



Internationale Arbeitsgemeinschaft  
der Archiv-, Bibliotheks- und Graphikrestauratoren

19

DIPL.-CHEM.

BARBARA WERTHMANN

ALTERUNGSBESTIMMUNGEN VON PAPIER UND  
DER NACHWEIS VON FÄLSCHUNGEN

Bundesanstalt für Material-  
forschung und Materialprüfung  
Fachgruppe 3.3  
Unter den Eichen 87  
1000 Berlin 45

Bundesrepublik Deutschland

Vortrag: Dipl.-Chem. B. Werthmann  
BAM Berlin

### Zur Altersbestimmung von Papieren

Papier - ein Massenerzeugnis - kann dennoch Bedeutung und Wert besitzen und dadurch Anlaß zu Fälschungen sein.

Ob es bedruckte Papiere in Form von Banknoten, Schecks oder Ausweisen sind, oder beschriebene Blätter, wie Urkunden bzw. Testamente oder es sich um bemalte, gezeichnete oder bedruckte Exemplare handelt, alle können uns lieb und vor allem teuer sein.

So ist es nicht verwunderlich, daß häufig Alter und Echtheit von Papieren in Frage gestellt sind.

### Möglichkeiten der Altersbestimmung

Für Papiere gibt es keine zuverlässige Methode zur direkten Altersbestimmung wie sie für andere Materialien - Metalle, Gesteine oder Keramik - bekannt sind. Die für diese Materialien angewendete  $^{14}\text{C}$ -Methode hat eine Fehlerbreite von mehr als 50 Jahren und ist damit für moderne Papiere nicht anwendbar.

Altersbestimmungen an beschriebenen, bedruckten oder bemalten Papieren in Form von Blättern, Heften oder Büchern sind dennoch an Hand von datierungsfähigen Merkmalen möglich.

Natürlich sind dabei kunsthistorische und stilkritische Aspekte der Kunst-, Musik-, Literatur- oder Geschichtswissenschaft wichtige Orientierungshilfen, ebenso wie die Kenntnis spezieller handwerklicher Techniken, wie das Binden der Bücher, die verschiedenen Druckverfahren u.a. Diese Kriterien sollen hier jedoch nicht erörtert werden.

Dem Naturwissenschaftler dienen die meßbaren stofflichen Eigenschaften der Materialien als Beweismittel für seine Aussagen. Untersuchungen an dem Objekt selbst, verbunden mit den Fachkenntnissen über die verschiedenen Materialien, sowie das Wissen um historische Aspekte ermöglichen in vielen Fällen eine Aussage über Alter oder Identität von Papieren. Dabei sind die Möglichkeiten immer objektabhängig und nicht allgemein gültig.

Das Grundmaterial Papier - seit etwa 2000 Jahren in China bekannt - wurde etwa im 9. Jahrhundert über Nordafrika nach Europa eingeführt. Hier wurde es ausschließlich aus Hadernfasern (Leinen, Baumwolle) gefertigt.

Erst Mitte des 19. Jahrhunderts kamen als neue Faserstoffe Steinschliff und wenig später Natron- und Sulfitzellstoffe dazu. Etwa ab 1955 werden Halbzellstoffe produziert und Druckschliffe in den siebziger Jahren unseres Jahrhunderts großtechnisch verwendet. So wird Thermomechanischer Holzstoff (TMP) seit etwa 1960 eingesetzt und Chemischer Thermomechanischer Holzstoff (CTMP) etwa seit 1975.

Mit dem Nachweis der genannten Faserstoffe in Papieren und Pappen läßt sich also eine Zuordnung zu bestimmten Zeitabschnitten treffen.

Auch bei der Papierleimung ist ein datierbarer Einsatz der verschiedenen Leimungsmittel bekannt: Bis zum 19. Jahrhundert wurden Tierleime und bei Spezialpapieren auch Stärkeleime angewendet. Die Harzleimung unter Zusatz von Aluminiumsulfat ist seit 1806 bekannt. Synthetische Leimungsmittel sind in unser Jahrhundert einzuordnen: Diketenleime z. B. ab Ende der fünfziger Jahre.

Bei anderen Papierinhaltsstoffen, wie Füllstoffen, Naßfestmitteln oder Farbstoffen kann der Beginn des großtechnischen Einsatzes ebenfalls in großen Grenzen zeitlich zugeordnet werden. Für die zur Erhöhung des Weißendruckes den Papieren zugesetzten Weißtöner, die optischen Aufheller, ist die großtechnische Produktion in die fünfziger Jahre des 20. Jahrhunderts zurückzufolgen. Dabei läßt sich auch eine typenmäßige Zuordnung dieser Veredelungsmittel zum Zwecke der genaueren Zeitangabe treffen.

Eine andere Möglichkeit der Datierung bieten häufig die Wasserzeichen im Papier, die von den Papiermühlen oder -fabriken in charakteristischen Formen während definierter Zeitabschnitte verwendet wurden. Erforderlich ist dann ein Vergleich mit Wasserzeichensammlungen.

Tinten, Tuschen und andere Schreibmittel können ebenfalls Datierungshilfen sein. So wurden nach Angaben der Fachliteratur die ersten Kugelschreiber mit ölhaltigen Farbpasten 1946 in den USA produziert. Kunstharzhaltige Kugelschreiberfarbpasten kamen dort 1950/51 und in Europa ein Jahr später auf den Markt.

Durch die Erkennung der verwendeten Farbstoffe kann man bei Tinten, Tuschen und Stempelfarben oftmals auch eine zeitliche Zuordnung treffen.

Anhaltspunkte für eine Datierung bei bedruckten Papieren bieten die verschiedenen Druckverfahren. Während jahrhundertlang der Buchdruck das vorherrschende Hochdruckverfahren war, wurde Mitte des 15. Jahrhunderts der Kupferstich als erstes Tiefdruckverfahren entwickelt. Im 19. Jahrhundert kam der Stahlstich zu den anderen Tiefdrucktechniken: den Radierungen, der Schabkunst oder den Aquatinta - Radierungen dazu. Seit 1797/98 kennt man das durch Senefelder erfundene, völlig neue Flachdruckverfahren der Lithographie.

Nach 1900 wurde daraus der Offsetdruck entwickelt.

Die verschiedenen Druckverfahren können meist anhand ihrer spezifischen Merkmale identifiziert werden.

Bei maschinengeschriebenen Papieren ist es Schriftsachverständigen oft möglich, auf Grund der Schrifttypen das Schreibmaschinenfabrikat festzustellen. In einigen Fällen soll sogar die Zuordnung zu zeitlich begrenzten Baureihen einzelner Schreibmaschinenfabrikate möglich sein, immer unter der Voraussetzung, daß eindeutige Vergleichsmuster in Form von Schriftproben zur Verfügung stehen.

