

Die Bachiana der Sing-Akademie zu Berlin – Konservierung und Restaurierung

Projektnummer: PSR.0065

Projektzeitraum 2008 - 2012

Abschlussbericht: Dipl.-Rest. D. Schönbohm; A. Fischer; Dr. M. Kornemann; C. Teuffert.

Projektträger: Sing-Akademie zu Berlin e.V.

Gefördert im KUR-Programm zur Konservierung und Restaurierung von mobilem Kulturgut



Finanzierung des Eigenanteils: Fondation Charidu

Inhalt

1. Allgemeine Projektbeschreibung.....	3
2. Die Sing-Akademie zu Berlin und ihr Archiv	3
3. Digitalisierung und Erfassung des Bestandes	4
4. Einheitliche und vergleichbare Restaurierungsleistungen	4
5. Buchrestaurierung	5
6. Papierrestaurierung	7
7. Aktivierbare Sicherungspapiere.....	7
8. Übertragung der Ergebnisse in die restauratorische Praxis	9
9. Tintenfraßbehandlungen	9
10. Anwendung an einem Probeobjekt.....	10
11. Röntgenfluoreszenzanalysen	12
12. Bewertung der Ergebnisse.....	15
13. Präventive Anwendung der Calciumphosphat-Calziumbicarbonat-Badbehandlung	15
14. Dokumentationsform Datenbank.....	16
15. Ausstellung	18
16. Zusammenfassung	20

Projektmitarbeiter:

Ehrenamtliche Leitung: Dr. Matthias Kornemann, Axel Fischer
Leitender Restaurator: Dipl.-Rest. Dirk Schönbohm (freiberuflich)
Restauratorin: Cordula Teuffert (freiberuflich)
Verwaltung: Cornelia von Hammerstein

Kooperationspartner:

Bach-Archiv Leipzig (PD Dr. habil. Peter Wollny, Dr. Uwe Wolf)
Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz (Dr. Martina Rebmann,
Prof. Dr. Everardus Overgaauw)
Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart (Prof. Dr. Gerhard Banik,
Prof. Dr. Irene Brückle, Dipl.-Rest. Anais Ott)
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (PD Dr. Oliver Hahn)
Bruker Nano Analytics GmbH Berlin (Dr. Roald Tagle)
Villa Grisebach Berlin (Bernd Schultz)

Auftragnehmer:

MIK-Center Berlin: Digitalisierung
Vendulka Cejchan M.A., Berlin: Buch- und Papierrestaurierung
Atelier Caney Siedler, Berlin: Buchrestaurierung
Dipl.-Rest. Meike Mentjes, Berlin: Papierrestaurierung
Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH, Graz: Datenbank
Friederike Zobel, Berlin: Ausstellungsorganisation

1. Allgemeine Projektbeschreibung

Die Arbeit des KUR-Projekts „Die Bachiana der Sing-Akademie zu Berlin – Konservierung und Restaurierung“, die sich über eine Laufzeit von vier Jahren erstreckte, verdichtete sich in vier aufeinander bezogenen thematisch-methodischen Komplexen. Den Rahmen bildeten die dokumentierenden Maßnahmen, beginnend mit der Digitalisierung (2008), gefolgt von detaillierten Bestandaufnahmen (2008/2009). Die für die zentralen restauratorischen Arbeiten (2009–2012) entwickelte Dokumentationsform fand schließlich Eingang in das eigens für den Bestand aufgebaute Datenbanksystem. Aus der Bestandaufnahme ergaben sich eindeutige Prioritäten zu restaurierender Objekte. Im Zentrum des Projektes stand die methodische Entwicklung aller Restaurierungsleistungen, die in zwei umfangreichen Auftragsvergaben an externe Restauratoren vermittelt und umgesetzt wurden. Die für diese Vergaben konzipierten und im Verlauf der Arbeiten spezifizierten Restaurierungsleistungen wurden im Hinblick auf ihre Gültigkeit für den Gesamtbestand des Archivs der Sing-Akademie weiterentwickelt. Forschungsschwerpunkte bildeten die Entwicklung wasserarmer Sicherungsverklebungen in Eisengallustintenbereichen sowie die Anwendung eines bestehenden Arbeitsstandards zur Tintenfraßbehandlung und dessen Erweiterung durch Möglichkeiten der physischen Stabilisierung nach der Behandlung. In einer Ausstellung, am Ende des Projektes, in der „Villa Griesebach“ (2011/12), wurden die Ergebnisse des Projekts einer interessierten Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

2. Die Sing-Akademie zu Berlin und ihr Archiv

Die Sing-Akademie zu Berlin gilt als die älteste gemischte Chorvereinigung der Welt. Sie wurde 1791 von Carl Friedrich Christian Fasch (1736–1800), dem zweiten Hofcembalisten Friedrichs des Großen, ins Leben gerufen. In dieser Gründung zeigt sich exemplarisch der von der aufgeklärten Berliner Zivilgesellschaft um 1800 vollzogene Übergang von der höfischen zur bürgerlichen Musikkultur.

Das Archiv der Sing-Akademie zu Berlin umfasst eine der reichsten privaten Musiksammlungen des 18. Jahrhunderts. Der im Wesentlichen von Carl Friedrich Zelter angelegte Bestand galt nach dem Zweiten Weltkrieg als verschollen, bis er 1999 durch ein Forscherteam der Harvard University in Kiew wiederentdeckt wurde. Im Dezember 2001 kehrte die Sammlung unter glücklichen Umständen nach Berlin zurück. In den 241 Kisten befanden sich ca. 264.000 Seiten Autographe, Abschriften und einige seltene Notendrucke – darunter zahlreiche Erstdrucke mit handschriftlichen Widmungen und Anmerkungen.

Das Archiv befindet sich im Privatbesitz der Sing-Akademie zu Berlin und wird derzeit als Depositum in der Musikabteilung der Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz verwahrt. Zwischen 2001 und 2011 wurde es katalogisiert, erforscht und in zahlreichen Aufführungen und Einspielungen einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

Vor allem die Bach-Sammlung macht das Archiv zu einem großen Schatz für die Musikwelt. Sie umspannt einen weiten Horizont musikalischer Familiengeschichte, enthält sie doch Werke von nicht weniger als zwölf Komponisten des Namens Bach. Diese von der Musikwissenschaft summierend als „Bachiana“ bezeichneten Handschriften der Nachwelt zu erhalten, stellt für eine Chorvereinigung eine große Herausforderung dar.



Abb. 1: Eine Kiste und Umschläge aus der Verwahrung des Bestandes in Kiew (links). Die Aufbewahrung seit 2008 in Leinenkassetten und alterungsbeständigen Umschlägen (rechts). Die Umlagerung wurde durch die ZEIT-Stiftung Ebelin und Gerd Bucerius (Hamburg) gefördert.

3. Digitalisierung und Erfassung des Bestandes

Die Digitalisierung der Bachiana wurde restauratorisch vorbereitet, betreut und bei besonders empfindlichen Objekten durch Restauratoren durchgeführt.¹ Das Digitalisierungsprojekt wurde 2008 abgeschlossen. Die 21.197 Digitalisate der Bachiana sind bisher zu einem kleinen Teil im Projekt „Bach Digital“ veröffentlicht.² Sie werden zukünftig auch in der Datenbank der Sing-Akademie zu Berlin über ihre Website zugänglich sein.³

Die detaillierte Bestandserfassung der Bachiana erweiterte die bei der Umlagerung des Bestandes erarbeitete allgemeine Zustandsbeschreibung jeder Signatur um eine blattweise Beschreibung des Zustands. Hierbei wurden Risse und Fehlstellen im Papier, in den Tintenaufragsbereichen des Papiers und Tintenfraßschäden, Beschädigungen der Heftung und Bemerkungen zu Besonderheiten zusätzlich aufgenommen. Zusammen mit den Digitalisaten eröffnete die Bestandserfassung die Möglichkeit, die gewonnenen Daten unabhängig vom Zugang zu den Objekten statistisch auszuwerten. Die Resultate dienen als wichtigstes Hilfsmittel zur Analyse, Konzeption und Planung umfangreicher konservatorischer und restauratorischer Maßnahmen sowie zur Vorbereitung von Einzelrestaurierungen. Alle Daten der Zustandserfassung sind über die Datenbank der Sing-Akademie recherchierbar und werden im Zuge weiterer restauratorischer Arbeiten aktualisiert.

