FAIRe Wasserzeichen

Von der Aufnahme zur Community – Standardisierung und offene Bereitstellung thermographischer Daten

1. Einleitung

An wissenschaftlichen Bibliotheken werden regelmäßig digitale Forschungsdaten produziert, die nach den FAIR-Kriterien für Nachnutzung und digitale Quellenkritik offen zugänglich und dokumentiert sein sollen.[1] Um die Auffindbarkeit und Nachvollziehbarkeit zu erhöhen, erscheint es insbesondere bei hoch spezialisierten Daten wie Thermogrammen von Wasserzeichen (Abb. 1) nicht zielführend, diese in disparaten institutionellen Repositorien abzulegen. Am Beispiel der Thermographiedaten von Wasserzeichen wird im Folgenden der Aufbau einer Forschungsdatencommunity vorgestellt. Ziel ist es, die Forschungsdaten an einem zentralen Ort und nach einem bislang mit vier wissenschaftlichen Bibliotheken abgestimmten Minimalstandard verfügbar zu machen.[2]

Als Forschungsdatencommunity wird hier einerseits die Gruppe aller Beteiligten verstanden, die solche Daten produzieren und sich auf Minimalstandards mit Blick auf Daten- und Metadatenmanagement einigen. Anderseits schließt der Begriff auch das verwendete Repositorium als Ort der Datenablage mit ein. Dieser Praxisbericht beschreibt die Genese und den aktuellen Stand der Forschungsdatencommunity *Thermography for Watermark Detection in Cultural Heritage – A Research Data Community*[3] und dient zugleich als Einladung an weitere Einrichtungen, die ebenfalls Thermographiedaten erstellen oder verarbeiten, der Community beizutreten.[4]

1 Zu den FAIR-Prinzipien siehe Wilkinson, Mark D.; Dumontier, Michel; Aalbersberg, IJsbrand J. u. a.: The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship, in: Scientific data 3 (160018), 2016. https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18 und https://forschungsdaten.info/fdm-allgemein/veroeffentlichen-und-archivieren/faire-daten, Stand: 27.07.2026; zur digitalen Quellenkritik siehe Deicke, Aline; Schmunk, Stefan: Digitale Quellenkritik, in: Antenhofer, Christina; Kühberger, Christoph; Strohmeyer, Arno (Hg.): Digital Humanities in den Geschichtswissenschaften, Wien 2024. https://doi.org/10.36198/9783838561165.

2 Dieser Beitrag bezieht sich auf den Vortrag der Autor*innen mit dem Titel „FAIRe Wasserzeichen: Eine institutionsübergreifende Forschungsdaten-Community für Thermographiedaten“ am 19.05.2026 bei der 114. BiblioCon in Berlin.

3 Thermography for watermak detection in cultural heritage. A research data community, Zenodo, https://zenodo.org/communities/thermography-research-data, Stand: 31.07.2026.

4 Zu diesem Zweck wurde die Forschungsdatencommunity 2026 auf der 114. *BiblioCon* in Berlin (https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0290-opus4-200800), und dem *International Assciation of Music Libraries Congress* in Thessaloniki vorgestellt; im Herbst 2026 folgt die Präsentation auf der *9th International Conference on Watermarks in Digital Collections* in München.

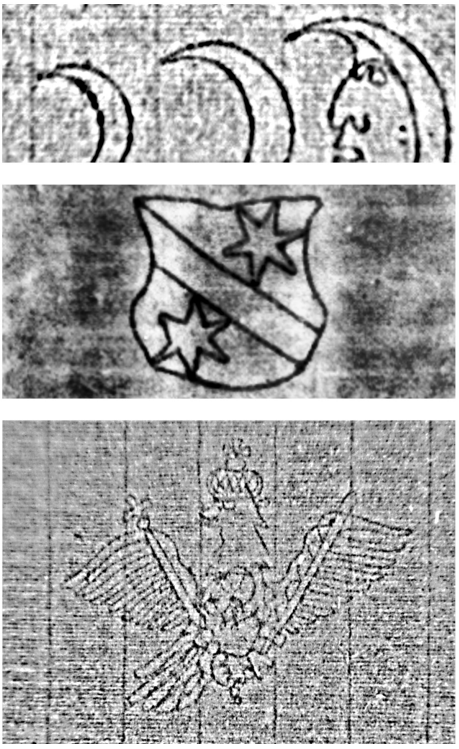


Abb. 1: *Thermogramme* [5]

