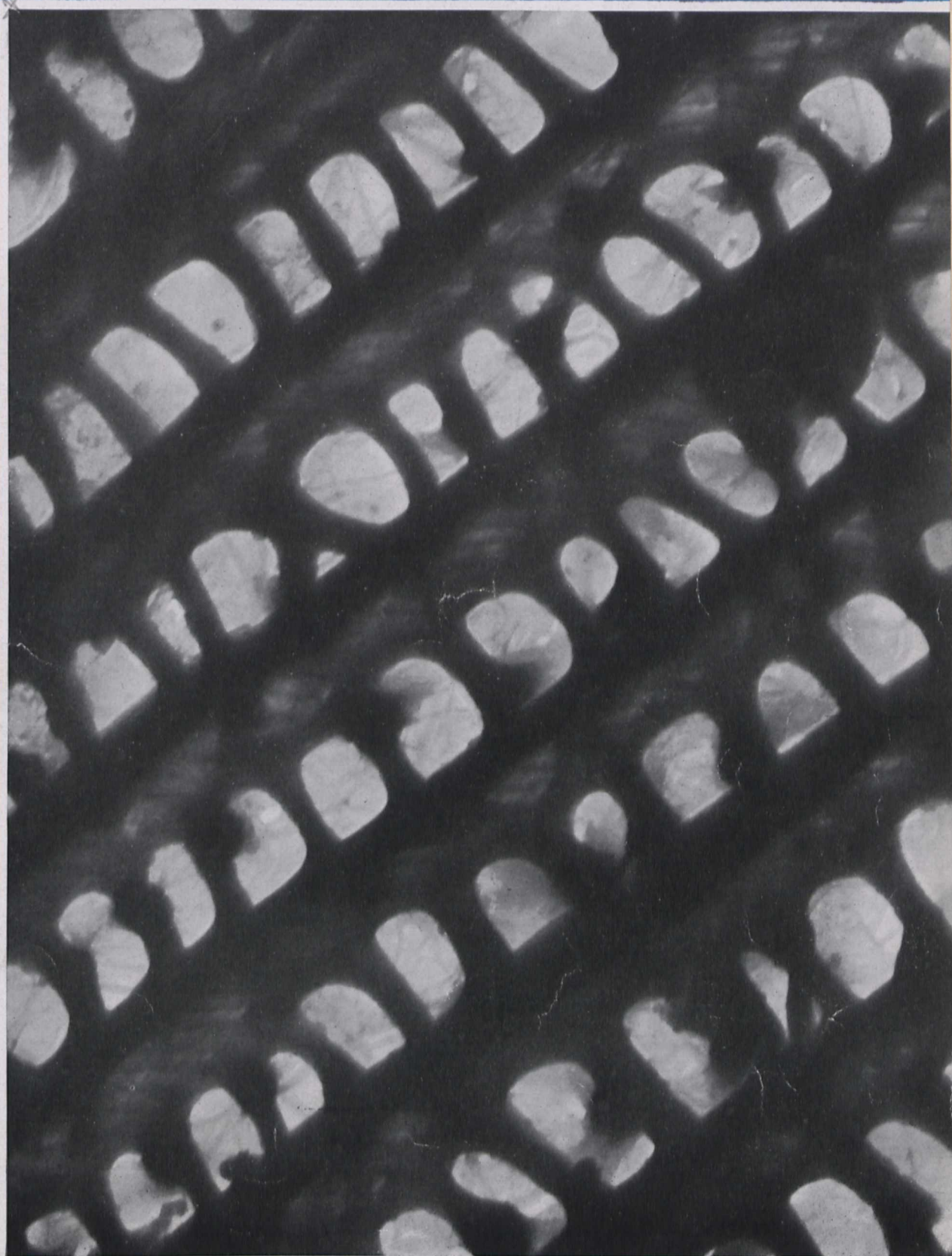


DIE

UMSCHAU

IN WISSENSCHAFT UND TECHNIK

Erscheint wöchentlich • Postverlagsort Frankfurt am Main



Teil einer Schmetterlingsflügelschuppe im Uebermikroskop

Vergrößerung 12 000; photographisch weiter auf annähernd 45 000 fach.

(Vgl. Dr.-Ing. J. Dosse „Elektronenstrahl-Mikroskope“, Seite 548.)

Werkfoto

HEFT 35
1. SEPTEMBER 1940
44. JAHRGANG

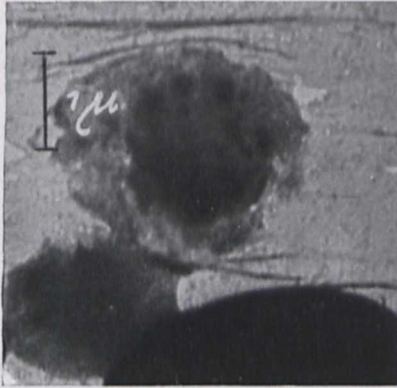




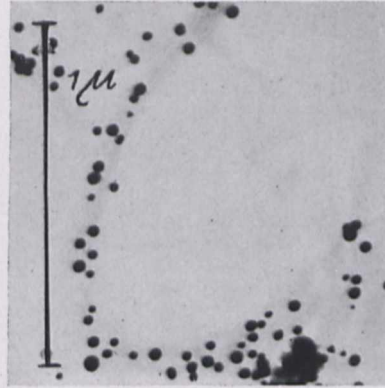
SIEMENS

ÜBERMIKROSKOP

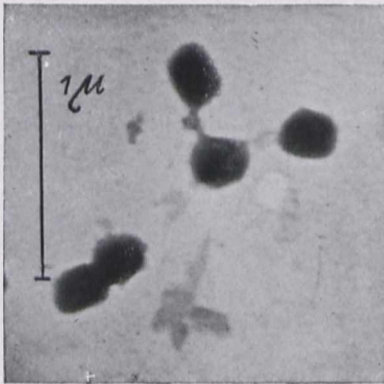
nach Ruska und v. Borries



Blutplättchen



Goldsolreaktion
mit Tabakmosaik-
Virusprotein



Pockenvirus



Proteusbakterien
mit Geißeln

Für mikroskopische Untersuchungen, die in das Gebiet der bisher „ultravisiblen“ Strukturen fortgesetzt werden sollen, steht heute das Übermikroskop zur Verfügung. Es dient als

FORSCHUNG-INSTRUMENT

für die Kolloidchemie, Silikatforschung, Farbstoffuntersuchung, Technik der Staube und Rüche und für die Faserstoffkunde, in der Biologie zur Strukturforschung, Hämatologie, Bakteriologie und Virusforschung. Seine Vorzüge: Auflösungsvermögen 5 bis 10 μ · Helle Schirmbilder bei 4000- bis 40000facher Vergrößerung · Exposition der Platte 1 Sekunde · Strahlspannung bis zu 85 kV, daher gute Objektdurchdringung · Wechsel des Objekts und der Platte je 1 Minute · Hellfeld-, Dunkelfeld- und Stereoaufnahmen · Bequeme Bedienung des Gerätes im Sitzen

LE 006

SIEMENS & HALSKE AG · WERNERWERK · BERLIN-SIEMENSSTADT

DIE UMSCHAU

VEREINIGT MIT „NATURWISSENSCHAFTLICHE WOCHENSCHRIFT“, „PROMETHEUS“ UND „NATUR“

ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT
ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN WISSENSCHAFT UND TECHNIK

BREIDENSTEIN VERLAGSGESELLSCHAFT, FRANKFURT AM MAIN, BLÜCHERSTRASSE 20/22

Bezugspreis: monatlich RM 2.10, Einzelheft RM —.60.

HEFT 35

FRANKFURT AM MAIN, 1. SEPTEMBER 1940 JAHRGANG 44

Augenfehler und ovarielle Migräne

Von Prof. Dr. GRUNERT, Bremen.

Wie ist es denkbar, daß Dysfunktionen der Augen, also Erschwerungen der Sehleistung (durch optische Fehler, durch Schwäche oder Krampfstände der äußeren oder inneren Augenmuskulatur) Einfluß gewinnen können auf Migränezustände, die mit dem Rhythmus der Menstruation zeitlich zusammenfallen? Welche Beziehungen zwischen Sehorgan und weiblichem Fortpflanzungsorgan (Ovarium) tun sich hier auf?

Wir wissen seit langer Zeit, daß Fehlleistungen des Auges Migräne auslösen können. Im Schrifttum, selbst bei dem allerneuesten, wird dieser Tatsache nur eine untergeordnete Bedeutung zugeschrieben. Diese Zusammenhänge seien nicht häufig und betreffen nur leichtere Fälle (7. 8. 9.). Ich habe mich deshalb schon in früheren Jahren genötigt gesehen, in Vorträgen und Aufsätzen darauf hinzuweisen, wie oft gerade schwere und schwerste Fälle von Migräne augenbedingt sind und durch augenärztliche Maßnahmen geheilt werden können (1. 2. 4. 5. 6.).

Es gibt sehr viele Menschen auf der Welt, die mit ihren Augenfehlern alt werden und keine Migräne bekommen. Das sind in erster Linie solche, die ein geruhames Leben führen, ihre Augen verhältnismäßig wenig anzustrengen brauchen und sich im übrigen einer guten Gesundheit erfreuen. Aber die Zahl dieser Menschen nimmt ab. Das ruhelose Leben hat sich von der Großstadt auf die Kleinstadt ausgebreitet und beginnt auch das flache Land zu erfassen. Die Augen werden immer mehr durch Lesen, Schreiben und Präzisionsarbeit in Anspruch genommen. Und wenn auch die Gesundheit des deutschen Volkes im allgemeinen sich von Jahr zu Jahr bessert, nennt man doch mit Recht die „Nervosität die Krankheit unserer Zeit“.

Es ist deshalb kein Wunder, wenn das Auftreten der Migräne von gewissen Zuständen abhängt, die man als „physiologische Minderwertigkeit“ bezeichnen kann. Ein solcher Zustand ist der der Kindheit. Auch ein gesundes Kind ist schonungsbedürftig. Werden den kindlichen Augen trotzdem maximale Sehleistungen (Schularbeiten, kindliche Lesewut) zugemutet, dann machen sich die kleinsten Augenfehler bemerkbar und lösen

Beschwerden aus: Unlust, Appetitlosigkeit, mangelhafte Konzentrationsfähigkeit, Lichtempfindlichkeit, Nasenbluten, zentrales Fieber, Nabelkoliken, periodisches Erbrechen, Kopfweh, Schwindel, allgemeine Anfälligkeit — Beschwerden, die man als Migräne = Aequivalente bezeichnet. (4. 6.)

Der zweite Zustand physiologischer Minderwertigkeit ist das beginnende Alter, so etwa Mitte der 40er Jahre. Alle Menschen mit guten Augen bedürfen dann einer Brille für längere Naharbeit (Presbyopie). Liegen außerdem noch Augenfehler vor, dann stellt sich dies Bedürfnis schon etwas vorzeitig ein. Wird ihm nicht stattgegeben, so kommt es zu Augenschmerzen (Asthenopia dolorosa), Kopfweh und Migräne. Die Abstellung dieser Fehler beseitigt auch schlagartig die Beschwerden und ermöglicht eine volle Leistungsfähigkeit der Augen bis ins höchste Greisenalter. (3.)

Das weibliche Geschlecht ist dazu verurteilt, noch eine ganze Gruppe von Zuständen physiologischer Minderwertigkeit auf sich zu nehmen, die dem Manne erspart bleiben — Zustände, in denen Schonung erforderlich ist, weil maximaler Einsatz der Körper- und Geisteskräfte leicht zu Schaden führt: Menstruation, Schwangerschaft, Stillzeit und Wechseljahre.

Die genaue augenärztliche Untersuchung bei 426 Fällen von ovarieller Migräne ergab folgende auffallende Tatsache: Bei fast all den Mädchen und Frauen, die den physiologischen Vorgang der monatlichen Eiabstoßung (Menstruation) nicht ohne erhebliche Beschwerden ertragen konnten, bei denen diese dysmenorrhöischen Schmerzen von heftigem Kopfweh und Erbrechen begleitet waren, befanden sich die Augen nicht in vollkommener funktioneller Harmonie, sondern im Zustande einer durch Augenfehler erschwerten Leistung. Es war beim gewöhnlichen Sehen, ganz besonders aber bei längerer Naharbeit, ein Mehraufwand an Energie erforderlich, um den Anforderungen von Haus und Beruf zu genügen. Dieser Mehraufwand konnte ohne Beschwerden aber nur dann geleistet werden, wenn der dazu erforderliche Energievorrat nicht an anderer Stelle zum Verschleiß kam, wie z. B. bei

der Menstruation. So entsteht die augenbedingte ovarielle Migräne. Oder in umgekehrter Gedankenreihe: Der Vorgang der Menstruation kann nur dann ohne wesentliche Beschwerden ertragen werden, also normal vor sich gehen, wenn in der Zwischenzeit eine Energiehortung stattgefunden hat, und diese angesammelte Widerstandskraft in den kritischen Tagen zum Einsatz kommen kann. Wird diese „Intervallenergie“ aber anderswo vorher verausgabt durch alle möglichen Störungen des körperlichen und seelischen Erlebens, zu denen aber anscheinend in erster Linie der Kampf mit etwaigen Augenfehlern gehört, dann tritt ein Zustand körperlicher Insolvenz ein, der sich im Migräneanfall äußern kann. Der Migräneanfall schwächt nun wieder seinerseits den Kräftevorrat, so daß der Kampf mit den Augenfehlern immer aussichtsloser wird, und nun auch in der Zwischenzeit Kopfweh und Migräne entstehen. Die Migräne kann dann auch trotz Verbrauch starker Medikamente ein täglicher unerwünschter Gast werden.

Dieser Circulus vitiosus läßt sich wirkungsvoll nur durch Behandlung der Augenfehler, durch Harmonisierung des Schapparates, sprengen. Von meinen 426 innerhalb von 10 Jahren augenärztlich untersuchten und behandelten Fällen von ovarieller Migräne sind 300 als Dauerheilung zu betrachten; denn sie wurden länger als 3 Monate anfallsfrei beobachtet. Durchschnittlich standen die geheilten Fälle $2\frac{1}{2}$ Jahre lang unter Kontrolle. Es waren zahlreiche darunter, bei denen nach ihrer Augenbehandlung 5—10 Jahre lang völlige Migrärefreiheit beobachtet werden konnte. Von den übrigen 126 Kranken waren 31 zwar geheilt, aber weniger als 3 Monate lang beobachtet, 69 waren nur gebessert, 14 ungebessert aber zu kurz behandelt, und nur 12 waren wirklich genügend behandelt und trotzdem ungeheilt geblieben, ausschließlich ältere Frauen mit schweren Komplikationen in anderen Organen.

