

# MIT HYPERSPEKTRALER MASSENERFASSUNG ARCHÄOLOGISCHE OBJEKTE ARCHIVIEREN

## Motivation und Ausgangssituation

Allein in Deutschland warten mindestens 150 Millionen archäologische Fundobjekte in den Depots von Museen und Landesdenkmalämtern auf ihre wissenschaftliche Erschließung und Dokumentation. Das Archäologische Landesmuseum Brandenburg strebt an, für die Archivierung seiner archäologischen Funde ein Zentraldepot zu errichten, um Funde, die zurzeit auf verschiedene kleinere Archive verteilt sind, unter optimalen konservatorischen und logistischen Bedingungen zu lagern. Dabei ergeben sich die Möglichkeit und die Notwendigkeit, diese Funde einheitlich zu erfassen und die Daten digital zu sichern.

Die im Fraunhofer IFF vorhandene hyperspektrale Messtechnik ermöglicht es, kostengünstig, standardisiert und in großen Stückzahlen über die geometrischen Eigenschaften der Objekte hinaus auch deren Materialeigenschaften zu bestimmen und in einem digitalen Archiv zu hinterlegen. Durch diese objektive Bestimmung der spektralen Eigenschaften lassen sich innerhalb des digitalen Archivs Objekte auf Basis ihrer chemischen Eigenschaften automatisch klassifizieren, vergleichen und ähnliche und zusammengehörende Objekte finden.

## Aufgabenstellung

Um den personellen Aufwand bei hohem Durchsatz in einem realistischen Rahmen zu halten, muss die Erfassung mit einem hohen Automatisierungsgrad durchgeführt werden. Dazu hat sich ein Konsortium von Firmen und Forschungsinstituten mit Museumsberatern und dem Archäologischen Landesmuseum Brandenburg zusammengefunden, um technische Möglichkeiten zu prüfen, die Arbeitsabläufe und die Datenspeicherung

zu standardisieren und einen Prototyp einer automatisierten Erfassungstrecke aufzubauen. Ein wichtiges Ziel dabei ist es, ein modulares System zu entwerfen, das eine konsistente Datenaufnahme gewährleistet und sich im Automatisierungsgrad und damit am Durchsatz und den Kosten an das jeweilige Museum flexibel anpassen lässt.

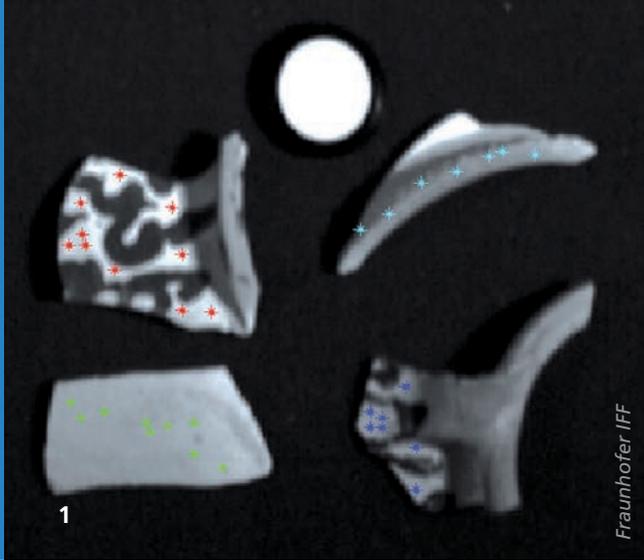
## Vorgehensweise

Die hyperspektrale Messtechnik gliedert sich an zwei Stellen in das Erfassungssystem ein. Flache Objekte, wie Scherben oder Textilien, werden von beiden Seiten mit zwei hyperspektralen Zeilenkameras gescannt, die zusammen den Wellenlängenbereich von sichtbarem Licht bis hin zum nahen Infrarot (450 bis 2 500 Nanometer) abdecken. Bei größeren oder komplizierter geformten Objekten wird eine Kamera so entlang des Objekts geführt, dass sie immer senkrecht auf die Objektoberfläche gerichtet ist.

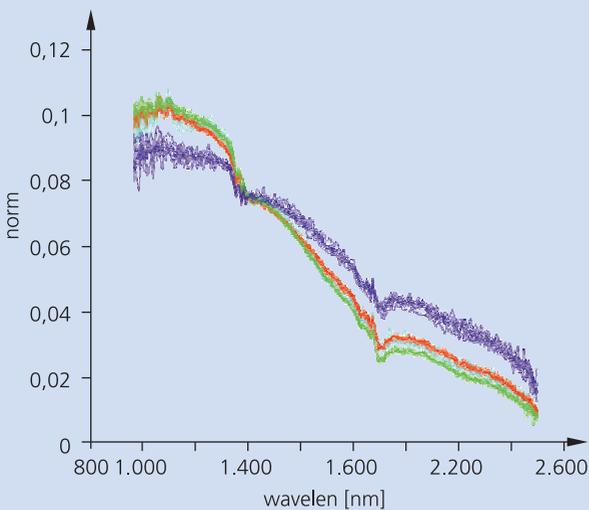
Da die Objekte sehr unterschiedliche spektrale Eigenschaften haben können, müssen sich die Kameraparameter automatisch an das Objekt anpassen. Dabei werden mehrere Aufnahmen mit unterschiedlicher Belichtungszeit adaptiv miteinander kombiniert. Das entspricht einer innovativen Weiterentwicklung des Konzepts HDR (high dynamic range) zur Kombination von Belichtungszeiten, abgestimmt auf die speziellen Eigen-

**1** *Hyperspektralbild (Band 1 730 nm) mit Tonscherben und Kalibriernormal (weiß), die Farbe der gesetzten Punkte entspricht der Farbe im Diagramm.*

**2** *Vergleichsbild mit Farbkamera aufgenommen.*



**Spektren ausgewählter Punkte, normalisiert auf Vektorlänge 1.**



Fraunhofer IFF

schaften hyperspektraler Kameras. Die Steuerung der Hardware ist in das Gesamtkonzept der automatisierten Hyperspektralaufnahmen eingebettet, sodass die Bildaufnahme einfach gestartet werden kann und sich während der Aufnahme adaptiv an die Objekteigenschaften anpasst.

Bei der hyperspektralen Bildaufnahme mit einer hohen Anzahl von Kanälen entsteht eine sehr große Menge an zum Teil redundanten Daten. Um die Datenmengen beherrschbar zu halten und die Durchsuchbarkeit zu gewährleisten, wird für jedes Objekt eine hyperspektrale Signatur erstellt. In diese Signatur gehen der spektrale Verlauf und die Variabilität innerhalb des Objekts ein. Die Signatur ist hierarchisch aufgebaut und kann für neue Objektklassen flexibel erweitert werden.

Um die Vergleichbarkeit der Aufnahmen über einen langen Zeitraum sicherzustellen, werden die Kameras automatisch mit standardisierten Normalen kalibriert. Die Eigenschaften der Kalibriernormale, der Kameras und die Kameraeinstellungen

gehen in die Bilddatenbank mit ein, sodass auch zukünftig mit leistungsstärkeren Kameragenerationen alle Signaturen miteinander verglichen werden können.

## Ergebnisse und Nutzen

Die hyperspektrale Messtechnik kann einen wichtigen Beitrag zur Dokumentation und zur Erhaltung des mobilen Kulturguts leisten. Mit den berechneten hyperspektralen Signaturen lassen sich die Materialien der Objekte objektiv bestimmen und automatisiert zuordnen. Das digitale Archiv ermöglicht einen Zugriff von Wissenschaftlern weltweit, sodass auch für Einzelstücke weltweit Experten konsultiert werden können. Die so geschaffene Datenbasis ermöglicht es erstmals, fortschrittliche Methoden des Data Mining, die für Big Data-Anwendungen entwickelt werden, auch für archäologische Objekte im großen Umfang anzuwenden.

## Projektpartner

Archäologisches Landesmuseum Brandenburg, Brandenburg an der Havel

## Ansprechpartner im Kompetenzfeld Biosystems Engineering

Dr.-Ing. Andreas Herzog  
Tel. +49 391 4090-767 | Fax +49 391 4090-93-767  
andreas.herzog@iff.fraunhofer.de

Prof. Dr.-Ing. Udo Seiffert  
Tel. +49 391 4090-107 | Fax +49 391 4090-93-107  
udo.seiffert@iff.fraunhofer.de