2. Wasserzeichen in der Forschung: Abnahmetechniken und Erkenntnisgewinn

In historischen Disziplinen wie Musikwissenschaft oder Kunstgeschichte ist die Wasserzeichenforschung, also die Forschung zu Firmenzeichen im Papier, wichtige Hilfswissenschaft und fester Bestandteil des Erkenntnisgewinns und Diskurses.[6] Dementsprechend haben sich seit mehr als hundert Jahren verschiedene Verfahren zur Abnahme herausgebildet, die alle als Ziel die optimale Sichtbarmachung des Zeichens für das menschliche Auge haben. Jedes dieser Verfahren hat Vor- und Nachteile, die sich aus dem Zusammenspiel zwischen Methode und Materialität des Untersuchungsobjektes ergeben: So ist die Genauigkeit des Ergebnisses (und damit die Vergleichbarkeit der einzelnen Abnahmen) bei Anwendung des Pausverfahrens – bei dem das Wasserzeichen in Durchlicht auf einem transparenten

5 Die Bilder stammen aus folgenden Datensätzen (von oben nach unten): Melnik, Elena: Thermographic data for manuscript Mus.4189-E-6,10 (SLUB), Zenodo, 26.02.2026, https://doi.org/10.5281/zenodo.18787423; Bayerische Staatsbibliothek: Thermographic data for manuscript Mus.ms. 47 (BSB), Zenodo, 23.04.2026, https://doi.org/10.5281/zenodo.19707273; Immel, Hagen; Staatsbibliothek zu Berlin – Preussischer Kulturbesitz: Thermographic data for manuscript SA 260 (SBB), Zenodo, 17.04.2026, https://doi.org/10.5281/zenodo.19627991.

6 Für die Musikwissenschaft ist als wichtiger Referenzpunkt beispielsweise die Forschung zu Datierung der Werke Johann Sebastian Bachs zu nennen, begonnen von Wisso Weiß, die 1985 im von ihm verantworteten Katalog der Wasserzeichen in Bachs Originalhandschriften, Leipzig 1985 als Teil der Bach-Gesamtausgabe mündete.

Papier händisch nachgezeichnet wird – in hohem Maße abhängig von der Erfahrung der ausführenden Person. Eine verrutschende Hand kann das Ergebnis schnell verfälschen und Verformungen des Drahtes suggerieren, die so in der Vorlage nicht existieren. In einem weiteren Verfahren – dem sogenannten Abrieb – werden die Dichteunterschiede zwischen Papier und Wasserzeichen durch gleichmäßige Bleistiftschraffur auf einem Trägerpapier sichtbar gemacht. Der Abrieb wird je nach Zustand des untersuchten Manuskriptes aus Sicht der Bestandserhaltung kritisch betrachtet. Beides sind analoge Vorgehensweisen, deren Ergebnisse für eine zeitgemäße Bereitstellung wiederum in den digitalen Raum transferiert werden müssen. Die Durchlichtfotografie dagegen ist bereits ein genuin digitales Verfahren, das menschliche Ungenauigkeiten weitestgehend ausschließt und ein im Gegenlicht sichtbar gemachtes exaktes Abbild des Wasserzeichens bietet. Gleichzeitig bildet es aber auch den jeweiligen genutzten Beschreibstoff, beispielsweise Tinte, ab. Gerade auf eng beschriebenen Seiten ist so das eigentlich im Fokus stehende Wasserzeichen durch Überlagerungen nur schwer erkennbar.

Seit den frühen 2000er-Jahren etabliert sich mit der Thermographie ein viertes Verfahren, das es ermöglicht, die Nachteile der genannten Techniken zu minimieren, indem genuin digitale Bilder von Wasserzeichen erstellt werden, die in den meisten Fällen Beschreibstoffe vollständig ausblenden und das jeweilige Wasserzeichen sichtbar machen. Das Verfahren kann allerdings bei zu dicken oder gegautschten Papieren an seine Grenzen stoßen und ist eine in der Anschaffung relativ kostenintensive Technik. Mit ihren Ergebnissen trägt die Thermographie wesentlich zur Methodenvielfalt bei der Abnahme von Wasserzeichen bei.