Die Behandlung bestand im Ausgleich vorhandener Brechungsfehler und leichter Schielformen durch Brillengläser. Manchmal mußte eine kleine Schieloperation vorgenommen werden. Daneben wurde oft Pilocarpin angewandt in Form von Augentropfen und Augensalbe. Eine andere, etwa innere Behandlung wurde streng vermieden. Nur wenn bei älteren Frauen innerhalb oder jenseits der Wechseljahre die augenärztlichen Maßnahmen den Zustand schon gebessert hatten, aber noch nicht absolute Beschwerdefreiheit erreicht war, dann gab ich gelegentlich ein Hormonpräparat, aber stets nur in stark abgeschwächter Dosis.

Sehr aufschlußreich waren geheilte Fälle, die nach Monaten oder Jahren mit Rückfall ihrer alten Migräne wiederkamen. Jedesmal bewies eine erneute augenärztliche Untersuchung, daß sich etwas an den Augen geändert hatte, was nur berücksichtigt werden mußte, um wieder den erfreulichen Zustand der Beschwerdefreiheit zu erzeugen. Oder die wohltätige Pilocarpinbehandlung war zu früh abgesetzt worden und mußte noch einige Zeit beibehalten werden, um die stark in Anspruch genommenen Augen zu kräftigen und leistungsfähig zu machen, wonach mit der Präzision eines physikalischen Experimentes die Migräne wieder wegblieb. Viele Frauen berichteten glückstrahlend, daß ihre „bösen Tage“, die sie sonst stets verdrossen und arbeitsunfähig gemacht hatten, diesen Namen nicht mehr verdienten, weil sie sich in ein unbedeutendes Ereignis verwandelt hätten.

Die 300 Krankengeschichten von Dauerheilung ovarieller Migräne erhalten zum Teil erschütternde Schilderungen von verfehlttem Leben und verlorenem Glück, von hochwertigen Menschen, die in jedem Monat 1—2 Wochen sich in einem unleidlichen Zustand befanden und eine Unsumme von schwer verdientem Geld in Medikamenten angelegt hatten. 14 davon habe ich in der Münch. med. Wschr. (5.) veröffentlicht. Eine möchte ich hier als Beispiel anführen: Am 22. 10. 1934 kommt eine 38jährige berufstätige Frau zu mir, gesund und energisch aussehend, Sportlerin. Sie klagt über Beschwerden bei der Naharbeit und meint, sie müsse wohl eine Brille zum Lesen haben. In die Ferne sehe sie ausgezeichnet. Kranke Augen habe sie nie gehabt. Die Untersuchung ergab auf dem rechten Auge eine Kurzsichtigkeit von $-4,0$, auf dem linken eine unbedeutende Uebersichtigkeit von $+0,5$; beiderseits gute Sehschärfe. Die Prüfung des Muskelgleichgewichts ergab ein verdecktes Hörschielen von 1^0 Prisma und ein verdecktes Außenschielen von 4^0 Prisma. Sie hat also immer mit dem linken Auge in die Ferne gesehen und das rechte ausschließlich für die Naharbeit gebraucht. Ein zweiäugiges Einfachsehen war nie zustande gekommen. In letzter Zeit hatten sich nun Augenschmerzen eingestellt, denn beim Lesen mit dem kurzsichtigen Auge mußte die Schrift mindestens auf $\frac{1}{4}$ m angenähert werden, was dem übersichtigen anderen Auge auf die Dauer unbequem wurde.

Nach meinen Erfahrungen haben Menschen mit verschieden gebauten Augen leicht Kopfweh. Auf meine diesbezügliche Frage antwortete sie: „Kopfweh habe ich im allgemeinen nicht. Nur alle vier Wochen, wenn meine Tage kommen, dann habe ich 36 Stunden lang ganz entsetzliches Kopfweh mit Uebelkeit und Brechreiz. Ich komme dann kreideweiß und fröstelnd nach Hause und muß mich gleich zu Bett legen, am besten im verdunkelten Zimmer. Erst in den letzten Wochen hat sich zu diesen periodisch auftretenden Migräneanfällen ein zweites Kopfweh gesellt, das in der linken Schläfe sitzt und ununterbrochen anhält. Beim Migräneanfall hilft kein Medikament. Das neue Zwischenzeitkopfwahl läßt sich mit Aspirin oder Pyramidon bekämpfen, tritt aber nach Abklingen der Arzneiwirkung erneut auf, wobei die Stärke zunimmt, so daß immer größere Mengen von Tabletten erforderlich sind.“

Die Kranke erhält eine kombinierte Prismenbrille zu dauerndem Gebrauch und eine Pilocarpinaugensalbe zum abendlichen Gebrauch. Acht Tage später teilte sie mit, ihr Kopfweh sei weg, sie brauche kein Medikament mehr zu nehmen. Nach weiteren acht Tagen berichtete sie hochofrenet, daß zum ersten Male in ihrem Leben die Menstruation ohne wesentliche Beschwerden verlaufen sei, sie habe nur am Tag vorher leichtes Kopfweh, aber ohne Uebelkeit, verspürt. Die Pilocarpindosis wird gesteigert und ein leichtes Hormonpräparat in Tablettenform verordnet.

Am 18. 2. 35 (bestellt). Immer noch leichtes Kopfweh am Tag vor den Menses. Bei der Augenuntersuchung wird ein etwas stärkerer Grad von Höhenablenkung festgestellt und auskorrigiert. Am 10. 2. 39 stellt sie sich auf meine Bitte nochmals vor. Sie ist jetzt $4\frac{1}{2}$ Jahre lang ohne jedes Kopfweh bei regelmäßiger und beschwerdefreier Menstruation. 43 Jahre alt, bei allerbesten Gesundheit und Leistungsfähigkeit.

Sie nimmt kein Medikament, auch nicht Pilocarpin und kein Hormonpräparat. Die Brille trägt sie dauernd.

Dieser Fall ist deswegen bemerkenswert, weil hier ein besonders energischer Mensch ein Leben lang geradezu heldenmütig gegen die ovarielle Migräne angekämpft hat, um beruflich nicht zu versagen. Wie der überraschende Erfolg der Augenbehandlung beweist, wäre ihr die ganze Qual erspart worden, wenn man ihr schon in jüngeren Jahren die starke Dysharmonie des Sehapparates ausgeglichen hätte.

Schrifttum.

1. Grunert, Karl. Ueber augenärztliche Behandlung der Migräne, Tagung der nordwestdeutschen Augenärzte Rostock, Ref. Zbl. Ophthalm. 1933 Bd. 28, S. 606.

2. Ders. über kindliche Migräne. Naturforscher- u. Aerztevers. Hannover. Ref. Zbl. Ophthalm. 1935 Bd. 33, S. 133.
3. Ders. Erfahrungen über Pilocarpinbehandlung bei Asthenopica dolorosa. Mbl. Augenhk. 1928 Bd. 81, S. 44.
4. Ders. über augenbedingte Migräne im Kindes- und Jugendalter. Münch. med. Wschr. 1938 Nr. 35, S. 1337.
5. Ders. über Dysfunktion der Augen und ovarielle Migräne. Münch. med. Wschr. 1939 Nr. 22, S. 841.
6. Ueber augenbedingte Magen- und Darmneurosen. Münch. med. Wschr. 1940 Nr. 8 und 9.
7. v. Hoeßlin, H. Die Behandlung der Migräne. Deutsche med. Wschr. 1940, Nr. 1, S. 9.
8. Richter, Hugo. Die Migräne, Handbuch der Neurologie, 17. Band.
9. Romberg, Ernst. Ueber Migräne. Münch. med. Wschr. 1930 Nr. 1, S. 22.

Die Dynamik des Eiweißes

Von Dipl.-Chem. H. M. RAUEN

Das Eiweiß ist kein Zustand, sondern ein Vorgang. Diese These wurde von Dozent Dr. Dr. G. Schenck auf der 52. Tagung der Deutschen Gesellschaft für innere Medizin vom 6.—9. Mai in Wiesbaden aufgestellt und mit Versuchsergebnissen belegt. — In der Naturstoffchemie wird nach der Isolierung eines Naturstoffes und Reindarstellung das Hauptaugenmerk auf die Konstitutionsaufklärung gelegt. In der Eiweißchemie stößt man da auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten. Wir wissen, daß die Eiweißkörper aus Aminosäuren aufgebaut sind. In einer Zeit, als erst 20 natürliche Aminosäuren bekannt waren, errechnete Abderhalden die astronomische Zahl von rund $2 \cdot 10^{24}$ verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten. Heute sind bereits 27 natürliche Aminosäuren bekannt und entsprechend mehr Kombinationen möglich. Erst bei einem verhältnismäßig einfach gebauten Eiweißstoff kennt man mit einiger Genauigkeit die „Konstitution“, d. h. die Anordnung der an ihrem Aufbau beteiligten Aminosäuren. Dies ist das Clupein aus den reifen Spermatozoen des Herings¹⁾. Es hat ein Molekulargewicht²⁾ von nur 4470 und besteht aus 33 Resten von 6 verschiedenen Aminosäuren. Welche Schwierigkeiten sich ergeben, wenn wir zu den eigentlichen Eiweißkörpern übergehen, erhellt, wenn wir als Beispiel das Hämoglobin ansehen, das aber noch lange nicht das komplizierteste Protein ist. Es enthält 576 Aminosäurereste bei einem „Molekulargewicht“ von 68 000.

Bislang dachte man sich für das spezifische Verhalten der Eiweißkörper, wie bei den Immunreaktionen (Toxin, Antitoxin, Hämolyisin, Opsonin, Ambozeptor) oder ihrer eigentlichen Funktion und Wirksamkeit (etwa als Hormon, Schlangengift u. a.), eine besondere Anordnung der Aminosäuren vorhanden, aus der sich eine bestimmte physikalisch-chemische Eigenart ergebe, falls nicht eine besondere sogenannte prosthetische oder Wirkungsgruppe abspaltbar ist. Diese Auffassung erfährt nun durch die Untersuchungen Schencks eine

gewisse Einschränkung, denn mit der eingangs angeführten These wird gesagt, daß das Eiweiß unter den verschiedensten Umweltseinflüssen ständig im Umbau begriffen sein muß. In jedem Teil eines lebenden Organismus haben also die eigentümlichen Eiweißstoffe eine gewisse Spanne, innerhalb der sie sich verändern können. Die Veränderungen werden kenntlich in Verschiebungen des Anteils der verschiedenen Aminosäuren. Es muß angenommen werden, daß sich mit diesen Verschiebungen die spezifische Eigenart der betreffenden Proteine nicht wesentlich ändert und daß diese vielleicht durch eine besondere Architektonik höherer Aminosäurekomplexe gewahrt bleibt, innerhalb deren dann Ausbau und Einbau von Aminosäuren stattfinden werden.

Zur Stütze der These wurden in den letzten Jahren von Schenck etwa 4000 einzelne Eiweißstoffe auf ihren Gehalt an den wichtigsten Aminosäuren analysiert. Diese Eiweißstoffe stammten von etwa 20 verschiedenen Tierarten und umfaßten vergleichend von den Würmern bis zu den Warmblütern die verschiedensten Organe und Gewebe. Ferner wurden an etwa 70 Menschen die Proteine von über 330 Organen untersucht. Nach A. Kossel bestehen die im Sperma reifer Fische vorhandenen Protamine (Salmin, Clupein) vorwiegend aus sogenannten Hexonbasen (Arginin, Lysin, Histidin), wobei die Monoaminosäuren stark zurücktreten. Während der Reifung der Lachs- und Heringshoden werden Salmin und Clupein allmählich aus den normalen Organeiweißstoffen umgebildet. Bei diesem Vorgang entstehen charakteristische Zwischenprodukte. Aus den zuerst nachweisbaren basischen Peptonen durch Entfernung von Lysin entsteht zuerst ein Histon, aus diesem durch Abstoßen von Monoaminosäuren ein Triprotamin (enthält alle drei Hexonbasen), dann durch Ausscheiden von Lysin oder histidinhaltigen Eiweißkomplexen die betreffenden Diprotamine, aus diesen nun durch Abspaltung von Histidin oder Lysin das Monoprotamin (mit Arginin) und zuletzt tritt die Monoaminosäure Tyrosin aus, und die Endstufe dieses Entwicklungsganges ist erreicht. Beim reifen Karpfen enthalten

¹⁾ Vgl. K. Felix, Ueber die Spezifität der Eiweißkörper, „Die Umschau“ 1939, 603.

²⁾ Vgl. H. M. Rauen, Das Molekulargewicht der Eiweißkörper, „Die Umschau“ 1938, 977.

die Hoden ein Triprotamin, beim Stör ein Histon, bei anderen Gattungen die verschiedenen Diprotamine. In den Spermatozoen anderer Tiere konnten ähnliche Eiweißstoffe bisher nicht gefunden werden. — Beim Studium der Entwicklung des Hühnchens wurde am 7. Bebrütungstage im Embryo ein hoher Hexonbasengehalt, besonders Histidin, festgestellt. Am 9. Bebrütungstag sinkt der Histidingehalt bei unverändertem Arginin- und Lysingehalt. Eine erneute Zunahme der Hexonbasen am 12. Tag wird in stärkstem Maße allein durch das Histidin verursacht, da Lysin und Arginin zu gleicher Zeit absinken. Mit dem nun einsetzenden enormen Größenwachstum sinkt der Hexonbasengehalt um 9% des Gesamt-Stickstoffes, wovon 7% allein auf das Histidin, je 1% auf Arginin und Lysin entfallen. Dieser Histidinabfall hält bis zum Schlüpfen des Kükens an. Ähnliche Ergebnisse wurden bei der Untersuchung von Forelle und Frosch erhalten. Ebenso gab die Untersuchung einer Reihe von menschlichen Foeten ganz ähnliche Beziehungen zwischen Eiweißbau, Massenzunahme und Wachstumsbeschleunigung. Charakteristische Verschiebungen treten auch bei Cystin, Tyrosin und Tryptophan auf. — Das Globin zerfällt bei der peptischen Verdauung im Verhältnis 7:3 in zwei basische Peptonkomponenten, von denen die eine durch hohen Lysin- und Histidingehalt, die andere durch höheren Arginingehalt charakterisiert ist. Der

Anteil dieser Peptone am Gesamteiweißkomplex ist großen Änderungen unterworfen. — Die Carcinome werden wegen ihres stärkeren Wachstums und verschiedenen Ähnlichkeiten im Zellstoffwechsel mit dem foetalen Gewebe in Beziehung gesetzt. Im Bau der Eiweißstoffe beider Gewebe lassen sich jedoch keine Ähnlichkeiten nachweisen. So fehlt gerade der hohe Hexonbasen- und Histidinanteil des Hühnerembryos in dem ganz jugendlichen, maligne wachsenden Rous-Sarkomgewebe. Noch deutlicher werden diese Unterschiede bei Chorionepithelium und Blasenmolen, zwei besonderen Arten von Krebsgeschwulst. — Durch die Verfütterung bestimmter Aminosäuren läßt sich die Zusammensetzung der Gewebeeiweiße beeinflussen. Durch den jeweiligen Stoffwechsellzustand kann der Bau der Gewebeeiweiße ebenfalls maßgebend verändert werden. So wurden bei hungernden Ratten sehr erhebliche Abnahmen im Lysin- und Tryptophan-gehalt der Proteine festgestellt. Der Organismus scheint sich also unter dem Einfluß der Ernährung fortlaufend umzubauen. — Die Röntgenbestrahlung stellt einen schweren Eingriff in das Gefüge der Organeiweißstoffe dar, der jedoch umkehrbar ist. 3 bis 4 Tage nach der Bestrahlung sind die größten der gesetzten Veränderungen nicht mehr nachweisbar, wenn auch noch sicherlich Störungen in der Feinstruktur bestehen.

