©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Nr. 193. H. Langeker, „Zur Chemie des Mutterkorns." Verhandlungen der deutschen Pharmakologischen Gesellschaft, 1928, S. 117.

194. W. Wiechowski, „Kommentar zur Pharmakopoe für Ärzte." Aus dem Kalender des Reichsverbandes der deutschen Ärztevereine i. d. Tschechoslowakischen Republik, 1928, II. T.

195. E. Starkenstein, „Über die Vererbung einer branchiogenen Fistel." Mediz. Klinik, 1928, Nr. 18.

196. E. Starkenstein, „Sparsame Arzneiverordnung." Beiträge zur ärztlichen Fortbildung, 1928, Nr. 6, S. 81.

197. E. Starkenstein, „Diuretika und Diaphoretika." Beiträge zur ärztlichen Fortbildung, 1928, Nr. 7, S.

198. E. Starkenstein, „Kräuterbücher." Hochschulwissen, 1928, Heft 9./10., S.

199. W. Wiechowski u. H. Back, „Die rationelle, medikamentöse Behandlung des Wurzelkanals." Deutsche zahnärztliche Woch., 1928, Nr. 22.

200. H. Back, „Die rationelle, medikamentöse Behandlung des Wurzelkanals." Deutsche zahnärztliche Woch., 1928, Nr. 22.

201. W. Wiechowski, „Über die Bedeutung der Olea medicata." Sudetendeutsche Apothekerzeitung, 1928, Nr. 34.

202. S. Hermann, „Bacterium gluconicum, ein in der sogenannten Kombucha (japan. oder ind. Teepilz) vorkommender Spaltpilz." Bioch. Zeitschr., Bd. 205, S. 207, 1929.

203. E. Stransky „Weitere Untersuchungen über die Pharmakologie der Gallensekretion." Zeitschr. f. exp. Med., Bd. 66, S. 73, 1929.

204. H. Weden, Definition und Wirkung complexer Schwermetall-Verbindungen. (Erscheint im Arch. f. exp. Path. u. Pharmak.)

205. H. Přibram, Über das Harn-adialysat. Bioch. Zeitschr. Bd. 211, S. 412, 1929.

Aus der Universitäts-Augenklinik Leipzig. Direktor: Geh. Rat Prof. Dr. E. Hertel.

Über eine optische Methode zur Darstellung von Gewebsoberflächen.

Von F. P. Fischer, Leipzig.

Die Mikroskopie am lebenden Objekt verfügt über drei Methoden, deren jede ein gesondertes Anwendungsgebiet hat.

Die Mikroskopie im durchfallenden Lichte ist nur an durchsichtigen Objekten anwendbar, weswegen nur niedrige Pflanzen und Tiere mit ihr betrachtet werden können.

Die Mikroskopie im schräg auffallenden Lichte kann bei durchsichtigen und undurchsichtigen Objekten benutzt werden;

in der Kombination Spaltlampe—Binocularmikroskop wird sie vielfältig von den Ophtalmologen angewendet, in letzter Zeit ist sie von Vonwiller zur Durchmusterung anderer Gewebe herangezogen worden.

Vonwiller hat auch die letzte Methode, die Mikroskopie im senkrecht auffallenden Lichte in biologischen Objekten angewandt und insbesondere wertvolle Oberflächenstudien an verschiedenen Geweben ausgeführt. Bei feuchten Oberflächen machen sich bei Verwendung des Opakilluminators aber schon bei geringen Vergrößerungen so störende Reflexe bemerkbar, daß der Beobachter der Blendung wegen vorzeitig ermüdet. Auch zeigt bei durchsichtigen Objekten der Opakilluminator nicht nur Oberflächen, sondern auch tiefere Gewebsschichten.

Reine Oberflächenuntersuchungen anzustellen, ohne die physiologische und anatomische Integerität der Gewebe zu versehren, gestattet eine Untersuchungsmethode, die bisher im Prinzip nur von den Mineralogen zur Betrachtung von Kristallflächen in Anwendung kam: Die Reflexprojektion nach Rösch. Die Methode, die ich im Folgenden schildern möchte, und die auf dem Prinzip der Reflexprojektion beruht, ist an allen reflektierenden Gewebsoberflächen und solchen, die zum Reflektieren gebracht werden können, anwendbar.

