

**SONNENMIKROSKOPE
WINKELMESSER
DREHAPPARATE**

Für Prof. Dr. rer. nat. habil. Günter Hoppe

Ferdinand Damaschun

SONNENMIKROSKOPE WINKELMESSER DREHAPPARATE

Historische Instrumente aus dem Museum für Naturkunde Berlin

Fotografien von Hwa Ja Götz

REIMER



Impressum

Sonnenmikroskope · Winkelmesser · Drehapparate

Historische Instrumente aus dem Museum für Naturkunde Berlin

Umschlag/vorne: Zählmikroskop nach Hensen (Beschreibung im Buch); Hintergrund: Tafel aus den Veröffentlichungen der Valdivia-Expedition 1898/99

Umschlag/hinten: Reflexionsgoniometer vom Wollaston-Typ mit Degenschem Spiegel (Beschreibung im Buch); Hintergrund: Mineral-Etikett mit einer Kristallzeichnung von Martin Websky, ca. 1880

Lektorat: Ulrich Moritz

Gestaltung, Satz, Reinzeichnung: Thomas Schmid-Dankward

Fotografie: Hwa Ja Götz

Bildbearbeitung: Highlevel GmbH, Berlin

Koordination: Anita Hermannstädter

Papier: 135 g/m² LuxoArt Samt

Schrift: Trade Gothic Next LT Pro

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnd.d-nb.de> abrufbar.

© 2021 by Dietrich Reimer Verlag GmbH · Berlin

<http://www.reimer-verlag.de>

Herstellung: Westermann Druck Zwickau GmbH

Alle Rechte vorbehalten

Printed in Germany

ISBN 978-3-496-01670-0

Inhalt

Vorwort

Schätze der Wissenschaftsgeschichte 6

Einführung

Vom Sonnenmikroskop zum Computertomographen – Instrumente
in der wissenschaftlichen Arbeit am Museum für Naturkunde 8

Handwerkszeug der Wissenschaft – das Mikroskop 14

»Den Floh in der Grösse eines Elephanten darstellen« – Sonnenmikroskope 18

Von der kleinen Glaskugel zum achromatischen Triplet – einfache Mikroskope 22

Vergrößerung durch Multiplikation – zusammengesetzte Mikroskope 32

Großer Arbeitsabstand und Handauflagen – Präparationsmikroskope 54

Ein Mönch beschreibt das räumliche Sehen – Stereomikroskope 62

Schneiden, Quetschen, Sägen, Schleifen – Präparationstechniken für die Mikroskopie 72

Erkenntnisse mit Methoden der Physik und der Chemie – die Mineralogie 78

Einfach und doppelt – Polarisationsmikroskope und Drehapparate 80

Winkelkonstanz als Bestimmungsgröße – Goniometer 98

Mit Feuer und Flamme – Lötrohrbestecke und Spektralapparate 116

Dokumentieren in allen Dimensionen – Fotografie in der Wissenschaft 126

Anhänge

Bibliographie 144

Personenregister 146

Firmenregister 149

Bildnachweis 151

Danksagung 152

Schätze der Wissenschaftsgeschichte

Viele Jahrzehnte standen ausgemusterte wissenschaftliche Instrumente unbeachtet auf Böden und in Schränken des Museums für Naturkunde Berlin. Leider wurden einige zu Dekorationen in heimischen Schrankwänden umfunktioniert oder landeten gar im Altmetallhandel. Seit einigen Jahren werden diese Schätze der Wissenschaftsgeschichte unseres Hauses zentral gesammelt, erfasst und inventarisiert. Als ein neuer Besprechungsraum im Museum eingerichtet wurde, hatte ich die Idee, einen historischen Sammlungsschrank, der als Raumteiler gedacht war, mit einigen historischen Instrumenten zu bestücken. Bei der Vorstellung dieser kleinen wissenschaftshistorischen Präsentation im Jahre 2015 bat mich der Generaldirektor des Museums, Prof. Johannes Vogel, doch die Geschichte dieser Instrumente aufzuschreiben.

Ein halbes Jahr später ging ich in den Ruhestand und glaubte, es würde sich endlich Zeit dafür finden. Anfragen zu Beiträgen in Ausstellungskatalogen, Vorträge im In- und Ausland und nicht zuletzt Alexander von Humboldts 250. Geburtstag, aus dessen Anlass unter anderem ein Buch und eine Ausstellung entstanden, verzögerten die Umsetzung des Vorhabens. Letztlich trug die durch die Covid-19-Pandemie erzwungene Isolation dazu bei, mit dem Projekt entscheidend voranzukommen.

Ich danke vor allem Frau Julia Hansen (geb. Contzen). Sie hat Anfang des Jahrtausends im Rahmen ihres Museumskundestudiums an der damaligen Fachhochschule für Technik und Wirtschaft (FHTW) in Berlin begonnen, den Bestand an historischen Instrumenten zu erfassen und zu inventarisieren. Neben einer gut nutzbaren Datenbank hat sie eine große Zahl von Sonderdrucken, Firmenkatalogen und Antworten auf Anfragen an Museen und bei Sammlern zusammengetragen. Sie halfen dabei, die Entstehungs- und Nutzungsgeschichte für viele Geräte nachzuvollziehen.

Die großzügigen Regelungen des Museums erlaubten mir als ehrenamtlichem Mitarbeiter, alle Möglichkeiten der Infrastruktur des Museums zu nutzen. Die Mitarbeiterinnen der Historischen Arbeitsstelle des Museums haben mich stets dabei unterstützt – dafür danke ich.

Ich danke Herrn Prof. Johannes Vogel, PhD, für die Anregung zu diesem Buch, Herrn Stephan Junker und der Leitung des Museums für die großzügige Finanzierung der Drucklegung. ■



MUSEUM FÖR NATURKUNDE

TICKETS TICKETS

APA

STILMANN

Vom Sonnenmikroskop zum Computertomographen – Instrumente in der wissenschaftlichen Arbeit am Museum für Naturkunde



Gustav Tornier. Das Foto zeigt den Zoologen in der »Traditionsecke« der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin im Museum für Naturkunde, wohl 1923. Tornier leitete ab 1895 die herpetologischen Sammlung (Amphibien und Reptilien) des Museums. 1902 wurde er Professor für Zoologie an der Berliner Universität. Auf dem Tisch stehen zwei Mikroskope aus dem Besitz der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin; das größere (links) ist verschollen, bei dem kleineren handelt es sich um das im Buch beschriebene Sonnenmikroskop von Johann Gottlieb Stegmann aus dem 18. Jahrhundert.

Seit ihrer Gründung 1810 war die Berliner Universität der zentrale Ort für wissenschaftliche Forschung und Lehre in Berlin; naturhistorische Sammlungen waren integraler Bestandteil der Universität. Die auch heute noch gültige Auffassung, dass die Sammlungen in erster Linie Forschungsinfrastrukturen und damit Bildungs- und Forschungszielen untergeordnet sind, bestimmte von Anfang an den Zweck dieser Integration. Großzügige Förderung in den Anfangsjahren ließen sie schnell zu den bedeutendsten Sammlungen in Deutschland werden. Dementsprechend wurden sie zum Anziehungspunkt und zur Wirkungsstätte für viele der wichtigsten Zoologen und Geowissenschaftler² der Zeit. Heute sind die naturwissenschaftlichen Sammlungen der Universität unter dem Namen Museum für Naturkunde – Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung ein integriertes Forschungsmuseum der Leibniz-Gemeinschaft. Es gehört zu den weltweit bedeutendsten Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet der biologischen und geowissenschaftlichen Evolution und Biodiversität.¹

Doch bereits vor der Gründung der Universität existierten in Berlin Wissenschaftseinrichtungen zur Ausbildung von Ärzten, Tierärzten und Bergbaubeamten. Diese Einrichtungen waren ebenso wie die 1700 gegründete zunächst Kurfürstlich Brandenburgische, später Königlich Preussische Sozietät der Wissenschaften und die im Schloss befindliche Kunstkammer mit Sammlungen verknüpft, die den Grundstock für die naturhistorischen Sammlungen der Berliner Universität bildeten. Neben institutionellen existierten in Berlin umfangreiche private Sammlungen mit naturhistorischen Objekten. Hervorzuheben ist die Mineraliensammlung von Martin Heinrich Klaproth und die Fische Sammlung von Marcus Élieser Bloch. Der Apotheker und spätere erste Professor für Chemie an der Berliner Universität Klaproth entdeckte unter anderem das Uran und der jüdische Arzt Bloch war einer der führenden Vertreter der Ichthyologie im 18. Jahrhundert. Beide Sammlungen befinden sich heute im Museum.

