

Über moderne Auflichtmikroskopie in der Biologie

Autor(en): **Vonwiller, Paul**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bericht über die Tätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft**

Band (Jahr): **72 (1945-1947)**

PDF erstellt am: **17.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-832826>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

ÜBER MODERNE AUFLICHTMIKROSKOPIE IN DER BIOLOGIE

Von Paul Vonwiller

Man könnte sich fragen, ob Mikroskopie mit der Forschungs- und Museumstätigkeit Dr. E. Bächlers irgendwelche Beziehungen haben könnte. Wenn er auch darauf bedacht war, dem Museum eine Sammlung mikroskopischer Präparate einzufügen, so erstreckte sich seine Haupttätigkeit doch in erster Linie auf Gebiete, worin die Mikroskopie nur ausnahmsweise eine Rolle spielt. Aber vielleicht liegen in neuerer Zeit die Dinge etwas anders als früher. Man hatte sich bis in neuere Zeiten hinein in der Biologie daran gewöhnt, für mikroskopische Untersuchungen immer als unumgängliche Voraussetzung aufzustellen, dass das zu untersuchende Objekt durchsichtig sein müsse. Man hatte sich auf diese Weise in ganz unnötiger Weise auf eine besondere Art der Mikroskopie festgelegt und damit gleichzeitig eine Unmenge interessanter Naturobjekte — wie man sie gerade in unseren Museen angehäuft findet — von der mikroskopischen Beobachtung und Untersuchung ausgeschlossen, aus der falschen, vorgefassten Meinung, dass sie einer solchen Untersuchung unzugänglich seien. Dieses fest verankerte Vor- und Fehlurteil wird sich auch nur langsam beseitigen lassen, weil ja ganz allgemein nichts so fest gegründet klarzuliegen scheint, wie eine falsche, unbegründete Meinung.

Dass man zum Beispiel eines der Prachtexemplare der Täschlerschen Schmetterlingssammlung — etwa eines der metallschillernden Tropenwunder daraus —, ohne es irgendwie zu schädigen, unter das Mikroskop bringen und etwa die feinere Struktur seiner Flügelschuppen näher beobachten und untersuchen könnte, oder etwa ein seltenes Skelett aus der Stölkerschen Sammlung einer genaueren mikroskopischen Untersuchung unterziehen könnte — oder gar etwa Stücke aus der berühmten Bächlerschen Höhlenbärenknochensammlung, Knochen, Zähne usw., vielleicht

auch Knochenartefakte dieser Sammlung auf die durch den Vorgang des Abschleifens veränderten polierten Stellen und ihre dadurch bedingten Veränderungen, ohne die wertvollen Objekte irgendwie zu schädigen, auch mit stärksten mikroskopischen Vergrößerungen, untersuchen könnte — all dies sind Möglichkeiten, welche erst in neuerer Zeit ausgebaut wurden und eine weitere Verbreitung verdienen, als ihnen bisher zu Teil wurde. Auf diese Weise könnte ohne grossen Kostenaufwand der Tätigkeitsbereich unserer Museen ganz bedeutend erweitert werden.

Es handelt sich dabei um die bei uns hierzulande noch viel zu wenig bekannt gewordene, immer noch fortschreitend sich erweiternde «Auflichtmikroskopie», deren Anwendung sich in zwei grosse Klassen verteilen lässt, in die an toten Objekten, also Mineralien, konservierten Pflanzen und Tieren, so wie sie in Museen aufbewahrt werden, und andererseits, was ganz besonders bedeutungsvoll erscheint, an lebenden Organismen, lebenden Pflanzen und Tieren, mit Einschluss des lebenden Menschen.

Natürlich lassen sich mit dieser Methode die üblichen Hilfsmethoden zur Befundaufnahme in ganz ähnlicher Weise verbinden, wie dies bei der Mikroskopie im durchfallenden Licht der Fall ist, z. B. Zeichenapparate und vor allem die Photographie. Wir geben hier als Belege zwei Aufnahmen von einem Balsampräparat vom Flügel eines tropischen Schmetterlings mit metallähnlich reflektierenden Schuppen bei zwei verschieden starken Vergrößerungen. Natürlich muss die Expositionszeit, verglichen mit Aufnahmen im durchfallenden Licht, im allgemeinen bedeutend verlängert werden. Im vorliegenden Fall betrug sie 30 bis 40 Sekunden.

