



# BERÜHRUNGSLOSER NACHWEIS VON BIOZIDEN AN KULTURGÜTERN UND HÖLZERN

## DIE AUFGABE

Viele Museen in Deutschland können wertvolle Ausstellungsstücke nicht der Öffentlichkeit präsentieren, da diese mit Bioziden kontaminiert sind. In guter Absicht wurde in den 70er Jahren versucht, textile, hölzerne oder präparierte biologische Objekte durch Besprühen mit Schädlingsbekämpfungsmitteln wie z. B. Hylotox vor der Zerstörung zu bewahren. Heute ist bekannt, dass von diesen Stoffen eine nicht zu unterschätzende Gesundheitsgefährdung ausgeht. Die genaue Kenntnis der Art, des Umfangs und der Lage der Kontamination sind eine Voraussetzung für die Festlegung einer optimalen Reinigungsstrategie.

Zur Unterscheidung organischer Biozide, die alle aus den Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff und Chlor bestehen, ist ein Verfahren erforderlich, welches die Substanzen anhand ihrer Molekülstruktur unterscheiden kann. Dies kann das zerstörungsfreie Verfahren der nahinfraroten hyperspektralen Bildgebung leisten, das eine schnelle orts aufgelöste und spektroskopische Erfassung der Untersuchungsobjekte ermöglicht.

*HSI-Mikroskop-Kombination zur detaillierten Untersuchung kleinster Probenareale*

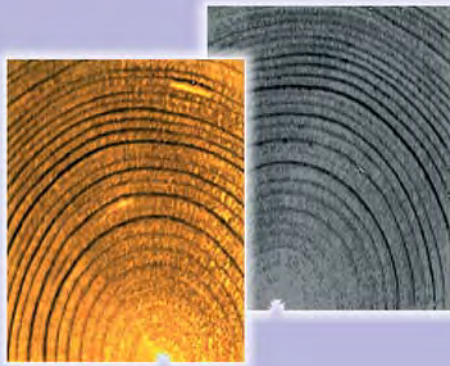


## UNSERE LÖSUNG

Das »Hyperspectral Imaging« (HSI, auch hyperspektrale Bildgebung) bezeichnet eine Klasse von bildgebenden Spektrometern. Neben Laboranwendungen eignen sich die kompakten HSI-Systeme auch für Untersuchungen vor Ort – ohne dass eine Probe entnommen und separat im Labor analysiert werden muss. Die optisch-berührungslose Arbeitsweise ist ein wesentlicher Vorteil gegenüber invasiv arbeitenden Inspektionsmethoden, da die untersuchten Kulturgüter damit nicht geschädigt werden.

Mit Hilfe einer anpassbaren Optik sind unterschiedlichste Arbeitsabstände realisierbar. Durch geschickte Wahl der Optik lassen sich Pixelauflösungen von unter einem Mikrometer bis hin zu mehreren Dezimetern realisieren. Zusammen mit der hohen Informationstiefe der spektralen Erfassung liegt eine wesentlich größere Datenbasis zur Untersuchung der Proben vor. Neben den gewonnenen chemischen Informationen aus dem nahen Infrarotbereich (NIR) können ebenso Bildinformationen zur Auswertung von Oberflächenstrukturen genutzt werden. Von zentraler Bedeutung ist es, diese große Datenmenge im Bereich von Gigabyte pro Sekunde sinnvoll zu verarbeiten und zu interpretieren.

Am Fraunhofer IWS Dresden sind Lösungswege entwickelt worden, die eine schnelle Informationsgewinnung unter Nutzung multivariater Algorithmen sowie Methoden zur Bildauswertung ermöglichen (»soft modeling«). Insbesondere auf letzterem Weg lässt sich eine schnelle Analytik realisieren, die innerhalb weniger Sekunden die Daten auflösen und das Ergebnis ausgeben kann. Dazu wurde eine eigene Softwareplattform (imanto<sup>®</sup>pro) entwickelt, welche sich individuell auf die Bedürfnisse der Aufgabenstellung anpassen lässt.



