

LEONARDO DA VINCI IN DER HAMBURGER KUNSTHALLE

MATERIALTECHNOLOGISCHE
UNTERSUCHUNGEN



MATERIALTECHNOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN VIER ZEICHNUNGEN LEONARDO DA VINCIS AUS DEM KUPFERSTICHKABINETT

Sabine Zornⁱ, Sebastian Boschⁱⁱ, Oliver Hahnⁱⁱⁱ, iii

EINLEITUNG

Das Kupferstichkabinett der Hamburger Kunsthalle besitzt seit seiner Gründung vier Zeichnungen von Leonardo da Vinci (1452–1519). Sie sind Teil eines umfangreichen Legats des Hamburger Kunsthändlers Georg Ernst Harzen (1790–1863), das der Stadt Hamburg für die 1869 eröffnete Kunsthalle als Besitz übereignet wurde.

Die Zeichnungen gelten aufgrund ihrer Provenienzen¹ und stilistischen Verankerung im Œuvre Leonardos² als gesichert. Weiterführende materialtechnologische Untersuchungen oder apparative Analysen konnten bislang noch nicht durchgeführt werden. Dies stellt auch im Vergleich mit anderen Sammlungen ein Desiderat dar. Anlässlich der Ausstellung »Leonardo da Vinci. Die Zeichnungen im Kupferstichkabinett« konnte dies nun nachgeholt werden.

Für diesen Beitrag konnte auf eine Reihe umfangreicher Untersuchungen an Zeichnungen von Leonardo da Vinci sowie weiterer Renaissance-Künstler zurückgegriffen werden³. Sie wurden neben anderen Quellen zur Einordnung der eigenen materialtechnologischen und apparativen Untersuchungsergebnisse herangezogen.

DIE ZEICHNUNGEN

Alle vier Zeichnungen (siehe Anhang) sind in den Zeitraum von ca. 1475–1505 datiert, in welchem da Vinci noch bis ca. 1477 bei Andrea del Verrocchio (1435–1488) lernte und in Florenz arbeitete, bevor er um 1481/83 bis 1499 nach Mailand ging. Die Jahre

um 1500 sind zunächst von einigen Ortswechselln geprägt, bis 1506 lebt Leonardo da Vinci dann überwiegend in Florenz⁴. Seine Werke aus diesen Jahren spiegeln die Bandbreite an Materialien wider, die da Vinci auch zeitlebens für seine Skizzen und Studien auf Papier einsetzte und wie sie auch für andere Künstler der Renaissance charakteristisch sind.

PAPIERE

Die verwendeten Papiere zeichnen sich durch gut aufgeschlossenen Faserrohstoff und eine gleichmäßige Verteilung der Fasern aus. Sie enthalten bräunliche Fasern und vereinzelt kleinere Pflanzenreste, jedoch kaum oder keine blauen und roten Fasern.

Die für »Aristoteles und Phyllis« und »Kopf eines alten Mannes oder einer alten Frau« verwendeten Papiere ähneln im Charakter mehr einem Velin als dem zu dieser Zeit üblichen Vergépapier. Rippen sind auch im Durchlicht und mikroskopisch nur schwer erkennbar, die für Vergépapiere charakteristischen Kettdrahtlinien und Stegschatten fehlen⁵.

Für die Zeichnung »Heiliger Sebastian« wurde ein feineres durchscheinendes Papier verwendet, wodurch die Konstruktionszeichnung auf der Rückseite des Blattes auf der Vorderseite wahrnehmbar ist. Die Siebstruktur des Blattes ist im Durchlicht gut zu erkennen, ebenso die versetzt zu den Kettdrahtlinien liegenden Stegschatten (siehe Abb. 1).

Die Zeichnung »Studien zur Anbetung der Hirten« wurde auf einem festeren Papier mit deutlich in das Papiervlies eingepprägten Rippen und Kettdrahtlinien ausgeführt. Der Kettdraht mit dem daran befestigten Wasserzeichen weist im Gegensatz zu den

