

# Aktive Thermografie – Entwicklung eines Messgeräts für die praktische Anwendung an Kunst und Kulturgut

## Abstract

Die *aktive Thermografie* ist ein bildgebendes, berührungsloses und zerstörungsfreies Untersuchungsverfahren, das in der Industrie zur Lokalisierung, Visualisierung und Quantifizierung von verdeckten Schäden an beschichteten Oberflächen eingesetzt wird. In einer vorbereitenden KTI-Machbarkeitsstudie konnte nun aufgezeigt werden, dass das Verfahren auch in der Konservierung und Restaurierung ein grosses Potential hat. Es wurden zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten nachgewiesen, wie z. B. das Aufspüren von Delaminationen an einer Malschicht, Fassung oder Lackierung. Des Weiteren wurde bereits ein Messgerät zur praktischen Anwendung des Verfahrens an Kunst und Kulturgut entwickelt. Im Rahmen des aktuellen KTI-Forschungsprojekts soll nun durch dessen gezielte Weiterentwicklung ein für KonservatorInnen geeignetes, einfach zu bedienendes Messinstrument geschaffen werden.

Active thermography is an imaging, non-contact and non-destructive testing method that is employed in industry to localize, visualize and quantify hidden damage on coated surfaces. In a preparatory CTI feasibility study, we have now been able to demonstrate that this method also has great potential in the fields of conservation and restoration. Numerous applications have been proven, such as detecting delamination on a paint layer, laquer layer or polychrome surface. Furthermore, a measuring instrument has been developed for the practical application of this procedure on works of art and cultural assets. As part of the current CTI research project, this is to be further developed specifically to produce a simple-to-use measuring instrument that may be utilised by conservators.



Messgerät *Tracer* während der Untersuchung eines Probekörpers. (Bild: Cornelius Palmbach)

## Einführung

In der Industrie wird die aktive Thermografie zur Qualitätskontrolle an Beschichtungen oder Verbundwerkstoffen eingesetzt. In der Konservierung und Restaurierung kommt das Verfahren – abgesehen von einigen experimentellen Anwendungen – noch nicht zum Einsatz. Hier gab es bisher keine messtechnische Möglichkeit, Delaminationen aufzuspüren. Im Rahmen einer MA-Thesis und einer KTI-Machbarkeitsstudie wurde nun die Eignung des Verfahrens für diesen Bereich nachgewiesen. So kann es z. B. zur Lokalisierung von Lockerungen an der Malschicht eines Gemäldes, der Fassung einer Skulptur, der Lackierung eines Oldtimers oder einem furnierten Möbelstück eingesetzt werden. Des Weiteren eignet es sich zur Visualisierung von Unterzeichnungen, unter einer Malschicht verborgenen Insektenfrassgängen oder hohlstehenden Putzen und zur Überprüfung von Festigungsmassnahmen sowie zur Dokumentation und Beurteilung des Erhaltungszustands eines Kunstwerks.

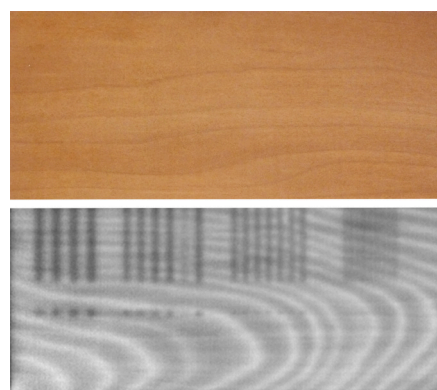
## Methoden

Die *aktive Thermografie* ist ein bildgebendes und zerstörungsfreies Messverfahren zur Lokalisierung und Visualisierung von unter einer Oberfläche verborgenen Strukturen oder Schäden. Sichtbar gemacht werden können Strukturen, die sich in ihren thermischen Eigenschaften von ihrer Umgebung unterscheiden, wie z. B. Delaminationen oder Materialeinschlüsse. Bei der *aktiven Thermografie* wird die Wärmestrahlung des Untersuchungsobjekts als Ergebnis einer geringen künstlichen Temperaturerhöhung gemessen. Bei der hier zum Einsatz kommenden *Lock-In*

