

Angewandte Mikroskopie in den Naturwissenschaften, der Medizin und der Technik

Von Dr. phil. Dr. med. vet. h. c. Hugo F r e u n d,
Wetzlar

Vortrag, gehalten am 7. Juni 1966

Vor einem Kreis erfahrener Mikroskopiker über das Thema „angewandte Mikroskopie“ während der letzten 150 Jahre berichten zu dürfen, betrachte ich als hohe Ehre und Auszeichnung.

Die Mikroskopie hat in Wien schon in der Frühzeit der mikroskopischen Forschung überhaupt in der Persönlichkeit von Simon P l ö s s l als Mikroskophersteller einen großen Förderer gehabt, dem knapp 10 Jahre nach seinem Ableben Carl R e i c h e r t als Gründer eines bedeutenden optischen Unternehmens auf dem Gebiet des Mikroskopbaues nachfolgte. Simon P l ö s s l stellte mit den, wie noch ausgeführt wird, inzwischen wesentlich verbesserten Linsensystemen, Objektiven und Okularen leistungsfähige Mikroskope her, für die auch außerhalb des Landes Österreich große Nachfrage be-

stand. So arbeitete der Breslauer Physiologe Purkinje mit einem Plössl-Mikroskop, ebenso Josef Berres, der 1837 bereits seine „Anatomie der mikroskopischen Gebilde des menschlichen Körpers“ herausgab. Dasselbe gilt für Josef Hyrtl, dem Jubiläumsrektor Ihrer Universität von 1865, der schon als Student mit einem Instrument von Plössl mikroskopierte. Auch er ist als Herausgeber eines berühmten, die mikroskopische Anatomie ebenfalls berücksichtigenden Lehrbuches bekannt.

Plössls Wirken als Mikroskophersteller wäre allein schon Anlaß genug, für einen Vortrag ein solches Thema zu wählen. Stimulierend kommt hinzu die gesamte Atmosphäre der altehrwürdigen alma mater Rudolphina, deren glanzvolles 600-jähriges Jubiläum 1965 weltweit wirkend noch in unser aller Erinnerung ist. Sie hat besonders unter ihren Biologen und Medizinern wie auch unter den Mineralogen berühmt gewordene Mikroskopiker zu verzeichnen, deren Namen in die Geschichte eingegangen sind.

So ist auch die heute überall betriebene Einrichtung von Lehrstühlen für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin als eine erfreuliche Begleiterscheinung der Bemühungen um die Wissenschaftsförderung anzusehen. Die Pflege des Geschichtsbewußtseins in den genannten Wissenschaftsdisziplinen ist nämlich für die heutige junge Generation von um so größerer Bedeutung,

als seit einigen Jahrzehnten eine geradezu sprunghafte Entwicklung im Bereich der beschreibenden Naturwissenschaften zu beobachten ist. An den Fortschritten dieser Wissensgebiete hat ohne Zweifel die Mikroskopie einen sehr beachtlichen Anteil.

Warum konnte sich das Mikroskop als Forschungsinstrument nunmehr durchsetzen, nachdem doch die Mikroskopie im 18. Jahrhundert praktisch weder konkrete Ergebnisse noch Fortschritte gebracht hatte? Wesentlich, ja entscheidend war hierfür die Beseitigung der optischen Fehler in bezug auf chromatische und sphärische Korrektur der Linsen des Mikroskops an der Wende des 18. zum 19. Jahrhundert. Durch die theoretischen Arbeiten Newtons und die des Schweizer Gelehrten Euler kam die Verbesserung der Mikroskop-Optik allmählich in Gang. Erforderlich war vor allem die Achromatisierung der Linsen, die Newton noch für unmöglich hielt, weil die zu seiner Zeit verfügbaren optischen Gläser alle die gleiche Farbzerstreuung besaßen. Es handelte sich um ganz einfache Alkali-Silikat-Gläser unter der damals geprägten Bezeichnung „Kronglas“. Erst als später das durch Verschmelzen von Flintsteinen mit Bleioxyd gewonnene „Flintglas“ hinzu kam, wurde es möglich, durch Kombination von Linsen aus beiden Glassorten bedeutend schärfer zeichnende Optiken herzustellen. Sie lieferten Bilder mit nur noch geringfügig farbumsäumten Rändern.

Es war der Londoner Optiker John Dollond, dem so die Schaffung achromatischer Fernrohrobjekte gelang. Diese Erfindung sollte später auch für den Mikroskopbau von entscheidender Bedeutung werden.

Der Göttinger Astronom und Mathematiker Carl Friedrich Gauss leistete mit seinen Veröffentlichungen über die mathematischen Verhältnisse der Lichtbrechung einen wesentlichen Beitrag, durch den die Mikroskopie Förderung erfuhr. Josef von Fraunhofer veröffentlichte bereits vor Gauss die Ergebnisse seiner Studien über die Farbbrechung und Farbzerstreuung verschiedener Glasarten, in denen bereits sieben Oxyde als Glasbildner vereinigt wurden. Freilich war optisches Glas bis dahin im deutschen Raume nicht erhältlich, wohl aber bestanden Glasschmelzen in der Schweiz, in England und in Frankreich. Es ist deshalb besonders interessant, daß Fraunhofer in Benediktbeuern eine Glasschmelzhütte errichtete, die dank der Tätigkeit der Fraunhofer-Gesellschaft in München heute noch in ihrem ursprünglichen Zustand erhalten und der Öffentlichkeit gezeigt wird. Mit der Errichtung dieser Glashütte war der bescheidene Anfang zur Entwicklung eines optischen Gewerbes in Deutschland getan. In diese Zeit fallen auch die erfolgreichen Bemühungen des Holländers Beeldsnyder und des Franzosen Selligie, denen die Her-

stellung eines brauchbaren achromatischen Mikroskop-Objektivs gelang.

Nicht unerwähnt bleiben darf der Anteil des großen italienischen Naturforschers **A m i c i**, der zu dieser Zeit, d. h. zurzeit des Wirkens von **Simon Plössl** in Wien, und **Georg Oberhäuser** in Paris, ein optisch schon erheblich verbessertes Mikroskop schuf, der die starkvergrößernden Mikroskopobjektive durch die Erfindung des Immersionssystems im Jahre 1850, zunächst mit Wasser als Immersionsmittel, bereicherte. Wenn auch zu dieser Zeit die instrumentellen Mittel gemessen an unseren heutigen Möglichkeiten als bescheiden bezeichnet werden müssen, so ist dennoch der sichtbare Erfolg Beweis genug für die großen Leistungen der Mikroskopiker dieser Zeitspanne. Die Naturforschung gewann jedenfalls durch die Mikroskopie in hohem Maße. Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts hatten die biologische und medizinische Forschung einen derart hohen Stand erreicht, daß eine rege Nachfrage nach brauchbaren Mikroskopen einsetzte. In diesen Jahren entstanden zwei optische Werkstätten von Rang, die sich im Laufe der Jahrzehnte zu hoher Blüte entwickelten und sich heute, mehr als 100 Jahre nach ihrer Gründung, hohen Ansehens in der wissenschaftlichen Welt erfreuen.