In den letzten 3 Jahren hat die Umschau in Einzelveröffentlichungen auf die Entwicklung von Mikroskopen stärkster Vergrößerung berichtet, die sich zur Wiedergabe des Gegenstandes nicht der Lichtstrahlen bedienen. Nachdem die Entwicklung nun zu einem gewissen ersten Abschluß gekommen ist, haben wir Herrn Dr. Dosse gebeten, jene Mikroskope zusammenfassend zu behandeln und die Eigenschaft der einzelnen Systeme einander gegenüber zu stellen.

Elektronenstrahl-Mikroskope

Von Dr. J. DOSSE

Die jüngste rasche Entwicklung der Mikroskopie mit Elektronenstrahlen hat eine gewisse Mannigfaltigkeit der Anordnungen und Verfahren gezeitigt, die dem Fernerstehenden die Uebersicht erschwert, um so mehr, als in den Originalveröffentlichungen meist recht spezielle Gesichtspunkte herausgearbeitet werden. Hier sollen die folgenden Zeilen Klarheit schaffen.

Es sind zunächst grundsätzlich zu unterscheiden die Mikroskopie der Elektronen aussendenden (selbstleuchtenden) Objekte und die Durchstrahlungsmikroskopie. Während die Anwendung der ersteren naturgemäß auf einen elektronenphysikalischen Fragenkreis beschränkt bleibt, stellt die Durchstrahlungsmikroskopie die eigentliche Fortsetzung der Lichtmikroskopie zur Sichtbarmachung immer kleinerer Teilchen dar. Das Bestrahlungsverfahren zur Beobachtung von Oberflächen — ebenfalls in der Lichtmikroskopie im Gebrauch („Auflicht“-Mikroskopie) — ist mit Elektronen zwar schon in den Anfängen der Elektronenmikroskopie¹⁾ einmal verwirklicht worden, seine Entwicklung wurde indessen erst in jüngster Zeit²⁾ wieder in Fluß gebracht.

¹⁾ E. Ruska, Z. f. Phys. 83, 1933, S. 492.

²⁾ E. Ruska u. H. O. Müller, Z. f. Phys., im Druck; B. v. Borries, Z. f. Phys., im Druck.

Zwei Eigenschaften eines Mikroskops interessieren hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit in besonderem Maße: Das Auflösungsvermögen und die erzielbare Vergrößerung.

Mit der Auflösung wird der kleinste Abstand gekennzeichnet, den zwei benachbarte Objektpunkte haben dürfen, damit sie im Bild noch als getrennt wahrnehmbar, also „aufgelöst“ erscheinen. Die Auflösung pflegt man als hoch zu bezeichnen, wenn dieser Mindestabstand klein ist. Zunächst wird das Auflösungsvermögen eines Mikroskops begrenzt durch die Abbildungsfehler der Linsen: Eine mangelhafte Linse liefert keine „scharfen“ Bilder, d. h. das Abbild des Objekts zeigt nicht scharfe, sondern verwaschene Umrisse. Einzelheiten, deren Ausdehnung nicht größer ist als die Uebergangsbreite an den Umrißlinien, lassen sich als solche nicht mehr erkennen; sie werden nicht mehr aufgelöst. Die Steigerung des Auflösungsvermögens, die durch Verbesserung der Linsen möglich ist, läßt sich nun aber nicht beliebig weit treiben; vielmehr setzt die Struktur der zur Abbildung benutzten Strahlen, nämlich ihre Wellenlänge, eine Grenze: Bei der Abbildung von Gegenständen, deren Abmessungen vergleichbar mit der Wellenlänge sind, treten Beugungserscheinungen hervor, die ebenfalls durch eine

Verwischung der Umrißlinien eine unvermeidliche Unschärfe des Bildes erzeugen. Das Lichtmikroskop hat diese Grenze schon vor langer Zeit praktisch erreicht.

Die erzielbare Vergrößerung hängt davon ab, wie klein sich die Brennweiten der Linsen im Vergleich zur Länge des Strahlenganges machen lassen. Im allgemeinen ist dieses Problem weniger schwierig als die Erreichung hoher Auflösungen. Ueberdies ist es bei gegebenem Auflösungsvermögen gar nicht zweckmäßig, über die sogenannte „förderliche“ Vergrößerung hinauszugehen. Denn, sobald das Bild so hoch vergrößert ist, daß das Auge die durch die Auflösung bedingte Unschärfe schon deutlich wahrnimmt, bräuchte eine höhere Vergrößerung nichts mehr ein, weil ja weitere, kleinere Einzelheiten dadurch nicht mehr erkennbar werden. (Zu einer kritischen Bestimmung des Auflösungsvermögens aus dem Bild kann eine solche übertriebene Vergrößerung allerdings zweckdienlich sein.) Andererseits erschwert eine geringere als die förderliche Vergrößerung bei der unmittelbaren Betrachtung das Erkennen wesentlicher Einzelheiten und die Auswahl des photographisch festzuhaltenden Gesichtsfeldausschnittes.

Die Möglichkeit der Mikroskopie mit Elektronenstrahlen war gegeben, als die bewußte praktische Anwendung elektrischer und magnetischer Felder als „Linsen“ für Elektronenstrahlen („Kathodenstrahlen“) zum Erfolg und zu der Erkenntnis geführt hatte, daß die geläufigen geometrischen Abbildungsgesetze der Lichtoptik auch für die „Elektronenoptik“ gültig sind.

Die ersten Elektronenmikroskope wurden 1932 bekannt. M. Knoll und E. Ruska beschrieben in einer ausführlichen Arbeit, die sich mit magnetischen und elektrischen Linsen befaßte, erstmals ein Elektronenmikroskop mit zweistufiger Abbildung durch magnetische Linsen und zeigten Abbildungen von Kathoden und durchstrahlten Netzen. E. Brüche und H. Johanson berichteten über ein Mikroskop zur Abbildung von Glühkathoden mit einer elektrostatischen Linse, also gewissermaßen eine „elektrostatische Lupe“; das besondere Kennzeichen der letzteren Linse war eine starke Verschiedenheit der Brechungszahlen bzw. der diesen gleichwertigen Elektronengeschwindigkeiten in Ding- und Bildraum (Immersionlinse). Ueber einige Eigenschaften der magnetischen Linse, die die Elektronengeschwindigkeit unverändert läßt, wurde in dieser Zeitschrift (1938, H. 34, S. 767) schon kurz berichtet.

I. Mikroskopie selbstleuchtender Objekte; Emissionsmikroskope.

Gegenstand der Untersuchung ist bei diesen Mikroskopen die Elektronenquelle selbst, d. h. die Emissionsfläche der Kathode. Die Möglichkeiten, Elektronen aus festen Körpern zu befreien, sind recht mannigfaltig (Glüh-, Photo-, Sekundär-, Feldemission; vgl. auch „Die Umschau“ 1938, H. 29, S. 659), und der Mechanismus des Elektronenaustritts ist von physikalischen wie technischen Gesichtspunkten interessant. Vorwiegend durch E. Brüche und Mitarbeiter des Forschungsinstituts der AEG wurde in den Jahren 1932 bis 1937 mit verschiedenen Formen des Emissionsmikroskops (elektrische, magnetische und kombinierte Abbildung), von denen besonders das von M. Knoll, F. G. Houtermanns und W. Schulze (1932) angegebene, heute meist verwendete magnetische



Bild 1. Mit dem Emissionsmikroskop aufgenommene Elektronenbilder einer Eisenoberfläche in verschiedenen Phasen einer Wärmebehandlung (E. Brüche u. W. Knecht, 1934)

Emissionsmikroskop genannt sei, die Struktur der Glühkathoden und deren Veränderungen während ihrer Lebensdauer in physikalisch-technologischer Richtung erforscht; ebenso wurden Photo- und Sekundäremissionsschichten untersucht. Auch andere, an sich wenig oder gar nicht emittierende Flächen lassen sich der elektronenoptischen Untersuchung dadurch zugänglich machen, daß man geeignete dünne Fremdschichten aufbringt, deren Emission sich als abhängig vom kristallinen Aufbau der Unterlage erweist.

Der Wert dieser Art der elektronenmikroskopischen Betrachtung liegt wesentlich darin, daß gegenüber dem lichtmikroskopischen Bilde andere, mit der Struktur der Materie eng verknüpfte, „elektronische“ Eigenschaften der Körperoberflächen in Erscheinung treten. Ein Musterbeispiel stellt Bild 1 dar, das eine (ungeätzte!) kristalline Eisenfläche etwa 60fach vergrößert in verschiedenen Stadien einer Wärmebehandlung zeigt. Es lassen sich in dieser Weise Gefügebilder bei Glühtemperaturen sichtbar machen, die eine unmittelbare lichtmikroskopische Betrachtung ausschließen, und sogar Kristallumbildungen während des Glühens beobachten und im Film festhalten (W. G. Burgers und J. J. A. Ploos v. Amstel, 1937).

In diesem Zusammenhang ist noch eine besondere Art des Emissionsmikroskops zu erwähnen, die sich die Feldemission an feinen Einkristallspitzen zunutze macht (Feldemissionsmikroskop von E. W. Müller, vgl. auch „Die Umschau“ 1938, H. 29, S. 659). Dieses Mikroskop arbeitet jedoch nicht mit Linsen; die Elektronenstrahlen gehen vielmehr unter der Wirkung eines starken elektrischen Feldes von der Spitze etwa kegelförmig zu einem elektronenempfindlichen Schirm, auf dem sich dann eine Art zentraler Projektion der Emissionsverteilung auf der Spitze zeigt.

Ogleich mit den erstgenannten Emissionsmikroskopen mit Linsenabbildung Vergrößerungen bis 1000 zu erreichen sind und auch gelegentlich angewendet wurden, ist man bei der Mehrzahl der Untersuchungen kaum über 100 hinausgegangen, nicht nur, weil derartige Vergrößerungen für die meisten Zwecke ausreichend waren, sondern weil die Auflösung, die mit bestenfalls $3 \mu^*$ noch wesentlich hinter der Grenzauflösung des Lichtes ($0,2 \mu$) zurückbleibt, höhere Vergrößerungen nicht mehr rechtfertigt. Lediglich das Feldemissionsmikroskop weist wesentlich stärkere Vergrößerungen (bis 200 000) und Auflösung (bis $6 \text{ m}\mu$)

*) $1 \mu = \frac{1}{1000} \text{ mm}$, $1 \text{ m}\mu = \frac{1}{1.000.000} \text{ mm}$.

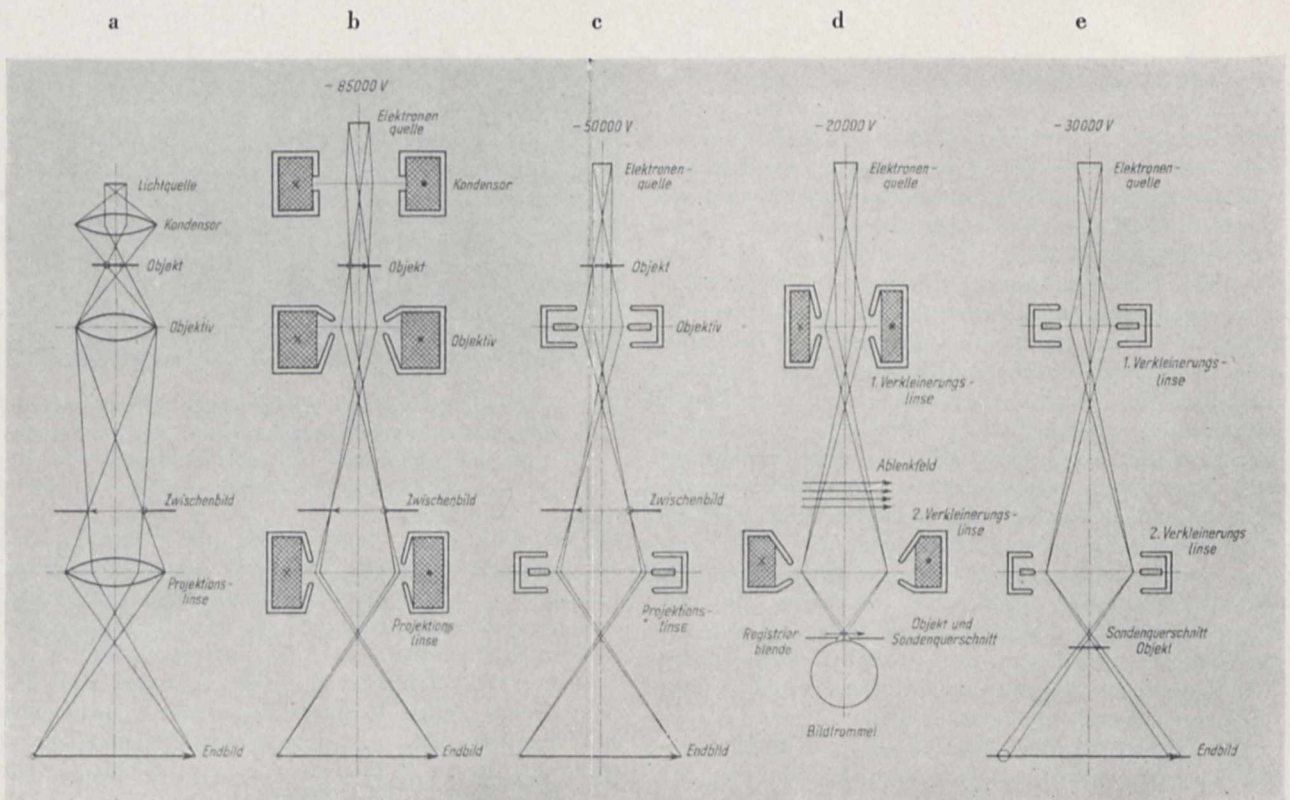


Bild 2. Durchstrahlungsmikroskope in schematischer Darstellung. (Das Vakuumgehäuse wurde bei allen Elektronenmikroskopen nicht gezeichnet.) Von links nach rechts: a) Lichtmikroskop für photographische Aufnahme; b) Durchstrahlungsmikroskop mit magnetischen Linsen (Uebermikroskop), (1934); c) Durchstrahlungsmikroskop mit elektrostatischen Linsen (1939); d) Elektronen-Rastermikroskop (1938); e) Elektronenschattenmikroskop (1939)

auf, ist aber in der Wahl seiner Objekte bisher auf Einkristallspitzen hochschmelzender Metalle beschränkt.