3. Thermographie: Methode und produzierte Daten

Die Thermographie ist eine Methode, Wärmeunterschiede in Objekten zu visualisieren. Unterschieden wird grundsätzlich zwischen aktiver Thermographie, die eine externe und vom Objekt unabhängige Wärmequelle benötigt um materialabhängige Wärmeunterschiede hervorzurufen, und passiver Thermographie, die bereits bestehende Wärmeunterschiede in Objekten sichtbar macht.[7] Anwendung fand die Thermographie zunächst insbesondere in der Industrie. Spätestens in den 1990er-Jahren wurde aktive Thermographie bereits für die Authentifizierung von Papiergeld durch die Sichtbarmachung von Wasserzeichen vorgeschlagen und dann ab den 2000er-Jahren für wertvolle Schriftobjekte aus Papier weiterentwickelt, um Wasserzeichen möglichst vollständig und unabhängig von darüberliegender Schrift oder Bemalung sichtbar zu machen. Von Beginn an wurde dabei Wert auf den konservatorisch korrekten Umgang mit den Objekten gelegt. Zudem wurde mit dem Umstand, dass hier genuin digitale Bilder erzeugt werden, die Hoffnung verbunden, diese für zukunftsweisende Methoden in Bereichen wie der Automatischen Wasserzeichenerkennung oder des Image Processing einsetzen zu können.[8]

Im Mittelpunkt standen zunächst u. a. Projekte zu Rembrandt zugeschriebenen Skizzen, zu Blockbüchern und in der Folge insbesondere die Wasserzeichenanalyse an Musikhandschriften an folgenden Institutionen: Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz (SBB), Bayerische Staatsbi-

7 Vgl. Blessley, Krista; Young, Christina; Nunn, John u. a.: The feasibility of flash thermography for the examination and conservation of works of art, in: Studies in Conservation 55 (2), 2010, S. 107–120. https://doi.org/10.1179/sic.2010.55.2.107, hier: S. 108.

bliothek München (BSB), Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden (SLUB) und Österreichische Akademie der Wissenschaften (ÖAW).[9]



Abb. 2: *Thermographiekamera an der Staatsbibliothek zu Berlin (Foto: SBB – Hagen Immel)*

8 Vgl. Beale, Marc Ivor, John: Method of authenticating watermarked paper. International application published under the Patent Cooperation Treaty (PCT), International Publication Number: WO 96/18978; Beale, Marc Ivor John; Dinn, David R.: Method of authenticating watermarked paper. United States Patent, Patent Number 5,854,673, Date of US Patent Dec. 29, 1998; Neuheuser, Hanns Peter; Märgner, Volker; Meinlschmidt, Peter: Wasserzeichendarstellung mit Hilfe der Thermographie, in: ABI-Technik 25 (4), 2005, S. 266–278. https://doi.org/10.1515/ABITECH.2005.25.4.266; Meinlschmidt, Peter; Märgner, Volker: Advantages and disadvantages of various techniques for the visualization of watermarks, in: Restaurator 30 (3), 2009, S. 222–243. https://doi.org/10.1515/rest.014; Meinlschmidt, Peter; Kämmerer, Carmen; Märgner, Volker: Thermographie. Ein neuartiges Verfahren zur exakten Abnahme, Identifizierung und digitalen Archivierung von Wasserzeichen in mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Papierhandschriften, -zeichnungen und -drucken, in: Fischer, Franz; Fritze, Christiane; Vogeler, Georg (Hg.): Kodikologie und Paläographie im digitalen Zeitalter Bd. 2, Norderstedt 2010 (Schriften des Instituts für Dokumentologie und Editorik 3). http://kups.ub.uni-koeln.de/4351/.