Zum Treff- und Austauschort für naturwissenschaftlich Forschende und Interessierte wurde die am 9. Juli 1773 gegründete Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin. Die meisten von ihnen besaßen umfangreiche Sammlungen, so von Hölzern, Mineralien, Fischen, Vögeln, Versteinerungen sowie Mollusken, und reichhaltige Privatbibliotheken. Einige waren hoch angesehene Spezialisten. Auf ihren Treffen berichteten sie über neueste wissenschaftliche Ergebnisse und führten Objekte aus ihren Sammlungen vor. Wie die Sitzungsprotokolle der Gesellschaft zeigen, nutzten sie dazu eine Reihe von Instrumenten wie z. B. verschiedene Typen von Mikroskopen und Sonnenmikroskope zur Projektion für ein großes Publikum. Mit der Abgabe der Sammlungen der Gesellschaft an die Universität wurden auch deren Instrumente übergeben. Zu Ihnen gehören die im Buch beschriebenen Sonnenmikroskope und das Hofmansche Mikroskop.

¹ Der geschichtliche Abriss folgt im Wesentlichen folgenden Veröffentlichungen: Damaschun et al 2000 und Damaschun & Landsberg 2010. Zu den einzelnen Instrumenten siehe die Artikel in diesem Buch.

² Die ersten Wissenschaftlerinnen traten erst nach dem Zweiten Weltkrieg ins Museum ein.

1810 wurden alle in Berlin vorhandenen naturhistorischen Sammlungen unter dem Dach der Universität vereint und zu einem großen Teil Schritt für Schritt im Hauptgebäude der Universität in der Straße Unter den Linden untergebracht. Im Sommersemester 1814 konnten dann zunächst die Räume des Zoologischen Museums den Studierenden und dem öffentlichen Publikum geöffnet werden. Das Mineralienkabinett wurde im Mai desselben Jahres umbenannt in Mineralogisches Museum der Universität zu Berlin und ebenfalls im Universitätsgebäude unter der Aufsicht von Christian Samuel Weiss im September aufgestellt. Noch bevor das Zoologische Museum seine Arbeit aufnehmen konnte, starb deren erster Direktor Johann Karl Wilhelm Illiger. Illiger arbeitete zunächst entomologisch; in den 90er Jahren des 18. Jahrhunderts beschrieb er sehr detailliert zahlreiche Käferarten (Illiger 1794). Viele von ihnen maßen kaum eine Linie, d. h. sie waren kleiner als zwei Millimeter. Ihre Untersuchung dürfte ohne optische Hilfsmittel kaum möglich gewesen sein. Ein direkt Illiger zuzuordnendes Mikroskop ist nicht nachweisbar.

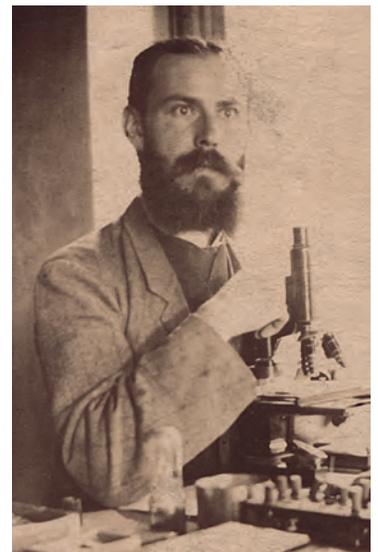
Neben den Instrumenten der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin ist das älteste exakt datierbare Mikroskop ein einfaches Mikroskop von Christian Friedrich Belthle aus dem Jahre 1854; ein etwas jüngeres zusammengesetztes Mikroskop stammt aus dem Jahre 1859 und wurde in der gleichen Werkstatt gebaut. Aus der Werkstatt von Christian Friedrich Belthle in Wetzlar ging später die Firma Ernst Leitz hervor, bis heute einer der Weltmarktführer im Bau von Mikroskopen. Eine Reihe von sogenannten Trommelmikroskopen aus der Sammlung des Museums stammt wahrscheinlich aus derselben Zeit, sie sind aber leider nicht genau datierbar.

Als das Mineralogische Museum 1814 im Rahmen der Universität seine Tätigkeit aufnahm, umfasste der Begriff Mineralogie auch die heutigen Fächer Geologie und Paläontologie. Zu einer institutionellen Trennung dieser Fächer kam es erst 1889 mit dem Einzug der Sammlungen in das Haus in der Invalidenstraße. Forschungen auf dem Gebiet der Mineralogie im heutigen Sinne wurden aber nicht nur im Mineralogischen Museum, sondern auch an den Lehrstühlen für Chemie der Universität betrieben. Klaproth brachte als erster Professor für Chemie an der Universität eine reichhaltige Erfahrung in der Mineralanalytik mit. Auch seine Nachfolger Eilhard Mitscherlich und Heinrich Rose waren erfolgreiche Analytiker. Sie wurden ebenso wie der Bruder von Heinrich Rose, Gustav Rose, bei dem berühmten Chemiker Jöns Jakob Berzelius in Stockholm ausgebildet. Von dort brachten sie die neusten chemischen Methoden wie die Lötrohrprobierkunde nach Berlin mit. Schon vor seinem Aufenthalt in Stockholm hatte Mitscherlich mit der Unterstützung von Gustav Rose entdeckt, dass chemisch gleich zusammengesetzte Substanzen verschiedene Kristallformen (Polymorphie) und chemisch sehr ähnliche Substanzen die gleiche Kristallform (Isomorphie) bilden können. Dazu nutzte er das 1809 von William Hyde Wollaston erfundene Reflexionsgoniometer und verbesserte es durch Hinzufügen eines Beobachtungsfernrohres. Wie die Arbeiten von Gustav Rose zeigen, beherrschte er sowohl den Umgang mit dem Lötrohr als auch den mit dem



Christian Gottfried Ehrenberg, Heliogravüre nach einem Gemälde von Eduard Radke aus dem Jahre 1857. Der Zoologe, Mikrobiologe und Ökologe Ehrenberg öffnete mit seinen mikroskopischen Untersuchungen ab Ende der 20er Jahre des 18. Jahrhunderts die Welt der mikroskopisch kleinen Lebewesen.

Dieses Porträt gehört zur Gelehrten-Galerie der Ritter des Ordens Pour le Mérite. Auf dem Bild ist das von ihm genutzte Mikroskop von Pistor & Schiek zu sehen. Es wurde um 1832 gebaut.



Carl Apstein. Als Teilnehmer an der Valdivia-Expedition 1898/99 befasste sich Apstein mit den Salpen, auch die Untersuchung von Plankton gehörte zu seinem Spezialgebiet. Dafür nutzte er ein spezielles, von Victor Hensen konstruiertes Zählmikroskop. Das Foto zeigt ihn an einem solchen Mikroskop. Das Instrument wird im Buch vorgestellt.