2. Mikroskopie nichtemittierender Objekte; Durchstrahlungsmikroskope.

Der besondere Anreiz, nach dem in der Lichtmikroskopie vorherrschenden Durchstrahlungsverfahren beliebige Objekte der Untersuchung zugänglich zu machen, liegt darin, daß die Elektronenstrahlung gegenüber dem Licht eine 10 000 bis 100 000 mal so kurze Wellenlänge besitzt und daher eine ebenso viel höhere Grenzauflösung verspricht. Hiermit eröffnet sich die Möglichkeit, über die Grenze hinaus, die der Mikroskopie mit Lichtstrahlen grundsätzlich durch deren Wellenlänge gesetzt ist, die Welt der kleinsten Teilchen dem Auge zu erschließen. Dieses umfassende Ziel wurde von B. v. Borries und E. Ruska erkannt und seine Verwirklichung seit 1937 bei der Siemens & Halske AG. in Gemeinschaft mit H. Ruska, Charité Berlin, H. O. Müller u. a., durch eine große Zahl von übermikroskopischen Untersuchungen auf den verschiedensten Arbeitsgebieten entgegen vielfach geäußerten Bedenken durchgesetzt.

In früheren Diskussionen wurde wiederholt auf eine Reihe von Schwierigkeiten hingewiesen, die sich der Entwicklung eines hochauflösenden Durchstrahlungsmikroskops von vornherein entgegenzustellen schienen. Zunächst muß das Objekt in das Vakuum gebracht werden, und zwar in so dünnen Schichten, daß die Elektronen hindurchzudringen vermögen ($0,1 \mu$ und darunter), und eine sehr intensive Durchstrahlung mit Elektronen aushalten, damit bei der erforderlichen hohen Vergrößerung ein ausreichend helles Bild entsteht. Beide Umstände ließen wesentliche Veränderungen, wenn nicht eine Zerstörung der Objekte erwarten.

Dann war es fraglich, ob durch Streuung und Geschwindigkeitsverluste eines großen Teils der Elektronen beim Durchdringen der Objektschicht der Strahl nicht so inhomogen wird, daß eine scharfe Abbildung durch Elektronenlinsen nicht mehr möglich ist. Schließlich wurde selbst nach den ersten Erfolgen E. Ruskas (1934) noch von namhaften Elektronenoptikern die Ansicht geäußert, es würde schwierig sein, Untersuchungsobjekte von geeigneter Feinheit zu finden³⁾, und es schein, als ob die weitere Verfolgung dieses Weges wenig Aussicht verspräche⁴⁾.

a) Das Uebermikroskop.

Diese Einwände konnten großenteils schon durch die ersten Arbeiten entkräftet werden, die unmittelbar im Anschluß an die Versuche mit dem ersten Elektronenmikroskop mit magnetischen Linsen — insbesondere von seinen Erbauern und B. v. Borries — durchgeführt wurden. Es zeigte sich, daß der Bildkontrast nicht so sehr durch Absorption von Elektronen in den Objektschichten größerer Masse und Dicke, sondern vielmehr durch seitliche Abstreufung der Elektronen aus dem einfallenden Strahl hervorgerufen wird. Es tritt daher keine übermäßige Erwärmung der dickeren Objektschichten ein, und die durch die dünneren Schichten praktisch ohne Geschwindigkeitsverlust hindurchdringenden Elektronen lassen sich zu einem scharfen Bilde sammeln. Ein bedeutender Schritt vorwärts gelang dann auf Grund dieser Arbeiten E. Ruska (1934): Er erzielte mit Hilfe magnetischer Linsen besonders kurzer Brennweite bis zu 14 000 fach vergrößerte Bilder, deren Auflösung schon die Grenz-

³⁾ Brüche u. Scherzer, Geometrische Elektronenoptik, Springer, Berlin 1934, S. 272/273.

⁴⁾ Brüche, Arch. f. El. 29, 1935, 106.

auflösung des Lichtes erreichte, wenn nicht überschritt. — Dieses Durchstrahlungsmikroskop weist im Prinzip bereits den gleichen Aufbau auf wie das heutige Siemens-Uebersmikroskop (Bild 2b). Außer den beiden Abbildungslinsen (Objektiv- und Projektionslinse) ist noch eine weitere, die Kondensorlinse, vorgesehen, die eine geeignete Konzentrierung des von der Elektronenquelle kommenden Strahlenbündels auf das Objekt ermöglicht. Zum Vergleich gibt Bild 2a die entsprechende Anordnung eines Lichtmikroskops für photographische Aufnahme; die Bilder 2c bis e zeigen die Schemata der weiteren bisher bekannt gewordenen Elektronenmikroskope, von denen weiter unten noch die Rede sein wird.

Die bei der Siemens & Halske AG. vorwärts getriebene Entwicklung brachte dann in drei Richtungen wesentliche, einander z. T. bedingende Fortschritte. Erstens konnten neben technischen Objekten, wie Stauben, Erden, Rauchen u. a. m., mit großem Erfolg auch medizinische und biologische Objekte der systematischen Untersuchung zugänglich gemacht werden, die durch in die Breite gehende Beobachtungsreihen auf den einschlägigen Gebieten bereits neue wertvolle Erkenntnisse brachte. Hierzu war in vielen Fällen auch eine Anpassung und Weiterentwicklung der Präpariertechnik notwendig, die in ihren ersten Anfängen in Deutschland von E. Driest und H. O. Müller, F. Krause und D. Beischer (1934—1937), im Ausland (Belgien) von L. Marton (1934—1938) bearbeitet war. Zweitens wurden durch Weiterentwicklung der Linsen, insbesondere mit dem Ziel kurzer Brennweiten, elektronenoptische Vergrößerungen bis zu 30 000 erreicht, und zwar bei Auflösungen bis zu 5 $m\mu$

herab; bei dieser hohen Auflösung rechtfertigt sich auch in manchen Fällen eine zusätzliche lichtoptische Nachvergrößerung der Elektronenbilder. Drittens führte die technische Durchbildung des Mikroskops und seiner Hilfseinrichtungen bereits im Frühjahr 1939 zu dem ersten käuflichen Gerät (Bild 3).

Als Anwendungsbeispiele solcher Geräte sei auf das Titelbild und die Bilder 4 und 5 (Seite 552) hingewiesen. Sie stellen einen Ausschnitt aus einer Schmetterlingsflügelschuppe dar, die wegen ihrer regelmäßigen Struktur gern dazu benutzt wird, das Auflösungsvermögen des Lichtmikroskops zu prüfen. Das Lichtbild deutet günstigenfalls gerade noch das Vorhandensein der Querstruktur zwischen den dickeren Längsriefen an, während das übermikroskopische Bild noch sehr feine Einzelheiten innerhalb der Lücken zwischen den Querleisten erkennen läßt. Bild 4

zeigt aus einer längeren Aufnahmereihe, die erstmalig der Verfolgung eines ganzen Reaktionsablaufes galt, die Adsorption von Goldteilchen an die Moleküle⁵⁾ des Tabakmosaikvirus. Bild 5 gibt einen Anhaltspunkt für die Beurteilung der Auflösung (5 $m\mu$). Im Hinblick auf die verwachsenen Konturen der kleinsten, noch als getrennt erkennbaren Teilchen ist es verständlich, daß derartige Angaben verschiedener Autoren auch bei Bildern gleich hoher Auflösung stärkere Schwankungen zeigen. Ein anderes mit dem Uebersmikroskop erzielt Anwendungsergebnis, die Beobachtung von Bakteriophagen und ihrer Einwirkung auf Bakterien, wurde kürzlich in dieser Zeitschrift (H. 19 vom 12. Mai 1940, S. 296) eingehend besprochen.

Nachdem zahlreiche, mit dem Uebersmikroskop durchgeführte mikroskopische Untersuchungen auf den verschiedensten Arbeitsgebieten aus dem Laboratorium für Elektronenoptik der Siemens & Halske AG. in

Zusammenarbeit mit verschiedenen anderen Stellen bekannt geworden waren, wuchs das Interesse an der Durchstrahlungsmikroskopie außerordentlich rasch, und es fehlt heute nicht an Arbeiten, die über Ergebnisse mit Hilfe ähnlicher Geräte und Bilderzeugungsverfahren berichten.

Ein weiterer Nachweis der Leistungsfähigkeit und der Entwicklungsaussichten des magnetischen

Durchstrahlungsmikroskops wurde 1940 durch M. v. Ardenne erbracht, der mit einem sehr sorgfältig ausgeführten Laboratoriumsgerät, dessen grundsätzlicher Aufbau dem des Siemens-Gerätes entspricht, eine Reihe vorzüglicher Aufnahmen machen konnte. Der besondere Aufwand, der bei einem Anwendungsgerät dem Wunsche nach Ein-

fachheit der Bedienung allerdings zuwiderläuft, dürfte eine weitere Erhöhung des Auflösungsvermögens ermöglicht haben (es werden 4 und 3 $m\mu$ angegeben). Besonders bemerkenswert ist die erstmalige Herstellung stereoskopischer Bilder durch zwei Aufnahmen des gleichen Objekts unter etwas verschiedenen Durchstrahlungswinkeln⁶⁾.

Durch die photogrammetrische Auswertung einiger mit dem Siemens-Uebersmikroskop aufgenommener

⁵⁾ Die erste Aufnahme von Teilchen, die ihrer Struktur und ihrem Verhalten nach als Moleküle anzusprechen sind, wurde schon 1938 gemacht und veröffentlicht (ausführliche Arbeiten hierüber siehe G. A. Kausche, E. Pfankuch u. H. Ruska, Natw. 27, H. 18 [Mai 1939] S. 297). Die Größe der Teilchen ist nicht das entscheidende Kriterium für den Begriff „Molekül“.

⁶⁾ Erster Vorschlag von E. Ruska, DRP. 659 092 vom 12. 12. 1934.

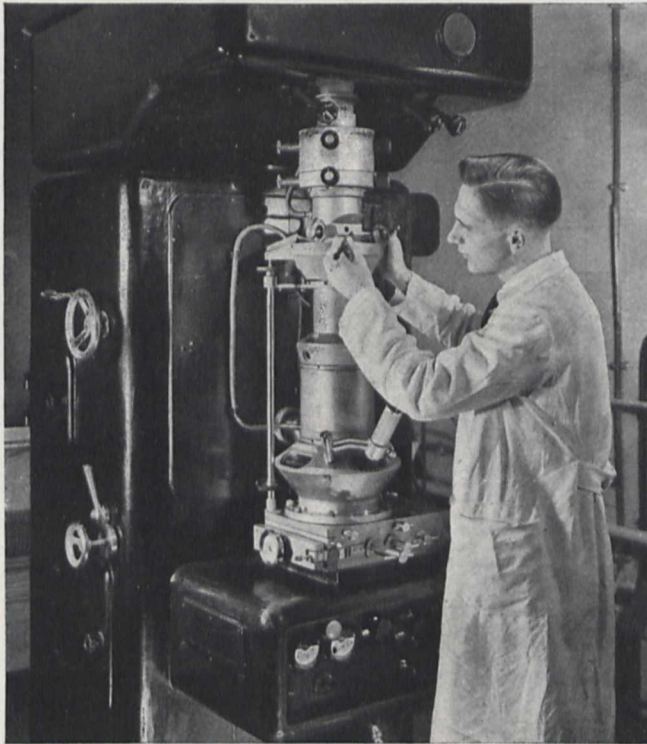


Bild 3. Ansicht des Siemens-Uebersmikroskops

Werkfoto

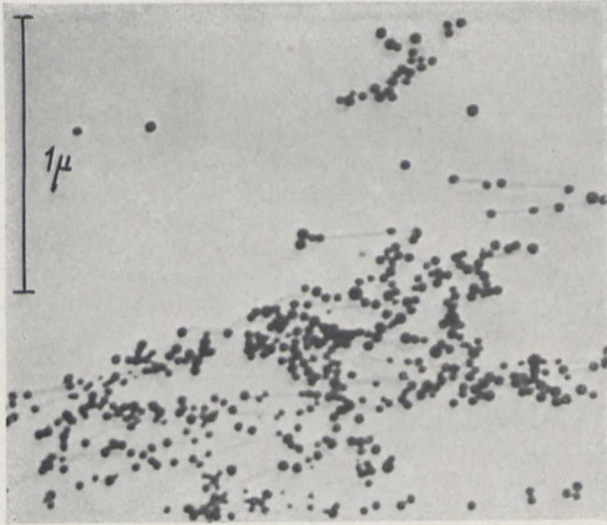


Bild 4. Anlagerung von kolloidem Gold an die stäbchenförmigen Moleküle des Tabakmosaikvirus im Übermikroskop in 30 000 facher elektronenoptischer Vergrößerung aufgenommen (G. A. Kausche, E. Pfankuch, H. Ruska, 1939)

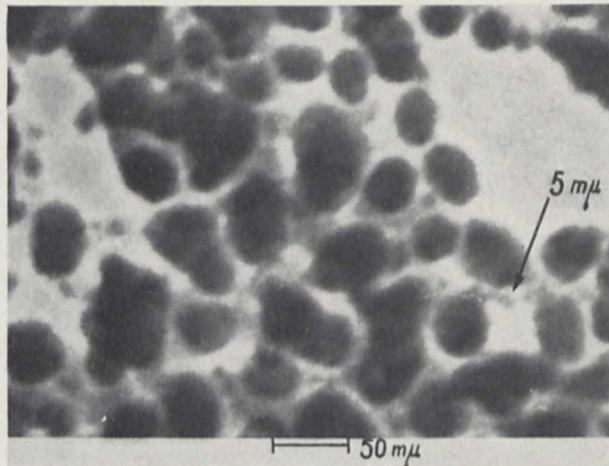


Bild 5. Auf 200 000 nachvergrößerter Ausschnitt aus einer elektronenoptisch 31 000 fach vergrößerten Aufnahme von Kalziumhydroxyd im Übermikroskop; stellenweise sind Teilchen von 5—10 $m\mu$ Größe erkennbar (O. E. Radzewski, H. O. Müller, W. Eitel, 1939)

Stereobilder konnte bereits eine Methode angebahnt werden, um neue, wertvolle Einblicke in die Dicken- bzw. Tiefenstruktur kleinster Objekte zu gewinnen.

b) Elektrostatisches Durchstrahlungsmikroskop.