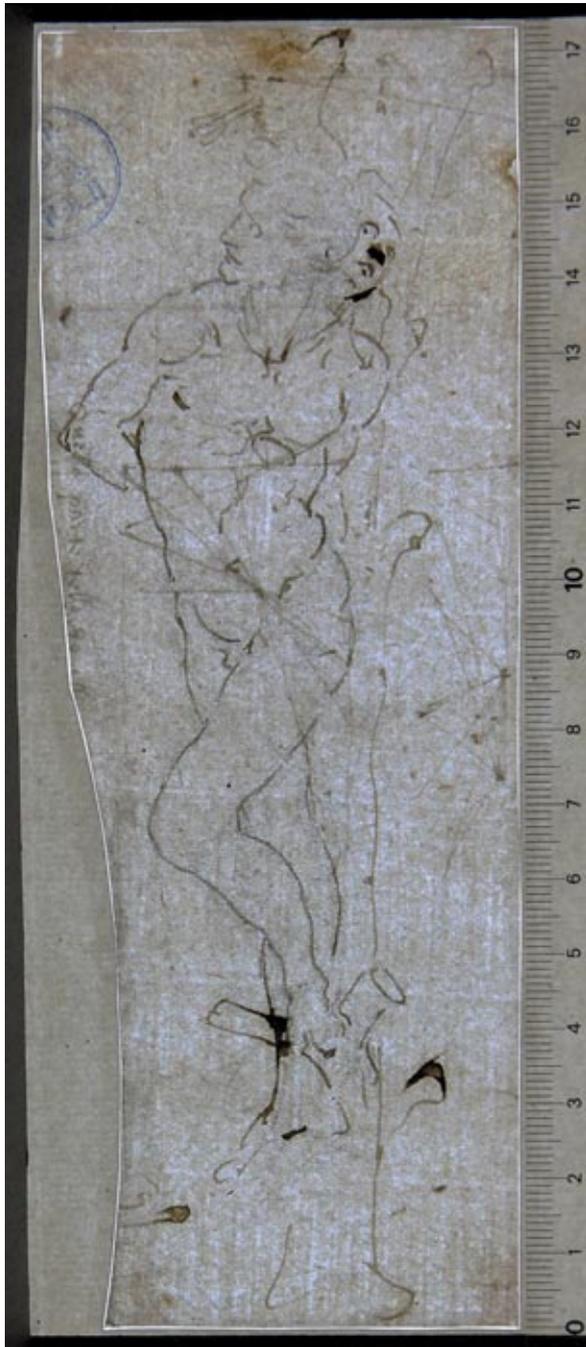


Abb. 1 »Heiliger Sebastian«. Durchlicht. Struktur eines Vergépapiers mit horizontal verlaufenden Kettdrahtlinien und dazu versetzten Stegschatten. Inv. Nr. 21489

anderen beiden Drähten keinen Stegschatten auf⁶. Das Papier enthält als einziges der vier Blätter ein Wasserzeichen: Lilie – mit Beizeichen – mit zwei Kleeblättern oder Blumen⁷.

Die Untersuchung mittels Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)⁸ ergab insbesondere für die nicht grundierten Papiere einen im gesamten Blatt auftretenden höheren Bleiwert, für den optisch keine Ursache ermittelt werden konnte⁹.

GRUNDIERUNGEN

Zwei der Blätter sind farbig grundiert¹⁰. »Aristoteles und Phyllis« in einem schwachen bläulich-grünen Grau, »Studien zur Anbetung der Hirten« in einem Purpurviolett. Während bei »Aristoteles und Phyllis« mikroskopisch vergrößert feine dunkelblaue Partikel in der opaken Grundierung wahrzunehmen sind, setzt sich das transparentere Purpurviolett bei »Studien zur Anbetung der Hirten« aus roten und überwiegend schwarzen, in Einzelfällen blauen Partikeln zusammen (siehe Abb. 2). In beiden Grundierungen konnten in geringerer Menge auch größere weiße Partikel gefunden werden, die unter Ultraviolett-Beleuchtung (UV) weiß leuchten. Die purpurviolette Grundierung wurde mit einem ca. 2,5 cm breiten Pinsel einfach aufgetragen, die horizontal zur Zeichnung verlaufenden Pinselstriche sind deutlich zu erkennen. Kleinere Fehlstellen im Farbauftrag im Bereich der rechten Blattkante stammen von Luftbläschen, die beim Auftrag der warmen Hautleimlösung entstehen und im Verlaufe der Trocknung aufplatzen. Bei »Aristoteles und Phyllis« wurde die Grundierung insgesamt gleichmäßiger und dichter aufgetragen die Pinselstriche verlaufen hier vertikal. Mittels VIS und RFA konnte das bläulich-grüne Grau als Indigo¹¹, das Purpurviolett als eine Mischung aus Indigo und Kermes¹² ermittelt werden, die Elemente Calcium und Phosphor wurden in beiden Grundierungen gefunden. Sie deuten auf pulverisierte kalzinierte Knochen als Weißpigment hin¹³. Im Falle der Blätter »Kopf eines alten Mannes oder einer alten Frau« und »Heiliger Sebastian« wurden im Papier größere Mengen Eisen (Ocker), Blei (Bleiweiß) und Calcium (weiße Kreide) gemessen. Sie könnten Bestandteil einer Tönung sein, die sich im vorliegenden Fall kaum von der natürlichen Blattfarbe unterscheidet¹⁴. Das Fehlen von Pinselstrichen lässt vermuten, dass die Pigmente entweder trocken eingerieben oder aber nur mit Hilfe von Wasser auf dem Blatt verteilt wurden.