Alfred Keller war Modellbauer im Museum. Er fertigte u. a. ein Regenwurmmodell. Zu den Vorarbeiten gehörte das genaue Studium der Anatomie. Das Foto zeigt, wie Keller dafür ein Mikroskop von Seibert nutzt. Daneben steht ein Präparationsmikroskop. Es gleicht dem im Buch beschriebenen einfachen Mikroskop von Leitz; der ebenfalls im Buch vorgestellte Zeichenspiegel als Zusatz ist hier ebenso abgenommen wie der Beleuchtungsspiegel. Auch die Mappen für die Präparate sind im Buch beschrieben.



Paul Ramdohr bei der Vorbereitung einer Anschliffuntersuchung. Ramdohr leitete das Mineralogische Institut und Museum der Berliner Universität zwischen 1934 und 1950. Er gilt neben Hans Schneiderhöhn als Vater der Erzmikroskopie. Das Bild zeigt ihn im Alter von etwa 80 Jahren in Heidelberg an einem Auflichtmikroskop mit einer fotografischen Einrichtung. Wahrscheinlich handelt es sich um ein an seine Bedürfnisse angepasstes Metallux ND von Leitz.

Goniometer. Genaue quantitative chemische Analysen führten für ihn sein Bruder Heinrich und dessen Schüler aus.

Unter den Nachfolgern von Gustav Rose (Martin Websky, Carl Klein, Theodor Liebisch und Arrien Johnsen) standen kristallographische und kristallphysikalische Analysen im Mittelpunkt der Forschung. Es begann eine intensive Zusammenarbeit mit Herstellern von kristallographischen Messgeräten. Websky führte bei Goniometern den nach ihm benannten Websky-Spalt ein, und Klein erfand eine Reihe von Mikroskop-Zusatzgeräten zur Messung der optischen Eigenschaften von Kristallen, die vor allem von der Firma von Rudolf Fuess in Berlin-Steglitz gebaut und vertrieben wurden. Erhalten geblieben ist ein kleiner Drehapparat für Edelsteine mit zwei Küvetten als Zusatzgerät für ein Mikroskop. Nicht erhalten sind die von Liebisch erdachten Zusatzeinrichtungen zu Goniometern und Spektrometern, die ebenfalls bei Fuess gebaut wurden. Das erste, 1911 von dem leitenden Mitarbeiter von Fuess, Carl August Leiss, nach einer Idee des portugiesischen Mineralogen Vicente de Souza Brandão entwickelte Theodolith-Mikroskop erwarb Liebisch für sein Institut. Das im Museum erhaltene Instrument nahezu gleicher Bauart stammt ungefähr aus dem Jahre 1925. Die Methode der röntgenographischen Untersuchung von Mineralen hielt mit Arrien Johnsen 1921 Einzug in das Museum. Johnsen war hier besonders an der Pulverdiffraktometrie, einer Methode zur Untersuchung von Kristallpulvern, interessiert. Heute ist sie in Form der Röntgenographischen Phasenanalyse eine Standardmethode der Mineralogie. Die Einführung der Polarisationsmikroskopie in die Mineralogie und Petrographie erweiterte das Spektrum der Untersuchungsmöglichkeiten ganz wesentlich. Bereits Rose nutzte die Polarisationsmikroskope zur Untersuchung von Meteoriten; die dazu genutzten Dünnschliffe sind in der Sammlung des Museums erhalten.

Von den Fortschritten der Mikroskoptechnik profitierten auch Zoologen und Paläontologen. Die Vielzahl der erhaltenen, sehr einfachen Präparationsmikroskope spricht dafür, dass diese Geräte vielfach im Museum genutzt wurden. Durch die Entwicklung der Stereomikroskope erreichten auch diese Instrumente eine neue Qualitätsstufe. Das erste für Präparationsarbeiten geeignete Mikroskop dieser Art wurde von dem zu dieser Zeit in Rostock wirkenden Franz Eilhard Schulze erdacht. 1884 gründete er an der Berliner Universität das von dem Zoologischen Museum unabhängige Zoologische Institut. Ein von Ernst Leitz in Wetzlar nach der Idee von Schulze gebautes und unter dem Namen »Binoculare Präparierlupe« vertriebenes Mikroskop ist erhalten geblieben. Später setzte sich allerdings die zuerst von Carl Zeiss Jena und später auch von fast allen Mikroskopherstellern gebauten Stereomikroskope vom Greenough-Typ durch. Stereomikroskope sind bis heute die am häufigsten im Museum verwendeten Instrumente und stehen nahezu auf jedem Arbeitsplatz.

Ab der Mitte des 19. Jahrhunderts verbesserten sich auch die zusammengesetzten Mikroskope durch immer neue Innovationen. Die Konstruktion farbkorrigierter (achromatischer) Objektive und die Entwicklung der Immersionsmethode – d. h., anstatt Luft wurde Wasser oder Öl zwischen Objekt und Objektiv gebracht – steigerte die Auflösung der Instrumente. Der Sammlung fehlt allerdings ein zusammengesetztes Mikroskop mit solch einer hochwertigen, farbkorrigierten Optik aus der Mitte des 19. Jahrhunderts. Das ist besonders schade, da das Museum die Sammlung von Präparaten und Zeichnungen von Christian Gottfried Ehrenberg zu seinen Schätzen zählt. Ehrenberg war seit 1827 Professor für Medizin an der Universität und begleitete 1829 gemeinsam mit Gustav Rose Alexander von Humboldt auf dessen Russlandreise. Mit seinen mikroskopischen Arbeiten eröffnete er den Blick in die Welt der Infusorien. Er nutzte zunächst ein Mikroskop der Pariser Firma Chevalier, später dann ein Mikroskop der Berliner Firma Pistor und Schiek.³ In einer Arbeit von 1832 lobt er sie im Vergleich mit anderen Instrumenten zunächst für deren Qualität und sieht sich durch deren Preis-Leistungs-Verhältnis zu folgenden Worten veranlasst: »Endlich ist es durch seine Einfachheit in einem sehr mässigen Preise; mithin nicht bloss unthätigen Reichen, und ängstlichen und beengten Directoren öffentlicher Anstalten, sondern thätigen Naturforschern zugänglich« (Ehrenberg 1832, S. 190). Die ältesten zusammengesetzten Mikroskope in der Sammlung des Museums, die mit gerechneten und nicht mit durch Probieren und Erfahrung gefundenen, also »geprübelten« Optiken ausgerüstet sind, stammen aus den Jahren 1888 und 1892. Sie wurden von Carl Zeiss in Jena oder Ernst Leitz in Wetzlar gefertigt. Mit diesen Mikroskopen war es möglich, für die Taxonomie wichtige Merkmale genauer und sehr kleine Organismen überhaupt zu untersuchen.

Trotz einiger Verbesserungen in der Handhabbarkeit und bei den Optiken sowie der Einführung neuer bildgebender Verfahren bei den Mikroskopen änderte sich bezüglich der Untersuchungsmethodik bis in die 1980er Jahre recht wenig. Erst mit dem Einzug elektronisch gestützter Messmethoden erhielt die Forschung des Museums ab den 90er Jahren einen wesentlichen Innovationsschub.



Hans-Eckhard Gruner bei Untersuchungen während der Kubaexpedition des Museums 1967. Gruner nutzt das Standard-Stereomikroskop SM XX von Carl Zeiss Jena.



Elke Wäsch am Rastermikroskop. Rasterelektronenmikroskope haben die Darstellung kleinster Strukturen revolutioniert.



