Zeitschrift: NIKE-Bulletin
Herausgeber: Nationale Informationsstelle zum Kulturerbe
Band: 9 (1994)
Heft: 4: Bulletin

Rubrik: Labors

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: 07.01.2026

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

Untersuchungstechnologie und analytische Dienstleistungen

LABORS

Das Angebot des Schweiz. Instituts für Kunstwissenschaft (SIK), Zürich

I. Einführung

Bei der Untersuchung von Kunst- und Kulturgut kann die Kenntnis der bei der Herstellung verwendeten Materialien eine Hilfe darstellen, wenn es darum geht, ein Objekt in einen zeitlichen, geographischen oder inhaltlichen Zusammenhang zu stellen oder einen solchen zu bestreiten. Ausserdem ist eine möglichst genaue Materialanalyse in den meisten Fällen eine eigentlich kaum verzichtbare Voraussetzung dafür, dass für ein Objekt geeignete Aufbewahrungsbedingungen, Konservierungs- oder Restaurierungsmassnahmen gefunden werden können.

Dort, wo werkstoffkundliches Wissen verlorengegangen ist, wo ein früher akzeptabler werkstoffkundlicher Wissensstand heute nicht mehr annehmbar scheint oder fehlinterpretiert wird, können Analysen helfen, solche Mängel aufzudecken, bzw. verlorengegangenes Wissen wiederzuentdecken oder neu zu interpretieren. Damit können Materialuntersuchungen an Kulturgut – häufig unerwartet – auch Forschungscharakter gewinnen.

Schliesslich sind die verfügbaren analytischen Hilfsmittel weit davon entfernt, allen Ansprüchen in Bezug auf die Untersuchung von Kulturgut zu genügen. Oft sind erst geschickt kombinierte oder modifizierte Methoden geeignet. Im Rahmen seiner Möglichkeiten, versucht das Labor am SIK auch an der Weiterentwicklung und Modifikation von Untersuchungsmethoden mitzuwirken. Damit sind die analytisch ausgerichteten Tätigkeitsbereiche der technologischen Abteilung und ihres Labors am SIK grob umrissen. Im folgenden soll lediglich auf die am SIK praktizierte Methodik der Untersuchung an Kulturgut eingegangen werden.

II. An einer technologischen Untersuchung beteiligte Personen

Das Labor ist in der günstigen Lage, an einem Institut angesiedelt zu sein, dessen Personalbestand u. a. Kunsthistorikerinnen und Konservatoren/Restauratorinnen umfasst. Dies ist insofern wichtig, als die qualifizierte Untersuchung eines Kunstobjektes bei weitem nicht nur von der erfolgreichen Betätigung einer adäquaten untersuchungstechnischen Infrastruktur abhängig ist. Gerade die Zusammenarbeit verschiedener Berufsgruppen kann hier Voraussetzung sein, dass eine technologische Untersuchung zum Ziel führt.

Die Zusammenarbeit von Konservatorinnen/Restauratoren, Kunsthistorikerinnen und Naturwissenschaftlern wird zuweilen auch in der Schweiz immer noch von tradierten Ressentiments geprägt. Die Tatsache, dass die Ausbildung von Konservatoren/Restauratorinnen erst in jüngerer Vergangenheit einheitlich definiert worden ist und sich von einer eher handwerklich ausgerichteten Anlehre zu einem wissenschaftlich orientierten Studium auf Fachhochschul-, Akamdemie- oder Hochschulebene entwickelt hat, kann Kunsthistoriker und Naturwissenschaftlerinnen offenbar immer wieder dazu bewegen, heute nicht mehr begründbare Prioritätsansprüche zu erheben.

Am SIK sind solche Archetypen seit geraumer Zeit wenigstens zum Teil überwunden, sodass diesbezüglich einer optimalen Zusammenarbeit der genannten Berufsgruppen kaum mehr etwas im Wege steht.

