Bei den sog. »Kahnakten« des Landesarchivs NRW handelt es sich um eine heterogene Zusammenstellung von ca. 20.000 Archivguteinheiten unterschiedlichster Provenienzen und Epochen, die – auf einem Schiff (»Kahn«) transportiert – im März 1945 aufgrund eines Bombenangriffs im Mittellandkanal bei Hannover sanken und erst im Sommer 1945 geborgen werden konnten. Aufgrund dieses Schadensereignisses weisen die Archivalien bis heute multiple schwerwiegende Schadensbilder auf. Ein besonderes Problem ist der teilweise sehr weitgehende und mit herkömmlichen Restaurierungsmaßnahmen nicht zu behebende Textverlust. Im Technischen Zentrum des Landesarchivs NRW (LAV NRW) wurden deshalb aktuell Pilotuntersuchungen zur Sichtbarmachung dieser zerstörten Schriften auf frühneuzeitlichen Hadernpapieren mithilfe der Multispektraldigitalisierung durchgeführt. Zunächst ging es darum, die Leistungsfähigkeit der entsprechenden im LAV NRW zur Verfügung stehenden Technik darzustellen. Dazu wurden Aufnahmen aus dem sichtbaren Lichtbereich (VIS-Aufnahmen) detailliert mit verschiedenen UV-Aufnahmen verglichen. Dabei zeigt sich zunächst, dass ein sehr großer Teil der mit UV-Aufnahmen erzielten Ergebnisse auch mit nachbearbeiteten VIS-Aufnahmen erreicht werden kann. Vor diesem Hintergrund werden in dem Beitrag diejenigen Ergebnisse präsentiert, die sich nur in bestimmten UV-Aufnahmen (und nicht in VIS-Aufnahmen) darstellen ließen und insoweit einen echten Mehrwert gegenüber gewöhnlichen VIS-Aufnahmen darstellen.

The so-called »Kahnakten« (boat files) of the State Archives of North Rhine-Westphalia are a heterogeneous compilation of approx. 20,000 archival units from a highly diverse range of origins and epochs. In March 1945, the boat (»Kahn«) they were being transported on sank during a bombing raid on the Mittelland Canal near Hanover and the items were not recovered until the summer of 1945. This caused serious damage to the archival records, many of which exhibit multiple forms of damage to this day. A particular problem is the loss of text, which in some cases is extensive and cannot be remedied by conventional restoration measures. The Technical Centre of the State Archives of NRW (LAV NRW) is therefore currently conducting pilot studies on rendering these damaged writings on early modern rag paper visible with the help of multispectral digitisation. The first priority was to ensure the effectiveness of the technology deployed by the LAV NRW. Images from the visible light range (VIS images) were compared in detail with various UV images. It emerged that a very large proportion of the results achieved with UV images can also be obtained on post-processed VIS images. Against this background, this article presents the results that could only be obtained on certain UV images (and not VIS images) and thus represent a genuine improvement compared to ordinary VIS images.

BENJAMIN KRAM, KRISTIAN PETERS

Die Sichtbarmachung zerstörter Schrift auf frühneuzeitlichen Hadernpapieren durch Multispektraldigitalisierung

Ergebnisse eines Pilotprojekts im Landesarchiv NRW an Beispielen der sogenannten »Kahnakten«

Digitalisierung im Landesarchiv NRW

Die Digitalisierung umfangreicher Archivbestände (Mengendigitalisierung) gehört seit über 20 Jahren zu den auch strategisch besonders hervorgehobenen Aufgaben des Landesarchivs NRW (LAV NRW). Gegenwärtig hostet das LAV NRW Digitalisate im Umfang von ca. 45.000.000 Dateien bzw. 1.264.000 VZE mit einem Speicherbedarf von ca. 631 TB und stellt diese Informationen sowohl in den (digitalen) Lesesälen der Standorte Duisburg, Münster und Detmold als auch online in nationalen[1] und internationalen[2] Archivportalen für die Nutzung zur Verfügung.[3] Zahlreiche, auch drittmittelgeförderte, Digitalisierungsprojekte zeugen von dem Bestreben des LAV NRW, die jeweils aktuell verfügbaren Technologien für das Erreichen der strategischen Ziele im Bereich der Digitalisierung fruchtbar zu machen.[4] Während bisher die gute bestandserhalterische Qualität der Archivalien zu den Voraussetzungen für eine Digitalisierung gehörte, wendet sich das LAV NRW nunmehr dem umgekehrten Fall zu und möchte mit den Möglichkeiten der Digitalisierung auch solche Archivalien wieder für die Nutzung bereitstellen, die aufgrund schwerer und komplexer Schadensbilder selbst nach einer herkömmlichen »analogen« Restaurierung der Trägersubstanz mangels visueller Erkennbarkeit der ursprünglich einmal vorhandenen Informationen nicht ausgewertet werden können.

https://doi.org/10.3196/1864295020688434 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Schon relativ früh wurde für diese Zwecke die sog. Multispektraldigitalisierung (MSD) und damit die digitale Aufnahme nicht nur im Bereich des sichtbaren Lichts (VIS), sondern auch im Ultraviolett- (UV) und Infrarot-Bereich (IR) des elektromagnetischen Spektrums als Handlungsoption erkannt, um dieses Ziel zu erreichen. Mit den sog. »Kahnakten« verfügt das LAV NRW zudem über eine für die Anwendung dieser Technik hervorragend geeignete Zusammenstellung unterschiedlichster Archivalien verschiedenster Zeiten, Provenienzen und Schadensbilder: 1944/1945 sollten ca. 20.000 Archivguteinheiten, d. h. ca. 600 lfd. m. bzw. ca. 25 Tonnen Archivgut aus dem damaligen Hauptstaatsarchiv Düsseldorf ausgelagert werden. Das Schiff (»Kahn«) mit dem die Archivalien transportiert wurden, sank jedoch im März 1945 aufgrund eines Bombenangriffs im Hafen Hannover-Linden und konnte erst im Sommer 1945 wieder geborgen werden.[5] Als Folge dieses Schadensereignisses weisen die Archivalien multiple schwerwiegende Schadensbilder auf, zu denen u. a. Verblockungen und Verschmutzungen sowie Brand- und mechanische Schäden zählen. Die daraus resultierenden aufwendigen Restaurierungsmaßnahmen sind bis heute nicht vollständig abgeschlossen und werfen insbesondere hinsichtlich der aufgrund ausgewaschener Tinten häufig nicht mehr lesbaren Texte die Frage nach dem Einsatz neuer Technologien zur Sichtbarmachung dieser zerstörten Schriften auf.

Diese Fragestellung fällt – zeitgleich mit der zunehmenden Digitalisierung von Archivalien und Büchern – zusammen mit der nicht zuletzt durch den »material turn« in den Geisteswissenschaften beförderten Einsicht,[6] dass Archivalien mitnichten nur zweidimensionale Objekte sind und es daher hinsichtlich der digitalen Bereitstellung nicht genügen kann, »[…] analoge bedruckte Blätter massenhaft in digitale Bildschirmseiten zu transformieren«.[7] Mit der Multispektraldigitalisierung wird im digitalen Raum erst die Möglichkeit geschaffen, die mit dem »material turn« beschriebene Dreidimensionalität der Trägersubstanz überhaupt zu entfalten und erfahrbar zu machen.[8] Das hieße aber auch, den Eigenwert digitaler Objekte anzuerkennen und sie nicht lediglich als Surrogate analoger Vorlagen zu begreifen. Digitale Objekte funktionieren – wie physische Objekte auch – in ihren eigenen Raumstrukturen und nach eigenen Gesetzmäßigkeiten. Das bedeutet, den Blick über die Metonymie von digitalen und physischen Objekten hin zu dem ebenso grundlegenden Problem der »kategorialen Unterscheidung von Objekt und Praktik« zu weiten. Hier führt die Digitalisierung ebenfalls zu signifikanten Informationsverlusten, indem Archivalien, die mit ihren physischen Räumen durch bestimmte Praktiken wie z. B. dem Aufblättern bzw. Auffalten von Briefen oder mit bestimmten Vorrichtungen wie beispielsweise der Urkundenplica oder dem Urkundenpressel »verschaltet« sein können, im digitalen Raum unter Umständen funktionslos werden.[9] Die Beziehung zwischen analogem und digitalem Objekt ist daher keineswegs ergänzender oder gar stellvertretender Natur. Tatsächlich führte der vorwiegend bestandserhalterische Blick auf die Objekte in der Vergangenheit zu einer gewissen Reduktion der physischen Verfügbarkeit analoger Archivalien und gleichzeitig zu einer Dominanz deren digitaler Repräsentationen.[10] Obgleich die digitale Ästhetik den Eindruck einer unmittelbaren und umfassenden Zugriffsmöglichkeit auf »die Archivalie« suggeriert, gehen tatsächlich unzählige Eigenschaften und damit Informationen des digitalisierten physischen Objektes im Prozess der Digitalisierung verloren, unabhängig von der Qualität des jeweiligen Digitalisates.[11] Während also der einzelne Digitalisierungsvorgang in Archiven und Bibliotheken akribisch daraufhin überprüft wird, dass die gescannte Information »vollständig« und »verlustfrei« dargestellt und darüber hinaus auch langfristig verfügbar ist, tritt die viel schwerwiegendere Tatsache, dass jede Digitalisierung als Umwandlung einer analogen Vorlage in eine digitale Repräsentation mit signifikanten Informationsverlusten einhergeht, viel zu oft in den Hintergrund.[12] Auch in diesem Punkt eröffnet die Anwendung der Multispektraldigitalisierung neue Möglichkeiten, diese digitalisierungsbedingten signifikanten Informationsverluste einzuhegen, indem sie der Materialität archivischer Informationsträger im digitalen Raum verstärkt Rechnung trägt.[13] Dies ist möglich, da die Multispektraldigitalisierung Textträger wie beispielsweise Papier oder Pergament nicht länger nur in einer (ohnehin zweifelhaften) zweidimensionalen Objektstruktur inszeniert, sondern vielmehr die auch Papier und Pergament eigene Dreidimensionalität entfaltet, indem die in den tiefen Papier- und Pergamentstrukturen enthaltenen Informationen erkennbar gemacht werden.[14] Es wird sich zeigen, welche weiteren digitalen Technologien sich langfristig im geschichtswissenschaftlich-archivischen Bereich bzw. für Fragen der Bestandserhaltung durchsetzen werden. Neben der Multispektralanalyse stehen derzeit eine Reihe weiterer Technologien wie z. B. dreidimensionale Aufnahmemöglichkeiten[15] oder RTI (Reflectance Transformation Imaging)[16] zur Verfügung.

Multispektraldigitalisierung im LAV NRW am Beispiel der sog. »Kahnakten«

Die Multispektralanalyse kultureller Artefakte gehört zu den interessantesten und erfolgversprechendsten technologischen Entwicklungen im Bereich des Kulturgütererhalts der vergangenen drei Jahrzehnte, beginnend mit dem Einsatz dieser Technologie vorwiegend im Bereich der kunstgeschichtlichen Bildanalyse in den 1990er-Jahren.[17] Aber auch für archivische und geschichtswissenschaftliche Fragestellungen eignet sich diese Methode.[18] Gleichwohl wird diese Technik bisher in der deutschen Archivlandschaft kaum erprobt, ge-

https://doi.org/10.3196/1864295020688434 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

schweige denn großflächig angewandt.[19] Obgleich mittlerweile einige weitergehende Untersuchungen vorliegen, befindet sich der Einsatz dieser Technologie in der internationalen Archivlandschaft immer noch in einer verhältnismäßig frühen Phase und erfordert weitere Arbeiten, um zukünftig Standards und verlässlichen Einsatzmethoden zu definieren.[20] Nachdem die Multispektraldigitalisierung in den 1990er-Jahren zunächst für die Sichtbarmachung verblichener bzw. zerstörter Schriften auf den Qumranhandschriften angewendet worden ist,[21] erhält seit Anfang der 2000er-Jahre die Nutzung dieser Technologie auch für die Arbeit mit historischen Manuskripten im Allgemeinen[22] und für die vertiefte Erforschung sog. Palimpseste im Besonderen[23] verstärkte Aufmerksamkeit. Im Zuge dieser Arbeiten zeigten sich allerdings nicht nur die Möglichkeiten, sondern auch die Grenzen dieser Verfahren.[24] Gegenwärtige Herausforderungen bestehen insbesondere im Bereich der softwarebasierten Bildbearbeitung sowie hinsichtlich der Reflektionseigenschaften der Vorlagen (d. h. insbesondere der Tinten[25] und Papiere, u. U. auch in Verbindung mit bestimmten Schadensbildern).[26] Ziel der im Technischen Zentrum des LAV NRW durchgeführten Arbeiten ist daher zunächst der Einsatz der MSD, um zerstörte Tinten bzw. Schriften auf Papier wieder sichtbar zu machen.