9 Vgl. Meinlschmidt, Peter: Watermarks solve the puzzle of Rembrandt's workshop, in: Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut: Jahresbericht. Braunschweig 2006, S. 34–35; Meinlschmidt, Peter; Brantl, Markus; Schäfer, Irmhild u. a.: Digitizing and archiving of all information taken from rare blockbooks. Proceedings of the Archiving Conference 2012, in: IS&T Reporter 27 (3), 2012, S. 238–243. https://doi.org/10.2352/issn.2168-3204.2012.9.1.art00053; Rebmann, Martina: Musikwissenschaftliche Grundlagenforschung. Das Pilotprojekt „Kompetenzzentrum Forschung und Information Musik" (KoFIM) an der Staatsbibliothek zu Berlin, in: Eckhardt, Wolfgang; Neumann, Julia; Schwinger, Tobias u. a. (Hg.): Wasserzeichen, Schreiber, Provenienzen. Neue Methoden der Erforschung und Erschließung von Kulturgut im digitalen Zeitalter. Zwischen wissenschaftlicher Spezialdisziplin und „Catalog enrichment", Frankfurt am Main 2016 (Zeitschrift für Bibliothekswesen und Bibliographie, Sonderbände Sonderband 118), S. 9–17. https://doi.org/10.5771/9783465142577-9; Meinlschmidt, Peter; Immel, Hagen: Digitale Dokumentation von Wasserzeichen mittels Thermographie, in: Ebd., S. 197–217. https://doi.org/10.5771/9783465142577-197.

Insgesamt bietet die Thermographie gegenüber den herkömmlichen Verfahren der Wasserzeichenabnahme klare Vorteile: So gilt Thermographie bei entsprechender Vorsicht als bestandsschonender als beispielsweise die Methode des Abriebs.[10] Gleichzeitig wird der menschliche Faktor im Aufnahmeprozess so reduziert, dass die Exaktheit der Durchlichtfotografie erreicht wird.

Das heute übliche Setup (Abb. 2 und 3) besteht in der Regel aus einer Thermographiekamera (Abb. 3, d), die im nahen und mittleren Infrarotbereich (z. B. 1500–5500 nm) Informationen zu minimalen Temperaturabweichungen aufnehmen kann. Eine Wärmeplatte (a) wird für ca. 1–5 Sekunden auf ca. 37 Grad erwärmt und erzeugt damit die für das Verfahren notwendigen Wellenlängen im infraroten Bereich. Das Papierobjekt (c) liegt dabei auf einem Passepartout (b) ohne Kontakt zur Wärmequelle – daher wird das Papier kaum erwärmt. Durch die unterschiedliche Papierdichte zwischen Wasserzeichen und den übrigen Bereichen wird die Infrarotstrahlung unterschiedlich stark absorbiert und transmittiert. Genau diese Informationen werden von der Kamera (d) aufgenommen. Da zusätzlich die meisten Tinten und Tuschen – anders, als bei der Durchlichtfotografie – in diesem Verfahren in den finalen Bildern (e) nicht sichtbar sind, ist das Wasserzeichen deutlicher erkennbar (siehe Abb. 1).