Gerade die Planung einer technologischen Untersuchung an einem Objekt fällt prinzipiell in den Zuständigkeitsbereich von Konservatoren/Restauratorinnen, während Kunsthistoriker und Naturwissenschaftlerinnen (oder am Bau auch Architekten) in dieser Phase eher eine beratende Funktion zukommt. Dies hängt mit der erwähnten Ausbildung von Konservatorinnen/Restauratoren zusammen, die u. a. werkstoffkundliche, werkstoffgeschichtliche und kunstgeschichtliche Ansätze vereint.

Materialbezogene Untersuchungen gliedern sich am SIK typischerweise in zwei Phasen, nämlich:

- Einschätzung des Materialgefüges (Strukturuntersuchung)
- Daraus folgende, definierte Punktuntersuchungen.

III. Einschätzung des Materialgefüges

Ein Kunstobjekt ist – materiell gesehen – in den allermeisten Fällen ein Gefüge aus verschiedensten Materialien, die einem differenzierten Zersetzungsprozess unterlagen und unterliegen. Der erste Schritt einer Untersuchung wird es also sein, dieses Gefüge in seiner Struktur und seinem Zustand so weit als möglich zu erfassen, möglichst, ohne das Objekt dabei irgendwie zu beeinträchtigen.

Speziell zum Zweck der probefreien, nichtdestruktiven Strukturuntersuchung stehen am SIK auch einige technische Hilfsmittel zur Verfügung. Zur Untersuchung eines Gemäldes oder einer gefassten Skulptur könnten z. B. zur Anwendung kommen:

LABORS

– Die visuelle und auflichtmikroskopische Oberflächenuntersuchung unter Beleuchtung mit sichtbarem Licht (VIS–Reflektographie). – Zur Auflichtmikroskopie stehen sog. Stereomikroskope zur Verfügung, die über spezielle Stative jeweils objektangepasst positioniert werden können. Ein Stereomikroskop hat den entscheidenden Vorteil, ein räumliches Sehen auch unter der gegebenen Vergrösserung zu erlauben. Somit können Details der Oberflächenstruktur eines Objekts erkannt werden. Dieser Vorteil ist jedoch mit Einschränkungen bezüglich der erreichbaren nützlichen Vergrösserung verbunden.

– Die fotographische oder elektronische Erfassung der vom Objekt reflektierten ultravioletten Strahlung und der reflektierten Strahlung im nahen Infrarot (UV– bzw. NIR–Reflektographie) – Dazu steht ein dedizierter Untersuchungsraum, der mit den entsprechenden Beleuchtungsmöglichkeiten ausgestattet ist, zur Verfügung. Bei der fotographischen Erfassung der Reflektogramme ist die Wahl der optischen Filter für Beleuchtung und vor der Kamera von grosser Bedeutung. Bei den fotographischen Sondertechniken werden wir vom Berufsfotographen des SIK, J.–P. Kuhn, unterstützt. Daneben stehen für die NIR–Reflektographie und demnächst auch für die UV–Reflektographie elektronische Bildwandlersysteme zur Verfügung, die den Vorteil aufweisen, dass die erfassten Reflektogramme digital weiterverarbeitet werden können.

– Die fotographische, elektronische oder visuelle Erfassung der sichtbaren Fluoreszenz unter Anregung mit blauem – oder mit UV–Licht – Die technischen Möglichkeiten und Randbedingungen entsprechen hier weitgehend denjenigen für die UV–Reflektographie, sodass die gleiche Gerätschaft zur Erfassung verwendet werden kann, wenngleich spezielle optische Filter notwendig sind.

– Die Röntgen–Durchlichtuntersuchung – Dazu steht uns ein Mobilgerät zur Verfügung, das es im Gegensatz zu den Geräten, die z. B. auch in Arztpraxen zu finden sind, zulässt, die Röhrenspannung über einen weiten Bereich genau den objektbedingten Optimalbedingungen anzupassen.

Die hier aufgezählten Methoden sind weder vollständig, noch müssen sie bei einer Untersuchung jeweils alle zum Einsatz kommen. Jedenfalls aber wird die einmal gewonnene Information sowohl objekt–, als auch methodenorientiert in institutseigenen materialtechnischen Archiven abgelegt, sodass – je länger je mehr – Vergleichsmaterial zur Verfügung steht.

