

Von Walfried Brandt, Stuttgart

Die Anwendung der Camera obscura im 16. Jahrhundert war in gewissem Sinne der Anfang einer photographischen, oder besser gesagt: mechanischen Dokumentation, während bislang zu diesem Zweck keine andere Möglichkeit als das Freihandzeichnen oder die Anfertigung von Farbskizzen gegeben war. Der Maler konnte mit der Camera obscura¹, in der optische Gesetze nutzbar gemacht sind, zuverlässig perspektivische Stadtansichten zeichnen (Abb. 1). So vereinen z. B. die Veduten des Bernardo Bellotto, gen. Canaletto, realistische Treue in der Wiedergabe mit einer höchst vollendeten Ausführung und sind für die Nachwelt von großem dokumentarischem Wert. Dreihundert Jahre bildete die dunkle Kammer eine wertvolle Hilfe für Maler und Zeichner, bis im 19. Jahrhundert Nicéphore Niepce und schließlich auch Louis Jacques Mandé Daguerre nach mühevollen Experimenten das Fixieren eines „lichtgeschriebenen“, also fotografierten Bildes gelang. Am 19. August 1839 ließ Daguerre das Geheimnis seiner Erfindung, die Daguerrotypie, der Pariser Akademie der Wissenschaften mitteilen. Der photographische Nachweis von ultravioletten Strahlen geht auf Johann Heinrich Jacob Müller im Jahre 1856 zurück. Die von W. C. Röntgen Ende des Jahres 1895 entdeckten kurzwelligen X-Strahlen wurden zunächst fast ausschließlich für die Medizin und Technik verwendet, und es vergingen annähernd 20 Jahre, bis damit bei Gemäldeuntersuchungen brauchbare Ergebnisse erzielt werden konnten.

Für die Kunstgeschichte sowie für die Untersuchung und Beurteilung von Kunstwerken haben die unsichtbaren Strahlen immer mehr an Bedeutung gewonnen. Dabei arbeiten Kunsthistoriker und Maltechniker Hand in Hand und ergänzen sich. Ein Beispiel für den Wert der Zusammenarbeit, das auch weiteren Kreisen bekanntgeworden ist, hat die Prüfung des von der Staatsgalerie Stuttgart vor einigen Jahren erworbenen Rembrandt-Selbstbildnisses geliefert². Stehen ein Museum oder ein Privatmann vor der Entscheidung, ob ein Bild gekauft werden soll, so fällt dem Restaurator die Aufgabe zu, Anhaltspunkte für die Echtheit zu erbringen, mindestens jedoch den Erhaltungszustand zu beurteilen. In vielen Fällen wird sich der Restaurator auf seine Augen verlassen können, aber meistens benötigt er Hilfsmittel, unter denen die unsichtbaren Strahlen gegenwärtig einen hervorragenden Rang einnehmen: Ultra-

rot-, Ultraviolett- oder Röntgenstrahlen³. Es ist von größter Wichtigkeit, daß diese naturwissenschaftlichen Untersuchungsergebnisse nur Ausgangspunkt kunstwissenschaftlicher Überlegungen sein können, da sich mit physikalisch-chemischen Methoden ein Kunstwerk kaum je einem bestimmten Meister zuschreiben läßt. Solche Verfahren dienen vielmehr als Hilfsmittel und ermöglichen oft die Bestimmung des Alters wie der Technik, in der ein Bild gemalt wurde. Auch wo es sich um die Klärung des Erhaltungszustandes handelt, sind die unsichtbaren Strahlen von unschätzbarem Wert. Entscheidend für die sinnvolle Anwendung der verschiedenen Untersuchungsmethoden ist nicht allein das Beherrschen der Aufnahmetechniken, sondern vielmehr das Erkennen und richtige Deuten der Erscheinungen. Es wäre daher falsch, zu glauben, man könne z. B. mit Hilfe einer Röntgenaufnahme in jedem Falle nachweisen, das Gemälde oder die Skulptur seien echt oder gefälscht. Die Möglichkeiten der Untersuchungsmethoden sollten grundsätzlich nicht überschätzt werden. Sie sind, wie schon gesagt, lediglich Hilfsmittel und führen in den meisten Fällen nur anhand von Vergleichsaufnahmen anderer Objekte zu brauchbaren Ergebnissen. Die Analyse solcher Aufnahmen verlangt maltechnische und physikalische Kenntnisse. Sogenannte Kunstexperten fanden sogar schon in Röntgenaufnahmen die „versteckte Signatur“ eines großen Meisters mit dem Hintergedanken, kommerzielle Vorteile daraus ziehen zu können.