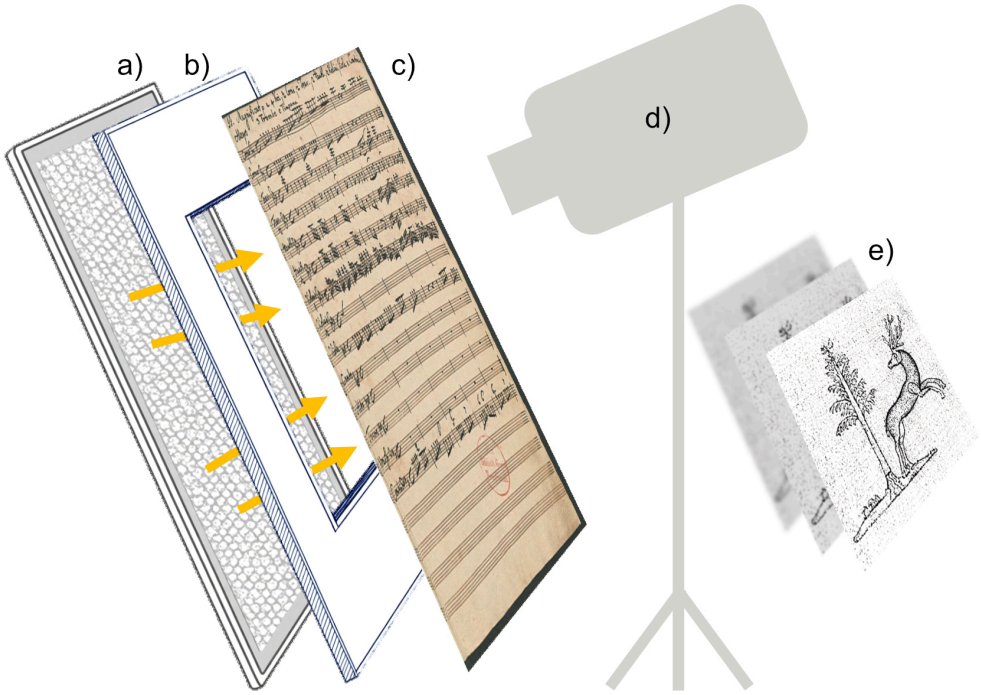


Abb. 3: *Schematischer Aufbau eines Thermographiervorgangs*

10 Vgl. u. a. Neuheuser u. a.: Wasserzeichendarstellung 2005, S. 269f.

Auch wenn die Aufnahme nur wenige Augenblicke dauert, wird bei jedem Vorgang eine Sequenz von beispielsweise 50 Bildern aufgenommen (e), so dass sich thermische Veränderungen genau dokumentieren lassen. Ziel ist es, das Bild zu finden, welches das Wasserzeichen am deutlichsten hervortreten lässt.[11] Anschließend wird das Ergebnis bei Bedarf nachbearbeitet, um die Sichtbarkeit zu verbessern und als Präsentationsbild für die wissenschaftliche Auswertung zur Verfügung zu stellen (z. B. in Wasserzeichendatenbanken).

4. Neue Daten generieren neue Forschungsfragen

Mit der Produktion von Thermogrammen eröffnen sich Wege für Auswertungsmethoden, die neue Forschungsfragen generieren und beantworten können. Diese beruhen nun auf maschinellen Verfahren: Die Exaktheit der Aufnahme erleichtert unter anderem die Anwendung von Algorithmen und erlaubt es, im maschinellen Vergleich verschiedener Aufnahmen Ähnlichkeiten aber auch kleinste Abweichungen zwischen Wasserzeichen zu erkennen. So kann dann Mustererkennung[12] unter anderem dazu führen, für das menschliche Auge kaum zuzuordnende Fragmente bestimmten Wasserzeichen zuzuweisen. Darüber hinaus können kleinste Verformungen der Drähte in die Datierung eines Papiers mit einbezogen werden. Denn je länger ein Sieb zur Herstellung von Papier verwendet wurde, desto stärker deformierten sich die in das Sieb eingebrachten Drähte des Wasserzeichens. Auf Basis dieser zunehmenden Abweichungen kann im Idealfall nun auch innerhalb der Verwendungszeit eines Siebes eine Datierung des jeweiligen Papiers vorgenommen werden. Aktuelle Projekte wie *DRACmarkS*[13] beweisen das Potential dieser Ansätze. Auch das Projekt *Gesichtserkennung für Ochsenköpfe*[14], in dem unter anderem die automatische Erkennung von Wasserzeichen erprobt wird, hat zum Ziel, den möglichen Erkenntnisgewinn weiter auszuloten. Es ist zu erwarten, dass derartige aus den Fachwissenschaften generierten Fragestellungen weiter zunehmen.