Auswahlkriterien der Beispielobjekte für das Pilotprojekt

Gegenstand der im Folgenden darzustellenden Ergebnisse erster multispektraler Untersuchungen im Landesarchiv NRW sind einige so schwer geschädigte frühneuzeitliche Hadernpapiere aus den Beständen der sog. »Kahnakten«, dass auf ihnen überhaupt kein Schriftbild mit bloßem Auge erkennbar ist und diese Papiere[27] deshalb in der Vergangenheit teilweise sogar als vermeintlich leere Blätter eingestuft worden sind. Allerdings zeigen diese Papiere eindeutige zeitgenössische Gebrauchsspuren,[28] sodass die Annahme, sie seien unbeschrieben, aus archivarischer Sicht nicht plausibel ist. Vielmehr sind an diesen Papieren u. a. zahlreiche Merkmale frühneuzeitlicher Briefe[29] gut zu erkennen. Dazu zählen insbesondere die für frühneuzeitliche Briefe typische Faltung[30] als auch zumindest Reste der Besiegelung[31] – darunter auch sog. Oblaten- bzw. Wachssiegel.[32] Diese Gebrauchsspuren weisen demnach auf zumindest ursprünglich einmal auf diesen Papieren vorhandene Texte hin. Um für das Pilotprojekt in Betracht zu kommen, musste das Textbild der ausgewählten Archivalien vollständig verblasst und im sichtbaren Lichtspektrum (VIS-Aufnahme) nicht mehr erkennbar sein. Damit sollte sichergestellt werden, dass durch Aufnahmen außerhalb des sichtbaren Lichtspektrums tatsächlich neue und zusätzliche Informationen gewonnen werden können. Auch wenn für die Anwendung der MSD auf die hier aufgeworfene Fragestellung in der Literatur grundsätzlich erfolgreiche Ergebnisse beschrieben worden sind,[33] stellen sich die technischen Rahmenbedingungen als nicht trivial dar. Weder ist die Anwendung dieser Technologie in der hier dargestellten Fragestellung bisher standardisiert worden, noch liegen vollständige Kenntnisse für eine in jedem Fall erfolgreiche Anwendung vor. Daher ist auch dringend von der Vorstellung abzuraten, diese Technologie könnte in naher Zukunft den Archivnutzer*innen standardmäßig zur Verfügung gestellt werden oder gar z. B. in Form selbst mitgebrachter UV-Lampen eigenständig im Lesesaal der Archive Anwendung finden.[34] Allerdings könnten grundlegende Techniken der Bildbearbeitung bereits jetzt Gegenstand des grundwissenschaftlichen Unterrichts an den Universitäten sein. Dadurch könnten nicht nur erhebliche zusätzliche Informationen gewonnen, sondern auch die Digitalisate interaktiv genutzt werden. Schließlich wurden die hier beispielhaft vorgestellten frühneuzeitlichen Briefe für die vorliegende Pilotstudie aber auch deshalb ausgewählt, da sie nach den obigen Ausführungen durch ihre »Klappeffekte« langfristig weitergehende Anforderungen nicht nur an die Digitalisierung, sondern auch an die digitale Präsentation stellen. Zudem war der auf Papier abgefasste Brief in der Vormoderne ein weit verbreitetes zentrales Kommunikationsmedium,[35] das derzeit auch in materialtechnischer Hinsicht ein hohes Maß an Aufmerksamkeit erhält,[36] da in der Tiefendimension der Papiere zahlreiche Informationen wie beispielsweise Hinweise auf ihre Herstellung[37] oder ihre Provenienz[38] enthalten sind. Kurzum: Gerade frühneuzeitliche Papiere bieten sich aufgrund ihrer Dreidimensionalität für zahlreiche digitale Untersuchungsmethoden und -technologien an.[39]

Rahmenbedingungen der Multispektralaufnahmen

Für die Multispektralaufnahmen wurde eine hochauflösende Digitalkamera der Firma PhaseOne© eingesetzt.[40] In dieser IXG PhaseOne© Kamera mit einer Auflösung von 100 Megapixeln ist ein CMOS Sensor mit einer Sensibilität bis von ca. 350 nm bis ca. 1.050 nm verbaut. Damit die Kamera Aufnahmen auch außerhalb des sichtbaren Lichtspektrums erstellen kann (Vollspektrumkamera), verfügt sie nicht über einen sonst in handelsüblichen Digitalkameras verbauten sog. UV-/IR-cut Filter. Die zur Verfügung stehende Beleuchtung für Multi- und Narrowbandaufnahmen deckt einen Bereich von ca. 350 nm im UV-Bereich bis ca. 1.000 nm im Infrarotbereich ab. Dazu wird, je nach Verfahren, sowohl schmalbandiges als auch breitbandiges Licht emittiert. Das System ermöglicht sowohl Reflexionsaufnahmen im UV-Bereich, im sichtbaren Bereich und im nahen Infrarotbereich sowie photoinduzierte Lumineszenzaufnahmen. Zudem werden elektronisch generierte Falschfarbenbilder in den deckungsgleichen Bildstapeln zur Verfügung gestellt. Damit bewegen sich die technisch möglichen Aufnahmen im UV-Bereich, im sichtbaren Bereich und im Nahinfrarotbereich (NIR 780 nm bis 1.400 nm), begrenzt durch die spektrale Sensibilität des

https://doi.org/10.3196/1864295020688434 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

CMOS Sensors (ca. 1.050 nm). Die in der Literatur beschriebenen Aufnahmen im kurzwelligen Infrarotbereich (SWIR, 1.400 nm bis 3.000 nm), die ebenfalls überzeugende Ergebnisse erzielen sollen, konnten demnach nicht angefertigt und hier deshalb auch nicht berücksichtigt werden. Die Testobjekte wurden mittels folgenden Wellenlängen aufgenommen:

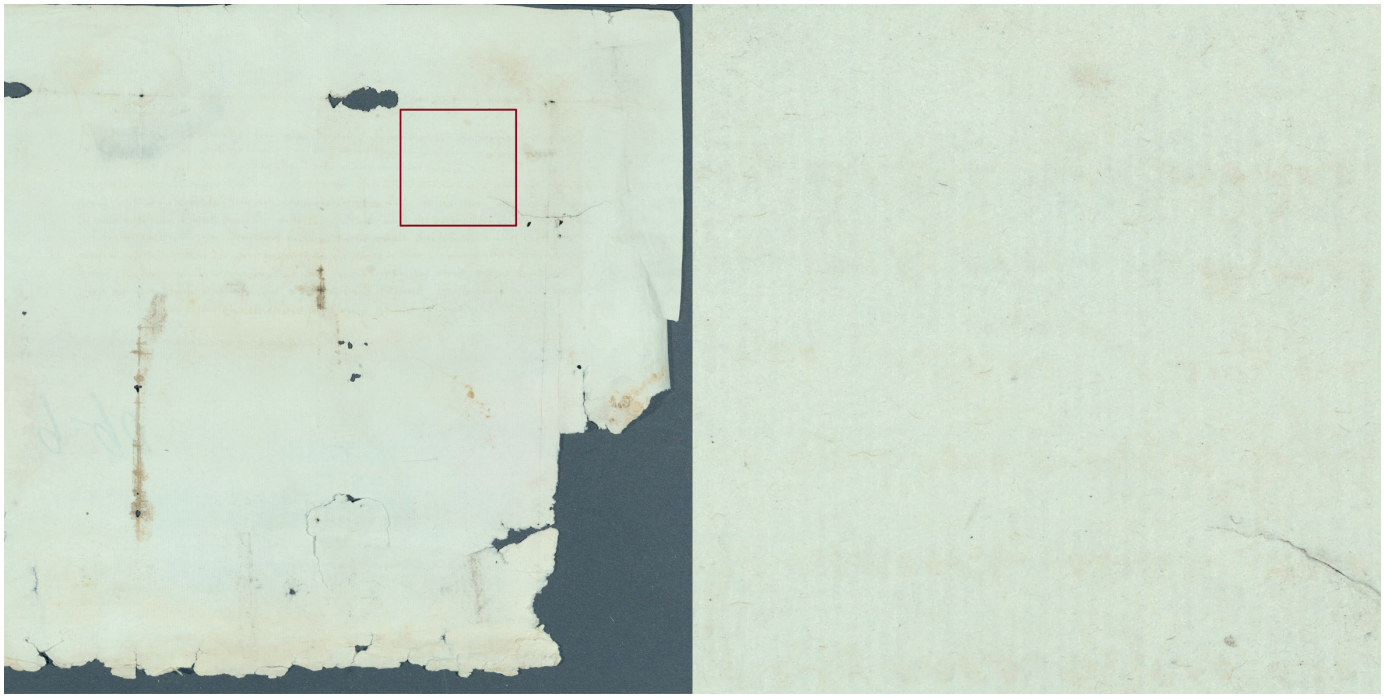
- Narrowband: 365 nm, 385 nm, 400 nm, 425 nm, 450 nm, 475 nm, 505 nm, 535 nm, 550 nm, 590 nm, 620 nm, 630 nm, 660 nm, 730 nm, 850 nm und 940 nm;
- Multiband: 365 nm, 400 bis 780 nm, 860 nm und 960 nm.

Alle im Narrowband angefertigten Aufnahmen sind Reflektanzaufnahmen, d. h. das Objekt wird mit einem definierten Wellenlängenbereich (UV, VIS und IR) angestrahlt. Da vor dem Objektiv jeweils ein speziell auf den jeweiligen Spektralbereich angepasster Filter mithilfe eines Filterrades positioniert wird, kann auch nur die jeweilige zur Objektbestrahlung genutzte Wellenlänge den Filter passieren und von der Kamera aufgenommen werden. Zu den Reflektanzaufnahmen im Multiband werden zusätzlich Lumineszenzaufnahmen erstellt. Lumineszenzaufnahmen zeichnen sich dadurch aus, dass das Objekt mittels eines definierten Wellenlängenbereichs (UV, VIS und IR) bestrahlt und genau diese Wellenlänge mittels Filter vor dem Objektiv gesperrt wird. Zusätzlich werden noch Falschfarbenaufnahmen erstellt.