4. Einheitliche und vergleichbare Restaurierungsleistungen

Nach der ersten restauratorischen Erfassung des Gesamtbestandes der Sing-Akademie zu Berlin e.V. im Jahr 2007 wurde deutlich, dass es sich um einen materialtechnologisch recht einheitlichen Bestand handelt. Im Wesentlichen bestehen die ca. 132.000 Blatt aus handge-

schöpften Büttenpapieren des 18. Jahrhunderts, die mit Eisengallustinten beschriftet sind. Sie liegen lose oder in wenigen Varianten der Verarbeitung als geheftetes oder gebundenes Material vor.

Da es nur sehr vereinzelt alte Reparaturen und Restaurierungen im Bestand gibt, sollten zukünftige Restaurierungsleistungen so einheitlich ausgeführt werden, wie es der zurückgewonnene Bestand vorgibt. Die Ergebnisse der einzelnen Restaurierungen sollten auf den gesamten Bestand übertragbar sein. Dies war der grundlegende Ausgangspunkt für Restaurierungsleistungen im KUR-Projekt.

Jeder Arbeitsschritt der Restaurierung bietet vielfältige Varianten individueller Konzeption, Dokumentation, Materialauswahl, Bearbeitungstechnik und Methodik. Am augenfälligsten – auch für Laien – ist beispielsweise das Erscheinungsbild einer Fehlstellenergänzung. Begriffe wie „neutral ergänzt“, „farblich angepasst“, „retuschiert“, „nur gesichert“, sind nicht definiert, und auch mit Kenntnis der dokumentierten Materialauswahl und Beschreibung der Technik sind die resultierenden Ergebnisse uneinheitlich. Das Ziel war es, die Arbeitsschritte und Materialien der Restaurierung soweit zu spezifizieren und zu vermitteln, dass ein einheitliches Ergebnis erreicht wird.

5. Buchrestaurierung

Die Notenhandschriften und Druckwerke der Bachiana (ca. 16.700 Blatt) liegen zum Teil gebunden vor. In Bucheinbänden zusammengefasst sind 13% der Blätter. Daneben ist die häufigste Einbandform die der Notenhefte (Weichbroschuren), die ein- oder mehrlagig, fadengeheftet und mit unterschiedlichen Schmuckpapieren eingebunden sind. Charakteristisch sind Verschmutzungen sowie Risse und Fehlstellen an den Rücken, den Fälzen (Gelenken) und den Deckeln. Die strukturellen Schäden sind auf die Einbandtechnik, die Benutzung und die unsachgemäßen Lagerungssituationen der Vergangenheit zurückzuführen.

Ziel der Restaurierung war es zunächst, die technischen, wissenschaftlichen sowie ästhetischen Ansprüche an eine Restaurierung genauer zu definieren. Die Ergebnisse sollten sammlungsgerecht, objektgerecht, nachvollziehbar, untereinander vergleichbar und auf den Gesamtbestand übertragbar sein. Hierzu wurden Musterrestaurierungen in verschiedenen Techniken und mit verschiedenen Materialien hergestellt.

Die Muster dienten intern zur Schulung und Diskussion mit der Eigentümerin und ihren wissenschaftlichen Vertretern. Parallel wurden Schäden an noch unbearbeiteten Objekten präsentiert, die einer Liste von Fragestellungen zugeordnet waren. Thematisiert wurden u.a. die Oberflächenreinigung, die Dokumentation veränderter Heftfadenverläufe, das Auflösen substanzgefährdender Blockheftungen, das Einlegen von Zwischenlagepapieren und die Ergänzung von Fehlstellen jeder Art. Die dabei gewonnenen Entscheidungen flossen in Endmuster und detaillierte Leistungsbeschreibungen ein und dienten bei der Vergabe von Aufträgen an externe Papierrestauratoren als Referenzen. Die Leistungsbeschreibungen wurden nach Abschluss der Buchrestaurierungen noch einmal im Hinblick auf die Qualität der Restaurierungsergebnisse und die Erfahrungen der unterschiedlichen Restauratoren diskutiert und weiter spezifiziert.



Abb. 2: (links) Zwei Varianten der Rückenergänzung roter Kleisterpapiere in braun und weiß. (rechts) Fünf Varianten der Fehlstellenergänzung in Kiebitzpapieren an Notenheften und einem Buch, von oben nach unten: Restaurierungsmuster nicht verschlossen, Kiebitzpapier als Ergänzung, zwei unterschiedlich braune Büttenpapierergänzungen, naturweißes Büttenpapier als Ergänzung am Buch.

Das Thema der Fehlstellenergänzung soll hier als Beispiel zur Veranschaulichung des Arbeitsprozesses dienen. Fehlstellenergänzungen in farbigen Schmuckpapieren, die als Bezugsmaterial Verwendung fanden, wurden ausführlich diskutiert. Das Spektrum reichte von der Möglichkeit, keine Ergänzung vorzunehmen bis hin zur Retusche auf farblich angepasstem Ergänzungspapier. Aspekte hierbei waren: die konservatorische Notwendigkeit im Hinblick auf die Benutzung im Lesesaal, die Ästhetik (im Spannungsfeld zwischen reinem Informationsträger und der Gestaltung der Notenhefte), die Sichtbarkeit und Nachvollziehbarkeit des Eingriffs auch für Laien (Benutzer), der erforderliche wirtschaftliche Aufwand, das zu erwartende Ergebnis und seine Vergleichbarkeit. Schließlich wurde eine Auswahl von zehn handgeschöpften Büttenpapieren, ungefärbt und in unterschiedlichen Braunschattierungen, für die Fehlstellenergänzungen ausgewählt. In der restauratorischen Umsetzung zeigte sich jedoch, dass Fehlstellen in einem Kleisterpapier mit roter Ornamentik an zwei unterschiedlichen Notenheften in zwei Werkstätten mit farblich sehr differierenden Ergänzungspapieren restauriert wurden. Auch die Verwendung eines der vorgegebenen Ergänzungspapiere an einem sehr bunten Modelldruckpapier blieb eine reine „Geschmacksfrage“. Die Idee einer farblichen Annäherung über eine vorgegebene und limitierte Papierauswahl wurde in Zweifel gezogen und erneut diskutiert. Am Ende stand die Entscheidung, zukünftig ein neutrales, ungefärbtes Ergänzungspapier in drei unterschiedlichen Stärken, d.h. mit unterschiedlicher flächenbezogener Masse, zu verwenden (s. Abb. 2).

Insgesamt wurden 51 Bücher und Hefte restauriert, u.a. Johann Sebastian Bach: Sanctus D-Dur, Magnificat C-Dur. Carl Philipp Emanuel Bach: Passionskantate „Du Göttlicher“, Die Israeliten in der Wüste (Hamburg 1775). Johann Christoph Bach: Geistliches Konzert „Es erhub sich ein Streit“.

6. Papierrestaurierung

Im Bereich der Papierrestaurierung von Handschriften mit Eisengallustintenbeschriftungen lag der Fokus in den letzten Jahrzehnten auf schweren Tintenfraßschäden und den zum Teil neuen konservatorischen und restauratorischen Möglichkeiten, diesen entgegen zu wirken. In der allgemeinen Restaurierungspraxis wurde allerdings bei der Behandlung von Handschriften, die nur leichte oder mittlere Tintenfraßschäden aufwiesen, das Problem der Schädigung der Tinten durch klassische Restaurierungsarbeiten wie Riss- und Fehlstellenschließungen sowie anderen Befeuchtungsvorgängen lange Zeit ignoriert, da weder ein klares Bewusstsein für die Brisanz vieler Eingriffe vorhanden war, noch die nötigen alternativen Techniken und Methoden zur Verfügung standen. Einfache Riss-schließungen in Auftragsbereichen der Tinte wurden häufig mit rein wässrigen Klebstoffsystemen vorgenommen. Die wässrige Durchfeuchtung einer eisenhaltigen Substanz führt in Gegenwart von Sauerstoff zu Rost, die Verbindung von Säure und Eisen führt zur Säurekorrosion. Diese beiden Grundprinzipien können an gealterten Eisengallustinten nachvollzogen werden. Es ist also naheliegend, auf lokale wässrige Befeuchtung zu verzichten, wenn ein Beschreibstoff vorliegt, der sowohl Eisen als auch Säuren enthält. Die Entwicklung einer leicht anwendbaren, wasserarmen und indirekten Applikationsform von Klebstoff und Sicherungspapier war ein Ziel des KUR-Projekts.