Auch Besonderheiten der Papiere, wie z. B. das Vorhandensein von Korrekturmassen im Schriftbild können eine Datierung ermöglichen, da sich sowohl die technische Produktion dieser Hilfsmittel, als auch deren Inhaltsstoffe zu bestimmten Zeiträumen zuordnen lassen. Ein Beispiel wird später erläutert.

Bei gebundenen Papieren besteht manchmal ebenfalls die Möglichkeit zumindest den Zeitraum des Bindens festzulegen, falls die dazu verwendeten Materialien, wie Bindegarn, Gewebe, Heftgaze, Siegelschnur o. ä. sich zeitlich zuordnen lassen. Auch hierfür wird später ein Beispiel beschrieben.

#### Untersuchungsverfahren

Die hier aufgezeigten Datierungsmöglichkeiten setzen immer voraus, daß an den zu beurteilenden Objekten Untersuchungen durchgeführt werden. Im einfachsten Fall wird das Papier selbst geprüft, ohne es dabei zu verändern. Oft müssen jedoch Proben entnommen werden, wobei für den Naturwissenschaftler eine große Probemenge wünschenswert ist. Stehen nur geringe Probemengen zur Verfügung, sind manche chemischen Untersuchungen nicht mehr praktikabel, jedoch können für diesen Fall noch physikalische Methoden oder auch chemische Mikroanalysen angewendet werden. Der erste Schritt der naturwissenschaftlichen Untersuchungen ist die visuelle Beurteilung des Materials bei geeigneter Vergrößerung durch eine Lupe, ein Stereomikroskop oder ein Mikroskop. Hierdurch sind Erkenntnisse über die Papieroberfläche ebenso möglich, wie die Beurteilung eines gegebenenfalls vorhandenen Druckes auf Grund der für die einzelnen Druckverfahren typischen Erscheinungsbilder. Kopien können erkannt und durch die verschiedenen Ablagerungscharakteristiken das angewendete Kopierverfahren identifiziert werden.

Bei Schriften und Zeichnungen werden unterschiedliche Schreibmaterialien sichtbar. Nachbesserungen, Korrekturen und Übermalungen sind zu erkennen. Manipulationen an Schrift und Bild sind besonders deutlich bei Betrachtung des Objektes im UV- oder auch IR-Licht z. B. mit einem Bildwandler.

Ebenfalls im UV-Licht ohne die Zuhilfenahme optischer Hilfsmittel sind die optischen Aufheller im Papier durch eine meist bläuliche Fluoreszenz gut zu erkennen.

Auch Wasserzeichen sind meist im Durchlicht gut sichtbar. Bei bedruckten oder bemalten Papierblättern empfehlen Mundry und Schnittger die Anwendung der Elektronenradiographie.

Für andere Untersuchungen müssen dem zu prüfenden Objekt Proben entnommen werden.

Die mikroskopische Feststellung der Faserstoffzusammensetzung von Papieren erfordert nur eine kleine Materialprobe. Auch für andere physikalische Untersuchungen mit dem Elektronenmikroskop, der Elektronenstrahlmikrosonde oder durch energiedispersive Röntgenanalyse müssen dem Objekt nur sehr kleine Proben entnommen werden.

Für die Untersuchung und Erkennung von Papierinhaltsstoffen: optischen Aufhellern, Leimungsmitteln, Bindemitteln und Pigmenten in Papierstrichen und Farben; müssen diese Substanzen aus dem Papier, der Farbe oder dem Papierstrich isoliert werden, um anschließend durch geeignete Nachweisverfahren wie der Dünnschichtchromatographie, der IR- oder NMR-Spektroskopie oder der Röntgenfluoreszenz, identifiziert zu werden. Chemische Tüpfelreaktionen auf verschiedene Substanzen sind oft direkt am Papier durchführbar.

### Beispiele für Alters- und Echtheitsbestimmungen an Papieren

#### 1. An einem Aufkleber einer Geige:

Einem Interessenten wurde eine Geige zum Kauf angeboten, die aus der Werkstatt des italienischen Geigenbauers Stradivari stammen sollte - also ein sehr wertvolles Instrument. Ein in dem Geigenkörper angebrachter Aufkleber mit der Aufschrift des Geigenbauers sollte die Herkunft des Instruments zertifizieren. Da der Interessent bei diesem sehr teuren Angebot Zweifel hegte, brachte er diesen Aufkleber zur Untersuchung. Von dem nur wenige Quadratzentimeter großen Papieraufkleber durfte nur eine ganz kleine Probe entnommen werden, die jedoch ausreichte, um die Faserstoffzusammensetzung mikroskopisch festzustellen. Zur großen Überraschung wurden in dem Papier Holzschliff-Fasern festgestellt, wie sie in dem Bild 1 zu erkennen sind. Dieser Faserstoff war zu Lebzeiten des Geigenbauers Stradivari von 1644 - 1737 gar nicht bekannt. Den ersten Holzschliff in Form von Steinschliff produzierte der sächsische Weber Keller in den vierziger Jahren des 19. Jahrhunderts. Damit war zumindest der Aufkleber, vermutlich aber auch die Violine kein Original aus dieser Zeit.

#### 2. Hitler-Tagebücher

Obwohl die Untersuchungsergebnisse, die zur Aufdeckung der Fälschung geführt haben, schon mehrfach in der Presse dargestellt wurden, soll der Lösungsweg hier nochmals aufgezeigt werden. 1983 wurden uns 3 Exemplare der Tagebücher aus den Jahren 1934, 1941 und 1943 vorgelegt. Das Bild 2 zeigt ein solches Exemplar. Es durften nur ganz geringe Materialproben entnommen werden, so daß die Untersuchungsmöglichkeiten eingeschränkt waren. Es wurden Proben folgender Materialien entnommen: Vorsatzpapier, Schreibpapier, Verschlusspapier, Einbandpappe, weiße Heftfäden, weiße Heftgaze und rote Siegelschnur. Während in den Papieren und der roten Siegelschnur mikroskopisch Faserstoffarten gefunden wurden, die eine Datierung nicht zuließen und auch die in den Papieren mit Hilfe der energiedispersiven Röntgenanalyse (EDX) nachgewiesenen anorganischen Stoffe den in dem fraglichen Zeitraum üblichen Füllstoffen entsprachen, waren andere Materialuntersuchungen aufschlußreicher. Im UV-Licht zeigte das Schreibpapier des Bandes 1934 eine schwache Fluoreszenz; die Schreibpapiere der Bände 1941 und 1945 fluoreszierten stark. Fluoreszierende Naturstoffe, wie das

Äsculin, kannte man zwar schon vor 1930, jedoch hatten diese keine technische Bedeutung, weil sie weder wasch- noch lichtecht waren und auch nicht auf Cellulosefasern substantiv aufzogen. Andere optische Aufheller fanden zwar für Seifen und Waschmittel schon frühzeitig Verwendung, für den Einsatz in der Papiermasse jedoch wurde zuerst der synthetische Aufheller "Ultrasan" 1941 beschrieben und wenig später zunächst wohl bei Laborversuchen der Papiermasse zugesetzt. Zur gleichen Zeit wurde von R. Michel die Anwendung der Aufheller vom Diamino-Stilbendisulfonsäuretyp, die heute die Grundsubstanz für Aufheller im Papierbereich darstellen, zunächst für Baumwoll-, Leinen- oder Stapel-Rayonfasern im Textilbereich beschrieben. Nach Wisso Weiß "Zeittafel zur Papiergeschichte" wurden die optischen Aufheller für Papiere großtechnisch erst nach 1945 eingesetzt.