Das Prinzip der Methode ist folgendes: Paralleles Licht fällt durch die zentrale Bohrung eines Schirms auf einen Reflektor, welcher das Licht auf den Schirm reflektiert. Auf dem Schirm werden die Schnittkurven des reflektierten Lichtes sichtbar. Wenn der Schirm mit einer lichtempfindlichen Schicht bedeckt ist, so kann die Reflexprojektion zur Reflexphotographie ausgestaltet werden. Es wird paralleles Licht benützt, weil nichtparalleles Licht über die Lage der reflektierenden Flächen nur ungenauen Aufschluß gibt. Daß die Bilder theoretisch ungenau sind, weil es kein paralles Licht von einer endlich ausgedehnten Lichtquelle gibt, erwähne ich nur nebenbei, praktisch ist es belanglos, wenn das verwendete Lichtbüschel bis zur doppelten Weite der Aufnahmedistanz sich nicht um mehr als $^1/_{10}$ vergrößert. Ich übergehe auch als selbstverständlich, daß von einer Abbildung durch optische Systeme abgesehen wird, daß das reflektierte Licht also den Schirm direkt trifft, weil Reflektoren mit stetiger Krümmung eine solche Abbildung illusorisch machen. Werden als Reflektoren Objekte verwendet von ungefähr sphärischer Krümmung, z. B. eine Hornhaut, so muß man das Objekt zentrieren. Das erreicht man grob durch passende Wahl des Objektabstandes, indem man die Grenzen des Reflexbildes mit den Grenzen des Schirmes zusammenfallen läßt. Man muß freilich immer auf die Verzerrung achten, die durch Reflexprojektion einer kugeligen Fläche auf eine Ebene notwendig gegeben ist.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Mit dem zunehmenden Winkel ϱ zwischen Einfallsstrahl und Flächennormale der reflektierenden Stelle nimmt diese Verzerrung zu, und zwar im Verhältnis $d = r \operatorname{tg} 2\varrho$, wenn r der Objektabstand und d der Abstand von der Bildmitte ist.

Biologische Objekte von streng sphärischer Krümmung gibt es nicht, deshalb kann die Richtung jedes reflektierten Strahles nur gefunden werden, wenn man auf die Tangente jedes reflektierenden Punktelementes die Normale errichtet und den Ausfallswinkel gleich dem Einfallswinkel setzt. Da die Reflektoren, mit denen wir es zu tun haben, niemals punktförmig sind, sondern endliche Größe haben, entsteht ein kleiner Fehler, der aber bei dem üblichen Abstand von etwa 100 mm ohne Bedeutung bleibt. Bei Kenntnis des Objektabstandes und der genauen Lage jedes Flächenelementes kann man jedem Flächenelement den zugehörigen Lichtpunkt im Reflektogramm zuordnen. Im allgemeinen wird aber ein Lichtpunkt zu mehreren reflektierenden Elementen gehören, weshalb zu einer bestimmten Fläche ein bestimmtes Reflexbild konstruiert werden kann, nicht aber umgekehrt. Nur bei einsinniger konvexer Krümmung ist das möglich. Deshalb muß man an einfachen Modellen Reflektogramme lesen lernen.

Um Reflexbilder photographieren zu können, habe ich mir folgendes Gerät konstruieren lassen: Es besteht aus einer Bogenlampe, deren Licht durch ein Linsensystem parallel gemacht wird, in einer Lichtkammer mittelst Wärmefilter der Wärmestrahlen beraubt wird. Das Licht passiert dann eine Gesichtsfeldblende, gelangt durch eine Art Momentrollverschluß durch ein Lichtrohr zu der zentralen Bohrung des Schirmes zum reflektierenden Objekt. Es ist eine Meßvorrichtung vorgesehen, die den Abstand des Objektes vom Schirm messen läßt. Der Momentrollverschluß besteht aus einem freischwingenden Pendel, welches oberhalb seines Drehpunktes durch eine Fangnase arretiert wird. Es trägt zwei Rotblenden. Bei jeder Fixlage des Pendels liegt eine Rotblende vor der Gesichtsblende und deckt das Licht rot ab. Wird der Auslöser in Tätigkeit gesetzt, so schwingt das Pendel auf die andere Seite und wird wiederum durch eine zweite Fangnase arretiert. Nun deckt die andere Rotblende das Licht rot ab. Durch die Pendelschwingung wird also ein Wechsel der Blendenlage hervorgerufen, durch welchen das Licht eine gemessene Zeit ungefiltert bleibt. Die Expositionszeit kann durch Variationen der Pendelbelastung variiert und durch eine besondere Vorrichtung exakt gemessen werden. Die Bilder werden auf ein ausgewähltes photographisches Papier aufgenommen, welches außerordentlich empfindlich für kurzwelliges, so gut wie unempfindlich für langwelliges Licht ist.

In den Reflexbildern finden sich neben den Reflexen Schatten,

die von Gegenständen herrühren, die im Wege des reflektierten Lichtes stehen, z. B. bei Hornhautbildern die Cilien, Lidränder, Salbenpartikelchen, Fettropfen in den Tränen usw. Die Reflexe können lichtstark oder lichtschwach, je nach der Größe der zugehörigen Oberfläche, scharf oder verwachsen, je nach ihrer Form sein. Die Bilder sind, wie aus der Beschreibung der Apparatur hervorgeht, Negative. Wird die lichtempfindliche Schicht vom Licht getroffen, so wird sie geschwärzt, die lichtlosen Stellen bleiben weiß. Es wurde absichtlich auf das Umkopieren zu Positiven verzichtet, um in das Verhältnis der Helligkeiten keine Fehler hereinzubringen. Die Reflexe lassen sich einteilen

1. in solche, die bei Änderung des Objektabstandes weder Form noch Ort ändern. Zu dieser Gruppe gehört der Lichtpunkt, der von einer unendlich kleinen ebenen Fläche herrührt, in den Bildern so gut wie niemals vorkommt, wohl aber leicht verwechselt werden kann mit einem kleinen Lichtfeld oder Lichtfleck, welches einer Fläche mit doppelter Krümmung sein Dasein verdankt. Die Breite des Lichtfleckes ist abhängig von der schwächeren, die Länge von der dazu senkrechten, stärkeren Krümmung. Solche Lichtfelder haben oft in den Bildern Stäbchenform und sind die Reflexformen von Zelloberflächen. Flächen mit einfacher Krümmung ergeben einen Lichtzug. Konische Gebilde erzeugen einen geschlossenen Lichtring mit leerem Zentrum. Und zwar ist der Lichtring umso weiter, je steiler der Konus ist.

Zur zweiten Gruppe gehören sehr kompliziert gebaute Reflexe, die bei Änderung des Objektabstandes Form und Ort verändern. Sie gehören sehr kompliziert gebauten, konkav gekrümmten Oberflächenstücken an und verhalten sich wie die Schnittkurven kaustischer Strahlenflächen, welche ihre Vereinigungspunkte nahe vor oder hinter dem Schirm haben, also in Bezug auf die Schirmebene vergent sind.

Endlich sei noch an Hohl- und Vollformen erinnert, etwa Bläschen und Grübchen, welche gleiche, aber seitenverkehrte Reflexe erzeugen. Durch seitliches Abschirmen oder mit einer Siebblende kann man diese Bildungen unterscheiden, wenn die zugehörigen Oberflächen nicht gar zu klein sind.

Sind die reflektierenden Gegenstände undurchsichtig, so entstehen die Reflexe nur an ihrer Oberfläche, sind sie aber durchsichtig, so können die Reflexe an der Oberfläche, im Inneren und an der Rückfläche entstehen, und sind sie endlich mit einer Flüssigkeitsschicht bedeckt, so können die Reflexe an der Oberfläche der Flüssigkeitsschicht und an der Oberfläche des Reflektors selbst zustandekommen. Bei der Reflektographie liegt der Fall senkrechten Einfalles parallelen Lichtes auf die Trennungsfläche zweier Medien vor, also Luft-Reflektor oder Luft-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Flüssigkeit oder Flüssigkeit-Reflektor oder endlich optische Grenzflächen in diesem. Alles Fälle wie der des Durchganges parallelen Lichtes durch eine planparallele Glasplatte. Für diesen FaJ gilt die bekannte Reflexionsformel von Fresnel, die aussagt, daß die Reflexionsfähigkeit eines Reflektors abhängt vom relativen Brechungsquotienten der angrenzenden Medien gegeneinander und vom Einfallswinkel, oder, was dasselbe ist, vom Einfallswinkel und vom Brechungswinkel. Auf die Formeln für senkrecht bzw. parallel zur Einfallsebene schwingendes Licht, denn das reflektierte Licht wird polarisiert, gehe ich nicht weiter ein. Für den Fall, daß der Einfallswinkel = O ist, gilt

$$\frac{J}{r} = J \frac{(n_1 - n_2)^2}{n_1 + n_2}.$$

Welchen Oberflächen bzw. Trennungsflächen die Reflexe bei durchsichtigen Objekten zuzuordnen sind, läßt sich aus dem Verhältnis der Brechungsindices angrenzender Medien gegeneinander feststellen. Je größen der relative Brechungsquotient ist, desto stärker wird die Reflexionsfähigkeit an der betreffenden Trennungsfläche sein.

Bei dem Objekt, mit welchem ich mich am meisten beschäftigt habe, der tierischen und menschlichen Hornhaut des Auges, sind die Verhältnisse eigenartige und interessante, weshalb ich auf sie zur Erläuterung des bisher Vorgebrachten näher eingehen will. Zugrundegelegt sind die Daten, wie sie im allgemeinen angenommen werden. Nach diesen werden an der Trennungsfläche Luft-Tränen %, an der Trennungsfläche Tränen-Hornhaut etwa 100 mal weniger Licht reflektiert. Dieses Rechenergebnis steht im krassesten Widerspruch zur Erfahrung. Wäre nämlich die Reflexionsfähigkeit der Hornhautoberfläche so gering, so könnte man im Reflexbild so gut wie gar nichts von der Hornhautoberfläche sehen. Den Augenärzten ist aber seit langem bekannt, daß die Hornhautoberfläche bzw. das Epithel eine hohe Reflexionsfähigkeit besitzt, welcher die sogenannten Spiegelbilder, die von praktischer Bedeutung sind, zu danken ist. Bei Veränderungen oder Erkrankungen des Epithels verändern sich die Spiegelbilder. Dieser Umstand, sowie die Bilder, die die Reflektographie bietet, weisen die Unzulänglichkeit der in der Literatur niedergelegten Daten des Brechungsindex der Hornhautoberfläche, die sich allerdings auf die gesamte Hornhaut, nicht auf ihre eigentliche Oberfläche, auf das Epithel beziehen. Messungen ergeben in der Tat, daß der Brechungsindex des Epithels außerordentlich hoch ist, und ihm eine sehr große Dispersion, d. h. Zunahme des Brechungsindex bei Abnahme der zur Messung verwendeten Wellenlänge zukommt im Gegensatze zur Tränenflüssigkeit, die eine sehr geringe Dispersion, ähnlich dem Wasser, aufweist. Die hohe Dispersion des Epithels führt, da

der Brechungsindex der Tränenflüssigkeit bei Abnahme der verwendeten Wellenlänge sich nur wenig ändert, zur Erhöhung des relativen Brechungsquotient zwischen Tränen und Epithel, welcher Umstand allein für die Reflexionsfähigkeit der Hornhautoberfläche und damit für die Sichtbarkeit als einer optischen Diskontinuitätsfläche im Reflexbilde in Betracht kommt. Interessanterweise zeigt nun der Brechungsindex des Epithels große Schwankungen bei einer Person zu verschiedenen Zeiten, Schwankungen die, vor allem auf Änderungen des Wassergehaltes, bzw. der feinbaulichen Konfiguration (Hydratation und Dispersitätsgrad) des Epithels zurückzuführen sind. Die Schwankungen der Reflexionsfähigkeit sind bei Frauen ungleich größer als bei Männern. Es wird noch zu untersuchen sein, ob die geschilderten Verhältnisse nur für das Hornhautepithel gelten oder auch anderen Epithellagern zukommen. Hornhautgewebe und -hinterfläche manifestieren sich in keiner Weise im Reflexbild.

Die bisher ausgeführten Untersuchungen zeigen das unter Einwirkung von Pharmaka differenter Art die Epitheloberfläche in für jedes Tropfmittel z. B. Cocain und seiner Ersatzmittel, sympathico- und parasympathicotroper Stoffe usw. in charakteristischer Weise reversibel verändert wird. Agentien, denen nur eine Quellungsbeeinflussung zukommt, lassen dagegen immer wieder nur ein und dasselbe Bild entstehen. Erkrankungen der Hornhaut, ja, des vorderen Bulbusabschnittes, erzeugen typische Reflexbilder, die früher als mit anderen, klinischen Methoden gesehen werden können und oft nach klinischer Heilung noch im Reflexbild manifest bleiben.

Bei erkrankten Augen sind Kapillarpulsationen in den Endkapillaren des Randschlingennetzes zu beobachten, die Erkrankungen vorausgehen und noch überdauern. Endlich wird nach Einwirkung der Lider infolge der Weichheit und parzellierten Cohäsion einzelner Zellgruppen ein sonst nicht zu beobachtender Abschuppungs- oder Schollenbildungsprozeß der obersten Epithellagen manifest, der an kranken oder ehemals erkrankten Stellen anders abläuft, als an gesunden.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, daß außer der Hornhaut und Bulbusbindehaut, die dem Auge entnommene Linse, die Lidbindehäute, die Zahnoberfläche, anscheinend unter bestimmten Voraussetzungen auch die Haut und die Gelenkflächen mit der Methode der Reflektographie untersucht werden können.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften

Jahr/Year: 1929

Band/Volume: 77

Autor(en)/Author(s): Fischer F.P.

Artikel/Article: Ober eine optische Methode zur Darstellung von Gewebsoberflächen 86-91