3

## ERGEBNISSE

In Voruntersuchungen an gezielt kontaminierten PTFE-Presslingen wurde festgestellt, dass die Biozide Pentachlorphenol (PCP),  $\gamma$ -Hexachlorcyclohexan (Lindan), Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT) und Parathion mit dem Verfahren zweifelsfrei nachgewiesen werden können.

*PTFE-Presslinge mit zunehmender DDT-Konzentration (v. l. n. r.), deutlich sichtbar ist die inhomogene Verteilung bei kleineren Konzentrationen (geringste Konzentration < 0,5 Masse-Prozent)*

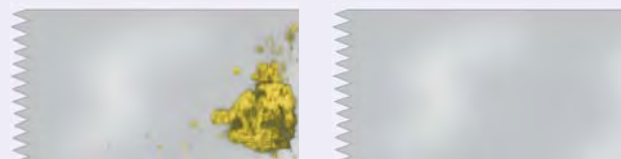


4

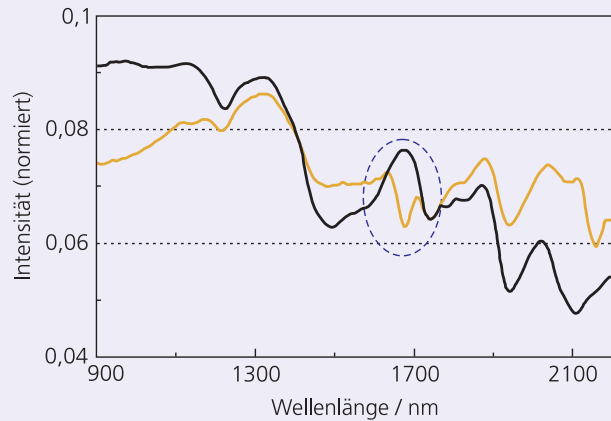
Das Verfahren wurde ebenso erfolgreich für den Nachweis von Bioziden auf imprägnierten Hölzern eingesetzt. Der Nachweis erfolgt hier über spektrale Banden im nahen Infrarotbereich, die eindeutig den jeweiligen Bioziden zugeordnet werden können. Auf Basis einer kalibrierenden Konzentrationsreihe (z. B. in PTFE-Presslingen) können auch Konzentrationsverteilungen angegeben werden. Eine Auswertung über soft-modelling-Methoden lässt sich z. B. durch die Hauptkomponentenanalyse (engl. principal component analysis, PCA) realisieren.

Neben der direkten Untersuchung am Kulturgut ist auch die Abnahme von Oberflächenbelägen und deren anschließende Analyse im Labor eine Methode, die bereits erfolgreich praktiziert wurde. Die Abnahme der auf den Oberflächen auskristallisierten Beläge kann beispielsweise mit Klebeband erfolgen. Abbildung 5 zeigt vergleichend die aus einem Kirchendachstuhl gewonnenen Proben (kontaminiert – nicht kontaminiert) sowie charakteristische Spektren.

*Klebeband-Abzugprobe von einem Kirchendachstuhl (links) im Vergleich zu einer Referenzprobe (rechts). Deutlich erkennbar ist die DDT-Kontamination der Dachstuhlprobe (gelb eingefärbt)*



*Spektren der Referenz (schwarz) und der DDT-Kontamination (gelb). Blau markiert ist die DDT-Absorption, die zur weiteren Auswertung der Spektren genutzt wird.*



5

- 2 *Detailabbildung der Beleuchtung im Laboraufbau*
- 3 *Spektrale Bilder von Kiefern-Hirnschnitten bei 1430 nm, mit und ohne Biozidbelastung*

## KONTAKT

Dr. Philipp Wollmann

+49 351 83391-3316

philipp.wollmann@iws.fraunhofer.de