Ergebnisse

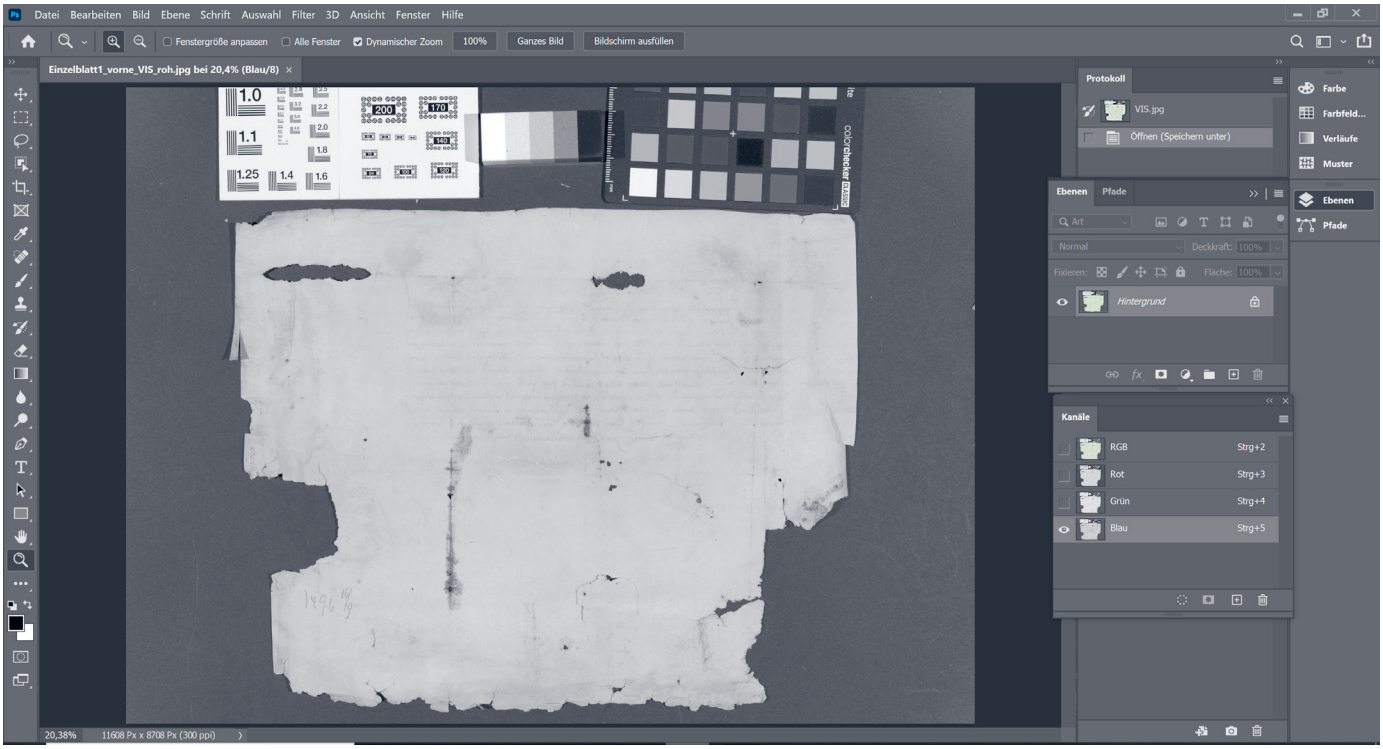
Beim Abgleich der UV-Aufnahmen mit den unbearbeiteten VIS-Aufnahmen entstand regelmäßig der Eindruck, dass mit den UV-Aufnahmen signifikant mehr Informationen erzielt werden können als mit den VIS-Aufnahmen. Nach der anschließenden Bearbeitung der RGB-Kanäle der VIS-Aufnahmen mit Photoshop© reduzierte sich dieser scheinbare Informationsunterschied jedoch drastisch, sodass in der Regel kein signifikanter Unterschied mehr hinsichtlich der Lesbarkeit des zuvor nicht sichtbaren Textes zwischen den UV-Aufnahmen und den bearbeiteten VIS-Aufnahmen festgestellt werden konnte. Zur Bearbeitung wurde der Blaukanal der jeweiligen VIS-Aufnahme separiert und die Tonwertkurve angepasst. Mit den nachfolgend angefertigten UVL-Aufnahmen (UV-Luminiszenz) konnte die Lesbarkeit teilweise verbessert werden, während hinsichtlich der IR-Aufnahmen keine signifikanten Verbesserungen der Lesbarkeit mehr erzielt wurden.

Bei den Abbildungen 1 bis 9 handelt es sich um einen Brief der Stadt Münster an den Herzog von Kleve aus dem Jahr 1496.[41] Von diesem Dokument konnten v. a. im UVL-Bereich überzeugende Aufnahmen gewonnen werden. In Abbildung 9 konnte ein für die Bestimmung der Archivalie entscheidendes Textfragment lediglich in der UVL-Aufnahme des Multibands sichtbar gemacht werden.

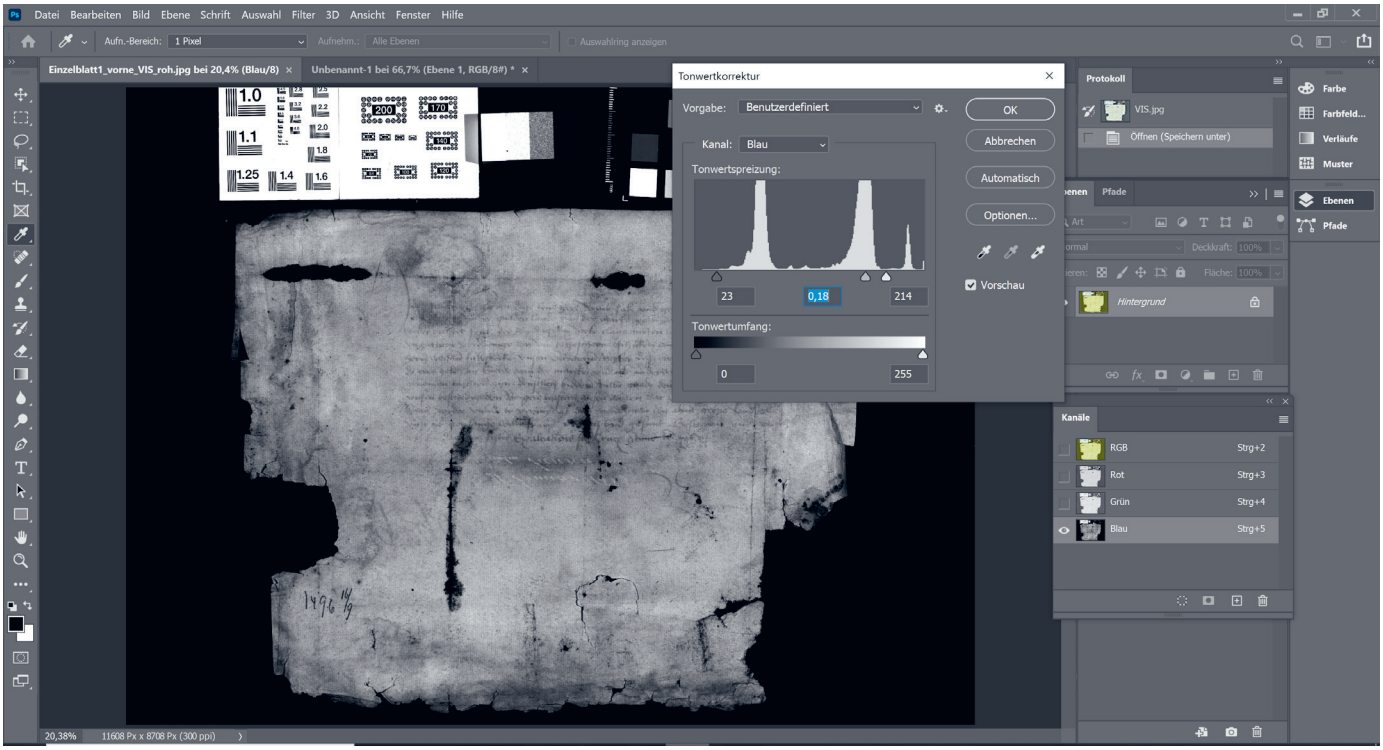


1 Unbearbeitete VIS-Aufnahme der Archivalie. Auf der VIS-Aufnahme des o. g. Briefes können kaum sichtbare Informationen erkannt werden

https://doi.org/10.3196/1864295020688434 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

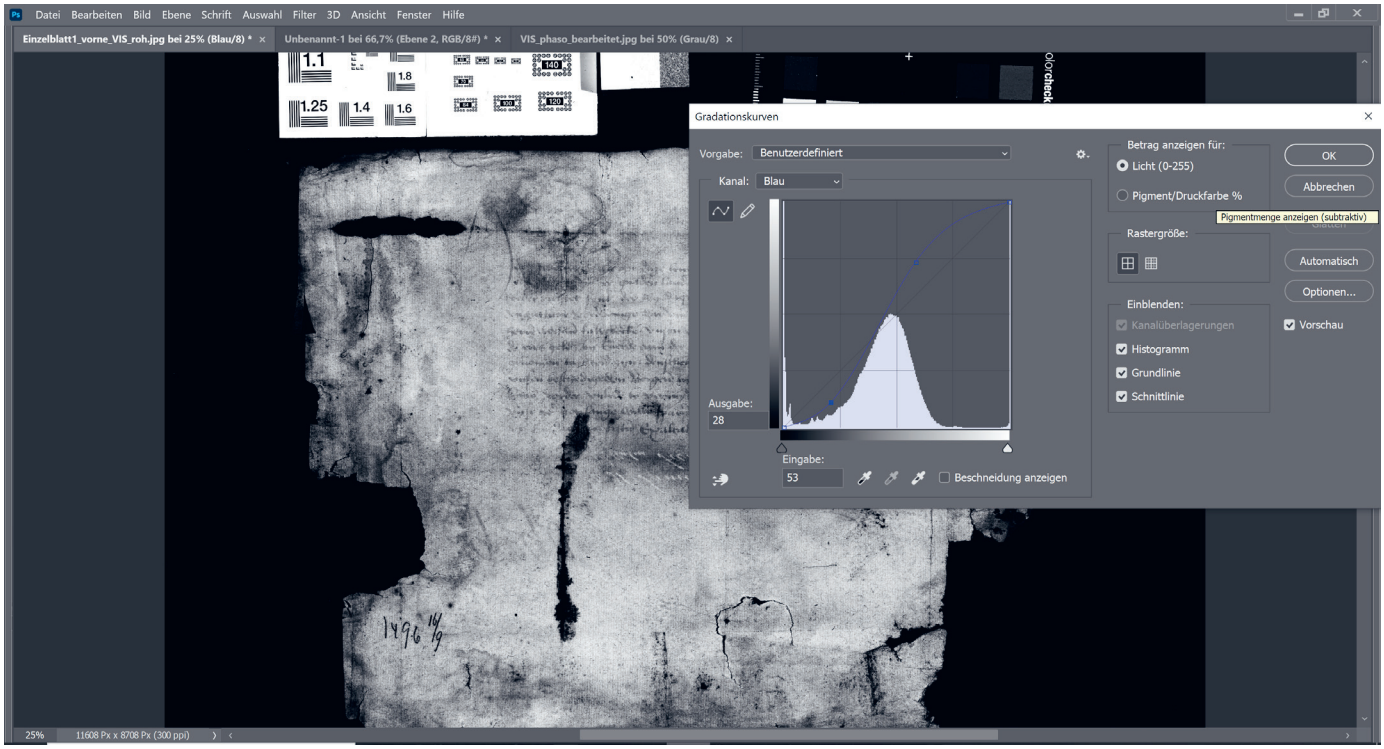


2 Zunächst wurde die VIS-Aufnahme mit Photoshop© bearbeitet. Dazu wird derjenige Farbkanal identifiziert und separiert, der die relevanten Informationen am deutlichsten enthält. Bei Aufnahmen von tintenbasierten Texten war dies in der Regel der Blaukanal einer RGB-Aufnahme

