

Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 4 (1949)
Heft: 2

Artikel: Diatomeen im Elektronenmikroskop
Autor: Mahl, Hans
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-653482>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 03.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Verfahren herangezogen. Penicillin, das in den Nährlösungen der Mikroorganismen, von denen es gebildet wird, nur in geringsten Konzentrationen vorliegt, wird leicht an Aktivkohle adsorbiert und kann mit einer geeigneten Lösung, beispielsweise einer gesättigten Lösung von Amylacetat in Wasser oder mit achtzigprozentiger Acetonlösung, aus der Kohle ausgewaschen werden. Durch dieses Verfahren wird die Penicillin-Konzentration auf das Dreis- bis Sechsfache erhöht. Das Verfahren ist heute durch die Extraktion des Penicillins mit einem Lösungsmittel unmittelbar aus der Nährlösung überholt. Aber bei einem verwandten Produkt, dem Streptomycin, hat der Adsorptions- und Auswaschprozeß in die großtechnische Produktion Eingang gefunden.

Für die Forschung haben die Adsorbentien in dem modernen Verfahren der sogenannten Chromatographie hohe Bedeutung erlangt. Es geht auf eine Beobachtung eines russischen Botanikers um die Jahrhundertwende zurück. Der Gelehrte hatte einen Extrakt hergestellt, der mehrere Pflanzenfarbstoffe nebeneinander enthielt. Als er die Lösung durch ein Rohr mit Kreide filtrierte, bildeten sich in der Säule des weißen pulverigen Materials mehrere verschieden gefärbte Zonen aus, die sich beim Nachwaschen mit Lösungsmittel noch mehr gegeneinander absetzten. Eine Untersuchung der einzelnen Schichten zeigte dann, daß das Farbstoffgemisch durch die Kreidesäule in seine einzelnen Bestandteile zerlegt worden war. Der kohlen saure Kalk hielt manche Farbstoffe besser, andere schlechter fest. Erst drei Jahrzehnte später hat ein deutscher Forscher, Ri-

chard Kuhn, dieses Verfahren sozusagen neu entdeckt. Er suchte nach einem einerseits spezifischen, andererseits möglichst schonenden Trennungsv erfahren für die sehr empfindlichen Vitamine und hatte mit der Chromatographie einen vollen Erfolg. Das Verfahren hat sich rasch in die Laboratoriumspraxis eingeführt und steht heute den klassischen Trennungsv erfahren der Chemie ebenbürtig zur Seite. Es beschränkt sich übrigens längst nicht mehr auf gefärbte Stoffe, sondern kann auch auf ungefärbte Substanzen angewandt werden. Will man beispielsweise aus einem Gemisch verschiedener ungefärbter Substanzen eine einzelne isolieren, so setzt man einen Farbstoff zu, der die gleichen Adsorptionseigenschaften hat wie die gewünschte Substanz. Die von diesem Farbstoff angezeigte farbige Zone enthält dann den abzutrennenden Körper. Den „Indikator-Farbstoff“ wäscht man schließlich wieder aus. Manchmal ist es auch möglich, den gesuchten Stoff in farbige Abkömmlinge überzuführen und ihn dadurch für die Chromatographie geeignet zu machen. In anderen Fällen beleuchtet man die Säule nach beendeter „Entwicklung des Chromatogramms“ mit Ultravioletlicht und unterscheidet die einzelnen Stoffe an ihrer Fluoreszenz. Schließlich kann man auch die Säule in einzelne dünne Schichten zerlegen und diese einzeln untersuchen, um so die Grenzen zwischen den verschiedenen Zonen ausfindig zu machen. Immer aber ist es möglich, einzelne Stoffe nicht nur in der chromatographischen Säule festzuhalten, sondern sie auch wieder aus der Säule auszuwaschen.