Das von H. Mahl, AEG. (1939), erstmals beschriebene elektrostatische Durchstrahlungsmikroskop hoher Auflösung ist, wie das Schema in Bild 2c erkennen läßt, dem Übermikroskop nahe verwandt. Der wesentliche Unterschied liegt in der Verwendung elektrostatischer statt magnetischer Linsen. Im Gegensatz zu den bisher genannten Linsen (elektrostatische Immersionslinse, magnetische Linse), sind hier die Elektronen vor und hinter der Linse gleich schnell, werden innerhalb der Linse vorübergehend verlangsamt und dabei zur Achse hingelenkt.

Die Durchbildung der elektrostatischen Linsen hat bisher — trotz etwas größerer Länge des Strahlenganges als beim Übermikroskop — erst zu einer 5000fachen (rein elektronenoptischen) Vergrößerung geführt, bei einer Auflösung, die mit 10 $m\mu$ angegeben wird. Dies hängt damit zusammen, daß zur Erreichung kurzer Brennweiten entsprechend kleine Elektrodenabstände gewählt werden müssen und damit die Beherrschung der starken, zwischen den Elektroden sich ausbildenden elektrischen Felder immer schwieriger wird. So wurde bisher auch nur eine Strahlenspannung von 50 kV gegenüber bis zu 100 kV beim Übermikroskop verwendet. Die Anwendung höherer Spannungen ist aber, abgesehen von der kürzeren Wellenlänge der Elektronen, hinsichtlich der Wirkungsweise des Bestrahlungsapparates und der Belastung des Objektes günstig, da schnellere Elektronen ein konzentrierteres Strahlenbündel ergeben und im Objekt weniger absorbiert werden. Ueber weitere Einzelheiten und einige Bilder vgl. den kürzlich erschienenen Aufsatz in der „Umschau“ (1940, H. 22, S. 345).

c) Rastermikroskop.

Der Grundgedanke des v. Ardenneschen Rastermikroskops (1938) (vgl. Bild 2d) ist der, daß eine äußerst feine Elektronensonde, die sich durch verkleinerte Abbildung der Elektronenquelle in zwei Stufen mittels der üblichen magnetischen Polschuhlinien ergibt, mit ihrer Spitze zeilenweise über das Objekt bewegt wird. Die einzelnen „Punkte“ des Objektes lassen je

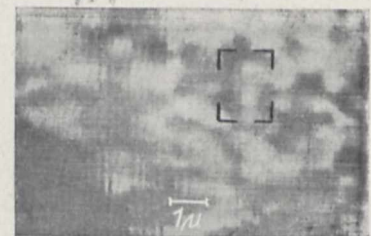


Bild 6. Aufnahme von Colibakterien mit dem Rastermikroskop in 5000facher Vergrößerung. Das Bild erscheint hier als Negativ (M. v. Ardenne, 1938)

nach ihrer Struktur und Dichte mehr oder weniger Elektronen unbeeinflusst hindurch, die auf einer darunter befindlichen Trommel entsprechende Schwärzungen erzeugen. Die Vergrößerung wird dadurch erzielt, daß Sonde und Trommel synchron, jedoch mit sehr verschiedenen Geschwindigkeiten bewegt werden, so daß das Objektraster im Verhältnis dieser Geschwindigkeiten auseinandergezogen auf der Trommel aufgezeichnet wird. Die Auflösung entspricht etwa der Größe des Sondenquerschnittes und erreicht Werte von 70 bis 40 $m\mu$.

Abgesehen von einigen Schwierigkeiten des Aufnahmeverfahrens (Scharfstellung der Sonde, Konstanthaltung der Betriebsbedingungen während der langen, bis 20 Minuten betragenden Belichtungszeiten) wirken recht nachteilig die durch die Rasterung bedingte Zeilenstruktur der Bilder (vgl. Bild 6) und die Unmöglichkeit, vor der Aufnahme das Gesichtsfeld unmittelbar zu übersehen und den interessierenden Bereich herauszusuchen. Mit diesen Nachteilen sollte der Vorteil erkaufte werden, daß die Abbildung nicht wesentlich durch Streuung und Geschwindigkeitsverluste der Elektronen beim Durchdringen dicker Objektschichten beeinflusst wird; weiter wurde als Vorteil angegeben, daß Objekte in Luft untersucht und daß Oberflächen mit hohem Auflösungsvermögen betrachtet werden

können. Ueber eine Verwirklichung aller dieser Vorzüge ist jedoch bis jetzt nichts bekannt geworden. M. v. Ardenne hat sich neuerdings dem oben erwähnten, dem Uebermikroskop ähnlichen Gerät zugewandt.

d) Schattenmikroskop.

Ebenfalls mit einer Elektronensonde arbeitet das Schattenmikroskop von H. Boersch (1939) (vgl. Bild 2e). Die verkleinerte Abbildung der Elektronenquelle erfolgt hier durch 2 elektrostatische Linsen, wie sie beim elektrostatischen Mikroskop verwendet werden. Das vom Sondenquerschnitt kegelförmig ausgehende Strahlenbündel durchdringt das Objekt und entwirft auf dem Schirm ein Schattenbild, dessen Struktur den Streuungs- und Absorptionsverhältnissen in der durchstrahlten Objektschicht entspricht. Die Vergrößerung ergibt sich als das Verhältnis der beiden Abstände Sonde-Schirm und Sonde-Objekt. Die Auflösung ist durch die Größe des Sondenquerschnittes — wie beim Rastermikroskop — und durch Beugungserscheinungen bedingt und ergab sich zu $50 \text{ m}\mu$ bei 1400facher elektronenoptischer Vergrößerung. Die erhaltenen Aufnahmen, von denen Bild 7 ein Beispiel zeigt, sind dem Bildeindruck nach recht gut.

Ob das Schattenmikroskop die Leistung der mit Linsen abbildenden Mikroskope hinsichtlich Auflösung und Vergrößerung erreichen kann, hängt davon ab, wie klein eine Sonde sich mittels der Verkleinerungslinsen genügend fehlerfrei herstellen läßt, und wie dicht das Objekt an den Sondenquerschnitt herangebracht werden kann. Eine Eigenart der Schattenbilderzeugung ist nämlich das Auftreten einer Verzerrung des Bildes, die dadurch zustande kommt, daß infolge des Oeffnungsfehlers der Verkleinerungslinse die Sonde in der Achsenrichtung etwas „verschmiert“ wird und daher für die verschiedenen Zonen des Objektes verschiedene Vergrößerungen sich ergeben.

Für alle Durchstrahlungsmikroskope ist heute das vornehmlichste Ziel der Weiterentwicklung die Erhöhung des Auflösungsvermögens und die Vereinfachung der Bedienung. Wie eingangs schon angedeutet, begrenzen zunächst die Abbildungsfehler der Linsen die erreichbare Auflösung. Freilich lassen sich

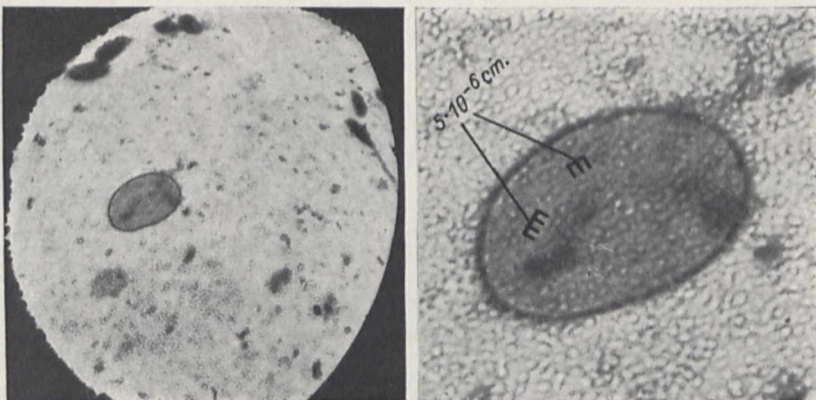


Bild 7. Heuaufguß, etwa 1400fach vergrößert im Schattenmikroskop aufgenommen (links) und auf 23 000 fach nachvergrößert (H. Boersch, 1939)

Druckstöcke von Bild 6 und 7:
J. A. Barth, Leipzig

diese, wie in der Lichtbildtechnik bekannt, durch Abblendung herabdrücken, d. h. durch Beschränkung des Strahlendurchtritts auf die mittlere Linsenzone; aber auch hier ist wieder eine Grenze gesetzt durch das Auftreten von Beugungserscheinungen. So darf man den Strahlenkegel im Elektronenmikroskop zur Zeit nicht schlanker als etwa $1:1000$ machen. Gerade um diesen Faktor 1000 ist die Elektronenmikroskopie aber von der Grenzauflösung der Elektronenstrahlung noch entfernt. Es scheint sich damit für das Elektronenmikroskop ein ähnlicher Entwicklungsweg vorzuzeichnen, wie seinerzeit für das Lichtmikroskop: Verbesserung der Linsen, um einerseits die Bildschärfe unmittelbar zu erhöhen und andererseits größere Strahlöffnungswinkel zur Verminderung der Beugungsunschärfe zulassen zu können.

War schon die Entwicklung des Lichtmikroskops bis zu seiner letzten Vollendung das Ergebnis vorwiegend deutscher Arbeit und Forschung, so gilt dies ebenso für die bisherige Entwicklung der Mikroskopie mit Elektronenstrahlen, die — von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen — ausschließlich durch die Leistungen deutscher Physiker und Naturwissenschaftler aus dem Stadium einer interessanten physikalischen Spekulation bereits zu einem bewährten Forschungsmittel gefördert worden ist.

Die neue Methode hat noch längst nicht die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit erreicht. Wir dürfen von ihr noch manche wertvolle Bereicherung unserer Naturerkenntnis erwarten.

Byzantinische Relikte im Zentralsudan

Von C. ARRIENS

Ueber ein Jahrhundert, von 264 bis 146 v. Chr., kämpfte Rom, die größte Landmacht jener Zeit, mit der seebeherrschenden Handelsmacht Karthago um den Besitz von Nordafrika. Nach dem Sturz Karthagos wurde dieses Land zur Kornkammer Roms. Baureste von gewaltigen Staudämmen, Aquädukten, Heizanlagen und herrlichen Mosaikfußböden von Villen und im modernen Sinn hygienisch gebauten Städten zeugen

von einer nahezu 600jährigen Blütezeit der Kolonie. Diese Blüte hielt an, als Geiserichs Vandalenscharen in der ersten Hälfte des 5. Jahrhunderts das Land in Besitz nahmen. Nach Germanenbrauch teilte Geiserich das Land in drei Lose. Das erste erhielt der König, das zweite die freien Krieger des Volkes, das dritte verblieb der eingessenen Bevölkerung als Eigentum. Es dauerte hundert Jahre, bis der oströmische Feld-

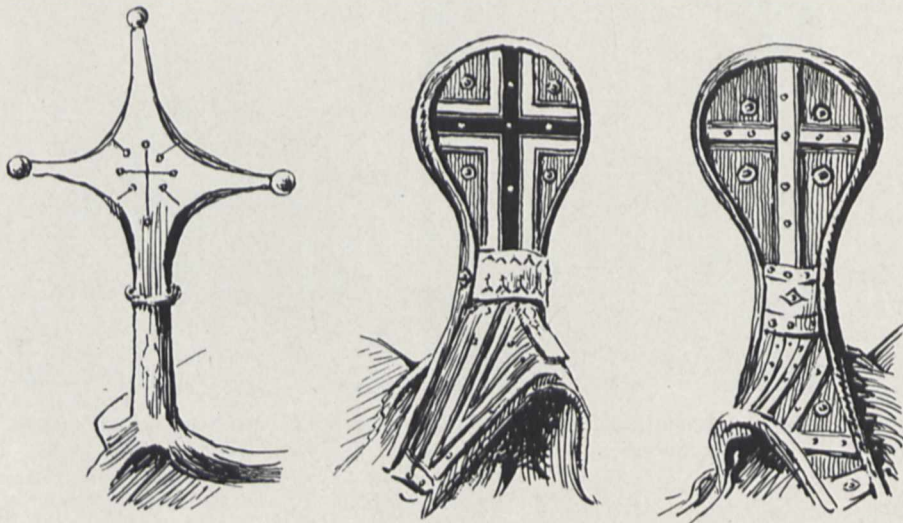


Bild 1 (links). Kamelsattelknauf der Tuareg in Kreuzform; in der Mitte und rechts Vorderteile von Pferdesätteln im Zentralsudan

herr Belisar die vom Wohlleben und für sie ungeeigneten Klima erschlaferten Vandalen überwand und die noch übrigen Krieger nach Byzanz schickte, wo man sie in die Söldnertruppen einreichte. Unter den Byzantinern, die auch beachtliche Baureste in Nordafrika hinterlassen haben, bestand die römische Kolonisation noch anderthalb Jahrhunderte fort. Diese Periode ist durch religiösen Fanatismus und Bekehrungseifer gekennzeichnet. Der arabische Chronist Ibn Chaldun, der weite Gebiete Afrikas bereiste, berichtet, daß bis Ende des 11. Jahrhunderts alle südöstlichen Stämme der Sahara (wie heute noch die Abessinier) dem Christentum angehangen hätten. Daß sich Handelsbeziehungen und christliche Beeinflussung noch weiter südlich bis auf die Negerreiche des Sudan erstreckt hat, ist mehr als wahrscheinlich. Der Mangel des von den Arabern erst in den Saharaländern heimisch gemachten Kamels war bei der Ueberquerung der Sahara kein Hindernis, das beweist schon der alte Bericht von fünf jungen Nasamoniern, die von der großen Syrte bis in ein von Negern bewohntes Land wanderten, dessen weitere Schilderung auf die nahe Umgebung des Tschadsees paßt.