Abb. 2 Gesamtspektrum der elektromagnetischen Wellen

elektrische Wellen	Im Sonnenlicht enthalten				
	Ultrarot, Infrarot	sichtbares Licht	Ultraviolett	Röntgenstrahlen	Gammastrahlen
	3000 - 800 nm	800 - 400 nm	400 - 15 nm	1 - 1/1000 nm	

Bei den für die Untersuchung von Kunstwerken gebräuchlichen Strahlen (Abb. 2) handelt es sich um elektromagnetische Wellen, die ihren Platz in einer Schwingungsskala haben.

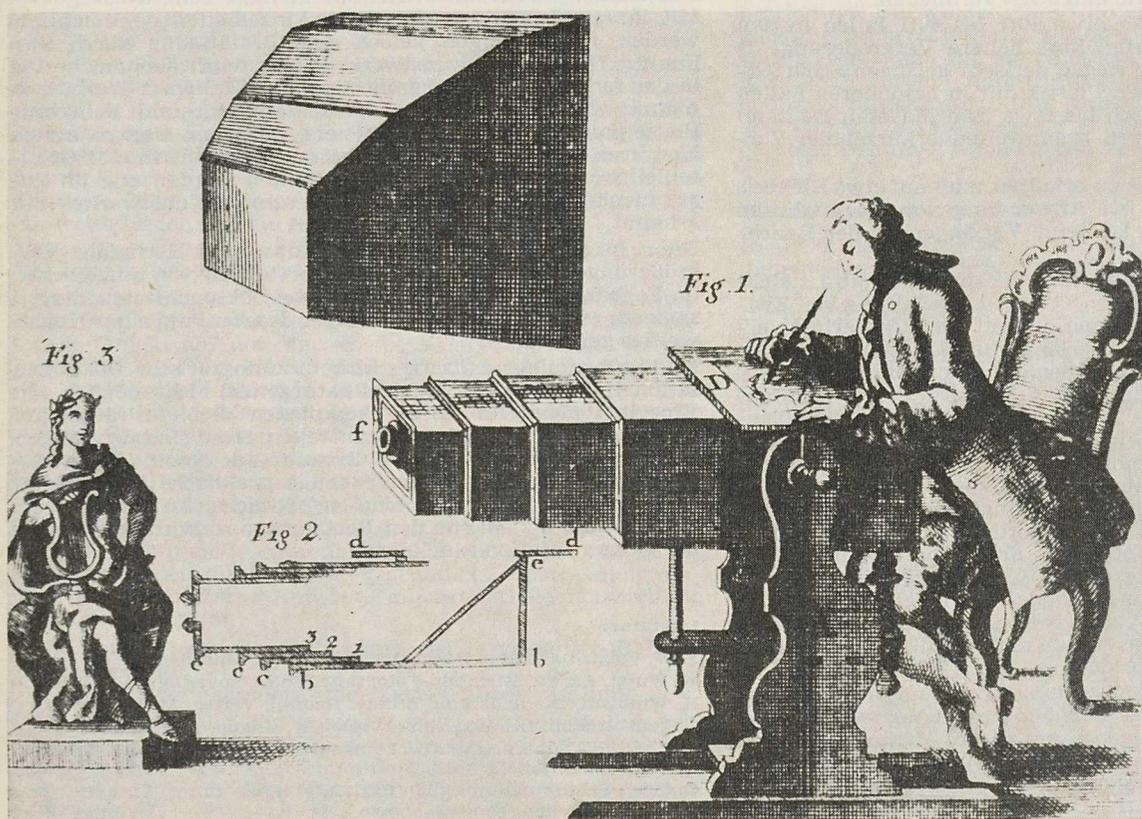


Abb. 1
Camera obscura
Die Anwendung im Jahre 1711 zum Zeichnen einer Skulptur



Abb. 3. Fluoreszenzaufnahme eines Leinwandgemäldes

Die dunklen Partien sind Übermalungen aus späterer Zeit,
die mittelgrauen Stellen alte, stark fluoreszierende Firnissschichten.



links Abb. 4, oben: panchromatische Aufnahme,
unten: Fluoreszenzaufnahme

Die Signatur auf der Rückseite eines Bildes wurde durch Ultraviolettbestrahlung deutlich sichtbar.

Diese reicht von den elektrischen Wellen, die größer sind als 0,1 mm, über das Ultrarot (Infrarot) (3000–800 nm) [1 nm (Nanometer) = 10^{-6} mm], den sichtbaren Bereich (800–400 nm), das Ultraviolett (400–15 nm), die Röntgenstrahlen ($1 \text{ nm}^{-1/1000}$ nm) bis zu den Gammastrahlen. Das Spektrum des sichtbaren Lichtes liegt zwischen dem langwelligen Infrarot und dem kurzwelligen Ultraviolett. Es wird vom menschlichen Auge als Rot, Orange, Gelb, Blaugrün, Blau und Violett wahrgenommen.