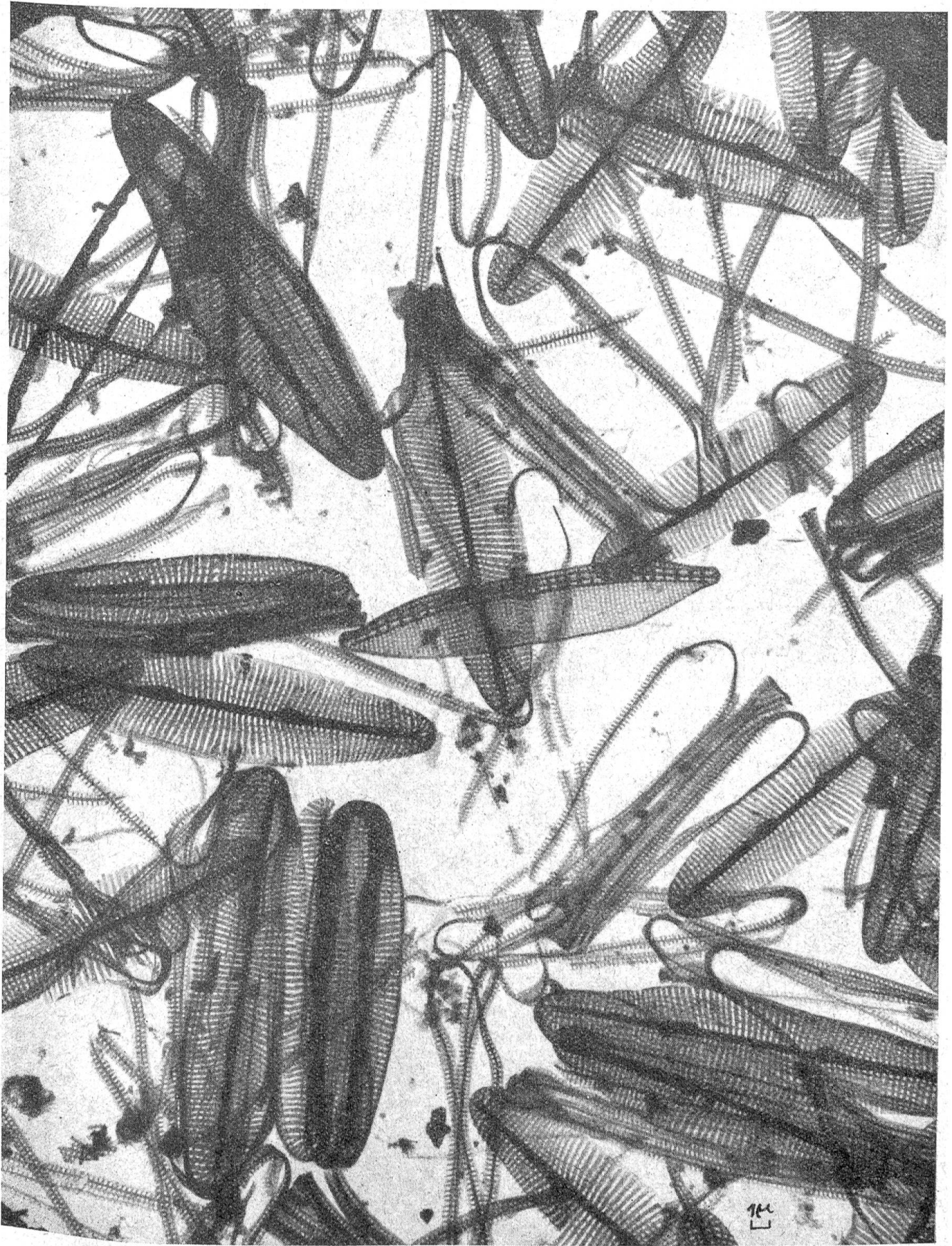
Dr. J. Hausen, Berlin

Diatomeen im Elektronenmikroskop

Der unermessliche Formen- und Strukturreichtum der Natur offenbart sich auf kaum einem anderen Gebiet so überzeugend wie in der eng begrenzten Flora der Bacillariaceen mit ihren über zweitausend bekannten Kieselalgen oder Diatomeen-Arten. Die Diatomeen weisen in ihrer morphologischen Gestaltung eine Variabilität auf, die schon den mit dem Lichtmikroskop bewaffneten Forscher und Naturfreund immer wieder überraschte und entzückte. Dabei ist das Lichtmikroskop durchaus nicht imstande, besonders bei den kleineren Arten, die Strukturen auch nur annähernd wie-

derzugeben. Hier hat das Elektronenmikroskop mit seiner dem Lichtmikroskop weit überlegenen Leistung ein dankbares Betätigungsfeld gefunden.

Die Diatomeen sind eine Gruppe von einzelligen Algen, die einen Kieselpanzer besitzen, der in der Regel wie zwei aneinandergelagerte Schachteldeckel den Zellinhalt umschließt und durch „Gürtelbänder“ zusammengehalten wird; ihr Protoplasma enthält meist einen gelblichen Farbstoff, das Diatomin, der bei der Assimilation die gleiche Rolle spielt wie das Blattgrün bei den Pflanzen. Die Di-



Übersichtsaufnahme eines elektronenmikroskopischen Diatomeen-Präparats (*Amphipleura rutilans*) in 3000facher Vergrößerung ($1 \mu = \frac{1}{1000} \text{ mm}$)

atomeen vermehren sich gewöhnlich durch Zellteilung, gelegentlich auch durch Auxosporenbildung.

Der interessanteste Teil der Diatomee ist ihr Kieselpanzer mit seinen oft höchst eigenartigen Poren und Kammerstrukturen, die für ihre Lebensäußerung von grundsätzlicher Bedeutung zu sein scheinen. Sie sind nicht nur die Durchtrittsstellen, die Filter, für Nahrung und Assimilationsprodukte, sondern es gehen auch bei verschiedenen

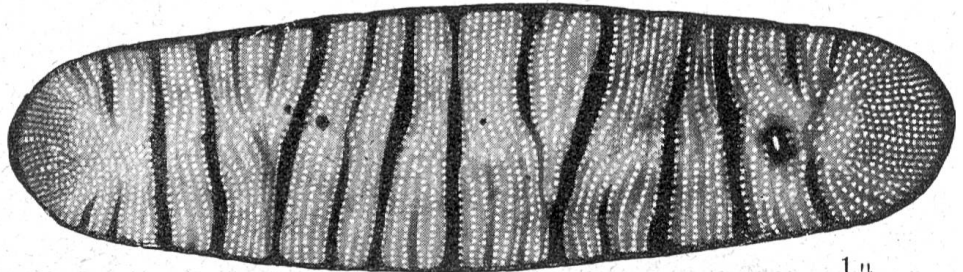
Diatomeenarten von den Schalenporen Gallertstiele aus, die zur Fortbewegung oder zum Festhaften der Kieselalgen dienen. Diatomeen kommen in jedem Gewässer, aber auch auf überrieselten Felsen, feuchten Steinen und Moosen als meist gelbbrauner schleimiger Belag vor. Die in der Technik so vielseitig verwendete Kieselgur besteht zum größten Teil aus den Kieselpanzern abgestorbener, fossiler Diatomeen. Sie findet sich in Lagern von stellenweise bis zu zehn Meter Mächtigkeit, besonders in Gebieten der Tertiärformation und der Torfbildung.

Zur mikroskopischen Untersuchung müssen die Kieselpanzer erst von ihrer organischen Zellsubstanz befreit werden. Dies geschieht durch Kochen in konzentrierter Schwefelsäure, durch Ausglühen oder schonender durch Verwesung oder auch längere Einwirkung von Wasserstoff-Superoxyd.

Diatomeen-Präparate gehören zu den eindruckvollsten Untersuchungs-Objekten der Elektronenmikroskopie. Wer einmal Gelegenheit hatte, gute, geeignete Präparate bei vieltausendfacher Vergrößerung im Elektronenmikroskop zu sehen, wird sicher tief beeindruckt gewesen sein von der Schönheit der Formen und vom Reiz der Porenmuster. Wenn manche Arten schachbrettartige Porenanordnungen von einer solchen mathematisch anmutenden Regelmäßigkeit zeigen, daß sie — wie die Art *Pleurosigma angulatum* — als Testobjekte für die Prüfung mikroskopischer Objektive dienen können, so lassen andere, besonders zentrische Arten Porengruppen in den verschiedensten symmetrischen oder auch regellosen Anordnungen erkennen, die gelegentlich an feinste Filigranarbeiten erinnern. Aus der Fülle des Beobachtungsmaterials, das aus

der Sammlung des Diatomeenforschers Kolbe stammt, seien einige wenige ausgewählte elektronenmikroskopische Aufnahmen von E. Götz und vom Verfasser wiedergegeben und kurz beschrieben.

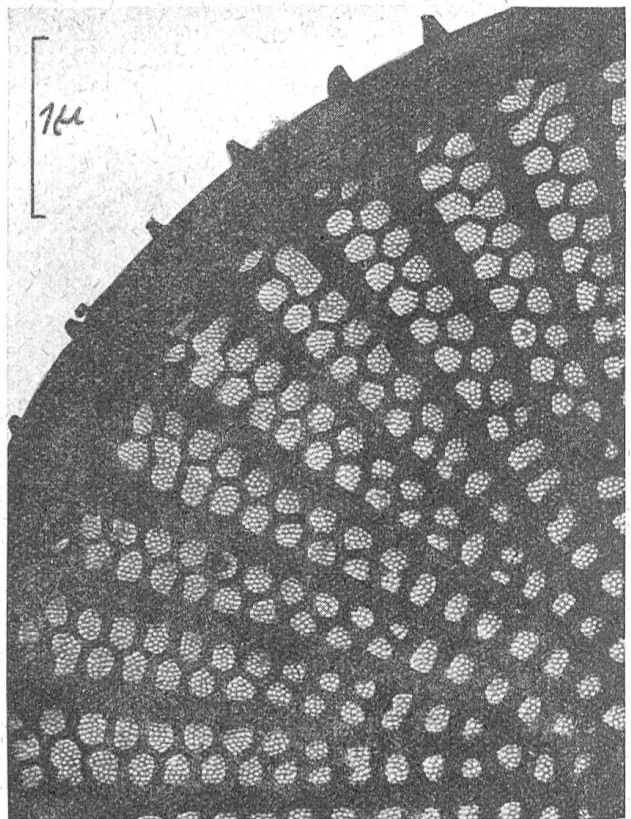
Die in dem Großbild S. 73 gezeigten Diatomeen, eine *Amphipleura rutilans*, ist verhält-



Navicula minima (6000fach vergrößert)

nismäßig einfach aufgebaut. Die schiffchenförmigen Schalen zeigen grätenförmig angeordnete Porenmuster. Neben den Schalen sind auf dem Bild auch zahlreiche, ebenfalls porige Gürtelbänder zu sehen, die, wie schon erwähnt, bei der lebenden Kieselalge die beiden Schalenhälften zusammenhalten.

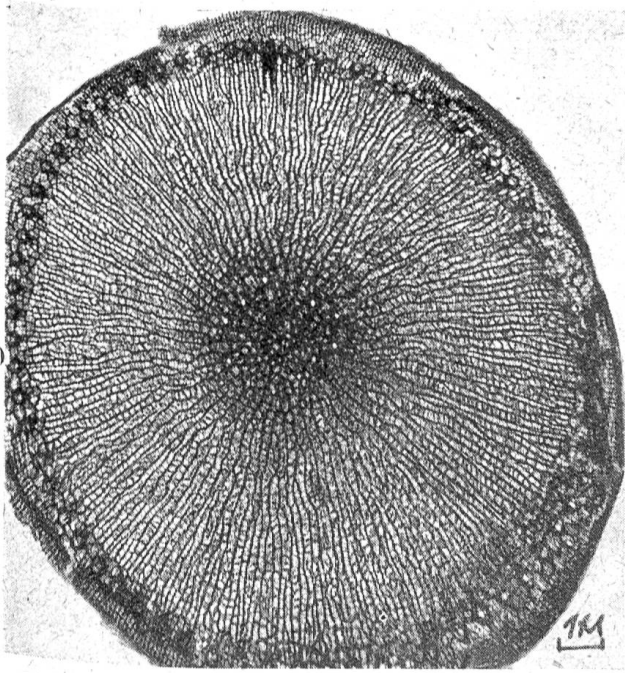
Bei der *Navicula minima*, die als einzelnes Exemplar in sechstausendfacher Ver-



Stephanodiscus Hantzschii (2000fach vergrößert)

größerung wiedergegeben ist, fallen unregelmäßig verlaufende Querleisten auf. Die Poren sind in regelmäßigen Abständen von etwa 5 Zehntausendstel Millimeter in welligen Zeilen angeordnet.

Bei der *Stephanodiscus Hantzschii*, einer zentrischen Diatomee, ist die tellerförmige Schale mit radial gelagerten Porengruppen in strahlenförmiger Anordnung überstreut. Die sehr feinen Poren haben voneinander nur einen Abstand von etwa 3 Hunderttausendstel Millimeter. Im Gegensatz dazu weist die sehr zarte *Thalassiosira fluviatilis* ein unregelmäßiges Geäder auf, das einem sehr

