

Einleitung

Fourier Transform Infrarot Spektroskopie (FTIR) wird sehr häufig für Materialanalysen bei Kunst- und Kulturgütern eingesetzt. Durch die Möglichkeit des mobilen und zerstörungsfreien Einsatzes eignet sich die Methode hervorragend zur Analyse von Manuskripten.

Dabei ermöglicht FTIR die Charakterisierung verschiedenster Materialien:

- Beschreibstoffe – Pergament, Papier
- Mal- bzw. Schreibmaterialien – Pigmente, Tinten, Bindemittel und Hilfsstoffe
- durch Gebrauch, Umwelteinflüsse oder Restaurierungsmaßnahmen verursachtes Auftreten von Stoffen, z.B. Wachse oder Oxalate etc.

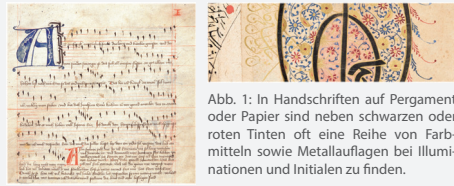


Abb. 1: In Handschriften auf Pergament oder Papier sind neben schwarzen oder roten Tinten oft eine Reihe von Farbmitteln sowie Metallaufgaben bei Illuminationen und Initialen zu finden.

Limitationen:

- bestimmte Stoffe zeigen keine verwertbaren Wechselwirkungen mit Infrarotstrahlung (z.B. Zinnober oder Ruß)
- Vorliegen von Mischungen mehrerer Materialien
- in geringer Konzentration vorliegende Stoffe

Abhilfe: Einsatz komplementärer Methoden wie Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) oder Raman-Spektroskopie

Methodik

Viele organische und anorganische Materialien absorbieren Infrarotstrahlung in charakteristischen Spektralbereichen – Anregung verschiedener Molekülschwingungen.

Messprinzip der Reflexions-FTIR (rFTIR):

- Bestrahlung des Messpunktes ($\varnothing$ 4 mm) mit mittlerer Infrarotstrahlung (Wellenlänge: 2,5 - 25 μ m bzw. Wellenzahl: 4000 - 400 cm^{-1})
- spektrale Analyse des reflektierten Lichts und Berechnung des Infrarotspektrums (Reflexion od. Absorption versus Wellenzahl)

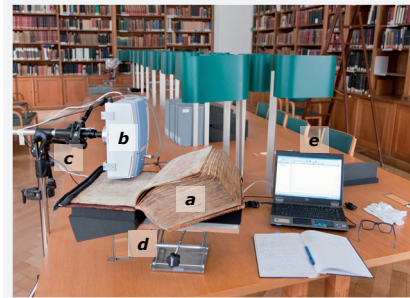


Abb. 2: Untersuchung einer Handschrift (Cod. Slav. 3) mittels FTIR in der Österreichischen Nationalbibliothek (ÖNB), Wien.

Auswertung: Vergleich des erhaltenen Infrarotspektrums mit Datenbank-spektralen von Referenzmaterialien

- a... Objekt
- b... FTIR-Spektrometer (Bruker ALPHA)
- c... Trägerstativ
- d... Hebebühne
- e... Steuerungsrechner

Resultate

a. Identifizierung von Materialien

Identifizierung durch Vergleich mit Datenbankspektren:

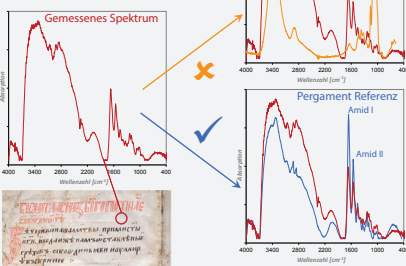


Abb. 3: Beim Beschreibstoff von folio 1v in Cod. Slav. 37 handelt es sich um Pergament, das keine Anzeichen von Degradation aufweist.

Lage und Intensität bestimmter Banden (z.B. Amid I und Amid II in Abb. 3) ermöglichen Rückschlüsse über den Zustand des Pergaments (Degradation).

b. Aussagen zu Herstellung und Gebrauch

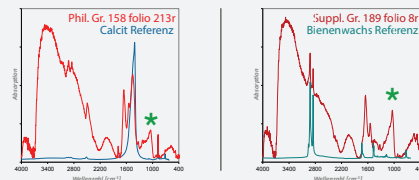


Abb. 4: Vergleich der Spektren von zwei Pergamenten in griechischen Codices aus der ÖNB in Wien.

Beim Pergament von Phil. Gr. 158 folio 213r sind wie bei Suppl. Gr. 189 folio 8r Hinweise auf Silikate erkennbar (*Bande bei ca. 1000 cm^{-1}), was auf eine Glättung mit Bimsstein hindeutet.

Bei ersterem wurde zusätzlich bei der Herstellung Calcit (Kreide, CaCO_3) zum Weißen verwendet (Abb. 4, links).

Bei letzterem ist infolge der Benützung von Kerzenlicht Bienenwachs an der Oberfläche nachweisbar (Abb. 4, rechts).

c. Charakterisierung von Tinten / Farbmitteln

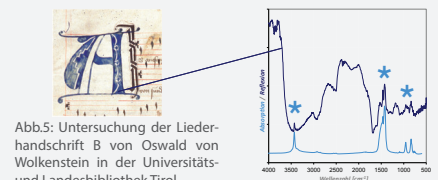


Abb. 5: Untersuchung der Liederhandschrift B von Oswald von Wolkenstein in der Universitäts- und Landesbibliothek Tirol.

Starker Farbauftrag bei Initialen erleichtert die Identifizierung der Materialien, wie im Falle von Azurit in Abb. 5 (übereinstimmende Bereiche *).

Farbgebende Bestandteile schwarzer bzw. brauner Tinten (Ruß oder Eisen-Gallotannate) sind mittels FTIR hingegen schwer nachweisbar, da nur sehr schwache Messsignale erhalten werden:

- schwacher Tintenauftrag
- Messstrahldurchmesser ca. 4 mm $\rightarrow$ ein Anteil unbeschriebenes Pergament wird mitgemessen

Zusammenfassung

Reflexions-FTIR-Spektroskopie ermöglicht die zerstörungsfreie Charakterisierung verschiedener organischer und anorganischer Materialien in Manuskripten und liefert Informationen zu historischen Herstellungsverfahren und Rezepturen, sowie zu Materialveränderungen, die durch Aufbewahrung oder Gebrauch aufgetreten sind.

Ausblick

Der Messstrahldurchmesser von 4 mm erlaubt keine akkurate Analyse feinerer Strukturen, was vor allem bei der Analyse von Schreibmaterialien ein Nachteil ist. Eine diesbezügliche Verbesserung ist anzustreben.