

Einleitung

Bei der Entfernung von Staub und anderen durch physikalische Wechselwirkungen an Oberflächen historischer Dokumente haftenden Verschmutzungen – der so genannten Trockenreinigung – handelt es sich um eine häufig komplizierte Maßnahme, die zumeist weitergehenden papierrestauratorischen Eingriffen vorangestellt werden muss. Sie erfolgt durch mechanische Bearbeitung der Papieroberflächen mit Radiermitteln. Diese können Schmutzpartikel von der Oberfläche abtragen und aufnehmen; diese lassen sich anschließend weitgehend wieder entfernen (Hakney et al. 1990, Phenix et al. 1990, Cowan et al. 2001, Noehles 2002). Das Radieren einer Papieroberfläche (vom Lateinischen *radere*: kratzen, schaben) geht mit einer Veränderung der Oberflächenmorphologie des Papiers einher, die nicht rückführbar ist. Alle traditionellen Radierverfahren in der Papierrestaurierung können außerdem in Bezug auf die ebenfalls auf der Papieroberfläche physikalisch fixierten Farbmittel keinesfalls als ausreichend selektiv angesehen werden. Bei sehr großen Sammlungsbeständen ist eine restauratorisch akzeptable Oberflächenreinigung mit Radiermedien wegen des dafür erforderlichen enormen Aufwands an geschultem Personal ökonomisch untragbar.

In einem Zeitraum von 26 Monaten – von Dezember 2005 bis Mai 2008 – wurde von den Autoren in Kooperation mit der Universität Erfurt mit Förderungsmitteln der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU – Projekt 23000-45) ein maschinelles System für die Trockenreinigung einer umfangreichen Sammlung historischer Karten der Universitäts- und Forschungsbibliothek Erfurt/Gotha entwickelt (Reikow-Räuchle et al., Laube 2009). Ausgangspunkt für die Entwicklung war die Übernahme des Archivs des Justus Perthes Verlags in Gotha durch die Forschungsbibliothek Gotha. Dieses Archiv beinhaltet neben Büchern und Archivmaterialien eine 185 000 Blätter umfassende Sammlung historischer Karten (Abb. 1), die in einzigartiger Weise die Entwicklung der Kartographie und der Produktion des Verlags Justus Perthes vom späten 18. Jahrhundert bis in die 1960er Jahre dokumentiert (Demhart 2006). In der Sammlung befinden sich Karten auf unterschiedlichsten Trägern wie Papier, Transparentpapieren, Textilien u. a. sowie Vorlagen zur Kolorierung der Karten mit Aquarell- und Farbstiften und zahlreiche Entwürfe oder Teilkorrekturen von bereits im Verlagsprogramm befindlichen Karten mit handschriftlichen Eintragungen, Beschriftungen und Rasterlinien, die mit Bleistift, verschiedenen Farbstiften, Tinten und Tuschen ausgeführt sind. Vollständig lesbare Prägestempel (Abb. 2) liefern Hinweise zur Datierung und den Urhebern der Karten sowie gut erhaltene Plattenränder Informationen zur

Drucktechnik (Abb. 3).

Aufgrund ihrer beengten Unterbringung und der kontinuierlichen Nutzung als Arbeitsmaterial für die Kartographen sind viele Karten durch Risse, Fehlstellen, Knicke und Brüche mechanisch zum Teil stark geschädigt (Abb. 4). Außerdem sind zahlreiche Blätter teilweise verschmutzt und in ihrer Lesbarkeit beeinträchtigt, wie Abb. 5 verdeutlicht.

Problemstellung

Das Archiv des Justus Perthes Verlags wurde um einen namhaften Betrag mit Mitteln der Kulturstiftung der Länder durch den Freistaat Thüringen erworben und der Forschungsbibliothek Gotha mit der Auflage übergeben, den Be-

stand schnellstmöglich für die Benützung zu erschließen und entsprechend den aktuellen konservatorischen Standards zu verwahren.

Voruntersuchungen des Kartenbestandes ergaben allerdings, dass die Karten mit alveolen-gängigem Feinstaub mit einer Partikelgröße von $\leq 1\mu\text{m}$ in einem Ausmaß kontaminiert waren, die die Gesundheit der Bearbeiter gefährden würde. Daher musste zur Ermöglichung der wissenschaftlichen Bearbeitung der Bestände eine technische Lösung für die Reinigung des Kartenbestandes, das heißt, eine weitestgehende Reduzierung der Feinstaubkontamination, zumindest unter die zulässige Belastungsgrenze, mit Priorität gesucht werden. Aufgrund des Bestandsumfangs sowie der zahlreichen handschriftlichen Eintragungen mussten abrasive Radiermedien ausgeschlossen werden. Andere



Abb. 1: Typisches Beispiel einer Landkarte aus dem Bestand.

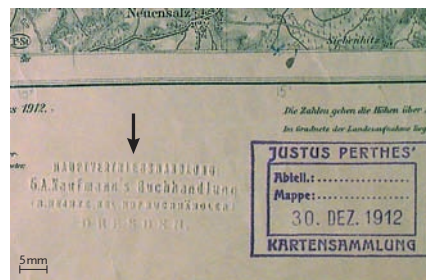


Abb. 2: Gut erhaltener Prägestempel (Pfeil).