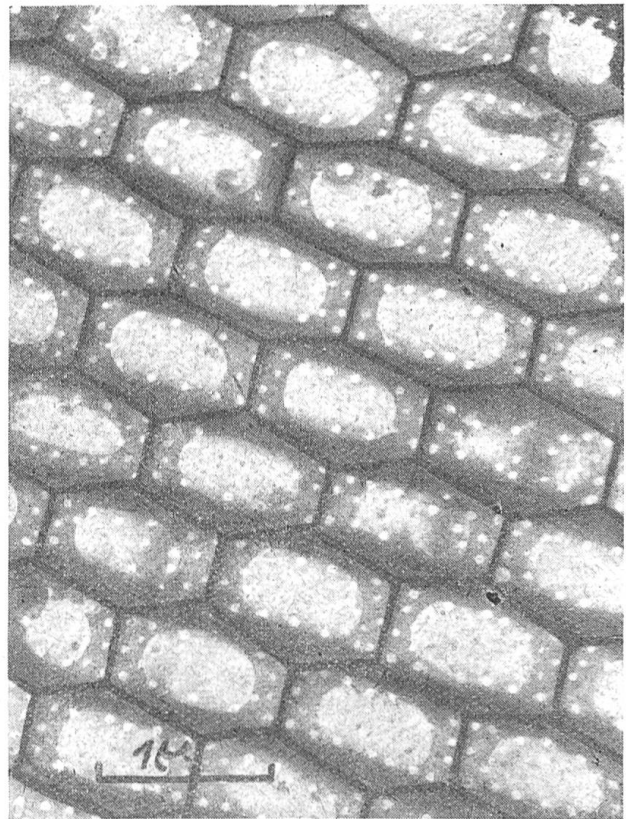


Thalassiosira fluviatilis (5000fach vergrößert)

feinen Porensystem überlagert ist. Auf unserer schwach vergrößerten Aufnahme sind die Poren allerdings nicht zu erkennen.

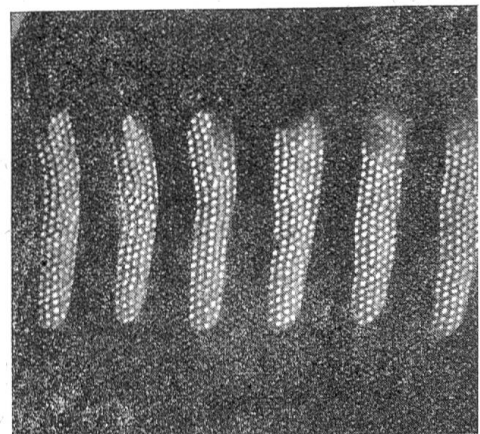
In vollendeter Regelmäßigkeit, gleich einer Bienenwabe, ist die *Biddulphia-sinensis*-Schale aufgebaut. Hier reiht sich Zelle an Zelle in regelmäßiger Folge. Die einzelne etwas langgestreckte Zellenkammer ist etwa ein tausendstel Millimeter groß und hat einen sechseckigen Querschnitt. Die Außenseiten der Zellenkammern sind durch feinporige Siebplatten verschlossen; mit dem Zellinnern der Diatomee sind sie durch runde Öffnungen verbunden.

Derartige relativ komplizierte Kammer-Bauprinzipien herrschen auch bei zahlreichen anderen Diatomeenarten vor. Es ist aber häufig



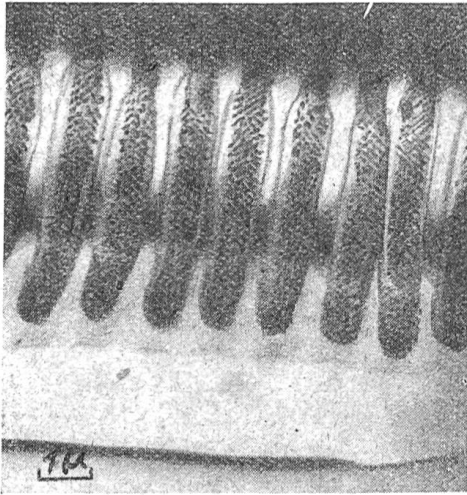
Biddulphia sinensis (20 000fach vergrößert)

gar nicht so einfach, diese komplizierten Hohlräume immer so ohne weiteres zu erkennen. Bei dünnchaligen, im Elektronenmikroskop durchstrahlbaren Diatomeen gelingt dies meistens mit Hilfe stereoskopischer Aufnahmen. Ist aber die Diatomeenschale zu dick, so ist im Elektronenmikroskop meist nur ein ungenügend differenziertes Durchstrahlungsbild zu sehen. So zeigt keine *Pinnularia*-Art lediglich ein grätenförmig angeordnetes Porensystem. Der wirkliche Aufbau der