7. Aktivierbare Sicherungspapiere

In Kooperation mit dem Fachbereich „Restaurierung von Grafik-, Archiv- und Bibliotheksgut“ der Staatlichen Akademie der Bildenden Künste Stuttgart wurden im Rahmen einer Semesterarbeit vier verschiedene Klebstoffsysteme (Beva 371, Kluacel™, Methocel A4M, Gelatine) in unterschiedlichen Konzentrationen auf vier unterschiedlichen Japanpapieren (Takogami, Kozo K35, RK-0, RK-00) zur trockenen bzw. wasserarmen Verklebung auf Whatman® Filter Paper No. 1 getestet.⁴ Die Sicherungspapiere werden als aktivierbar beschrieben, da sie zunächst mit den Klebstoffen beschichtet werden und trocknen. Anschließend wird Beva 371 mit Wärme, die anderen Systeme mit Ethanol oder Mischungen aus Ethanol und Wasser gequollen und appliziert. Aus den erfolgreichen Klebeversuchen wurden diejenigen ausgewählt, die die wasserärmste Applikationsmethode ermöglichten und nach der Trocknung ein optisch befriedigendes Ergebnis erzielten. Sie wurden in einem Behandlungskatalog mit Musterverklebungen auf stark geleimten Büttenpapieren zusammengefasst bewertet. Beva 371 schied aufgrund starker Glanzbildung als Klebstoff aus und Gelatine ergab unter den Applikationsbedingungen keine ausreichend haltbare Verklebung.⁵ Die Celluloseether und deren Mischungen in unterschiedlichen Konzentrationen sind jedoch für die Riss- und Fehlstellensicherung sehr gut anwendbar (s. Abb.3).



Abb. 3: SA 5166, Johann Christoph Bach: Es erhob sich ein Streit („Alt-Bachisches Archiv“). (links) Fehlstellen und Risse im Falzbereich einer Lage. (rechts) Musterrestaurierung: Riss- und Fehlstellensicherungen mit aktivierbarem Japanpapier (RK-00, Kozo K 35).

Für die Verklebung von Rissen ist Japanpapier traditionell und bis heute das am besten geeignete Papier, da es sehr flexibel und auch in sehr leichter, zum Teil transparenter Qualität haltbare und optisch ansprechende Verklebungen ermöglicht. Für Fehlstellenergänzungen gilt dies ebenso – gleichwohl wird hier häufig Büttenpapieren der Vorzug gegeben, da es eher der Originalsubstanz europäischer Papierherstellung entspricht.

Die Beschichtungsmethode für das aktivierbare Japanpapier wurde mit dem Ziel, eine weitere Variante der wasserarmen Verklebung für Fehlstellenergänzung zu erreichen, auf Versuchsreihen mit zehn handgeschöpften Büttenpapieren übertragen. Als weitere Referenz zur Einschätzung der erzielten Haltbarkeit wurden alle Proben auch mit Weizenstärkekleister ausgeführt und im Zusammenhang mit den Ergebnissen für aktivierbare Japanpapiere bewertet. Die Ergebnisse zeigten, dass die meisten Proben keine ausreichend haltbare Verklebung erzielten. Die erfolgreichen Verklebungen dieser Versuchsreihen sind nicht ohne weiteres reproduzierbar und auf andere Büttenpapiere übertragbar, da die Ausrüstung handgefertigten Büttenpapiers zu stark variiert. Insbesondere die unterschiedliche Leimung der Papiere macht eine Einschätzung der optimalen Beschichtungsstärke und Klebstoffkonzentration für ein individuell gewähltes Büttenpapier in der Praxis unmöglich. Die erfolgreichen Versuche zeigen allerdings, dass bei Einsatz eines Büttenpapiers konstanter Zusammensetzung Applikationsformen und Klebstoffkonzentrationen erarbeitet werden können, die haltbare Ergebnisse erzielen. Für die Anwendung im Projekt wurden aus den genannten Gründen beschichtete Japanpapiere verwendet.

8. Übertragung der Ergebnisse in die restauratorische Praxis

Analog zum Arbeitsprozess der Buchrestaurierung wurden Musterrestaurierungen hergestellt, die der projektinternen Diskussion und Entscheidungsfindung dienten. Auf Grundlage der methodischen Arbeit und der Muster wurde eine detaillierte Leistungsbeschreibung erstellt. Im Zuge der Auftragsvergabe wurden diese Inhalte vorgestellt, erklärt und die Anwendung der neuen aktivierbaren Japanpapiere demonstriert. Für die umfangreichen Arbeiten in externen Werkstätten wurden drei unterschiedliche beschichtete Japanpapiere in großen Mengen hergestellt, die in der Bearbeitung zur Verfügung gestellt wurden und alleiniger Verwendung fanden.⁶ Die Verwendung anderer Klebstoffsysteme wurde ausgeschlossen. Es wurden 18 Varianten der Verwendung der Papiere in unterschiedlichen Schadenskategorien zugelassen.⁷ Die Ergebnisse waren sehr zufriedenstellend und die Methodik wurde als besonders anwendungsfreundlich bewertet (s. Abb. 4).

Insgesamt wurden 5742 Blatt restauriert, u.a. Carl Philipp Emanuel Bach: Matthäus-Passion 1769, Johannes-Passion 1776, Lukas-Passion 1779, Markus-Passion 1770, Lukas-Passion 1771. Johann Sebastian Bach: Dreyfacher Canon mit 6 Stimmen BWV 1076, Canon a 6 BWV 1076, Canon perpetuus. Concordia discor. BWV deest. Wilhelm Friedemann Bach: Dreyfacher Kanon mit 6 Stimmen Fk deest.



Abb. 4: Restaurierung aus der Auftragsvergabe. SA 25, Carl Philip Emanuel Bach: Matthäus-Passion (1777). Fehlstelle und Papierschwächung im Kantenbereich (links). Kantenstabilisierung mit RK-00, beidseitig verklebt und Fehlstellenergänzung mit Kozo K35 beidseitig verklebt (rechts).

9. Tintenfraßbehandlungen

Die Behandlung von Tintenfraßschäden auf Papier unter Verwendung von Calciumphytat, das eine Komplexierung freier Eisenionen bewirkt und damit den weiteren Zerfall schwerstgeschädigter Tinten aufhalten kann, ist erstmals 1995 wissenschaftlich beschrieben worden.⁸

Seither wurde das Verfahren systematisch weiterentwickelt und mündete schließlich in die Beschreibung eines Arbeitsstandards zur Calciumphytat-Calziumbicarbonat-Badbehandlung.⁹ Im KUR-Projekt sollten die Möglichkeiten für eine Anwendung dieses Arbeitsstandards im Bestand der Sing-Akademie ausgelotet werden und die im Standard nicht enthaltene physische Stabilisierung von Objekten durch Kaschierung Anwendung finden.

An unterschiedlichen Proben aus historischen Büttenpapieren des 19. Jahrhunderts wurde eine Versuchsreihe zur Kaschierung nach einer Calciumphytat-Calziumbicarbonat-Badbehandlung gestartet. Hierbei standen vornehmlich Möglichkeiten des Klebstoffauftrags und der Zeitpunkt der Kaschierung (vor oder nach der Trocknung des Objekts) im Fokus der Restauratoren. Die Verwendung vorbeschichteter Kaschierpapiere (Berlin-Tissue und RK-00, analog zur Riss- und Fehlstellenschließung mit aktivierbaren Japanpapieren) zeigten sehr gute Ergebnisse. Dieses Vorgehen weicht jedoch vom Arbeitsstandard ab, da die Bearbeitungseinheit aus Vlies und Objekt bei der Calciumphytat-Calziumbicarbonat-Badbehandlung bis zur vollständigen Trocknung nicht geöffnet wird. Eine Anwendung an trockenen Proben mit aktivierbarem Kaschierpapier unter Verwendung von Ethanol-Wassermischungen in Sprühapplikation erbrachte ein gutes Ergebnis.