Ein weiterer Hinweis auf eine Fälschung wurde in den Einbandpappen der Bände 1934 und 1941 sichtbar. Bei der mikroskopischen Prüfung der Faserstoffzusammensetzung wurden neben den üblichen Faserstoffen auch Laub- und Nadelholzhalbzellstoffe gefunden. Im Bild 3 sind typische Halbzellstofffasern zu erkennen.

Bereits in den 20er und 30er Jahren unseres Jahrhunderts wurden in einer Reihe von Arbeiten aus Europa, Amerika und Rußland Halbzellstoffe beschrieben, auch Strohstoffe waren eher bekannt, jedoch betrafen alle diese Angaben nur Laborversuche oder halbertechnische Probeläufe. Nach Wisso Weiß wurde ab 1938 die Verfahrensentwicklung in Deutschland betrieben, die jedoch erst Mitte bis Ende der 50er Jahre zu einer großtechnischen Produktion führte. Somit war sichergestellt, daß die Einbandpappen der Bände 1934 und 1941 nicht aus dieser Zeit stammen konnten. Auch die Heftfäden der drei vorgelegten Bände erwiesen sich als Produkte aus späterer Zeit. Durch mikroskopische Prüfung, spezielle Löseversuche, ihrem Schmelzpunkt und IR-spektroskopische Prüfung wurden sie als feintitriges Polyamid 6 (Perlon) identifiziert. Entsprechend dem Deutschen Reichspatent 74 82 53 vom 11.06.1938, die erste Perlonherstellung betreffend, dürften im Band 1934 noch keine Perlonfäden verwendet worden sein.

Da die halbertechnische Produktion feintitriger Perlonfäden in Deutschland erst 1940 anlief, ist es wegen der anfänglichen geringen Verbreitung dieses Materials auch unwahrscheinlich, daß sie in den Bänden 1941 und 1943 verarbeitet wurden.

Bei den Heftgazefäden der Bände 1934 und 1943 wurden Viskosefasern festgestellt, deren Verwendung in der Zeit möglich war. Dagegen bestand das Material der Heftgazefäden des Bandes 1941 aus Viskose-Polyester auf der Basis Polyethylenterephthalat. Für diese Kunstfaserart wird in der Fachliteratur angegeben, daß erste Laborversuche 1941 in England durchgeführt wurden, die Produktion jedoch erst 1953 in North Yorkshire anlief. Also ein weiterer Hinweis für eine Fälschung.

Obwohl in diesem Fall wegen der sehr geringen Probenmengen auf weitere Untersuchungen der Papierinhaltsstoffe, Leimungsmittel, Farbstoffe u. a. verzichtet werden mußte, reichten die beschriebenen Indizien aus, die vorgelegten Hitler-Tagebücher als Fälschung zu entlarven.

3. Untersuchung von Orchesterstimmen einer bisher unbekannt  
Schubert-Sinfonie auf ihr Alter, bzw. ihre Echtheit.

Diese Sinfonie hat eine sehr bewegte Vorgeschichte mit vielen abenteuerlichen Behauptungen und Gegendarstellungen, die hier jedoch nicht erläutert werden sollen.

Da auch musikwissenschaftliche Zweifel an der Echtheit der Noten bestanden, wurden uns 12 Notenbündel für verschiedene Instrumente zur Untersuchung übergeben mit der Fragestellung, ob diese Notenabschriften vom Ende des 19. Jahrhunderts stammen können. Auch für diesen Fall war vorgegeben, das Versuchsmaterial möglichst wenig zu beschädigen. Das Bild 4 zeigt ein solches Notenheft.

Die Notenhefte wiesen Gebrauchsmarkmalen, Beschädigungen und Verschmutzungen auf. Die verwendeten Papiere waren unterschiedlich dick und auch in ihrer Faserstoffzusammensetzung verschieden. Die Noten waren mit einer schwarzen Schreibflüssigkeit geschrieben. Bei 6 der Notenhefte waren jeweils die erste mit der letzten Seite verklebt und das Schriftbild der ersten Seite unterschied sich von dem der übrigen Seiten. Bei allen Notenheften hatte man Tuschekleckse oder Schreibfehler mit einer weißen Korrekturmasse abgedeckt, und danach teilweise überschrieben.

Für eine Altersbestimmung der Notenblätter und damit einen Echtheitsnachweis konnten für den fraglichen Zeitraum weder die in den Papieren festgestellten Faserstoffe noch die verwendeten Leimungsmittel auf der Basis von Proteinen und Harzleim Beweise liefern.

Bei der Betrachtung im UV-Licht zeigten die Blätter aller 12 Notenbündel unterschiedlich starke Fluoreszenz, wie im Bild 5 zu sehen, hervorgerufen durch die Anwesenheit optischer Aufheller. Wie bereits mehrfach erläutert, ist der großtechnische Einsatz dieser Substanzen im Papier erst in den 50er Jahren unseres Jahrhunderts zu belegen.

Einen weiteren Hinweis auf das Alter lieferte die Anwesenheit und die Analyse der weißen Korrekturmasse, die im Bild 5 als dunkle Flecken sichtbar war und im Bild 6 vergrößert wiedergegeben ist. Für die Analyse dieser Korrekturmasse wurde sie an unbeschriebenen Stellen mit Watte abgelöst, die mit 1,1,1-Trichlorethan getränkt war. Mit dem gleichen Lösungsmittel wurden die Substanzen aus der Watte herausgelöst. Aus der Lösung sedimentierte das weiße Pigment, in dem durch energiedispersive Röntgenanalyse (EDX) als Hauptmenge Titan neben wenig Aluminium und Silizium nachgewiesen wurde. Die EDX-Aufnahme des Pigments zeigt das Bild 7. Durch die Aufnahme des Röntgenbeugungsspektrums des Pigments, im Bild 8 dargestellt, konnte das Titandioxid der Kristallform des Rutil zugeordnet werden, daneben geringe Mengen Aluminiumoxid und Siliziumdioxid.

Aus der vom Pigment befreiten Trichlorethylenlösung wurde das Bindemittel der Korrekturmasse isoliert und durch IR- und <sup>1</sup>H-NMR-Spektroskopie als Polyisobutylmethacrylat identifiziert. Das IR-Spektrum ist im Bild 9 wiedergegeben.