Es war in Jena der Botaniker **Schleiden**, der 1846 dem Universitätsmechaniker **Carl Zeiss**

nahelegte, ein „Atelier für Feinmechanik“ zu gründen, welches sich in zunehmendem Maße dem Mikroskopbau widmen sollte. 20 Jahre nach dieser Gründung versicherte sich der Mechaniker Carl Zeiss der wissenschaftlichen Mitarbeit des Physikers und Mathematikers Ernst A b b e vom Physikalischen Institut der Universität Jena, der in der Folge dem Unternehmen den Stempel aufdrückte und die Zeiss'sche Werkstätte zu dem einen der beiden erwähnten optischen Industrieunternehmen von Weltruf entwickelte.

Zeitlich fast gleichzeitig begründete der Optiker Carl K e l l n e r in Wetzlar sein „Optisches Institut“, das nach dessen frühem Tod durch Besitzwechsel auf den Mechaniker Ernst L e i t z aus Sulzburg/Baden überging. Die Nachbarschaft der Universität Gießen, deren naturwissenschaftliche Institute und medizinischen Forschungseinrichtungen ebenfalls Bedarf an guten Mikroskopen hatten, erwies sich für diesen jungen optischen Betrieb als vorteilhaft und günstig. In drei Generationen Leitz wuchs das ursprünglich optische Institut auch zu einem Weltunternehmen der feinmechanisch-optischen Industrie.

Und die dritte Gründung eines beachtlichen Unternehmens des Mikroskopbaues im deutschen Sprachgebiet muß hier in Wien besonders erwähnt werden. Durch den Tod von Simon P l ö s s l im Jahre 1868 war in Österreich der in der 1. Hälfte

des vorigen Jahrhunderts blühende Mikroskopbau zum Erliegen gekommen. Es war ein Schwager von Ernst Leitz, der Schwabe Carl Reichert, der sich 1876 in Wien niederließ, um dort Mikroskope zu fabrizieren, nachdem er in Berlin und Wetzlar als Mechaniker eine gute Fachausbildung genossen hatte. Die Aufzählung der bedeutenden Mikroskophersteller des deutschen Sprachraumes in unserer Gegenwart wäre unvollständig, würde nicht auch ein jüngerer namhafter optischer Betrieb im schweizerisch-österreichischen Grenzgebiet in Heerbrugg, nämlich die Firma Wild genannt, die sich in der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg ebenfalls auf dem Gebiet des Mikroskopbaues betätigt.

Meine sehr geehrten Damen und Herren, gestatten Sie mir noch einen kurzen jedoch unerläßlichen Ausblick auf die Entwicklung des Mikroskops unter dem Einfluß Ernst A b b e s, der, wie einst F r a u n h o f e r, und Carl K e l l n e r in der theoretischen Durchbildung und Entwicklung der Mikroskop-Optik das Geheimnis des Erfolges richtig erkannte. Er schuf als Physiker und Mathematiker in entscheidungsvoller jahrelanger Arbeit die wissenschaftlichen Grundlagen der Mikroskop-Optik. Seine Bemühungen galten der steten Verbesserung der Achromate, er konnte 1878 nach mühevoller Erprobung aller nur denkbaren Immersionsmittel in Verbindung mit dem heute noch gebräuchlichen Zedernholzöl die Ölimmersion herausbringen. Bei

seinen rechnerischen Arbeiten hatte er erkannt, daß zur Erzielung noch leistungsfähigerer Mikroskop-Objektive die Verbesserung des optischen Glases und vor allem eine größere Auswahl der Glassorten unerläßliche Voraussetzung seien. Die Zusammenarbeit mit dem Glaschemiker Otto Schott erbrachte optische Gläser, die u. a. borsaure Salze und Phosphate in der Schmelze als Glasbildner zur Grundlage hatten. Unter Ausnutzung eines nunmehr größeren Glassortimentes gelang damals Ernst Abbe der große Wurf seiner Zeit, nämlich die Berechnung der nunmehr völlig farbfreien Objektive im Jahre 1886, die „Apochromate“ genannt wurden. Ihre Herstellung wurde dann auch von den übrigen Mikroskopbauern baldigst aufgegriffen.

Jahrelang wurde überall, auch bei Ernst Leitz, an der Verbesserung der Mikroskop-Objektive durch immerwährende neue Berechnungen gearbeitet. Dabei entwickelte der Leitz'sche Mathematiker Carl Metz einen Objektivtyp zwischen den Achromaten und Apochromaten, die Fluoritobjektive, die einen hervorragenden Korrektionszustand aufweisen. Grundsätzlich Neues war für die Zukunft vom Standpunkt der praktischen Optik zunächst nicht mehr zu erwarten, wenn man von den Verbesserungen der Mikroskopokulare, z. B. der Periplanokulare von Ernst Leitz und in späteren Jahren von Sonderobjektiven für die Metallo-

graphie mit telezentrischem Strahlengang sowie von den Objektiven für die Auflichtmikroskopie mit dem Leitz-Ultropak und dem Reichert-Epilum absieht.

Im Zeiss-Werk in Jena führten indes die Rechenarbeiten von Hans Boegehold Ende der 30er Jahre wiederum zu einem markanten Abschnitt in der Entwicklung der Mikroskop-Objektive. Hatte Ernst Abbe in seinen Apochromaten den bestmöglichen chromatischen Korrektionszustand verwirklicht, so blieben doch noch Wünsche bezüglich der sphärischen Korrektion offen. Hier bildeten Boegeholds Planobjektive, Planachromate wie auch Planapochromate, schließlich die Krönung in der historischen Entwicklung des Mikroskop-Objektives.

Ist schon die Kenntnis der historischen Entwicklung des Mikroskopbaues ab Beginn des 19. Jahrhunderts für jeden Naturwissenschaftler wertvoll, weil er heute ja in höherem Maße gegenüber früher als Nicht-Physiker die Funktionen ungleich komplizierterer Instrumente beherrschen muß, wieviel mehr erweckt aber auch die Tätigkeit der Gelehrten der Frühzeit der mikroskopischen Forschung die Aufmerksamkeit der heutigen Generation. Zu dieser Zeit war die naturwissenschaftliche und die medizinische Forschung in einem Aufbruch sondergleichen begriffen, ein Erfolg reihte sich an den anderen. Die Namen dieser

Forscher sind längst in die Geschichte eingegangen und leben freilich in der Erinnerung fort. Um ihr erfolgreiches Wirken der Nachwelt zu erhalten, bemühen sich die Universitätsinstitute für Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin, das unvergängliche Erbe dieser Gelehrten an die heutige junge Generation weiterzugeben.

