

schöpfung. Wissenschaftliche Intuitionen gehören sich nur in der Innerlichkeit der Seele, aber diese muß mit wissenschaftlicher Energie geladen, die ganze wissenschaftliche Gegenstandsprägung muß in ihr Kraft und Spannung geworden sein. Nur dann formen sich im Tiegel dieser Prägung die wissenschaftlichen Intuitionen volklichen Sehens zu wertbeständiger Münze im Lande der Wahrheit.

## Das Elektronenmikroskop als Übermikroskop

Von Dipl.-Ing. Ernst R u s k a, Technische Hochschule Berlin

Die bisherigen theoretischen und experimentellen Untersuchungen über Elektronenoptik und Elektronenmikroskopie zeigten, daß Kathodenstrahlbündel in ebenso exakter Weise geometrisch-optischen Gesetzen gehorchen wie Lichtstrahlen. Die optischen Elemente wie Spiegel, Linsen und Prismen können durch geeignete elektrische oder magnetische Felder ersetzt werden, die der Kathodenstrahl durchläuft. Der Wert des Elektronenmikroskops für die wissenschaftliche und technische Forschung liegt in zweierlei Richtung, in denen das Elektronenmikroskop unserer Kenntnis bisher überhaupt verschlossene Gebiete aufzuhellen vermag.



0,8  $\mu$  starke Aluminiumfolie, 8400 fache Vergrößerung

Im ersten Entwicklungsstadium, solange insbesondere die Elektronenlinsen noch weniger eingehend untersucht waren, bestand die Anwendungsmöglichkeit in der Sichtbarmachung der örtlichen und zeitlichen Emissionsverteilung von Kathoden. Hierzu genügten mäßige Vergrößerungen (Größenordnung 100 fach, linear), da die interessierenden kleinsten Einzelheiten der Strahlungsverteilung in dem Bereich von 1 bis 10  $\mu$  liegen. Das zweite, erkenntnismäßig wohl noch bedeutungsvollere, bis vor kurzem noch nicht in Angriff genommene Untersuchungsgebiet ist gekennzeichnet durch die Tatsache, daß die den Elektronen nach de Broglie zuzuordnenden Wellenlängen um mehrere Größenordnungen kleiner sind, als die des sichtbaren Lichts. Hiermit wird die Begrenzung der geometrischen Optik durch Beugungserscheinungen entsprechend hinausgerückt, d. h. ein mit diesem ultrakurzwelligen Licht arbeitendes Mikroskop vermag noch Einzelheiten aufzulösen, die um mehrere Größenordnungen kleiner sind als die kleinsten im gewöhnlichen Mikroskop noch sichtbaren Teilchen (etwa 0,5  $\mu$ ). Eine Elektronenstrahlmikroskopie, bei der noch Feinheiten von  $10^{-4}$  bis  $10^{-5}$  mm aufgelöst werden sollen, verlangt etwa 10 000 fache lineare Vergrößerung, wenn man für das reelle Endbild auf dem Leuchtschirm  $\frac{1}{10}$  mm zur deutlichen Wahrnehmung vorschreibt. Derartige Untersuchungen interessieren uns natürlich im Gegensatz

zu den vorstehend erwähnten Kathodenuntersuchungen bei allen Arten von Objekten, wie beispielsweise Metallfolien, feinsten Fasern und organischen Objekten aus dem Interessengebiet des Mediziners und Biologen.

Mit Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft und der Gesellschaft der Freunde der Technischen Hochschule Berlin habe ich daher Versuche in der Weise unternommen, daß Testobjekte (1  $\mu$  starke Aluminiumfolien sowie feinste Fasern aus Baumwolle und Kunstseide) intensiv von 60 bis 80 kV schnellen Elektronen durchstrahlt und die Bilder der Folien nach zweistufiger Vergrößerung mittels kurzbrennweitiger magnetischer Spulen auf dem Leuchtschirm sichtbar gemacht und photographiert wurden. Zur Steigerung der Strahlungsintensität diente eine Kondensorenspule, die die von der Kathode einer Ionenröhre ausgehende Elektronenstrahlung auf das Objekt sammelte. Die Objekte wurden zwischen zwei Kupferblenden festgehalten, die eine zentrale feine Bohrung (0,3 mm  $\varnothing$ ) aufwiesen. Acht solcher Objektträger waren in einem Revolverkarussell vereinigt und konnten von außen nacheinander in den Strahlengang der Vakuumröhre gebracht werden. Es wurden über 8000 fache (lineare) Vergrößerungen erreicht, die Feinheiten von 0,2 bis 0,3 mm im endgültigen Bild zeigten. Die bisherigen Versuche lassen klar erkennen, daß eine Steigerung bis zu 20- bis 30 000 fachen Vergrößerungen lediglich mit den bis heute bekannten Mitteln und Methoden möglich ist. Die magnetische Spule scheint zu derartig extremen Vergrößerungen eine sehr geeignete (weil genügend fehlerfreie) Linse zu sein. Schwierigkeiten bei den Untersuchungen liegen in der Wärmeabfuhr vom Objekt, in der nicht vollkommen stetigen Strahlung der Elektronenquelle, wie in geringen mechanischen Schwingungen der Apparatur. Die beiden letzten Umstände erschweren besonders die photographische Aufnahme, während die visuelle Beobachtung der Bilder davon unberührt bleibt. Außerordentlich bequem beim Arbeiten ist die Beobachtbarkeit des Zwischenbildes, wodurch man jederzeit einen Überblick über ein sehr großes Gegenstandsfeld behält. Die Abbildung zeigt eine derartige Aufnahme einer Aluminiumfolie.

Bei der großen grundsätzlichen Bedeutung des Elektronenmikroskops für die Übermikroskopie wäre sehr zu wünschen, daß sich neben dem Physiker heute auch schon der Mediziner und Biologe an den noch notwendigen Entwicklungsarbeiten beteiligen würden.

## Neue Wege der Kropfverhütung durch biologisches Jod

Von Prof. Dr. Gustav Pfeiffer, Landwirtschaftliche Hochschule Bonn-Poppelsdorf

Es ist seit längerer Zeit erwiesen, daß Schilddrüsenerkrankungen bei Mensch und Tier mit einem gestörten Jodstoffwechsel Hand in Hand gehen. Wenn auch der Jodstoffwechsel nicht in allen Fällen allein dafür verantwortlich zu machen ist, so ist ihm doch immer ein mitbestimmender Einfluß beizumessen.

Im letzten Jahrzehnt hat die moderne Mikroanalytik uns Aufschluß über den ständigen Jodkreislauf in der Natur gegeben. Dabei wurde auch die Größenordnung des täglichen, natürlichen Jodtransportes beim Menschen festgelegt. Der Normalwert beträgt etwa  $\frac{1}{10}$  Milligramm = 100  $\gamma$  ( $\gamma = \frac{1}{1000000}$  Gramm). Abweichend davon hat man geringere Jodausscheidungen gefunden und diese durchweg in Gegenden, in denen der Kropf endemisch auftritt. Gleichzeitig stellte man auch einen geringeren Jodgehalt in den dort gewachsenen Nahrungsmitteln, in der Luft, im Wasser und im Boden fest. Die Verantwortlichkeit eines Jodmangels für Kropf und Kropfbereitschaft und die erfolgreiche Verwendung winziger Jodmengen zu deren Bekämpfung begründeten die lebenswichtige Bedeutung des Jods als Bioelement.