Ursula Göllner-Scheidig war eine bedeutende Entomologin, die sich in ihrer wissenschaftlichen Tätigkeit hauptsächlich mit Wanzen beschäftigte. Auch sie nutzte für ihre Arbeit ein Stereomikroskop SM XX vom Abbe-Typ.

³ In der Ehrenbergsammlung des Museums Barockschloss Delitzsch werden drei Mikroskope von Ehrenberg aufbewahrt. Alle drei Instrumente wurden dem Museum von Nachfahren Ehrenbergs übergeben. Sein Pistor und Schiek ist allerdings nicht dabei.



Mathias Schannor und Lutz Hecht an der Mikrosonde. Zu den modernsten analytischen Geräten im Museum gehören Mikrosonden. Mit diesen Geräten kann man kleinste Teile chemisch analysieren.



Das Museum betreibt seit vielen Jahren ein Mikroskopierzentrum. Hier können Besucher aller Altersgruppen an modernen Kursmikroskopen in die Welt des Mikrokosmos vordringen.

ABBILDUNG: ▶

Alexander von Humboldt und Aimé Bonpland in der Urwaldhütte, Gemälde von Eduard Ender 1856. (Ausschnitt)

Auf den Tisch voller Manuskripte, gesammelter Pflanzen und Instrumente ist unter anderem ein Nürnberger Mikroskop zu sehen. Humboldt hat nicht dieses Instrument, sondern ein sogenanntes Hofmannsches Mikroskop auf der amerikanischen Reise mitgeführt. Beide Instrumente werden im Buch vorgestellt.

⁴ <https://www.museumfuernaturkunde.berlin/>, aufgerufen am 07.04.2020.

LITERATUR:

Damaschun et al. 2000; Damaschun & Landsberg 2010; Ehrenberg 1832; Illiger 1794

Heute verfügt das Museum über umfangreich ausgestattete Labore, die Forschungen auf höchstem internationalen Niveau ermöglichen. Auf der Internetseite des Museums werden die wichtigsten Labore genauer beschrieben. Im Einzelnen werden u. a. folgende Labore betrieben:⁴

- 3D-Labor
- Bioakustisches Labor
- Geochemischer und mikroanalytischer Laborkomplex
- Hochleistungsrechner
- Integriertes Zoologisches Forschungslabor
- Isotopenlabor
- Molekulargenetisches Labor
- Paläontologische Präparationslabore
- Sammlungspflege-Labore
- Mikro-Computertomographie-Labor

Auf den folgenden Seiten sind vor allem historische Instrumente beschrieben. Sie stellen eine Auswahl aus dem Gesamtbestand dar. Eine exakte zeitliche Grenze, ab der etwas als ›historisch‹ bezeichnet werden kann, kann man nicht ziehen; mal liegt sie in den 20er Jahren, mal aber auch in den 50er oder 60er Jahren des 19. Jahrhunderts.

Das Museum für Naturkunde ist weder ein technisches noch ein wissenschaftshistorisches Museum. Alle vorgestellten und beschriebenen Geräte dienen der wissenschaftlichen Untersuchung biologischer, geologischer und mineralogischer Objekte und stammen aus dem Besitz des Museums. Die Instrumente zeigen Spuren ihres Gebrauchs und sind absichtlich nicht restauriert. Den Wert und die Gültigkeit wissenschaftlicher Ergebnisse kann man immer nur beurteilen, wenn man die Methode, mit der sie gewonnen wurden, in das Urteil mit einbezieht. Dafür ist die Kenntnis der Untersuchungsinstrumente und deren Möglichkeiten unabdingbar. Insofern ist die Zusammenstellung in diesem Buch mehr als nur die Vorstellung ›schöner, alter Messinggeräte‹. ■



Handwerkszeug der Wissenschaft – das Mikroskop

Mikroskope sind zweifellos die am häufigsten benutzten Instrumente zur Untersuchung naturhistorischer Sammlungsobjekte. Viele Bestimmungen, Untersuchungen von Details und das Erkennen von Strukturen sind ohne optische Hilfsmittel nicht möglich. Es existieren sogar Organismengruppen oder Bestandteile von geowissenschaftlichen Objekten, die so klein sind, dass sie nur im Mikroskop sichtbar gemacht werden können.

Bereits im Altertum nutzte man mit Wasser gefüllte gläserne Schalen, um damit Gegenstände vergrößert zu betrachten. Im späten 16. und frühen 17. Jahrhundert tauchten die ersten Mikroskope auf. Die älteste überlieferte Abbildung, die mit einem Mikroskop angefertigt wurde, stammt aus dem Jahre 1630 und zeigt Details einer Biene.

Trotz vieler Verbesserungen in den nächsten mehr als 200 Jahren bestand die Herstellung guter Mikroskope aus einer Kunst des Probierens (»Pröbelns«) und folgte nicht Arbeitsanweisungen auf der Grundlage optischer Berechnungen. Viele Werkstätten kopierten einfach erfolgreiche Modelle anderer Werkstätten.

1846 eröffnete Carl Zeiss seine Werkstatt in Jena. Ein wesentlicher Verdienst von Zeiss und seinen Mitstreitern, dem Physiker Ernst Abbe und dem Glasproduzenten Otto Schott, war die konsequente Umsetzung berechneter Optiken. Damit schufen sie die ersten modernen Mikroskope, die auch heute noch durch ihre optische Qualität beeindrucken. Viele Produzenten folgten ihrem Beispiel. Man unterscheidet bei Lichtmikroskopen zwei Bauarten.

Einfache Mikroskope: Sie bestehen nur aus einer Linse oder einem Linsensystem. Lupen – gleichviel, ob sie nur aus einer Linse oder auch aus mehreren Linsen bestehen – sind die heute am häufigsten benutzten einfachen Mikroskope. Sie gehören zur Feldausrüstung jedes in der Natur forschenden Wissenschaftlers.