Aus der Literatur ist bekannt, daß die Rutilmodifikation des Titandioxids erstmals 1941 hergestellt wurde. Polyisobutylmethacrylat wurde nach langer Forschung erstmals in den 30er Jahren produziert. Das aus beiden Komponenten hergestellte, flüssige Korrekturmittel ist nach Angaben des Herstellers seit etwa 1970 im Handel.

Auch die von einem Schriftsachverständigen durchgeführte Untersuchung der Schreibmittel der Notenblätter führte zu einer Datierung. Durch dünnschichtchromatographische Auftrennung von Proben der schwarzen Notenschrift wurde bei dem entsprechenden Vergleich mit 10 Vergleichstuschen festgestellt, daß es sich um eine schwarze Tusche bestehend aus einem schwarzen Pigment ohne eluierbare organische Farbstoffe handelt. Das Pigment wurde als Ruß identifiziert. Das stumpf-schwarze Aussehen der Tuscheschrift ohne deutliche Rißbildung spricht für eine neuzeitliche Tusche ohne Zusatz von echtem Schellack, wie sie etwa seit 1960 hergestellt wurde.

Es wurde weiterhin festgestellt, daß jeweils die erste Seite der 6 Notenhefte mit angeklebter Vorderseite eine Kopie ist. Dafür spricht die Ablagerungscharakteristik der Tonerpartikel wie sie Bild 10 zeigt. Sie deutet auf ein indirektes Kopierverfahren mit Trockentoner und thermischer Tonerfixierung. Durch die Aufnahme von EDX-Spektren des Papiers und der Tonerablagerung konnte festgestellt werden, daß in keinem Material Eisen vorhanden war, wie die Bilder 11 und 12 zeigen. Die Abwesenheit von Eisen ist charakteristisch für Zweikomponententoner.

Das xerographische Kopierverfahren (elektrophotographisches Verfahren) wurde etwa 1935 in den USA entwickelt und zur Produktionsreife geführt. In Deutschland stellte die Dresdner Bank 1961 in Düsseldorf das erste Gerät der amerikanischen Firma auf. Es arbeitete mit Normalpapier und Trockentoner.

Wie im Bild 10 zu erkennen war, wiesen die kopierten Schriftzüge metallisch schimmernde, bräunlich violette Nachbesserungen auf, die auf die Verwendung von Tinte deuteten. Die Betrachtung der ausgebesserten Schrift in einem Bildwandler im IR-Licht bestätigte diese Annahme, da die mit Tinte nachgebesserten Stellen, das IR-Licht hindurchließen, während die übrigen Schriftzonen die Strahlen absorbierten.

Um die Tinte zu charakterisieren, wurden kleine Proben von verschiedenen Seiten entnommen und zusammen mit 80 Fein- und Faserschreibertinten sowie 10 schwarzen Füllhaltertinten unter identischen Bedingungen dünnschichtchromatographisch aufgetrennt. Wie das Bild 13 zeigt, wurde auf allen untersuchten Seiten die gleiche Tinte verwendet. Ihr dünnschichtchromatographisches Auftrennungsbild zeigt gute Übereinstimmung mit dem Chromatogramm der Tinte 5, wie im Bild 14, zu erkennen. Diese Tinte kann seit etwa 1964 im Handel sein. Genauere Datierungen sind hier nicht möglich, da auch Tinten eines Herstellers in den Produktionschargen verschieden sein können und derartige umfassenden Probensammlungen für Vergleichszwecke nicht zur Verfügung standen.

Die hier beschriebenen Merkmale der Notenschriften, wie Anwesenheit optischer Aufheller im Papier, die Verwendung einer Korrekturmasse und deren ermittelte Zusammensetzung, das Vorhandensein von kopierten Notenblättern und die zur Nachbesserung der Kopien verwendete Tinte ergaben wie einzelne Bausteine eines Puzzles als Ergebnis das Entstehungsalter der Noten frühestens in den 60er Jahren unseres Jahrhunderts oder einem noch späteren Zeitpunkt. Dieses Ergebnis veranlaßte inzwischen den Finder der Noten zu einer neuen Version der Entstehungsgeschichte der Sinfonie.



Die an den drei Beispielen beschriebenen Möglichkeiten für einen Alters- oder Echtheitsnachweis von Papieren sind nicht auf alle Probleme übertragbar, aber sie zeigen Analysenverfahren und Untersuchungstechniken auf, die verbunden mit dem Wissen um die Entwicklungsgeschichte der verwendeten Materialien häufig eine Datierung und Identifizierung zulassen. Die Untersuchungsmöglichkeiten haben jedoch Grenzen und nicht immer führen auch noch so mühevollen oder technisch aufwendigen Analysen zu dem gewünschten Ziel.