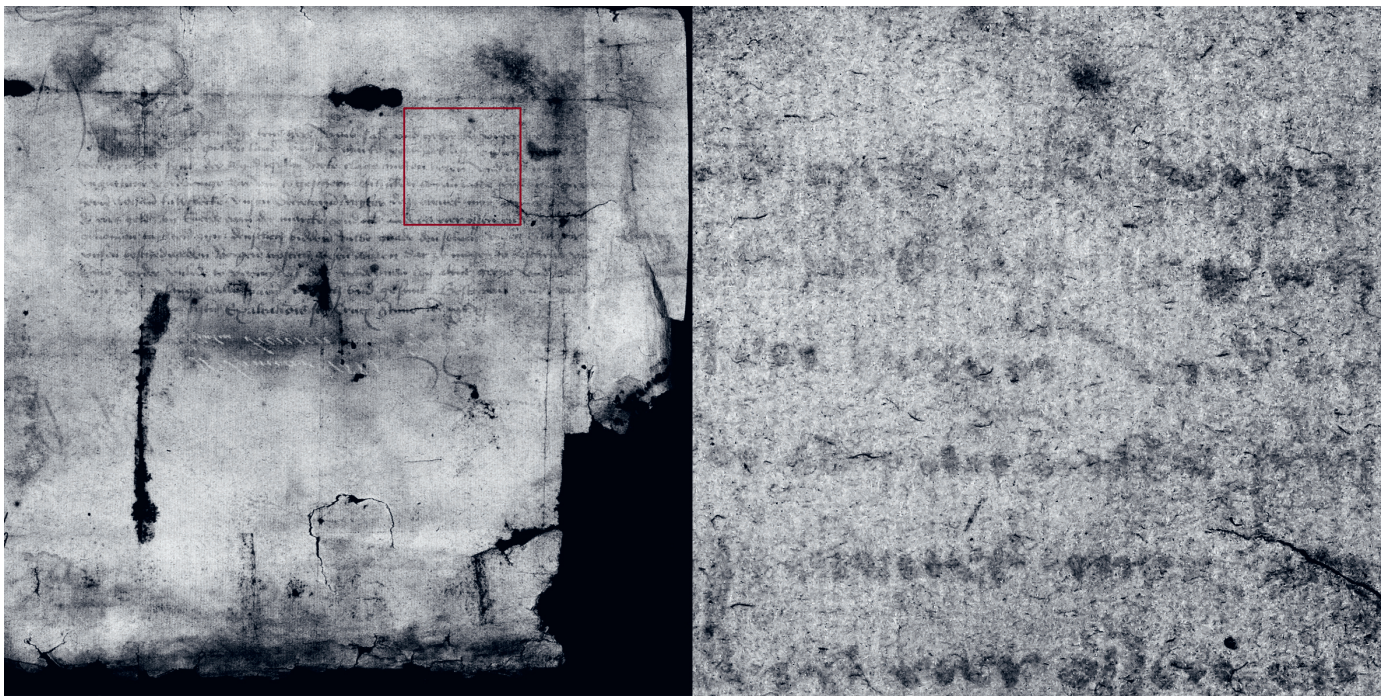


3 Durch Anpassung der Tonwertkurve kann eine bessere Separierung des Textes vom Hintergrund erzielt werden

https://doi.org/10.3196/1864295020868434 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

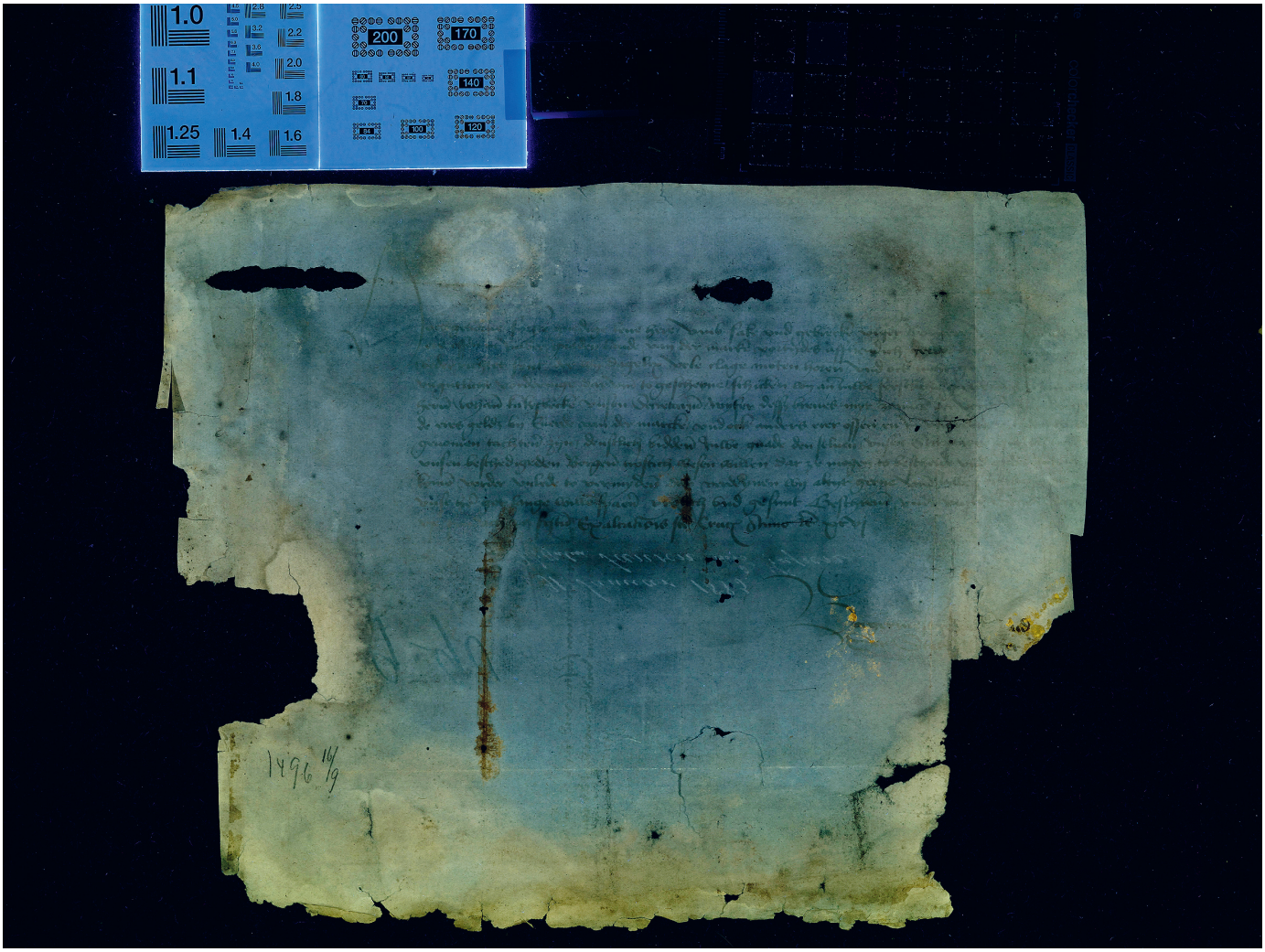


4 Je nach Vorlage können verschiedene weitere Arbeitsschritte vorgenommen werden. In diesem Beispiel wurde die Separierung durch Veränderung der Gradationskurve verbessert

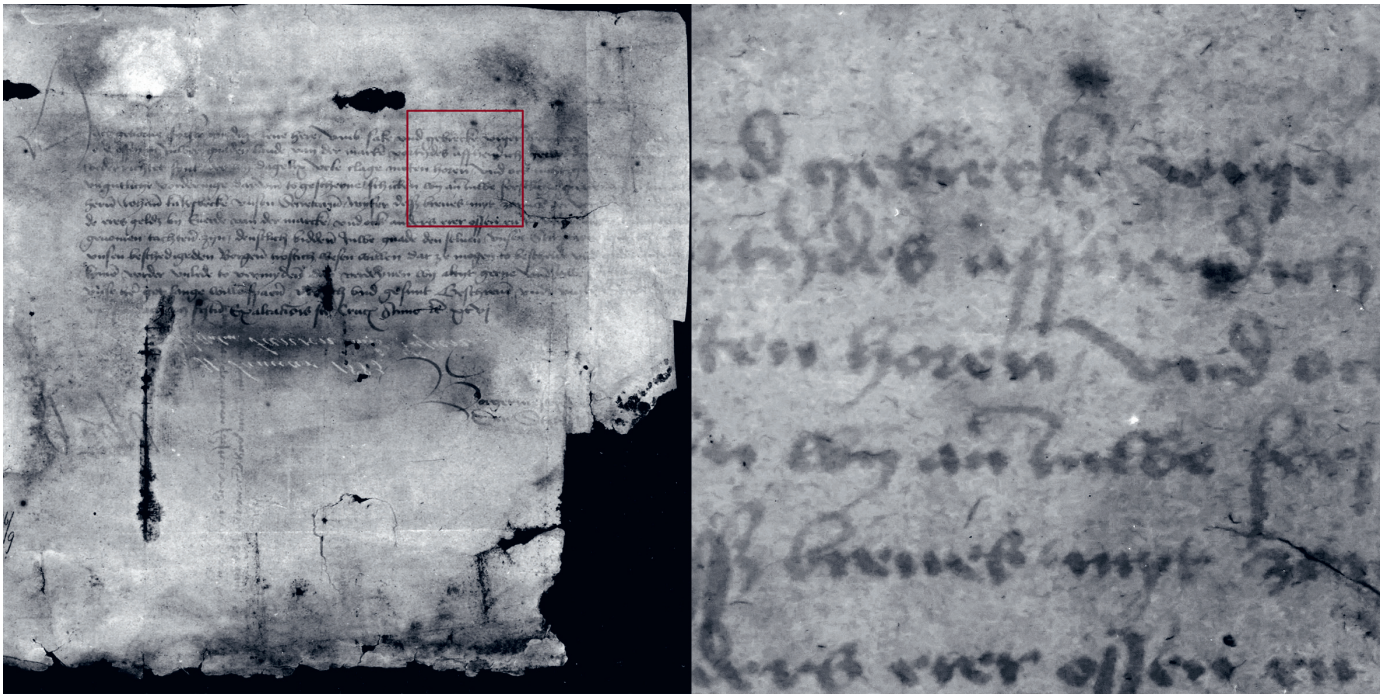


5 Durch die Bearbeitung der VIS-Aufnahme konnten viele Informationen wieder sichtbar gemacht werden

https://doi.org/10.3196/1864295020688434 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

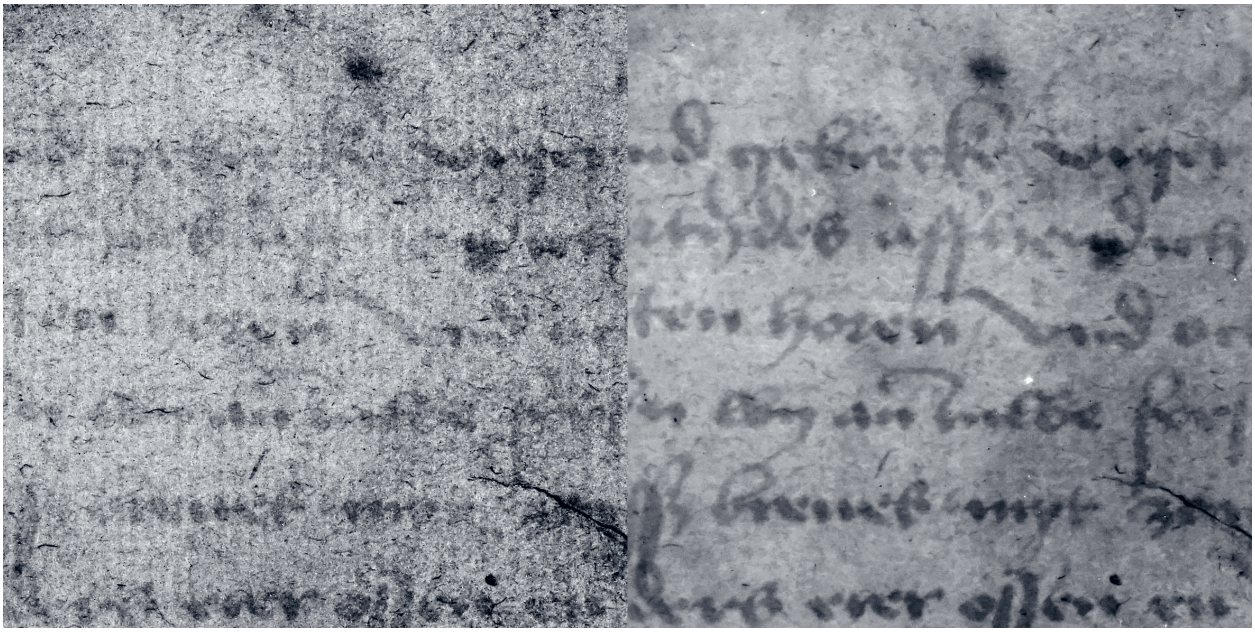


6 In der UV-Lumineszenzaufnahme sind die zusätzlichen Textinformationen bereits in der unbearbeiteten Version deutlich erkennbar