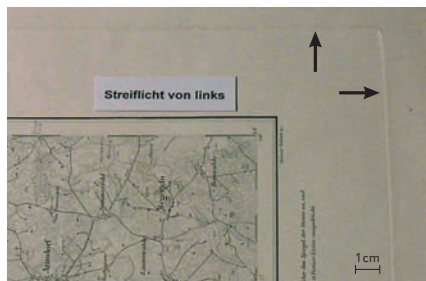


Abb. 3: Ausgeprägter Druckplattenrand (Pfeile).



Abb. 4: Typische mechanische Schäden, Risse und Fehlstellen an der Karte DR.72.



Abb. 5: Landkarte „Algerien und Tunesien“ mit deutlicher Verschmutzung im Bereich der rechten oberen Ecke.

Elektrostatische Staubabnahme von historischen Landkarten und Dokumenten am Beispiel des Kartenbestandes Justus Perthes der Universitäts- und Forschungsbibliothek Erfurt/Gotha

mechanisch auf die Papieroberfläche einwirkende Techniken, wie der Einsatz von Bürsten oder von Absaugvorrichtungen kamen ebenfalls nicht in Frage, denn sie wären für die empfindlichen Stücke mit einer zu starken mechanischen Belastung verbunden gewesen.

Um die Reinigung der 185 000 Karten des Bestands in einem absehbaren Zeitraum und ohne mechanische Beeinträchtigungen bewältigen zu können, wurde daher eine automatisierte innovative Technik entwickelt, die das rationelle und beidseitige Abheben der gesundheitsgefährdenden und alveolengängigen Feinststaubpartikel von Karten auf Papier und anderen Trägermaterialien ohne mechanische Belastung ermöglicht.

Für die technische Lösung wurde folgendes Anforderungsprofil entwickelt:

- Der Nachweis, dass bei Benutzung einer Karte der an die Raumluft abgegebene Feinststaub deutlich unter der in der Maximalen Arbeitsplatz Konzentration (MAK) festgelegten zulässigen Belastungsgrenze von 4 mg/Nm^3 reduziert ist.
- Ausschluss jeglicher abrasiver Bearbeitungstechniken, die eine bleibende Veränderung der Objekt Oberfläche verursachen.
- Uneingeschränkter Erhalt der Lesbarkeit.
- Uneingeschränkter Erhalt der Farb- und Schriftmedien.
- Vermeidung mechanischer Beschädigungen der Träger.
- Bereits vorhandene mechanische Schäden der Karten dürfen keine Vergrößerung des Schadensmaßes erfahren.

In Voruntersuchungen wurde der Bestand entsprechend der Empfindlichkeiten von Material und Beschreibstoffen in fünf Schadensgruppen eingeteilt:

- **Gruppe 1:** keine oder geringe mechanische Schäden, keine Plattenränder oder Prägungen, keine handschriftlichen Eintragungen.
- **Gruppe 2:** Karten mit Plattenrändern und Prägungen, keine oder geringe mechanische Schäden, keine handschriftlichen Eintragungen.
- **Gruppe 3:** Karten mit handschriftlichen Eintragungen, keine oder geringe mechanische Schäden.
- **Gruppe 4:** geknickte und gefaltete Karten.
- **Gruppe 5:** Karten mit mittleren bis starken mechanischen Schäden, handschriftlichen Eintragungen, Plattenrändern und Prägungen, Knicken und Falten.

Vorversuche ermöglichten es, den später geplanten mechanischen Reinigungsdurchlauf manuell an Dubletten aus dem Bestand zu simulieren.

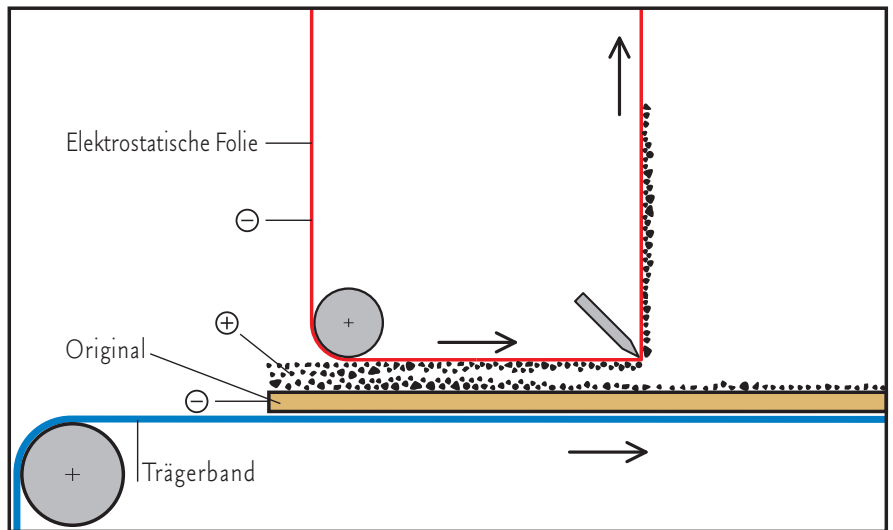


Abb. 6: Prinzip der Abhebung von Staubpartikeln mit einer negativ geladenen elektrostatischen Folie.