Bild 1 : Holzschliff-Fasern

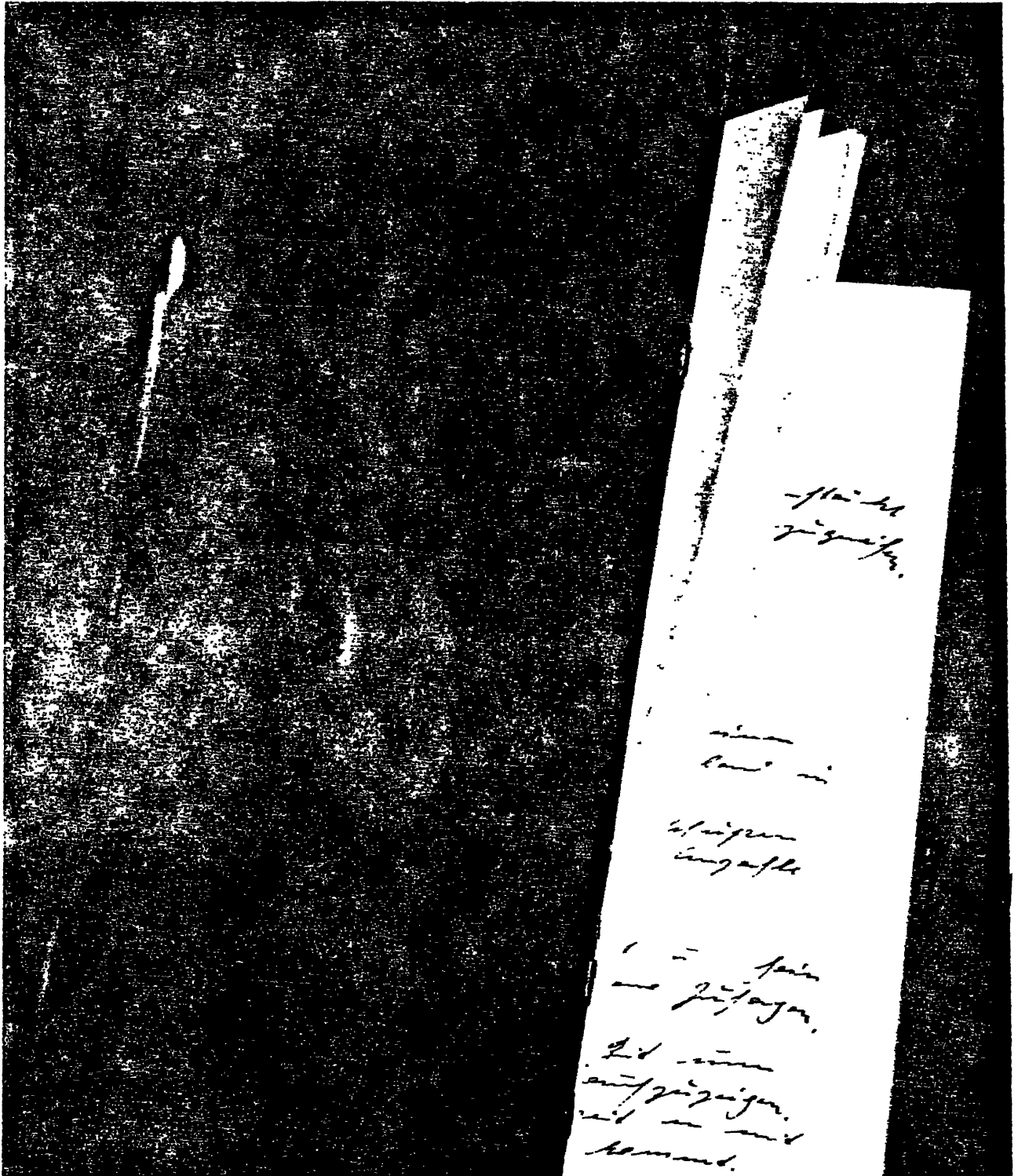


Bild 2 : Hitlertagebuch



Bild 3 : Halbzellstoff-Fasern

Viola II *Sinfonia in E*  
I. *Andante* di Franz Schubert 1825

A page of a musical score for the Viola II part of the first movement of Schubert's Symphony in E major. The score consists of five staves of music. The first staff begins with a treble clef, a key signature of one sharp (F#), and a 4/4 time signature. The tempo is marked 'Andante'. The music features a variety of rhythmic patterns, including eighth and sixteenth notes, and rests. The notation is in a standard musical font with various dynamics and articulation marks.