Pinnularia nobilis (5000fach vergrößert). Das Durchstrahlungsbild der Diatomee zeigt nur das Porensystem

Schale offenbart sich erst, wenn die Diatomee nach dem Abdruckverfahren des Verfassers abgebildet wird. Bei diesem mittelbaren Verfahren wird nicht das Objekt selbst in das Elektronenmikroskop gebracht, sondern eine feine



Das Lack-Abdruckbild einer kleinen Pinnularia-Art (6000fach vergrößert) läßt ihr Kammer-system mit den Poren erkennen

nur wenige Hunderttausendstel Millimeter dicke Lackhaut, die die Reliefform des Objektes hat. Das hier wiedergegebene Abdruckbild der Pinnularia Diatomee ist dabei in folgender Weise gewonnen worden:

Die Diatomeen wurden auf eine Glasplatte gestreut und mit einer sehr verdünnten Zaponlacklösung übergossen. Dabei überzieht sich nicht nur die Oberfläche der Diatomeen mit Lack, sondern der Lack tritt auch in die Hohlräume und Poren ein und überzieht diese nach dem Verdunsten des Lacklösungsmittels ebenfalls mit einer festen dünnen Lackhaut. Wird nun mit Flußsäure behandelt, so löst sich die Diatomeenschale auf, nur der unlösliche Lackabdruck bleibt übrig und kann im Elektronenmikroskop abgebildet werden. Dabei sind wie bei einem Glasmodell nicht nur die Oberfläche der Diatomeenschale, sondern auch ihr innerer Aufbau zu erkennen. Unsere auf diese Weise erhaltene Abdruckaufnahme zeigt, daß in der Diatomeenschale wurstähnliche nach innen offene Kammern vorliegen, die durch sehr feine Poren (im Abdruckbild erscheinen sie als schwarze Stäbchen) mit der äußeren Oberfläche verbunden sind.

Es wäre müßig, nach Sinn und Zweck dieser eigenartigen Strukturvariationen zu fragen. Vielleicht sind sie nur Launen der Natur, vielleicht steckt auch ein tieferer Sinn dahinter. Die Schönheit der kleinen Kunstwerke wird dem Beschauer allein schon die Erfüllung von Sinn und Zweck bedeuten.

Dr.-Ing. Hans Mahl, Wildsteig

Elektrische Supraleitung

Die Elektrotechnik unterscheidet zwischen Leitern, die dem Strom einen geringen Widerstand entgegensetzen, und Nichtleitern oder Isolatoren, die einen hohen elektrischen Widerstand besitzen. Gäbe es keine Leiter, sondern nur Isolatoren, so gäbe es auch keine Elektrotechnik. Weder elektrische Bahnen noch elektrisches Licht, weder elektrische Werkzeugmaschinen noch elektrische Öfen, weder Telephon noch Telegraph oder Radio wären dann möglich, und unsere Kenntnis von der Elektrizität würde sich auch heute noch auf die Erscheinungen der Reibungselektrizität beschränken, die schon den alten Griechen bekannt waren. Gäbe es aber keine Isolatoren, sondern nur gute Leiter, so wüßten wir ebenfalls nichts von der Elektrizität; denn dann würde jede elektrische Energie abfließen; eine elektrische Ladung ansammeln zu wollen, würde dann ebenso

aussichtslos sein wie mit einem Sieb Wasser zu schöpfen.

Zu den Leitern des elektrischen Stromes zählen vor allem die Metalle. Sie leiten den Strom von allen Stoffen weitaus am besten und werden durch den elektrischen Strom chemisch nicht verändert. Aber es gibt unter ihnen noch beträchtliche Unterschiede. Während das unter den reinen Metallen am schlechtesten leitende Metall, das Wismut, nur eine Leitfähigkeit von 0,8 besitzt, hat das am besten leitende, das Silber, eine solche von 63, also das achtzigfache. Als glücklichen Zufall dürfen wir es ansehen, daß wir im Kupfer mit der Leitfähigkeit 58 ein so gut leitendes und dabei nicht allzu seltenes Metall haben. Wie behindert wäre die Elektrotechnik, wenn es zum Beispiel kein besser leitendes Metall als Eisen mit der Leitfähigkeit 10 gäbe. Welche Möglichkeiten müß-