

## Monitoring historischer Oberflächen

### Verwendung von Shearographie und Structured Light Scanning



Abb. 1: Hochauflösende Dokumentation der Chorschrankenmalerei mittels Structured Light Scanning (oben) und Shearographie (unten) [Hoepner 2015].

Leitung:	Prof. Dr. Rainer Drewello
Bearbeitung:	Desireé Lang, Sophie Hoepner, Max Rahrig M.A.
Partner:	Metropolitankapitel der Hohen Domkirche Köln, Dombauhütte
Laufzeit:	2014–2017
Finanzierung:	Abschlussarbeiten im Masterstudiengang Denkmalpflege, KDWT-Eigenmittel

Die Chorschrankenmalereien des 14. Jahrhunderts im Kölner Dom gelten als fragil und gefährdet. Probleme entstehen durch die im 20. Jahrhundert verwendeten hygroskopischen Konservierungsmittel sowie die klimatische Situation im Dom. Bei einer stark schwankenden relativen Luftfeuchtigkeit über 60% in Verbindung mit schwanken Temperaturen sind substanzschädigende Prozesse unvermeidlich.

Als Grundlage für geplante Konservierungsmaßnahmen wurde ein Monitoring für die Analyse

und Überwachung der gefährdeten historischen Oberflächen an den Chorschranken durchgeführt, bestehend aus der Kombination von zwei berührungslosen und zerstörungsfreien Prüfverfahren.

#### Shearographie

Bei der Shearographie (Digital Speckle Shearing Interferometry) handelt es sich um eine laseroptische Mikrometertechnik, bei der Licht als Maßstab für die Bestimmung oberflächentopographischer Veränderungen dient. In einem kontrollierten Doppelbelichtungsprozess mit verschobenen („gescherten“) Bildern werden nach einer kurzzeitigen Stimulation der Oberfläche durch Vakuum, Schallwellen oder Temperatur die induzierten Längenänderungen und Verformungen der oberflächennahen Schichten verglichen. Der Verformungsgrad durch Dehnen und Schrumpfen wird anschließend mit interferometrischen Techniken visualisiert. Für die Untersuchung der Malerei auf den Chorschranken kam die thermische Methode mit einer Temperaturanregung von 2°K zum Einsatz. Insbesondere mit der Shearografie konnten so Risse, Hohlräume, Materialunterschiede und das sensitive Verhalten von Malschichtschollen sichtbar gemacht werden. Im Rahmen des Projekts wurde das Shearographiesystem ISIS 1100 von Steinbichler in Verbindung mit Halogenlampen zur thermischen Stimulation eingesetzt.

#### Structured Light Scanning

Zusätzlich erfolgte eine dreidimensionale und hochauflösende Dokumentation der Oberflächentopographie mittels Structured Light Scanning. Zum Einsatz kam hierzu ein Comet L3D mit 45 mm Messfeld der Firma Steinbichler. Durch dieses hochauflösende Makro-Messfeld ist eine Oberflächendokumentation mit einem Punktabstand von bis zu 18 µm möglich. Bei einer einzelnen Messung wird jedoch lediglich eine Fläche von ca. 5 x 5 cm erfasst. Für die Dokumentation größerer Bereiche, wie z.B. der Monitoringflächen an der Petrus-Chorschrankenmalerei, wurden mehrere Einzelscans mit einer Überlappung von mehr als 50% kombiniert. Durch die wiederholte Messung derselben Fläche nach längerer Zeit und die anschließende Überlagerung der Oberflächenreliefs können Veränderungen wie Bewegungen, Anwendung oder Materialverlust gezielt erfasst und visualisiert werden.

### Kombination der Methoden

Die komplementäre Anwendung von Shearographie, Structured Light Scanning und Fotodokumentation zur Überwachung gefährdeter Wandmalereien zeigte unerwartet gute und zuverlässige Ergebnisse. So ließen sich neben der detaillierten Dokumentation des Gesamtzustandes der Maleereien auch konservatorische Maßnahmen wie etwa die Festigung einzelner Malschichten bis zu einer Tiefe von ca. 4 mm nachweisen.

Die allgemeine Dokumentation des Zustands erfolgte hierzu durch die Farbfotografie. Auf diesem Wege können Schäden schnell und einfach bestimmt und lokalisiert werden, anschließend können Monitoringflächen für den Einsatz der anderen Messtechniken gezielt ausgewählt werden. Durch die 3D-Oberflächenvergleiche lassen sich Veränderungen und Bewegungen in den Maleereien über einen längeren Zeitraum aufzeichnen und exakt vermessen. Diese Technik liefert zudem klare Indizien für den Umfang und die Richtung von Bewegungen. Zum Beispiel das Heben und Senken von Farbschollen oder etwa ein Materialverlust. Jedoch ist es mit dem Structured Light Scanning nicht möglich unter die historischen Oberflächen zu schauen. Hier findet sich der enorme Vorteil der Shearographie. Die kurze thermische Stimulation der Oberfläche ermöglicht nicht nur die Unterscheidung von aktiven, inaktiven oder sogar stabilisierten Rissen, sondern auch die Erkennung von Hohlräumen in Tiefen bis zu 4 mm. Die Richtung oder das Ausmaß der Bewegungen kann mit Hilfe der Shearographie jedoch nicht metrisch bestimmt werden.

Wie das Beispiel der Temperamalerei der Petrus-Chorschranke am Kölner Dom zeigt, bieten komplementäre Techniken ein großes Potenzial für die zerstörungsfreie und berührungslose Dokumentation und Überwachung historischer Oberflächen. In künftigen Projekten des KDWT sollen Verfahrenskombinationen weiter erprobt und optimiert werden, um gezielt das Veränderungsverhalten sensitiver historischer Verbundwerkstoffe zu erforschen.

(Max Rahrig)

RAHRIG, Max / LANG, Desirée / HOEPNER, Sophie / DREWELLO, Rainer / FÜSSENICH, Peter: *High Resolution Monitoring of Historical Surfaces by using Shearography and Structured Light Scanning*, 3D Imaging in Cultural Heritage Conference, The British Museum, London 09.11.–10.11.2017 (Posterpräsentation).



Abb. 2: Detailaufnahme einer Monitoringfläche mit absteher Farbscholle [Hoepner 2015].

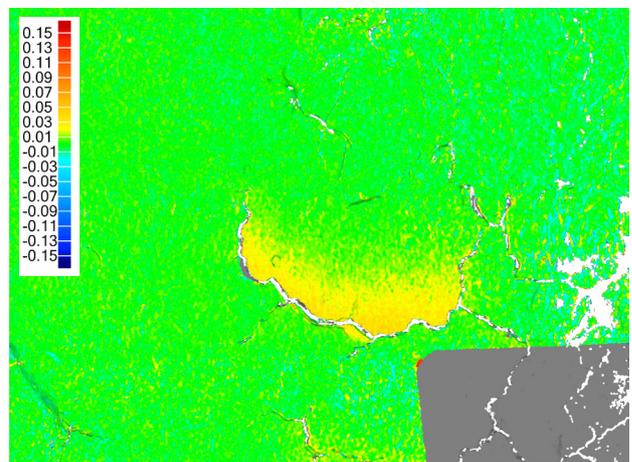


Abb. 3: 3D-Oberflächenvergleich von zwei Scan-Kampagnen und der Visualisierung sich verformender Schollen bis zu 0,15 mm [Hoepner/Rahrig 2017].

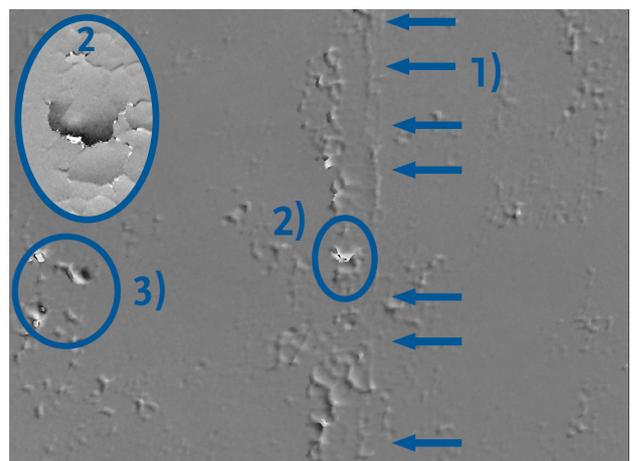


Abb. 4: Shearographie eines größeren Bildausschnitts: 1. Lineare Struktur, welche die unter der Putzoberfläche liegende Fuge widerspiegelt; 2. Detailbereich der schollenhaft aufbrechenden Testfläche (Abb. 2, 3); 3. Bereich mit Anomalien, die auf Hohlräume unterhalb der Outzschicht rückschließen lassen [Lang 2015].