Bild 4 : Notenheft

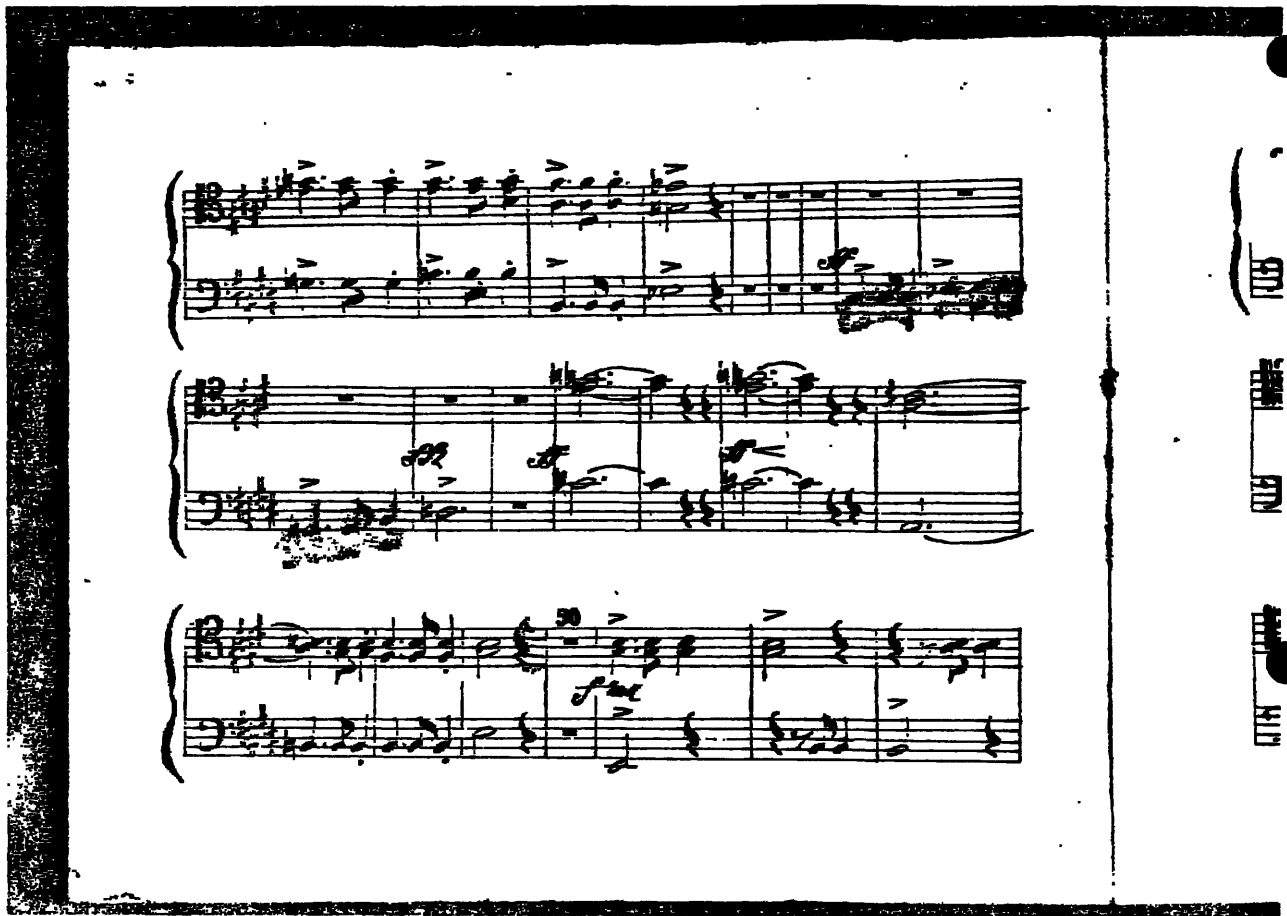


Bild 5 : Seite eines Notenheftes im UV-Licht



Bild 6 : überschriebene Korrekturmasse

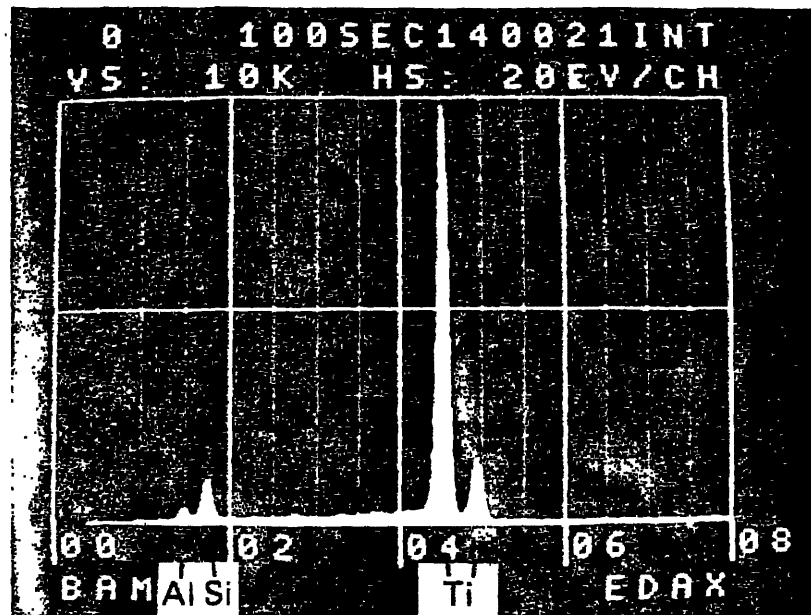


Bild 7 : EDX-Spektrum (energiedispersive Röntgenanalyse) des Weißpigmentes

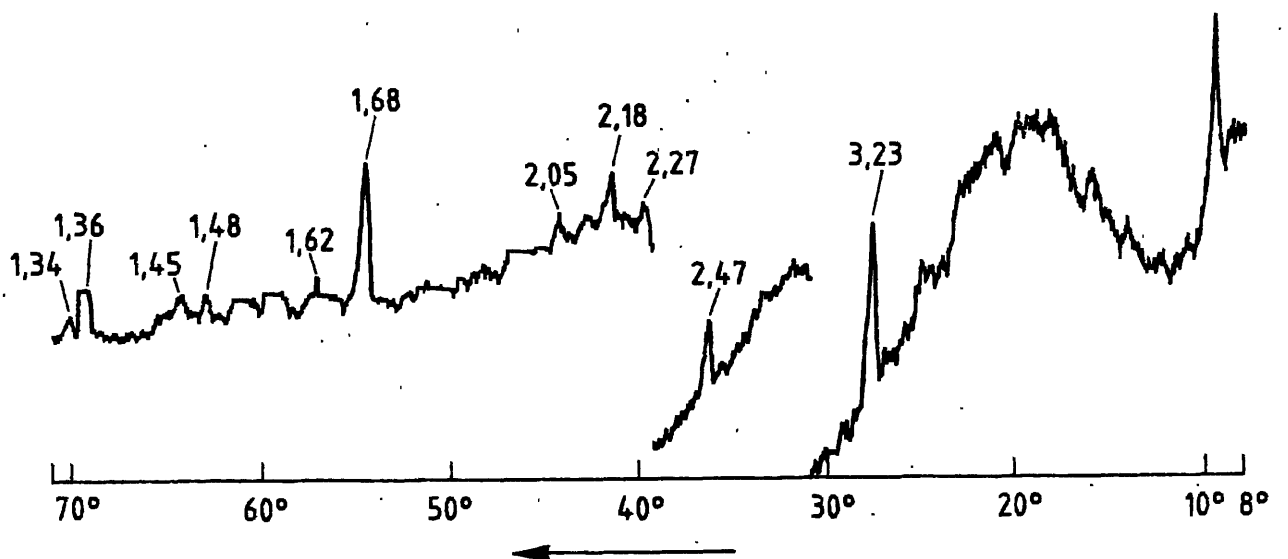


Bild 8 : Röntgenbeugungsspektrum des Weißpigmentes

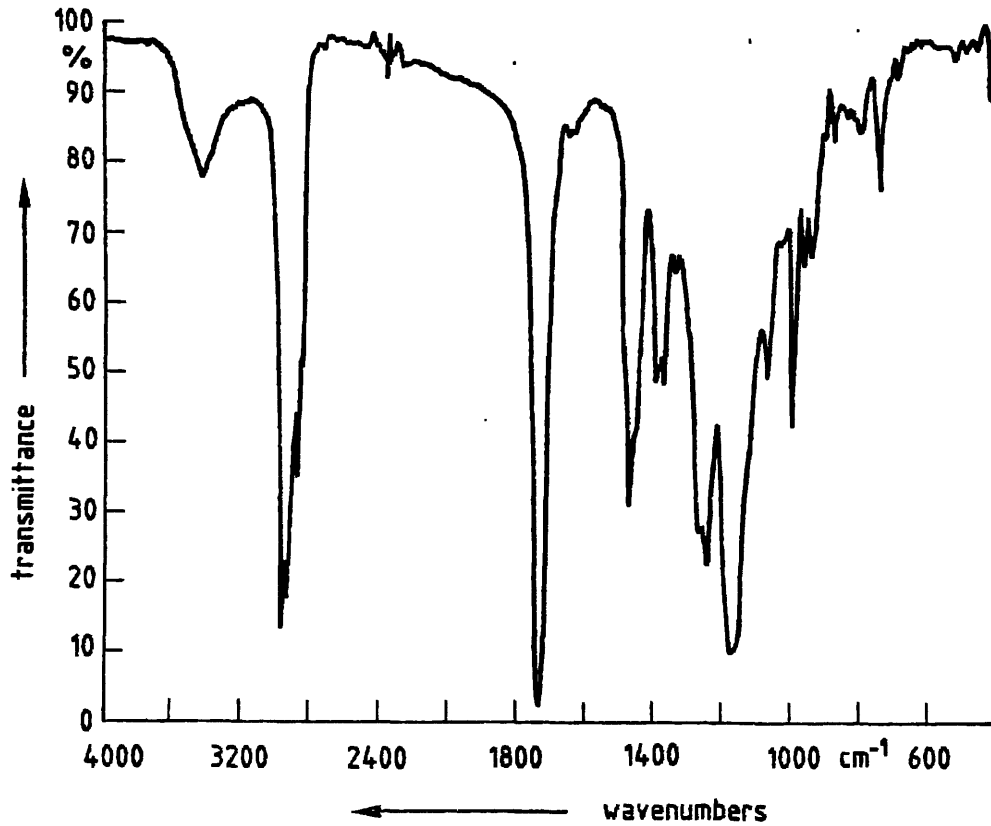


Bild 9 : IR-Spektrum des Bindemittels in der Korrekturmasse

