

Grab 209) zu unterscheiden. Wenn auch die Durchschnittsware im allgemeinen die Vorlagen nur vergrößert und entstellt wiederzugeben weiß, so fehlt es doch nicht an Stücken, die z. B. im Alamannengebiet originelle Meister feststellen lassen (Stuttgart-Feuerbach Grab 29). In einer Sondergruppe der tauschierten Beschlägplatten des Merowingergebietes erscheinen statt der Abwandlung der „burgundischen“ Motive ausschließlich Zellenmuster, die zwar in gewissem Maße auch in der B1-Gruppe als Randfüllung ge-läufig sind, als unmittelbare Nachbildung von Zellenwerk aber innerhalb der tauschierten Scheibensibeln⁹⁾ ihre besten Vertreter haben. Auch Pferdegeschirr und Schwertknäufe ähnlicher Art bilden dankbare Ansätze für die Erforschung besonderer, außerhalb Burgunds gelegener Werkstätten; endlich bedarf das Verhältnis zwischen burgundischer und langobardischer Tauschierung einer eingehenden Untersuchung. Neben der weiten Wirkung burgundischer Vorbilder wird sich ein Zweig des in Süddeutschland so nachhaltig spürbaren langobardischen Einflusses besser herausarbeiten lassen, während zugleich die Sonderentwicklung einzelner Landschaften klarer zu erfassen sein wird. Daß aber von dem Quellbecken der burgundischen A- und B-Beschläge deutlich spürbare Adern bis in weit entfernte Teile des Merowingerreiches laufen, ist wiederum ein gutes Beispiel für den lebhaften Austausch innerhalb dieses großen Gebietes, der neue Formen und Verzierungsarten über die Grenzen der einzelnen Stämme hinweg verbreitet hat.

Neuere Ergebnisse der Übermikroskopie

Von Dr. Helmut Ruska, Universität Berlin

Nach dem Bau des ersten Übermikroskops wurde die Notwendigkeit betont, die Anwendung des neuartigen Geräts für biologische und medizinische Probleme zu entwickeln¹⁾. Versuche in dieser Richtung sind von L. Marton²⁾ an einem von ihm neugebauten Elektronenmikroskop und gleichzeitig durch E. Driest und H. O. Müller³⁾, F. Krause⁴⁾ und D. Beischer und F. Krause⁵⁾ am ersten Instrument unternommen worden. Besonders die zuletzt Genannten haben durch ihre Aufnahmen von Zellen, Bakterien und Kolloiden das Interesse der Biologen und Chemiker erweckt.

Inzwischen wurde im Laboratorium für Elektronenoptik der Siemens und Halske AG. von B. v. Borries und E. Ruska⁶⁾ ein wesentlich verbessertes zweites Übermikroskop mit einem Auflösungsvermögen von 5 μ gebaut⁷⁾, mit dem die Anwendung der Übermikroskopie erweitert werden konnte⁸⁾.

In der Untersuchungstechnik wurde versucht, mit einfachen Mitteln Wege zu finden, die von den dem Lichtmikroskopiker vertrauten Techniken und deren experi-

mentellem Aufwand nicht zu sehr abweichen⁹⁾. Zahlreiche Objekte lassen sich von einem Träger aus oder über eine Blende gelegt im Vakuum in den Strahlengang des Übermikroskops bringen. An Stelle der in der Lichtmikroskopie gebräuchlichen Glasobjektträger werden dünnste Zaponlackfilme (10 μ) zum Aufbringen der Objekte verwendet. Solche Filme sind hinreichend stabil, um die Objekte zu tragen und der Bestrahlung mit schnellen Elektronen standzuhalten. Außerdem sind sie so dünn, daß sie die Strahlen ohne wesentliche Intensitätsverluste unabgelenkt durchtreten lassen. Sie erscheinen daher auf dem Leuchtschirmbild des Übermikroskops wie Glas im Lichtmikroskop.

Bei den ersten Untersuchungen von Objekten der verschiedensten Arbeitsgebiete wurde zunächst Wert darauf gelegt, deren Darstellbarkeit an sich zu zeigen. In neuerer Zeit sind dann eingehende Untersuchungen über bestimmte Fragestellungen durchgeführt worden.

An natürlichen und synthetischen Tonmineralien, deren submikroskopische Bestandteile für die Formbarkeit des Tonens wichtig sind, gelang es, den Einfluß der verschiedenen abgestuften Temperaturen des Brennprozesses auf das Kristallgefüge zu verfolgen¹⁰⁾. Weitere Mineralstaube und Metalloxyde (Raüche) wurden im Hinblick auf ihre Kristallstruktur und ihre meßtechnische Eignung zur Prüfung von Staubschutzfiltern untersucht¹¹⁾. Dabei konnte in gewerbehygienisch wichtigem staubförmigen Material der Nachweis von 5 bis 10 μ großen Teilchen erbracht werden. Die Kenntnis derartiger feiner Aufteilungen macht die leichte Aufnahme staubförmiger Gewerbegifte durch die Lunge verständlich.