Diese Forschungsszenarien setzen allerdings voraus, dass die in den unterschiedlichen Einrichtungen produzierten Daten in ihrer Gänze verfügbar und gemeinsam nutzbar sind. Das bislang bereitgestellte, stark nachbearbeitete Präsentationsbild ist durch einen Menschen nachträglich darauf optimiert, menschenlesbar zu sein und entspricht mithin der üblichen Zielsetzung der Bereitstellung von Wasserzeichen. Die Veröffentlichung dieser Aufnahmen ist disparat, oft in Zusammenhang mit dem Scan der Originalquelle beispielsweise in Digitalen Sammlungen der einzelnen Institutionen, darüber hinaus in fachlichen Datenbanken wie dem Wasserzeicheninformationssystem (WZIS)[15] oder disziplinbezo-

11 Auf Grund unterschiedlicher Papierdicke lässt sich dieser Moment kaum vorherbestimmen.

12 Siehe z. B. Pondenkandath, Vinaychandran; Alberti, Michele; Eichenberger, Nicole u. a.: Identifying cross-depicted historical motifs, in: 16th International conference on frontiers in handwriting recognition 2018, S. 333–338. https://doi.org/10.48550/arXiv.1804.01728; Shen, Xi; Pastrolin, Ilaria; Bounou, Oumayma u. a.: Large-scale historical watermark recognition. Dataset and a new consistency-based approach, in: 25th International conference on pattern recognition (ICPR) 2021. https://doi.org/10.48550/arXiv.1908.10254; Pondenkandath, Vinaychandran; Alberti, Michele; Eichenberger, Nicole u. a.: Cross-depicted historical motif categorization and retrieval with deep learning, in: Journal of imaging 6 (7), 2020. https://doi.org/10.3390/jimaging6070071; Hauser, Dominik; Beckmann, Matthias; Koliander, Günther u. a.: On image processing and pattern recognition for thermograms of watermarks in manuscripts. A first proof-of-concept, in: Barney Smith, Elisa; Liwicki, Marcus; Peng, Liangrui (Hg.): Document analysis and recognition – ICDAR 2024. 18th International conference, Athens, Greece, August 30 – September 4, 2024, Proceedings, Part III, Cham 2024 (Lecture notes in computer science 14806), S. 91–107. https://doi.org/10.1007/978-3-031-70543-4_6.

13 Schubert Digital, https://schubert-digital.acdh-dev.oeaw.ac.at/benutzung-dracmarks.html, Stand: 19.08.2026.

14 Gesichtserkennung für Ochsenköpfe. Erprobung und Einsatz von ComputerVision für die Bestimmung historischer Wasserzeichen, https://gepris.dfg.de/project/576443479, Stand: 19.08.2026.

genen Systemen wie RISM[16]. Für die volle Ausnutzung der Verfahren der Computer-Vision verspricht die Nutzung des kompletten Rohdatensets aber bessere Ergebnisse. Denn das Thermographieverfahren generiert über das bislang bereitgestellte Einzelbild hinaus wesentlich mehr Daten: Es entsteht ein Bilderset inklusive Metadaten, das in seiner Gesamtheit erst eine möglichst optimale maschinelle Auswertung erlaubt, für das menschliche Auge jedoch in Teilen unbrauchbar ist. Dieses Forschungsdatenset wurde bislang von den verschiedenen Einrichtungen nicht bereitgestellt. Gründe sind der große Datenumfang, insbesondere aber die fehlende Standardisierung und ein Regelset für die institutionenübergreifende Ablage. Denn die Nachnutzung dieser speziellen Forschungsdaten ist abseits der immer anzuratenden digitalen Quellenkritik erst im Rahmen von Massendatensammlungen wirklich erfolgversprechend.

5. Die Forschungsdatencommunity *Thermography for Watermark Detection in Cultural Heritage* – Entstehung und Ziele

Die Gründe für die beschriebene Problematik sind einleuchtend: Eine Standardisierung erfolgt im Normalfall erst, wenn sich die vorrangig produzierende Community einen gewissen Erfahrungswert im Umgang mit den entsprechenden Daten angeeignet hat. Ähnliche Prozesse lassen sich beispielsweise im Entstehungsverlauf der verschiedenen Bausteine der DFG-Praxisregeln Digitalisierung[17] oder auch in beginnenden Gesprächen rund um Bildgebungsverfahren wie Multispektralaufnahmen beobachten.