10. Anwendung an einem Probeobjekt

Zur Anwendung an einer Notenhandschrift wurde zunächst ein Probeobjekt ausgewählt, das zum einen schwere Tintenschäden aufwies und zum anderen musikhistorisch für den Bestand von nachrangiger Bedeutung ist (Jan Křitel Vaňhal: Sinfonie B-Dur, SA 2514). Das Papier dieses Objekts ist – im Vergleich zu Briefpapieren und Akten der Zeit – sehr stark und fest. Es besteht aus zwei aufeinander gegautschten dünnen Papiervliesen (Abb. 5). Diese charakteristische Eigenschaft des Notenpapiers erklärt sich durch seine Verwendung zum praktischen Musizieren, denn die Aufstellung auf Notenpulten erfordert eine hohe Stabilität der Blattstruktur. Aus dieser Beobachtung konnte bereits vor der eigentlichen Risikobewertung über Benetzungsproben ein Risiko für die geschädigten und verlustbedrohten Tintenbereiche im Papier abgeleitet werden, da an sie angrenzend ein sehr starres und voluminöses Papier vorliegt.

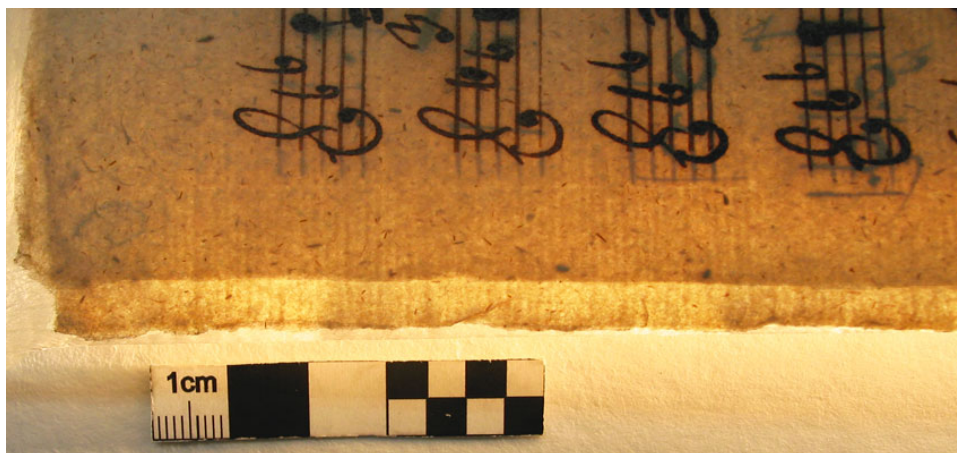


Abb. 5: Detail aus SA 2514, fol. 3, Jan Křitel Vaňhal: Sinfonie B-Dur. Zusammensetzung des Papiers aus zwei dünnen aufeinander gegautschten Papiervliesen, zu Erkennen in den durchleuchteten Randbereichen.

Die Kaschierungen wurden im 1. Probeblatt abweichend vom Arbeitsstandard nass ausgeführt und im 2. Blatt nach dessen Trocknung. Die Ergebnisse nach der Behandlung des ersten Blattes zeigten eine Zunahme von Haarrissen und Mikrofehlstellen. Diese wurden auf die starke Verwellung des Objekts beim Befeuchtungsvorgang zurückgeführt, können aber auch beim für die nasse Kaschierung notwendigen Abheben des Vlieses von der Behandlungseinheit entstanden sein. Durch die Verlängerung der schrittweisen Befeuchtungsvorgänge und die Kaschierung nach der Trocknung konnte die Haarrissbildung im 2. Blatt reduziert werden, zusätzliche Mikrofehlstellen bildeten sich nicht (s. Abb. 6 u. 7).



Abb. 6: Detail aus der Kartierung von Haarrissen in SA 2514, fol. 3 u. 4, Jan Křitel Vaňhal: Sinfonie B-Dur. Gelbe Pfeile: Haarrisse im Vorzustand, rote Pfeile: neue Haarrisse nach der Behandlung.

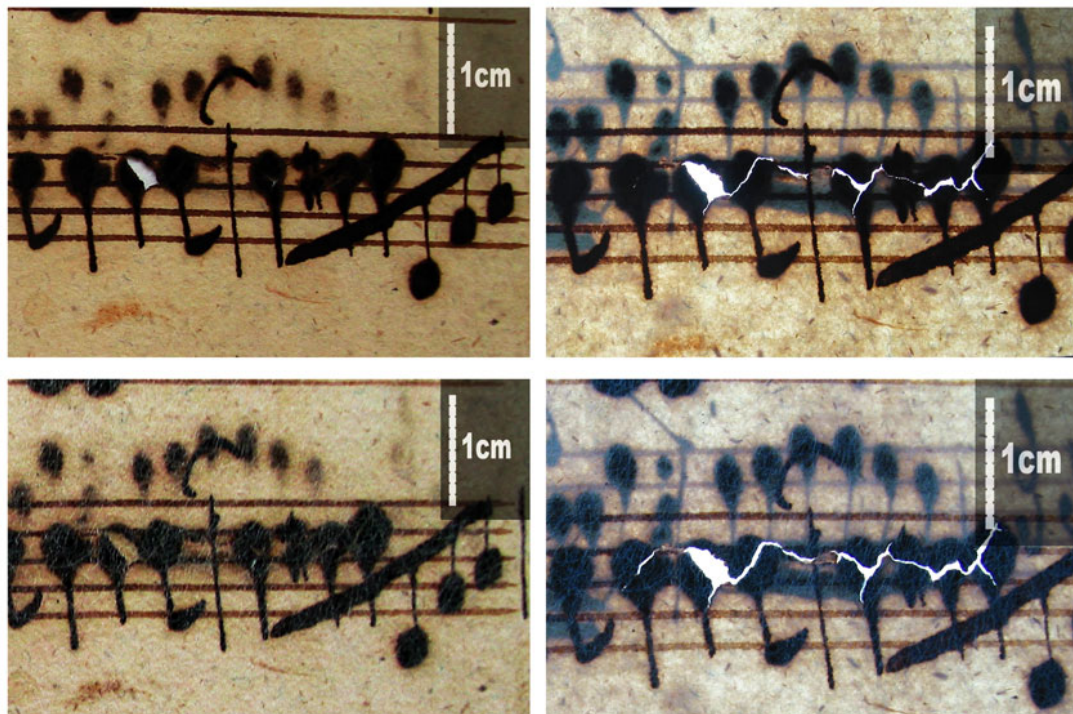


Abb. 7: Details aus SA 2514, fol. 1 u. 2, Jan Křitel Vaňhal: Sinfonie B-Dur. Oben: Auflichtaufnahme einer Fehlstellen- und Rissbildung durch Tintenfraß (links) und Durchlichtaufnahme (rechts). Unten: Auflichtaufnahme desselben Details (links) und Durchlichtaufnahme (rechts) nach der Restaurierung. In der Gegenüberstellung wird zum einen die Oberflächenveränderung durch die Kaschierung sichtbar, zum anderen eine geringfügige Veränderung des Rissverlaufs nach der Tintenfraßbehandlung.

Die Kaschierung erschien jedoch deutlich weniger transparent und leicht „milchig“. Dies ist auf den nicht vollständig gequollenen und in die Papieroberfläche eingedrunghenen Klebstofffilm sowie auf die Verteilung des Pressdrucks zurückzuführen.¹⁰ Durch eine schrittweise lokale Befeuchtung und manuelle Glättung der Kaschierung verbesserte sich dieses Ergebnis deutlich (s. Abb. 8).