Drei große Forscher haben den Aufschwung der biologisch-medizinischen Forschung um die vorletzte Jahrhundertwende damals bewirkt. Ignaz Döllinger lehrte an der Universität in Würzburg und galt als hervorragender Anatom sowie als ausgezeichnete Mikroskopiker seiner Zeit, der, um mit Virchow zu reden, „den Gebrauch des Mikroskops für die feinere Untersuchung in Deutschland einführte“. Er bildete neben anderen einen Schüler aus, dessen Name unauslöschlich mit der Entdeckung des Säugetiereies verknüpft bleibt. Der Schüler war der Baltendeutsche Carl Ernst von Baer, dem 1826/27 die Sichtbarmachung des Eies im Mikroskop gelang, womit er einen ganz bedeutenden Beitrag zur Klärung der Vorgänge beim Werden des tierischen und menschlichen Organismus leistete. Angesichts der Bedeutung dieser epochalen Entdeckung für die Biologie durfte von Baer annehmen, daß diese möglicherweise Diskussionsgegenstand auf der Berliner Naturforschertagung 1828 sein würde. Da dies nicht der Fall war, erklärte er sich, offensichtlich enttäuscht,

auf Wunsch eines schwedischen Forschers bereit, einigen hieran interessierten Gelehrten den Nachweis des Säugetiereies unter dem Mikroskop durch eine Demonstration zu erbringen. An ihr nahmen neben anderen insbesondere Purkinje und Johannes Müller teil.

Der zweite Schüler Döllingers, der sich um die Einführung des Mikroskops in die medizinische Wissenschaft große Verdienste erworben hatte, war Johannes Lucas Schönlein, der als junger klinischer Lehrer am Julius-Spital in Würzburg 1819 nach der glücklichen Überwindung der Aera des unproduktiven naturphilosophischen Denkens damit begonnen hatte, im klinischen Untersuchungsbetrieb exakte naturwissenschaftliche Methoden anzuwenden. Er war der erste Kliniker, der das Mikroskop in das klinische Laboratorium einführte in dem Bestreben, genaue Anhaltspunkte für eine Krankheit mit dem Mikroskop ausfindig zu machen. Rudolf Virchow weist nach Schönleins Tod in der Gedächtnisrede 1865 zutreffend auf die großen Verdienste hin, die dieser Mediziner sich um die Anwendung der mikroskopisch-chemischen Untersuchungen durch die von „ihm bewirkte volle Hereinnahme der Naturwissenschaften in die Medizin“ erworben hatte. Auch aus diesem Beispiel darf geschlossen werden, daß es ohne Zweifel das Mikroskop war, welches den Übergang vom natur-

philosophischen Denken zur exakten Naturforschung beschleunigt hat.

Am Beginn der nunmehr dank des Vorhandenseins guter Mikroskope systematisch betriebenen mikroskopischen Forschung stand zunächst die Erschließung der organischen Feinstrukturen. Im deutschen Sprachraum bleiben mit den Entdeckungen dieser Zeit die Namen von Forschern wie Johannes Müller, Jakob Henle, Josef Hyrtl, Franz von Leydig, Max Schultze, Josef Gerlach, Rudolf Virchow, Albert Kölliker, Carl von Rokitansky, Hugo von Mohl, Julius von Wiesner, Ritter von Höhnel, Gottlieb Haberlandt für immer verknüpft. Später wurde das Reich der Mikroorganismen mit der großen Zahl der pathogenen Bakterien, des Tuberkuloseerregers, des Milzbrandes, der Cholera, der Diphtherie usw. erschlossen. Es war eine wissenschaftlich außerordentlich fruchtbare Epoche, die weltweit gekennzeichnet ist durch die Errungenschaften der Mikrobiologie von Forschern wie Louis Pasteur, Robert Koch, Friedrich Löffler, Emil von Behring, Elias Metschnikow, Roland Ross, Fritz Schaudin u. a. Die gesamte Biologie und Medizin erhielt also mit Hilfe des Mikroskops durch die Zellenlehre, anschließend noch durch die Bakteriologie eine ausbau- und entwicklungsfähige Grundlage.

Es ist nicht schwer zu erkennen, daß ein großer

Bedarf an Mikroskopen allein durch die Diagnose der Tuberkulose und Diphtherie, der Malaria und Syphilis entstand. Daß der Bau von Mikroskopen, ursprünglich ein gelehrsameres Handwerk, in Wien wie in Jena und in Wetzlar in den Bereich der Wissenschaft hineinwuchs, war unausbleiblich. Die Gelehrten befruchteten die optischen Werkstätten mit ihren Anregungen, umgekehrt sie deren Arbeit mit ihren Erzeugnissen.

Hatte der Schweizer Albert Kölliker als Anatom in der Durchforschung aller Gewebe des Körpers entscheidenden Anteil an der mikroskopischen Strukturforschung, deren Ergebnisse in seinem 1850—1854 erschienenen klassischen Handbuch der Gewebelehre niedergelegt wurden, so gebührt dem pathologischen Anatomen Rudolf Virchow das historische Verdienst, mit der von ihm inaugurierten Zellulärpathologie die Voraussetzungen für die Grundlagen der modernen Medizin geschaffen zu haben. Als Schleiden und Schwann den durchweg zelligen Bau von Pflanzen und Tier 1839 entdeckt hatten, begnügte man sich nicht mehr bei der Suche nach der Ursache der Krankheiten mit dem grobanatomischen Bild, sondern man spürte krankhaften Veränderungen der Bausteine der Organe, ihren Zellen, nach. Dieser Weg wurde insbesondere durch den Bonner, später Berliner Gelehrten Johannes Müller gewiesen, den der Pathologe Virchow genial fort-

setzte. Er stellte besonders heraus, daß die lebende Zelle die letzte Einheit aller Organismen im gesunden wie im kranken Körper ist. Im 100-jährigen Jubiläumsjahr der Begründung der Zellforschungslehre 1939 erschien eine die Entwicklung der Zytologie während dieser Zeitspanne zusammenfassende Monographie „Hundert Jahre Zellforschung“, als deren Verfasser für den biologischen Bereich der Botaniker Ernst Küster und der Zoologe W. J. Schmidt, für die medizinische Forschung der Pathologe Ludwig Aschoff verantwortlich zeichneten.

Die hier angedeutete Entwicklung der Histologie und Zytologie ist eng verknüpft mit den Fortschritten des Mikroskopbaues. Was die in bezug auf die chromatische Korrektur vervollkommenen Objektive dem Histologen in den Anfängen der Entwicklung der Präparationstechnik und der Färbemethoden bedeuteten, ist rückschauend einzigartig. Um sich vollends des Maßes dieser Fortschritte klar zu werden, genügt ein Rückblick auf die fruchtbare Tätigkeit des Würzburger Anatomen von Kölliker, dessen Schule, z. B. Franz von Leydig, Philipp Stöhr sen. und Martin Heidenhein entstammen.