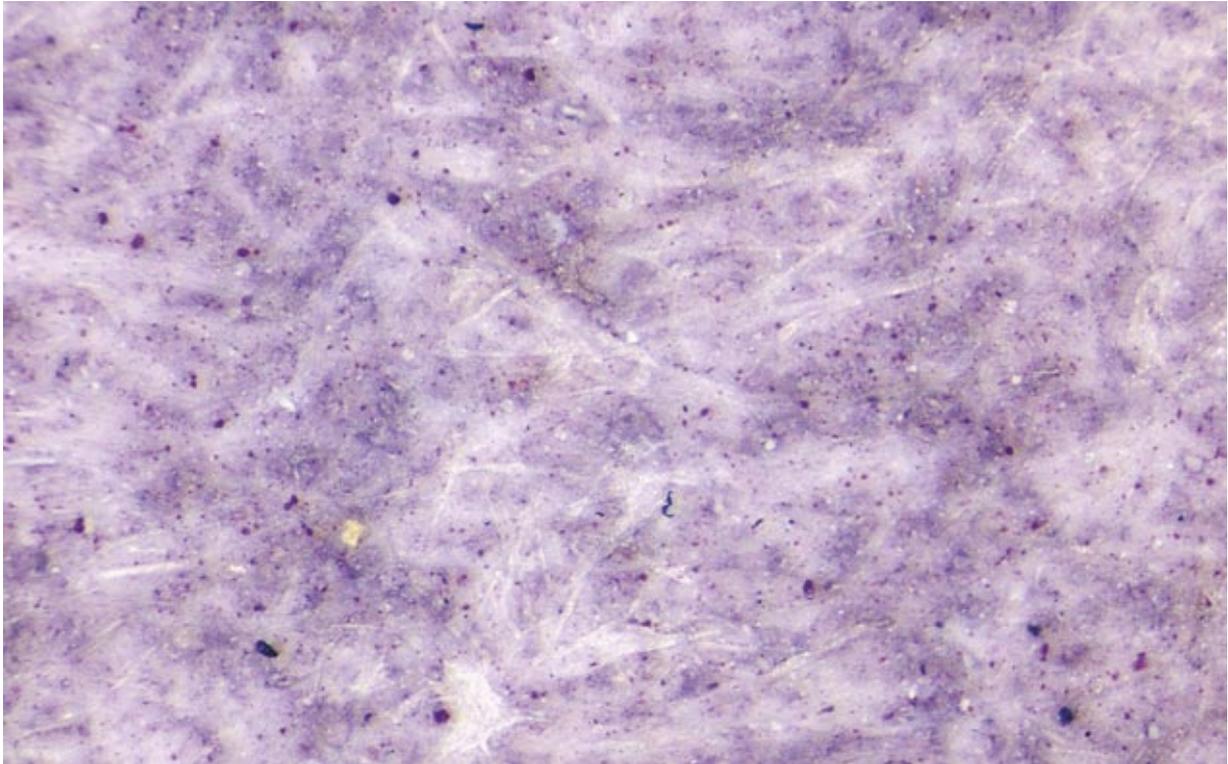


Abb 2 »Studien zur Anbetung der Hirten«. Normal. Detail 40-fach. Grundierung mit roten, schwärzlichen und weißen Partikeln. Inv. Nr. 21488

VORZEICHNUNGEN

Die geschlossenen, metallisch glänzenden Linien der Vorzeichnung zu »Studien zur Anbetung der Hirten« legen um 1500 die Verwendung von Metallstiften¹⁵ nahe. Unter Infrarot-Beleuchtung (IR) bleibt der verwendete Stift vollständig sichtbar, was auf Blei oder eine Bleilegierung hindeutet¹⁶ (siehe Abb. 3.1 u. 3.2). Letzteres konnte durch den Nachweis von Blei und Zinn¹⁷ mittels RFA bestätigt werden. Dass auch bei »Aristoteles und Phyllis« eine Vorzeichnung mit Metallstift angelegt wurde, kann aufgrund der wenigen Spuren lediglich vermutet werden. Leonardo da Vinci nutzte grundierete Papiere gelegentlich jedoch auch in Kombination mit anderen Zeichenmitteln.

Die Vorzeichnung zu »Heiliger Sebastian« wurde mit einem schwarzen, stellenweise fein verteilten trockenen Zeichenmittel ausgeführt. Die Linien sind unter IR-Beleuchtung ebenfalls gut sichtbar. Da die RFA-Analyse die Anwesenheit von Metallen ausschließen konnte, wird davon ausgegangen, dass es sich um

ein Kohlenstoff-basiertes Zeichenmittel handelt. Optische Merkmale des Strichs – wie die feine Verteilung der Partikel und das Einsinken in die Papierfaser – deuten auf Kohle hin.