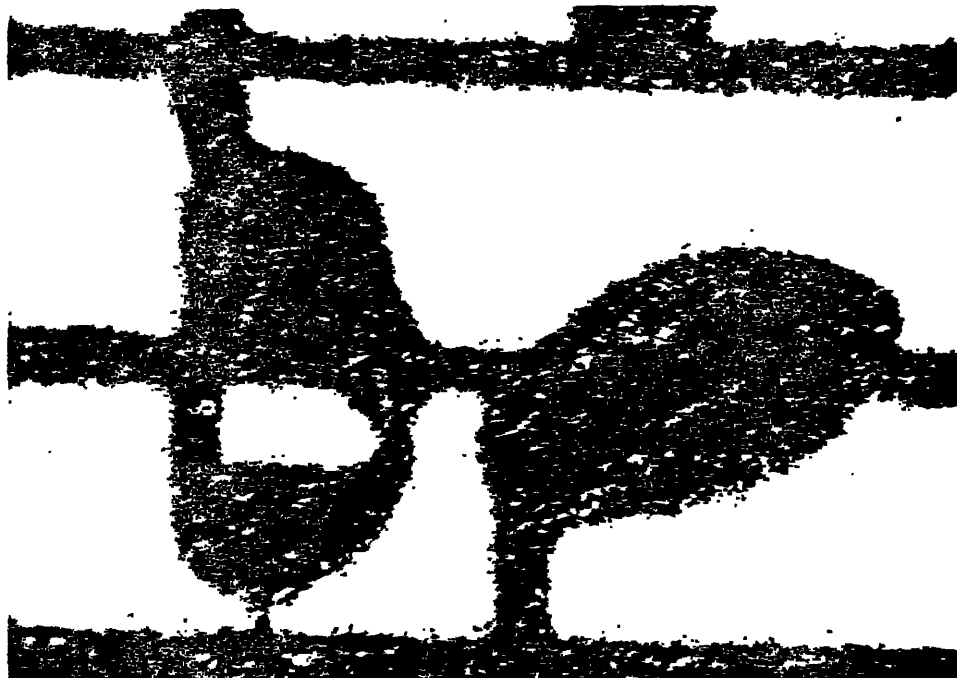


Bild 10 : Detailaufnahme einer nachkolorierten Note

Tromboni  
Pr = 180s  
V = 8192

180sec  
H = 20 keV  
1:10

Lk Z = 26 Fe  
95 int  
AQ = 20 keV 10

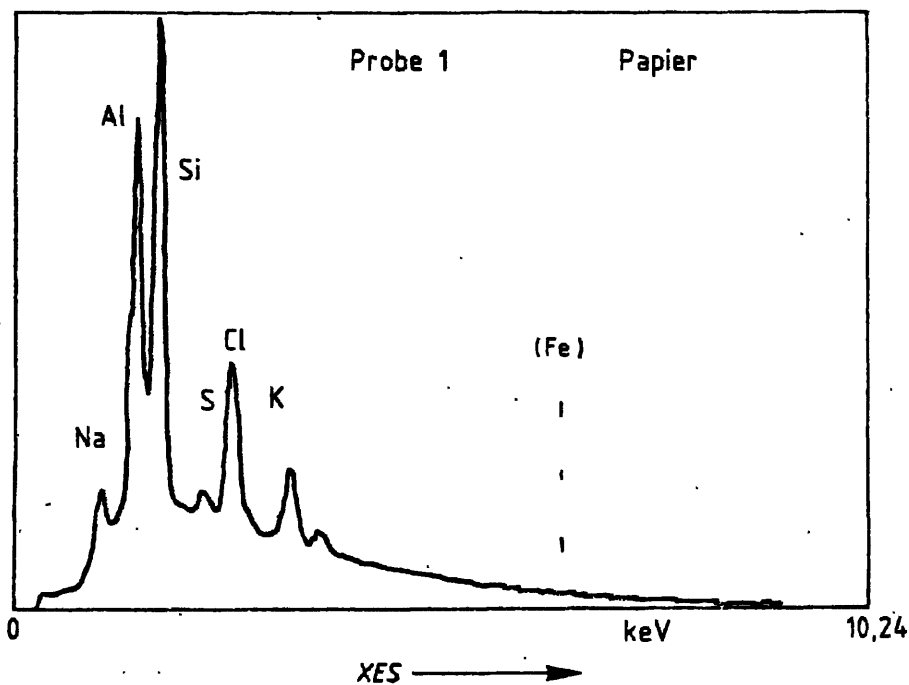


Bild 11 : EDX-Spektrum von Papier (Quantex-Ray-Bild)

Tromboni  
Pr = 180s  
V = 8192

180sec  
H = 20 keV  
1:10

Lk Z = 26 Fe  
318 int  
AQ = 20 keV 10

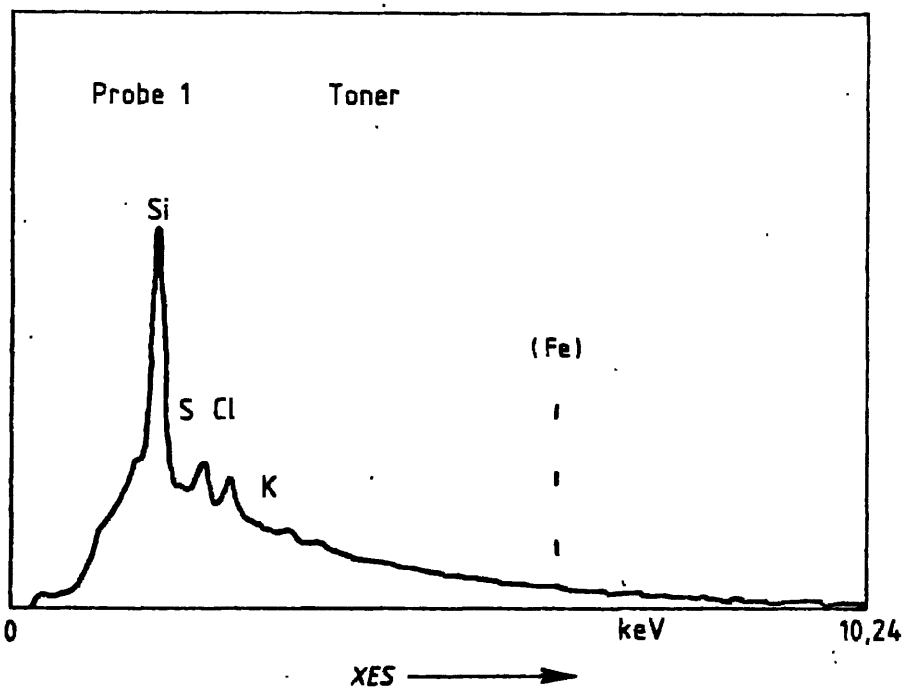


Bild 12 : EDX-Spektrum von Tonerpartikeln  
(Quantex-Ray-Bild)