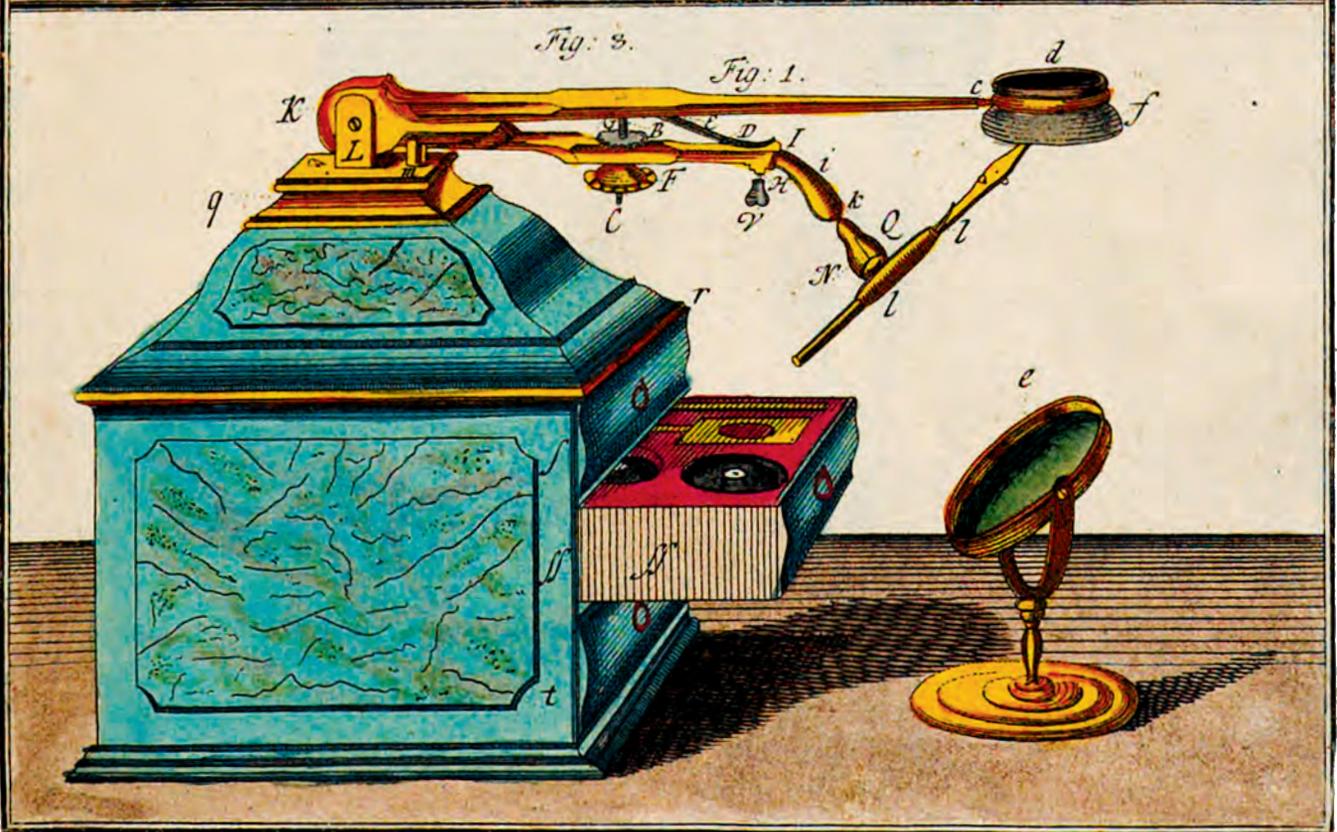
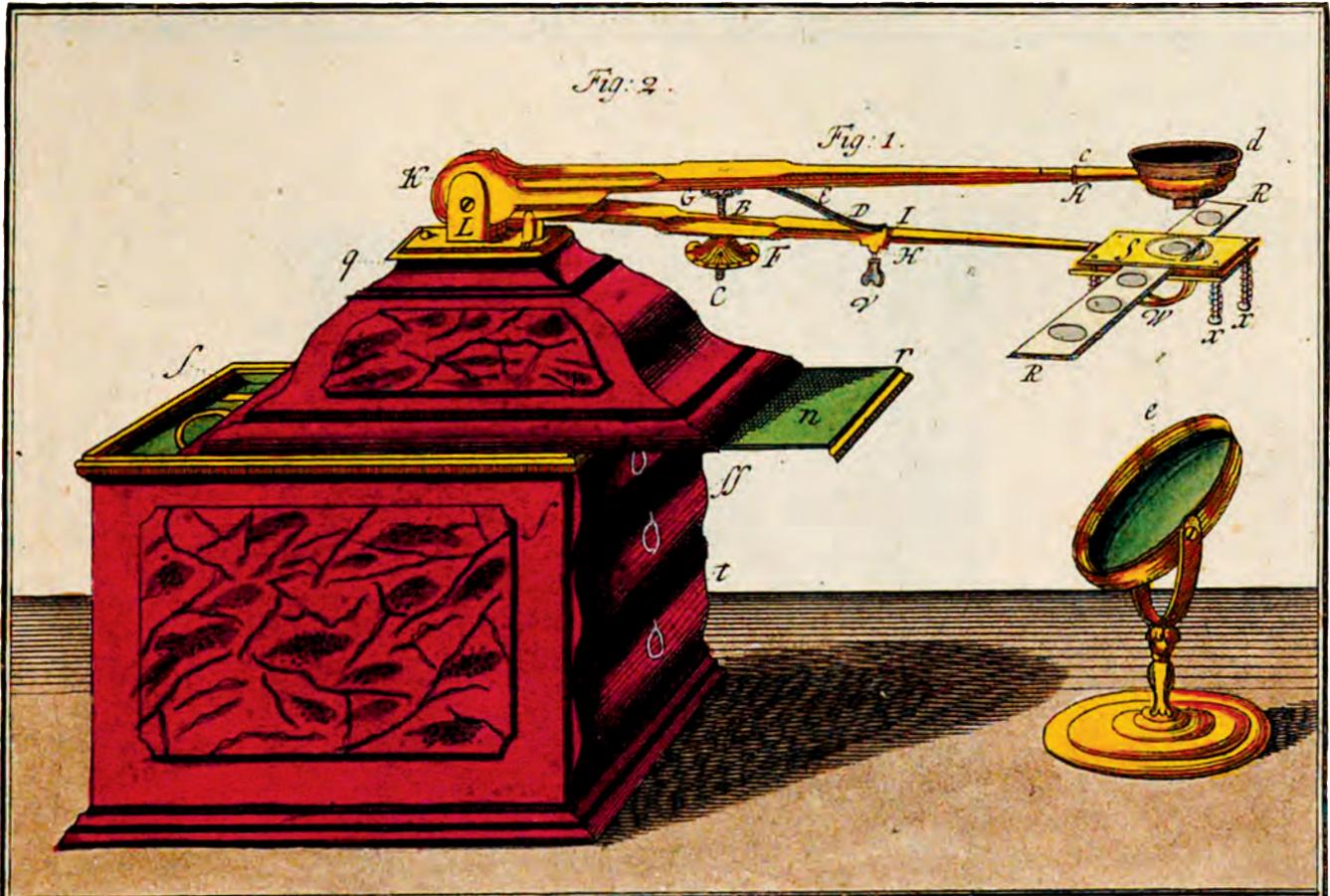
Zusammengesetzte Mikroskope: Sie bestehen aus zwei optischen Systemen. Mit dem Objektiv wird ein reelles Bild vom Objekt erzeugt. Dieses sogenannte Zwischenbild wird vom Okular ein zweites Mal vergrößert. Die beiden optischen Systeme werden zumeist in einem Tubus untergebracht und können bei den meisten Mikroskopen gewechselt werden. Diese Anordnung prägt das klassische Bild vom Mikroskop. Es gibt zwar auch zusammengesetzte Mikroskope, die bei Feldarbeiten eingesetzt werden, normalerweise sind diese jedoch typische Laborinstrumente.

ABBILDUNG: ▶

Einfache Mikroskope. Illuminierter Kupferstich aus Martin Frobenius Ledermüller, *Nachlese seiner Mikroskopischen Gemüths- und Augen-Ergötzung*, Nürnberg 1762.

In seinem zweibändigen Hauptwerk bildet Ledermüller die unterschiedlichsten Mikroskoptypen ab.

TAB: XII.



Aus dem klassischen mikroskopischen Verfahren, der Hellfeldmikroskopie, bei der der Kontrast auf farbigen oder dunklen Strukturen im durchleuchteten Präparat beruht, haben sich eine Vielzahl von Methoden wie die Dunkelfeldmikroskopie und die Phasenkontrastmikroskopie zum Hervorrufen von Kontrasten entwickelt. Physikalische Phänomene, die bei der Wechselwirkung des Objekts mit dem Licht entstehen, werden bei der Polarisationsmikroskopie und der Fluoreszenzmikroskopie genutzt.