VERÄNDERUNG DER VORZEICHNUNG/RADIERSPUREN

Neben den optisch gut erkennbaren Bleizinngriffel-Linien sind bei »Studien zur Anbetung der Hirten« in der rechten Hälfte der Zeichnung sowie im unteren Viertel im Streiflicht Blindlinien¹⁸ zu erkennen. Diese finden sich auch in anderen Werken da Vincis¹⁹. Da die Blindlinien unter IR- und UV-Beleuchtung jedoch vergleichbar dunkel erscheinen wie die sichtbaren, wird angenommen, dass die Linien mit demselben Stift gezeichnet, das Zeichenmittel dann jedoch an den betreffenden Stellen zu einem großen Teil entfernt wurde. Darauf deuten auch leichte optische Veränderungen der Grundierung in einigen dieser Bereiche hin²⁰ (siehe Abb. 4.1 u. 4.2). Bleizinngriffel



Abb. 3.1 u. 3.2 »Studien zur Anbetung der Hirten«. 3.1 Normal, 3.2 Nahes Infrarot (940 nm). Detail. Die Bleizinngriffel-Linien der Vorzeichnung sind ohne überlagernde Tintenlinien deutlich zu erkennen. Inv. Nr. 21488

lässt sich, ähnlich wie Kohle, relativ gut von Papier oder auch Pergament entfernen, als Radiermittel wurde laut Quellenliteratur weiches Brot verwendet²¹.

ZEICHENMITTEL

Die Studie »Kopf eines alten Mannes oder einer alten Frau« erscheint unter IR-Beleuchtung vollständig transparent, was auch charakteristisch für roten Ocker bzw. Rötel ist. Das Material wurde ähnlich wie weiße oder schwarze Kreide in Stücke gesägt und in einer Halterung befestigt, wodurch es angespitzt wie ein Stift verwendet werden konnte. Leonardo da Vinci gilt als einer der ersten Künstler der Renaissance, die

Rötel nicht nur für Vorarbeiten wie Liniieren, sondern auch für Zeichnungen selbst einsetzten²². Im Bereich der Hals- und Gesichtskonturen der Figur weist das Blatt punktförmige Einstiche auf, die zum Übertragen der Zeichnung auf einen anderen Träger dienten²³ (siehe Abb. 5).

Tinte und Federkiel gelten als das klassische Zeicheninstrument von Künstlern der italienischen Renaissance, und auch Leonardo da Vinci setzte sie überwiegend für seine Zeichnungen ein²⁴. Rußtuschen oder Eisengallustinten waren dabei die gebräuchlichsten Schreib- und Zeichenmittel. Mittels IR-Beleuchtung konnte für die mit Feder und Tinte ausgeführten Hamburger Zeichnungen²⁵ in allen



Abb 4.1 u. 4.2 »Studien zur Anbetung der Hirten«. 4.1 UV, 4.2 Normal. Detail. Bereiche mit ausradierten Bleizinngriffel Linien. Inv. Nr. 21488

Fällen die Verwendung von Eisengallustinte nachgewiesen werden²⁶. Für eine genauere Unterscheidung der Tinten, die in ihrer Farbigkeit – im Falle von »Studien zur Anbetung der Hirten« auch in ein und demselben Blatt – variieren, wurden RFA-Messungen durchgeführt und die Resultate miteinander verglichen²⁷. Auf diese Weise konnten unterschiedliche Tintenzusammensetzungen für die vier Blätter nachgewiesen werden (siehe Abb. 6). So wurde beispielsweise auf dem Blatt »Studien zur Anbetung der Hirten« neben der hauptsächlich verwendeten Tinte eine weitere identifiziert (Engel unten rechts). Da in diesem Bereich der Zeichnung auch die Linienstärke variiert, also vermutlich eine andere Feder zum Zeichnen verwendet wurde, könnte dieser Teil der Zeichnung auch zu einem anderen Zeitpunkt entstanden sein.

ZUSAMMENFASSUNG

Mit Hilfe der umfangreichen Untersuchungen an den vier Zeichnungen ist es gelungen, eine Reihe weiterführender Informationen zu den kreativen Arbeitsprozessen und zu den verwendeten Materialien zusammenzutragen. So konnten Arbeitsweisen wie das Aufstreichen der Grundierung oder das teilweise Entfernen einer Vorzeichnung nachvollzogen und Materialien wie Bleizinngriffel oder Eisengallustinte(n) eindeutig bestimmt werden. Dabei haben sowohl die optisch gewonnenen Resultate als auch die Messergeb-