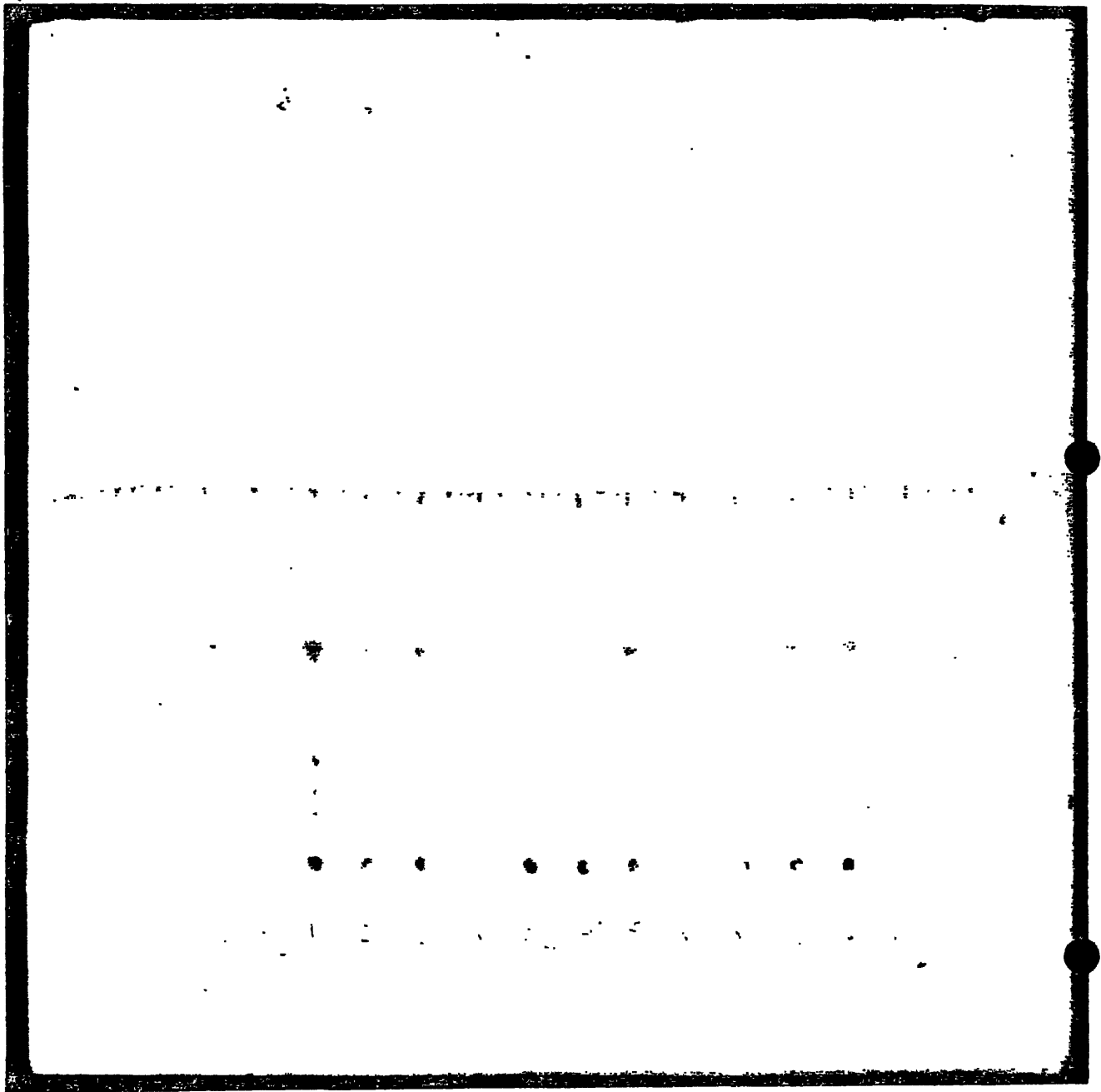


Bild 13 : Dünnschichtchromatogramm der Tintenproben von verschiedenen Notenseiten

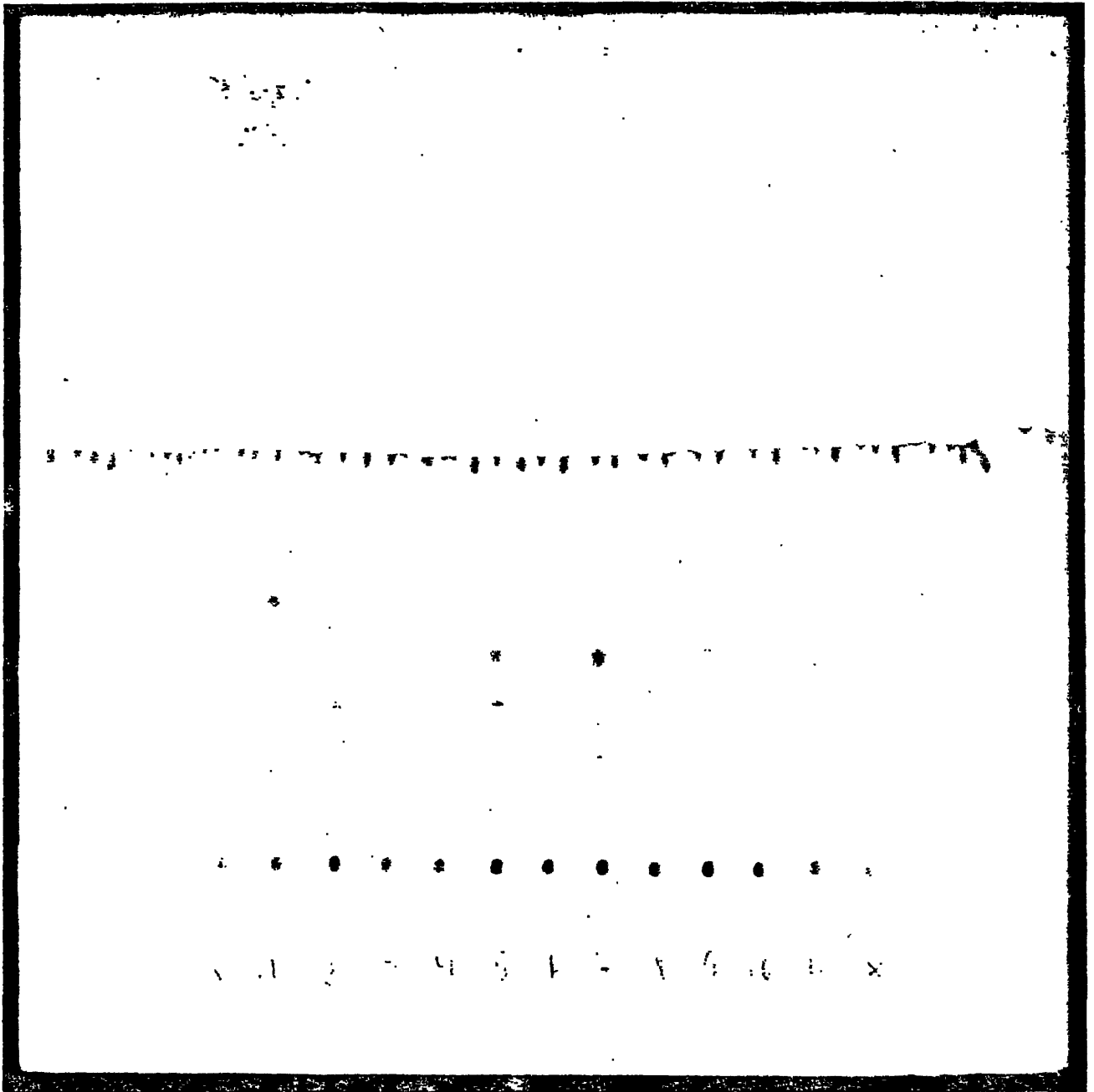


Bild 14 : Dünnschichtchromatogramm von 11 Vergleichstinten