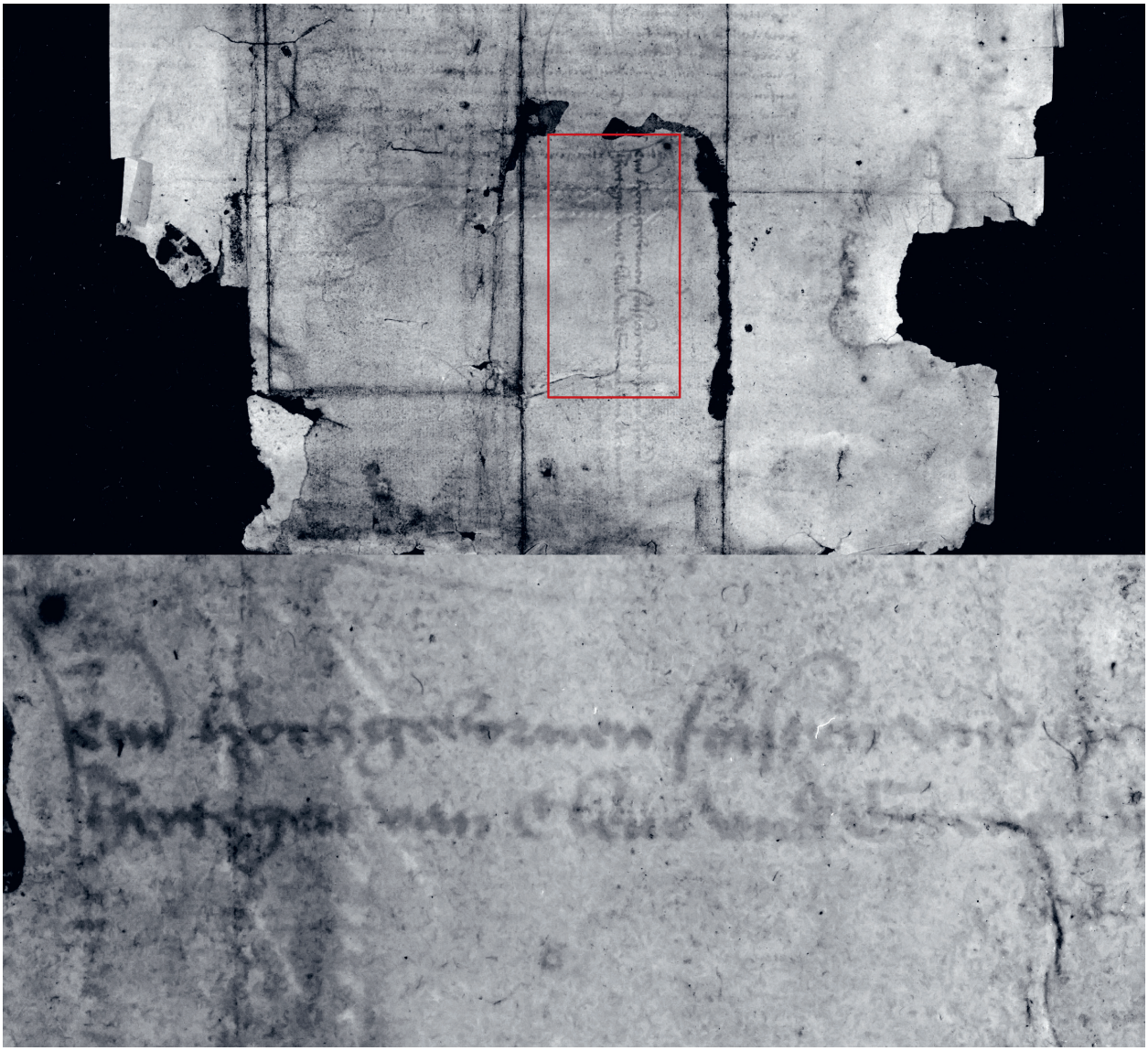


7 Die UVL-Aufnahme wird mit Photoshop© genauso bearbeitet wie die entsprechenden VIS-Aufnahmen. Dadurch kann die Lesbarkeit des Textes im Verhältnis zu den VIS-Aufnahmen weiter signifikant verbessert werden

https://doi.org/10.3196/1864295020868434 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -



8 Direkter Vergleich der bearbeiteten VIS-Aufnahme (links) und der bearbeiteten UVL-Aufnahme (rechts)

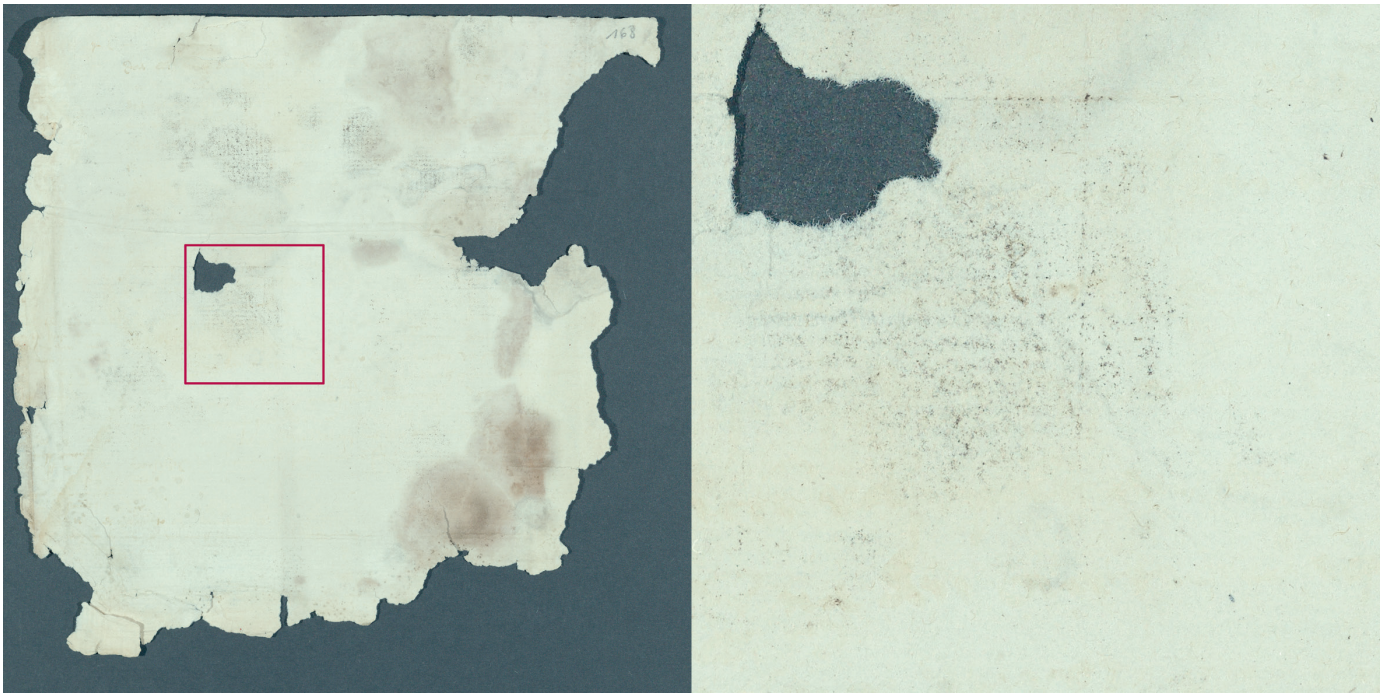


9 Auf der Rückseite des Briefes ist (nur) auf der UVL-Aufnahme ein vertikaler Text zu erkennen, der als Adressformel identifiziert wurde. Die Aufnahme wurde wieder wie oben beschrieben bearbeitet

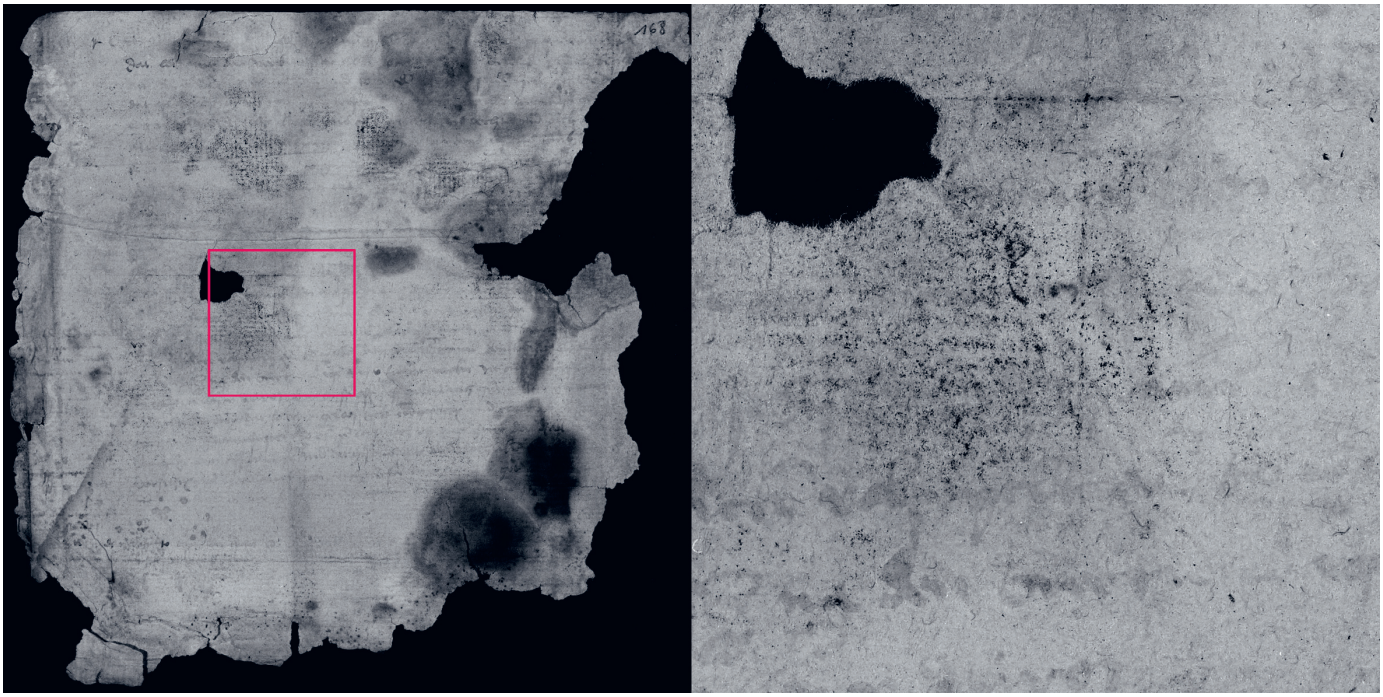
https://doi.org/10.3196/1864295020688434 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Kombination mehrerer Aufnahmen

Bei den Abbildungen 10 bis 16 handelt es sich ebenfalls um einen stark geschädigten frühneuzeitlichen Brief aus den sog. »Kahnakten«. In der VIS-Aufnahme dieses Dokumentes konnte kein Schriftbild erkannt werden. Indem jedoch die bearbeitete UV-Reflektanzaufnahme (UVR) und die UV-Luminizenzaufnahme (UVL) übereinandergelegt worden sind, konnte zumindest ein Teil der verlorenen Information wiedergewonnen werden. Allerdings bestand die Herausforderung darin, dass in den unterschiedlichen Verfahren unterschiedliche Bereiche der Vorlage unterschiedlich gut dargestellt werden. Erst die Kombination der unterschiedlichen Ebenen führte zu insgesamt besseren Ergebnissen.