Abb 5 »Kopf eines alten Mannes oder einer alten Frau«. Durchlicht. Detail. Punktförmige Übertragungsspuren im Bereich der Hals- und Gesichtskontur. Inv. Nr. 21482

nisse zu einem schlüssigen Gesamtbild beigetragen. Der aufgrund weiterer Untersuchungsergebnisse mögliche Abgleich der eigenen Daten gestattete es darüber hinaus, die Ergebnisse der vier Zeichnungen in einen größeren Zusammenhang zu stellen.

i Hamburger Kunsthalle, Glockengießerwall 5, 20095 Hamburg

ii Centre for the Study of Manuscript Cultures (CSMC), Universität Hamburg, Warburgstraße 26, 20354 Hamburg

iii Fachbereich 4.5, Kunst- und Kulturgutanalyse, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Unter den Eichen 44–46, 12203 Berlin

1 Die Werke Inv. Nr. 21487 (»Aristoteles und Phyllis«) und Inv. Nr. 21488 (»Studien zur Anbetung der Hirten«) weisen einen ovalen Blindstempel mit den Initialen RD auf: Alexandre Pierre-François Robert-Dumesnil, 1778–1864. Vgl. Frits Lugt, *Les Marques de Collections de Dessins & d'Estampes*, Fondation Custodia, Nr. L. 2200, <http://www.marquesdecollections.fr/detail.cfm/marque/9093> [zuletzt aufgerufen am: 8. 5. 2019].

2 Vgl. Klemm 2009, S. 211–215.

3 Ambers u. a. 2010; Menu 2014; Misiti 2014; Donnithorne 2019 u. a.

4 Vgl. auch Bambach 2003, S. 227–241.

5 Papiere dieser Art werden auch für weitere Arbeiten da Vincis beschrieben; vgl. Bescoby/Rayner 2014, S. 256; Donnithorne 2014, S. 105.

6 Ein schattenloser Kettendraht mit daran befestigtem Wasserzeichen gilt als charakteristische Eigenschaft für Papiere aus der Region Florenz. Vgl. Lunning 1989, S. XXXVI.

7 Vgl. Piccard 1983, S. 90, ähnlich Nr. 422, der prägnante Kettendraht ist jedoch rechts zum Wasserzeichen angeordnet wie bei Nr. 423.

8 Die eingesetzten Untersuchungsgeräte und -methoden sind unter dem betreffenden Punkt am Ende des Beitrags zusammengefasst.

9 Für die Zeichnung Inv. Nr. 1895,0915.474 (Warrior) des British Museum wurde das

Phänomen ebenfalls beschrieben; vgl. Ambers u. a. 2010, S. 116.

10 Mit Ausnahme der weicheren Bleigriffel benötigen Metallstifte eine Grundierung. Diese besteht aus einer Hautleimlösung mit farbigen und weißen Pigmenten, die warm auf das Papier aufgetragen wird. Vgl. Cennini 1888, S. 12–14.

11 Blauer Pflanzenfarbstoff (*Indigofera tinctoria* L.), C.I. Natural Blue 1.

12 Roter Insektenfarbstoff (*Kermes vermilio*), C.I. Natural Red 3.

13 Vgl. auch Montalbano und andere 2002, S. 612; Montalbano/Migliori 2005, S. 17.

14 Die Messergebnisse ähneln Befunden an der Zeichnung »Virgin Mary with Child and Saints« des Künstlers Battista Angolo del Moro. Vgl. Montalbano/Migliori 2005, S. 19–20. Zum Fehlen von Pinselstrichen bzw. einem trockenen Auftrag vgl. Donnithorne