In dieser Hinsicht ist die relativ geringe Größe der (bibliothekarischen) Community, die derzeit eine Thermographiekamera nutzt, von Vorteil. Im deutschsprachigen Raum sind vor allem SBB, SLUB, BSB und ÖAW zu nennen. Alle vier Einrichtungen haben das Verfahren bereits etabliert, sodass ein Erfahrungsschatz vorhanden ist und auf dieser Basis der nächste Schritt hin zu einer Standardisierung angeraten schien. Erste Prämisse des angestoßenen Prozesses war, keine Insellösung für jede Institution zu schaffen, sondern vielmehr Expertise zu bündeln und gleichzeitig die gemeinsame Nachnutzung der produzierten Daten durch die wissenschaftlichen Communities möglichst intuitiv und leicht zu gestalten. Denn nur so scheint die für bestimmte Verfahren nötige kritische Masse von Daten schnell erreichbar, zumal der physische Aufbewahrungsort des thermographierten Papiers zur Beantwortung der üblichen Forschungsfragen zunächst nicht entscheidend ist.

Zwischen SBB und SLUB wurde demnach ein erster Vorschlag für eine standardisierte, institutionenübergreifende und möglichst niedrigschwellige Ablage erarbeitet. Dieser wurde in der Folge bereits in einem frühen Stadium mit der BSB und der ÖAW diskutiert und weiterentwickelt. Innerhalb eines knappen Jahres entstand so das gemeinsame Regelwerk für die Verfügbarmachung thermographiebezogener Forschungsdatensets zu Wasserzeichen.

15 Wasserzeichen-Informationssystem, https://www.wasserzeichen-online.de, Stand: 19.08.2026.

16 Répértoire Internationale des Sources Musicales, https://opac.rism.info/, Stand: 19.08.2026.

17 Auch aus diesem Grund befinden sich die Praxisregeln derzeit in einem umfangreichen Prozess der Neuausrichtung und Modularisierung, vgl. das entsprechende Projekt: Community-basierte Weiterentwicklung der Praxisregeln „Digitalisierung", https://gepris.dfg.de/project/561536106.

Als institutionenübergreifender Ablageort wurde eine eigene Community im Forschungdatenrepositorium Zenodo gegründet. Das Repositorium wird vom CERN in der Schweiz gehostet und garantiert die Speicherung der Daten inklusive bitstream preservation für die Lebenszeit des Repositoriums, mindestens aber für die Dauer von 20 Jahren.[18] Zudem ist es in vielen Disziplinen, wissenschaftlichen Communities und Einrichtungen etabliert.

Die Forschungsdatencommmunity *Thermography for Watermark Detection in Cultural Heritage – A Research Data Community*[19] startete im Januar 2026 und dient seitdem der Veröffentlichung von Forschungsdaten, die bei Anwendung von Thermographie zur Erkennung von Wasserzeichen entstehen. Dabei wird für jedes Einzelobjekt in der Regel ein Datensatz erstellt, der mittels eines DOI eindeutig referenzierbar ist. Die vier teilnehmenden Institutionen haben sich gemeinsam auf einen Minimalstandard geeinigt, der beschreibt, wie die Forschungsdaten abgelegt werden. Dazu gehören bestimmte Dateiformate und Dateinamenskonventionen, die in einem gemeinsam verfassten Readme-template festgehalten wurden.[20] Dabei wurde darauf geachtet, dass alle Dateiformate frei und mit Open-Source-Software zugänglich sind.[21] Die Entscheidung für eine englischsprachige Community soll die internationale Nachnutzung der Forschungsdaten vereinfachen.

Mit der Entwicklung eines Workflows und der Etablierung von Zenodo als Ablageort für thermographiebezogene Forschungsdatensets geht explizit keine Ablöse bisheriger Datenbanken und Plattformen für Wasserzeichen einher: Diese behalten ohne Einschränkung ihre Funktion und Berechtigung. Denn ihr Fokus auf die Zusammenführung von Wasserzeichenbildern jeglicher Abnahmetechniken (insbesondere WZIS) einerseits und auf ein menschenlesbares Präsentationsbild andererseits (z. B. im Kontext der Digitalen Sammlungen verschiedener Einrichtungen) bleibt unverzichtbar, um Wasserzeichen auffinden und vergleichen zu können. Das Forschungsdatenset ist als flankierendes Zusatzangebot zu verstehen, welches es erlaubt, die genannten neuen Forschungsfragen (und mögliche heute noch nicht absehbare Anwendungsszenarien) zu ermöglichen und gleichzeitig die entstandenen Forschungsdaten im Sinne der FAIR-Kriterien zur Verfügung zu stellen.

