

02 MATERIALTECHNOLOGIE

Technische Materialuntersuchungen

32

Vgl. Sandner, Ingo, Möglichkeiten der Untersuchung von Gemälden mit Hilfe von UV-, IR- und Röntgenstrahlen, Dresden 1987.

Ob bei einem antiken Krug oder einem Leinwandgemälde: für den Gesamteindruck des Werks ist entscheidend, welchen Träger, welche vorbereitenden Schichten und welche Malmittel die Macher*innen wählen. Diese Entscheidungen bestimmen auch, wie gut sich das Werk erhalten wird. Daher bedeutet die Erforschung der Kunsttechnologie einerseits, den kreativen Gedankenprozess der Macher*innen zu verstehen, und andererseits, den Zustand des Werkes zu beurteilen.

Was ist Original, was eine spätere Zutat? Wie hat sich das Werk im Laufe der Zeit verändert? Wie stabil ist es jetzt? Auf der Grundlage dieser Fragestellungen und der entsprechenden Antworten kann man bestimmen, wie das Werk behandelt werden muss, um uns erhalten zu bleiben. Der Einsatz naturwissenschaftlicher Methoden wie Strahlendiagnostik oder Mikroskopie hilft, diesen Fragen nachzugehen, und gibt einen besonderen Einblick in die verborgenen Details alter Artefakte und Kunstwerke. Zudem enthüllt das Betrachten feinsten Spuren auf der Oberfläche Jahrtausende alter Objekte die Geschichten, die sie zu erzählen haben.

In diesem Kapitel werden einige einschlägige naturwissenschaftliche Methoden an zwei unterschiedlichen Werkgruppen vorstellen, nämlich Gemälden und archäologischem Kulturgut.

Die Untersuchung von Gemälden ist ohne die Strahlendiagnostik undenkbar. Solche Untersuchungen können oberflächlich erfolgen oder in die Tiefe gehen – im wahrsten Sinne des Wortes: Denn sowohl die für das bloße Auge sichtbare Oberfläche eines Kunstobjekts als auch seine darunterliegenden Schichten sind von Interesse.³² Je nach Fragestellung steht den Forschenden eine Reihe von Instrumenten zu Verfügung: Sichtbares Licht, Ultraviolette Strahlung, Infrarotstrahlung und Röntgenstrahlung. Bei alledem handelt es sich um Energie in Form von elektromagnetischer Strahlung unterschiedlicher Wellenlängen und Intensitäten.

Strahlung kann vom Objekt oder von einzelnen Materialien, aus welchen es besteht, absorbiert, reflektiert oder durchge-

lassen werden. Außerdem können bestimmte Stoffe, beispielsweise Pigmente und Harzüberzüge, von der auftretenden Strahlungsenergie angeregt werden und mit Fluoreszenz reagieren. Die spezifische Antwort des verwendeten Materials auf einen bestimmten Strahlungstypus lässt also Rückschlüsse auf sich selbst zu.

Bei jeder strahlendiagnostischen Untersuchung steht das Betrachten des Werkes bei Tageslicht, in der Regel auch unter Vergrößerung, an erster Stelle. Fragen nach einzelnen Schritten des künstlerischen Arbeitsvorgangs wie dem Farbauftrag, nach der Beschreibung der Oberflächenstruktur und nach möglichen Schäden können schon hier beantwortet werden.

Ultraviolette Strahlung wird ebenfalls für die Untersuchung der Oberfläche eingesetzt. Typische Fragen zielen bei-

33

Vgl. Sandner 1987, S. 7 f.

34

Vgl. Matteini, Mauro / Moles, Arcangelo (Hg.), *Naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden in der Restaurierung*, Florenz 1986, S. 93.

spielsweise auf das Vorhandensein eines Gemäldefirnisses ab. Ein alter Naturharzfirnis weist unter UV-Strahlung eine gelbgrüne Fluoreszenz auf. Gut erkennbar sind weiterhin neuere Retuschen. Sie absorbieren die Strahlung und zeichnen sich als dunkle Flecken auf der Oberfläche ab.³³

Für die Erforschung tieferliegender Schichten bieten sich Infrarotstrahlung und Röntgenstrahlung an. Aufgrund ihrer Beschaffenheit dringt Infrarotstrahlung durch die oberen Malschichten eines Kunstwerks durch. Fotografiert man das Werk mit einer infrarotempfindlichen Kamera, kann man durch diese oberen Schichten durchschauen – die bei Tageslicht opake Malerei wirkt nun transparent. So können unter anderem Unterzeichnungen zutage kommen, mit denen die Macher:innen ihre Komposition auf die Grundierung skizzieren.³⁴

Abb. 1 (oben): Anton Graff, *Henriette von Carlowitz*, 1772, Schenkung Christoph Müller, Detail, Auflicht-Aufnahme, Alte Nationalgalerie, Staatliche Museen zu Berlin / Kerstin Krainer.