Im Gebiete der Anwendungen der Auflichtmikroskopie an toten biologischen Objekten waren schon früher einige Untersuchungen durchgeführt worden, wie z. B. von Schmidt an Knochen und von Süffert an Schmetterlingsflügelschuppen. Hingegen war die Mikroskopie an wirklich lebenden Strukturen höherer Organismen, insbesondere auch am lebenden Menschen, in eigenartiger Weise noch lange Zeit, ja bis heute stecken geblieben im Bereich ausschliesslich nur schwacher Vergrößerungen. So bediente sich schon seit längerer Zeit die klinische Untersuchung für die lebende menschliche Haut, des lebenden Trommelfells, vor allem auch des lebenden Auges, neuerdings auch zur Lebenduntersuchung der Scheide und der Portio des Uterus und noch einer Reihe ähnlicher Verfahren für einzelne andere Organe, der Lupen- und schwachen Mikroskopvergrößerungen. Aber niemand kam auf den Gedanken, dass diese Einschränkung

keine endgültige zu sein brauchte, dass es Möglichkeiten gebe, diese Grenze zu überschreiten und damit ein unabsehbares neues Forschungsgebiet zu eröffnen, — die Lebendmikroskopie aller höheren Organismen, Pflanzen und Tiere, mit Einschluss gewisser lebender menschlicher Organe, mit allen beliebigen, bis zu den stärksten mikroskopischen Vergrößerungen. Aber auch hier galt es zunächst scheinbar fest begründete und dennoch so falsche überlieferte Vorstellungen zu beseitigen und etwas Neues an ihre Stelle zu setzen. Es musste nämlich klargelegt werden, dass die genannten klinischen Methoden noch viel zu ungenau sind, dass es nicht hinreicht, mit Lupen- und schwachen Mikroskopvergrößerungen zu arbeiten, sondern dass es notwendig ist, diese Methoden bis ins Gebiet der starken und stärksten Vergrößerungen auszubauen, und andererseits musste das noch nicht existierende Instrumentarium für solche Zwecke erst folgerichtig entwickelt werden. Für den optischen Teil des Mikroskops wurde vom Verfasser der Spalttopakilluminator geschaffen, von den optischen Firmen in der Folge eine ganze Gruppe von Auflichtsystemen, worunter wir uns vor allem des Leitzschen Ultropaks bedienen, neben den von Zeiss, Reichert und Busch herausgebrachten entsprechenden Instrumenten. Vor allem musste aber auch der mechanische Teil des Mikroskops einer grundsätzlichen Umgestaltung unterworfen werden, um auch grosse lebende Objekte, ein ganzes lebendes Tier oder einen lebenden Menschen, unter das Mikroskop bringen zu können. Zunächst wurde von der Firma Leitz auf unseren Vorschlag ein grosser Kreuztisch mit groben und feinen Trieben für lebende Objekte bis zur Grösse eines Kaninchens hergestellt, und später brachte die gleiche Firma die überaus praktischen grossen Säulenstative mit Kreuzschlitten heraus. Mit dieser letzteren Einrichtung können lebende Objekte von beliebiger Grösse der Vitalmikroskopie unterworfen werden. Zur Zeit sind es also nicht etwa die Instrumente, welche zu solchen Zwecken fehlen, als vielmehr mancherorts die Einsicht in die grossen Vorteile, ja die Notwendigkeit ihrer Anwendung sowohl im klinischen als im biologischen Bereich, — wenn man über das bisher Erreichte hinaus einen grundsätzlichen Fortschritt erreichen will.

Diese Bemerkung gilt aber nicht uneingeschränkt. So ist die Anwendbarkeit des neuen Systems an der lebenden menschlichen Haut, zunächst für die normale, durch die Arbeiten des Verfassers zusammen mit Vannotti und in der Folge von letzterem auch diejenige an pathologisch ver-