Hand in Hand mit dem Streben der Optiker, das Mikroskop immer noch vollkommener zu gestalten — es sei hier an die für die bakteriologische Forschung überaus wichtige Dunkelfeldbeleuchtung

mit Hilfe der Spiegelkondensoren erinnert — erfuhr die Entwicklung der mikroskopischen Technik und der Ausbau der Färbemethoden in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts einen ungeheuren Aufschwung. Wohl kaum hätten die erstaunlichen Leistungen der Histologen etwa mit den in der Frühzeit der Mikroskopie üblichen Zupf- bzw. Quetschpräparaten bewerkstelligt werden können, die bekanntlich heute noch bei der mikroskopischen Untersuchung von Fleisch auf Trichinen Anwendung finden. Der hohe Stand der Gewebeforschung erforderte deshalb Geräte zur Herstellung immer feiner werdender Dünnschnitte.

Um die Entwicklung des Mikrotomes bemühten sich der Breslauer Physiologe P u r k i n j e und die Anatomen aus Berlin und Halle, H i s und W e l c k e r, nicht zu vergessen O s c h a t z. Ein paar Jahrzehnte später machte der Ausbau des Mikrotoms große Fortschritte durch die Anregungen des Heidelberger Pathologen R i c h a r d T h o m a und gegen Ende des Jahrhunderts schuf der amerikanische Biologe C h a r l e s M i n o t im Verlauf seiner embryologischen Studien das heute noch seinen Namen tragende Mikrotom zur Herstellung von Serienschnitten aus Paraffinblöcken.

Der Vervollkommnung des Mikrotoms folgten Verbesserungen der Einbettungsmethoden mit den verschiedenen Einbettungsmedien wie Paraffin, Zelloidin, Gelatine sowie der Fixierverfahren unter

Zuhilfenahme chemischer Agentien wie Alkohol, Formalin und Chromsäure. Historisch mit dieser Entwicklung verbunden sind Josef von Gerlach, der ehemalige Erlanger Anatom, Paul Schiefferdecker in Bonn und schließlich gebührt besonderer Dank dem Förderer des mikrotechnischen Schrifttums in den letzten Jahrzehnten, nämlich dem heutigen Münchener Emeritus Benno Rom eis, dessen Standardwerk über mikroskopische Technik jetzt erst wieder eine hervorragende Neuauflage erfahren hat.

Ein beachtlicher Anteil an den mikrotechnischen Fortschritten entfällt auf J. von Gerlach, was sinnfällig zum Ausdruck kommt durch die Inschrift auf dem Sockel seiner Büste im Erlanger Anatomischen Institut „Arte tingendi innititur histologia“. Auf der Färbekunst beruht die Histologie. So wurden die Färbemethoden mit ihrem komplizierten Chemismus beinahe eine Wissenschaft für sich. Um schließlich noch mit dem Gießener Zoologen Professor W. J. Schmidt zu reden: „Die Färbetechnik ging aus der Epoche wagemutigen Probierens zur Erforschung des Färbevorganges über, um die Verfahren im Feinen zu beherrschen und mit dem immer reicher gegliederten Bild des Präparates vertiefte Erkenntnisse seines Wesens zu schöpfen.“

Um die Erforschung des Färbevorganges haben sich noch andere Gelehrte sehr verdient gemacht,

vor allem Paul Ehrlich und sein Vetter Carl Weigert, später noch Martin Heidenhain. Es war die Zeit der großen Fortschritte der organischen Chemie, insbesondere der Erfindung der Anilinfarbstoffe. Nicht vergessen werden sollen in diesem Zusammenhang die Metallimprägnierungen, welche durch die Erkennbarmachung der Feinstrukturen des zentralen Nervensystems für immer mit den Namen Colgi und Cajal verbunden bleiben. Hier soll aber auch noch Paul Ehrlichs als des Begründers der Chemotherapie gedacht werden, die dem Entdecker des Salvarsans 1912 den Nobelpreis einbrachte, mit dem 3 Jahrzehnte danach Gerhard Domagk für seine bahnbrechenden chemotherapeutischen Arbeiten auf dem Gebiet der Sulfonamide ausgezeichnet wurde.

Da die organismischen Strukturen infolge ihrer feinen Strukturierung bei der mikroskopischen Betrachtung im gewöhnlichen Durchlicht an die Optik schon sehr hohe Ansprüche stellen, erwies sich ihre Beobachtung im polarisierten Durchlicht vielfach als vorteilhafter. So hat sich im Laufe von mehr als 100 Jahren die mikroskopisch-polarisationsoptische Analyse zu der Erforschung des submikroskopischen Feinbaues entwickelt. Wissenschaftler deutscher Zunge haben in der polarisationsoptischen Forschung für die Biologie und Medizin die Grundlagen geschaffen. Gottfried Ehrenberg hat Ende der 40er Jahre des vorigen Jahrhunderts

eine Anzahl Beispiele für die Möglichkeit polarisationsmikroskopischer Untersuchungen tierischer Gewebe gegeben. Der Wiener Physiologe **B r ü c k e** fand die Querstreifung der Muskelfasern 1858 mit Hilfe des Polarisationsmikroskops. Aus der Feder des Berner Physiologen **V a l e n t i n** erscheint 1861 ein erstes Buch mit dem Titel „Die Untersuchung der Pflanzen- und Thiergewebe im polarisierten Lichte.“ Erwähnt seien ferner die klassischen Arbeiten des Wiener Histologen von **E b n e r** über das Knochengewebe. Als der große geistreiche Förderer der biologischen Polarisationsmikroskopie erwies sich um die Wende zum 20. Jahrhundert in Jena **Hermann A m b r o n n**, auf dessen Bahnen weiterwandelnd in Gießen Professor **Dr. W. J. S c h m i d t** diese zu einer einmaligen großartigen Vollendung gebracht hat. Seine Forschungsergebnisse bezüglich der Kenntnisse vom submikroskopischen Feinbau haben durch die moderne Elektronenmikroskopie ihre volle Bestätigung gefunden. In 400 Einzelpublikationen und zahlreichen Handbuchbeiträgen hat **S c h m i d t** dieses Gebiet erschöpfend behandelt.

Die instrumentelle Weiterentwicklung des 1834 von dem Engländer **T a l b o t** geschaffenen Polarisationsmikroskops förderte 1915 ganz wesentlich mit der Erfindung des anastigmatischen Tubusanalysators der Gießener Zoologe **Siegfried B e c h e r**. Hierauf aufbauend konnte auf An-

regung von Professor Schmidt 1929 von den Optischen Werken Ernst Leitz ein ausschließlich auf die Bedürfnisse des Biologen und Mediziners zugeschnittenes Polarisationsmikroskop entwickelt werden, welches in späteren Jahren noch weiter vervollkommenet wurde. Ambronn's polarisationsoptische Forschungen der Botanik setzt heute sein Schüler Professor Frey-Wyssling in Zürich fort.

