftliche — Fächer zunutze machen sollten.

Das Mikroskop wird noch viele weitere Anwendungsgebiete finden und darf nicht nur auf traditionelle Gebiete beschränkt bleiben. Aus diesem Grunde wurden in der vorliegenden Arbeit an ganz willkürlich ausgewählten Beispielen zum Teil bewährte, aber weniger bekannte mikroskopische Methoden zu dem Zwecke beschrieben, um Anregungen zu geben, damit mikroskopisches Neuland zu erschließen.

Literatur

1. *Alwerdes F.*, Acht Jahre tierpsychologischer Forschung im Marburger Zoologischen Institut. S.B. Ges. Naturwiss. Marburg **72** (1937): 1—68.
2. *Borst M.* und *Königsdorfer H.*, Untersuchungen über Porphyrie, mit besonderer Berücksichtigung der Porphyria congenita. Leipzig, 1929.
3. *Bramstedt F.*, Dressurversuche mit *Paramaecium caudatum* und *Styloynchia mytilus*. Z. vergl. Physiologie **22** (1935): 490—516
4. *Brütigam F.*, Die Entwicklung und der gegenwärtige Stand der Mikroskopie. Mikroskopie **1** (1946), 1/2: 56—63.
5. *De Crinis!* Eine neue Methode zur histologischen Schnelldiagnose in ihrer Bedeutung für die Hirnchirurgie. Klin. Wschr. **14**, (1935), 27: 961—962.
6. *Diebschlag E.*, Ganzheitliches Verhalten und Lernen bei Echinodermen. Z. vergl. Physiologie **25** (1938): 143 bis 148.
7. *Geitler L. v.*, Z. „Chromosoma“. Verlag Springer, Berlin.
8. *Hepner W.*, Gerissen od. geschnitten? Untersuchungen an Trennungsstellen von Fäden. Erscheint in einem der nächsten Hefte dieser Zeitschrift.

9. Höfler K., Sitzungs. Anz. Akad. Wiss. Wien vom 6. April 1946.
10. — Was lehrt die Fluoreszenzmikroskopie von der Permeabilität und Stoffspeicherung? *Mikroskopie* **2** (1947), 1/2: 13—29.
11. Hofmann E., Fossile Pflanzen unter dem Mikroskop. *Mikroskopie* **1** (1946), 3/4: 78—95.
12. Koblmüller L. O., Vierthaler R. W., Über ein Gerät zum Isolieren von Keimen auf der Oberfläche fester Nährböden („Plattenmanipulator“). *Zentralbl. Bakt., Parasitenkunde u. Infektionskrankh., I. Abt., Orig.*, **129** (1933): 438—446.
13. — Untersuchungen über Streptokokken. I. Mitteilung: Über bewegliche Streptokokken. *Zentralbl. Bakt., Parasitenkunde u. Infektionskrankh., I. Abt., Orig.*, **133** (1935): 310—332.
14. Kofler L., Kofler A. u. Mayrhofer A., *Mikroskopische Methoden in der Mikrochemie*. Wien-Leipzig, 1936.
15. Kofler A., Thermoanalyse unter dem Mikroskop. *Mikroskopie* **1** (1946), 5/6: 137—158.
16. Köhler A., Die Bedeutung des Universaldrehtisches nach FEDOROW in der Mineralogie und Petrographie. *Mikroskopie* **1** (1946), 5/6: 174—187.
17. Koller R., Die Porphyrine in der Tierheilkunde. Erscheint bei Urban & Schwarzenberg, Wien, 1948.
18. Loos St., Über das Vorkommen von Porphyrinen in menschlichen Zähnen und im Zahnstein. *Z. Stomat.* **29** (1931), 11: 1294—1305.
19. Michel H., *Die künstlichen Edelsteine*. II. Auflage. Leipzig, 1936.
20. Mitsche R. und Onitsch E., Über die Mikrohärtigkeit der Metalle. Erscheint in einem der nächsten Hefte dieser Zeitschrift.
21. Storch O., Die Schwimmbewegung der Copepoden auf Grund von Mikro-Zeitlupenaufnahmen analysiert. Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft. Aus der 33. Jahresversammlung von Marburg a. d. Lahn.
22. — Über eine Einrichtung für mikroskopische Zeitdehnungsaufnahmen und über die wissenschaftliche Auswertung von Filmaufnahmen. *Z. wiss. Mikrosk., mikrosk. Techn.* **46** (1929): 21—44.
23. Strugger S., Fluoreszenzmikroskopische Untersuchungen über die Aufnahme und Speicherung des Akridinorange durch lebende und tote Pflanzenzellen. *Jenaische Z. Naturwiss.* **73** (1940): 97—134.
24. — Zellphysiologische Studien mit Fluoreszenzindikatoren. *Flora* **35** (1941): 101—134.
25. — Untersuchungen über die vitale Fluorochromierung der Hefezelle. *Flora* **37** (1943): 73.
26. Vierthaler R. W., Anpassung und Lebenserhaltung auf festen Nährböden am Beispiel der Kapselbakterien. *Zentralbl. Bakt., Parasitenkunde u. Infektionskrankh., I. Abt., Orig.*, **139** (1937): 1—12.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mikroskopie - Zentralblatt für Mikroskopische Forschung und Methodik](#)

Jahr/Year: 1947

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Bräutigam Fritz

Artikel/Article: [Wenig bekannte Anwendungsgebiete des Mikroskopes in Wissenschaft und Technik. 118-126](#)