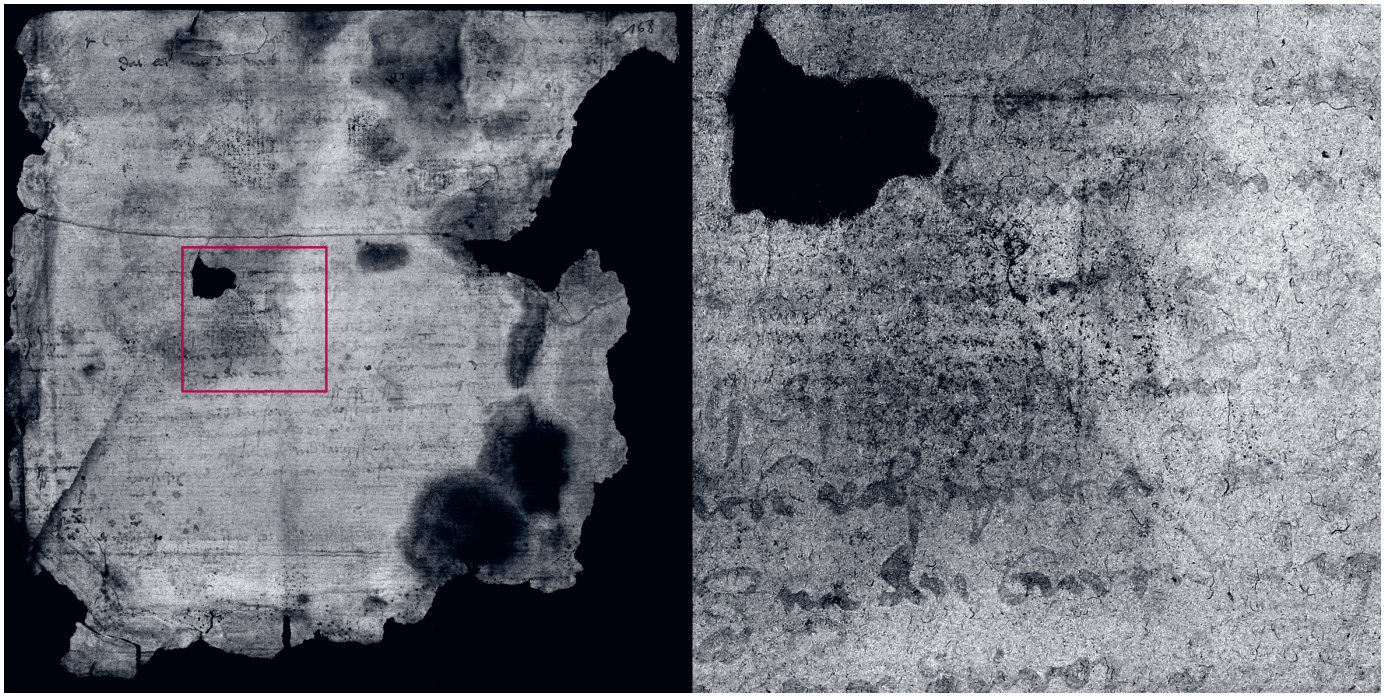


10 In der Vorlage ist keine sichtbare Information erkennbar

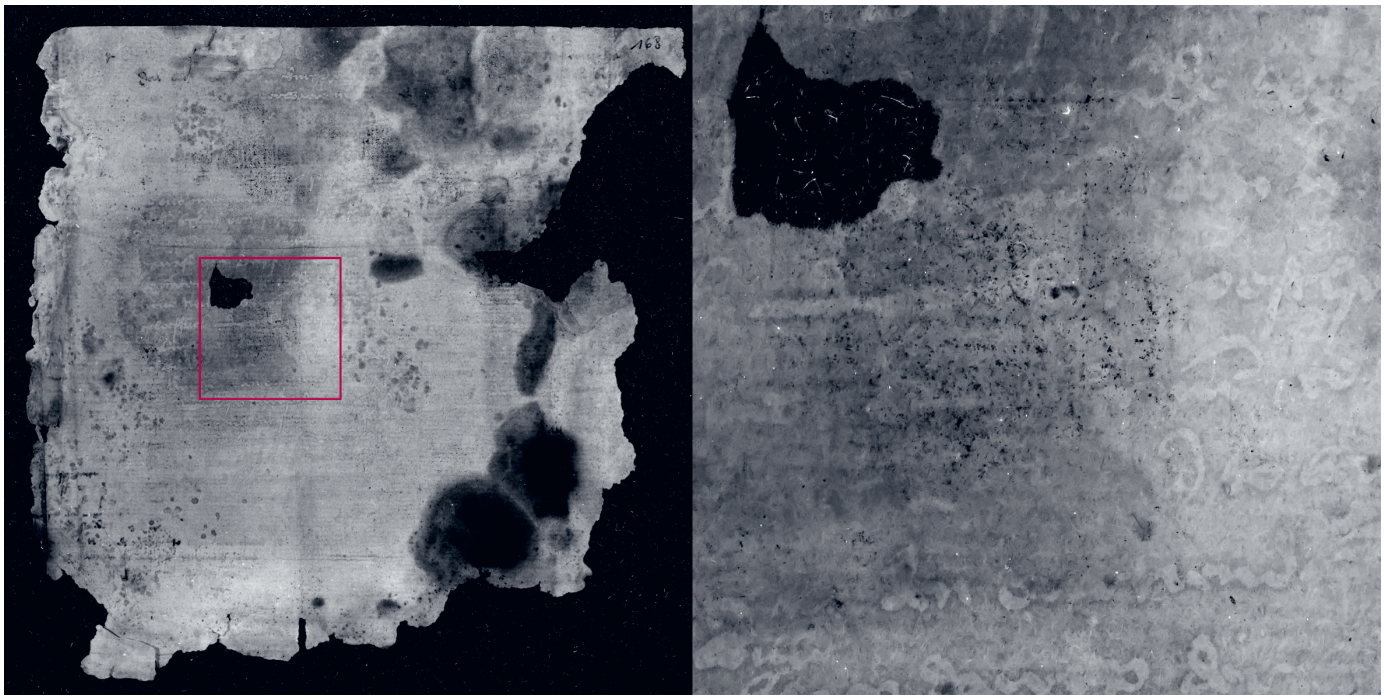


11 In der bearbeiteten VIS-Aufnahme werden Schriftfragmente ausschnittsweise erkennbar

https://doi.org/10.3196/1864295020868434 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -



12 Mit der UVR-Aufnahme kann grundsätzlich etwas mehr Information gewonnen werden, allerdings beschränkt auf einzelne Bereiche der Vorlage



13 In der UVL-Aufnahme können an anderen Stellen als in der UVR-Aufnahme weitere Textstellen identifiziert werden

https://doi.org/10.3196/1864295020668434 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

14 Die beiden Aufnahmen (UVR und UVL) wurden nun pixelgleich übereinandergelegt. Die obere Ebene (UVR) wurde mittels Ebenenmodus »Differenz« mit der unteren Ebene (UVL) verbunden, um signifikant mehr Informationen zu gewinnen

15 Um die Lesbarkeit weiter zu erhöhen, wurde zusätzlich die VIS-Aufnahme pixelgleich über die beiden Aufnahmen gelegt. Dadurch konnte die Wirkung des (beim Lesen störenden) Hintergrunds gemindert werden

https://doi.org/10.3196/1864295020868434 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

16 Die bearbeitete VIS-Aufnahme links, übereinandergelegte UVR-, UVL- und VIS-Aufnahmen rechts

Ausblick

Mit diesem Pilotprojekt sollten grundlegende Anwendungsszenarien der Multispektraldigitalisierung zunächst hinsichtlich zerstörter Schriften auf frühneuzeitlichen Hadernpapieren erprobt werden. Dazu wurden stark geschädigte Papiere aus den sog. »Kahnakten« des LAV NRW ausgewählt. Im Ergebnis wurde gezeigt, dass sehr viele Informationen bereits mit herkömmlichen VIS-Aufnahmen dargestellt werden können. Der Einsatz der Multispektraldigitalisierung muss präzise auf die verfolgten Ziele abgestimmt sein. Beispielsweise erwiesen sich Aufnahmen aus dem IR-Bereich für die in diesem Pilotprojekt verfolgten Ziele nicht als zielführend.[42] Dagegen konnten durch die Kombination unterschiedlicher Aufnahmen (hier von UVL, UVR und VIS) neue Informationen gewonnen werden. Vor diesem Hintergrund soll dieser Weg in den sich an dieses Pilotprojekt anschließenden Untersuchungen weiterverfolgt werden.[43] Dabei liegt die Herausforderung zum einen darin, nicht nur einzelne Bereiche der Vorlage wieder lesbar zu machen, sondern gerade auch problematische Stellen wie z. B. schimmelgeschädigte Abschnitte zu erschließen. Hier konnten mit den zur Verfügung stehenden technischen Mitteln einstweilen noch keine befriedigenden umfassenden Ergebnisse erzielt werden.[44] Um dieses Ziel zu erreichen, soll zunächst die Anwendung der bereits als grundlegend erfolgversprechend beschriebenen[45] Analysemethoden PCA (Principal Component Analysis) und ICA (Independent Component Analysis) zur Identifikation verblichener Schriften auf Papier nachvollzogen werden.[46] Perspektivisch sollen zudem weitere Bildanalysemethoden wie beispielsweise LSMA (Linear Spectral Mixture Analysis)[47] und LDA (Fisher's Linear Discriminant Analysis)[48] zum Einsatz kommen.

Neben Fragen der optimierten Bildbearbeitung stehen aber auch die Objekte selbst – hier also Tinten und Hadernpapiere – im Zentrum der Aufmerksamkeit.[49] Um hier präzisere Aussagen über das optische Verhalten dieser Objekte in multispektralen Aufnahmen treffen zu können, sollen in kontrollierter Umgebung die beiden für die Archivalien der »Kahnakten« zentralen Schadensarten Wasserschäden und mikrobieller Befall künstlich herbeigeführt und mit der Multispektraldigitalisierung dokumentiert werden.[50] Die erzielten Ergebnisse (Vorher-Nachher-Effekte) können dann als Grundlage für bestimmte leistungsfähige Nachbearbeitungen von Multispektralaufnahmen dienen.[51] Schließlich muss zukünftig auch das Risiko der Schädigung von Archivalien durch diese Aufnahmen stärker in den Blick genommen werden, auch wenn es derzeit dafür aufgrund der Verwendung von LED-Technik und der verhältnismäßig kurzen Belichtungs- bzw. Aufnahmezeiten keine Hinweise gibt.

https://doi.org/10.3196/1864295020688434 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Anmerkungen

1 Archivportal NRW Archive in Nordrhein-Westfalen [Zugriff am 26. April 2021]. Verfügbar unter: www.archive.nrw.de. Dazu: JOERGENS, Bettina, 2020. Das neue Portal für alle Archive in NRW – der Relaunch von archive.nrw.de. In: Archivar. 73(4), S. 384–387; Dies., 2021. Das neue Portal für alle Archive in NRW. In: Archivpflege für Westfalen-Lippe. 93/94, S. 39–44. Archivportal-D [Zugriff am 26. April 2021]. Verfügbar unter: https://www.archivportal-d.de

2 Das europäische Archivportal Europeana [Zugriff am 26.04.2021]. Verfügbar unter: www.europeana.eu. Daneben aber auch andere internationale Archivportale wie z. B. das sog. Zieglerportal [Zugriff am 26. April 2021]. Verfügbar unter: https://iisg.amsterdam/en/detail?id=https%3A%2F%2Fiisg.amsterdam%2Fid%2Fcollection%2FARCH03497. Dazu: JOERGENS, Bettina u. a., 2013. Wanderarbeiter gehen online: Das ›Zieglerportal‹ – eine niederländisch-deutsche Kooperation. In: Kulturelles Kapital und ökonomisches Potential – Zukunftskonzepte für Archive. 82. Deutscher Archivtag. Köln, 26. bis 29. September 2012. Fulda, S. 161–169.

3 BISCHOFF, Frank, 2019. Überlegungen zur Zukunftsfähigkeit archivischer Webangebote. In: Archivpflege in Westfalen-Lippe. 90, S. 36–47. Ders., 2014. Digitalen Zugang schaffen: Aufbruch zu neuen Prioritäten der Bereitstellung analogen Archivguts? In: Archive ohne Grenzen: Erschließung und Zugang im europäischen und internationalen Kontext. 83. Deutscher Archivtag. Saarbrücken, 25. bis 28. September 2013. Fulda, S. 199–214. WIECH, Martina, 2016. Digitalisierung von Archivgut – Aufbruchsstimmung für eine langfristige Aufgabe. In: Zeitschrift für Bibliothekswesen und Bibliographie. 63, S. 133–139. Verfügbar unter: https://zs.thulb.uni-jena.de/receive/jportal_jparticle_00444123

4 MILETA, Kathrin, 2015. DFG-Projekt Produktivpilot Digitalisierung von archivalischen Quellen: Teilprojekt des Landesarchivs Nordrhein-Westfalen. In: Archivar. 68(3), S. 269.