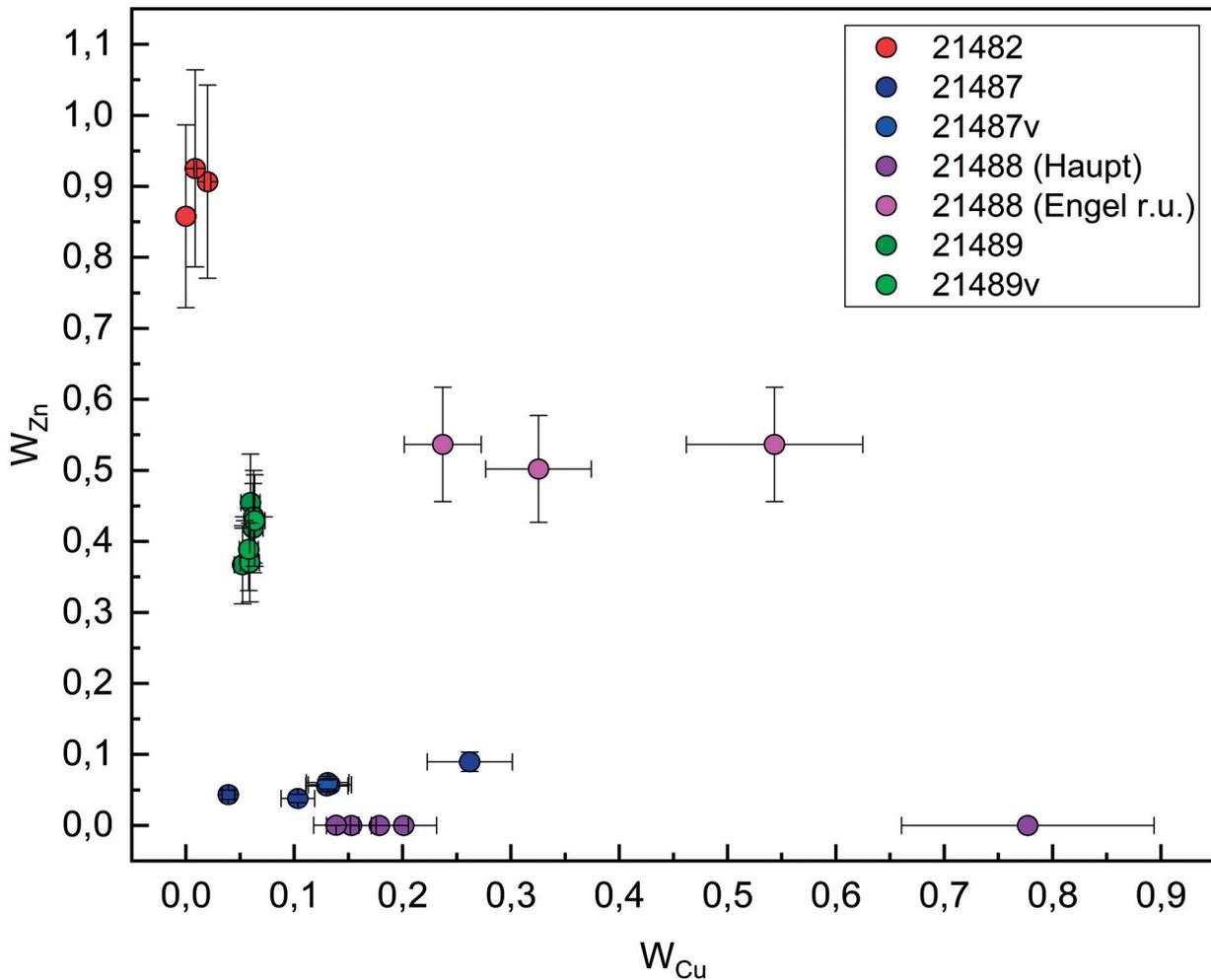


Abb 6 Fingerprint-Modell zur Unterscheidung der Eisengalltinten auf den vier Blättern. Die relativen Konzentrationen der NebenkompONENTEN Kupfer (W_{Cu}) und Zink (W_{Zn}) bezogen auf die Hauptkomponente Eisen zeigen die unterschiedlichen Tintenzusammensetzungen.

2014, S. 107; vgl. auch Russel u. a. 2016, S. 23. Calcium und Eisen können herstellungsbedingt auch im Papier enthalten sein.

15 Das Spektrum der Metallstifte umfasst Silber, Gold, Kupfer, und Blei sowie verschiedene Legierungen, Messing und Bronze unter anderem.

16 Ebenfalls dunkel erscheinen Kohlenstoffbasierte Materialien wie Kohle, schwarze Kreide oder Graphit. Graphit, der aufgrund seines metallischen Glanzes mit einigen Metallstiften verwechselt werden kann, wurde an Werken Leonardo da Vincis bislang nicht nachgewiesen.

17 Neben Blei-Zinn wurden auch Blei-Wismut-Legierungen verwendet.

18 Mit einem Stylus oder vergleichbaren Instrumenten in das Trägermaterial eingeprägte, farblose Linien.

19 So in einigen Konstruktionszeichnungen

Leonardo da Vincis. Vgl. Verri/Ambers 2010, S. 91–92; Bescoby/Rayner 2014, S. 257–258.

20 Ein alterungsbedingtes Verschwinden des Metallstifts wie von Donnithorne/Russel 2014, S. 270–272 beschrieben, wird aufgrund der ursprünglich vorhandenen Materialmenge und dem veränderten Erscheinungsbild der Grundierung in diesen Bereichen ausgeschlossen.

21 Vgl. Cennini 1888, S. 10.

22 Vgl. Donnithorne 2019, S. 112.

23 Spolvero-Technik, bei welcher die punktierten Linien mittels aufgetupftem Rötöl- oder Kohlestaub auf einen anderen Grund übertragen werden.

24 Vgl. Donnithorne 2019, S. 100–101.

25 Gemessen wurde: Inv. Nr. 21487 (»Aristoteles und Phyllis«) recto Zeichnung; verso Beschriftung, Inv. Nr. 21488 (»Studien zur Anbetung der Hirten«) recto Zeichnung;

21489 (»Heiliger Sebastian«) recto Zeichnung; verso Konstruktionszeichnungen; sowie 21482 (»Kopf eines alten Mannes oder einer alten Frau«) verso Beschriftung.