änderten Strukturen der menschlichen Haut, schon längst nachgewiesen worden. Gleich verhält es sich mit dem Nachweis der Anwendbarkeit am lebenden Auge, die vom Verfasser zunächst am lebenden normalen Tierauge ausgearbeitet wurde, um sodann in Zusammenarbeit mit Herrn Ministerialrat Dr. Kaiser in Wien auf das durch Vaccinewirkung veränderte Auge, speziell dessen Hornhautdeckschicht, übertragen zu werden. Ausserdem hatten wir auch schon Gelegenheit, einige Vorversuche am lebenden menschlichen Auge mit diesem Verfahren vorzunehmen. Ganz besonders bemerkenswert aber scheint uns, dass zur Zeit unserer Tätigkeit in Moskau (1931—1939) gleich zwei der angesehensten Spezialisten der Augenheilkunde sich ganz besonders für unser neues Verfahren interessierten, nämlich die Professoren Auerbach in Moskau und Filatow in Odessa. Der Grund zu dieser Zusammenarbeit lag in folgendem: Infolge der in gewissen Teilen Russlands (im Gebiete der Tschuwaschen und Mari an der Wolga z. B.) endemisch auftretenden Trachomkrankheit erblinden viele der davon Befallenen infolge Undurchsichtigwerdens der Hornhaut, währenddem die übrigen Teile des Auges funktionstüchtig bleiben. Durch Entfernung dieser undurchsichtig gewordenen Hornhaut und Ersatz derselben durch eine gesunde Leichenhornhaut kann diesen Blinden das Augenlicht wieder geschenkt werden. Diese Tatsache war schon bekannt, und es wurden solche Operationen in grosser Zahl durchgeführt. Nicht bekannt aber war der genauere Vorgang des Anwachsens der überpflanzten Leichenhornhaut auf dem operierten Auge. Durch die «klassischen» histologischen Methoden der Kontrolle am aus dem Körper entnommenen und konservierten Auge war eine Verfolgung des Vorganges auch nur ausnahmsweise eventuell und auf indirektem Wege möglich. Unsere «lebendige Gewebelehre» schafft nun auch auf diesem wohl jedem Einsichtigen als wichtig erscheinenden Gebiete ganz neue Möglichkeiten. Erstens einmal kann im Tierversuch der Vorgang des Anwachsens am lebenden Tier Schritt für Schritt verfolgt werden, wozu nachträglich auch die Kontrolle mittelst der klassischen Untersuchungsmethoden hinzutreten kann. Solche Untersuchungen wurden in unserem Laboratorium durch die Mitarbeiterin von Prof. Auerbach, Frau Kopziowskaya, durchgeführt, und zum gleichen Zwecke arbeitete später eine Mitarbeiterin von Prof. Filatow bei uns. Vor allem aber schafft unsere Methodik ausserdem auch die Möglichkeit, am lebenden menschlichen Auge den Anwachsungsvorgang Schritt für Schritt direkt zu beobachten.

Das sind, wie wir glauben, hinreichend eindruckliche Beispiele für die Zweckmässigkeit unserer neuen Mikroskopie «in vivo et in situ» — der mikroskopischen Beobachtung des lebenden Organs an seinem natürlichen Standorte.

Zur Zeit, als wir Sowjetrussland verliessen, waren bereits mehrere Laboratorien nach unserem Muster im Entstehen begriffen, so im zentralen Forschungsinstitut für Ophthalmologie und im zentralen Forschungsinstitut für Pharmakologie in Moskau und unseres Wissens noch in anderen Instituten. In dem genannten pharmakologischen Institut interessierte man sich ganz besonders für die von uns schon vor langer Zeit (1927, am Anatomenkongress in London) nachgewiesenen Möglichkeit der Sichtbarmachung lebender Blutparasiten, z. B. Trypanosomen, den Erregern der Schlafkrankheit, im lebenden Wirt. Wir hatten dies in Zusammenarbeit mit V. Demole mit dem bekannten Blutparasiten *Trypanosoma Lewisii* an lebenden Ratten durchgeführt. Die lebenden Blutparasiten wurden durch die glashell durchsichtige Deckschicht der Zungenunterseite am lebenden narkotisierten Tier sichtbar gemacht. Sicherlich wäre auch am lebenden Menschen ein entsprechendes Verfahren durchaus leicht durchführbar, — vielleicht am Hautrand des Fingernagels.

Nachdem nun schon zur Zeit unserer Tätigkeit in Zürich einmal das Gebiet der Kapillaroskopie am lebenden, zuerst gesunden, dann auch am kranken Menschen mit der neuen Methodik untersucht worden war und es sich entgegen früherer Vorurteile erwiesen hatte, dass eine solche Beobachtungsweise durchaus möglich und auch wissenschaftlich fruchtbringend war — und sodann zweitens auch das lebende Auge einer entsprechenden genaueren mikroskopischen Untersuchung zugänglich gemacht worden war, konnte unser Verfahren in der Folge während einer achtjährigen Arbeitsperiode in grösseren Verhältnissen und unter günstigeren Arbeitsbedingungen, unter Zuziehung zahlreicher Mitarbeiter, im Forschungsinstitut für Physiologie von Frau Prof. L. Stern auf eine grössere Anzahl wirklich lebender, in ihren natürlichen Zusammenhängen belassener Organe weiter ausgedehnt werden.