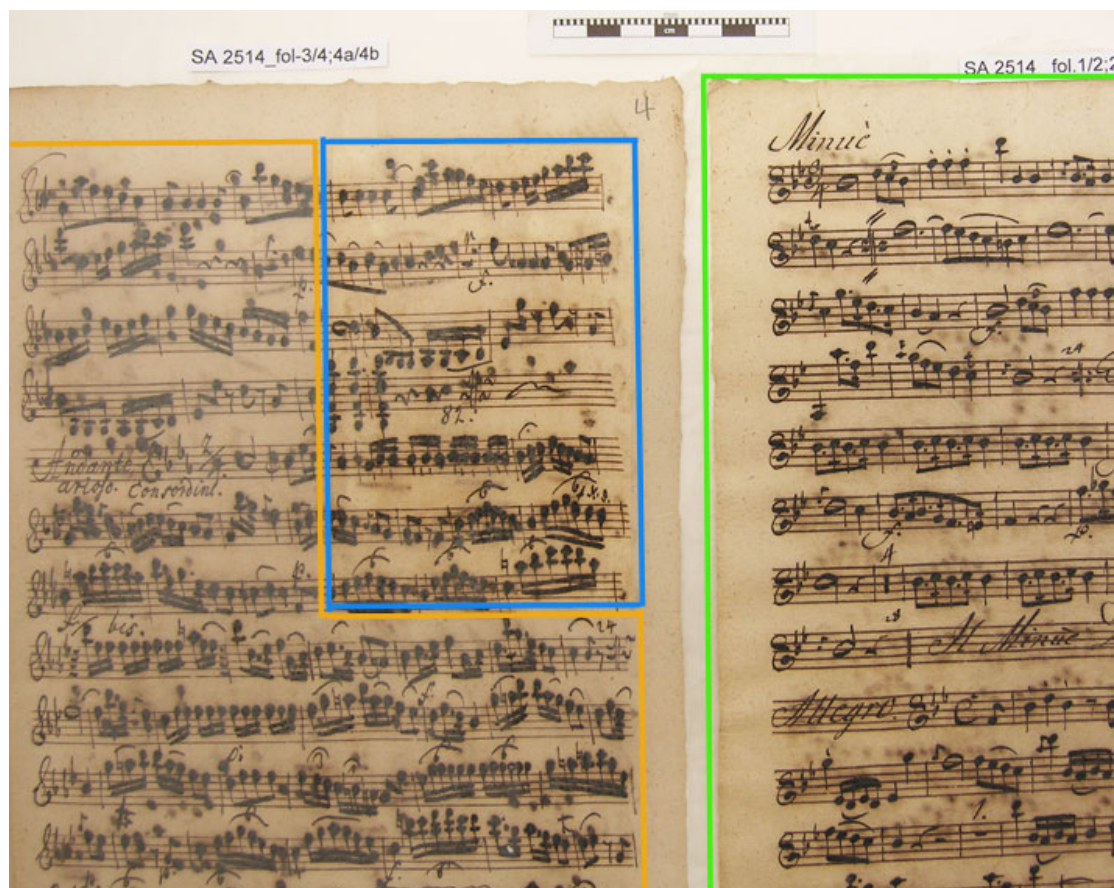


Abb. 8: Gegenüberstellung fol. 1 u. 2 (rechts) und 3 u. 4 (links) aus Jan Křitel Vaňhal: Sinfonie B-Dur. Grün umrandet: die nasskaschierte Oberfläche (fol. 1 u. 2). Orange umrandet: das opake Ergebnis der „trockenen“ Kaschierung mit aktivierbarem Berlin-Tissue. Blau umrandet: der lokal nachgefeuchtete und manuell geglättete Bereich, der dem Ergebnis der nassen Bearbeitung (grün) sehr ähnlich ist.

11. Röntgenfluoreszenzanalyse

Vor jeder Badbehandlung wurde mittels Mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse die Tintenzusammensetzung bestimmt.¹¹ Der hierbei gewonnene „finger-print“ dient als Dokumentations- und Arbeitsmaterial der Zukunft und sichert Informationen, die bei einer wässrigen Badbehandlung durch Ausspülen und die chemischen Veränderungen während einer Phytatbehandlung verloren gehen. Darüber hinaus erhält die aktuelle musikwissenschaftliche Forschung Daten zur Einordnung der Handschriften, die weiteren Einfluss auf die Restaurierung nehmen können bzw. diese erst ermöglichen (s. Abb. 9 u. 11).

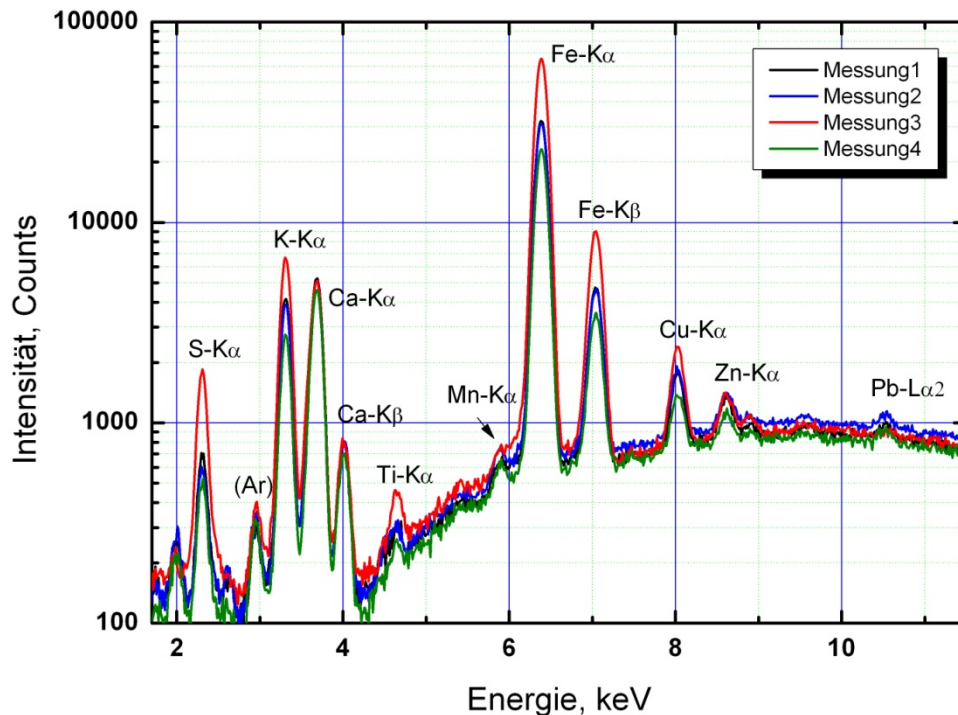


Abb. 9: Repräsentative Mikro-RFA Spektren. Dargestellt sind die charakteristischen Röntgenfluoreszenzlinien der Elemente Schwefel (S), Kalium (K), Calcium (Ca), Titan (Ti), Eisen (Fe), Kupfer (Cu), Zink (Zn) und Blei (Pb).

Der „finger-print“ wurde von Seiten der Musikwissenschaftler zunächst kritisch aufgenommen, da es nicht immer möglich ist, im Vorfeld umfangreicher restauratorischer Behandlungen die richtigen und wichtigen Messpunkte festzulegen. Diese Arbeiten können zum Teil Jahre in Anspruch nehmen.

Am Ende des Projekts konnten diese Bedenken jedoch über den Einsatz eines neuartigen Röntgenfluoreszenzscanners (Tornado M4) ausgeräumt werden.¹² Diese Untersuchungsmethode wird den Ansprüchen der Musikwissenschaftler gerecht, da der „finger-print“ der Tinte hierbei nicht nur an einzelnen Messpunkten analysiert wird, sondern großflächige „scans“ möglich werden. Ein Blatt aus Johann Christoph Bachs Aria „Mit Weinen hebt sich an“ aus dem „Alt-Bachischen Archiv“ (SA 5159), auf dem drei Schreiberhände aus drei verschiedenen Generationen zu unterscheiden sind, wurde mit dieser Methode untersucht (s. Abb. 10). Eine Überprüfung der Ergebnisse des Scanners durch die Mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse verifizierte dessen Messungen der Tintenzusammensetzung (s. Abb. 11).