Die Bearbeitung von biologischen Objekten und deren submikroskopischen Bau wurde auf bestimmte Fragen der Struktur der Vogelfeder¹²⁾, der Haematologie (Blutforschung)¹³⁾, der Bakteriologie¹⁴⁾ und Virusforschung¹⁵⁾ ausgedehnt. Sofern Ergebnisse mit anderen physikalischen Meßmethoden wie Polarisationsoptik, Strömungsdoppelbrechung, Röntgenometrie und solche mit der Ultrazentrifuge vorlagen, wurden diese mit den im Übermikroskop gewonnenen Bildern verglichen. Dabei war es möglich, bisher gewonnene Vorstellungen über Feinstrukturen zu erweitern und zum Teil auch zu Unrecht bestehende Anschauungen richtigzustellen.

An den für den Gerinnungsvorgang des Blutes wichtigen zellartigen Elementen (den Blutplättchen) konnte während des Gerinnungsvorganges eine vermutlich mit der Abgabe gerinnungsaktiver Substanzen verbundene strukturelle Umwandlung des Blutplättchenprotoplasmas aufgezeigt werden. Durch die künstliche Erzeugung besonders dünn-schichtiger Zellausbreitungen gelang es, Bilder eines gerüstartigen Protoplasmaaufbaues zu gewinnen. Damit findet die moderne Auffassung von festen, wenn auch dauernd in strukturellem und chemischem Umbau begriffenen Protoplasmastrukturen, in deren Zwischenräumen die molekular und kolloidal gelösten Substanzen miteinander reagieren können, eine wesentliche Stütze.

Das Auftreten des Blutfaserstoffes konnte in den ersten Anfängen festgehalten werden. Die Erkennung der ersten Gerinnungsstadien erlaubte über den Entstehungsmechanismus des Blutgerinnsels genauere Unterlagen zu gewinnen. Die aus polarisationsoptischen und anderen Methoden gefolgerten Diskontinuitäten im Bereich zwischen

⁹⁾ H. Ruska, Naturwiss. 27 (1939) 287.

¹⁰⁾ W. Eitel, H. O. Müller u. O. E. Radzewski, Ber. der deutsch. Keram. Ges. 20 (1939) 165.

¹¹⁾ H. Friess u. H. O. Müller, Die Gasmaske 11 (1939) 1.

¹²⁾ F. Frank u. H. Ruska, Naturwiss. 27 (1939) 229.

¹³⁾ C. Wolpers u. H. Ruska, Klin. Wochenschr. 18 (1939) 1077 u. 1111.

¹⁴⁾ B. v. Borries, E. u. H. Ruska, Klin. Wochenschr. 17 (1938) 921; G. Piekarski u. H. Ruska, ebenda 18 (1939) 883; dieselben, Arch. f. Mikrobiologie (1939) im Druck.

¹⁵⁾ H. Ruska, B. v. Borries u. E. Ruska, Arch. f. Virusforschung 1 (1939) 155; G. A. Kausche, E. Pfankuch u. H. Ruska, Naturwiss. 27 (1939) 292.

⁹⁾ Vgl. z. B. Lindenschmit, Handbuch Taf. 22,8 (Heddesheim bei Ladenburg).

¹⁾ E. Ruska, Forsch. u. Fortschr. 10 (1934) 8.

²⁾ L. Marton, Bull. Acad. Belg. Classe des Sciences 28 (1937) 672.

³⁾ E. Driest u. H. O. Müller, Z. f. wiss. Mikroskopie 52 (1935) 53.

⁴⁾ F. Krause, Naturwiss. 25 (1937) 817; 26 (1938) 112; Elektrochem. Z. 59 (1938) 851; Radiologica 3 (1938) 122.

⁵⁾ D. Beischer u. F. Krause, Naturwiss. 25 (1937) 825; Angew. Chemie 51 (1938) 331. D. Beischer, Z. f. Elektrochem. 44 (1938) 75; Forsch. u. Fortschr. 14 (1938) 296.

⁶⁾ B. v. Borries u. E. Ruska, Wiss. Veröff. d. Siemens-Werke 17 (1938) 90.

⁷⁾ B. v. Borries u. E. Ruska, Z. techn. Physik 20 (1939) 226.

⁸⁾ An den bis jetzt aus dem genannten Laboratorium erschienenen Gemeinschaftsarbeiten haben sich die erste Medizinische Klinik der Charité, das Reichsgesundheitsamt, die Biologische Reichsanstalt, das Zoologische Museum der Universität, das Kaiser-Wilhelm-Institut für Silikatforschung und die Auergesellschaft in Berlin beteiligt. — Die technische Entwicklung wurde in jüngster Zeit durch eine dritte Ausführungsform zu einem vorläufigen Abschluß gebracht, so daß bereits jetzt ein für Forschungsinstitute bestimmtes Übermikroskop vorliegt⁸⁾.