In diesem Institut war eines der am eifrigsten untersuchten Probleme dasjenige der Permeabilität der Blutgefässe, besonders der Blutkapillarschicht. Es handelt sich dabei zu bestimmen, was für Umstände verwirklicht sein müssen, damit eine ins Blut injizierte chemische Substanz, z. B. ein

Medikament oder ein Farbstoff, beim Passieren der Haargefäße nicht einfach weiter in die Venen abfließt, sondern durch die Wand der Haargefäße hindurch ins umgebende Gewebe gelangt. Darüber gab es schon zahlreiche Untersuchungen, besonders gerade aus der Sternschen Schule, wie dies aus den zusammenfassenden Werken der Verfasserin ersichtlich ist. Soweit eine direkte Verfolgung dieses wichtigen Vorganges in Betracht kommt, war man aber bisher auf Lupen- und eventuell schwache Mikroskopvergrößerungen angewiesen. Wie wenig man bisher an andere Möglichkeiten dachte, zeigen auch die Arbeiten von Spatz. Die Einführung unseres neuen Verfahrens schuf nun hier eine vorher ungeahnte Zahl neuer Möglichkeiten. Einmal wurde nachgewiesen, dass feinste mikroskopische Beobachtungen mit allen mikroskopischen Vergrößerungen an sämtlichen lebenden Organen höherer Tiere — natürlich auch Pflanzen — möglich sind, und zweitens, dass bei Anwendung bestimmter Farbstoffe, oder eventuell Farbstoffgemische, an allen diesen lebenden Organen auch der Farbstoffdurchtritt durch die Kapillarwand direkt gesehen werden kann — also eine viel genauere Beobachtung sowohl des Vorganges selbst, als auch der vorher herrschenden Strukturverhältnisse, als auch der Folgen des Vorganges —, und das immer am lebenden Organismus selbst.

Wir erwähnen ferner als wesentlich, dass sich solche Beobachtungen auch auf das bekanntlich einer mikroskopischen und namentlich einer mikroskopischen Lebendbeobachtung so besonders schwer zugängliche Lymphgefäßsystem ausdehnen lassen. Indem wir die persönlich vom besten damaligen Spezialisten des Lymphsystems, Gerota, übernommene, aber für Lebendbeobachtungen nicht geeignete Injektionsmethode der Lymphgefäße in eine Vitalmethode verwandelten, gelang es, zahlreiche Lebendbeobachtungen auch am Lymphsystem durchzuführen und sogar einen neuen Abschnitt dieses Systems, der vorher ganz unbekannt war, am Froschherzen zu entdecken, nämlich die vorher noch nie gesehenen Lymphnetze der Herzwand. Besonders interessant erscheint es auch, dass überhaupt das lebende, schlagende Wirbeltierherz mit unserem Verfahren ebenfalls «in vivo et in situ» einer eingehenden mikroskopischen Untersuchung unterzogen werden konnte, was mit anderen Verfahren bisher nur am schwer veränderten und gewaltsam den Bedingungen des klassischen biologischen Mikroskops angepassten Herzen möglich gewesen war. Bei unserem Verfahren wird das schlagende Herz am narkotisierten Tier

freigelegt und nur ein eng umgrenzter Teil mit einem besonders konstruierten Kompressionsapparat leicht abgeflacht, während das gesamte übrige Organ in seinen natürlichen Zusammenhängen erhalten bleibt und weiter arbeitet.

Aus diesem Beispiel können wir lernen, wie ein lebenswichtigstes, sich beständig lebhaft bewegendes Organ trotzdem einer genaueren Vitalbeobachtung zugänglich gemacht werden kann. Aber noch schwieriger gestalten sich die Verhältnisse am lebenden Nervensystem, wegen seiner besonders grossen Zartheit und Verletzlichkeit, sowie auch der optisch wenig ausgesprochenen Differenzierung im lebenden Zustand, — so dass bis noch vor wenigen Jahren eine Lebendmikroskopie dieses wichtigsten Apparates unseres Organismus überhaupt als unmöglich angesehen wurde (Ricker 1929).

Dieser Zustand kann jetzt als überwunden angesehen werden. Auf Grund einer ganzen Anzahl von Vorarbeiten (Vonwiller 1931, H. Vogt 1934, Vonwiller und Konoplina 1933, Vonwiller und Wigodskaya 1933 und Vonwiller 1934) konnte Schritt für Schritt der Zugang gesichert und erweitert und in der Folge mit den beiden Mitarbeitern Coutelle und Itkin systematisch ausgearbeitet werden. Eine lange Reihe von Vitalbeobachtungen am lebenden Gehirn, Rückenmark, an den lebenden Spinalganglien und ganz neue Beobachtungen über die Liquorströmung im lebenden Gehirn konnten durchgeführt werden. Eine der lebenswichtigsten Gehirnregionen, der sog. Boden des vierten Ventrikels, wurde mit in den Kreis der mikroskopischen Vitalbeobachtung eingeschlossen und eine ganze Reihe von Mikropräparationen, Mikroisolationen und Mikroligationen am lebenden Nervensystem ausgearbeitet. Ganz besonders interessant und folgenreich erwiesen sich schliesslich Beobachtungen über die Blutgehirnschranke. Es wurden dabei Mikroinjektionen in einzelne Gehirnarterien mit einem Trypanblaualkoholesigsäuregemisch vorgenommen, welche bewirkten, dass der Farbstoff durch die Kapillarwand der Haargefässe in die umgebende Gehirnsubstanz austrat. Diese erscheint vor der Farbstoffinjektion rein weiss, und der gefärbte Bezirk hebt sich alsdann tief blau gefärbt von der weissen Umgebung ab. Damit war also ein bis noch vor kurzer Zeit als unzugänglich betrachtetes, ganz ungewöhnlich bedeutendes Forschungsgebiet sozusagen mit einem Schlag der eingehendsten mikroskopischen Vitalbeobachtung eröffnet worden, — die Vitalmikroskopie des lebenden Nervensystems.