Der begreifliche Wunsch, unter Ausnutzung beider Augen zu mikroskopieren, also binokular zu beobachten, bestand schon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts. Es war der amerikanische Zoologe Greenough, der in den 90er Jahren Ernst Abbe und Siegfried Csapki anregte, ein schwachvergrößerndes binobjektives Stereomikroskop zu bauen. Dieses Instrument hat sich ganz besonders für Präparierzwecke bis auf den heutigen Tag unter dem Namen Greenough-Mikroskop erhalten. In den 20er Jahren dieses Jahrhunderts entstand bei Ernst Leitz ein ähnliches Stereoinstrument, das seiner schwächeren lupenhaften Vergrößerungen wegen „Binokulare Prismenlupe“ genannt wurde und heute noch eine große Rolle, insbesondere in Industrielaboratorien, spielt.

Ideal wäre freilich gewesen mit dem normalen Mikroskop binokular beobachten zu können. Jahrzehntelange Bemühungen der Mikroskopbauer blieben indes ohne Ergebnis. 1913 gelang dem Leitz-

Physiker Felix Jenzsch, dem späteren Nachfolger Ambrons als Leiter des Instituts für wissenschaftliche Mikroskopie in Jena, die Konstruktion eines einwandfreien monobjektiven Binkularmikroskops. Die Annehmlichkeiten der binokularen Betrachtungsweise sind jedem geübten Mikroskopiker bekannt, insbesondere was die Schonung der Augen und die Vividität des Bildes betrifft.

Die dem Ersten Weltkrieg folgende Zeit brachte für den Mikroskopiker manchen interessanten Fortschritt. Der Wunsch, den Ablauf biologischer Vorgänge im lebenden Organismus unmittelbar mikroskopisch beobachten zu können, und zwar im Experiment am lebenden Tier alle Organe und Gewebe des Körpers zu untersuchen, rückte der Verwirklichung näher. An den Universitäten in Frankfurt, Heidelberg und Halle wurde in dieser Richtung schon verhältnismäßig früh gearbeitet. Es waren in erster Linie der Pharmakologe Ellinger, der Anatom Hirt und zuletzt der Schweizer Physiologe Vonwiller, welche die heute unter dem Begriff „Intravitalmikroskopie“ so bedeutsam gewordene mikroskopische Lebendbeobachtung begründet haben. Bei diesen Arbeiten war der von Hermann Heine bei Ernst Leitz 1929 entwickelte „Ultropak“-Auflichtilluminator förderlich und einige Jahre später erwies sich im Zuge der von Vonwiller betriebenen Studien über

„mikroskopische Chirurgie“ ein Doppel-Greenough-Mikroskop als besonders praktisch, weil mit seiner Hilfe unter gegenseitiger Unterstützung zwei Personen gleichzeitig am lebenden Objekt hantieren können. Nicht genug damit. Die Wünsche, größere Versuchstiere, wie z. B. einen Hund in das Versuchsprogramm einschließen zu können, führten lange Zeit danach zum Bau des großen Leitz'schen Intravitalmikroskops, dessen Einsatz in zunehmendem Maße dem Anatomen, Physiologen und auch Kliniker Arbeitsmöglichkeiten eröffnete, wie sie bisher noch nicht vorhanden waren. Die Mikrozirkulationsforschung z. B. rückt dadurch in ein neues Stadium.

Unterstützt wird diese Forschungsrichtung zusätzlich noch durch das Fluoreszenzmikroskop, dessen Entwicklung zu Beginn dieses Jahrhunderts auf die Optischen Werke Carl Reichert zurückgeht, woselbst sich Dr. Carl Reichert und Max Haitinger, der Schöpfer der Fluorochromierungsmethode, um diesen Bereich der angewandten Mikroskopie außerordentlich verdient gemacht haben. Erwähnt seien ferner der in Österreich gebürtige viel zu früh verstorbene Münsterer Botaniker Siegfried Strugger und die Pathologen Hamperl und Schümmelfeder, die speziell nach 1945 der Fluoreszenzmikroskopie in ihren Fachbereichen große Impulse gaben. Die in den letzten 15 Jahren so fortschrittliche Entwicklung

der Fluoreszenzmikroskope ermöglichte die Elektroindustrie durch den Bau der Xenon- und Quecksilberdampf-Entladungslampen.

Hier sei auch noch ein kurzer Hinweis auf die zunehmende Bedeutung der von P a p a n i c o l a o u wesentlich geförderten Zytodiagnostik gestattet. Das wichtigste medizinische Anwendungsgebiet der Zytologie, welches gegenwärtig der Menschheit den größten Nutzen bringt, ist wohl das der klinischen Früherfassung des Krebses.

Die Hellfeld-, Polarisations-, Auflicht- und Fluoreszenzmikroskopie basieren letzten Endes alle auf der Abbe'schen Theorie der mikroskopischen Abbildung. Seit A b b e waren in der Auflösungs-fähigkeit der Mikroskop-Optik keine nennenswerten Fortschritte mehr erzielt worden. So hatte zunächst der Eindruck entstehen können, als ob alle Möglichkeiten der Lichtmikroskopie erschöpft seien. Doch vor 30 Jahren gelang dem kürzlich verstorbenen holländischen Physiker und Nobelpreis-träger F r i t s Z e r n i k e eine bedeutsame Erfindung, welche durch einen optischen Eingriff in den Strahlengang des Mikroskops zu einer erheblichen Verbesserung des Kontrastes in der mikroskopischen Abbildung führte. Die Unterschiede des Phasenzustandes, die sich aus der unterschiedlichen Geschwindigkeit des Lichtes in Materialien von verschiedenen Brechungsindices ergaben, wurden in Absorptionsunterschiede übergeführt. Auf

Anregung von Z e r n i k e hat Carl Z e i s s seinerzeit zuerst Mikroskop-Objektive für die Phasenkontrastmikroskopie gebaut.

Galten die von G e r l a c h und vielen anderen, insbesondere E h r l i c h, in die mikroskopische Technik eingeführten Färbemethoden zur Differenzierung des Bildinhaltes eines mikroskopischen Präparates als ein Triumph ihrer Zeit, so können mit dem Phasenkontrastmikroskop ungefärbte mikroskopische Objekte, z. B. lebende Zellen, Bakterien usw. kontrastreich dargestellt werden. Es bedarf also bei Anwendung des Phasenkontrastmikroskopes keinesfalls mehr der künstlichen Anfärbung des Präparates zur Sichtbarmachung und Differenzierung der Bildstruktur.