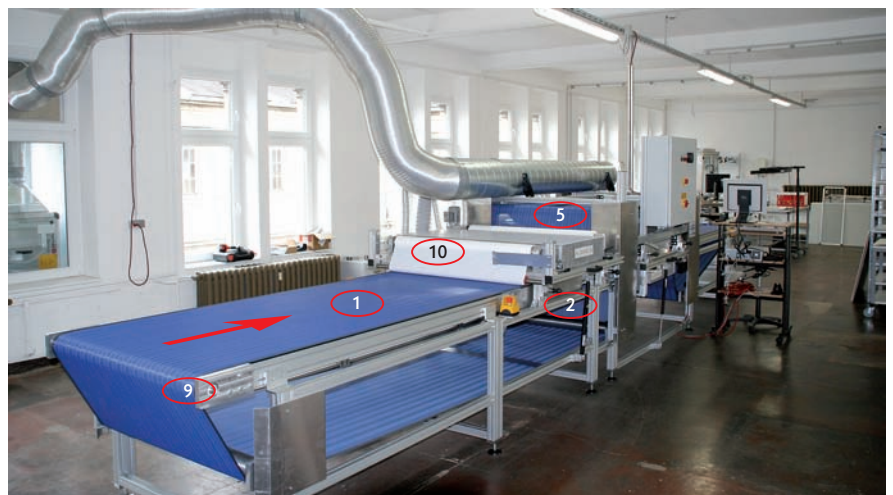


Abb. 7a: Kartenreinigungsanlage Gothana. 1) Laufband, Vorlauf, 2) Ansaugereinheit 1, 5) Laufband 9) Antriebseinheit, 10) Folienvorschub.

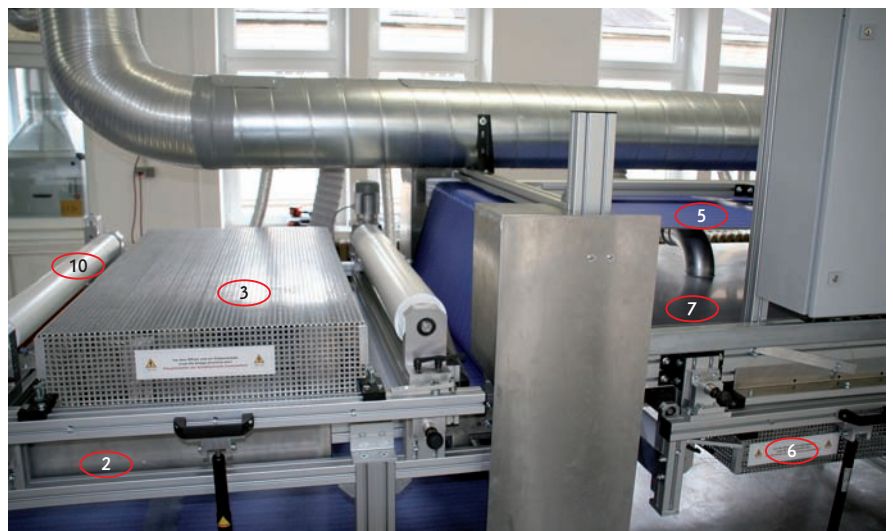


Abb. 7b: Staubabnahmeeinrichtung. 2) Ansaugereinheit, 3) Reinigungsmodul 1, 5) Laufband, 6) Reinigungsmodul 2, 7) Ansaugereinheit 2, 10) Folienvorschub.

BECKER SYSTEMS GmbH

Aus den gewonnenen Erkenntnissen konnten dann die restauratorischen Anforderungen an die Reinigung der Karten und folgende Parameter für die Anlagenkonstruktion abgeleitet werden:

- Die Reinigung soll ohne radierende Medien und trocken erfolgen.
- Ein maschineller Durchlauf der Karten muss ohne aufwändige Vorbereitung möglich sein. Sicherungs- oder Festigungsmaßnahmen bei Rissen, Fehlstellen, hochstehenden Papierteilen sowie brüchigen Papieren können im Vorfeld nicht durchgeführt werden.
- Weder Materialverlust noch weitere Schäden oder Materialbruch dürfen durch die maschinelle Bearbeitung verursacht werden.
- Jegliche Farbabtragung an Eintragungen und Kolorierungen muss so gering wie möglich gehalten werden.
- Prägestempel und Plattenränder dürfen in ihrer eindeutigen Erkennbarkeit nicht beeinträchtigt werden.
- Für jede Schadensgruppe müssen vor der Reinigung eindeutige Maschinenparameter festgelegt sein, die für den maschinellen Durchlauf mit geringem Aufwand einstellbar sind.