Die Spuren der vorislamischen Einwirkung aus der Zeit, wo Byzanz Mittelpunkt der Welt war, kann der aufmerksame Beobachter noch heute im Zentralsudan erkennen. Im höfischen Zeremoniell, in Großformen, in legendenhaften Ueberlieferungen, die sich an den Namen Issa (Jesus) knüpfen, in Anklängen der Tracht und deren ornamentaler Verzierung, in der Amulettbedeu-



Bild 2 (oben). Damenring am Armreliquiar des Heiligen Georg; (unten) Damenring im Zentralsudan

tung des Kreuzes, selbst bei den Tuareg, sonst Fanatikern des Islam, in der Form der Schwerter mit Kreuzgriff und ähnlichem sind altbyzantinische Kultureinflüsse zweifellos. Drei Sattelvorderteile mit dem der Form nach offensichtlich christlichen Kreuz bestätigen das (Bild 1). Klingt doch sogar das Nupe-Wort Starra für Kreuz an das griechische Stauros an. Die buntfarbige Verzierung bei den Originalstücken der beiden Pferdesättel ahmt zudem — ähnlich wie bei den mit kleinen verschiedenfarbigen Flecken ausgestickten Linienmustern auf Bornukleidern —

den Eindruck von Emailsckmuckstücken byzantinischer Handwerkskunst nach. Solche Schmuckwaren wie Brustgehänge mit Kleidringfibeln aus Silberfiligran oder unedlem Metall mit verschiedenfarbiger Emailleinlage

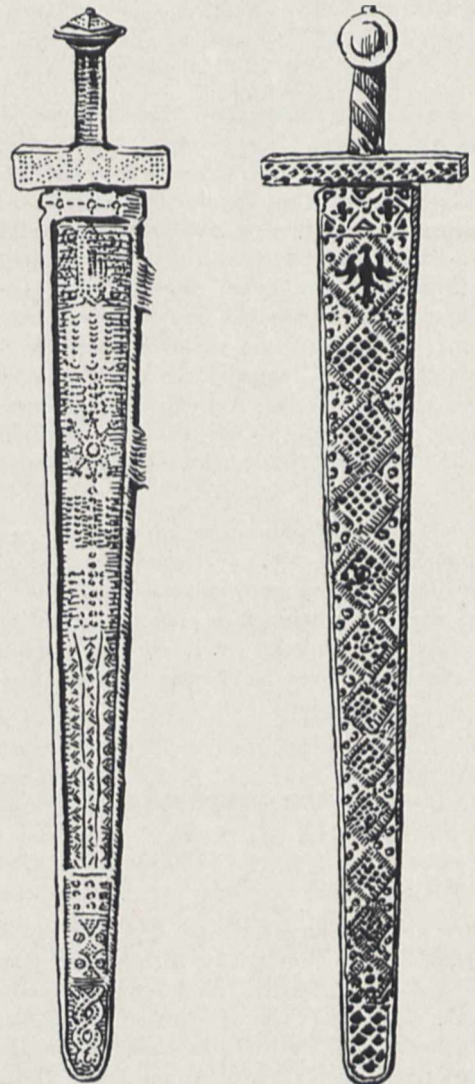


Bild 3 (links). Würdenträgerschwert im Zentralsudan; (rechts) Zeremonialschwert Kaiser Heinrich VI. von 1190

von undurchsichtigem Glas werden zur Zeit noch in Tunis und Tripolis nach uralten Mustern für die Frauen der Saharastämme hergestellt. Die Form des in Bornu getragenen buntbestickten Kittels (Bornutobe) ist mit der byzantinischen Dalmatika identisch.

Das Würdenträgerschwert aus Nupe (Bild 3) gleicht zu auffällig dem 1160 in Palermo für Kaiser Heinrich VI. angefertigten Zeremonialschwert der deutschen Reichsinsignien, um nicht auf gleiches Urbild zurückzugehen. Die zu diesem Kaiserschwert gehörigen Krönungskleider sind nämlich auch Dalmatiken nach byzantinischer Art.

Die im Sudan für vornehm geltende Mode am rechten Daumen getragener klobiger Schmuckringe wird als ehemalige Nachahmung fremder Sitte verständlich, wenn man den Ring am Daumen des Armreliquiars des H. Georg im Welfenschatz von 1381 damit vergleicht (Bild 2). Warum trägt der Heilige den Ring am Daumen? Es ist der Spannring des Ritters, mit dem er die Bogensehne seines, wie der Ring verrät, „asiatischen“ Bogens anzieht. Der bei den an Byzanz grenzenden Völkern und ganz sicher in Byzanz in Gebrauch gewesene asiatische ist von allen Bogen der wirksamste, er hatte nach dem Armreliquiar also im Mittelalter auch Eingang in Deutschland gefunden.

Die Spannweise bei sudanesischen Bogen ist aber anders, jedenfalls nicht durch einen Daumenring.

Das wohl am meisten ins Auge springende Relikt ist der Wattepanzer (Bild 4). Die berittene Leibgarde der byzantinischen Kaiser trug solche Panzer. Sogar das (wohl ursprünglich skythische) Kopfschild des Pferdes und die dem Pferd um den Hals gehängte Glocke hat sich bei den Leibgardisten innerafrikanischer Emire bis heute erhalten. Die Entstehung einer solchen Kampfausrüstung konnte ich miterleben; sie gewährt manchen Einblick in innerafrikanischen Handwerksbetrieb. Der Sultan von Nupe wollte für seinen Hofprunk einige Stücke neu haben. Dem damit betrauten Meister, der an Markttagen schon einen Vorrat starkfädiger ungefärbter Baumwolltücher zusammengekauft hatte, wurden Körbe auf Körbe frisch geernteter Baumwolle zugetragen. Unter Anleitung einer Alten entkernte eine Schar junger Mädchen mit kurzen zylindrischen Eisenstäbchen die hinterher mit einer Bogensehne aufgelockerte Baumwolle. Unter einem Schattendach nähte nun der Meister mit einigen Gehilfen die Tücher, kleinere und größere, aneinander. Bei meinem nächsten Besuch hatten sie für Mann und Roß etwa ein Dutzend kompakter Steppdecken fertiggestellt, anzusehen wie dünne Matrasen, die sie nun-



Bild 4. Wattepanzerreiter in Nupe

Alle Zeichnungen Arriens

mehr nach einem in ihrem Kopf befindlichen Muster diagonal und krumm mit langen, scharfen Messern zuschnitten. Nach flüchtiger Anprobe der zusammengesetzten Einzelteile an einem Pferd und einem der Arbeiter erfolgten noch einige Korrekturen. Dann wurde alles zusammengerollt und zum Sattler getragen, der sämtliche Kanten mit rotgefärbtem Leder einfaßte. Zudem wurde eine Menge Lederschnüre geflochten und Knöpfe und Schlingen, alles aus Leder, zum Hochschürzen der bis auf die Pferdefüße herabreichenden Decken beim Galoppieren angebracht.

Als letzter trat der Gelbschmied in Tätigkeit. Er hämmerte aus Messinggußstücken den Kopfschild des Pferdes und die Beschläge und Zierate der gleichfalls gesteppten Helmkappe aus. Straußfederbüsche vollendeten die Helmzier. Solche Reitergestalten erfüllten ihre Aufgabe als die „Tanks“ einer entlegenen Zeit. Im Schutze der für Pfeile undurchdringlichen Panzerdecken gingen die sich hinter den Reitern duckenden Bogenschützen vor.

Der Messung von Lufttemperaturen kommt u. a. für Wein- und Gartenbau eine hohe Bedeutung zu. Solche Messungen werden jedoch gemeinhin von Laien in einer Weise ausgeführt, daß ihnen ein praktischer Wert nicht zukommt. Wir haben deswegen Herrn Dr. Weger gebeten, zunächst über die Methodik der Lufttemperaturmessungen einiges zu sagen, ehe er sich mit der praktischen Anwendung beschäftigt.

Die Schriftleitung.

Lufttemperaturmessungen

Von Dr. N. WEGER.

Agrarmeteorologische Forschungsstelle des Reichsamts für Wetterdienst, Geisenheim am Rhein

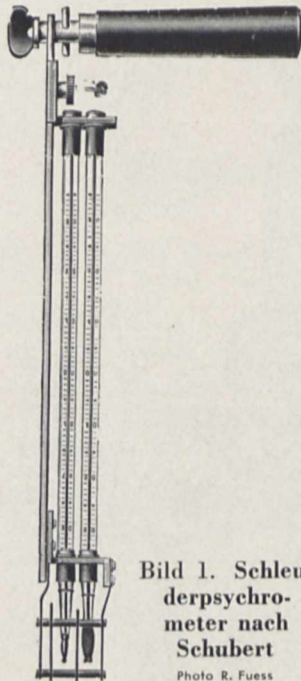


Bild 1. Schlen-derpsychrometer nach Schubert
Photo R. Fuess

Die Temperatur, die irgendetwas, an einem beliebigen Ort befindlicher lebloser Gegenstand annimmt, kommt unter dem Zusammenwirken mehrerer Faktoren zustande. Diese sind: Leitungswärme, Strahlungswärme, Luftbewegung und Luftfeuchtigkeit. Bei der Messung der Lufttemperatur mit dem Thermometer steht dieses ebenfalls unter dem Einfluß der genannten Faktoren, deren Summenwirkung das Zustandekommen des abgelesenen Temperaturwertes bedingt. Da nun zur Erzielung eindeutiger, vergleichbarer Werte für die Charakterisierung des Wärmezustandes der Luft das Thermometer lediglich unter der Einwirkung der Leitungswärme stehen soll („wahre“ Lufttemperatur), müssen zur Erfüllung dieser Forderung bei der Thermometeraufstellung gewisse Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden. Für die Anstellung der hierzu notwendigen Ueberlegungen ist es erforderlich, die physikalischen Vorstellungen über die Natur der erwähnten äußeren Faktoren kurz in Erinnerung zu bringen.

Nach der kinetischen Gastheorie befinden sich die Moleküle eines Gases in einer fortwährenden ungeordneten Bewegung, wobei die Geschwindigkeit der Moleküle nur von der Temperatur abhängt. Bringt man nun ein Thermometer in allseitige, innige Berührung mit dem Gas, so wird es der Einwirkung der unzähligen, fortgesetzten Stöße der einzelnen Gasmoleküle ausgesetzt und gerät in einen veränderten Zustand, — es nimmt die Temperatur des Gases an. In diesem Falle geht der Ausgleich der Energien durch Wärmeleitung, bei Berührung, vor sich und bedarf hierzu eines materiellen Mediums, eines Lei-

ters; beim Ausgleich durch Wärmeleitung ist dies dagegen nicht erforderlich, — ja, sogar hinderlich. Strahlungswärme wird von jedem Körper in einer von dessen Temperatur bestimmten Stärke und spektralen Zusammensetzung ausgesandt und pflanzt sich in Form von elektromagnetischen Wellen durch den Weltenraum fort. Trifft nun dieser Energiestrom einen Gegenstand, der eine andere Temperatur besitzt, so findet zwischen beiden Körpern ein gegenseitiger Energieaustausch statt, wobei der kältere sich auf Kosten des wärmeren erwärmt, bis Temperaturgleichheit eingetreten ist.

Da nun die Absorption der Strahlung und hiermit die Erwärmung bei den verschiedenen Stoffen sehr ungleich ist (eine metallisch spiegelnde Fläche reflektiert die Strahlung fast vollkommen und bleibt kalt, Luft wird kaum erwärmt, ein schwarzer Gegenstand absorbiert die Strahlung nahezu vollständig), ist es klar, daß unter der Einwirkung der Strahlung ein

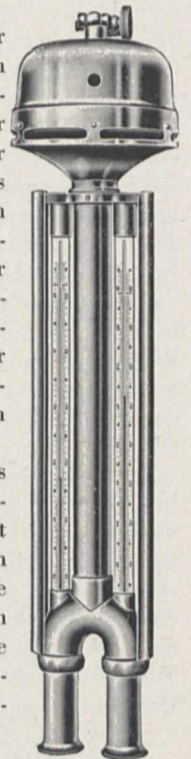


Bild 2. Aspirationspsychrometer nach Abmann
Photo R. Fuess

Thermometer eine höhere Temperatur annehmen wird, als die schwächer absorbierende Luft. Es ist deshalb bei der Messung der Lufttemperatur notwendig, den Einfluß der Strahlungswärme weitgehend auszuschalten, damit die vom Thermometer angezeigte Temperatur auch wirklich nur durch den Wärmeaustausch auf dem Wege der Wärmeleitung zustande kommt.

Die wichtigste Regel, die bei Thermometeraufstellungen zu beachten ist, lautet daher: das Thermometer darf nie von der Sonne getroffen werden! Man darf aber auch nicht die Einwirkung anderer Strahlungsquellen übersehen, wie

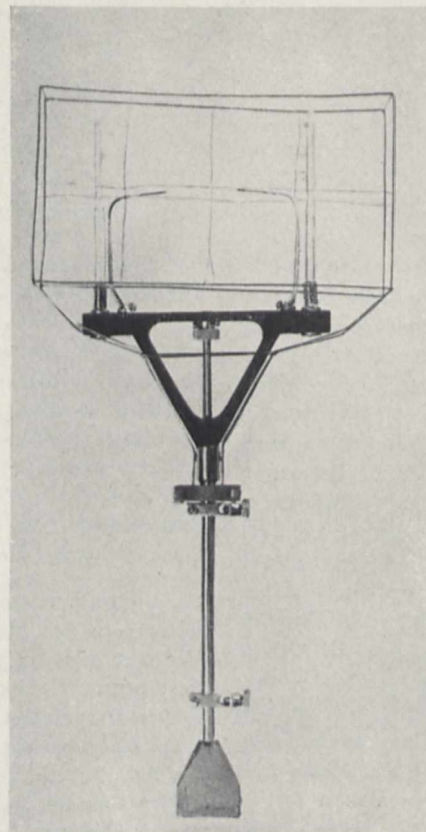


Bild 3. Strahlungsunempfindliches Platin-Widerstandsthermometer des Reichsamts für Wetterdienst nach Albrecht
Photo: Reichsamt für Wetterdienst

z. B. von Hausmauern, die sich im Laufe des Tages stark erhitzen und in den Abendstunden die aufgespeicherte Wärme wieder ausstrahlen können; andererseits bewirkt die Nähe von kalten Gegenständen eine Fälschung der Beobachtungsergebnisse im entgegengesetzten Sinne. Die sogenannten „Temperaturen in der Sonne“, denen man leider noch allzuoft begegnet, sind vollkommen wertlos, weil sie weder die wahre Lufttemperatur anzeigen, noch ein bestimmtes Maß für die Strahlungsintensität darstellen.

Der oben geschilderte Austausch von Strahlungswärme zwischen verschiedenen temperierten Körpern kann auch ohne das Vorhandensein kälterer Gegenstände in der näheren Umgebung eine Unterkühlung des Thermometers unter die Lufttemperatur zur Folge haben. Diese tritt ein, wenn die Ausstrahlung infolge fehlender Sonnen- und Gegenstrahlung der Atmosphäre, d. h. nachts, bei unbewölktem Himmel und reiner, trockener Luft, die Einstrahlung überwiegt und die Strahlungsbilanz also negativ wird. Es strahlen dann die Erdoberfläche sowie alle Gegenstände, die gegen den Himmel nicht abgeschirmt sind, infolge ihrer im Vergleich zum Weltraum höheren Temperatur mehr Wärme aus als sie empfangen, und nur die mehr oder weniger Wasserdampf enthaltende Erdatmosphäre verhindert eine noch stärkere Abkühlung der Erde. Berechnungen ergeben, daß beim Fehlen dieser „Glashauswirkung“ die durchschnittliche Erdtemperatur an Stelle des tatsächlichen Wertes von $+14^{\circ}$ nur -27° betragen würde! So erklärt sich auch z. B. die Beobachtungstatsache, daß trotz positiver Lufttemperatur Pflanzen sich unter Null abkühlen, sich mit Reif bedecken und erfrieren können. Infolgedessen kann auch ein frei aufgestelltes Thermometer sich durch Ausstrahlung unterkühlen und eine zu niedrige Lufttemperatur vortäuschen.

Zur Vermeidung von Fälschungen durch Strahlungseinflüsse muß also das Thermometer mit einem Strahlungsschutz versehen sein. Dies geschieht bei ortsfesten Aufstellungen am besten in der Weise, daß das Thermometer in einer kleinen Holzhütte untergebracht wird, wobei seine Höhe 2 m über dem Erdboden betragen soll; diese Maßnahme ist erforderlich, weil die Lufttemperatur in Bodennähe je nach der Geländebeschaffenheit mehr oder weniger starken Schwankungen unterworfen ist und nicht den für einen größeren Umkreis gültigen großklimatischen Verhältnissen entspricht. Die weiß gestrichene Hütte gewährleistet dank ihrer Bauart (jalousieartig ausgebildete Wände) eine ständige natürliche Lüfterneuerung, wodurch eine Ueberhitzung der eingeschlossenen Luft vermieden wird. Auch wird durch die geschützte Thermometeraufstellung eine weitere Fehlerquelle ausgeschaltet, nämlich der Einfluß des Regens, da eine feuchte Thermometerkugel unter Umständen infolge der Verdunstungskälte zu niedrige Werte verursachen kann. Die vielfach übliche, freie Fensteraufstellung von Thermometern an der Nordseite von Gebäuden ist unbedingt zu verwerfen; auch von der Benutzung von Blechgehäusen ist wegen der mangelhaften Ventilation abzuraten.

Für Lufttemperaturmessungen im Gelände mit beweglichen Thermometern sind besondere Konstruk-

tionen ausgearbeitet worden. Es ist da zunächst das Schleuderthermometer zu nennen (Bild 1), das mit Hilfe einer geeigneten Vorrichtung in rasche Rotation versetzt werden kann; hierdurch wird die Luftbewegung verstärkt und das Quecksilber nimmt schneller die Temperatur der umgebenden Luft an. Außerdem besitzt das Schleuderthermometer einen Strahlungsschutz in Gestalt eines hochglanzvernickelten Metallschildes; bei der Messung muß das Gerät so gehalten werden, daß die Sonnenstrahlen nur den Schutzschild treffen. Noch besser ist das Aspirationspsychrometer nach Aßmann (Bild 2), bei dem das Quecksilbergefäß von einem doppelwandigen, vernickelten Rohr umgeben ist; ein angebauter Ventilator erzeugt einen gleichmäßigen Luftstrom und schafft also stets die gleichen Ventilationsbedingungen. Ein zweites miteingebautes „feuchtes“ Thermometer ermöglicht (ebenso wie bei dem Schleuderpsychrometer) eine gleichzeitige Bestimmung der relativen und absoluten Luftfeuchtigkeit.

Wie aus obengesagtem hervorgeht, bringt die Einhaltung der notwendigen Vorsichtsmaßnahmen es mit sich, daß eine Messung der Lufttemperatur mit Hilfe der beschriebenen Geräteanordnungen verhältnismäßig viel Platz beansprucht und daß infolge der thermischen Trägheit schnelle Temperaturschwankungen der Beobachtung entgehen. Da es andererseits für viele theoretische und praktische Fragen sehr wichtig ist, über Temperaturverhältnisse auf kleinem und kleinstem Raum, sowie über den Verlauf kurzzeitiger Änderungen Klarheit zu verschaffen, war man bestrebt, ein hierfür geeignetes Gerät zu bauen, was im Laufe der letzten Jahre gelungen ist. Das Platinwiderstandsthermometer nach Albrecht (Bild 3), entwickelt vom Reichsamt für Wetterdienst, das aus einem sehr dünnen, 0,015 bis 0,02 mm starken, zwischen zwei Glashaltern zickzackförmig aufgespannten Platindraht besteht, ist infolge der geringen Absorptionsmöglichkeit praktisch strahlungsunempfindlich und zeigt sowohl im vollen Sonnenschein, als auch in Strahlungsnächten die wahre Lufttemperatur an. Dank seiner minimalen Wärmekapazität ist es nahezu trägheitslos, so daß auch sehr schnelle Temperaturschwankungen sofort zur Auswirkung kommen; endlich werden seine Angaben weder vom Wind, noch vom Regen beeinflusst. Da das Meßprinzip auf der temperaturbedingten Widerstandsänderung des Platinfadens und der Messung des ihn durchfließenden elektrischen Stromes beruht, kann das mittels einer elektrischen Leitung angeschlossene Anzeigeinstrument beliebig weit vom Meßorgan aufgestellt werden, wodurch erreicht wird, daß die zu untersuchenden mikroklimatischen Verhältnisse durch Fremdkörper und den Beobachter nicht gestört werden. Wird das Anzeigeinstrument mit einem Uhrwerk zur selbsttätigen Aufzeichnung der Momentanwerte ausgerüstet, so entfällt die Notwendigkeit einer Bedienung bis auf das Aufziehen der Uhr und die in größeren Zeitabständen vorzunehmenden Eichungen. Mit sehr gutem Erfolg wurden auf diese Weise Temperaturregistrierungen in mehreren Fällen durchgeführt, wobei immer interessante, teilweise unerwartete Ergebnisse gewonnen wurden, die Verständnis für manche, anscheinend rätselhafte Erscheinung brachten und wertvolle praktische Schlußfolgerungen zu ziehen erlaubten.

So zeigte sich, daß die Lufttemperatur in einem blühenden Obstbaum auf der Süd- und Nordseite die gleiche ist und daß also das im allgemeinen frühere Erblühen der Südseite auf intensiveren Strahlungsgenuß und besseren Windschutz zurückzuführen ist.

Eine Untersuchung der Temperaturverhältnisse innerhalb von Isoliertüten, die bei blütenbiologischen und pflanzenzüchterischen Arbeiten zur Isolierung von Blüten Verwendung finden, ergab außer der zu erwartenden, bedeutenden Ubertemperatur gegenüber Freiluft in den Tagesstunden eine Unterkühlung nachts; dieser durch Ausstrahlung verursachte Effekt lieferte die Erklärung für die Erfahrungstatsache, daß eingetütete Blüten leichter erfrieren als nicht geschützte. Ferner konnte der Einfluß des Materials, aus dem die Tüten hergestellt waren, bestimmt werden: am günstigsten (geringere Gegensätze zwischen Tag und Nacht) erwiesen sich luftdurchlässige Gazebeutel, am ungünstigsten — nichtperforierte Cellophantüten; hieraus ergibt sich die praktisch wichtige Folgerung, daß in ersteren die Blüten durch extreme Temperaturen weniger beansprucht und deshalb nicht so leicht geschädigt werden.

Auch in Isoliertüten, die zu ähnlichen Zwecken zur Bedeckung von Gartenblumen benutzt werden, zeigte sich qualitativ dieselbe Verschärfung der Temperaturgegensätze. Ein Vergleich der Verhältnisse in verschieden großen Kästen ergab, daß in größeren

Kästen Blumen weniger frostgefährdet sind als in kleinen; außerdem ist es günstiger, wenn bei gleichem Volumen die Höhe des Kastens klein im Verhältnis zu den anderen Dimensionen gewählt wird; der verwandte Stoff soll möglichst weitmaschig sein und aus glatten Fäden bestehen.

Eine Untersuchung der Temperaturverhältnisse in Weinbergen, in verschiedener Höhe über dem Erdboden, lieferte ein aufschlußreiches Bild über das schnelle Auf und Ab der Lufttemperatur im Bestand und über die ausschlaggebende Bedeutung des Belaubungszustandes und des gegenseitigen Abstandes der Rebstöcke. Hierdurch wurde mit aller Deutlichkeit nachgewiesen, daß für eine wirklichkeitsgetreue Charakterisierung des Mikroklimas in Weinbergbeständen, wie sie z. B. zur Klärung der Lebensbedingungen der Schädlinge notwendig ist, normale Hüttentemperaturen in 2 m Höhe vollkommen ungeeignet sind.

Außer den angeführten Beispielen lassen sich noch manche andere Anwendungsmöglichkeiten des Platinfadenthermometers finden, wie z. B. in Gewächshäusern, vor Spaliermauern u. a. m. Wenn auch diese Methode verhältnismäßig kostspielig ist und eine gewisse technische Fertigkeit voraussetzt, so machen sich doch die aufgewandten Mittel und die Mühe im Hinblick auf die mögliche praktische Nutzenanwendung bestimmt bezahlt.

Die Umschau-Kurzberichte

Nachtblindheit und Vitamin A

Infolge der Verdunkelungsmaßnahmen sind sich erst jetzt manche Menschen der bei ihnen bestehenden Nachtblindheit bewußt geworden. Der Zusammenhang der Nachtblindheit mit einem Mangel an Vitamin A (s. „Umschau“ H. 52, 1937) ist bekannt. Meist ist jedoch nicht eine unzureichende Zufuhr, sondern vielmehr eine mangelhafte Verwertung oder ein erhöhter Verbrauch des Vitamins A Ursache der Störung, so bei Basedowscher Krankheit, Leberleiden, Magen-Darmschäden, Schwangerschaft. In allen diesen Fällen wird die Nachtblindheit erfolgreich durch Verordnung von Vitamin A behandelt. Es gibt aber nach S. Mielke (Med. Klinik 1940, Nr. 15) auch Formen von Nachtblindheit, die mit einem absoluten oder relativen Vitamin-A-Mangel in keinerlei ursächlichem Zusammenhang stehen; diese Formen kommen bei hochgradiger Kurzsichtigkeit, grünem Star, Pigmentdegeneration der Netzhaut, Tabes und anderen Leiden vor. In diesen Fällen bleibt eine Verordnung von Vitamin A wirkungslos.

D. W.

Stahllegierungen werden nach ihrer Zusammensetzung gekennzeichnet

Um die wertvollen Legierungsmetalle wie Nickel, Chrom, Wolfram, Molybdän, aus dem Stahlschrott und den Stahlabfällen wieder nach ihren besonderen Eigenschaften verwenden zu können, sollen jetzt sämtliche legierten Stähle gekennzeichnet werden. Dabei erhält jede einzelne Legierung eine bestimmte Zahl, z. B. Stähle und Stahlbleche, die mit Wolfram und Vanadium zusammengesetzt sind, die Zahl 3. Baustähle mit Nickel und Chromnickel werden mit 12 bezeichnet usw. Entsprechend den 27 Legierungsgruppen gibt es 27 Kennziffern, die während des Walzens mit einem Rollenstempel auf das Walzstück aufgebracht werden. Auf Stählen wird mit dem Druckstempel gearbeitet. Fallen Schrot oder Stahlabfälle an, so brauchen die einzelnen Stücke nur nach der Kennziffer sortiert zu werden. So wird es möglich, im Stahlofen oder beim Guß die jeweils erforderliche Schrottart zuzusetzen, was einmal Ausschußstücke vermeidet und zweitens wesentlich zeit- und geldersparender ist als die bisherigen Methoden der Verwertung.

Bevölkerungsziffern in den Niederlanden und Belgien

Nach den Fortschreibungen am 1. Januar 1940 beherrschte Holland auf einer Fläche von 35 038 qkm rund 8 829 500 Einwohner. Die Dichte beträgt demnach 252 Menschen auf 1 qkm, d. h. die Niederlande sind nach Belgien (mit 8 396 000 Einwohnern auf 30 507 qkm) der dichtestbesiedelte Staat Europas. Innerhalb des Landes ist die Dichte jedoch, wie die „Geographische Zeitschrift“ mitteilt, sehr verschieden. Den Reichtum des Landes machen seine Kolonien aus, die 2 046 000 qkm und (1937) 67 672 000 Menschen umfassen. Besonders aufschlußreich ist ein Vergleich zwischen dem Altersaufbau der Bevölkerung in Holland und Belgien. Die Niederlande gehören zu den wenigen Ländern in Europa, die einen normalen und gesunden Altersaufbau aufweisen. Der Anteil der unter 15jährigen betrug 1938 28,6%, zwischen 15 und 30 Jahren 26,0%, 30—45 Jahren 20,8%, 45—65 Jahren 17,9%, und 6,7% waren über 65 Jahre alt. Der Altersaufbau in Belgien hat seit 1910 einen starken Wandel erfahren. Der Anteil der unter 30jährigen ist seitdem von 56,4% auf 43,9% zurückgegangen. 56,1% der Bevölkerung sind über 30 Jahre alt, davon 9,3% sogar über 65. Nur wenige Länder, wie Frankreich, Estland und Lettland, weisen eine ebenso starke Besetzung dieser Altersklasse auf.

Ein biologischer 24-Stunden-Rhythmus des Blutkreislaufs

Gewisse Einzelfunktionen des Kreislaufes wurden schon früher auf ihre Tagesperiodizität untersucht und als eine echte 24-Stunden-Rhythmik erkannt, die eine innere Gesetzmäßigkeit ohne Umweltsbeeinflussung darstellt. Kroetz versuchte nun, diese Glieder der Rhythmik möglichst vollständig zu erfassen (Münch. med. Wschr. 1940, 284, 314). Die Versuche wurden unter bestmöglicher Ausschaltung aller störenden Einflüsse durchgeführt. Das Minutenvolumen des Herzens wächst im Laufe des Tages immer mehr an, hat zwischen 16 und 18 Uhr einen ersten Höhepunkt und erreicht gegen 24 Uhr sein Maximum. Zwischen 2 und 4 Uhr wirft das Herz am wenigsten Blut aus, zwischen 6 und 8 Uhr ist

der Grundwert wieder erreicht. Die gesamten Verbrennungen im Körper durchlaufen die gleichen Schwankungen. Der venöse Rückfluß zum Herzen erreicht unter stetigem Ansteigen zwischen 21 und 1 Uhr seinen höchsten Stand, fällt dann langsam bis zum tiefsten Stand zwischen 5 und 9 Uhr ab. Die Venendruckschwankungen sind außerordentlich groß, was klinisch mehr berücksichtigt werden sollte. Das Blut bleibt nach Mitternacht in den Lungen liegen, woraus sich das allmorgendliche Auseinandergehen von Venendruck und Herzminutenvolumen erklärt. Die Vitalkapazität der Lungen bleibt im Lauf des Tages ungefähr gleich, fällt aber nach Mitternacht plötzlich rapid ab und erreicht um 2 Uhr ihren Tiefstand. Das läßt auf eine Zunahme der Blutfüllung der Lungen um diese Zeit schließen. Die Blutmenge im Bein erreicht nach Mitternacht ihren höchsten Stand, wofür eine kapillare und venöse Blutablagerung maßgebend sein muß. Die Menge des kreisenden Blutes ist also nach 24 Uhr am geringsten. Arterieller Druck und Herzfrequenz erreichen ebenfalls um Mitternacht ihre Höchstwerte und fallen dann steil ab. — Der Phasenwechsel des Kreislaufs zeigt also für dessen sämtliche Funktionen eine einheitliche Richtung, und der 24-Stunden-Rhythmus enthüllt die zentrale Kreislaufregulation, wobei kurz nach 24 Uhr die parasympathischen Hemmungseinflüsse das Übergewicht erlangen. Ra.

Kropfverhütung durch jodiertes Leitungswasser

Die Zunahme des Kropfes in Holland während der letzten Jahrzehnte wurde nach eingehenden Studien zweier Kommissionen, die zur Klärung dieser Frage eingesetzt wurden, auf eine Jodarmut der Trinkwässer zurückgeführt. Ein Rückgang der Kropfhäufigkeit wurde durch Zugabe geringer Jodmengen zum Leitungswasser (50 g Jod auf einen Liter Leitungswasser) erreicht (J. Wagner-Jauregg, Wiener med. Wschr. 1940, Nr. 12). D. W.

Wochenschau

Ein Mammutfund in Ostsibirien.

Bei Schürfarbeiten ist man in der Nähe von Nowosibirsk auf ein ausgezeichnet erhaltenes Gerippe eines Riesemmammut gestoßen. Es ist das erste Mal, daß in Ostsibirien ein Mammut gefunden wird. Die Arbeiten für die Freilegung und Konservierung der Knochen haben bereits begonnen.

Personalien

BERUFEN ODER ERNANNT: D. nb. ao. Prof. Dr. Franz Firbas, Landwirtsch. Hochsch. Hohenheim, z. o. Prof. f. Botanik. — D. nb. ao. Prof. Dr. Hans Kneser, Physik, Berlin, z. ao. Prof. — Doz. Dr. A. Wogrinz, T. H. Wien, z. ao. Prof. f. analyt. Chemie. — D. Doz. Dr. med. habil. Karl Thums, Prag, z. ao. Prof. f. Erb- u. Rassenhygiene. — Doz. Dr. med. habil. Hans-Julius Wolf, Göttingen, z. nb. ao. Prof. — Z. nb. ao. Prof. Dr. med. habil. Hugo Kleine, Heidelberg.

DOZENTUR VERLIEHEN: Dr.-Ing. habil. Horst Brückner f. Chemische Technik a. d. T. H. Karlsruhe. — Dr. med. habil. Friedrich Schmengler, Düsseldorf, f. Inn. Med.

GESTORBEN: D. Geh. Baurat Prof. Dr. Wilhelm Cauer, em. o. Prof. f. Eisenbahnbau a. d. T. H. Berlin, im Alter von 82 Jahren. — Geh. Med.-Rat Prof. Paul Stenger, em. o. Prof. f. Ohren-, Nasen- u. Kehlkopfheilk. in Königsberg, 74 Jahre alt.

VERSCHIEDENES: Prof. Otto Kneise, Urologie, Halle a. d. Saale, vollendete s. 65. Lebensjahr. — D. Korpshygieniker Generaloberarzt a. D. Prof. Dr. Ernst Marx, Frankfurt, feierte s. 70. Geburtstag. — D. nb. ao. Prof. Dr. Richard Kräusel, Paläobotanik u. Botanik, feiert am 29. 8. s. 50. Geburtstag.

Das neue Buch

Gewinnung der höheren Fettsäuren durch Oxydation der Kohlenwasserstoffe. Von F. Wittka. 167 S. m. 44 Abb.

Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig. Brosch. M 13.80.

Man wird gerade in der heutigen Zeit das Erscheinen dieses Buches sehr begrüßen, um sich ein Bild von dem derzeitigen technischen Stand der Fettsäuresynthese machen zu können. Obwohl es sich bei den Entwicklungsarbeiten auf diesem Gebiet um reine Industriearbeit handelt, ist es dem Verfasser doch gelungen, einen umfassenden Ueberblick zu vermitteln. Er zeigt anschaulich die verschiedenen Wege, die eingeschlagen wurden zur Bewältigung der vielfachen Fragen, die bei der Bearbeitung auftauchten. Dazu bedurfte es u. a. des Studiums einer umfangreichen Patentliteratur, die vielfach eingehend besprochen und außerdem nochmals am Ende zusammenfassend aufgeführt wird.

Durch diese Art der Darstellung kann auch der Nichtfachmann sich einen Begriff davon machen, welche Umsomme von Arbeit und Kosten oft aufzuwenden ist, bis ein neues theoretisches Verfahren zu einem praktischen Ergebnis führt. Dem technischen Chemiker bietet das Werk viele Anregungen.

Für eine Neuauflage dürfte sich an manchen Stellen eine stilistische Ueberarbeitung empfehlen. Dr.-Ing. Schorn

Im Kraftfeld von Rüsselsheim. Von Heinrich Hauser. 219 S. mit 80 Farbphotos von Dr. P. Wolff.

Verlag Knorr & Hirth, München. Leinen M 9.80.

Lange klagte der Techniker mit Recht, daß man seinem Schaffen im Gegensatz zu dem des „Geisteswissenschaftlers“ wenig Interesse und Verständnis entgegenbringe. Der Laie dagegen, der nur das fertige Werk sieht, dessen Entwicklung aber nicht miterlebt hat, sucht vergeblich einen Weg zur Erkenntnis, staunt kurz und findet schließlich „die ganze Chose ganz einfach und selbstverständlich“.

Hier schaffen H. Hauser und Dr. P. Wolff gemeinsam eine Brücke. Sie behandeln mit Auswahl Das, was im Vorfeld von Rüsselsheim geschieht. Hauser schrieb technische Berichte, die sich wie Romane lesen — oder auch einen Roman, der nur naturgetreu technische Wahrheiten wiedergibt. Ueber die Bilder von Dr. P. Wolff brauchte man kaum etwas zu sagen, wenn man nicht noch besonders auf die Schwierigkeiten hinweisen mußte, unter denen sie meist aufgenommen wurden.

Ueber sein Thema hinaus eröffnet das Buch Ausblicke in das technische Schaffen und in soziale Bedingungen unserer Zeit. Prof. Loeser

Flugabwehr. Sonderheft des VDI, 2. Aufl. mit 137 Bildern u. 2 Zahlentafeln.

VDI-Verlag, Berlin. M 2.75.

Daß der Wunsch des Publikums, sich etwas eingehender mit den Problemen dieser modernen Waffe zu beschäftigen, groß ist, beweist die Tatsache, daß dieses geschickt zusammengestellte Sonderheft des VDI bereits nach etwas mehr als einem Jahr seine zweite Auflage erlebt. Zusammenfassende Berichte und eingehendere Behandlungen von Teilproblemen geben zusammen ein recht gutes Bild von dem Stand der Entwicklung und von der bereits im In- und Auslande geleisteten Arbeit. Dr. G. Loeser

Momentfotos bei Nacht. Von Walter K r o ß.

Verlag von Wilhelm Knapp, Halle a. d. Saale. Kart. M 2.40, geb. M 3.—.

Lichtstarke Optik, höchstempfindliches Aufnahmematerial und die moderne Kleinbildkamera sind das Rüstzeug zu einer erfolgreichen Arbeit auf dem Gebiet der Momentphotographie bei Nacht. Es richtig zu gebrauchen wird hier gelehrt, der Erfolg rechter Anwendung im Bild gezeigt. Gustav Müller

Wer weiß? Wer kann? Wer hat?

Diese Rubrik soll dem Austausch von Erfahrungen zwischen unseren Lesern dienen. Wir bitten daher, sich rege daran zu beteiligen. Einer Anfrage ist stets doppeltes Briefporto beizulegen, bzw. von Ausländern 2 internationale Antwortscheine. — Aerztliche Anfragen können grundsätzlich nicht aufgenommen werden.

Fragen:

236. Auftrieb in Schornsteinen.

Allein schon durch die Luft, die an ihren Oeffnungen vorbeistreichet, muß in Schornsteinen (etwa nach dem Prinzip von Trillerpfeifen, Zerstäubern oder Wasserstrahlpumpen) ein gewisses Vakuum entstehen, auch wenn sich keine warme Luft darin befindet. Wie läßt sich dieses Vakuum berechnen? Wie groß ist es etwa in einem Schornstein von 100 m Höhe, 1 m oberer lichten Weite, bei Windstärke 10? Frankfurt am Main A. G.

237. Rollfilmkassette.

Gibt es Rollfilmkassetten (auch für Farbfilm) für Stereoapparate 45×107? Berlin M.

238. Chemotechnikerin.

Welche Vorbildung ist für den Beruf einer Chemotechnikerin zu empfehlen, welche Lehranstalten für die Ausbildung kommen in Frage, und wie lange dauert die Ausbildung? Opladen Dr. L. R.

239. Plombierzange.

Für einen besonderen Zweck sollen Etiketten mit einem 2,5—3 mm starken Aluminiumdraht an Zweigen von Bäumen befestigt werden. Unbefugtes Umhängen der Etiketten soll durch Plombierung der Drahtenden verhindert werden. Gibt es eine Plombierzange, durch die neben der Plombierung zugleich eine sichere Verbindung der Drahtenden bewirkt wird? Nossen Dr. H. K.

240. Herstellung von Brause-Limonade.

Welche der Gesundheit unschädliche Mittel gibt es, Limonade schäumend zu machen? Erbitten Angabe von Literatur. Stuttgart F. R.

241. Klebstoff für Gummi auf Glas.

Wir suchen für Profile (aus Gummi) eine haftende Klebmasse, ähnlich wie sie auf Leukoplast aufgebracht ist. Der Gummi soll mit dieser Masse im Bedarfsfalle auf eine Glasscheibe aufgeklebt werden, muß aber auch dann leicht abzutrennen sein. Hierbei wird gewünscht, daß die Klebschicht an dem Gummi für weitere Vorgänge immer noch brauchbar bleibt. Gibt es ein Klebemittel, das diesen Forderungen genügt? Berlin H. K.

242. Edison-Akkumulatoren-Batterien.

Gibt es Edison-Akkumulatoren-Batterien von etwa Taschengrößenformat oder ähnliche gleichwertige, leichtgewichtige Apparate, anstatt der kleinen, kurzlebigen Trockenbatterien? Sie sollen zu Beleuchtungszwecken dienen. Besteht darüber Literatur? Hamburg Dr. P. W.

243. Geschirrspülmaschinen.

In Hotels, Anstalten usw. werden automatische Geschirrspülmaschinen mit bestem Erfolg verwendet. Gibt es derartige Maschinen auch in kleinem Maßstab für den Haushalt und wie haben sie sich bewährt? Herborn L. L.

244. Kohlepapier herstellen.

Wie geht die Herstellung von Kohlepapier für Schreibmaschinen vor sich? Welche Lektüre kann mir hierüber Aufklärung geben? Hagen F. Sch.

245. Kleine Warmwasserheizungen bedienen.

Gibt es im Buchhandel eine empfehlenswerte Anweisung zum Bedienen kleiner Warmwasserheizungen? Wenn ich versuche, über Nacht die Heizwassertemperatur tiefer als 35° einzuregulieren, so geht meistens das Feuer aus; andererseits ist einmal das Ausdehnungsgefäß eingefroren, obwohl das Kesselthermometer 40° anzeigte; infolgedessen muß ich über Nacht unnötig viel Koks verbrauchen. Wie ist dem abzuwehren? Wenn bei niedrig eingestellter Heizung die Außentemperatur ansteigt, tritt eine Strömungsumkehr ein, und die Feuerungsgase werden in den Heizkeller geblasen. Würde eine Lockflamme (Gas) im Kamin Abhilfe schaffen? Erlangen Prof. Dr. v. A.

246. Fischwitterung.

Vor Jahren erfolgte in der Umschau eine Anfrage nach einer Fischwitterung, die von Zigeunern angeblich mit Erfolg gebraucht werden sollte. Die Antwort lautete, daß Radix Meu als Witterung gebraucht und wirksam wäre. Von mir aus dem Wurzelpulver hergestellte Extrakte erwiesen sich aber als unwirksam. Dagegen hatte ich kleine Erfolge mit Extrakten anderer Wurzeldrogen. Gibt es Beobachtungen und Literatur, durch welche Reize der Fisch zum Aufsuchen der Nahrung angeregt wird? In einem Expeditionsbericht habe ich gelesen, daß der in südamerikanischen Strömen lebende Piraya durch ins Wasser gehaltene blutende Köder von weither angelockt wird, so daß es Eingeborenen ohne Lebensgefahr möglich war, ein festgefahrenes Boot dadurch flott zu bekommen, daß sie ins Wasser stiegen und das Heck frei machten, wenn der Köder am Vorderteile des Bootes ins Wasser gehalten und die Fische dadurch von den Eingeborenen fortgelockt wurden. Wenn diese Angabe der Wahrheit entspricht, könnte der Fisch durch Blutfarbe oder Geschmack oder durch beides angelockt sein. Sind Geschmacksreize oder Augenreize bei Fischen, die nicht zu den Raubfischen gehören, auch auf größere Entfernungen möglich? Liegen Beobachtungen vor? Marburg Dr. H.

Antworten:

Nach einer behördlichen Vorschrift dürfen Bezugsquellen in den Antworten nicht genannt werden. Sie sind bei der Schriftleitung zu erfragen. — Wir behalten uns vor, zur Veröffentlichung ungeeignete Antworten dem Fragesteller unmittelbar zu übersenden. Wir sind auch zur brieflichen Auskunft gerne bereit. — Antworten werden nicht honoriert.

Zur Frage 152, Heft 23. Alabastervase wiederherstellen.

Außer den in Fachgeschäften unter den verschiedensten Namen erhältlichen Kitten kann der sogenannte „Siamesische Zwilling-Kitt“ verwendet werden. Ein Haupterfordernis für das gute Gelingen der Reparatur ist aber, daß die Bruchstellen vollständig sauber und fettfrei sind. Berlin Lux.

Zur Frage 153, Heft 24. Kaltleim herstellen.

Darüber berichten die verschiedensten Abhandlungen und Mitteilungen in der „Seifensieder-Ztg.“ und „Chemiker-Ztg.“ sowie die Monographie „Kitt- und Klebstoffe“ von Alfons Tede. Anschrift durch die „Umschau“. Berlin Lux.



Bei
Bronchitis, Asthma
Erkältungen der Atmungsorgane
hilft nach ärztlichen Erfahrungen die
Säure-Therapie, München 2 NW
Prof. Dr. v. Kapff