Allein damit ist der Kreis der Auswirkung der neuen Forschungsrichtung noch bei weitem nicht abgeschlossen. Es zeigte sich nämlich, dass ihre Ausstrahlungen auch in das Gebiet der «makroskopischen», präparatorischen Anatomie hineinreichen. Wir sprachen oben von Versuchen der Mikropräparation und -isolation, welche wir u. a. auch an peripheren Nerven vorgenommen haben. Es ist aus der Physiologie bekannt, z. B. durch die Arbeiten von Kato, dass man an peripheren Nerven einzelne Fasern soweit isolieren kann, dass sie isoliert z. B. der Wirkung von elektrischen Strömungen unterworfen werden können. Eine weitere Auswertung dieser Untersuchungsweise zu rein anatomischen Zwecken ist bisher unseres Wissens noch nicht erfolgt. Hingegen wurde in unserem Laboratorium in Moskau die Methodik zum Zweck der Untersuchung der Kontraktionen einer einzelnen Skelettmuskelfaser weiter ausgestaltet von unserem Mitarbeiter Sorokin. Wir überzeugten uns überdies in einer ganzen Reihe von Präparationen am Frosch, dass es möglich ist, einzelne Nervenfasern z. B. von einem Unterschenkelmuskel oder vom Hautmuskel der Brust her bis an und durch die Nervenstämme hindurch bis an das Rückenmark präparatorisch zu verfolgen, also die von den Physiologen ausgehenden Anregungen anatomisch weitgehend zu verwerten. Kombiniert mit unserer neuen, einfachen, sicheren, raschen und auch sicher konservierbaren Trypanblaugemischfärbung des Nervensystems dürfte sich hier ein neuer Weg zur Erforschung dieses kompliziertesten aller organischen Systeme eröffnen.

Es könnte zunächst scheinen, dass unsere Forschungsrichtung in einem gewissen Gegensatz zu dem bisher in unserem engeren Fache üblichen Vorgehen stehe und dass sie wohl vornehmlich nur der Physiologie und den Grenzgebieten zwischen ihr und der Morphologie zugute komme. Denn was bisher bearbeitet worden war, waren eben hauptsächlich Beobachtungen an lebenden Strukturen — also Objekten, wie sie bisher in unserem Fache nur ganz ausnahmsweise zur Verfügung standen —, so dass allgemein gültige Ergebnisse früher auf diesem Gebiete nicht erzielt werden konnten, weil die wenigen einer wirklichen Lebendbeobachtung zugänglichen Objekte (Schwimmhaut des Frosches, Flossensaum des Kaulquappenschwanzes, Fledermausflügel, Mesenterium der Wirbeltiere und noch eine kleine Zahl ähnlicher Objekte) zu selten und unter sich zu verschiedenartig sind. Es wäre aber ein grosser Irrtum zu glauben, dass sich damit die Auswirkungen der neuen Forschungsrichtung erschöpfen.