Arbeitsweise der Reinigungsanlage

Die entwickelte Reinigungsanlage realisiert die beidseitige Reinigung der Karten durch zwei analog aufgebaute und arbeitende Reinigungsmodulare, die hintereinander geschaltet sind. Das Reinigungsprinzip beruht auf der reibungsfreien Abnahme der Feinststaubpartikel mittels einer elektrostatisch aufgeladenen Folie, die schlupffrei auf das Original aufgebracht und scharfkantig wieder vom Original abgehoben wird. Die starke negative Aufladung der Folie ermöglicht das Abheben und die Fixierung der positiv geladenen Staubpartikel von der ebenfalls negativ polarisierten Papieroberfläche und ihren gefahrlosen Abtransport. Die Abhebung der Staubablagerungen erfolgt schichtweise überwiegend in Monolagen der Partikel (Abb. 6). Bei starken Verschmutzungen - dabei handelte es sich um mehrlagige Staubschichten - können die Originale mehrmals hintereinander gereinigt werden.

Die Kartenreinigungsanlage besteht im Wesentlichen aus folgenden Komponenten (Abb. 7 und 8):

- Laufbänder für den Transport der Karten: 1 – 4 – 5 – 8.
- Ansaugeneinheiten zum Fixieren und Planlegen der Karten auf dem Laufband: 2 – 7.
- Antriebseinheiten mit aufeinander abgestimmten und synchron laufenden Transportwalzen: 9.
- Folienvorschubeinheiten: 10.

- Reinigungsmodulare, in denen mit einer entsprechend ausgerüsteten Folie aufliegende Staubpartikel und auch Verschmutzungen im Papier ohne mechanische Belastung der Objekte von den Oberflächen abgenommen werden können: 3 – 6.

- Absaugeneinheiten: 11
Für den risikolosen Prozessablauf ist die Anlage mit einer Vor- und Nachlaufstrecke (1 und 8) von je zwei Meter Länge ausgestattet (Abb. 8).



Abb. 7c: Kartenreinigungsanlage Gothana. 1) Laufband, Vorlauf, 2) Ansaugeneinheit 1, 3) Reinigungsmodul 1, 11) Absaugsystem.

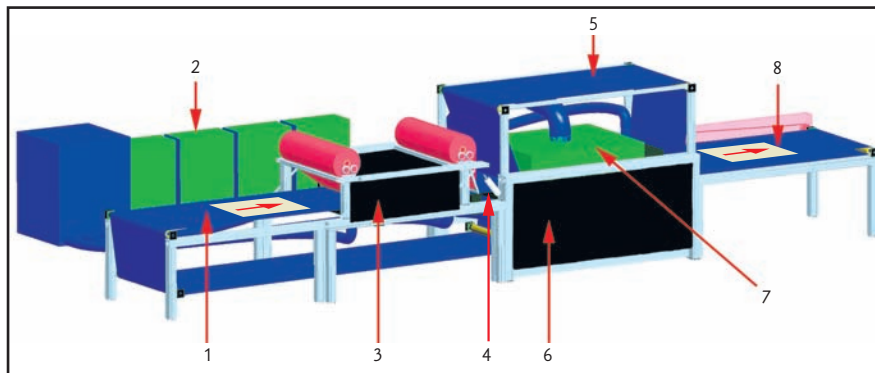


Abb. 8: Schema der Kartenreinigungsanlage.

1) Laufband, Vorlauf, 2) Ansaugeneinheit 1, 3) Reinigungsmodul 1, 4) Laufband, 5) Laufband, 6) Reinigungsmodul 2, 7) Ansaugeneinheit 2, 8) Laufband, Nachlauf.

Technische Daten

- Nutzbare Bandbreite: 1000 mm
(maximale Breite der zu bearbeitenden Karten)
- stufenlos regelbare Bahngeschwindigkeit: 0,2 bis 4 m/min.
(das entspricht einer Reinigungskapazität von 12 bis 240 Karten pro Stunde mit einem maximalen Format von 1000×1500 mm.)
- Arbeitshöhe: 900 mm
- Vor- und Nachlaufstrecke: je 2 m
- Länge der Gesamtanlage: 8 m
- Breite der Gesamtanlage: 1,5 m
(ohne Absauggebläse)
- Höhe der Gesamtanlage: 1,75 m

Anlagenausstattung

- Synchronisierte Geschwindigkeit der Laufbänder, wodurch ein Verrutschen der Karten zuverlässig vermeidbar ist.
- Ausschwenkbare Reinigungsmodulare; damit können bei Störungen Karten weitestgehend risikolos aus der Anlage entnommen werden.
- Sicheres Fixieren und Planlegen der Karten durch Ansaugeneinheiten, bis sie gefahrlos aus der Anlage entnommen werden können.
- Not-Aus-Schalter, die in Havariefällen den sofortigen Stillstand der Laufbänder bewirken.
- Sichere Bedienung durch mechanisch arbeitende Konstruktionselemente und Baugruppen, die einer Blockade ausweichen oder nachgeben.

Elektrostatische Staubabnahme von historischen Landkarten und Dokumenten am Beispiel des Kartenbestandes Justus Perthes der Universitäts- und Forschungsbibliothek Erfurt/Gotha

Qualitätssicherung

Restbelastung

Für die Sicherung der Behandlungsqualität soll jede 200ste Karte nach dem Maschinendurchlauf auf die verbliebene Feinstaub-Kontamination untersucht werden. Die Messungen erfolgen in einer eigens für die Qualitätssicherung entwickelten Messkammer, in der die Bewegung einer Karte bei normaler bibliothekarischer Benutzung simuliert wird. Der dabei an das Luftvolumen abgegebene Staub wird mit einem geeigneten Messgerät gemessen und die Reststaubbelastung der Karten ermittelt.

Medienstabilität

Zur Überprüfung der Stabilität von Farb- und Schreibmedien auf den Kartenoberflächen, wurden in Zusammenarbeit mit der Firma Stabilo International GmbH in Heroldsberg Testblätter entwickelt (Abb. 9 und 10). Zur Herstellung der Testblätter werden auf ausgewählte Papierträger unterschiedlichste Beschreibstoffe von Bleistift bis zu Pastellfarben mit einer definierten Auftragsintensität maschinell aufgetragen. Die Beschreibmedien wurden so ausgewählt, dass sie denen auf den originalen Karten so ähnlich wie möglich waren. Beim Durchlauf durch die Kartenreinigungsanlage lassen sich auf Grund der vorgegebenen Abnahmeempfindlichkeit der Testmedien reproduzierbare Abtragungsraten ermitteln. Die Resultate lassen sich auf das Originalmaterial übertragen, womit das Behandlungsrisiko gut abschätzbar wird. Durch die Testblätter ließ sich nachweisen, dass selbst ein abkreibender Pastellstift des Typs Carbo-

thello der Marke Stabilo nur geringfügige Verluste des Farbauftrags erleidet, weil von den aufliegenden Partikeln überwiegend nur die oberste Lage abgenommen wird (Abb. 6). Die Abtragung ist bei einem einmaligen Durchlauf visuell nicht erkennbar. Durch den schlupffreien Lauf von Laufband mit Originalobjekt und elektrostatischer Folie kann auch ein Verschmieren abkreibender Farbmedien ausgeschlossen werden. Die Testblätter werden im laufenden Anlagenbetrieb für Funktionstests zum Austesten geeigneter Reinigungsparameter für Originalkarten und zur kontinuierlichen Qualitätsprüfung des Systems eingesetzt.

Betriebsergebnisse

Die eingehenden Funktionsprüfungen des Systems mit Testblättern und Dubletten aus dem Kartenbestand konnten nachweisen, dass alle an die Entwicklung der Anlage gestellten technischen und restauratorischen Anforderungen umfassend erfüllt werden. Die Reinigungsanlage kann Feinstaubpartikel mit Größen von $>10 \mu\text{m}$ bis deutlich unter $0,1 \mu\text{m}$ abtragen.

Über den mit den Bibliotheksverantwortlichen ursprünglich vereinbarten Anforderungskatalog hinaus ist das Reinigungssystem geeignet, eine Oberflächenreinigung empfindlicher Objekte zu erzielen, wobei diese weder mechanisch belastet werden, noch mit abreibenden oder radierenden Medien in Berührung kommen. Mit der elektrostatischen Folie lassen sich auch starke, mehrlagige Schmutzablagerungen abtragen (Abb. 11 und 12 v, n). Bei sehr starken Verschmutzungen kann die Schmutzabtragung durch mehrere Durchläufe optimiert werden,

womit die Lesbarkeit von behandelten Motiven deutlich verbessert werden kann.

Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen der Folien nach der Behandlung zeigen, dass bei sehr kleinen Partikelgrößen auch mehrere Lagen der Staubschicht in Form von Agglomeraten abgehoben werden (Abb. 13). Die Röntgenmikroanalyse von Staubeilchen zeigte, dass es sich im Wesentlichen um Ablagerungen von Aluminiumsilikaten handelt. Das Spektrum der Röntgenmikroanalyse (Abb. 14) zeigt zusätzlich die Präsenz von Titan an, weil die Folie mit Titandioxid ausgerüstet ist, damit sie für die übliche technische Anwendung ausreichend opak ist.

Beim Einfahren des Prototyps der Anlage ließ sich zeigen, dass der Prozess weder Plattenränder (Abb. 15v, n) noch Prägungen (Abb. 16v, n) der Trägermaterialien verändert. Beschriftungen oder Farbaufträge werden durch die Reinigung nicht beeinträchtigt und können je nach Empfindlichkeit mindestens zwei, fallweise auch mehrere Reinigungsdurchläufe problemlos überstehen (Abb. 16v, n). Dies gilt mit der Einschränkung, dass keine kreidigen Farbaufträge vorhanden sind. Die Lesbarkeit einzelner Linien oder die Wiedergabe von Kolorierungen wird durch die Reinigung nicht beeinträchtigt. Damit bleibt die Lesbarkeit von Eintragungen uneingeschränkt gewahrt.

Mechanisch geschädigte Papiere lassen sich unproblematisch mit der Anlage behandeln – zusätzliche Schäden treten nicht auf. Auch vorhandene alte Reparaturen, mittels z.T. nur noch bedingt haftenden Klebebändern, erleiden keine Veränderungen.



Abb. 9: Testblatt, entwickelt mit der Firma Stabilo International, Heroldsberg.
Farbaufträge von links nach rechts:
Bleistifte der Stärken H, HB und B der Marke Stabilo,
Pastellstift Carbothello rot der Marke Stabilo,
Farbstifte FA5 blau, grün, rot, gelb und schwarz der Marke Stabilo.

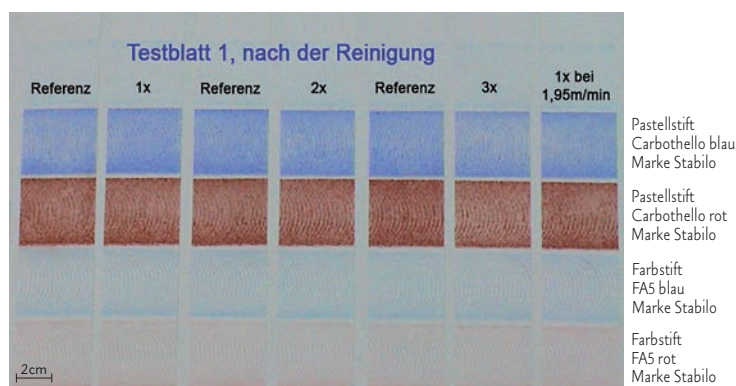


Abb. 10: Testblatt 1 mit den Farbaufträgen Carbothello Pastellstift rot und blau. Das Blatt wurde in Streifen zerschnitten. Es erfolgten drei Reinigungsdurchläufe. Zwischen den Streifen 1/2 (1 Durchlauf), 1/4 (2 Durchläufe) und 1/6 (3 Durchläufe) liegt zum Vergleich jeweils eine Referenz. Die Teststreifen zeigen deutlich, dass selbst nach dem zweiten Durchlauf keine sichtbare Veränderung bei den Farbaufträgen zu sehen ist. Erst nach dem dritten Durchlauf wird eine deutliche Veränderung erkennbar.

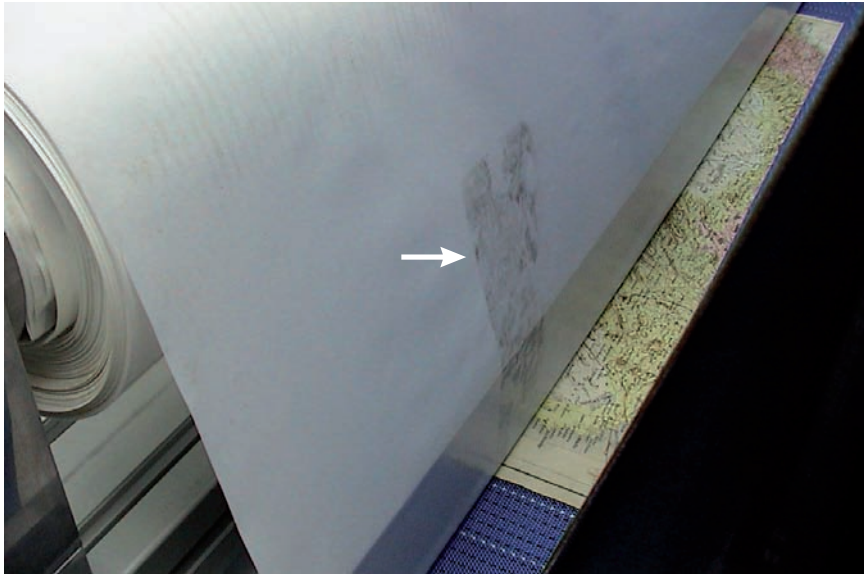


Abb. 11: Ansicht der Folie mit abgetragenem Oberflächenschmutz (Pfeil).

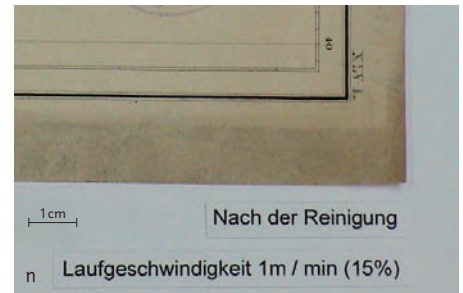
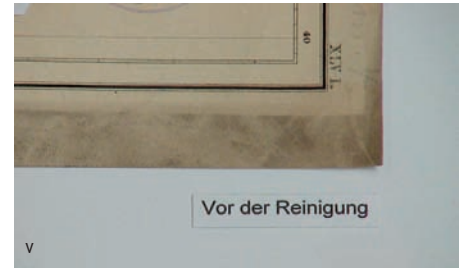


Abb. 12: Oberflächenverschmutzung am Rand der Karte Nr. 547\$111339782 vor (v) und nach der Reinigung (n), die Behandlung erfolgte mit einem Vorschub von 1m/min).

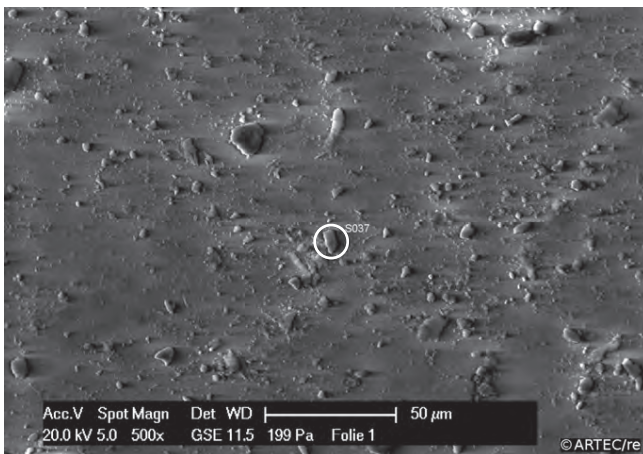


Abb. 13: REM-Aufnahme der auf der Folie anhaftenden Partikel nach einem Reinigungsprozess. Das mit dem weißen Kreis markierte Partikel wurde analysiert (Abb. 14).