Ultraviolette Strahlen

Sie sind für unser Auge unsichtbar, während einige Tiere, z. B. die Bienen, diesen Bereich noch als sichtbar erfassen. UV-Strahlen sind ebenso wie Infrarot (Wärme) im Sonnenlicht enthalten, aber in der Praxis bedient man sich heute künstlicher Lichtquellen. So bringt z. B. die Quarzlampengesellschaft

rechts Abb. 6

Fluoreszenzaufnahme einer chinesischen Tapete

Die Retuschen an der Schläfe und Wange fluoreszieren kaum und heben sich somit von dem Papier der Tapete stärker ab.



unten links
Abb. 5 a

Freskokopie nach
Giottos
„Flucht nach Ägypten“

unten rechts
Abb. 5 b

Fluoreszenzaufnahme

Die Ausbesserungen mit Zinkweiß (Pfeile) werden durch die UV-Strahlen gelblich angeregt und stehen im Kontrast zu der bläulichen Fluoreszenz der Freskomalerei.

Bleiweiß

Neapelgelb

Kadmiumgelb

Lichter Ocker

Kadmiumrot

Krapplack

Gebrannte Siena

Englisch Rot hell

Caput mortuum

Umbra gebrannt

Umbra dunkel

Veroneser Grüne Erde

Kobaltblau

Ultramarinblau

Chromoxydgrün f.

Elfenbeinschwarz

Zinnober echt

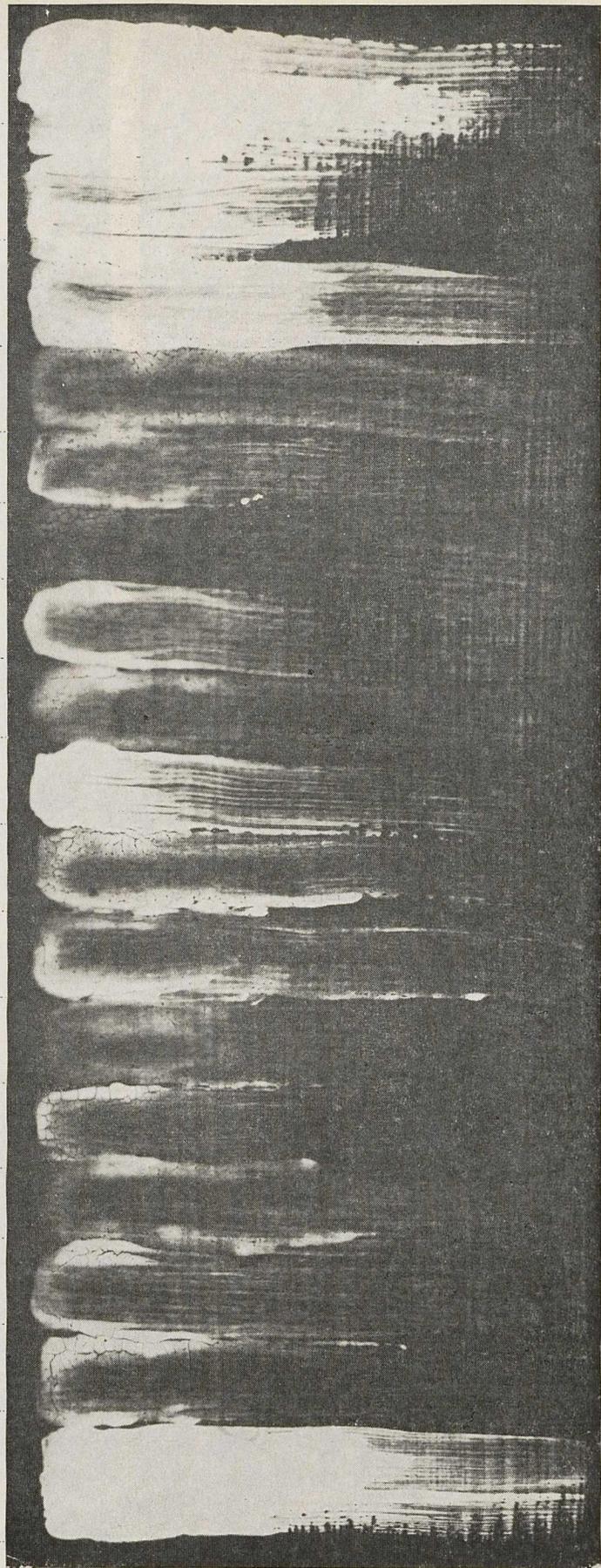


Abb. 7 Röntgenaufnahme. Siebzehn annähernd gleichmäßig aufgetragene Farben werden von Röntgenstrahlen verschieden stark durchdrungen, da sie unterschiedlich absorbieren.

Abb. 8. Röntgenaufnahme

Mit Hilfe der Röntgenstrahlen lassen sich Fehlstellen im Bildträger und in den Malschichten meist sehr genau lokalisieren (Pfeile).



schaft Hanau ein sehr geeignetes Kofferanalysengerät heraus. Diese handliche Quarzlampe liefert uns für Untersuchungen das kurzwellige Ultraviolett von etwa 360 nm. Für photographische Aufnahmen bewährten sich Röhrenleuchten 40 W/73 von Osram, da sie das Objekt ziemlich gleichmäßig ausleuchten und bei langen Belichtungszeiten kaum Wärme abgeben.