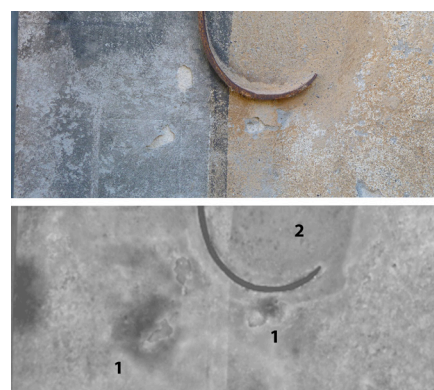
*Thermografie*, einer speziellen Variante der aktiven Thermografie, erfolgt die Erwärmung periodisch mit einer Serie von Wärmeimpulsen. Je nach Anregungsfrequenz können unterschiedlich tief liegende Schichten untersucht werden. Unter der Oberfläche verborgene Strukturen stören den hierbei erzeugten Wärmefluss. Die daraus resultierende, sich ebenfalls periodisch ändernde Oberflächentemperatur wird mit einer IR-Kamera aufgenommen. Anschliessend werden die Messdaten mittels eines Algorithmus in sog. Amplituden- und Phasenbilder umgerechnet, welche die durch die verborgenen Strukturen veränderte Temperaturentwicklung zeigen.

## Ergebnisse

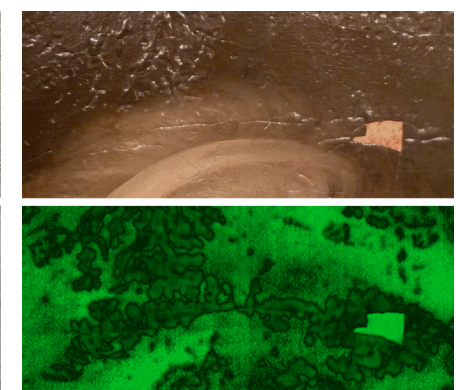
Aus der vorangehenden KTI-Machbarkeitsstudie resultierte ein Messgerät für die praktische Anwendung der Lock-In Thermografie, der sog. *Tracer*. Dieser wird nun im aktuellen Projekt weiterentwickelt, um einerseits die Zuverlässigkeit der Messergebnisse zu optimieren, deren Auswertung und Interpretation zu erleichtern und andererseits weitere Anwendungsgebiete zu erschliessen. Dazu gilt es, den Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit in den Messergebnissen zu reduzieren, u. a. durch die Evaluation alternativer Anregungstechniken. Weiter soll erstmals eine tomografische Untersuchungsmethode basierend auf der Lock-In Thermografie entwickelt werden, die Aussagen über die Tiefenlage eines Schadens ermöglicht. Die Messergebnisse werden zudem durch die Überlagerung mit Bildinformationen einer zusätzlichen Kamera (VIS) leichter zu interpretieren sein.



Nadelholz Brett mit künstlichen Insektenfrassgängen und darüber liegendem Furnier im Normallicht (oben) und als Phasenbild (unten); (untere Bildkante 25 cm). (Bild: Cornelius Palmbach)



Putzabhebungen (1) und Putzausbesserung (2) an historischem Mauerwerk (Schloss Bothmar / Malans) im Tageslicht (oben) und als Phasenbild (unten); (untere Bildkante ca. 40 cm). (Bild: Cornelius Palmbach)



Ölgemälde (BHM) mit Blasenbildung in der Malschicht im Normallicht (oben) und als Phasenbild im Night-vision Modus (unten); (untere Bildkante ca. 20 cm). (Bild: Cornelius Palmbach)