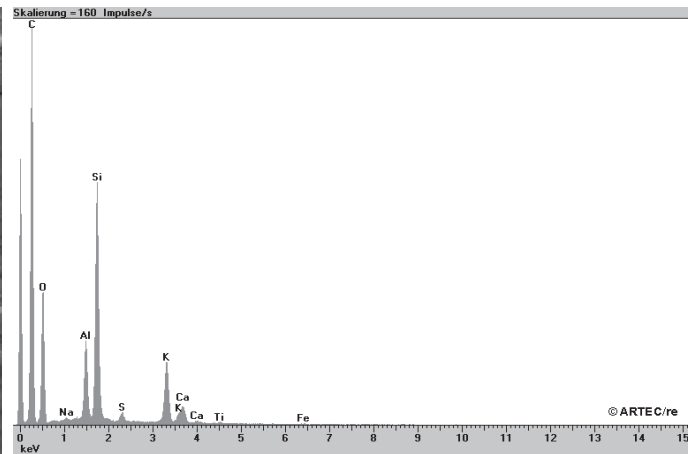


Abb. 14: EDX-Spektrum des markierten Partikels aus Abb. 13. Hauptelemente sind Aluminium, Silizium, Kalium und Calcium.



Abb. 15: Plattenrand der Karte Nr. 547\$111339596 vor (v) sowie nach der Reinigung (n). Der Plattenrand bleibt unverändert erhalten. Die handschriftlichen Eintragungen bleiben ebenfalls unverändert.

Elektrostatische Staubabnahme von historischen Landkarten und Dokumenten am Beispiel des Kartenbestandes Justus Perthes der Universitäts- und Forschungsbibliothek Erfurt/Gotha



Abb. 16: Prägestempel der Karte Nr. 547\$11133960X vor (v) und nach (n) dem Durchlauf durch die Reinigungsanlage.

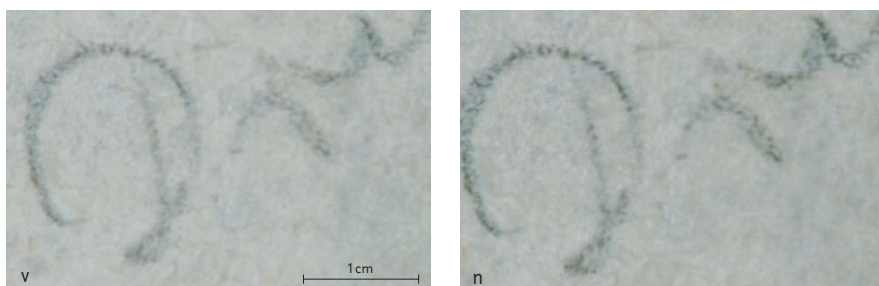


Abb. 17: Handschriftliche Eintragung mit Bleistift auf Karte Code-Nr. 547\$111339561 vor (v) und nach (n) dem Durchlauf durch die Reinigungsanlage (ca. 20-fache Vergrößerung).

Messung der Reinigungsleistung

Der Nachweis der Reinigungsleistung der Anlage und der Reduzierung der Feinstäube auf ein akzeptables Maß, den Anforderungen der gesetzlichen Bestimmungen entsprechend, erfolgt in einer eigens dafür entwickelten und konstruierten Messkammer (Abb. 18) durch ein spezielles Feinstaubmessgerät (Abb. 19). Die Messung erfolgt dadurch, dass die Karte in eine Schiene (1) sicher eingespannt (Abb. 20) und in eine benutzungsähnliche Bewegung versetzt wird. Dadurch fallen die Partikel von der Oberfläche des Originals ab und befinden sich im Luftraum um das Original. Sie bewegen sich im Luftstrom und entsprechend der Schwerkraft nach unten. Das Messgerät befindet sich am Ende eines mit einem Gitter (2) abgedeckten Trichters (3) am Boden der Messkammer. Die Raumluft der Messkammer wird mittels Unterdruck durch einen Ventilator von oben nach unten durch die Messkammer gesaugt, wobei die

von außen angesaugte Luft mit einem Feinstfilter (4) gereinigt wird. Im Austrittsluftstrom (5) wird die mit Partikeln beladene Luft durch das Partikelmessgerät geführt und dabei die Anzahl und die Größe der Partikel kontinuierlich gemessen. Während der Bewegung der Karte wird die Messung für eine Minute durchgeführt, wobei in dieser Zeit ein mehrfacher Luftwechsel in der Messkammer stattfindet, der gewährleistet, dass alle Partikel erfasst werden. Gemessen wurden Partikel im Bereich von $0,1$ bis $100\mu\text{m}$. Die Auflösung der Messbereiche beträgt $>0,3$ und $<10\mu\text{m}$. Ein typisches Messergebnis für die Partikelkonzentration in der Raumluft einer gereinigten Karte liegt bei $0,08\text{ mg/Nm}^3$. Die Messungen der Feinstäube auf den Karten lieferten durchgehend Werte, die weit unterhalb der vorgeschriebenen Maximalen Arbeitsplatzkonzentration (MAK) von 4 mg/Nm^3 liegen. Damit können die Karten nach der Reinigung für eine weitere Benutzung freigegeben werden.