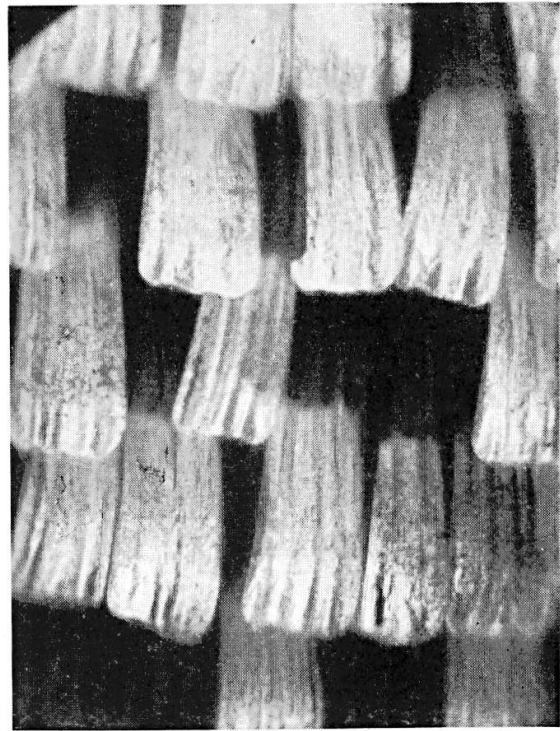
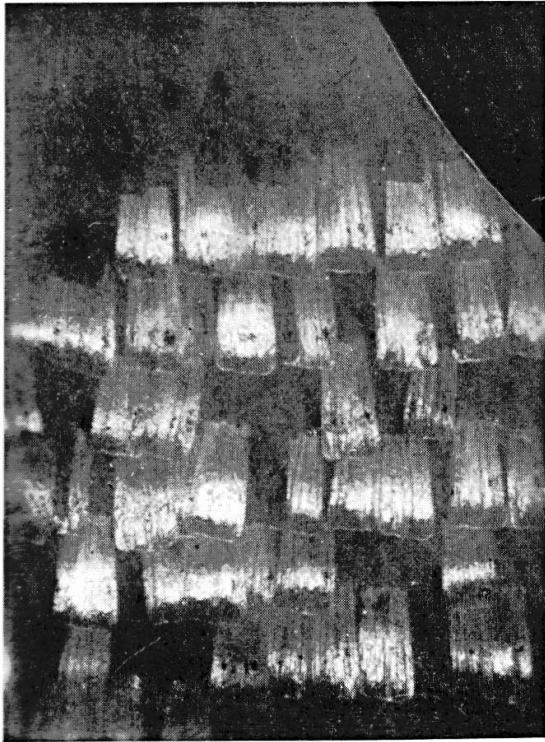


Fig. 1 und 2

Flügelschuppen eines tropischen Schmetterlings (Morpho), Balsampräparat,
im senkrecht auffallenden Licht photographiert.

Leitz Objektiv Ölimmersion 16 mm und 8 mm, periplanat, Okular 8×. Opakilluminator
(Prisma), mikrographischer Apparat Micca von Leitz. Orthochromatische Silber-
cosinplatten von Peruz. Exposition 30 bis 40 Sekunden.

Vielmehr gelang es inzwischen nachzuweisen, dass auch die sog. «klassische» Gewebelehre sich in vorher nicht vorauszusehender Weise auf Grund der Erfahrungen der Lebendmikroskopie bereichern lässt. Ausgehend von unseren Lebendbeobachtungen am Nervensystem der Wirbeltiere — dem bekanntlich zartesten, verletzlichsten und einer mikroskopischen Erforschung zweifellos am schwersten zugänglichen, dabei aber auch zweifellos lebenswichtigsten Organsystem der Wirbeltiere —, gelang es nämlich, eine neue Forschungsmethode im Sinne der konservierenden, histologischen Arbeitsmethoden aufzubauen, wie dies aus unseren Untersuchungen über die Netzhaut hervorgeht.

Hier müssen wir etwas weiter ausholen. Die Erforschung der Netzhautstruktur dient in unserem Fache nicht nur einem Selbstzweck, sondern auch als Prüfstein der Erforschungsmethoden des Nervensystems überhaupt. Festzustellen, welches die eigentliche Form der Nervenzellen sei, wie sie sich zu Ketten ordnen, und in neuerer Zeit vor allem auch die grundlegend wichtige Frage, wie sie zueinander in Beziehung treten — durch Kontakt oder durch Kontinuität —, zu diesem Zwecke wurden von den führenden Spezialisten sinnreiche Methoden erfunden, welche bisher auf diesem Spezialgebiet als die besten und erfolgreichsten sich erwiesen haben. Dies waren erstens die vitale Methylenblaufärbung, von Ehrlich erfunden und von Dogiel vor allem an der Netzhaut angewendet, und zweitens die Silbermethoden oder Metallimprägnationen im allgemeinen, welche von Golgi erfunden, vor allem von Ramon y Cajal in erfolgreichster Weise an der Netzhaut angewandt wurden, so dass sein grosses, von Greeff ins Deutsche übersetzte Werk noch heute wohl als die beste Grundlage dieses Spezialgebietes gelten muss. Aber bei allen grossen Erfolgen, welche die beiden genannten Methoden zutage förderten, — so haften ihnen dennoch auch gewisse Mängel an. Die Methylenblaupräparate lassen sich nur mit Schwierigkeiten und oft nicht auf die Dauer konservieren, und die Metallimprägnationen erweisen sich als äusserst kompliziert und dabei oft sehr eigenwillig und können nur schwer einer wirklich systematischen, sicheren, immer die gleichen Resultate ergebenden Anwendung nahe gebracht werden. Ausserdem pflegen die Silbermethoden jeweils nur einen Teil der zu untersuchenden Elemente elektiv zu färben. Das bedeutet zwar in gewisser Hinsicht einen grossen Vorteil, indem dabei eben die gefärbten Elemente mit um so grösserer Klarheit aus ihrer Umgebung hervortreten. Aber anderseits können sie dazu füh-