Abb. 2 (unten): Anton Graff, *Henriette von Carlowitz*, 1772, Schenkung Christoph Müller, Detail, UV-Aufnahme, Alte Nationalgalerie, Staatliche Museen zu Berlin / Kerstin Krainer

Während Infrarotstrahlen nur die obersten Malschichten eines Gemäldes oder eines gefassten Objektes durchdringen, mit ihnen wechselwirken und zurückstrahlen, durchdringen die energiereichen Röntgenstrahlen den kompletten Objektkörper. Je nach Dichte und Materialität dieses Körpers wird ein Teil der Röntgenstrahlung absorbiert. Der übrige Teil wird durchgelassen, auf der anderen Seite von einem digitalen



Abb. 3 (oben): Anton Graff, Henriette von Carlowitz, 1772, Schenkung Christoph Müller, Detail, Infrarot-Aufnahme, Alte Nationalgalerie, Staatliche Museen zu Berlin / Kerstin Krainer.

Abb. 4 (unten): Anton Graff, Henriette von Carlowitz, 1772, Schenkung Christoph Müller, Detail, Röntgen-Aufnahme, Alte Nationalgalerie, Staatliche Museen zu Berlin / Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung.

Röntgenfilm aufgefangen und später ausgelesen. Damit lassen sich Rückschlüsse auf einzelne Mal- oder Fassungsschichten sowie auf das gesamte Gefüge ziehen. Beispielsweise absorbiert Bleiweiß, das bis zum 19. Jahrhundert einzige Weißpigment, einen Großteil der Strahlung und zeichnet sich in der Röntgenaufnahme als weiße Fläche deutlich ab. Einzelne Konstruktionselemente wie Rahmenverbindungen, Nägel, Schrauben oder Metall-Armierungen etc. werden ebenfalls sichtbar.

Neben Erkenntnissen über den Schichtaufbau kann mithilfe der Infrarot- und Röntgenstrahlung auch der schöpferische Prozess der Kunstschaffenden nachvollzogen werden. Beispielsweise beobachtet man häufig Unterschiede zwischen dem fertigen Bild und der Unterzeichnung bzw. Untermalung. Diese Änderungen in der Bildkomposition werden als *Pentimenti* bezeichnet.

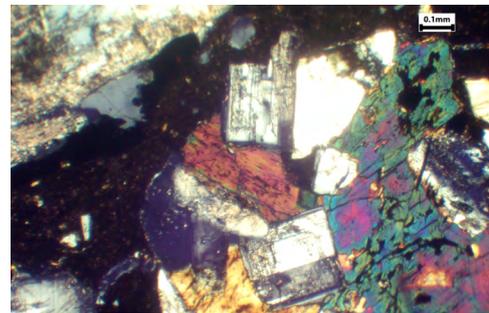
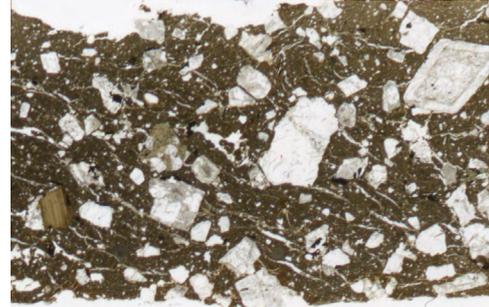
Eine weitere Methode, um verborgene Details über historische Artefakte ans Licht zu bringen, ist die archäologische Mikroskopie. Durch den Einsatz von Mikroskopen können Forschende winzige Strukturen, Materialzusammensetzungen und Veränderungen im mikroskopischen Maßstab ana-

lysieren. Diese Untersuchungen liefern oft entscheidende Informationen über die Herstellungstechniken, Nutzungsspuren und die Umweltbedingungen, denen die Objekte im Laufe der Zeit ausgesetzt waren.

Ein bedeutendes Anwendungsgebiet mikroskopischer Untersuchungen in der Archäologie ist die Analyse von Keramik. Mikroskopische Betrachtungen von dünn geschliffenen Keramik-

35

Vgl. z. B. Quinn, P. S., „Thin Section Petrography, Geochemistry and Scanning eElectron Microscopy of Archaeological Ceramics“, in: Archaeopress, 2022.



proben auf einem Glasobjektträger ermöglichen es, feine Details der Töpferarbeit und Glasurtechniken zu erkennen und die ausgewählten Rohstoffe für die Herstellung zu bestimmen (Abb. 5).³⁵ Dies eröffnet Einblicke in handwerkliche Fertigkeiten vergangener Kulturen und kann helfen, kulturelle Verbindungen zwischen verschiedenen Regionen aufzudecken.

Eine fortgeschrittene Technik der mikroskopischen Analyse ist die Rasterelektronenmikroskopie (REM), die in der Untersuchung von Gemälde-Querschliffen schon seit längerem angewendet wird und nun auch in der Archäologie zunehmend an Bedeutung gewinnt. Im Gegensatz zum Lichtmikroskop verwendet das REM Elektronenstrahlen anstelle von sichtbarem Licht, was zu einer deutlich höheren Auflösung führt. Dies ermöglicht es, Oberflächenstrukturen von archäologischen Objekten in viel feineren Details zu untersuchen. Das Besondere am REM ist nicht nur die schärfere Sicht, sondern auch die Fähigkeit, 3D-Bilder von den Artefakten zu erstellen (Abb. 6). Das eröffnet uns die Möglichkeit, nicht nur Mikrostrukturen zu sehen, sondern auch ihre genaue Form zu verstehen. Stellt Euch vor, Ihr könntet die winzigen Risse in einer antiken Tasse sehen oder die feinen Details in der Glasur eines alten Keramikgefäßes erkennen.

Abb. 5 a.b.: oben: Dünnschliff einer Keramikprobe im Querschnitt; unten: Granitfragmente in im Dünnschliff unter einem petrographischen Mikroskop. Fragment eines Gefäßes im Majiayao-Stil aus Majiayao, Gansu Provinz, China, Ostasiatisches Museum, Stockholm, Inv-Nr. K.11998:56.

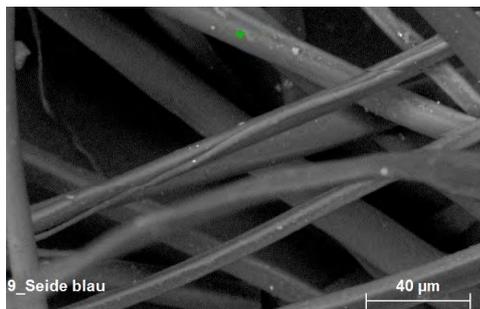
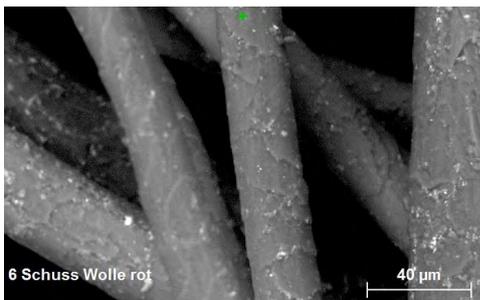


Abb. 6 a.b.: Texturen von Wolle (oben) und Seide (unten), aufgenommen mit dem Rasterelektronenmikroskop, Reformationsteppich, Dithmarschen, Deutschland, Museum Europäischer Kulturen, Staatliche Museen zu Berlin, Inv-Nr. D (17 J 18) 745/1971.

Eine weitere Besonderheit ist die energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDX), die oft in Verbindung mit dem REM eingesetzt wird. Mit dieser Technik können Forschende herausfinden, aus welchen chemischen Elementen bestimmte Objekte bestehen. In der Archäologie kann dies dazu beitragen, die genaue Zusammensetzung von Metallen, Keramikglasuren oder organischen Materialien zu bestimmen.

Die Analyse von organischen Materialien wie Textilien oder Holz unter dem Mikroskop ermöglicht es, sowohl die Art der verwendeten Materialien zu identifizieren, als auch ihre Erhaltungsbedingungen zu bewerten. Dies ist besonders wichtig, um Rückschlüsse auf den Lebensstil, die Kleidung und den sozialen Status vergangener Gesellschaften zu ziehen. Diese Informationen sind entscheidend, um Handelsrouten und kulturelle Austauschprozesse zu verstehen. Diese Kombination von mikroskopischen Untersuchungstechniken und Strahlendiagnostik eröffnet uns damit nicht nur ein Fenster in die Vergangenheit, sondern auch eine Tür zu den Geheimnissen der Handwerkskunst vergangener Kulturen. Von der feinen Töpferarbeit bis zu den metallurgischen Geheimnissen; von der Bleistiftunterzeichnung bis zum Einsatz kostbarer Pigmente – Archäologie und Restaurierung werden durch diese fortschrittlichen Methoden zu einem faszinierenden Abenteuer, bei dem jede Linse und jeder Strahl uns eine neue Seite der Geschichte offenbart und eine Brücke zwischen der Vergangenheit und der Gegenwart schlägt.

Evgenia Dammer, Sophie Gurjanov