Zusammenfassung

Die erzielten Betriebsergebnisse der Kartenreinigungsanlage seit ihrer Aufstellung durch die Autoren im Juni 2008 sind ausgezeichnet. Sie übertreffen die ursprünglichen Erwartungen bei Weitem. Nach Angaben des Auftraggebers wurden bis Ende 2009 etwa 80 000 Originalkarten gereinigt, die damit der Erschließung und wissenschaftlichen Bearbeitung sowie der Benutzung zugeführt werden können. Schäden an Originalmaterialien durch Bedienungsfehler oder technisches Versagen der Anlage liegen im einstelligen Promillebereich. Die Anlage hat bei einem typischen Einschichtbetrieb eine Nettoleistung von ca. 1000 Karten pro Tag.

Für die Reinigungstechnik gibt es vielseitige Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Oberflächenreinigung von Papier, insbesondere bei der Behandlung sehr fragiler Oberflächen, etwa großformatiger Tapeten oder für die gefahrlose Reinigung von biologisch kontaminiertem Material. Auch die Oberflächenreinigung und Entstaubung von Textilien würde sich als weiterer Anwendungsbereich für ein solches System anbieten.

Entscheidend ist die mechanisch unbedenkliche Abnahme von Partikeln von empfindlichen Oberflächen, die nicht durch abrasive Medien oder Kompressen verändert werden dürfen. Das Auftreten von inhomogenen Reinigungsergebnissen lässt sich mit dem System weitestgehend ausschließen. Für die Zukunft wäre eine Weiterentwicklung der Methodik zu einem deutlich verkleinerten halbautomatischen Prozess denkbar, der für die kostengünstige Verarbeitung kleinerer Bestände geeignet sein würde.



Abb. 18: Messeinheit gesamt. 1) Halteschiene Karten, 2) Abdeckgitter, 3) Trichter, 4) Feinstfilter Ansaugluft, 5) Messeinheit Partikel.



Abb. 19: Messgerät AMA 0.3/10.

Literatur

Cowan, J., Guild, S.
Dry methods for surface cleaning,
Paper Technical Bulletin 11,
Canadian Conservation Institute, Ottawa (2001).

Demhardt, I. J.
Der Erde ein Gesicht geben. Petermanns Geographische Mitteilungen und die Anfänge der modernen Geographie in Deutschland, Gotha (2006).

Hackney, S., Townsend, J., Eastlaugh, N. (eds)
Dirt and pictures separated, United Kingdom Institute for Conservation of Historic and Artistic Works – Conference jointly UKIC and Tate Gallery, London (1990).

Laube, S.
Eine Metropole der Untergrundstudien – Das Gothaer Forschungszentrum zur historischen Kulturwissenschaft. Frankfurter Allgemeine Zeitung, 30.09.2009, Nr. 227, S. N 5.

Noehles, M.
Die Kunst des Radierens – Radiermittel im Überblick, PapierRestaurierung 3 (2002): 22–28.

Phenix, A., Burnstock, A.
The deposition of dirt: A review of the literature, with scanning electron microscope studies of dirt on selected paintings, in: Dirt and pictures separated, S. Hackney, J. Townsend, N. Eastlaugh (eds), UKIC, London (1990): 11–18.

Reikow-Räuchle, M., Banik, G., Becker, E., Ernst, E., Krienbrink, Ch.
Entstaubung planliegender Papierobjekte: Eine neue automatisierte Methode, Dust removal from flat paper items: A new automated method, Poster Abstract, in: Preprints to the XI IADA Congress, Vienna (2007): 72.



Abb. 20: Messkammer. 1) Halteschiene Karten, 4) Feinstfilter Ansaugluft.

Schlussbemerkung

Die Entwicklung und konstruktive Umsetzung der Kartenreinigungsanlage erfolgte durch Becker Systems im Auftrag der Universität Erfurt. Das Vorhaben wurde mit Mitteln der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) Projekt 23000-45 gefördert. Das Projekt wurde intensiv und erfolgreich durch einen Projektbeirat, dem Ulrike Hähner, Monika Kahl und Barbara Kunze angehören, fachlich und wissen-

schaftlich unterstützt und begleitet.

Zur Zeit (2. Quartal 2010) wird geprüft, ob eine Weiterentwicklung des Verfahrens zu einer halbautomatischen Reinigungsanlage in Tischgröße im Rahmen eines weiteren DBU-Projekts möglich ist. Neben der reinen Staubabnahme soll in Kooperation mit Forschungseinrichtungen und potentiellen Anwendern geprüft werden, ob auch Schimmelsporen wirksam entfernt werden können.

Dieses Projekt wird
gefördert durch
die Deutsche
Bundesstiftung Umwelt,
Projekt Nr. 23000-45.