⁹⁾ B. v. Borries u. E. Ruska, Naturwiss. 27 (1939) 577.

lichtoptisch sichtbaren und molekularen Dimensionen haben eine direkte Bestätigung erfahren.

Im Aufbau der Bakterien ist die Frage nach dem Vorhandensein von Bildungen, die dem Zellkern der Pflanzen- und Tierzelle entsprechen, die möglicherweise Träger der Vererbung sind, untersucht worden. Es ergab sich dabei, daß lichtoptisch durch die Feulgen-Reaktion und die Ultraviolettaborption darstellbare Differenzierungen der Bakterienzelle zum Teil auch im Elektronenbild zum Ausdruck kommen. Häufig unterscheiden sich jedoch die sogenannten „Nukleole“ (Piekaraski) in bezug auf ihre Dichte nicht von den umgebenden Zellsubstanzen und bleiben daher elektronenoptisch unsichtbar. Die Vielgestaltigkeit von Form und Aufbau der Bakterienzelle nimmt mit dem Alter der Kultur zu. Die Feinheiten der morphologischen Bildungen liegen zum Teil 20fach unter der lichtoptischen Auflösungsgrenze. Nach den vorliegenden Erfahrungen darf die Untersuchung der Bakterien mit dem Übermikroskop als eine ausgezeichnete Methode zum Studium der Bakterienpleomorphie bezeichnet werden, und es ist zu hoffen, daß dadurch die Tatsachen der Pleomorphie (Almqvist, Löhns, Haag, Bürgers, Lodenkämper u. a.) und der Zyklologie (Enderlein) der Bakterien nicht nur eine allgemeine Anerkennung erfahren, sondern auch in ihrer noch sehr umstrittenen Bedeutung mit größerer Sicherheit geklärt werden können.

Bei den bakteriologischen Untersuchungen ergaben sich ferner neue Tatsachen über den Bau der Bakterienkapsel¹⁶⁾ und die Abgabe geformter, d. h. nicht gelöster Stoffwechselprodukte¹⁷⁾. Besonders bemerkenswert ist schließlich noch, daß es gelang, in Bazillen der Hühner-tuberkulose den Sitz bestimmter chemischer Bausteine durch Vergleich von unbehandelten, mit Äther extrahierten Zellen genau zu ermitteln¹⁸⁾. Es ist damit die Möglichkeit erwiesen, durch das im Übermikroskop gewonnene Bild nicht nur die Massenverteilung der Objekte festzustellen, sondern mitunter auch ein Bild von der Verteilung chemisch definierter Substanzen in Feinstrukturen zu erhalten, wie es ähnlich in den größeren Dimensionen der Lichtoptik gelingt.

Einige Erreger von tierischen Viruskrankheiten, die ihrer Form nach lichtoptisch nicht mehr sicher gekennzeichnet werden können und die als kleinste kugelförmige Gebilde galten, erwiesen sich nach ihrer Reingewinnung aus dem erkrankten Gewebe als Bildungen kubischer bis prismatischer Gestalt mit abgerundeten Ecken und Kanten (Pocken, Elektromelie). Pflanzliche Viren, deren Charakterisierung nach Form und Größen bisher nur unsicher mit indirekten Methoden erfolgte, konnten im Übermikroskop als 15 μ breite und 150 bzw. 300 μ lange Fäden abgebildet werden (Tabakmosaikvirus). Mit der optischen Darstellung dieser von E. Pfankuch und G. A. Kausche rein gewonnenen, als Makromoleküle anzusprechenden „Erreger“ der Tabakmosaik- und Kartoffel-X-Krankheit ist der erste Versuch geglückt, molekulare Dimensionen bildmäßig zu erfassen.

Es ist zu erwarten, daß die raschen, zunächst nur theoretisch wichtigen Erfolge der Übermikroskopie im weiteren Verlauf der Forschung für die verschiedensten Zweige der Technik und der angewandten Biologie auch praktisch nicht ohne Bedeutung bleiben werden.

Vitamine im tierischen Stoffwechsel¹⁾

Von Prof. Dr. Hans von Euler, Universität Stockholm

Es kann wohl als bekannt vorausgesetzt werden, daß die Vorgänge des tierischen Stoffwechsels — abgesehen von Ionenreaktionen — an die Mitwirkung von Enzymen

¹⁶⁾ Unveröffentlichte Untersuchungen mit E. Frühbrodt.

¹⁷⁾ Unveröffentlichte Untersuchungen.

¹⁸⁾ Unveröffentlichte Untersuchungen mit A. Lemcke u. J. Christophersen, Bakteriolog. Institut der Preuß. Versuchs- u. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Kiel.

¹⁾ Auszug aus einem Vortrag, gehalten am 7. Juli 1939 vor der Nordischen Chemikerversammlung in Kopenhagen.

gebunden sind, welchen die Funktion von Katalysatoren zukommt.

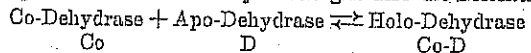
Neben den hydrolytischen Enzymen, welche vorzugsweise in den Verdauungssäften, die Fette, Kohlenhydrate und Eiweißkörper unserer Nahrung unter Aufnahme von Wasser spalten, kennen wir die große Gruppe der Oxydo-Reduktions-Enzyme oder Atmungs-Enzyme, welche die an der Verbrennung der Zellstoffe beteiligten, energieliefernden Reaktionen vermitteln.

Einige dieser Oxydo-Reduktions-Enzyme übertragen Sauerstoff auf Abbauprodukte der Nahrungsmittel. Durch die grundlegenden Arbeiten von Wieland und von Thunberg wissen wir aber, daß ein großer Teil der Atmungsvorgänge nicht in einer Überführung des Sauerstoffs besteht, sondern in einer Abspaltung von Wasserstoff, so daß die Oxydation zu einer „Dehydrierung“ wird; durch den Verlust von Wasserstoff wird das Molekül, das der Dehydrierung unterliegt, verhältnismäßig sauerstoffreicher. Erst am Schluß der langen Reaktionskette der Zellatmung wird durch Eingreifen Fe-haltiger Katalysatoren, besonders der Cytochrome Keilins, der freie Sauerstoff zur Bildung der schließlichen Oxydationsprodukte verwendet.

Da die Hauptbestandteile unserer Nahrung — wie wir unmittelbar wahrnehmen können — gegen die Einwirkung des Luftsauerstoffs recht beständig sind, so erreicht der Tierkörper seine Fähigkeit zum oxydativen Abbau dieser Stoffe erst durch ein sehr kompliziertes oxydationskräftiges System von Katalysatoren und Hilfsstoffen, und es ist gegenwärtig eine der aktuellsten biochemischen Aufgaben, das Zusammenwirken dieser Biokatalysatoren aufzuklären.

Sowohl die aeroben Vorgänge (Atmung) als die anaeroben (Glykolyse), welche die energieliefernden Spaltungen der Kohlenhydrate im Tierorganismus einleiten, sind mit Dehydrierungen, Wasserstoffübertragungen, verknüpft; dieselben werden enzymatisch durch Dehydrasen vermittelt. Über diese Dehydrasen und auch über andere Enzyme sind in den letzten Jahren wesentliche Aufschlüsse gewonnen worden. Gerade am Beispiel der Dehydrasen konnte nämlich gezeigt werden, daß Enzyme aus zwei Teilen bestehen, nämlich aus einem hochmolekularen Proteinteil, dem sog. Apo-Enzym, und einem niedrigmolekularen Teil, welcher der Träger der chemischen Funktion des Enzyms ist. Man hat diesen Teil oft als „prothetische Gruppe“ bezeichnet und nennt ihn nunmehr — einem allgemeineren Nomenklaturprinzip folgend — Co-Enzym. In Verbindung mit dem Co-Enzym bildet das Apo-Enzym das vollständige, wirksame Holo-Enzym.

Die Bindung zwischen den beiden Teilen des Holo-Enzyms ist mehr oder minder fest, dementsprechend ist der Dissociationsgrad des Holo-Enzyms kleiner oder größer. Im speziellen Fall der Dehydrasen gilt also die Gleichung:



Jede Apo-Dehydrase — man kennt mehr als 10 auf verschiedene Substrate eingestellte — bindet gleichzeitig die Co-Dehydrase und ihr spezifisches Substrat (z. B. Milchsäure, die zu Brenztraubensäure dehydriert wird). Durch die gleichzeitige Bindung bringt sie Substrat und Funktionsgruppe (Co-Dehydrase) in Reaktionsnähe und verleiht dadurch beiden eine erhöhte Reaktionswirkung. Ferner kann die Apo-Dehydrase, die, soviel man weiß, immer Eiweißnatur besitzt, das Co-Enzym in bestimmten Zellen und Geweben des Organismus verfestigen.

Durch die Co-Dehydrase, Co, übt das Enzym, Co-D, seine wasserstoffübertragende Funktion aus, die durch die Arbeiten des Stockholmer Biochemischen Instituts (Adler, Hellström) erkannt worden ist. Die Co-Dehydrase I, identisch mit dem Co-Enzym der alkoholischen Gärung, nimmt selbst zwei H-Atome aus dem Substrat auf, wird zu CoH₂ und gibt ihren Wasserstoff dann wieder an einen