In Abhängigkeit von der untersuchungstechnischen Fragestellung reicht die streng nichtdestruktiv gewonnene Strukturinformation u. U. noch nicht aus, um das Materialgefüge ausreichend genau zu bestimmen. Z. B. kann die Anzahl Schichten einer Fassungsfolge unklar bleiben. In diesem Fall wird – auch im Rahmen einer Strukturuntersuchung – eine Probenentnahme erwogen werden. Proben, die helfen sollen, Strukturinformation zu liefern (also z. B. Bildträger, Grundierung, Malschicht und Überzug enthalten), stellen meist einen relativ massiven Eingriff in das zu untersuchende Objekt dar. Ausserdem stellt sich dabei das Problem, wie repräsentativ eine lokal entnommene Probe für die Gesamtstruktur sein kann. Daher werden solche Proben bei uns entweder durch die Konservatorin, die das Objekt kennt, oder zumindest unter deren genauer Aufsicht entnommen. Der Ort der Probennahme wird dabei detailliert begründet und dokumentiert. – Erst eine ordentliche Strukturuntersuchung liefert die notwendige Grundlage und motiviert die lokale Untersuchung an bestimmten Stellen des Gefüges.

IV. Punktuntersuchungen

Die Auswahl der Untersuchungspunkte wird zusammen mit ihrer Begründung dokumentiert. Die Fragen, die an diesen Punkten beantwortet werden sollen, werden ebenfalls schriftlich niedergelegt.

Punktuntersuchungen fallen häufig in den Aufgabenbereich von Naturwissenschaftlern. Dabei müssen sie nicht immer mit einer Probenentnahme verbunden sein:

A. Streng nichtdestruktive Mikrosondenmethoden wie die energiedispersive Röntgenfluoreszenzsonde (EDXRF) zur Elementaranalyse, oder die Auflicht–Fouriertransform–Infrarotmikrospektroskopie (FTIR–Mikroskopie) stehen für in situ Abklärungen zu Pigmenten und Bindemitteln am SIK zur Verfügung.

– Energiedispersive Röntgenfluoreszenz – Das institutseigene, computergesteuerte Röntgenfluoreszenz–Spektrometer kann über ein Spezialstativ direkt am aufrecht stehenden Objekt positioniert werden. Dies hat den grossen Vorteil, dass verschiedene Untersuchungsstellen erfasst werden können, ohne das Objekt massgeblich in seiner Position verschieben zu müssen. Gemessen wird eine Fläche von ca. 5 mm2 in minimalem Abstand zum Objekt durch die normale Raumluft. Auf diese Weise kann das Vorhandensein chemischer Elemente, die schwerer als Kalium sind, auf der Oberfläche oder in den darunter liegenden Schichten nachgewiesen werden. Somit ist die Methode bestens geeignet, stichhaltige Anhaltspunkte für die Analyse von Pigmenten und anorganischen Grundierungsmaterialien zu geben.

Soll die Methode semiquantitativ angewendet und der Bereich messbarer chemischer Elemente bis hinab zu Na–

trium ausgedehnt werden, muss eine Probe entnommen, präpariert und in der aufsetzbaren Vakuumkammer des Gerätes gemessen werden, wodurch der streng nichtdestruktive Charakter verlorengeht. Allerdings bleibt die Probe für weitere Untersuchungen erhalten.