Die Untersuchung im UV gibt Aufschluß über Beschaffenheit und Erhaltungszustand der Oberfläche und ermöglicht infolge der Verschiedenheit der Fluoreszenz einzelner Materialien ein rasches Erkennen von Retuschen, Übermalungen, Ergänzungen und Resten ungleichmäßig abgenommenen Firnisses. Die Fluoreszenzerscheinungen wurden im Jahre 1851 von Stokes zuerst am Flußspat (Fluorkalzium) beobachtet und danach benannt. Die Energie der erregenden ultravioletten Strahlen wird in Form von Strahlenquanten dem Objekt zugeführt. Trifft ein solches Strahlenquant auf die Peripherie von Molekülen, so wird es absorbiert, wobei die betreffenden Moleküle eine Zunahme von Energie erfahren. Die Wiedergabe der aufgenommenen Energie führt zu der Fluoreszenzstrahlung. Unter Fluor-



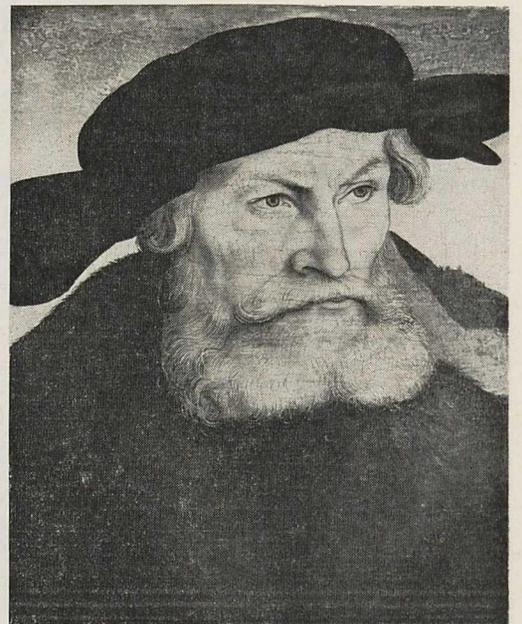
unten rechts Abb. 9 a

Cranach, L. d. Ä.,
Herzog Heinrich der Fromme von Sachsen
um 1528

unten links Abb. 9 b

Röntgenaufnahme zu Abb. 9 a

am oberen und unteren Rand
werden Anstückungen sichtbar.
Sie sind durch eine andere Holzstruktur
und weiße Kittstellen gekennzeichnet.



links Abb. 10 a. Röntgenaufnahme eines Leinwandgemäldes von Tintoretto (Detail)

Sie zeigt die ursprünglich waagerechte Handhaltung, die abgeändert wurde. Dort, wo Bleiweißschichten übereinander liegen, werden die Röntgenstrahlen stärker absorbiert.

rechts Abb. 10 b. Panchromatische Aufnahme des Gemäldes von Tintoretto

aus der Staatsgalerie Stuttgart mit der vom Künstler geänderten Hand



reszenz versteht man also solche Fälle von Strahlenemissionen, bei denen mit Aufhören der Einstrahlung auch die induzierte Strahlung abbricht.

Das richtige Deuten der Fluoreszenzerscheinungen bei der Bestrahlung der Bilder mit kurzwelligem Ultraviolett erfordert eine auf langer Erfahrung beruhende Kenntnis.

Die Betrachtung von Kunstwerken im gefilterten Ultraviolett

Beim Betrachten von Tafelbildern hat sich, wie oben schon erwähnt, die Verwendung von UV-Röhrenleuchten bewährt^{4/5}. Wenngleich ihre Durchlässigkeit vielleicht nicht so günstig ist wie z. B. bei der Koffernalyse Lampe Hanau, so liegt der große Vorteil in der gleichmäßigen Ausleuchtung des Objektes⁶; ein Umstand, der für die photographischen Aufnahmen von Wichtigkeit ist. Im Rahmen dieses Aufsatzes war es leider nicht möglich, farbige Fluoreszenzaufnahmen zu bringen, so daß hier nur anhand einiger Schwarz-Weiß-Beispiele die charakteristischen Erscheinungen eines Bildes im gefilterten Ultraviolett verdeutlicht werden können. Eine diesbezügliche Farbproduktion haben wir an anderer Stelle gebracht⁷.