Moderne Lichtmikroskope sind neben dem Einsatz solcher neuartiger bildgebenden Verfahren durch große Bildfelder, einfache Handhabung und eine elektronische Nachbearbeitung der Bilder gekennzeichnet. Neben den auf bestimmten bildgebenden Verfahren basierenden Mikroskopietechniken wurden Mikroskope für bestimmte Verwendungszwecke entwickelt, z. B.:

- Für die Präparation von zoologischen, botanischen und anatomischen Objekten wurden spezielle Präparationsmikroskope gebaut.
- Für ein räumliches Betrachten von Objekten entwickelte man Stereomikroskope. Auch sie dienten häufig der Präparation.
- Für die Vorführung von Präparaten vor Publikum setzte man Mikroskope ein, die Projektionen auf Schirme oder an die Wand ermöglichten.
- Für die 1866 im Königreich Preußen eingeführte obligatorische Trichinenschau benötigte man große Mengen einfach gebauter, zusammengesetzter Mikroskope mit nur geringer Vergrößerung. Die optische Industrie erfuhr durch die Produktion dieser Mikroskope einen gewaltigen Aufschwung.

Für die mit der Zeit immer wichtiger werdende Mikroskopie wurden Zusatzgeräte und Vorrichtungen zur einfachen und schnellen Präparation erfunden. ■

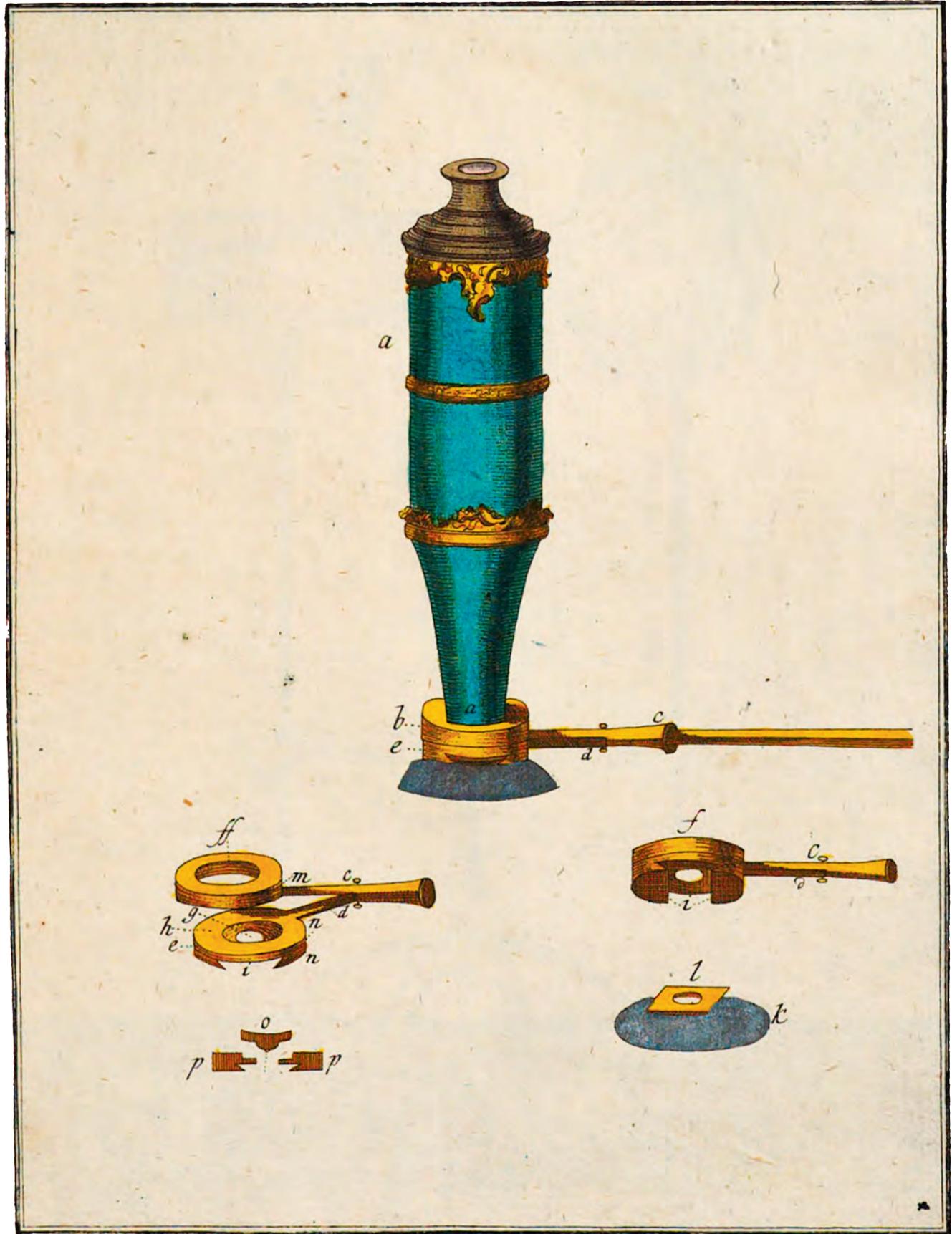
ABBILDUNG: ▶

Zusammengesetztes Mikroskop.
Illuminierter Kupferstich aus Martin
Frobenius Ledermüller, *Nachlese seiner
Mikroskopischen Gemüths- und Augen-
Ergötzung*, Nürnberg 1762.

LITERATUR:

Harris 1704; Ledermüller 1762

TAB: XIV.



»Den Floh in der Grösse eines Elephanten darstellen« – Sonnenmikroskope

Die Welt des Mikrokosmos fasziniert seit dem 18. Jahrhundert nicht nur Wissenschaftler, sondern zunächst auch das Bildungsbürgertum, später weite Kreise der Bevölkerung. Bis heute ist dieses Interesse ungebrochen. Das normale Mikroskop ist jedoch ein Instrument für die individuelle Betrachtung von Objekten. Eine erste wichtige Entwicklung für das gemeinsame Betrachten war Mitte des 18. Jahrhunderts das Sonnenmikroskop. Vom Prinzip her waren diese Mikroskope Projektoren, die die Sonne als Lichtquelle nutzen – daher der Name. Eine Abbildung von Martin Frobenius Ledermüller aus dem Jahre 1762 zeigt sehr schön das Prinzip dieser Instrumente: Das Mikroskop wird in die Fensterlade eines verdunkelten Raumes eingesetzt (Ledermüller 1762, Tab 1). Mit Hilfe eines Spiegels wird das Sonnenlicht von außerhalb des Raumes durch einen Tubus auf das abzubildende – am besten durchsichtige – Objekt gelenkt. Ein Projektiv wirft dann das Bild entweder an die Wand oder auf einen Schirm. Das Sonnenlicht war notwendig, um die entsprechende Lichtstärke zu erreichen. Um der Bewegung der Sonne folgen zu können, war der Spiegel dreh- und schwenkbar montiert. Das gleiche Prinzip (nur mit einer elektrischen Beleuchtung anstelle des Spiegels und der Sonne) wird bis heute bei Diaprojektoren und letztlich auch bei Beamern genutzt.

Wer das Sonnenmikroskop erfunden hat, ist nicht völlig geklärt. Zu seiner Entwicklung, die wahrscheinlich wie so oft nicht einem Forscher allein zugeschrieben werden kann, hat der Berliner Arzt und Optiker Johann Nathanael Lieberkühn Wesentliches beigetragen (Heering 2013). Viele erhaltene Sonnenmikroskope wurden in England gebaut. Das scheint verständlich, wenn man bedenkt, dass dort die bürgerliche Gesellschaft im 18. Jahrhundert viel weiter entwickelt als im übrigen Europa war und damit auch ein größeres Interesse am wissenschaftlichen Fortschritt bestand.

Samuel Gottlieb Hofmann, von dem das Museum ein nach ihm benanntes zusammengesetztes Mikroskop besitzt, preist 1785 auch ein »Solarmicroscop« an, bei dem das »Regierwerk des Spiegels von Meßing und so bequem eingerichtet [ist], daß dieser Mechanismus noch bey keinen andern anzutreffen ist«. Über die Funktion des Instruments schreibt er: »Die Gegenstände lassen sich in einem verfinsterten Zimmer weit mehr vergrößern als in der pyramidalischen Camera obscura, denn man kann in einem Zimmer, dessen Länge 16 Fuß¹ beträgt, den Floh in der Grösse eines Elephanten darstellen« (Hofmann 1785, S. 374ff). Er verlangte einschließlich 48 Präparate und einer »deutlichen Gebrauchsbeschreibung« 6 Louis d'or.² Sonnenmikroskope dienten aber nicht nur zur Vorführung vor einem Publikum, sondern auch zum Abzeichnen von Objekten. ■

ABBILDUNG: ▶

Sonnenmikroskope. Illuminierter Kupferstich aus Martin Frobenius Ledermüller, *Nachlese seiner Mikroskopischen Gemüths- und Augen-Ergötzung*, Nürnberg 1762.

Diese Abbildung erklärt sehr gut die Funktionsweise von Sonnenmikroskopen

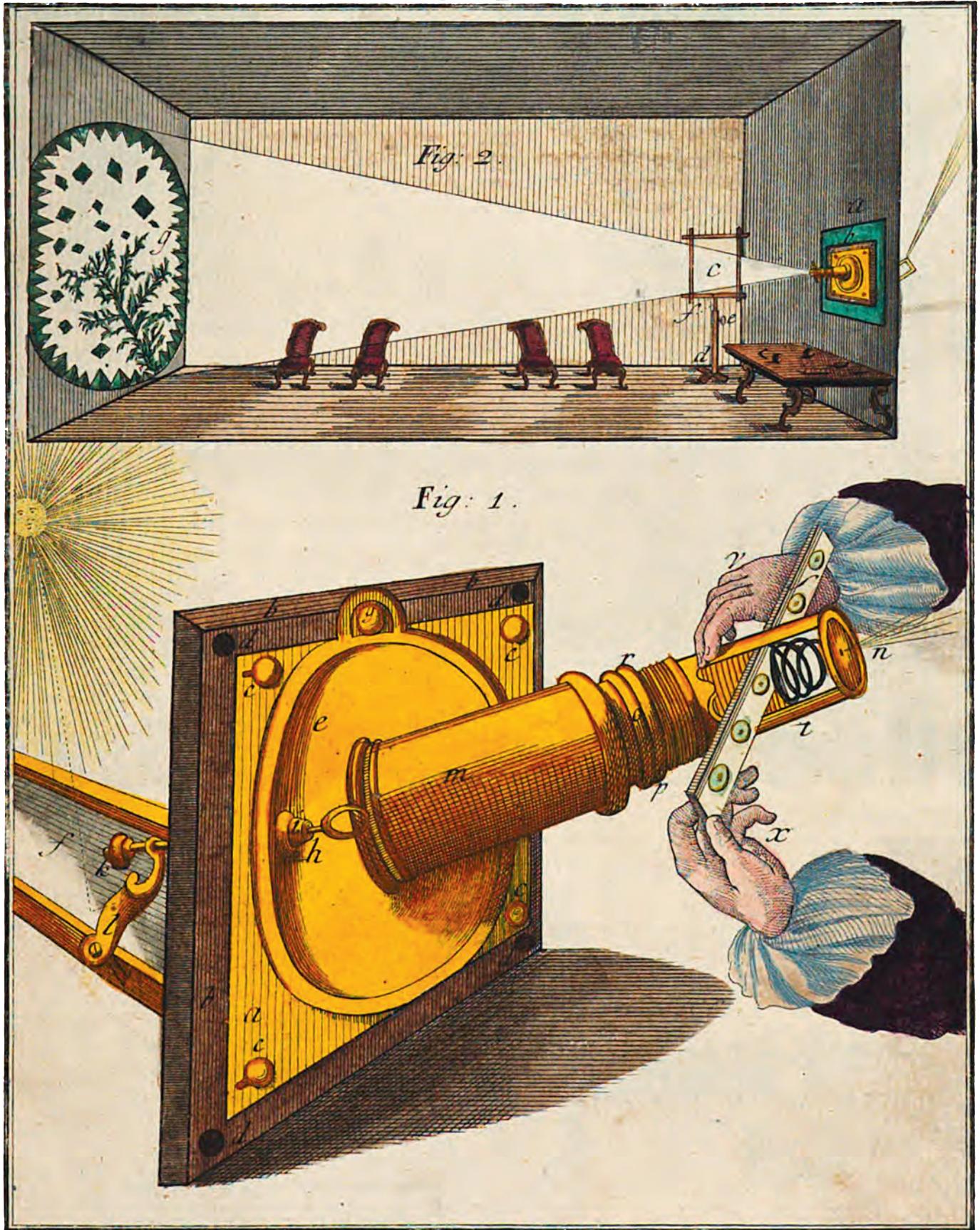
¹ ca. 4,5 Meter

² Zum Wert eines Louisd'or siehe: *Humboldts treuer Begleiter in Amerika – das Hofmannsche Mikroskop*, S. 34

LITERATUR:

Heering 2013; Hofmann 1785; Ledermüller 1762

TAB: I.





Sonnenmikroskop, ohne Nummer, Hersteller Johann Gottlieb Stegmann, Kassel, zwischen 1780 und 1786, Inv.-Nr. o/029.

Detail mit der Firmensignatur in Latein.



Sonnenmikroskop, ohne Nummer, Hersteller unbekannt, wahrscheinlich Ende des 18. Jahrhunderts, Inv.-Nr. o/017.

Detail mit dem Verstellmechanismus für den Spiegel.

ABBILDUNG: ▶

Sonnenmikroskope aus der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin,

links: Sonnenmikroskop, ohne Nummer, Hersteller unbekannt, wahrscheinlich Ende des 18. Jahrhunderts, Inv.-Nr. o/017,

rechts: Sonnenmikroskop, ohne Nummer, Hersteller Johann Gottlieb Stegmann, Kassel, zwischen 1780 und 1786, Inv.-Nr. o/029.

¹ Erfunden und gemacht

² Dampfkochtopf

³ Fünf Reichsthaler entsprachen einem Louis d'or; damit lag der Preis des Instruments von Stegmann etwas über dem Preis des Geräts von Hofmann, siehe: »Den Floh in der Grösse eines Elefanten darstellen« – Sonnenmikroskope, S. 18.

LITERATUR:

