

Identifizierung forensischer Stoffe mit einem tragbaren Raman-Spektrometer

An einem Tatort entnimmt ein Polizist eine Faserprobe, die sich als Beweismittel von unschätzbarem Wert für die Identifizierung eines Verbrechers oder die Entlastung eines Unschuldigen erweisen kann. Obwohl in der Vergangenheit bereits FTIR für Analysen eingesetzt wurde, ist das Spektrum aufgrund der starken Absorption des Gewebes oder des Glasobjektträgers, auf dem es angebracht ist, sehr schwer zu interpretieren. Aufgrund der hohen Selektivität der Raman-Signaturen, der

zerstörungsfreien Natur des Tests und der Möglichkeit, die Analyse ohne jegliche Probenvorbereitung durchzuführen, wurde die Raman-Spektroskopie in den letzten Jahren intensiv für die forensische Faseranalyse untersucht. Der Raman-Test kann direkt an Stoffen oder Fasern durchgeführt werden, die auf einem Objektträger montiert sind, wobei die Beeinträchtigung durch das Montageharz oder das Glas sehr gering ist.

DURCHFÜHRUNG

In dieser Studie wurden sechs Arten ungefärbter Stoffproben getestet: Diacetat, gebleichte Baumwolle, Polyester, Polyamid (Nylon), Acryl und Wolle. Zum Einsatz kam ein tragbares Raman-Spektrometer B&W Tek i-Raman EX mit 1064 nm Laseranregung und einem Halter für Glasfasersonden. Das Probenentnahmehalter für das Videomikroskop kann zum Testen dünner Fasern verwendet werden und ist sehr nützlich für Mikroproben sowie zum Betrachten bestimmter Stellen auf einer Probe.

Der Identifikationstest umfasst das Erstellen einer Bibliothek und den Vergleich jedes einzelnen Stoffspektrums mit den Spektren in der Bibliothek. Sowohl zur Generierung der Bibliothek als auch zur Durchführung der Identifizierung wurde die Software BWID verwendet. Die resultierende „Übereinstimmung“ oder „Keine Übereinstimmung“ basiert auf dem HQI (Trefferqualitätsindex), der den Grad der Korrelation des Probenspektrums mit einem Referenzspektrum misst, das mithilfe des Korrelationskoeffizienten-Algorithmus berechnet wird. Der HQI-Schwellenwert für ein „Match“-Ergebnis wurde auf 80 festgelegt, was einem Korrelationswert von 80 % zwischen dem Probenspektrum und dem Referenzspektrum entspricht.

Vier der sechs Stoffarten sind eindeutig identifizierbar. Die überlagerten Spektren für diese vier Stoffe sind in **Abbildung 1**. Wie die diagonale Linie in den Vergleichsergebnissen zeigt **Tabelle 1**, es gibt eine klare Unterscheidung zwischen Diacetat-, gebleichter Baumwoll-, Polyamid- und Acrylgeweben.



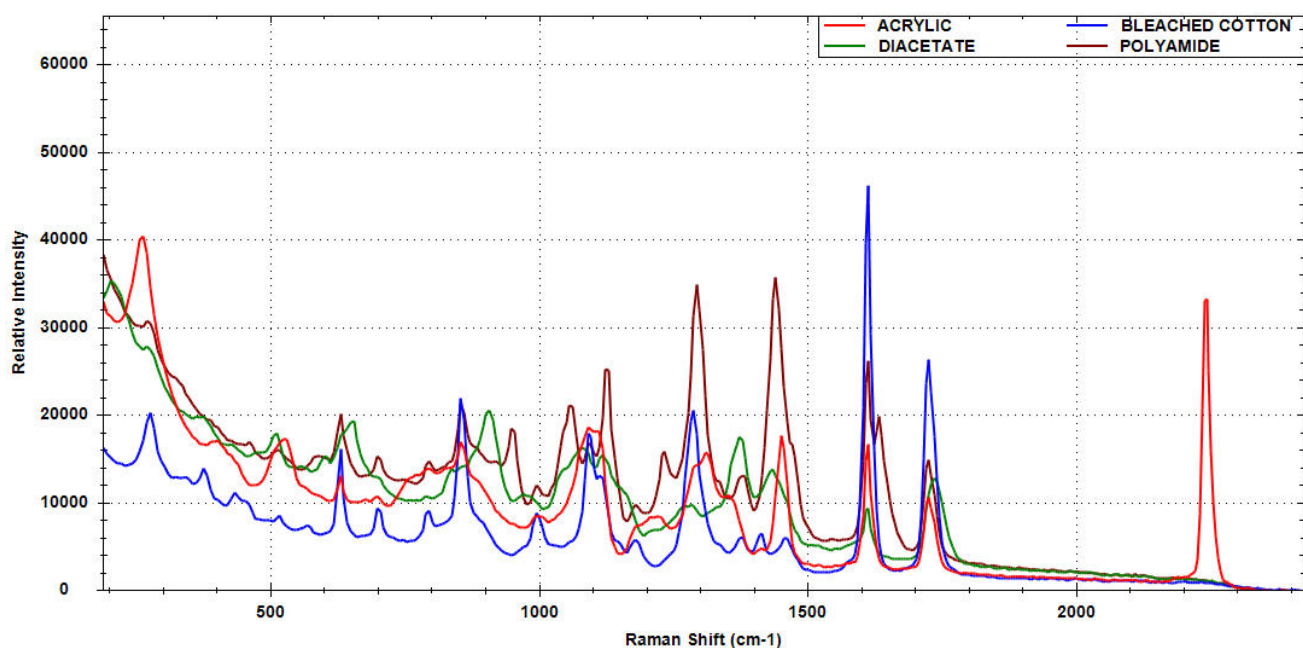


Abbildung 1 Überlagerung der Spektren für Acryl, gebleichte Baumwolle, Polyamid und Diacetat

Library Sample	Diacetate	Bleached Cotton	Polyamide	Acrylic	Polyester	Wool
Diacetate	Match (HQI=87.68)	No match	No match	No match	No match	No match
Bleached Cotton	No match	Match (HQI=94.08)	No match	No match	No match	No match
Polyamide	No match	No match	Match (HQI=91.98)	No match	No match	No match
Acrylic	No match	No match	No match	Match (HQI=93.97)	No match	No match
Polyester	No match	No match	No match	No match	Match (HQI=96.59)	2 nd Match (HQI=81.23)
Wool	No match	No match	No match	No match	2 nd Match (HQI=94.75)	Match (HQI=85.38)

Tabelle 1. Identifikationsergebnisse mit der BWID-Software

Polyester und Wolle lassen sich durch HQI nur schwer unterscheiden, da die Raman-Spektren sehr ähnlich sind (**Abbildung 2**). Da Fasern aus Tierhaaren jedoch das Protein Keratin enthalten, entsteht ein Amid-I-Band der Aminosäure Cystein im Bereich von $1600\text{--}1690\text{ cm}^{-1}$ wäre zu erwarten[1] für Wolle und nicht für Polyester. Da Cystein außerdem die Disulfid-Vernetzungen bereitstellt, die die Polymerketten in

der Wolle zusammenhalten, ist ein Disulfid-SS-Band bei 523 cm^{-1} wäre auch zu erwarten[1]. Diese beiden Peaks, die eindeutig mit tierischen Proteinen in Zusammenhang stehen, sind im Wollspektrum zu sehen, das in **Abbildung 2**, mit der Amid-I-Bande bei 1653 cm^{-1} und das SS-Band bei 523 cm^{-1} . Anhand dieser beiden einzigartigen Spitzen kann Wolle von Polyester unterschieden werden.

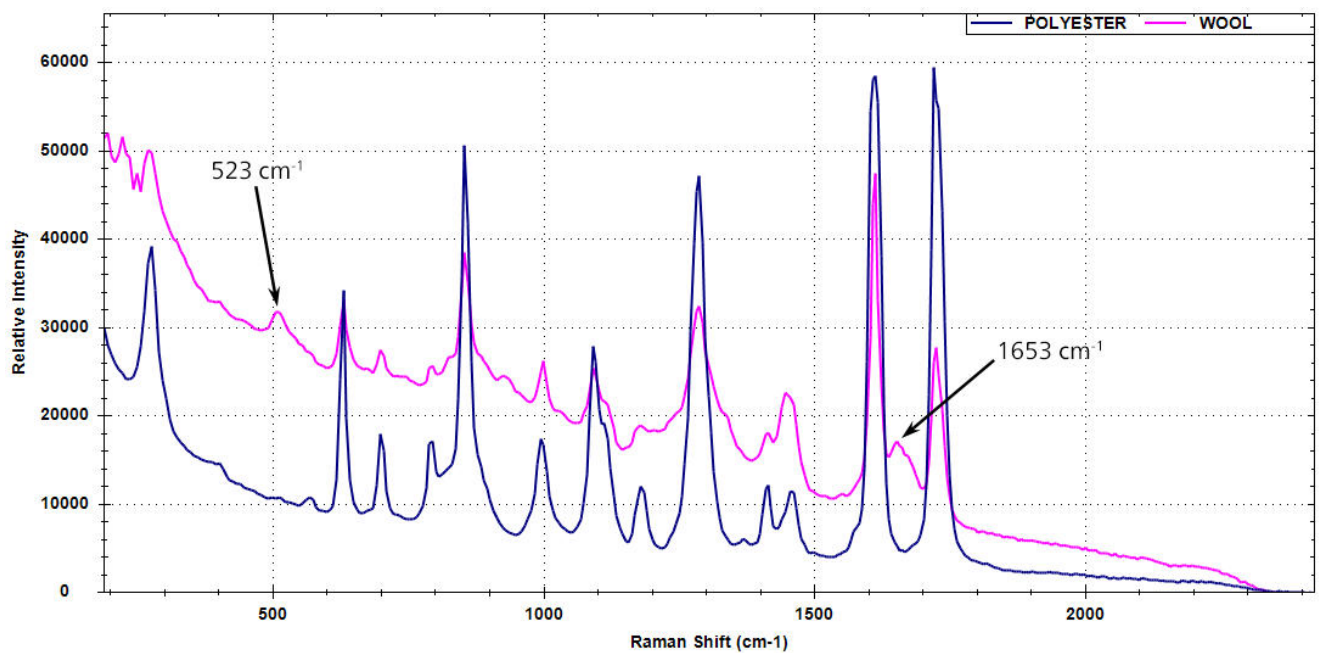


Abbildung 2 Überlagerung der Spektren für Wolle und Polyester

FAZIT

Die Raman-Spektroskopie verfügt über eine einzigartige Unterscheidungskraft und ist eine leistungsstarke Technologie, die zur forensischen Gewebe- und Faseranalyse eingesetzt werden kann.

Die Identifizierung eines unbekannten Gewebes erfolgt in wenigen Minuten, sodass es eine praktische Wahl für die schnelle Identifizierung entweder vor Ort oder im forensischen Labor ist.

REFERENZEN

1. Li-Ling Cho. Identifizierung von Textilfasern durch Raman-Mikrospektroskopie. J Forensic Science 2007; 6 (1):55-62

CONTACT

Metrohm Schweiz AG
Industriestrasse 13
4800 Zofingen

info@metrohm.ch