Abb. 3 zeigt ein italienisches Leinwandgemälde aus dem 16. Jahrhundert im ultravioletten Licht. In den oberen Schichten hat dieses Bild starke Veränderungen erfahren. So sind die dunkel „herausfallenden“ Partien, der Rock der links stehenden Figur, der Umhang der Figur darüber und daneben, das Gesicht der Betenden und der dunkle Fleck unter der linken Hand Christi als Übermalungen aus späterer Zeit zu deuten. Ebenso ist das Gewand der sich beugenden Person rechts fast völlig überarbeitet. Die Felsen und das Blattwerk sind ebenfalls übermalt. Die mittelgrauen, trüben Partien kommen

bei der Betrachtung des Bildes in gelb-grünlich fluoreszierenden Farben heraus und sind alte Firnissschichten; so die Haare der Betenden im Vordergrund und der Umhang der links stehenden Figur. Auf den wichtig erscheinenden Teilen sind die alten Firnissschichten offensichtlich entfernt worden, um dem Bild mehr Kontrast zu geben; z. B. am Körper Christi, am Turban des Tragenden, in der Mitte und am linken Arm der vorn Betenden.

Ferner ermöglichen die ultravioletten Strahlen, wie Abb. 4 im unteren Teil zeigt, das deutlichere Lesen einer Signatur auf der Rückseite eines Leinwandbildes oder lassen bisweilen Vermerke von dokumentarischem Wert besser sichtbar werden. Ebenso wie der Restaurator von Tafelbildern und Holzskulpturen weiß der Wandrestaurator Nutzen zu ziehen aus der Betrachtung einer Wandmalerei mit ultravioletten Strahlen. Aufnahme 5 a zeigt eine aus Bruchstücken zusammengesetzte Teilkopie nach der „Flucht nach Ägypten“ von Giotto. In der Fluoreszenzaufnahme (Abb. 5 b) werden die Ausbesserungen an den Bruchkanten, besonders auf der Stirne, der Nase und der Wange deutlich. Auch im Hintergrund läßt sich die Restaurierung nachweisen.

Auf einer chinesischen Bildtapete (Abb. 6) konnten Retuschen einer früheren Restaurierung mit Hilfe der Quarzlampe lokalisiert werden. Deutlich sind diese dreist angelegten Retuschen auf der Schläfe und der ganzen rechten Wangenpartie des Dargestellten zu sehen.

Die Durchleuchtung von Tafelbildern mit Röntgenstrahlen

Die in einer Röntgenröhre erzeugten unsichtbaren Strahlen liegen im Gesamtspektrum der elektromagnetischen Wellen zwischen 1 nm und $\frac{1}{1000}$ nm. Sie haben die Eigenschaft, Substanzen zu durchdringen, die für Licht undurchlässig sind. Bei der Durchleuchtung von Gemälden werden die Röntgenstrahlen durch die Werkstoffe des Objekts, seien es die Pigmente oder der Bildträger, verschieden stark abgeschwächt. Es entstehen Schattenbilder, die entweder auf einem Leuchtschirm beobachtet oder auf einem Röntgenfilm festgehalten werden können. Solche Untersuchungen ermöglichen Aufschlüsse über den Erhaltungszustand des Bildträgers, der Grundierung und der Farbschicht sowie über den Bildaufbau mit Untermalung, Änderungen in der Komposition und über den eigentlichen Pinselduktus, die Handschrift des Künstlers. Die Pigmente sind für die Entstehung eines Röntgenbildes von größter Be-



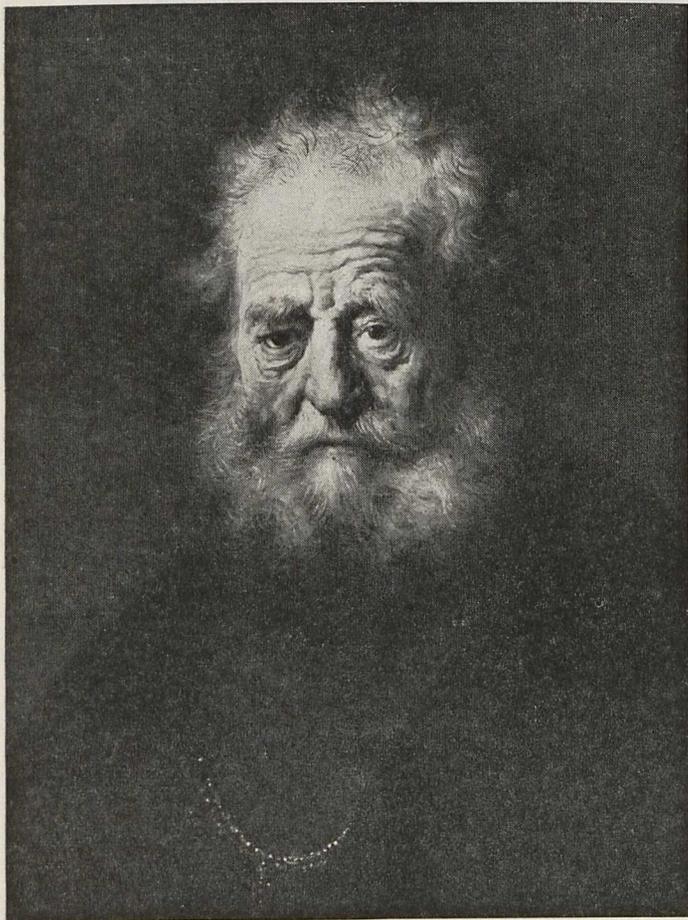
Abb. 11 b. Röntgenaufnahme (Detail) zu Abb. 11 a