ren, dass die Verhältnisse eben deswegen allzu einfach erscheinen. Ausserdem sind diese Methoden oft durchaus nicht absolut elektiv, und man ist deshalb in vielen Fällen im Zweifel, ob die durch sie schwarzgefärbten Elemente in allen Fällen wirklich Nerven darstellen oder nicht vielleicht ganz andersartige Strukturen.

Unser neues Verfahren bietet nun gegenüber diesen älteren Verfahren gewisse Vorteile. Aber wir meinen natürlich durchaus nicht, dass deswegen die älteren Verfahren überflüssig geworden seien, — im Gegenteil! Aber dass sich gewisse Strukturverhältnisse auf unserem Wege einfacher, sicherer und klarer darstellen lassen, scheint uns ausser Frage. Es handelt sich um die systematische Anwendung des oben von uns genannten Trypanblau-Alkohol-Essigsäuregemisches, das uns bei unseren Untersuchungen über die Permeabilität der Gehirnblutgefässe diente, auf die dem Körper entnommene frische Netzhaut und auch andere Teile des Nervensystems.

Es erwies sich nämlich, dass bei geeigneter Anwendung unseres Farbstoffgemisches auf frisches Nervengewebe, speziell auch Netzhautgewebe, man eine elektive Nervenfärbung erhalten kann, welche die Nervenzellen, alle ihre Ausläufer, die Nisslschen Schollen, die Zellkerne, — also gewissermassen alle den Histologen in diesen Fragen interessierenden Einzelheiten zur Darstellung bringt, dass sich diese Färbung sehr leicht und dauerhaft konservieren lässt durch Fixierung mit Formol-Alkohol und dass die nicht gefärbt gebliebenen Teile sich nachträglich mit den üblichen histologischen Färbungsmethoden, z. B. Karmin, nachfärben lassen. Ein fernerer Vorteil dieses Vorgehens besteht in dem sehr langsamen Vordringen des Farbstoffgemisches in die Tiefe des Materials, so dass man in der streng schichtenmässig aufgebauten Netzhaut nach Belieben den Prozess bei Erreichung einer bestimmten Schicht durch die Fixation unterbrechen kann. Auch bestehen die beiden Möglichkeiten der Färbung von der Innen- und der Aussenseite her und ausserdem von Mikroinjektionen in die Tiefe der Netzhaut. Von all' den bisher schon erzielten Einzelresultaten sei hier nur das eine erwähnt: Mit dieser Färbung gelingt mit Sicherheit die sonst als sehr schwierig geltende Färbung der Zäpfchen- und Stäbchenfasern, — also der Nervenfortsätze der Sinneszellen der Netzhaut. Darüber gibt es zwar schon lange eingehende Untersuchungen von Ramon y Cajal, und in neuerer Zeit hat Balbuena sich auf diesem Gebiete betätigt, und zwar mit den klassischen, vor allem

den Metallimprägnationsmethoden. Hier sei nur eine kurze Bemerkung über die Endigung dieser Nervenfasern, also da, wo sie an die äussere plexiforme Schicht herantreten und mit den sog. Bipolaren in Beziehung treten, — da, wo also die «Synapse» zwischen dem ersten und dem zweiten Neuron der Netzhaut zu suchen ist. In den Metallimprägnationspräparaten stellt sich die Endigung dieser Fasern als eine bedeutende, kegelförmig anschwellende Verdickung der Nervenfaser dar, aus deren Ende einige feine Fäserchen hervortreten. Die Endigungen der Stäbchenfasern hingegen werden bei diesen Verfahren durch kugelige, schwarze Gebilde dargestellt, an denen keine weiteren feineren Strukturen hervortreten. Bei unserem Verfahren dagegen scheint sich das zentrale Ende der Zäpfchenfasern als ein aus einer Bifurkation der Faser hervorgegangenes Büschel feinsten Nervenfasern zu erweisen, und an den kugeligen Enden der Stäbchenfasern lässt sich jeweils leicht eine dunkelblau gefärbte, dünne Rinde und ein farblos gebliebener Inhalt unterscheiden. Vielleicht möchte dies manchem Leser als geringfügig erscheinen, — aber wir erlauben uns zu bemerken, dass diese Feinstrukturen eben gerade da liegen, wo die «Synapse» zwischen dem ersten und zweiten Neuron der Netzhaut zu liegen kommt und dass ja die Erforschung der Struktur der Synapsen geradezu ein Hauptproblem der modernen Nervenhistologie darstellt. Und es scheint nun also nachgewiesen, dass hier in diesen so wichtigen Einzelheiten die Metallimprägnationen gewisse Strukturen verhüllen, welche dagegen durch unsere Darstellungsweise sich klarer darstellen lassen.

