

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 111/112 (1938)
Heft: 13

Artikel: Das Uebermikroskop
Autor: Siemens Elektrizitätserzeugnisse AG
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-49920>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 22.01.2026

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

Das Uebermikroskop

Nach Mitteilungen der Siemens Elektrizitätserzeugnisse A.G., Zürich

Das elektronenoptische Uebermikroskop stellt mit seiner Vergrösserungsleistung eine Ergänzung des Lichtmikroskops weit über dessen physikalische Vergrösserungsgrenze hinaus dar. Bei aller Ähnlichkeit im Aufbau haben die beiden Mikroskoptypen eine verschiedene physikalisch-technische Grundlage. Das Uebermikroskop arbeitet weder mit sichtbarem, noch mit ultraviolettem Licht, sondern mit Elektronen, also Materiestrahlen, denen aber nach der Broglie eine, der Elektronengeschwindigkeit umgekehrt proportionale Wellenlänge zugeschrieben werden kann. Diese ist bei den im Vakuum mit Hochspannung erzielbaren Geschwindigkeiten noch bedeutend kleiner als jene des im Ultraviolet-Mikroskop verwendeten unsichtbaren Lichts. Damit wird eine Abbildung auch jener kleinsten Stoffteilchen und winzigsten Lebewesen möglich, deren Abmessungen unter die Grössenordnung der Lichtwellenlängen fallen. Die Elektronenstrahlen breiten sich im Vakuum geradlinig aus, lassen sich wie Lichtstrahlen bündeln oder zerstreuen, allerdings nicht durch Glaslinsen, sondern durch rotationssymmetrische elektrische oder magnetische Felder. Da sie einen Schirm mit Fluoreszenzstoffen zum Leuchten bringen oder auch eine photographische Platte schwärzen, kann man auch ein Elektronenbild dem Auge sichtbar machen.

Mittels Spannungen von 60 000 bis 80 000 V erzeugt das Siemens-Uebermikroskop Elektronenstrahlen, deren Wellenlänge bis herab zu 10^{-6} mm = 10^{-3} μ geht. Als Strahlenoptik benutzt es stromdurchflossene Spulen, siehe Abb. 1¹⁾. Das zur Spulenaxe rotationssymmetrische magnetische Feld einer solchen Spule wirkt als Sammellinse: Die Elektronenbahnen werden in ihm zu Spiralen umgebogen, die, von einem Punkt ausgehend, sich wieder in einem Punkt vereinigen, Abb. 2²⁾. Die Forderung kleiner Brennweite, d. h. eines starken Magnetfeldes, hat zu der hochstromigen, eisengekapselten «Polschuhschraube» geführt, Abb. 1 rechts.