Sie verdeutlicht den sehr spontanen Pinselduktus und die typischen, mit dem Pinselstiel in die frische Farbe eingravierten Linien (Pfeil)

Seite 73 unten Abb. 11 a. Rembrandt van Rijn, „Studienkopf eines Alten“ 1632
Aus den Staatlichen Kunstsammlungen Kassel

Abb. 12. Rückseite einer von Holzschädlingen zerfressenen Bildtafel

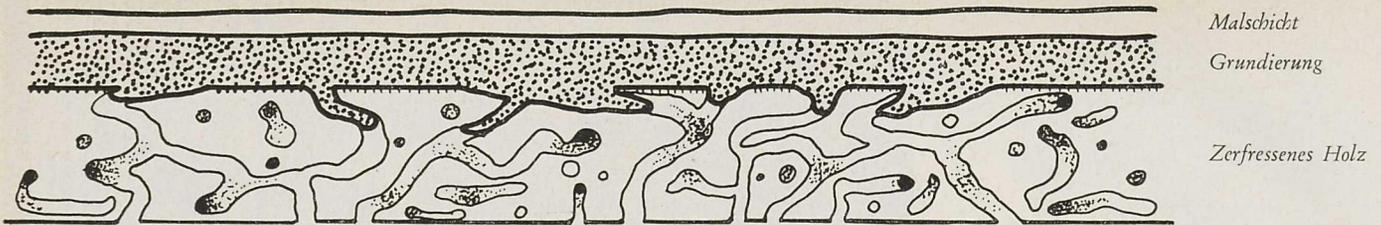
An der Oberfläche des Holzes treten stets nur die Fluglöcher des Schädlings in Erscheinung, während die Fraßgänge der Larven bis dicht unter der Oberfläche verlaufen. Nur wenn man die oberste Holzschicht entfernt, werden die Larvengänge freigelegt.



deutung, weil sie im Gegensatz zu den weitgehend homogenen Materialien des Bildträgers und Malgrundes aus sehr verschiedenartigen Substanzen bestehen. Die Pigmente sind je nach Stärke des Auftrags, Art und Menge der in ihnen enthaltenen Metallverbindungen für Röntgenstrahlen unterschiedlich durchlässig. Die Röntgenaufnahme der annähernd gleichmäßig aufgetragenen Farben (Abb. 7) veranschaulicht den Unterschied in der Absorption der einzelnen Pigmente^{8/9}. Am hellsten tritt hier das basische Bleikarbonat (Bleiweiß) in Erscheinung. Das Bleiweiß bringt normalerweise im Röntgenbild die Hauptkontraste und wird in der Absorption lediglich von Zinnober, einer Schwefelquecksilberverbindung mit ebenfalls hohem Atomgewicht, erreicht. Es folgen Neapelgelb, ein antimon-saures Blei, und Caput mortuum. Erdfarben absorbieren gewöhnlich in geringem Maße, weil sie vorwiegend aus Tonerde bestehen. Ocker, Umbra, Grüne Erde und Terra di Siena fallen wegen der wenigen Eisen- und Manganteile kaum ins Gewicht. Haben der Bildträger, die Grundierung oder die Farbschicht Verletzungen erfahren, so können diese Partien durch eine Röntgenaufnahme auch nach der Restaurierung meistens wieder sichtbar gemacht werden. Es ist wohl kaum möglich, röntgenecht auszubessern, d. h. einen Kitt zu verwenden, der in der Röntgenaufnahme die gleiche Absorption zeigt wie die Originalsubstanz. Abb. 8 verdeutlicht, wie exakt eine Ausbesserung lokalisiert werden kann. Der Restaurator hat hier die fehlende Originalleinwand durch eine andere ersetzt, offensichtlich nicht fadengerade, und einen stark absorbierenden Kitt verwendet.

Nicht selten findet man Bilder mit angesetzten Rändern. Sie können z. B. zugunsten eines bestimmten Rahmens verändert oder wie im vorliegenden Fall (Abb. 9 a) zunächst beschnitten und später aus stilistischen Gründen wieder vergrößert worden sein. Die Röntgenaufnahme dieses Holztafelbildes von Lucas Cranach d. Ä. 1528 „Herzog Heinrich der Fromme von Sachsen“ (Abb. 9 b) läßt deutlich die Anstückungen oben und unten sichtbar werden, während sie in der panchromatischen Aufnahme wegen der geschickten Ausbesserung kaum zu erkennen sind.

Wenn ein Künstler die Komposition abänderte, so übermalte er die erste Version und legte über diese den neuen Farbauf-



Malschicht

Grundierung

Zerfressenes Holz

trag. Solche Abänderungen werden in der Fachwelt als Pentimente bezeichnet. Kommen dabei mehrere Schichten Bleiweiß übereinander (Abb. 10 a), so müssen sie die Röntgenstrahlen stärker absorbieren und auf dem Film weiß erscheinen. Das Beispiel — aus einem Leinwandgemälde von Tintoretto — läßt erkennen, wie die Hand zunächst waagrecht gemalt war und später in eine mehr entspannte Haltung nach unten hängend umgeändert wurde (Abb. 10 b).

Ein Ausschnitt aus dem Bild von Rembrandt „Studienkopf eines Alten“ von 1632 (Abb. 11 a) kann als eine charakteristische Röntgenaufnahme für Rembrandt-Bildnisse aus dieser Zeit gelten. Zunächst fällt in Abb. 11 b deutlicher als in der panchromatischen Aufnahme der sehr spontane Pinselduktus auf, der zielsicher und bewußt aufgesetzt ist. Auf der Stirn ist der Farbauftrag klar und zügig, in den Haaren kommen die sehr typischen flauschigen Erscheinungen und die in die frische Farbe eingravierten Linien hinzu. Die Nase und rechte Wange des Alten zeigen kurze Pinselstriche. Die offenbar wegen ihres Bleiweißgehaltes absorbierende Grundierung ist dünn aufgetragen und wird durch die ausgefüllten Vertiefungen in der Maserung der Eichenholztafel deutlich.

Bei der Entlarvung von Fälschungen leisten Röntgenstrahlen oft gute Dienste. Um einer Fälschung ein vertrauenerweckendes Äußeres zu geben, machen sich die Fälscher alte Bildträger zunutze. Es ist z. B. bekannt, daß van Meegeren ein Leinwand-

Abb. 13 a. Schnitt durch ein gefälschtes Holztafelbild

Während an der Rückseite wie üblich nur die Fluglöcher des Holzschädlings sichtbar sind, hat man an der Bildseite die oberste Holzschicht entfernt und damit die Larvengänge aufgeschnitten. Die noch flüssige Grundierung ist in die Larvengänge hineingelaufen.

bild „Jagdscene“ von Hondius bei einem Kunsthändler erwarb, um es als Untergrund für eine Vermeer-Fälschung zu verwenden¹⁰.

Nicht selten werden aber auch Holzbildträger, die bereits von tierischen Schädlingen befallen sind, von Fälschern benützt. Abb. 12 zeigt in der linken Hälfte die Fluglöcher einer von Anobien befallenen Tafel. Im rechten Teil sind die Fraßkanäle, welche das ganze Holz durchziehen und bis dicht an die Oberfläche gehen, durch Hobelstöße aufgedeckt. Bei der Untersuchung eines kleinen Holzbildes konnte mit Hilfe der Röntgenstrahlen der Verdacht einer Fälschung bestätigt werden. Durch die Röntgenaufnahme (Abb. 13 b) sind Kanäle sichtbar geworden (Pfeil). Offensichtlich hatte der Fälscher eine von Schädlingen befallene Tafel auf einer Fläche abgehobelt — man erkennt die feinen parallel laufenden Spuren eines Zahnhebels — und dann mit einer Grundiermasse überzogen. Die schematische Zeichnung (Abb. 13 a) soll den vorliegenden Fall verdeutlichen. Über der gehobelten Holztafel liegt die z. T. in

Abb. 13 b. Röntgenaufnahme eines gefälschten Holzbildes

Die in die Fraßkanäle gelaufene Grundierung wird deutlich sichtbar (Pfeil)



Abb. 14. Infrarotaufnahme

Der Ausschnitt
aus dem Altarbild
eines rheinischen Meisters
des 16. Jhs.
zeigt die Vorzeichnung
besonders im Gewand
der Maria und
am Körper des Kindes



die Kanäle hineingeflossene Grundierung, welche in der Röntgenaufnahme wegen ihrer geringen Strahlendurchlässigkeit sichtbar wurde. Auf der Rückseite des gefälschten Bildes zeigen sich lediglich vereinzelte kreisrunde Fluglöcher. Die aufgeschnittenen Fraßkanäle müssen also unter der Grundierschicht liegen.

Beispiel einer Infrarotaufnahme

Wenn es bisher in der Gemäldekunde nur möglich war, die Infrarotwirkung mit Hilfe besonders sensibilisierter photographischer Platten sichtbar zu machen, so bietet die Industrie inzwischen ein Infrarotumwandlergerät an, welches das Betrachten des Bildes im infraroten Bereich ermöglicht. Für dokumentarische Zwecke ist dann allerdings wieder eine photographische Aufnahme mit Infrarotfilm erforderlich.

Bekanntlich liegen den meisten Bildern des 15. und 16. Jahrhunderts klare Vorzeichnungen zugrunde. Ultrarotstrahlen durchdringen bis zu einem gewissen Grad Lasuren und sogar dünne Farbschichten. Diesem Umstand ist es zu verdanken, daß in vielen Fällen mit ihnen die Vorzeichnungen sichtbar gemacht werden können. Der Ausschnitt vom Altarbild eines rheinischen Meisters aus dem 16. Jahrhundert wurde mit einer 950-nm-Platte aufgenommen. In Abb. 14 ist die Vorzeichnung besonders im roten Mantel der Maria deutlich, da die warmen Farbtöne stets besser durchstrahlt werden. Die mit dem Pinsel aufgetragenen Linien erweisen sich im vorliegenden Fall als sehr kühn, und so bleibt es nicht aus, daß sich mit der eigentlichen Malerei noch Korrekturen oder Kompositionsänderungen ergeben können. Neben dem Sichtbarmachen von Vorzeichnungen kann die Infrarotaufnahme auch Aufschluß über den Erhaltungszustand eines Bildes gewähren^{11/12}.

Im gedrängten Rahmen sind hier eine Anzahl von besonders instruktiven Beispielen für die Möglichkeiten vorgeführt, die sich aus den heutigen, auf wissenschaftlicher Grundlage beruhenden Methoden ergeben. In der Tat darf man auf die Fortschritte auf diesem Gebiet mit berechtigter Befriedigung blicken. Die intellektuelle Einstellung unserer Zeit hat der Wissenschaft und der Technik einen ungeahnten Aufschwung verliehen, von dem wir alles erwarten und der uns alles zu

geben scheint. Seien wir uns der Gefahr bewußt, die in dieser Entwicklung liegt, und erinnern wir uns stets, daß vor allem die ideellen Werte es sind, die es zu pflegen und zu retten gilt. Diese Dinge dürfen nicht falsch bewertet werden. Sie haben uns in den letzten Jahrzehnten bemerkenswerte Möglichkeiten erschlossen und nützliche Ergebnisse geliefert. Die Erfolge sollen uns nicht dazu verleiten, daß wir die Möglichkeiten naturwissenschaftlicher Untersuchungen als Selbstzweck betrachten. Sie sollen vielmehr Helfer bei der Sorge um hohe Werte unserer Kultur bleiben.

Literatur:

- 1 Schwarz, H. Vermeer and the Camera obscura. *Pantheon* 24 (1966), S. 170-182.
- 2 Müller Hofstede, C. Das Stuttgarter Selbstbildnis von Rembrandt. *Pantheon*, 21 (1963), S. 63-90; Coremans, P., Wolters, Ch., Wehlte, K. und Kühn, H. Bericht über die naturwissenschaftliche Untersuchung des Stuttgarter Rembrandt-Selbstbildnisses. *Ibid.* S. 94-100.
- 3 Müller-Skiold, Wehlte, K. Gemäldephotographie im Lichte verschiedener Wellenlängen. *Zeitschrift für Angewandte Photographie in Wissenschaft und Technik*, Okt./Dez. 1939, Heft 5/6.
- 4 Wehlte, G. Fluoreszenzuntersuchungen von Gemälden. *Maltechnik* 63 (1957), S. 34-40.
- 5 Dankworth, Eisenbrand. Lumineszenzanalyse im filtrierten ultravioletten Licht. Leipzig 1964.
- 6 Brandt, W. Fotostaffelei für Gemäldeaufnahmen. *Maltechnik* 68 (1962), S. 37-44.
- 7 Brandt, W. Fluoreszenzaufnahmen farbig. *Maltechnik* 70 (1964), S. 46-48.
- 8 Wehlte, K. Röntgenographische Aufnahmetechnik von Gemälden. *Maltechnik* 68 (1962), S. 45-51.
- 9 Wolters, Chr. Die Bedeutung der Gemäldedurchleuchtung mit Röntgenstrahlen für die Kunstgeschichte. Frankfurt 1938.
- 10 Coremans, P. B. Van Meegerens faked Vermeers and De Hoogs London 1949.
- 11 Wehlte, G. Gemäldeuntersuchung im Infrarot. *Maltechnik* 61 (1955), S. 52-56.
- 12 Bridgman, Ch. Infrared Luminescence in the Photographic Examination of Paintings and other Art Objects. *Conservation* 8 (1963), S. 77-83.

Photonachweis:

Für die freundliche Genehmigung der Abbildung 1 haben wir dem Econ-Verlag, Düsseldorf, der Abbildungen 3, 10a und 10b der Würt. Staatsgalerie Stuttgart, der Abbildungen 9a, 9b, 11a und 11b den Staatl. Kunstsammlungen Kassel zu danken.