Die Histochemie, der heutigen Wissenschaftlergeneration an sich wohl als ein relativ junger Forschungszweig erscheinend, ist in ihrem Alter durchaus identisch mit der Histologie. Erinnerung sei an die Begründung der Zellenlehre durch Theodor S c h w a n n 1839 und an die stürmische Entwicklung der Chemie in der Mitte des vorigen Jahrhunderts. Damit waren die Voraussetzungen für eine mikroskopische Zellularchemie gelegt, die eine Brücke zwischen der Struktur und der Chemie des Objektes zu schlagen vermochte. Der Schweizer Gelehrte Friedrich M i e s c h e r, der Entdecker der Nucleinsäure erkannte diese Zusammenhänge schon in den 70'er Jahren klar und deutlich. Die

moderne histochemische Forschung strebt nach noch besseren Einblicken in die biochemischen Umsetzungen und biophysikalischen Vorgänge, wobei quantitative Informationen über optische Daten und Konzentrationen kleinster Substanzmengen in der lebenden Zelle benötigt werden. Das Interferenzmikroskop, dessen Entwicklung zwar schon auf den Beginn dieses Jahrhunderts zurückgeht, das aber infolge der damaligen Entwicklung der histologischen Färbemethoden zunächst noch wenig Beachtung fand, kann hier morphologische, physiologische und biochemische Erkenntnisse vermitteln, die auf anderen Wegen nur schwer erhältlich sind. So hat das Interferenzmikroskop bei der Bestimmung von Brechungsindices, Dicke, Trockengewicht und Wassergehalt von Zellbestandteilen zunehmende Bedeutung erhalten.

Bei dem wachsenden Interesse an quantitativen Methoden in der Mikroskopie kommt der Photometrie mikroskopischer Präparate im letzten Jahrzehnt erhöhte Bedeutung zu. Es handelt sich hierbei um die quantitative Erfassung geringster Stoffmengen an mehr oder weniger kleinen biologischen Objekten bis zu einzelnen Zellen hin. Voraussetzung hierfür sind wie in der analytischen Chemie brauchbare Farbreaktionen, die dem Beer'schen Gesetz folgen. Ein klassisches Beispiel hierfür ist die Feulgen'sche Farbreaktion auf Nucleinsäuren. Im Falle von Extinktionsmessungen, d. h. der Mes-

sung der durch den Farbstoff bewirkten Lichtschwächung bedient man sich in der Mikrophotometrie entweder eines Monochromators oder der Interferenzfilter.

Ein weiteres interessantes Anwendungsgebiet der mikroskopischen Photometrie stellt die mikrofluorometrische Messung an Präparaten dar, bei welchen an Stelle des während einer Farbreaktion gebildeten Farbstoffes ein fluoreszierender Farbstoff, das Fluorochrom tritt, über welche Farbstoffkategorie bereits im Rahmen der Fluoreszenzmikroskopie gesprochen wurde. Der Gebrauch einer Xenon- bzw. Quecksilberdampfampe als Anregungslichtquelle ist selbstverständlich.

Schließlich soll noch die Bedeutung der Mikrophotometrie für die Auswertung von Mikro-Autoradiographien erwähnt werden, zumal hierbei das mühsame und vor allem zeitraubende Auszählen der Silberkörner mit allen subjektiven Fehlermöglichkeiten entfällt.

Drei Jahrzehnte zurück liegen die ersten Veröffentlichungen des schwedischen Forschers Caspersson, der die Mikro-Spektralphotometrie im Ultraviolett entscheidend gefördert hat und damit dem Histo- und Zytochemiker die Möglichkeit bot, an minimalsten Mengen von Untersuchungsmaterial Absorptions- bzw. Fluoreszenzspektren im UV und im Sichtbaren aufzunehmen und auszuwerten. Die Voraussetzung für die Entwicklung eines UV-

Mikro-Spektralphotometers boten die Konstruktionsarbeiten von August Köhler und Moritz v. Rohr bei Carl Zeiss in Jena zu Beginn des Jahrhunderts, welche letzterer die für das damalige UV-Mikroskop benötigten Quarzmonochromate berechnete.

Die von Caspersson ausgearbeitete UV-Mikro-Spektralphotometrie gab schließlich als erfolgreiche Kombination zwischen der klassischen Morphologie und Biochemie den Anlaß für eine breite Anwendung mikrophotometrischer Methoden in der Biochemie und Genetik. Die Firmen Carl Zeiss und Ernst Leitz stellen UV-Mikro-spektralgeräte her, das Bild zeigt die Leitz-Ausführung. Es soll beiläufig noch erwähnt sein, daß mit diesem Gerät der Biologe auch in einfacher Weise UV-Strahlenstich-Eingriffe an einzelnen Zellen des Objektes vornehmen kann. Diese Methode hat ihren Ursprung in Amerika.

Meine Damen und Herren! Meine Darstellung vom Entwicklungsweg der Mikroskopie wäre unvollständig, wollte ich nicht etwas über die Mikrochirurgie bzw. Mikromanipulation sagen. Die ersten Anfänge zum Bau eines „Mikromanipulators“ gehen zurück auf Purkinje. Zur Isolierung einzelner Teile an Embryonen und ihren Organanlagen schuf er eine Kombination von Mikroskop und Präpariergerät, um z. B. Mikronadeln und Pipetten durch Tribschrauben mechanisch exakt

führen zu können. Geräte solcher Art sind in den letzten drei Jahrzehnten durch die Arbeiten von **P e t e r f i** und **C h a m b e r s** zu hoher Vollendung und Präzision weiterentwickelt worden.

Gerne würde ich noch einige Worte zur Objektivierung und Dokumentation der mikroskopischen Befunde durch die Mikrophotographie sagen. Mangels Zeit muß ich es mir leider versagen. Es sind jedenfalls in den letzten 10 Jahren große Fortschritte im Bau mikrophotographischer Apparate gemacht worden, zumal die noch verhältnismäßig junge Technik der Elektronik hier Möglichkeiten zur Vollautomatisierung des photographischen Prozesses bot, sodaß heutzutage Fehlbelichtungen von photographischen Platten oder Filmen, auch bei Farbaufnahmen, völlig ausgeschlossen sind. Beispiele für solche modernen Geräte sind das Zeiss-Photomikroskop und die Leitz-Orthomatkamera.

Eingangs meiner Ausführungen war von den klassischen Anwendungsgebieten der Mikroskopie, gemeint Biologie und Medizin, die Rede, zumal schon im 17. und 18. Jahrhundert der Engländer **R o b e r t H o o k e**, **A n t h o n y L e e u w e n h o e k**, der Italiener **M a l p h i g i** u. a. erfolgreich biologische Objekte mikroskopiert hatten: Doch als das zusammengesetzte Mikroskop in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts den Aufschwung der biologischen und medizinischen Forschung einleitete, be-

ginnen sich auch die Erdwissenschaften, insbesondere die Mineralogie, des Mikroskops zu bedienen. Dabei denken wir in erster Linie an den wohlhabenden englischen Industriellen Sorby, ein Mann reich an Geld und Ideen, der als der weit vorausschauende Begründer der Mikroskopie im anorganischen Reich angesehen werden muß. 1849 gelang ihm von einem kalkigen Sandstein, dessen Struktur und Komponenten er erkennen wollte, die Anfertigung eines Dünnschliffes, den er dem bedeutenden und später in Leipzig tätigen Mineralogen Ferdinand Zirkel vorführte. Diesem blieb es vorbehalten, die Dünnschliffmethode in die Petrographie einzuführen. Zirkel selbst hat anfangs der 60er Jahre des vorigen Jahrhunderts im Laboratorium der Geologischen Reichsanstalt in Wien Gesteinsdünnschliffe hergestellt. 1863 erschien schon sein erstes Lehrbuch „Mikroskopische Gesteinsstudien“. Hiermit war der entscheidende Schritt in der Präparation der Gesteine getan, die systematische Arbeit mit der polarisationsmikroskopischen Untersuchung der Minerale konnte beginnen. So eröffnete sich, ähnlich wie in der Biologie und Medizin, ein ganz neues umfang- und aussichtsreiches Anwendungsgebiet für das Polarisationsmikroskop, das allerdings noch für die Zwecke der petrographischen Untersuchungen recht ausbaubedürftig war. Um die Entwicklung dieses Instrumentes hat sich im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts der Heidel-