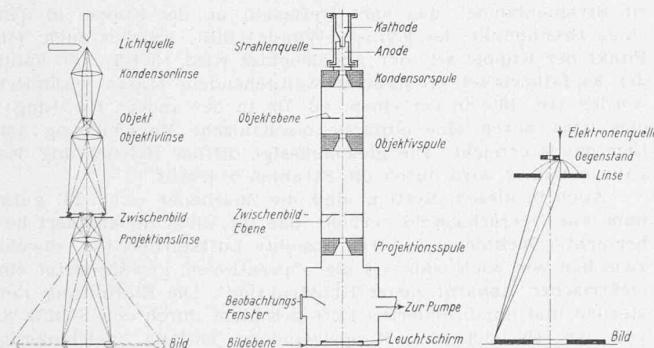


Abbildung 1

Abbildung 3

In Abb. 3 ist die erste Abbildungsstufe schematisch dargestellt. Der Gegenstand, z. B. eine Bakterienkultur, weist an verschiedenen Stellen verschiedene Massendichte auf. Die Elektronen durchdringen zwar sowohl die dickeren wie die dünneren Stellen, werden aber von jenen stärker zerstreut als von diesen. Daher gelangt von den Elektronen, die von stark streuenden, dicken Stellen ausgehen, nur ein kleiner Teil durch die feine Blende zum Bildpunkt, der infolgedessen dunkel erscheint. Die Bildpunkte dünner, wenig streuender Stellen werden dagegen hell. Wir erhalten also ein vergrössertes Schattenbild der Massenverteilung. Von der genauen Berechnung und dem präzisen Aufbau der Elektronenoptik, von der peinlichen Konstanz der Spulenströme und der Anodenspannung hängt die praktisch erreichbare Vergrösserungsleistung des Uebermikroskops ab: Es gilt in der Tat nicht nur, mechanische Erschütterungen zu vermeiden — eine Verschiebung des Gegenstands während der Aufnahme von $1/1000$ mm verwackelt das Bild — und parasitäre Magnetfelder abzuschirmen — ein schwingendes Feld, dessen Amplitude einen Bruchteil des Erdfeldes beträgt, genügt, um die Konturen zu verwischen —, sondern außerdem, die vom Spulenstrom und der Erzeugungsspannung der Elektronen abhängige Brennweite der magnetischen Linsen konstant zu halten, d. h. aber, die Schwankungen einer Spannung von z. B. 100 000 V unter ± 10 V herabzudrücken!

¹⁾ Aus E. Ruska: «Elektronenmikroskop und Uebermikroskop» in «Beiträge zur Elektronenoptik», herausgegeben von H. Busch und E. Brüche, J. A. Barth, Leipzig, 1937.

²⁾ Aus E. Brüche und O. Scherzer: Geometrische Elektronenoptik, Julius Springer, Berlin, 1934.

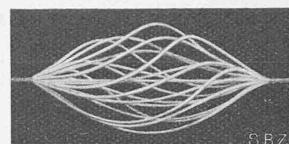


Abbildung 2. Elektronenbahnen

Auch beim Uebermikroskop war ein weiter Weg vom Erfindungsgedanken bis zum fertigen Gerät zu gehen. Die grundlegenden Patente auf das magnet. Elektronenmikroskop nahmen die Erfinder Bodo von Borries und Ernst Ruska bereits 1932. Die erste Versuchsausführung bauten M. Knoll und E. Ruska im Hochspannungsinstitut der Techn. Hochschule Berlin.³⁾ Sodann konnten die Erfinder ihre Entwicklungsarbeiten bei Siemens & Halske erfolgreich fortsetzen. Neben der Elektronenoptik waren noch vielerlei andere Schwierigkeiten zu überwinden. Die Elektronenstrahlen müssen, um ihre ungeheure Geschwindigkeit und damit ihre kurze Wellenlänge beizubehalten, im Vakuum (10^{-8} at) verlaufen. In dieses müssen sowohl die zu untersuchenden Objekte mit Objekttsch, als auch der Leuchtschirm und die photographische Platte hineingebracht werden. Bei dem von Siemens & Halske entwickelten neuen Versuchsgerät (Abb. 4) dauert das Einschleusen des Objekts in das Vakuum nur eine, das Einbringen der Plattenkassette (Abb. 5) 2 Minuten.

Während das in rund 300-jähriger Entwicklungszeit zu höchster Vollkommenheit gebrachte Lichtmikroskop höchstens rd. 2000 fache Vergrösserungen zulässt, vermag man mit dem Uebermikroskop gegenwärtig etwa 30 000 fach zu vergrössern. Dabei sind die erzielten Bilder so scharf — als Folge des äusserst genauen und stabilen elektrischen Aufbaues —, dass man sie noch 3 mal optisch nachvergrössern kann. Man kommt damit also auf etwa hunderttausendfache lineare Gesamtvergrösserung. Während man mit dem lichtoptischen Mikroskop bestenfalls Körper bis herab zu einer Grösse von etwa $160 \cdot 10^{-6}$ mm = $0,16 \mu$ bei einer grösstmöglichen 2000 fachen Vergrösserung sichtbar machen kann, die dann etwa 0,3 mm gross zu sein scheinen und damit dem Auge gerade noch gut erkennbar sind, vermag man mit dem Uebermikroskop noch Körper sichtbar zu machen, die 15 mal so winzig sind. In diesen bisher unsichtbaren Grössenbereichen scheint sich aber noch ein wesentlicher Teil des organischen Lebens abzuspielen; hier sind noch zahlreiche sog. ultraviolette Viren zu entdecken: jene winzigsten Krankheitserreger, denen die Masern, Pocken, Grippe, Maul- und Klauenseuche und viele andere Krankheiten bei Menschen und Tieren zugeschrieben werden.