5 Umfassend zu diesen Ereignissen sowie zu den bestandserhalterischen Folgen: KISTENICH, Johannes, 2010. Gesunkene Schätze – die Kahnakten: Schadensgeschichte und Restaurierungsgeschichte. Detmold, S. 53, hier auch schon der Hinweis auf den Einsatz der Multispektraldigitalisierung für die zukünftige Nutzung der sog. »Kahnakten«.

6 Ausgehend von u. a. Bruno Latours grundlegenden Arbeiten hat die sog. Materialitätsforschung in der Geschichtswissenschaft eine neue Bedeutung erhalten. Grundlegend dazu die luziden Beobachtungen von KEUPP, Jan u. a., 2012. Mundus in Gutta. Plädoyer für eine Realienkunde in kulturhistorischer Perspektive. In: Archiv für Kulturgeschichte 94. S. 315–334, hier S. 320. Kritisch gegenüber den theoretischen Überbauten objektbezogener Forschungen: KEUPP, Jan (2017). Die Gegenstandslosigkeit des Materiellen: Was den material turn zum Abtörner macht [online]. Zugriff am 26.04.2021]. Verfügbar unter: https://mittelalter.hypotheses.org/10617. BISCHOFF, Frank M., 1996. Urkundenformate im Mittelalter: Größe, Format und Proportionen von Papsturkunden in Zeiten expandierender Schriftlichkeit (11.–13. Jahrhundert). Marburg a. d. Lahn. Siehe auch: WILCOX, Jonathan, Hrsg., 2013. Scraped, Stroked, and Bound. Materially engaged readings of medieval manuscripts. Turnhout.

7 SPOERHASE, Carlos, 2016. Linie, Fläche, Raum: Die drei Dimensionen des Buches in der Diskussion der Gegenwart und der Moderne (Valéry, Benjamin, Moholy-Nagy). Göttingen, S. 9.

8 EARHART, Amy, 2016. Traces of the Old, Uses of the New: The Emergence of Digital Literary Studies. Ann Arbor, S. 84.

9 LUTZ, Helga u. a., 2016. In der Mixed Zone. Klapp- und faltbare Bildobjekte als Operatoren hybrider Realitäten. In: David GANZ u. a., Hrsg. Klappeffekte. Faltbare Bildträger in der Vormoderne. Berlin, S. 109–138, S. 110: »Auch Objekte sind folglich nicht einfach geometrisch oder physikalisch gegeben, sie müssen wie die Räume, die mit ihnen erzeugt werden, wirksam werden oder ins Sein kommandiert werden. Es bedarf einer Handlung, einer Operation, damit sie existieren«.

10 FOYS, Martin, 2018. The Remanence of Medieval Media. In: Jennifer E. BOYLE u. a., Hrsg. The Routledge Research Companion to Digital Medieval Literature. New York, S. 9–30, hier S. 19. Hier auch der Begriff der Metonymie für den vorliegenden Sachverhalt.

11 Ebd., S. 21. Siehe dazu auch: TREHARNE, Elaine, 2013. Fleshing out the Text: The Transcendent Manuscript in the Digital Age. In: Postmedieval A Journal of Medieval Cultural Studies [online]. 4, S. 465–478, hier S. 474. [Zugriff am 26.04.2021]. Verfügbar unter: https://link.springer.com/content/pdf/10.1057/pmed.2013.36.pdf

12 Durch das Scannen wird die Vorlage abgetastet, und für jeden Bildpunkt werden elektrische Signale erzeugt, die als binäre Werte (Bits/Bytes) dargestellt und dann in einer Datei gespeichert werden. Dabei bestimmen zahlreiche nicht reproduzierbare analoge und physikalische Einflüsse, welche genauen Werte für den jeweiligen Bildpunkt ermittelt werden. Die Unterschiede bei Wiederholung des Vorganges sind dabei fraglos sehr klein, aber problemlos messbar und sehr viel höher als die zwischen »verlustfreier« und »verlustbehafteter« Speicherung ein und desselben Bildes. Das gilt auch umgekehrt bei jeder Ausgabe bzw. Darstellung des Bildes am Monitor. Denn auch hier treten (50–60 x pro Sekunde) erheblich gravierendere »Digital-Analog-Wandlungsverluste« auf als bspw. im Rahmen einer »verlustbehafteten« Speicherung mit entsprechend gesetzten Parametern. Daher stellen verlustbehaftete Kompressionsverfahren mit entsprechend hoch gewählten Qualitäts-Parametern eine sinnvolle Option dar, die zu erheblichen Speicherplatzersparnissen führen können. Es kommt dabei zu keinen Unterschieden in der eigentlichen Bilddarstellung, auch wenn die minimalen Unterschiede messtechnisch nachweisbar sind. Hinsichtlich des Langzeiterhaltes ist entscheidend, dass über entsprechende Parameter »functionally lossless« Bilddateien erzeugt werden. Diese unterscheiden sich weder hinsichtlich visueller noch anderer »signifikanter« Eigenschaften, noch in der Nutzbarkeit zur »verlustfrei« gespeicherten Variante. Eine Möglichkeit der Umsetzung ist die Nutzung des JPEG2000-Formates in der verlustbehafteten anstelle der verlustfreien Kompressions-Variante. JPEG2000 bietet dabei eine sehr hohe Speichereffizienz bei besserer visueller Qualität im Vergleich zu anderen Kompressionsverfahren wie JPEG. Das LAV NRW hat dazu bereits Testreihen inkl. der entsprechenden visuellen und messtechnischen Auswertungen durchgeführt. Dabei stellte sich heraus, dass bei Nutzung entsprechender Parameter problemlos 4/5 Speicherplatzersparnis im Vergleich zu »TIFF unkomprimiert« erreicht werden können. Die Verfasser danken Herrn Christian Wortmann (LAV NRW) für diese Ausführungen.

13 MATHIEU, Christian, 2019. Die Sichtbarmachung des Sichtbaren – Digitalisierung und textuelle Materialitätsforschung. In: Informationspraxis [online]. 5(2), S. 1–6, S. 4 f. weist aber auch auf die anspruchsvollen Anforderungen einer in den digitalen Raum zu überführenden »Interaktionsmaterialität« hin [Zugriff am: 22.04.2021]. Verfügbar unter: https://doi.org/10.11588/ip.2019.2.63479

14 KLINKE, Thomas, 2009. Die dritte Dimension. Methoden zur Feststellung technologischer Merkmale an historischen Künstlerpapieren und die Relevanz ihrer Erhebung. In: Journal of Paperconservation 10/4, S. 28–37 zur Bedeutung der

https://doi.org/10.3196/1864295020868434 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

technologischen Erforschung der papierenen Tiefenstruktur.

15 BAUMANN, Ryan u. a., 2008. The Use of Micro-CT in the Study of Archeological Artifacts. In: 9th International Conference on NDT of Art, Jerusalem, 25.–30. Mai 2008 [online]. [Zugriff am: 22.04.2021] Verfügbar unter: https://www.ndt.net/article/art2008/papers/244Seales.pdf. BARNETT, Tertia u. a., 2005. 3D Laser Scanning for Recording and Monitoring Rock Art Erosion. In: International Newsletter on Rock Art. 41, S. 25–29.

16 EARL, Graeme u. a., 2010. Archaeological Applications of Polynominal Texture Mapping: Analysis, Conservation and Representation. In: Journal of Archaeological Science. 37(8), S. 2040–2050.

17 FISCHER, Christian u. a., 2006. Multispectral and Hyperspectral Imaging Technologies in Conservation: Current Research and Potential Applications. In: Studies in Conservation [online]. 7, S. 3–16, hier S. 3. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1179/sic.2006.51.Supplement-1.3. THOURY, Mathieu u. a., 2005. Non-destructive Identification of Varnishes by UV Fluorescence Spectroscopy. In: Renzo, SALIMBENI u. a., Hrsg. Optical Methods for Arts and Archaeology. Proceedings of the SPIE. 5857, S. 1–11 m. w. L. [online]. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1117/12.612623. PORTER, Cheryl, 1992. Laser Raman Spectroscopy – A Tool for Non-Destructive Pigment Analysis of Manuscripts. In: The Paperconservator. 16, S. 9–97.

18 CLARKE, Mark, 2002. The Analysis of Manuscript Pigments. Why, What and How? In: Gazette du livre médiéval 40, S. 36–44.

19 Siehe aber: WEBER, Danny u. a., 2017. Wiedersichtbarmachung von Ausgebleichten Durchschreibkopien auf Säurehaltigem Papier. Ergebnisse eines von der Koordinierungsstelle für die Erhaltung des schriftlichen Kulturguts (KEK) geförderten Modellprojektes. In: Archivar. 2, S. 178–183.

20 FISCHER, Christian u. a., a. a. O. (Anm. 17), S. 10 f. GIACOMETTI, Alejandro u. a., 2017, The Value of Critical Destruction. Evaluating Multispectral Image Processing Methods for the Analysis of Primary Historical Texts. In: Digital Scholarship in the Humanities 32/1, S. 101–122, S. 104: »Although MSI (multispectral imaging, Anm. der Verf.) is currently the leading technique for recovering lost texts in historical manuscripts, there are no guidelines which determine when it is the most appropriate technique compared to imaging at a single wavelength, or what the best wavelengths to use are«. Zu Recht weist Giacometti darauf hin, dass es in Zukunft nicht mehr nur wie in der Vergangenheit um die Bearbeitung einzelner herausragender Manuskripte gehen könne, sondern um einen flächendeckenden Einsatz dieser Technik. GIACOMETTI, Alejandro, 2014. Evaluating Multispectral Imaging Processing Methodologies for Analysing Cultural Heritage Documents, London.

21 FISCHER, a. a. O. (Anm. 17), S. 8 m. w. L. TANNER, Simon u. a., 2009, Digitising the Dead Sea Scrolls. In: Archiving Conference. Arlington, 4. – 7. Mai 2009, S. 119–123.

22 GIACOMETTI, Alejandro u. a., 2017, The Value of Critical Destruction. Evaluating Multispectral Image Processing Methods for the Analysis of Primary Historical Texts. In: Digital Scholarship in the Humanities. 32/1, S. 101–122, S. 104 mit einer knappen Zusammenstellung des Forschungsstandes.

23 SALERNO, Emanuele u. a., 2007, Digital Image Analysis to Enhance Underwritten Text in the Archimedes Palimpsest. In: International Journal on Document Analysis and Recognition. 9, S. 79–87 zur Anwendung statistischer Verarbeitungsmethoden von Multispektralaufnahmen des Archimedes Palimpsestes unter erfolgreichem, aber experimentellem Einsatz der PCA (principal component analysis) und der ICA (independent component analysis), um den überschriebenen Text wieder sichtbar zu machen. KNOX, Keith T. u. a., 2008. Image Restoration of Damaged or Erased Manuscripts. In: Proceedings of the 16th European Signal Processing Conference (EUSIPCO) [online]. Lausanne, 25.–29. August 2008, S. 1–8 beschäftigte sich ebenfalls nur mit Pergamenten und dem Reflektionsverhalten von Eisengallustinten auf Pergamenten. [Zugriff am 21.04.2021] Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/228410862_Digital_Restoration_of_Erased_and_Damaged_Manuscripts

24 FISCHER, a. a. O. (Anm. 17), S. 9.

25 ATTAS, E. Michael, 2004. Enhancement of Document Legibility using Spectroscopic Imaging. In: Archivaria. 57, S. 131–145. S. 134. Wieder unter Verwendung von PCA, dazu auf S. 142. Die (nicht standardisierte und nicht optimierte) beispielhafte Testreihe bezog sich auf ein Pergament. Atta nimmt zwar an, dass die Ergebnisse zumindest grosso modo auf jeden archivischen Informationsträger übertragen werden könnten. Da jedoch jeder Informationsträger ein eigenes Reflektanzverhalten aufweist, müssen die Verfahren für jedes Objekt individuell bestimmt und angepasst werden. SENVAITENË, Jûratë u. a., 2005. Characterization of Historical Writing Inks by Different Analytical Technics. In: Chemija. 16(3–4), S. 34–38.