berger Mineraloge Harry Rosenbusch sehr verdient gemacht, dem dabei die sonst dem Mikroskopbau durchaus fernstehende Firma Fuess in Berlin großzügige Hilfe und Unterstützung bot. Als gleichfalls große Mikroskopiker und Petrographen sind aus dieser Zeit der heutigen Generation in bester Erinnerung die beiden österreichischen Gelehrten Tschermak und Friedrich Becke. Tschermak, dessen Namen in seinen „Mineralogischen und Petrographischen Mitteilungen“ fortlebt, veröffentlichte 1874 eine umfangreiche Arbeit über die Gefüge des Meteoreisens, zumal bekanntlich Wien die Heimstätte der mikroskopischen Meteoritenforschung von Anfang gewesen ist. Beckes Name ist dem heutigen Polarisationsmikroskopiker durch die bereits 1896 festgelegte „Beckesche Linie“ zur Bestimmung von Brechungsindices eines Minerals unter dem Mikroskop ein feststehender Begriff. Sie gehören wie die beiden vorstehend genannten deutschen Forscher, ferner wie Friedrich Rinne, dem Schöpfer einer „Elementaren Anleitung zu kristallographisch-optischen Untersuchungen mit Hilfe des Polarisationsmikroskops“, zusammen mit dem Russen Fedorow den großen Petrographen ihrer Zeit an. Bekannt sind die Untersuchungen Fedorows, der den Dünnschliff auf dem Mikroskopisch nicht nur in der horizontalen Tischebene vorschieben und um die Mikroskopachse drehen wollte, sondern der einen

auf den Mikroskopisch aufsetzbaren und um meßbare Beträge kippbaren Universaldrehtisch angegeben hat, um ein Mineralkorn des Schliffes in eine bestimmte kristallographisch bedeutsame Richtung einstellen zu können.

Noch ein österreichischer Forscher, der Geologe August Rosival an der Wiener Geologischen Reichsanstalt unterstützte die Arbeit der Polarisationsmikroskopiker dadurch, daß er 1898 die mikroskopische geometrische Gesteinsanalyse einführte, mit deren Hilfe durch Planimetrieren die Mengenteile der Gesteinskomponenten quantitativ erfaßt werden können. Diese Arbeit führte in späteren Jahren bei Ernst Leitz zum Integrations-tisch.

Die knapp bemessene Zeit erlaubt mir nur noch in großen Zügen auf die Anwendung des Auflicht-Polarisationsmikroskops in der Erzmikroskopie, Kohlenpetrographie und Sintertechnik einzugehen. Nach lange zurückliegenden Vorarbeiten, an denen u. a. der Norweger Vogt und der Amerikaner Campbell erfolgreich beteiligt waren, entwickelte sich aus der Sicht der Lagerstättenforschung die Mikroskopie opaker angeschliffener und polierter Erze erst so richtig nach dem Ende des 1. Weltkrieges durch den deutschen Mineralogen Hans Schneiderhöhn, der die Internierungszeit in Südafrika zu erzmikroskopischen Studien mit Behelfsmikroskopen verwendete.

Nach Deutschland zurückgekehrt schuf sein Berliner Studienfreund Max B e r e k bei Ernst L e i t z das gesamte Instrumentarium für die qualitative und quantitative Erzmikroskopie einschließlich eines Reflexions-Mikroskop-Photometers. Er entwickelte auch als genialer Mathematiker die theoretischen Grundlagen der Erzmikroskopie. B e r e k selbst war seit seinem Wirken in Wetzlar ab 1912 ohnehin ein eifriger Förderer der polarisationsmikroskopischen Instrumente und Nebenapparate und hat ganz wesentlich zum Ausbau der ursprünglich von F e d o r o w geschaffenen Universal-drehtischmethode beigetragen und hierüber auch literarisch interessante Publikationen veröffentlicht.

Die Erzmikroskopie wird heute im In- und Ausland als Grundlage der Lagerstättenforschung für den Erzbergbau betrieben. Als Gelehrter von internationalem Rang auf diesem Sondergebiet der angewandten Mikroskopie wirkt seit 4 Jahrzehnten mit außergewöhnlichem Erfolg der Mineraloge Paul R a m d o h r, dessen Standardwerk „Die Erzminerale und ihre Verwachsungen“ in vielen Sprachen, selbst der russischen, erschienen ist. Der Pflege der Erzmikroskopie hatte sich in Österreich der Mineraloge und Geologe Bartel G r a n n i g angenommen, die in den letzten Jahrzehnten an der Montanistischen Hochschule in Leoben durch Professor F r i e d r i c h besondere Förderung erfuhr.

Sinngemäße Anwendung fand die erzmikroskopische Untersuchungsmethode auf die Untersuchung der Steinkohle, die in den letzten Jahrzehnten eine um so größere Bedeutung erlangt hat, als die Steinkohle nicht mehr allein als Brennstoff, sondern vielmehr als chemischer Rohstoff angesehen werden muß. Die Anwendung der mikroskopischen Untersuchungstechnik im Steinkohlenbergbau, die von einigen Gelehrten im Ausland, wie z. B. dem Amerikaner Thiessen, dem Engländer Seyler, dem Franzosen Dubarque, dem Australier Marshall, aber auch von einigen deutschen Wissenschaftlern wie Robert Potonié, Winter, Kühlwein, Stach und Mackowsky in der Hauptsache erarbeitet wurde, erfolgte gegen Ende der 20er Jahre und noch später. Die genannten Forscher haben die kohlenpetrographische Wissenschaft entscheidend gefördert und durch ihre Tätigkeit bewirkt, daß die Zechen in den einzelnen Steinkohlenbergbaubetrieben nach einheitlichen Verfahren die Steinkohle mikroskopieren. Die Beispiele aus der Anwendung des Mikroskops in der industriellen Werkstoffprüfung ließen sich beliebig vermehren. Es ist bekannt, daß der Mineraloge in hohem Maße das Mikroskop bei der Schlackenuntersuchung, in der Glastechnik, bei der Untersuchung von Schleifmitteln, Zementklinkern, bei der Feuerfesttechnik usw. erfolgreich einsetzt. Auch in diesen Bereichen bedurfte es z. T. jahrzehnte-



S. Plössl
1794—1868



Karl Reichert
1851—1922



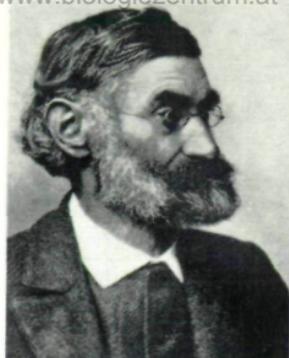
Dr. K. Reichert
1883—1953



J. v. Fraunhofer
1787—1826



G. B. Amici
1786—1863



Ernst Abbe
1840—1905



Otto Schott
1851—1935



M. Berek
1886—1949



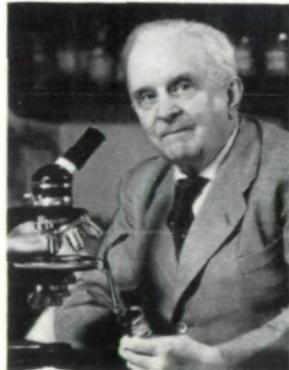
F. Zernike
1888—1966



R. Zsigmondy
1865—1929



M. Haitinger
1868—1946



W. J. Schmidt
1884



J. Hyrtl
1811—1894



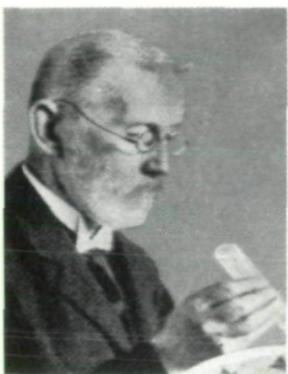
R. Virchow
1821—1902



K. Rokitansky
1804—1878



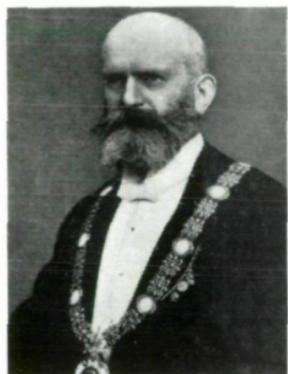
H. Hamperl
1899



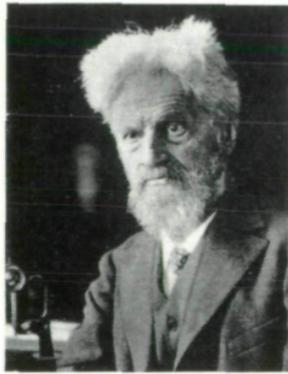
P. Ehrlich
1854—1915



J. von Wiesner
1838—1916



Fr. von Höhnel
1852—1920



G. Haberlandt
1854—1945



S. Strugger
1906—1961



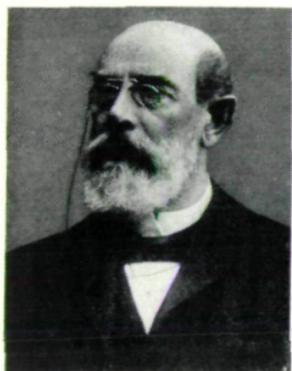
J. E. Purkinje
1787—1869



E. von Brücke
1819—1892



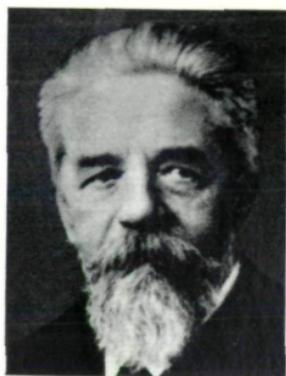
V. von Ebner
1842—1924



H. Rosenbusch
1836—1914



G. Tschermak
1836—1927



Fr. Becke
1855—1931



A. Rosival
1860—1923



H. Schneiderhöhn
1886—1962



P. Ramdohr
1890

langer Arbeit, um geeignete Untersuchungsverfahren zu schaffen. In diesem Zusammenhang ist bemerkenswert die Errichtung eines neuen Hochschulinstituts für Silikattechnik an der Montanistischen Hochschule in Leoben, dessen Leitung unlängst dem Mineralogieprofessor Trojer anvertraut wurde.

Erinnern wir uns noch einmal kurz des Engländer's Sorby, der vor 100 Jahren auf die Möglichkeit der Untersuchung der Stähle mit dem Mikroskop hinwies und dadurch als Begründer der mikroskopischen Metalluntersuchung angesehen werden muß. Diese wurde im Laufe der folgenden Jahrzehnte systematisch ausgebaut. Hier waren besonders erfolgreich Adolf Martens in Berlin-Dahlem und Henry le Chatelier. Letzterer gab eine recht originelle Konzeption für ein heute noch der Grundidee nach gebräuchliches Metallmikroskop an, das als gestürztes Mikroskop. d. h. als auf dem Kopf stehendes Instrument mit dem Objektisch über dem Objektiv der Lichtundurchlässigkeit der zu mikroskopierenden Metallproben Rechnung trug. Nur zögernd führte sich anfänglich die mikroskopische Untersuchungstechnik in der Metallkunde ein, bis sie schließlich nach dem 1. Weltkrieg aus Selbsterhaltungsgründen und auch in Hinblick auf den Qualitätsstand Allgemeingut in den Materialprüfanstalten der metallverarbeitenden Industrie wurde.

Mit der Behandlung der Mikroskopie und ihrer Anwendung in der technischen Metallkunde bin ich praktisch am Ende meiner Ausführungen angelangt. Ich habe versucht, den Bogen der angewandten Mikroskopie so weit wie möglich zu spannen. Angesichts der Kürze der Zeit war es leider nicht möglich, auf mehr Einzelheiten einzugehen. Ich hoffe, daß es mir gelungen ist, Ihnen in ganz großen Zügen einen Überblick über den sinnvollen Einsatz des Mikroskops im naturwissenschaftlich-medizinischen Bereich sowie andeutungsweise auch in Einzelgebieten der Technik habe geben zu können.

Wenn es auch keine objektive Geschichtsschreibung gibt, weil Geschichte Menschenwerk ist und von Menschen gemacht wird, so habe ich mich trotzdem befließigt, so objektiv wie möglich die Entwicklung des Mikroskops und den Werdegang der Mikroskopie darzustellen. Denken wir abschließend, wenn wir die Wunderwelt des Mikroskops erschauen, noch an den Wiener Zahnarztsohn Richard Z s i g m o n d y, einst Nobelpreisträger als Gelehrter der Universität Göttingen, der mit seiner bahnbrechenden Arbeit aus dem Bereich der Kolloidchemie mit dem von ihm angeregten Spaltultramikroskop in die Welt der bis dahin mangels instrumenteller Grundlage zwangsläufig vernachlässigten Dimensionen vorstieß:

„Der Welten Kleines auch ist wunderbar und groß,
Und aus dem Kleinen bauen sich die Welten.“

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: 1966

Band/Volume: [106](#)

Autor(en)/Author(s): Freund Hugo

Artikel/Article: [Angewandte Mikroskopie in den Naturwissenschaften. der Medizin und der Technik. 129-162](#)