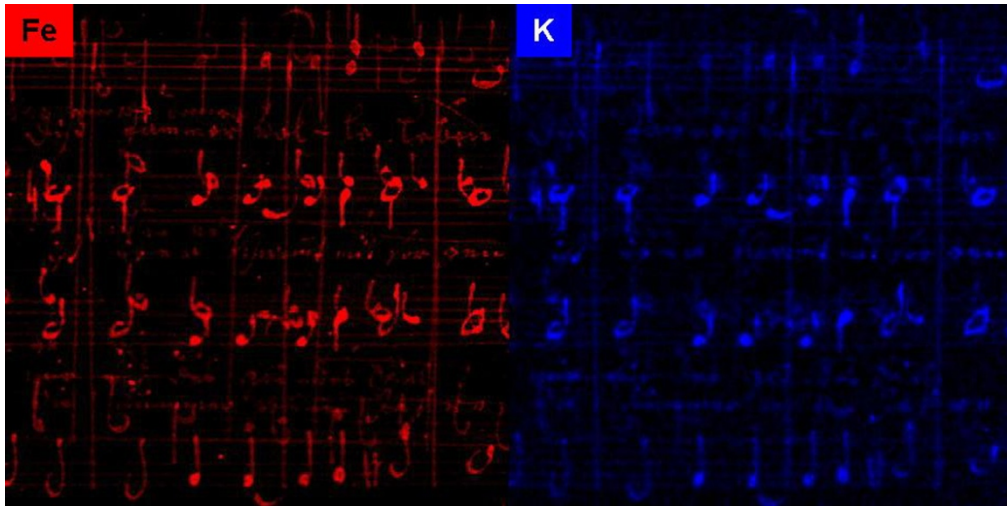


Abb. 10: Verteilungsbild der Elemente Eisen (Fe) und Kalium (K) in einem Ausschnitt der Handschrift SA 5159. Die Messungen wurden mit dem Röntgenfluoreszenzscanner Tornado M4 (Firma Bruker Nano Analytics GmbH Berlin) durchgeführt.

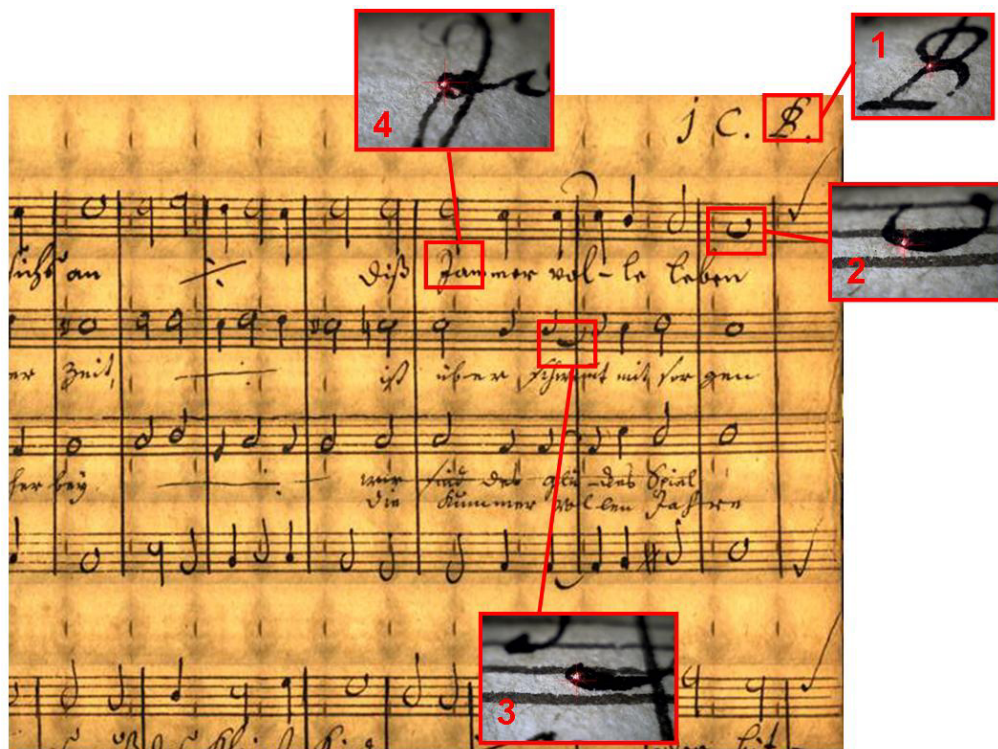


Abb.11: Detailaufnahme der Handschrift SA 5159. Eingezeichnet sind die Messpunkte, die mittels Mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse (Mikro-RFA) untersucht wurden.

Die praktische Umsetzung umfangreicherer Tintenfraßbehandlungen erfährt durch eine standardmäßige Röntgenfluoreszenzanalyse vor den Behandlungen eine weitere logistische und eine mögliche finanzielle Hürde, da der zeitliche Aufwand hierfür hoch ist und sich die Restaurierungskosten nahezu verdoppeln. Allerdings werden durch die RFA Spuren bewahrt, die andernfalls verloren gehen könnten.

12. Bewertung der Ergebnisse

Bei der Bewertung der Ergebnisse wurden die Kriterien Oberflächenveränderung durch die Kaschierung sowie Haarriss- und Mikrofehlstellenbildung in der Sinfonie B-Dur von Vaňhal kontrovers diskutiert. Im Ergebnis wurde die Oberflächenveränderung durch die Kaschierung zwar als störend, in Relation zu den Erhaltungskriterien jedoch als nachrangig bewertet. Eine Verlängerung von Haarrissen wurde als hinnehmbar empfunden, wenn die restauratorische Behandlung die Gesamtstabilität des Blattes gewährleistet und diese verbessert. Eine hohe Anzahl neu entstandener Haarrisse und kleinster Ausbrüche im 1. Probeblatt wurde von allen Beteiligten als inakzeptabel bewertet. Eine Einschätzung ergab, dass mehr als drei neue Mikrofehlstellen in Tintenlinienbereichen eines vollständig beschrifteten Folioblattes nicht überschritten werden sollten.

Die zum Teil unbefriedigenden Ergebnisse haben ihre Ursache in der grundsätzlich schwierigen Risikobewertung. Es ist an dieser Stelle wichtig zu bemerken, dass sich die Risikobewertung vor allem auf die strukturellen Folgen einer Badbehandlung und der Trocknung bezieht – vollkommen unabhängig davon, ob es sich um ein Calciumphytatbad oder die in der Papierrestaurierung sonst üblichen Wässerungsbäder handelt. Besonders schwierig ist die Einschätzung der Wirkung restauratorischer Befeuchtungs- und Trocknungsvorgänge, da eine Korrelation zwischen Tests des Benetzungsverhaltens und tatsächlicher Quellung und dreidimensionaler Ausdehnung eines Blattes nicht existiert. Arbeitstechniken zur Kaschierung und Pressung, die der jeweiligen Papierqualität und den Schäden angepasst werden können, müssen weiterentwickelt werden.

Allgemein wurden Fragen der Wertigkeit der Objekte (Beispiel: das „Alt-Bachische Archiv“) diskutiert. Es zeigte sich, dass die Anwendbarkeit der Tintenfraßbehandlung bei den Preziosen der Sammlung sehr viel zurückhaltender bewertet wurde. Dies ist insbesondere problematisch, da die gravierendsten Tintenschäden überwiegend in diesem Teil der Bachiana zu finden sind. Ein wichtiger Punkt in diesem Zusammenhang war die Feststellung, dass die Einzelblattbehandlung innerhalb einer Signatur zu zwei unterschiedlichen Erhaltungszuständen innerhalb eines Werkes führen kann und ein unmittelbares Gegenüber von behandeltem und unbehandeltem Blatt – insbesondere im „Alt-Bachischen Archiv“ – eher nicht akzeptabel sei.