26 Die Tinten können unter IR-Beleuchtung grundsätzlich voneinander unterschieden werden: während reine Eisengalltinten nur bis etwa 1300 nm absorbieren, sind Rußtuschen im fernen Infrarot weiterhin gut sichtbar. Vgl. auch Mrusek u. a. 1995, S. 78.

27 Fingerprint Modell: Differenzierung von Eisengalltinten anhand der relativen Konzentrationen der Nebenbestandteile Kupfer und Zink bezogen auf die Hauptkomponente Eisen. Vgl. Malzer u. a. 2004, S. 231. In einigen Messungen konnte auch ein geringer Gehalt an Nickel nachgewiesen werden, was auf eine norditalienische Provenienz hindeuten könnte.

UNTERSUCHUNGSMETHODEN UND -GERÄTE

Stereomikroskopie	Wild, M3C, 5-fach Vergrößerungswechsler, 6,5-; 10-; 16-; 25-; 40-fach, Normalbeleuchtung Mikroskop: LED-Ringlicht (coolRing), 8 Segmente à 5 LED 5000° K
UV-Lichtquelle; UV-Fluoreszenzphotografie	UV-Beleuchtung Mikroskop: LED 25 UV (coolSpot), 1 Watt UV-LED 10° Abstrahlwinkel; UV Handlampe: Dr. Höhnle UVA Hand 250
IR-Lichtquelle; Digitalmikroskopie (Dino)*	Digitalmikroskopie (Dino) – Dino-Lite AD4113T (Metav Werkzeuge GmbH): LEDs: VIS (externe Weißlichtquelle), UV (395 nm), nIR (940 nm) Vergrößerung: 10x – 50x Auflösung: 1280 x 1024 CMOS Sensor: 1,3 MP Anschluss: USB 2.0
Fotografische Aufnahmen	Canon Eos 550 D; Dino-Lite AD4113T
Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)*	ArtTAX (Bruker Nano GmbH): Molybdänröhre: 30 W, 50 V, 600 µA Größe Messpunkt: 70 µm CCD Kamera zur Positionierung elektrothermisch gekühlter Xflash Detektor (SDD, 30 mm ² , Auflösung <150 eV bei 10 kcps) motorisierter Probenkopf zur Positionierung und linearen Messung linescans: mind. 10 Einzelmessungen entlang einer Linie im Abstand von 0,1–0,2 mm mit einer Messzeit von 20 s/Einzelmessung)
Spektralfotometrie im sichtbaren Bereich (VIS)*	SpectroEye (Gretag-Imaging AG): Lichtquelle: Wolfram 2W; Größe Messpunkt: 3 mm; Spektralbereich des sichtbaren Lichts 380–730 nm; spektrale Auflösung: 10 nm; Erste Ableitung der Rohdaten (Reflexion, R)

* Die Messungen wurden vom Sonderforschungsbereich 950 »Manuskriptkulturen in Asien, Afrika und Europa« der Universität Hamburg, gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft, durchgeführt.