Ausser in der Medizin und Biologie findet das Uebermikroskop auch weite Anwendungsgebiete in der organischen und anorganischen Chemie. In der Kolloidchemie geben übermikroskopische Aufnahmen Aufschluss über Fragen des Aufbaus und der Wechselwirkungen kleinsten Stoffteilchen, in der Farbenchemie ermöglichen sie wahrscheinlich Schlüsse auf das physikalische Verhalten (Haftfähigkeit, Deckkraft) der Farben; auch in der Stautechnik, ferner in der Technik der Steine und Erden u. a. m. vermag das Uebermikroskop wissenschaftliche Erkenntnisse zu vermitteln. Abb. 6 zeigt z. B. die verschiedenen Bestandteile einer Probe von Magerton: die schwarzen, meist etwas grösseren Körper sind runde Quarzkörner, d. h. also Sand, die lichtern kleineren Teile sind plättchenförmige Gebilde der eigentlichen Tonsubstanz, die für die Plastizität des Tons massgebend sind. Die mit dem Uebermikroskop gewonnene Aufnahme erlaubt, über die Eigenschaften des Tons wesentlich genauere Aussagen zu machen, als dies mit dem Lichtmikroskop möglich wäre.

Die Entwicklung des Uebermikroskops ist heute noch längst nicht abgeschlossen. Die Vergrösserungsleistung wird sich mit weiteren Fortschritten in der Herstellung elektronenoptischer Linsen und der wichtigen Stabilisierung der Spannungen und Ströme am Uebermikroskop noch steigern lassen. Vom reinen Forschungsinstrumente wird das Gerät auch zu einem Gebrauchsgerät für den Praktiker werden, den Arzt im Krankenhaus, den Werkstoffprüfer in der Industrie.

³⁾ Gleichzeitig entwickelte E. Brüche mit seinen Mitarbeitern im AEG-Forschungsinstitut ein Elektronenmikroskop mit elektrostatischen Linsen. Red.

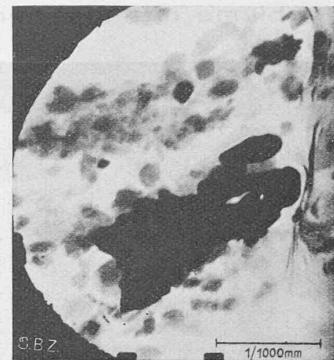


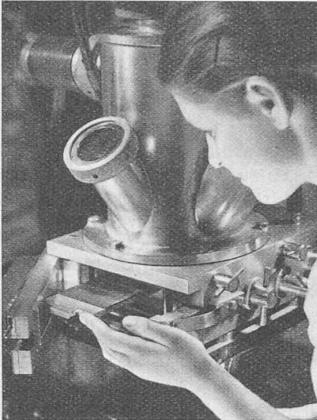
Abbildung 6. Magerton in 15000-facher elektronen-optischer Vergrösserung

1/1000 mm



Abb. 4 (links). Elektronen-Uebermikroskop von Siemens

Abb. 5 (unten). Einschleusen einer photographischen Platte



Standesbewusstsein der Ingenieure?

Zu Gottfried Kellers Zeiten standen die Taten der Stadt Seldwyla zur Diskussion. Heute, wo das Regieren so schwer geworden ist, braucht man sich nicht zu wundern, wenn auch der Kantonsregierung von Seldwyla dann und wann ein Missgeschick passiert. Wir wollen das den Seldwyler nicht verargen, weil wir wissen, dass Irren menschlich ist, aber einfach beschweigen dürfen wir den Fall auch nicht — im Gegenteil, er soll auch in unsren Fachkreisen besprochen werden, denn wir müssen versuchen, für die Zukunft aus ihm eine Nutzanwendung zu ziehen.

Item, in der Regierung von Seldwyla wurde ein Mann überzählig, weil aus politischen Gründen ein neuer an die Reihe kam — eine Konstellation, mit der jeder Politiker rechnen muss, wenn er sich auf diese verantwortungsvolle Laufbahn begibt. Es ist ja daran auch nichts auffälliges, dass ein Diener der Oeffentlichkeit eben sein Amt quittiert, wenn man seiner aus irgend einem Grund nicht mehr bedarf. Doch in diesem Falle ging es anders zu. Obwohl der Lebensunterhalt des Ueberzähligen gesichert ist, scheint es nötig gewesen zu sein, ihm seinen Verzicht durch eine Kompensation zu erleichtern. Und wo ein Wille, da ist auch ein Weg. Die Seldwyler hatten gerade vor, eine grosse Strasse zu bauen. Nun war zwar unser Mann seines Zeichens nicht Baumeister, aber wenigstens Architekt. Also frisch ans Werk: er erhält den Auftrag, die «Direktion» dieses Strassenbaues zu übernehmen. Bauen ist Bauen, wird man sich gesagt haben¹⁾, und machte mit dem Architekten einen Vertrag, dem das Honorar für Ingenieurarbeiten lt. Tarif des S.I.A. zu Grunde liegt.