13. Präventive Anwendung der Calciumphytat-Calziumbicarbonat-Badbehandlung

Befeuchtungsvorgänge und wässrige Badbehandlungen sind in der Papierrestaurierung Standard. Im Bestand der Bachiana mussten Titelschilder von Buchrücken gelöst, gesichert und wieder aufgebracht werden, Druckseiten mussten gewässert und Verklebungen wässrig gelöst werden. Diese Vorgänge sind notwendig und alternativlos. Sehr häufig finden sich Eisengallustintenbeschriftungen mit geringen oder mittleren Tintenfraßschäden als Eintragung in Druckwerken (s. Abb. 12 u. 13). Die Mindestanforderung an die wässrigen Behandlungsformen in der Nähe oder im unmittelbaren Tintenauftrag muss daher eine Calciumphytat-Behandlung sein.

Im KUR-Projekt wurden Objektteile und Blätter gesammelt, die diese Zusammensetzung aufwiesen und vorhersehbar in der Auftragsvergabe problematisch geworden wären. Die Calciumphytat-Calziumbicarbonat-Badbehandlung erwies sich hier als unverzichtbarer und erfolgreicher Arbeitsstandard, der die Restaurierungsleistungen bei Vorhandensein von Eisengallustintenbeschriftungen mit Tintenfraßschäden überhaupt erst ermöglicht hat.

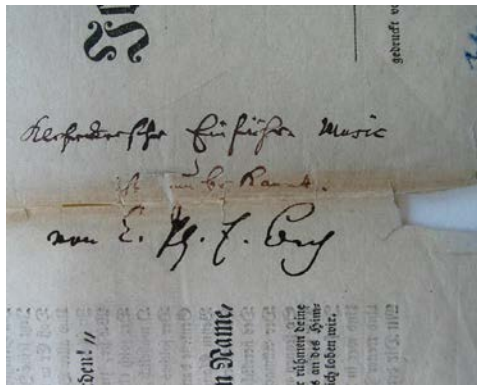


Abb. 12: Detailaufnahme einer Druckseite mit handschriftlicher Eintragung in Eisengallustinte nach der Wässerung und Tintenfraßbehandlung.



Abb. 13: Detailaufnahme eines Titelschilds, das zur Ausführung einer Einbandrestaurierung abgelöst und wieder aufgebracht werden muss. Der Einsatz wässriger Restaurierungsmethoden ist hier alternativlos.

14. Dokumentationsform Datenbank

Eine Dokumentation in Schrift und Bild ist Bestandteil jeder Restaurierungsleistung. Jeder freischaffende Restaurator, jede institutionelle Werkstatt stellt diese individuell her. Hierfür existieren unendlich viele formale und sprachliche Varianten, die in Aufwand und Gehalt sehr unterschiedlich sind. Bei den Überlegungen zu einer Dokumentationsform für den Bestand der Sing-Akademie wurde bereits während der Gesamtbestandsaufnahme deutlich, dass ein immenser Datenumfang entstehen würde, den es übersichtlich und einheitlich zu verwalten und zu bearbeiten galt. Es war also naheliegend, hierfür eine Datenbanksoftware zu verwenden. Als Ideallösung wurde von den Projektrestauratoren eine öffentliche Onlinedokumentationsform angestrebt: Der bearbeitende Restaurator loggt sich in eine bestehende Datenbank ein, füllt die Dokumentationsformulare online aus und lädt seine Dokumentationsfotos und Grafiken etc. hoch. Darüber hinaus sollten die dokumentierten restauratorischen Leistungen für jeden am Bestand Interessierten zugänglich sein.

Existierende Datenbanklösungen erwiesen sich im Hinblick auf die Aufnahme komplexer Zustandsbeschreibungen und Restaurierungsdokumentationen als ausgesprochen unbefriedigend. Es wurde deutlich, dass die Entwicklung einer Datenbankstruktur innerhalb einer bestehenden Software unumgänglich sein würde. Diese Software sollte ein sehr hohes Maß an Flexibilität aufweisen und möglichst ohne zusätzliche Leistungen der Programmierung zu gestalten sein.

Aufgebaut wurde eine Datenbank auf der Basis der Software „archivis pro“ (Joanneum Research, Graz) die neben den klassischen Archivdaten zum Bestand der Sing-Akademie alle erarbeiteten Inhalte der Bestandserhaltung und Restaurierung enthält und bereitstellt. Die angestrebte Onlinebearbeitung ist noch nicht erreicht worden. Alle Arbeitsschritte der Restaurierung können jedoch unmittelbar in die Datenbank eingepflegt werden und sind so recherchierbar. Die Anwenderoberfläche ist so gestaltet, dass auch bei Zugriff unterschiedlichen Fachpersonals einheitliche Protokolle und Dokumentationen entstehen. Die Datenbank wird zusätzlich die Digitalisate der Bachiana bereitstellen (s. Abb. 14–16).

Zustandsprotokoll

AutorIn/Zustand (M.Muster)	Datum/Zustand	<input checked="" type="checkbox"/> Handschrift	<input checked="" type="checkbox"/> Lagen	<input type="checkbox"/> Individuelle Verpack
D. Schönbohm / C. Teuffert		<input type="checkbox"/> Druck	<input checked="" type="checkbox"/> lose Blätter	<input type="checkbox"/> Zwischenlagepapie

Bemerkungen allg. (ZET):
Formatwechsel

Einbandschaden: Buchblock/ Papiersch Oberflächen:

Blockheftung:

Einzelblätter mit Heftfalz (Fläppchen):

Heftfadenriss:

aus Heftung gelöst: 18,23,24

Risse (Papier): 1,2,24,29,30,38

Fehlstellen (Papier):

Riss in Tintenauftragsbereich: 1,2,17,24

Fehlstelle in Tintenauftragsbereich: 1,17

Papierabbau in Tintenauftragsber: 2

Tintentraßkategorie: 1-2

Haarrisse (Tintentraß):

Ausbruch (Tintentraß):

Abb. 14: Screenshot, Detail der Maske zur Zustandserfassung mit den Daten der allgemeinen Bestandsaufnahme und blattweisen Angaben zum Zustand.

Signatur (Noten): SA 48

Komponist (Noten): Carl Philipp Emanuel Bach

Werke (Rest.) (Noten): Die Israeliten in der Wüste Wq 238 / H 775 (Hamburg 1775)

Lagerort:

Anzahl Bücher:

Blattzahl: 57

Heftzahl:

Objekt	Höhe (mm)
Buch	3

Einbandrestaurierung

Name RestauratorIn	Notiz	Datum/Einbandrestaurierung	Schutzverpackun
Vendulka Cejchan		<input checked="" type="checkbox"/> 12.3.2010	unverändert wie

Einband/Rest.	Notiz
Hülse (80g), Rückeneinlage (200g)	A,K

Deckelbezug/Rest.	Notiz
ganz unterlegt	B

Rückenbezug/Rest.	Notiz
mit neuem Material vollteilw. ersetzt	B

Zusatzelemente/Rest.	Notiz
gesichert/gefestigt	
Kapital	
neu verklebt	
Signaturschild	
Titelschild	
trockengereinigt	
unterlegt	

Bemerkungen/Einbandrestaurierung:
Der Rückenüberzug ist vollständig verloren und wurde ganzflächig ersetzt. Die Deckelpappen sind unterlegt, die Pappschichten wurde Weizenstärk gebrochen, eine aufgefaserter Hanfkordel wurde dort eingezogen, der alte Heftbund blieb jedoch instabil. Der Textdruck wurde komplett nachgeheftet, an machen Lagen konnte verwendet werden, da dort das Papier zu stark abgebaut ist. Die alte Heftung verblieb insitu (s. gesondertes Heftschemata). Der alte Überzug wurde von den Deckeln abgel

Abb. 15: Screenshot, Detail der Maske zur Einbandrestaurierung. Oben: Ausschnitt der Kopfmaske mit allgemeinen Angaben zum Objekt. Unten rechts: Eine Auswahlliste in Bearbeitung.

Falzverlängerung: Takogami einseitig: 13; 23; 33; 133; 147; 161; 175; 189; 251; 297	Falzverlängerung: Takogami und RK00 gegenseitig: 0
Falzansatz: Takogami einseitig: 0	Falzansatz: Takogami und RK00 gegenseitig: 0
Tintenfraß Riss beidseitig: RK00 geschlossen: 0	Tintenfraß Fehlstelle beidseitig: RK00 geschlossen: 89b; 211
Heftfaden neu überheftet (s. Heftschema): 87-97; 133-145	Heftfaden entfernt (s. Heftschema): 175-187
Einband/Mappe Kanten gefestigt (Weizenstärke): 0	Einband/Mappe Kanten gefestigt: RK00 gerändelt: 0
Einband/Mappe Ecken gefestigt (Weizenstärke): 0	Einband/Mappe Ecken gefestigt: RK00 gerändelt: 0
Druck gewässert; Schlussbad $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$: 0	Stempel reduziert: 0
Dokumentationsfotos (Vor- u. Nachzustand): 1b; 5; 13; 33; 87	Dokumentationsfotos (Nachzustand): 0
Bemerkungen: In den Lagen 13, 33 und 51 wurden die Knoten der Heftung aufgelöst, die Heftfäden stramm gezogen und neu verknötet. Die Zahl 110 ist b	

Abb. 16: Screenshot, Detail der Maske zur Papierrestaurierung mit blattweisen Einträgen der Restaurierungsleistungen.

15. Ausstellung

In der Ausstellung „Verlust – Rückkehr – Restaurierung: Bach-Schätze der Sing-Akademie zu Berlin“, die vom 10.12.2011 bis zum 14.01.2012 in der Villa Grisebach (Berlin) stattfand, wurde das Archiv der Sing-Akademie im historischen Überblick präsentiert. Ein Raum widmete sich ausschließlich dem KUR-Projekt. In fünf Vitrinen und auf zehn Schautafeln wurden alle konservatorisch-restauratorischen Inhalte des Projekts und die Ziele der KUR-Initiative der Kulturstiftung des Bundes und der Kulturstiftung der Länder vermittelt. Zu den ausgestellten Notenhandschriften wurden über Hörstationen Musikbeispiele eingespielt. Zwischen dem Empfang zur Eröffnung der Ausstellung und der Finissage, die sehr gut besucht waren, wurden zahlreiche Führungen angeboten, die von allen Beteiligten ehrenamtlich durchgeführt wurden. Die Besucherzahlen lagen nach Schätzungen der Mitarbeiter der Villa Grisebach bei ca. 800 bis 1000 Personen.



Abb. 17: Teile der Ausstellung, Raum 1. Vitrine mit Notenhandschriften aus den Bachiana, flankiert vom Stammbaum der Musikerfamilie Bach (Faksimile) und einer Büste des Sammlers Carl Friedrich Zelter.



Abb. 18: Teile der Ausstellung, Raum 2. Eine Hörstation und Stadien der Aufbewahrung im Regal. Dahinter Johann Christoph Bachs Aria „Mit Weinen hebt sich an“ aus dem „Alt-Bachischen Archiv“ (SA 5159) mit Schautafel zur Röntgenfluoreszenzanalyse des Blattes.



Abb. 19: Teile der Ausstellung, Raum 2. Schautafel und Objekt, Johann Michael Bachs Geistliches Konzert „Ich weiß, dass mein Erlöser lebt“ aus dem „Alt-Bachischen Archiv“ (SA 5146). Darstellung der Rissverklebung mit aktivierbaren Japanpapieren.

16. Zusammenfassung

Vor Beginn des KUR-Projektes konnte der materialtechnologisch einheitliche Notenbestand der Sing-Akademie zu Berlin als weitgehend unrestauriert gelten, sieht man von vereinzelt unsystematischen Versuchen ab, die in die Zeit seiner Auslagerung in die Sowjetunion fallen. So mussten die angestrebten Restaurierungsmaßnahmen im Teilbestand der Bachiana anhand von Mustern methodisch neu entwickelt und spezifiziert werden. Darauf aufbauend konnten zwei umfangreiche Auftragsvergaben in den Bereichen Einband- und Papierrestaurierung durchgeführt werden.

Aufgrund der materialtechnischen Homogenität der Bestände sind die Ergebnisse des KUR-Projektes in weiten Teilen auf den Gesamtnotenbestand der Sing-Akademie übertragbar. Das betrifft neben der Auswahl etablierter Restaurierungsmethoden vor allem eine im Projekt entwickelte neue Methode zur wasserarmen Sicherung von Rissen und Fehlstellen in Tintenauftragsbereichen des Papiers.

Der Arbeitsstandard der Calciumphytat-Calziumbicarbonat-Badbehandlung wurde innerhalb des Bestandes erprobt und seine Anwendung diskutiert. Dabei nahm seine Erweiterung in Richtung einer physischen Stabilisierung tintenfraßrestaurierter Blätter durch Kaschierung eine wichtige Rolle in den interdisziplinären Diskussionen zwischen Musikwissenschaftlern und Restauratoren ein.

Die Daten der Zustandserfassung des Gesamtbestandes, der Digitalisierung der Bachiana und der Restaurierungsdokumentation sind vollständig in eine projektintern entwickelte Datenbankstruktur eingeflossen. Diese Datenbank wird im Internet öffentlich zugänglich gemacht werden und die Nachhaltigkeit der Dokumentationsmethoden gewähren, die einen Vorbildcharakter für nachfolgende Projekte im Bestand beanspruchen dürfen. Eine Ausstellung in der "Villa Grisebach" (2011/12) machte die Ergebnisse des Projektes einer interessierten Öffentlichkeit zugänglich.

¹ Digitalisierungsparameter: Aufsichtsscanner, Autofokussystem, berührungsfrei, 300 dpi (optisch), Ausgabe in 24-Bit-Farbtiefe, TIFF 6 uncompressed, eingebundene ICC-Farbprofile, Standardeintrag in TIFF-Header, Ansichtsscan JPEG-Format komprimiert, keine Bildnachbearbeitung.

² Bach-Archiv Leipzig, www.bachdigital.com.

³ www.sing-akademie.de.

⁴ Ott, A.: *Konzept zur Sicherung geschädigter Bereiche im Tintenauftrag der Bachiana*, Semesterarbeit 2009/2010, Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart, Studiengang „Restaurierung von Grafik-, Archiv- und Bibliotheksgut“.

⁵ Eine erfolgreiche Verwendung von Gelatinebeschichtungen auf Berlin-Tissue beschreibt Titus, S.: *Stabilising local areas of loss in iron gall ink copy documents from the Savigny estate*, *Restaurator* 29 (2009), S. 1–36.

⁶ Takogami, 43 g/m², Kozo K-35, 18 g/m², RK-00, 3,7 g/m² beschichtet mit Klucel GTM, 300 mPas 5% in Mischung 50/50 mit Methocel A4M 3%, aktiviert mit 75% Ethanol in Wasser.

⁷ RK-00 für Risse und Kantenverstärkungen (beidseitig), RK-00, Kozo K-35 und Takogami einzeln oder in Kombinationen für Fehlstellenergänzungen, Takogami für Falzverlängerungen und Falzansätze.

⁸ Neevel, J. G.: *Phytate: A Potential Conservation Agent for the Treatment of Ink Corrosion caused by Iron Gall Inks*, *Restaurator* 16 (1995), S. 143–160.

⁹ Huhsmann, E., Hähner, U.: *Work Standard for the Treatment of 18th- and 19th-Century Iron Gall Ink Documents with Calcium Phytate and Calcium Hydrogen Carbonate*, *Restaurator* 28 (2008), S. 274–319.

¹⁰ Die Proben der erfolgreichen Probekaschierungen in den Vorversuchen waren ca. 10 x 15 cm groß, der einsetzbare Pressdruck war höher als es beim Objekt aufgrund seiner Fragilität und leichten Verwellung möglich war.

¹¹ Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (Dr. Oliver Hahn).

¹² Bruker Nano Analytics GmbH Berlin (Dr. Roald Tagle).

Bildnachweis

Abb. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 17, 18, 19: Dipl.-Rest. Dirk Schönbohm

Abb. 4: Vendulka Cejchan M.A.

Abb. 9, 10, 11: PD Dr. Oliver Hahn

Abb. 12, 13: Cordula Teuffert

Abb. 14, 15, 16: Screenshots „archivis pro“ (Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH)