



## NEUE WEGE BEI DER RESTAURATION VON KUNSTWERKEN

1 *Untersuchung des Abendmahls von Leonardo da Vinci (Cenacolo Vinciano, Polo Museale Regionale della Lombardia, Ministero per i Beni e la Attività Culturali)*

Der Erhalt historischer Kunstschätze erfordert nicht nur Restauratorinnen und Restauratoren, sondern auch Forschung und daraus resultierende Hightech-Lösungen. Das gilt insbesondere für weltberühmte Kunstwerke, wie »Das Abendmahl« von Leonardo da Vinci, die aufgrund ihres Alters zusätzliche Herausforderungen an Museen stellen. Zu einem neuen Restaurationsansatz trägt nun auch die Abteilung Materialcharakterisierung und -prüfung bei.

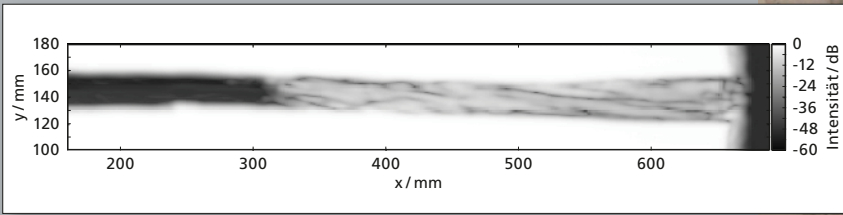
Das Thema Kulturerbe ist mittlerweile hoch auf der politischen Agenda der EU angesiedelt, was sich unter anderem darin zeigt, dass es im nächsten Forschungsrahmenprogramm Horizon Europe (2021–2027) prominent mit dem Thema Sicherheit und Klimawandel in Verbindung gebracht wird. Das Kulturerbe ist in Gefahr – der Klimawandel mit zunehmenden Extremwetterereignissen, aber auch menschengemachte Katastrophen wie der Brand der Kathedrale Notre-Dame in Paris im letzten Jahr und vor allem der boomende Massentourismus bedrohen ganz akut das kulturelle Erbe. Um diese Herausforderungen zu meistern, braucht es Forschung und technologische Entwicklung: Nachhaltige Konservierungsmaterialien, neue Analysemethoden, sozioökonomische Studien und vor allem neue Digitalisierungstechnologien und Künstliche Intelligenz.

### **Forschungsallianz Kulturerbe unterstützt Konservatoren**

In Deutschland und Europa kommt der Fraunhofer-Gesellschaft eine besondere Rolle zu, mit ihrer innovativen technologischen Forschung zur Erhaltung unseres kulturellen Erbes und zu einer nachhaltigen Entwicklung beizutragen. Die Forschungsallianz Kulturerbe (FALKE) – bestehend aus Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft, den Leibniz Forschungsmuseen, der Stiftung Preußischer Kulturbesitz und den Staatlichen Kunstsammlungen Dresden – hat sich seit ihrer Gründung 2008 zur Aufgabe gemacht, Innovationen und Technologien für den Erhalt unseres kulturellen Erbes zu entwickeln. Das betrifft neben den Ingenieurwissenschaften vor allem die Disziplinen der Kunstgeschichte und -rezeption sowie die Gewerke der Restaurierung und Konservierung. Das Fraunhofer ITWM bringt als Mitglied der Forschungsallianz seine Millimeterwellen- und Terahertztechnologie ein.

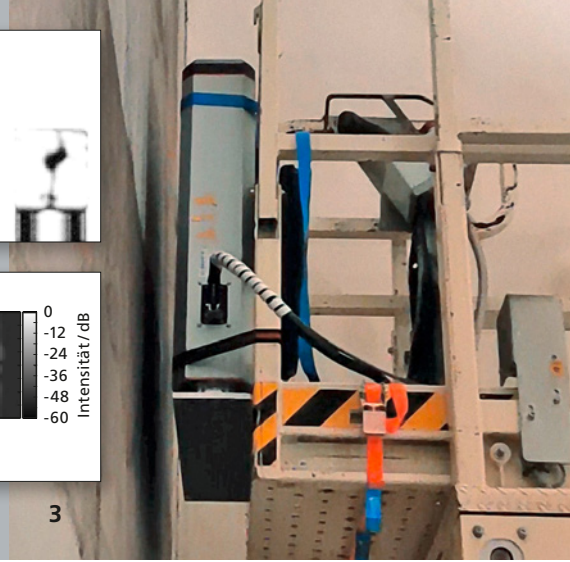
### **Untersuchung empfindlicher Oberflächen möglich**

Durch die gute Transparenz vieler elektrisch nicht-leitender Materialien für Millimeterwellen- und Terahertz-Wellen bietet die bildgebende Millimeterwellen- und Terahertz-Prüfung komplementär zur etablierten Ultraschall-Prüfung viele Einsatzpotenziale für Untersuchungen an Kulturgütern. Die Prüftechnik ermöglicht kontaktfreie Aufnahmen innerer Strukturen von beispielsweise



2

3



Marmor oder Gipsfiguren und kann daher auch bei Objekten mit empfindlicher Oberfläche eingesetzt werden. Auch lassen sich hervorragend Holzmaserungen und gegebenenfalls Beschädigungen durch Holzwürmer erfassen. Die starke Absorption von Terahertz-Wellen durch polare Flüssigkeiten, wie zum Beispiel Wasser, ermöglicht Feuchteuntersuchungen, wohingegen metallische Strukturen das Messsignal vollständig reflektieren und dadurch beispielsweise Armierungen in Skulpturen untersucht werden können. Gleichzeitig ist die zerstörungsfreie Technologie gesundheitlich unbedenklich und kann durch kompakte mobile Systemkonzepte auch in rauen Umgebungen eingesetzt werden.

Auf Initiative des Mailänder Museo del Cenacolo Vinciano, des Instituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro in Rom sowie dem Engagement des japanischen National Institute of Information and Communications Technology konnten wir »Das Abendmahl« von Leonardo Da Vinci mittels Millimeter- und Terahertz-Wellen untersuchen.

### Millimeterwellen ermöglichen Inspektion unterhalb des Wandgemäldes

Das National Institute of Information and Communications Technology gilt als Pionier auf dem Gebiet der Terahertz-Messtechnik im Bereich Kulturerbe und nutzt die Terahertz-Technologie vor allem zur Untersuchung von Farbschichten und oberflächennahen Merkmalen. Komplementär dazu ermöglicht unsere Millimeterwellen-Technologie durch die größere Eindringtiefe die Erfassung von Beschädigungen und strukturellen Merkmalen unterhalb des Wandgemäldes. Der Einsatz dieser Technologien gibt beispielsweise Aufschluss auf frühere Restaurierungsmaßnahmen sowie Auswirkungen durch nahegelegene Bombeneinschläge in Kriegszeiten und kann wesentlich zur Erhaltung und Instandsetzung entsprechender Kulturgüter beitragen.

Das Fraunhofer ITWM und 19 weitere Fraunhofer-Institute sind aktuell an dem von der Fraunhofer-Gesellschaft mit 1,9 Millionen Euro geförderten Forschungsprojekt »Kulturerbe in Gefahr – Auswirkungen des Klimawandels, Chancen der Digitalisierung« beteiligt.

2 *Oben: Millimeterwellen- und Terahertzaufnahmen einer Holzschatulle, einem Marmorblock mit Bohrung, einem vergleichbaren Marmorblock (90° Grad gedreht) und einem zerbrochenen und wieder zusammengeklebten Marmorwürfel mit Hohlraum (v. l. nach r.). Es lassen sich eindeutig die Maserung der Holzschatulle und die Hohlräume in den Marmorblöcken sowie Risse bzw. Verklebungen erkennen.*

*Unten: Die Messtechnik erlaubt die Erkennung von Feuchte, wie diese 100GHz-Aufnahme eines trockenen Stocks, welcher für kurze Zeit auf einer Seite (auf der linken Seite der Aufnahme) im Wasser stand, zeigt.*

3 *Das Messsystem ist auf einer mobilen Hebebühne montiert und kann bis auf wenige Zentimeter an das Wandgemälde herangefahren werden, um relevante Ausschnitte zu inspizieren.*