Dieses dem Architekten bewilligte Pauschal-Honorar brachte die Mitbürger auf die Beine: sie interpolierten ihre Regierung, und jene unserer Leser, die noch nicht gemerkt haben, dass diese Geschichte von der bernischen *Sustenstrasse* handelt, seien verwiesen auf die Morgenausgabe des «Bund» vom 15. September (Nr. 430), wo anhand genauer Zahlen über die betreffende Grossratsitzung berichtet wird. Hier möchten wir aber von der Honarfrage und dem eigenartigen Novum der Besetzungsweise eines solchen Bauleiterpostens durch eine Kant. Baudirektion ganz absehen und annehmen, dass Kollege Dr. Bösiger von dem ihm bewilligten recht ansehnlichen Honorar²⁾ guten Gebrauch mache. Auch darüber, ob eine Dreier-Kommission, in der zwei bisherige Untergebene des Bauleiters sitzen, die geeignete Oberinstanz darstelle, darf man — ohne den betr. Kollegen zu nahe zu treten — grundsätzlich Zweifel hegen. Doch soll uns nur eine Frage beschäftigen: Wieso ist es überhaupt möglich, dass heute in der Schweiz ein Architekt mit einer ganz qualifizierten *Ingenieraufgabe* betraut werden kann, ohne dass aus der Oeffentlichkeit gegen solchen Widersinn energisch Einspruch erhoben wird? —

Es kann nur an uns Ingenieuren selber fehlen. Unser Standesbewusstsein hat noch nicht jene Durchschlagskraft, die ganz

automatisch die Berner Behörden vor einem solchen Missgriff hätte bewahren müssen. Vergleichen wir ernsthaft diesen Sustenfall mit einem medizinischen, juristischen, architektonischen: wäre es denkbar, dass z. B. das Zürcher Kongressgebäude unter der Oberleitung eines Ingenieurs ausgeführt würde, obwohl er dabei viel wichtiger ist, als der Architekt beim Strassenbau? Oder dass ein bewährter Chirurg Chefarzt einer medizinischen Klinik würde, blos weil er mit den Medizinern unter dem gleichen Dach gearbeitet hat? Ganz ähnlich liegt aber der Fall Bösiger. Wohl hat sich der gewesene Baudirektor die Vertrautheit mit der administrativen Durchführung mancher Strassenbaute aneignen können, aber zur *ingenieurtechnisch massgebenden Oberleitung* einer der grössten Alpenstrassen-Bauten steht denn doch ein Stab ganz anders qualifizierter, zuständiger Fachleute zur Verfügung. Und *deren* Dienste nicht zu benutzen, das ist der Fehler der Bernischen Regierung. Dass *hiegegen* sich in jener Grossrat-Sitzung kein Mann erhoben hat, darin erblicken wir den Mangel an Standesbewusstsein unter den Ingenieuren. Zum Standesbewusstsein gehört auch, und zwar in erster Linie, die Bereitschaft, die *Verantwortung* zu übernehmen für Aufgaben, zu deren Lösung wir kraft unserer Ausbildung berufen sind. Selbstverständlich gehören wir in erster Linie hinter unsren Arbeitstisch, bezw. auf unsere Baustelle, aber dann und wann kann es nötig werden, hervorzutreten und das rechte Wort am rechten Ort zu sagen, selber vor die Haustüre zu treten und nachzusehen, was es gibt, ebenfalls nach Gottfr. Keller. fcz

*

Das Thema «Sustenstrasse» bietet gerade Anlass, ein weiteres Unheil beim Namen zu nennen: Die Kantönlivirtschaft in Strassenfragen. Ja noch kleinlicher: die Wirtshaus-Politik. Man hat vernommen, dass die *Sustenstrasse in Wassen* höchst ungünstig zwischen zwei Häusern in die Gotthardstrasse einmünden soll, obwohl eine bessere, übersichtliche Führung möglich und billiger gewesen wäre. Aehnlich wurde in *Andermatt* eine nördliche Umfahrung des äusserst engen Dorfes vom Kantonsingenieur projektiert, leider umsonst. In beiden Fällen siegte — nach Besichtigung der Oertlichkeiten durch politisch geführte Kommissionen — die Rücksicht auf Wirtshäuser! Der beschämende Zank um die *Wallenseestrasse* ist noch nicht beigelegt. Kurz, es wimmelt von Unzulänglichkeiten in unserem Strassenbau. Wer wäre berufener als der eidg. *Oberbauinspektor*, hier aus fachlicher Kompetenz zum Rechten zu sehen? Darum müssen wir Ingenieure verlangen, dass seine Stellung so gefestigt wird, dass er auch tatsächliche Entscheidungsbefugnisse hat: der Bund zahlt, also soll er auch befehlen können. Dazu genügt natürlich — vor allem im demokratischen Staat — die *amtliche Kompetenz* nicht, sie muss untermauert sein von unbestreitbarer *beruflicher Tüchtigkeit*, die das Vertrauen der Sachverständigen erwirkt und rechtfertigt. Wichtiger als die amtliche Befugnis ist also der Mann, der das Amt ausübt. Die Stelle des eidgen. Oberbauinspektors soll demnächst ausgeschrieben werden. Glücklicherweise sind verschiedene bestqualifizierte Fachleute vorhanden, aus denen hoffentlich einer hervorgehen wird, der berufliches Können mit wachem Verantwortungsbewusstsein gegenüber der von Fall zu Fall technisch-wirtschaftlich besten Lösung vereinigt.

W. J.

MITTEILUNGEN

Neuere Stromlinien-Lokomotiven. Die französischen Staatsbahnen haben eine ihrer bekannten 2' C 1'-Schnellzuglokomotiven samt dem zugehörigen Tender stromlinienförmig verkleidet. Die Verkleidung bedeckt die Räder des Drehgestells bis zur Mittellinie, sowie die Aussenzyliner, lässt jedoch das Triebwerk frei. Der obere Teil umschliesst den Kessel mit allen seinen Aufbauten. Der Absatz zwischen der Kesselverkleidung und dem unteren Teil stellt eine Art von Umlaufblech dar und erleichtert Arbeiten am oberen Teil der Lokomotive. Die Rauchkammer ist durch zwei vordere Klappen, das vordere Ende der Zylinder mit den Stopfbüchsen durch Rolläden zugänglich. Nach sorgfältigen Versuchen hat sich für die Lokomotive mit Tender allein bei einer Geschwindigkeit von 120 km/h ein Leistungsgewinn von 120 PS, bei 150 km/h von 200 PS ergeben. Die Ersparnis an Kohle betrug 1,0 und 1,34 kg/Lokkm. Die Lokomotive ist inzwischen in den regelmässigen Dienst eingeteilt worden.

Fünf ähnliche Lokomotiven hat die London, Midland & Scottish Ry. in Dienst gestellt, die die beschleunigten Schnellzüge zwischen Euston und Glasgow befördern. Die 2' C 1'-Lokomotiven stellen eine Weiterentwicklung der früheren «Princess Royal» Klasse dar. Abgesehen von der neuen, stromlinienförmigen Verkleidung haben sie einen wesentlich leistungsfähigeren Kessel sowie Treibräder und Dampfzylinder von grösserem Durchmesser erhalten.

¹⁾ Ob vielleicht jene, denen diese Sache doch Bauchweh macht, sich sagen: «Arzt ist Arzt» und zu einem Veterinär laufen, um am eigenen Leibe eine Rosskur zu erproben?

²⁾ 6,1% von 11,7 Mill. Bausumme (ohne Landerwerb, aber einschliesslich rund 1,9 Mill. Fr. für Strassenbelag) ergibt als Ingenieur-Honorar Fr. 714 242.90. — Im S.I.A. wird die Nichtenwendbarkeit des Ingenieur-Tarifs auf grosse Strassenbauten — weil erfahrungsgemäss zu hoch — gegenwärtig diskutiert.