– FTIR–Mikroskopie – Die über Röntgenfluoreszenz aus prinzipiellen Gründen nicht erfassbaren leichten Elemente, wie Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff usw. bilden die organischen Moleküle und Makromoleküle, die z. B. die Farb– und Faserstoffe, Bindemittel etc. aufbauen. Die Kenntnis der Elementverhältnisse allein wäre in diesem Bereich aufgrund der Strukturenvielfalt der organischen Chemie auch wenig hilfreich. Hier ist ein wichtiges Arbeitsfeld für die Infrarotspektroskopie, die charakteristische Schwingungsfrequenzen von Molekülteilen nachweist. Das FTIR–Mikroskop am SIK ist ein solches Spektrometer, das zusätzlich die Besonderheit aufweist, dass ein Untersuchungspunkt durch ein integriertes optisches Mikroskop lokalisiert und eingegrenzt werden kann, um erst dann IR–spektroskopisch erfasst zu werden. Das Gerät kann mit einiger Effizienz auch in einer Reflexionsgeometrie wenigstens an relativ kleinen Objekten in situ messen. Sein eigentliches analytisches Potential entwickelt es aber bei der Durchstrahlung von Mikroproben, die nur 20–30 Mikrometer Durchmesser haben müssen. Diese Proben können direkt in eine Diamant–Quetschzelle präpariert werden, die in den Strahlengang des Spektrometers eingesetzt wird. Auch hier wird der zu erfassende Bereich durch das optische Mikroskop eingestellt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Punktuntersuchung in situ, trotz erheblichem apparativem Aufwand, klare, methodisch bedingte Grenzen hat, sodass u. U. doch eine Mikroprobe entnommen werden muss. Dabei sollte nicht vergessen werden, dass die sog. rein nichtdestruktiven Untersuchungsmethoden häufig mit relativ aufwendiger und daher schlecht mobiler Maschinerie verbunden sind. Ihre Anwendung bedingt daher einen Transport des Objekts, oder von Objektteilen zur, oder an die Maschine. Ein solcher Transport kann u. U. schädlicher wirken und objektiv grösseren Schaden anrichten, als eine professionell durchgeführte Probenentnahme. Die notwendigen Probenmengen für Punktuntersuchungen sind typischerweise für den Laien unerwartet klein. Generell gültige Aussagen über die notwendige Probengrösse können aber kaum gemacht werden. Die Probengrösse hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, die im Einzelfall diskutiert werden müssen.

B. Probenverbrauchende Punktuntersuchungen. – Die weiteren im Labor praktizierten Punktuntersuchungsmethoden an entnommenen Mikroproben sollen hier nur kurz erwähnt werden. In den allermeisten Fällen wird die Probe auflicht– oder durchlichtmikroskopisch bei Vergrösserungen zwischen 50 und 500 x eingehend charakterisiert. Sowohl für die Auflicht– als auch für die Durchlichtmikroskopie sind angepasste Präparationsverfahren wichtig, wie z. B. die

Herstellung von Anschliffen, Dünnschliffen oder der Einschluss von Probenteilen in ein geeignetes Medium. Der Herstellung des mikroskopischen Präparats können weitere Aufbereitungsschritte, wie Anfärbungen etc. vorausgehen, oder ihr auch folgen. Unter den mikroskopischen Sondertechniken ist im Labor die Polarisationsmikroskopie und die Fluoreszenzmikroskopie in Durch– und Auflicht vertreten.

Für die Praxis wichtig ist auch ein Satz an mikrochemischen Untersuchungsmethoden sowie die Dünnschichtchromatographie nach geeigneter Probenvorbereitung.

V. Praktische Anwendung der Methoden

Abschliessend sollen hier kurz die bei uns üblicherweise zum Einsatz kommenden Methoden im Zusamenhang mit ihrem typischen Einsatzgebiet angesprochen werden.

Bildträger – Holz oder Textilfasern werden, z. B. in Form von Dünnschnitten oder Legepräparaten, speziell zur Mikroskopie präpariert. Aus den Präparaten können im mikroskopischen Durchlicht die verwendeten Materialien durch Vergleich mit Referenzpräparaten erkannt werden. Dieser Vergleich reicht aber zu einer positiven Identifikation nocht nicht aus. Dazu kommen polarisationsoptische oder chemisch–analytische Mikromethoden zur Anwendung.

Im Falle mineralischer Bildträger (wie Putz) wird die Zusammensetzung im Labor mikrochemisch ermittelt, nachdem eine semiquanitative Elementaranalyse durch Röntgenfluoreszenz erfolgt ist.

Grundierung – Bleihaltige Grundierungsmassen können bereits aus dem Röntgen–Durchstrahlungsbild vermutet werden. Bleiweiss, wie auch die anderen Grundierungsmaterialien können in situ meist durch Röntgenfluoreszenz zugeordnet werden. Falls dennoch eine Probe entnommen werden muss, wird diese auch mikroskopisch und mikrochemisch untersucht.

Malschichtaufbau – Unterzeichnungen können in situ durch die Infrarot–Reflektographie sichtbar gemacht werden. Fehlstellen, Kompositionsänderungen und weitere Aspekte des maltechnischen Aufbaus können im Röntgenbild ablesbar sein. Übermalungen und Retuschen werden häufig über die an solchen Stellen veränderte UV–Fluoreszenz erkannt. Komplementäre Informationen dazu liefert die UV–Reflektographie. Oft zeigt gerade das Röntgenbild unerwartete, weitere, dem Auge verborgene Details und strukturelle Merkmale eines Objektes.

LABORS

Ein Auflicht-Fluoreszenzmikroskop erlaubt die Untersuchung des Gefüges mehrlagiger Malschichten an entnommenen Proben. Dazu werden die Proben in Kunstharz eingegossen und danach polierte Anschliffe hergestellt. Die Anschliffe werden auch im sichtbaren Auflicht charakterisiert (z.B. Anzahl Schichten, deren Morphologie und Dikke). Die UV-Fluoreszenz wird hier hauptsächlich zur Kontrastierung feiner Strukturen eingesetzt. Weiter können an den Schliffen auch spezifische Anfärbungen vorgenommen werden, die erste Hinweise auf die Zusammensetzung einzelner Schichten liefern.

Bestimmung von Bindemitteln (Malmedien und Überzüge) – In diesem Bereich können wir heute – durch ein neues FTIR-Mikroskop – wesentlich detailliertere Untersuchungen anstellen, als noch vor kurzem. Die wichtigen Bindemittelgruppen können – in günstigen Fällen sogar in situ – spektroskopisch erkannt werden. Zwar konnten Bindemittel über eine Reihe von mikrochemischen Reaktionen schon früher zugeordnet werden, doch war die chemische Bindemittelbestimmung zu zeitaufwendig, um routinemässig durchgeführt zu werden. Zudem verbot sich häufig die Entnahme einer für mikrochemische Untersuchungen erforderlichen Probenmenge. Für das FTIR-Mikroskop reichen Proben von weniger als einem Zehntelsmillimeter Durchmesser aus, um spezifische Bindemittel, insbesondere auch moderne Bindemittel (die sog. Kunstharze), sicher zu erkennen.

Die Bestimmung von Farbstoffen und Pigmenten – Die meisten anorganischen Pigmente können über die Kombination der bei der Auflichtuntersuchung erzielten Hinweise mit den Resultaten der Röntgenfluoreszenz-Analyse sicher und in situ identifiziert werden. Bei den gröberkörnigen Pigmenten genügt häufig die Untersuchung eines einzeln entnommenen Körnchens unter dem Polarisationsmikroskop, um eine klare Identifikation zu gewährleisten. Andere Pigmente werden chemisch von anhaftendem Bindemittel befreit, um danach mikroskopisch charakterisiert werden zu können. Einige Pigmente und Farbstoffe zeigen ganz typische chemische Reaktionen, über die sie unter dem Mikroskop nachgewiesen werden können. Eine Stärke des FTIR-Mikroskops liegt im Nachweis der organischen Farbstoffe.

VI. Zusammenfassung

Das seit etwa einem Jahr personell wiederbesetzte und im Rahmen des Umzuges neu aufgebaute technologische Labor hat am SIK einen genau definierten Platz und beginnt damit, seine Aufgaben im Rahmen eines wissenschaftlich abgesicherten Untersuchungsprozederes wahrzunehmen. Besonderer Wert wird darauf gelegt, dass die am SIK vertretenenen Berufsgruppen, die bei der technologischen Untersuchung mitwirken, vorurteilsfrei ihre Stärken wahrnehmen können. Erst so können die ausgebauten und weiterhin auszubauenden technischen Untersuchungsmöglichkeiten produktiv eingesetzt werden. Das Labor arbeitet auch mit externen Konservatorinnen/Restauratoren zusammen, wobei die gleichen Prinzipien gelten, wie für die interne Arbeit.

Stefan Wülfert