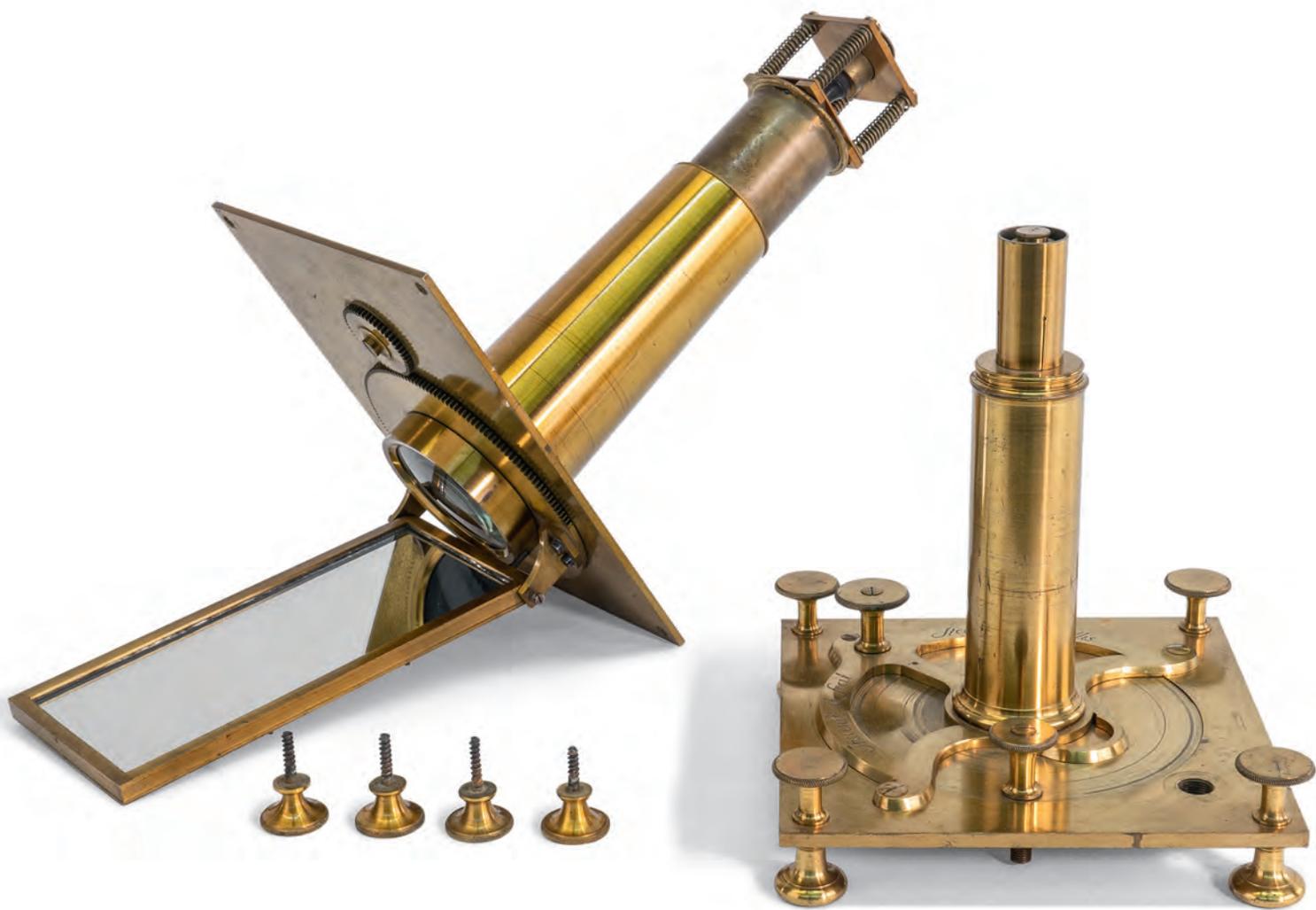
Stegmann 1786

Unterhaltung der Anwesenden mit einigen angenehmen physikalischen Versuchen und Beobachtungen

Das Museum besitzt zwei Sonnenmikroskope. Beide stammen aus dem Besitz der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin. Dort wurden sie zur Vorführung von mikroskopischen Objekten und physikalischen Versuchen genutzt.

Eines von beiden ist verziert und mit einer Gravur signiert: »Inuenit et fecit¹/ Stegmann Cassellis«. Bei dem Instrument fehlt der Spiegel; der Verstellmechanismus selbst ist vorhanden. Johann Gottlieb Stegmann war von 1754 bis 1786 Professor für Mathematik und Physik am Collegium Carolinum in Kassel. Er verbesserte und erfand physikalische, technische und mathematische Instrumente, unter anderem ein Mikroskop zur Beobachtung von Wasserinsekten, ein Sonnenmikroskop und einen Papianischen Topf². Ein Verzeichnis der von ihm angebotenen Geräte aus dem Jahre 1786 weist 88 (!) Geräte aus (Stegmann 1786). Für ein Sonnenmikroskop verlangte er ja nach Ausstattung 38 bis 50 Reichsthaler³. Stegmann führt in dem Preisverzeichnis an, dass er bereits 1780 eine Nachricht über sein Sonnenmikroskop verfasst hat. Da Stegmann 1786 nach Marburg wechselte, kann man annehmen, dass das Instrument zwischen 1780 und 1786 gebaut wurde. Stegmann war Mitglied der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin.

Das zweite Instrument ist unsigniert, hat wahrscheinlich ein ähnliches Alter wie das andere Sonnenmikroskop. Das Instrument ist vollständig; Zubehör ist nicht erhalten geblieben. Da der Tubus in horizontaler Lage genutzt wurde, musste das Präparat festgehalten werden. Dazu dienten die vier zwischen dem Tubus und dem Projektiv angebrachten Spiralfedern. Mit dem Auszug des Tubus konnte die Beleuchtung, mit der des Projektives die Abbildungsschärfe eingestellt werden. ■



Von der kleinen Glaskugel zum achromatischen Triplett – einfache Mikroskope

Einer der Ersten, der tief in die Welt des Mikrokosmos eindrang, war der niederländische Naturforscher Antoni van Leeuwenhoek. Unter anderem beschrieb er als Erster Spermatozoen von Insekten und Menschen, beobachtete Protozoen und Bakterien und gab eine genaue Beschreibung von roten Blutkörperchen. Das Instrument, das er benutzte, war denkbar primitiv und ist auf den ersten Blick überhaupt nicht als Mikroskop zu erkennen. Es bestand aus einer Silber- oder Messingplatte, in die eine Linse eingelassen war, und einem Mechanismus zur Halterung des Objekts und zur Scharfstellung. Die Instrumente waren verschieden »klein«: Es existieren Mikroskope von 3 x 1,7 cm und 4,5 x 2,5 cm. Leeuwenhoek hat seine Mikroskope in großer Zahl hergestellt; allein aus seinem Nachlass wurden 247 vollständige Mikroskope versteigert (Petri 1896, S. 21). Nach heutigem Verständnis sind die meisten seiner Instrumente einlinsige Lupen. Nachrechnungen erbrachten, dass Auflösungen bis zu 1,4 µm möglich waren, was einer Vergrößerung von etwa 260-fach entspricht. Mit zusammengesetzten Mikroskopen erreichte man diese Vergrößerung erst 1837 (!). Um diese Vergrößerung zu erreichen, mussten die Linsen sehr klein sein, sie hatten eine freie Blende von ca. 0,7 mm (Gloede 2013).¹ Leeuwenhoek hat die Herstellungsmethode dieser kleinen Linsen stets geheim gehalten. Man vermutet, dass er Glas zu einem Faden ausgezogen und diesen zu einem kugelförmigen Tropfen geschmolzen hat. Das hatte den Vorteil, dass das Glas blasenfrei wurde und nur wenig Nachbearbeitung notwendig war.

Im Laufe der Zeit wurden die Instrumente mit einer Linse zu solchen mit Linsenkombinationen weiterentwickelt. So gelang es, die Farbfehler zu korrigieren (Achromate), Verzeichnungen zu beseitigen (Orthoskope) und das Bildfeld zu ebnen (Aplanate).

Einfache Mikroskope haben den Vorteil, dass sie leicht sind und einen großen Arbeitsabstand ermöglichen. Das machte sie lange Zeit zu idealen Reisemikroskopen.

Genau genommen ist jede Lupe ein einfaches Mikroskop. Aus zwei (Dublett) oder drei (Triplett) Linsen zusammengesetzte Lupen gehören zur Standardausrüstung von Geo- und Biowissenschaftlern auf Exkursionen. ■

ABBILDUNG: ▶

Mikroskop von Antoni van Leeuwenhoek, um 1665, Zeichnung von Elke Siebert, Museum für Naturkunde Berlin.

¹ Freie Blende bedeutet, dass vom Linsendurchmesser abgezogen werden muss, was für deren Fassung benötigt wird.

LITERATUR:

Gloede 2013; Petri 1896