LITERATURLISTE

- Ambers, Janet u. a. 2010
Italian Renaissance Drawings. Technical Examination and Analysis, Symposium held at the British Museum 20 May 2010, hrsg. v. Janet Ambers, Catherine Higgitt and David Saunders, London 2010
- Bambach 2003
Leonardo da Vinci, Master Draftsman, hrsg. v. Carmen Bambach, Ausst.-Kat. New York, The Metropolitan Museum of Art, New York 2003
- Bescoby/Rayner 2014
Jenny Bescoby und Judith Rayner: The visual and technical examination of Leonardo drawings in the British Museum, in: Leonardo da Vinci's technical practice. Paintings, drawings and influence, hrsg. v. Michel Menu, Paris 2014, S. 254–266
- Cennini da Colle di Valdelsa 1400, 1888
Cennino Cennini da Colle di Valdelsa: Das Buch von der Kunst oder Tractat der Malerei. Quellenschriften für Kunstgeschichte und Kunsttechnik des Mittelalters und der Renaissance, hrsg. v. R. Eitelberger v. Edelberg, neue Ausg., Bd. 1, Wien 1888
- Donnithorne 2014
Alan Donnithorne: Recent studies of Leonardo's drawing materials at the Royal Library, in: I disegni di Leonardo – Diagnostica, Conservazione, Tutela, Seminario int., Rom, 25.–26. Juni 2012. Istituto Centrale per il Restauro e la Conservazione del Patrimonio, Archivistico e Librario, hrsg. v. Maria Christina Misiti, Livorno u. a. 2014, S. 104–108
- Donnithorne/Russel 2014
Alan Donnithorne, Joanna Russel: An investigation of »faded« metalpoint drawings by Leonardo da Vinci in the Royal Collection, in: Leonardo da Vinci's technical practice. Paintings, drawings and influence, hrsg. v. Michel Menu, Paris 2014, S. 267–282
- Donnithorne 2019
Alan Donnithorne: Leonardo da Vinci – A Closer Look, Exploring the beauty and complexity of Leonardo's drawings through a study of his materials and methods, London 2019
- Klemm 2009
David Klemm: Leonardo da Vinci, in: Italienische Zeichnungen 1450–1800, Bd. 1, Die Sammlungen der Hamburger Kunsthalle – Kupferstichkabinett, Bd. 2, Köln u. a. 2009, S. 211–215
- Lunning 1989
Elisabeth Lunning: Characteristics of Italian Paper in the Seventeenth Century, in: Italian Etchers of the Renaissance and Baroque, hrsg. v. Sue Welsh und Richard Wallace, Ausst.-Kat. Boston, Museum of Fine Arts, The Cleveland Museum of Art, Washington, National Gallery of Art, Boston 1989, S. XXXII–XLIII
- Malzer u. a. 2004
Wolfgang Malzer, Oliver Hahn, and Birgit Kanngießer: A fingerprint model for inhomogeneous ink paper layer systems measured with micro X-ray fluorescence analysis, in: X-Ray Spectrometry, 33, 2004, S. 229–233
- Menu 2014
Leonardo da Vinci's Technical Practice. Paintings, Drawings and Influence, hrsg. v. Michel Menu, Paris: 2014
- Misiti 2014
I disegni di Leonardo. Diagnostica, Conservazione, Tutela, , Seminario int., Rom, 25.–26. Juni 2012. Istituto Centrale per il Restauro e la Conservazione del Patrimonio, Archivistico e Librario, hrsg. v. Maria Christina Misiti, Livorno u. a. 2014
- Montalbano u. a. 2002
Letizia Montalbano, Cecilia Frosinini, Alain Duval. Hélène Guicharnaud, Giuseppe Casu: Italian Metal point drawings: International studies of the artistic technique, in: ICOM CC Conference Preprints Vol. II, 2002, S. 609–614
- Montalbano/Migliori 2005
Letizia Montalbano, Alessandro Migliori: The preparation of grounds of Italian drawings from 14th to the 16th century. A contribution to the study of the technique and to the analysis of materials, in: *Techne. La science au service de l'histoire de l'art et des civilisations*, 22, 2005, S. 16–20
- Mrusek u. a. 1995
Ralf Mrusek, Robert Fuchs, Doris Oltrogge: Spektrale Fenster zur Vergangenheit. Ein neues Reflektographieverfahren zur Untersuchung von Buchmalerei und historischem Schriftgut, in: *Naturwissenschaften*, 82, 1995, S. 68–69
- Piccard 1983
Veröffentlichungen der Staatlichen Archivverwaltung Baden-Württemberg, Sonderreihe, Die Wasserzeichenkartei Piccard im Hauptstaatsarchiv Stuttgart, hrsg. v. Gerhard Piccard, Bd. 13: Wasserzeichen Lilie, Stuttgart 1983
- Russel u. a. 2016
Joanna Russel, Judith Rayner, Jenny Bescoby: Technical examination and analysis, in: *diess.: Northern European Metalpoint Drawings. Technical Examination and Analysis*, London 2016, S. 21–52
- Verri/Ambers 2010
Giovanni Verri, Janet Ambers: Revealing Stratigraphy, in: *Italian Renaissance Drawings. Technical Examination and Analysis*, hrsg. v. Janet Ambers, Catherine Higgitt and David Saunders, London 2010, S. 89–102



Aristoteles und Phyllis · um 1475

Feder in Braun über Metallstiftspuren auf blaugrüngrau präpariertem Papier; Spuren einer Einfassungslinie (Feder in Braun) · 93 x 136 mm



Hl. Sebastian · 1478–1483

Feder in Braun über Kohle · 173 x 63 mm (im unteren Bereich
unregelmäßig beschnitten; untere Br.: 56 mm)



Studie zu einer Anbetung der Hirten · um 1480

Feder in Schwarz über Bleizinngriffel auf purpurviolett präpariertem Papier; die Skizze des Kindes unten rechts ist mit der Feder in Braun eigenhändig hinzugefügt · 172 x 110 mm



Kopf eines alten Mannes oder einer alten Frau
im Profil · um 1495/1505

Rötel auf getöntem Papier, die Konturen von Hals, Gesicht und
Haaransatz zur Übertragung mit der Nadel gestochen · 99 x 82 mm

Auszug aus dem Ausstellungskatalog
»Leonardo da Vinci in der Hamburger Kunsthalle«,
2019, ISBN 978-3-938002-56-8