Neben der Weiterverfolgung unserer Untersuchungen auf einer ganzen Reihe von Spezialgebieten wurde uns von befreundeter Seite schon öfters nahegelegt, einen Gesamtüberblick über das neu eröffnete Forschungsgebiet zu veranstalten und so den Fachgenossen das Ganze in abgerundeter Form zugänglich zu machen. Einen ersten Versuch dazu konnten wir in Form eines Vortrages am ersten usbekischen wissenschaftlichen Kongress anstellen, an welchem wir als Delegierter unseres Moskauerinstitutes, bei der 10. Wiederkehr des Gründungstages der Universität Samarkand, teilnahmen und welcher Vortrag nachher auf besonderen Wunsch im «Gelehrtenhaus» in Taschkent wiederholt wurde (1937). Die anschliessende Arbeitsperiode bis zu unserer Heimkehr in die Schweiz war in erster Linie noch dem Abschluss der Untersuchungen am lebenden Nervensystem gewidmet, bis zu dem Zeitpunkte, wo (1939) durch die sich

überstürzenden Weltereignisse diesen Arbeiten vorläufig ein Ende gesetzt wurde. Immerhin war ein formaler Abschluss doch dadurch erreicht worden, dass ein zusammenfassendes Manuskript niedergeschrieben worden war, das allerdings erst 1945 zum Druck befördert werden konnte. Dieses Werk, «Lebendige Gewebelehre» betitelt, schildert in abgekürzter Form die bisher erreichten Ergebnisse. Nach unserer Auffassung stellt es aber weniger einen Abschluss, als vielmehr einen Anfang dar, gewissermassen einen Wegweiser in die Zukunft, welcher angeben kann, in welcher Richtung in unserem Fach mit Aussicht auf Erfolg weitergeforscht werden könnte.

Die Bedeutung wissenschaftlicher Entdeckungen kann je nach Zeit und Umständen in verschiedener Richtung liegen. Die Aufdeckung isolierter Tatsachen kann in gewissen Fällen von grösstem Gewicht werden, wie z.B. die Entdeckung des Pithecanthropus, oder z.B. einer neuen Tierart wie des Okapi, oder eines neuen Organs, wie z.B. der Carotisdrüse. In anderen Fällen liegt der besondere Wert nicht nur in der Aufdeckung neuer, bisher unbekannter Tatsachen allein, sondern im gleichzeitigen Aufstellen von Richtlinien für die künftige Forschung. In dieser Richtung scheinen uns — wenn uns als Nichtspezialisten diese Vermutung dennoch erlaubt werden sollte — die Bächlerschen Arbeiten bedeutungsvoll, — und in diesem Sinne haben wir auch seit Jahrzehnten unsere eigene Arbeit durchgeführt, so dass also, trotz aller Verschiedenheit in den durchgearbeiteten Forschungsgebieten, in der Grundauffassung des wissenschaftlichen Arbeitens zwischen dem Jubilaren und unseren eigenen Bestrebungen eine nahe Beziehung besteht — eben diejenige, welche aus dem vertrauensvollen Verhältnis von Lehrer und Schüler entstehen.

Literaturnachweis:

A. S. Dogiel, Die Struktur der Nervenzellen der Retina. Archiv für mikroskopische Anatomie, Band 46, S. 394—413 (1895).

R. Greeff, Die Retina der Wirbeltiere. Nach Arbeiten von S. Ramon y Cajal. Wiesbaden, Bergmann (1894).

G. Ricker, Die Wiederbelebung des anatomischen Präparats. Ein Programm für neurologische Arbeit. Zeitschrift für Neurologie, Band 117, S. 1529—1562 (1929).

P. Uonwiller, Lebendige Gewebelehre. Eine Histophysiologie auf neuer Grundlage. St.Gallen, Kommissionsverlag Zollikofer & Co. (1945).

P. Uonwiller, Acht Jahre als Wissenschaftler in der Sowjetunion. Zeitschrift «Schweiz-Sowjetunion», Jahrgang 1, Nr. 8, S. 3—6 (1945).

P. Uonwiller, Der Kongress der französisch sprechenden Anatomen in Paris, 31. März bis 2. April 1947. Schweiz. Medizin. Wochenschrift Nr. 42, S. 1113 (1947).