Wichtig ist selbstverständlich, über sinnvolle Verlinkungen den Zusammenhang zwischen den einzelnen Ablageorten und Repräsentationen des Thermogramms herzustellen. Zenodo bietet die Möglichkeit, über sogenannte „related works“ beispielsweise zum Eintrag in WZIS, fachbezogenen Datenbanken wie RISM, zu beschreibenden Katalogisaten der einzelnen Institutionen oder zu digitalen Sammlungen zu verlinken. Ebenso sollte aus den genannten Orten heraus auf die Ablage des Forschungsdatensets in Zenodo verwiesen werden. Diese Transparenz gewährleistet unter anderem

18 Zum Erhalt der Lesbarkeit künftig nötige Formatanpassungen, also content preservation, werden allerdings nicht garantiert, vgl.; Zenodo: About, https://about.zenodo.org/policies/, Stand: 19.08.2026.

19 Thermography for watermark detection in cultural heritage. A research data community, https://zenodo.org/communities/thermography-research-data, Stand: 19.08.2026.

20 Hammes, Andrea; Immel, Hagen; Janke, Andreas u. a.: Readme template (Thermography for watermark detection in cultural heritage. A research data community) (Version 1.0), Zenodo, 22.01.2026, https://doi.org/10.5281/zenodo.18335232.

21 Das proprietäre Binärformat .mat dient hier als wichtigster Container für die Bildsequenzen und die technischen Metadaten. Ursprünglich für die Software MATLAB entwickelt, ist es mittlerweile ausreichend gut dokumentiert, so dass die in diesem Format abgespeicherten Thermographiedaten via Python oder GNU Octave (https://octave.org/) frei und uneingeschränkt zugänglich sind.

den Bereich der „Findability“ der FAIR-Kriterien und ermöglicht einen möglichst niedrigschwelligen Zugriff aus unterschiedlichen Perspektiven heraus.

Neben den bereits genannten Vorteilen unterstützt die Forschungsdatencommunity auch projektspezifisches Forschungsdatenmanagement, in dem grundlegende Fragen zu Ablage, Lizenzierung und Verfügbarkeit thermographischer Daten bereits vor Projektbeginn vollständig geklärt sind und so bei etwaigen Forschungsanträgen auf die erarbeiteten Standards verwiesen werden kann. Zudem lassen sich durch die Erstellung von Keywords bestimmte Datensets einem Projekt zuordnen und mittels eines Links zusammenfassen.

6. Ausblick

Wie soll es weitergehen? In den bislang beteiligten Einrichtungen ist die Ablage der Forschungsdaten mittlerweile schon in verschiedenem Maß in den Thermographieworkflow zur Detektierung von Wasserzeichen eingebunden und soll sich endgültig etablieren. Selbstverständlich ist die nun gefundene erste Lösung regelmäßig auf ihre Praxistauglichkeit zu prüfen: Der dazu notwendige Austauschprozess ist iterativ angelegt – der Workflow wird in regelmäßigen Abständen zwischen den beteiligten Akteuren geprüft und bei Bedarf angepasst.

Sobald eine kritische Masse an Daten erreicht ist, können diese dann ggf. in neue Forschungscommunities verbreitet werden, beispielsweise, indem sie zu größeren Datendumps zusammengefasst und auf den entsprechenden Plattformen bereitgestellt werden.

Selbstverständlich bleibt die Forschungsdatencommunity offen für neue Beteiligte: Interessierte sind herzlich zur Teilnahme eingeladen!

Andrea Hammes, Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden, https://orcid.org/0009-0007-8049-7692
Andreas Janke, Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz, https://orcid.org/0000-0001-8411-4897

Zitierfähiger Link (DOI): https://doi.org/10.5282/o-bib/6299

Dieses Werk steht unter der Lizenz Creative Commons Namensnennung 4.0 International.