26 FISCHER, a. a. O. (Anm. 17), S. 10 geht davon aus, dass gerade mit Blick auf die Erkennbarkeit von Pigmenten im NIR-Spektralbereich (Near Infra-Red: 0.7 µm – 1.0 µm sowie sichtbares Licht VIS 0.4 µm – 0.7 µm) weniger Möglichkeiten der differenzierten Analyse bestehen als beispielsweise im SWIR-Spektralbereich (Short-Wave Infrared: 1.0 µm – 2.5 µm). Der SWIR erfordert dann aber auch Kameras, die Aufnahmen bis zu 2,5 µm leisten können.

27 Zu den zahlreichen Forschungsfragen hinsichtlich der Bedeutung der frühneuzeitlichen Papierverwendung siehe insbesondere: BLAND, Mark, 2002. Italian Paper in Early Seventeenth-Century England. In: Rosella GRANZIAPLENA, Hrsg., 2004. Paper as a Medium of Cultural Heritage. Archaeology and Conservation (=26th Congress – International Association of Paper Historians, Rom-Verona, 30th August – 6th September, Addenda Nr. 5), Rom, S. 243–255 z. B. hinsichtlich der Nutzung italienischer Papiere durch die englische Aristokratie.

28 NEUHEUSER, Hanns Peter, 2012. Panorama der Spuren. Zur Erfassung und Erforschung von Überlieferungs- und Gebrauchsspuren in Handschriften und Historischen Buchbeständen. In: Überlieferungs- und Gebrauchsspuren in historischen Buchbeständen: Symposion, Düsseldorf, 10. November 2009, Köln, S. 1–30.

29 Grundlegend: STERNBERG, Giora, 2009. Epistolary Ceremonial: Corresponding Status at the Time of Lous XIV. In: Past & Present. 204(1), S. 33–88.

30 Zu Falttechniken von frühneuzeitlichen Briefen siehe ANTENHOFER, Christina u. a., 2013. Der Briefwechsel um Barbara Gonzaga. In: Landesarchiv Baden-Württemberg, Hrsg., Barbara Gonzaga: Die Briefe/Le Lettere (1455–1508). Stuttgart, S. 50–64, hier S. 60–61.

31 NIEDERSTÄTTER, Alois, 2006–2008. Rotwachsfreiheiten im Spätmittelalter. In: Jahrbuch für Landeskunde von Niederösterreich. 72/74, Wien, S. 291–308.

32 O'LOGHLIN, Elissa, 1996. Wafers and Wafer Seals: History, Manufacture, and Conservation. In: The Paperconservator. 20, S. 8–15.

33 HEDJAM, Rachid u. a., Contsrained Energy Maximization and Self-Referencing Method for Invisible Ink Detection from Multispectral Historical Document Images. In: 22nd International Conference on Pattern Recognition, Stockholm,

https://doi.org/10.3196/1864295020688434 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

24.–28. August 2014, S. 3026–3031, hier S. 3027, allerdings mit dem Hinweis, dass Untersuchungsmethoden wir PCA, ICA und ULS insbesondere dann erfolgversprechend seien, sofern der zu untersuchende Text zumindest noch in einem Band (UV, VIS, IR) sichtbar ist. CHABRIES, Douglas M. u. a., 2003. Imaging the Past: Recent Applications of Multispectral Imaging Technology to Deciphering Manuscripts. In: Antiquity. 77(296), S. 359–372. Als Beispiel einer praktischen Anwendung vergleiche TERRAS, Melissa M., 2006. Image to Interpretation: Intelligent Systems to Aid Historians in the reading of the Vindolanda Texts. Oxford.

34 Daher auch das wenig überraschende Ergebnis bei KLINKE, Thomas u. a., 2015. Geknickt, zerrissen, abgegriffen. Gebrauchsspuren auf historischen Papieren und ihr kulturhistorischer Aussagewert, In: Carla MEYER u. a., Hrsg. Papier im mittelalterlichen Europa. Herstellung und Gebrauch (=Materiale Textkulturen. Schriftenreihe des Sonderforschungsbereichs 933, Bd. 7). Berlin u. a., S. 135–178, hier S. 140. Zu dem dort beschriebenen Vorhaben des Sonderforschungsbereiches SFB 933, S. 173, Fn. 109, »einen Koffer« mit diversen Hilfsmitteln für das Arbeiten mit Archivalien in Lesesälen zusammenzustellen: »Eine Sicherung der bis hier erreichten Ergebnisse könnte über die Entwicklung und das Angebot eines mobilen Labors im Koffer zu erreichen sein, das nicht nur grundlegende Hilfsmittel für die Papieranalyse vor Ort im Archiv oder in der Bibliothek umfasst, sondern zugleich dafür erstelle Bedienungsanleitungen zur Verfügung stellen soll«.

35 Zur Funktion von Papier in der frühneuzeitlichen Verwaltung: BOURLET, Caroline u. a., 2010. L'utilisation du papier comme support de l'écrit de gestion par les établissements ecclésiastiques parisiens au XIVe siècle. Resultats d'enquête. In: Materiaux du livre médiéval. Turnhout, S. 165–203.

36 Siehe nur DAYBELL, James u. a., Hrsg., 2016. Cultures of Correspondence in Early Modern Britain. Philadelphia. DAYBELL, James u. a., Hrsg., 2010. Material Readings of Early Modern Culture. Texts and Social Practices 1580 – 1730. New York. Zur Bedeutung und Funktion der – gerade für Briefe – gewählten Papiergröße siehe: BRAUNMÜLLER, A. Robert, 1991. Accounting for Absence: the Transcription of Space. In: New Ways of Looking at Old Texts: Papers of the Renaissance English Text Society, 1985 – 1991. Binghampton, S. 47–56. Dazu auch GIBSON, Jonathan, 1997, Significant Space in Manuscript Letters. In: The Senventeenth Century. 12(1), S. 1–9.

37 SCHULTZ, Sandra, 2018. Papierherstellung im deutschen Südwesten. Ein neues Gewerbe im späten Mittelalter. Berlin u. a.

38 Zur großen Bedeutung von Wasserzeichen in der kultur- und sozialwissenschaftlichen Forschung siehe nur BANGE, Evamarie, 2015. Wasserzeichen als Quelle zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte. Eine Studie am Beispiel der Luxemburger Kontenbücher. In: Carla MEYER, Hrsg. Papier im mittelalterlichen Europa. Herstellung und Gebrauch (=Materiale Textkulturen. Schriftenreihe des Sonderforschungsbereichs 933, Bd. 7). Berlin u. a., S. 115–134, und HUIS, Hendrik van, 2015. Papier- und Pergamentgebrauch in den Stadtbüchern von Greifswald. In: Carla MEYER, a. a. O., S. 191–212. BANGE, Evamarie, 2009. Wirtschaft und Kompetenz – Wasserzeichen als Quelle zu Handel und Organisation in mittelalterlichen Schreibstuben. In: Andrea RAPP, u. a., Hrsg. Zur Erforschung mittelalterlicher Bibliotheken. Chancen-Entwicklungen-Perspektiven, Frankfurt a. M., S. 11–31. Bei zukünftigen Digitalisierungsverfahren sollte auch darauf geachtet werden, dass durch den Einsatz von Durchlichtplatten Wasserzeichen standardmäßig mit aufgenommen werden.

39 KLINKE, Thomas, a. a. O. (Anm. 34). Die materialtechnischen Untersuchungen von Bodo Bachmann an den spätmittelalterlichen Butzbacher Stadtrechnungen können als ein überzeugendes Beispiel für die Möglichkeiten dieser Art gelten. Bachmann hat beispielsweise mithilfe eines Dienstleisters die verwendeten Papiere und Tinten detailliert chemisch untersucht. BACHMANN, Bodo, 2011. Die Butzbacher Stadtrechnungen im Spätmittelalter 1371–1419, Bd. 1 Kommentar und Index. Marburg, S. 32–39, hier S. 23.

40 Vgl. auch die von WEBER, Danny, a. a. O., S. 180 sowie JONES, Cerys u. a., 2020. Affine Resgistration of Multispectral Images of Historical Documents for Optimized Feature Recovery. In: Digital Scholarship in the Humanities. 35/3, S. 587–600, hier S. 589 verwendete Technik.

41 Herzlicher Dank der Verfasser gebührt den Herren Dr. Martin Früh (LAV NRW, Abtteilung Rheinland) sowie Dr. Peter Worm (Stadtarchiv Münster) für die Mithilfe bei der Bestimmung des Briefes. Das Dokument wird in einer folgenden Publikation näher vorgestellt.

42 HEDJAM, Rachid u. a., a. a. O. (Anm. 33), S. 3027 mit dem Hinweis, dass Eisengallustinten besonders gut im VIS-Bereich darstellbar seien, hingegen im IR-Bereich entsprechend weniger ausgeprägt. Dazu auch HEDJAM, Rachid u. a., 2013. Historical Document Image Restoration Using Multispectral Imaging System. In: Pattern Recognition. 46(8), S. 2297–2312.

43 FISCHER, Christian u. a., a. a. O. (Anm. 17), S. 11. Insbesondere auch JONES, Cerys u. a., 2020, a. a. O. (Anm. 40), S. 598 mit Hinweis auf die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen auf diesem Gebiet.

44 Zu den Grenzen der Aufnahmetechnik siehe auch: GIACOMETTI, Alejandro, a. a. O. (Anm. 20), S. 112.

45 KNOX u. a., a. a. O. (Anm. 23).

46 TONAZZINI, Anna u. a., 2004. Independent Component Analysis for Document Restoration. In: International Journal on Document Analysis and Recognition. 7, S. 17–27. GIACOMETTI, Alejandro, a. a. O. (Anm. 20), S. 114.

47 Zu verschiedenen Möglichkeiten der effektiven Bildbearbeitung siehe auch EASTON, Roger L. u. a., 2018. Multispectral Processing Methods to Recover Text from the World Map by Martellus (c. 1491). In: Conference on Cultural Heritage and New Technologies CHNT 23, Wien 2.–4. November 2018 [online], S. 1–8. [Zugriff am: 21.04.2021] Verfügbar unter: https://www.chnt.at/processing-methods-to-recover-text-information-from-multispectral-imagery-of-the-world-map-by-henricus-martellus-c-1491/

48 ČAMBA, Ana u. a., 2014. Multispectral Imaging, Image Enhancement, and Automated Writer Identification in Historical Manuscripts. In: manuscript cultures [online]. 7, S. 83–91, S. 89 bestätigen die Effektivität von UV-Licht für die Sichtbarmachung zerstörter Schriften. [Zugriff am 21.04.2021] Verfügbar unter: https://www.csmc.uni-hamburg.de/publications/mc/files/articles/mc07-camba-gau-hollaus-fiel-sablatnig.pdf

49 RAHICHE, Abderrahmane u. a., 2020. Historical Document-dating Using Multispectral Imaging and Ordinal Classification. In: Journal of Cultural Heritage. 45, S. 71–80, hier S. 72.

50 Zu einem ähnlichen, allerdings nur auf Pergament bezogenen Projekt: GIACOMETTI, Alejandro u. a. (Anm. 20), S. 115.

51 ARSENE, Corneliu T. C. u. a., 2016, High Performance Software in Multidimensional Reduction Methods for Image Processing with Application to Ancient Manuscripts [online]. [Zugriff am 21.04.2021] Verfügbar unter: https://arxiv.org/vc/arxiv/papers/1612/1612.06457v2.pdf

https://doi.org/10.3196/1864295020868434 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Verfasser

Dr. Benjamin Kram, Leiter Technisches Zentrum, Landesarchiv Nordrhein-Westfalen, An den Speichern 11, 48157 Münster, Telefon +49 251 620650-65, benjamin.kram@lav.nrw.de
Foto: LAV NRW, Kristian Peters

Kristian Peters, Landesarchiv Nordrhein-Westfalen, An den Speichern 11, 48157 Münster
Foto: LAV NRW, Kristian Peters

https://doi.org/10.3196/1864295020668434 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -