



A
1
2
3
4
5
6

B

Modellhaftes praxisorientiertes Evaluierungs- und Strategieprogramm zur „Präventiven Konservierung“ von national wertvollem Kunst- und Kulturgut am Beispiel des Halberstädter Domschatzes

Projektzeitraum 2012-2016

Abschlussbericht des Forschungsprojektes
herausgegeben von Christian Philipsen
in Verbindung mit Katrin Tille

ISBN 978-3-00-055525-1

Erarbeitet im Auftrag der
Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt

Gefördert durch die
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Modellhaftes praxisorientiertes
Evaluierungs- und Strategieprogramm
zur „Präventiven Konservierung“
von national wertvollem Kunst- und Kulturgut
am Beispiel des Halberstädter Domschatzes

Projektzeitraum 2012-2016

Abschlussbericht des Forschungsprojektes
herausgegeben von Christian Philipsen
in Verbindung mit Katrin Tille

Erarbeitet im Auftrag der
Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt

Gefördert durch:



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de

Inhaltsverzeichnis		Seite
1.	Beschreibung der Ausgangssituation	7
1.1.	Präventive Konservierung am Halberstädter Domschatz – eine Einführung <i>Uwe Kalisch und Katrin Tille</i>	7
1.2.	Die Struktur der konservatorisch-restauratorischen Betreuung <i>Karoline Danz</i>	12
1.2.1.	Fachgebiet Textil	14
1.2.1.1.	Präventive Maßnahmen von 1997 bis 2010 <i>Erdmute Frank</i>	14
1.2.1.2.	Präventive Maßnahmen seit 2011 <i>Eva Düllo und Andrea Knüpfer</i>	16
1.2.2.	Fachgebiet Metall <i>Ulrich Sieblist</i>	18
1.2.3.	Fachgebiet Malerei/Fassung <i>Christine Machate</i>	20
1.2.4.	Fachgebiet Holz <i>Hartmut Meier</i>	22
1.2.5.	Fachgebiet Stein <i>Corinna Grimm-Remus</i>	24
1.2.6.	Fachgebiet Buch und Papier <i>Cornelia Hanke</i>	27
1.3.	Die Depotsituation im Domschatz <i>Barbara Pregla</i>	30
1.3.1.	Rückblick auf die Depotsituation bis 2006	30
1.3.2.	Umbau und Neueinrichtung 2006 bis 2008	31
1.3.3.	Die Lagerungsbedingungen für die einzelnen Objektgruppen im neuen Depot seit 2006	32
1.4.	Räumlichkeiten zur Durchführung von Pflege-, Konservierungs- und Restaurierungsmaßnahmen <i>Karoline Danz</i>	34
1.5.	Zu den Ausstellungskonzeptionen des Halberstädter Domschatzes <i>Thomas Labusiak</i>	35
2.	Überprüfung der veränderten Aufbewahrungsbedingungen nach der Umgestaltung der Domschatzausstellung <i>Uwe Kalisch und Katrin Tille</i>	39
2.1.	Evaluierung der mikrobiologischen Bedingungen <i>Karin Petersen</i>	40

2.1.1.	Einleitung	40
2.1.2.	Das ausgeführte Monitoringprogramm	40
2.1.3.	Ergebnisse der Untersuchungen am Domschatz	41
2.1.4.	Vorschläge für das weitere Vorgehen	45
2.2.	Evaluierung der Schadstoffbelastung <i>Ursula Drewello</i>	46
2.2.1.	Die Schadstoffsituation vor der Umbaumaßnahme (2001)	46
2.2.2.	Die Evaluierung der Schadstoffsituation nach der Umbaumaßnahme (2006-2014)	48
2.2.3.	Pflegeplan zur Überwachung und Reduzierung der Schadstoffbelastung	59
2.3.	Evaluierung der raumklimatischen und beleuchtungstechnischen Bedingungen sowie Auswertung der Glasdosimeteruntersuchungen <i>Uwe Kalisch</i>	62
2.3.1.	Raumklimatische Situation	62
2.3.2.	Beleuchtungstechnische Bedingungen	64
2.3.3.	Glasdosimeteruntersuchung	67
3.	Langfristige Überwachung des Erhaltungszustandes des Domschatzes	69
3.1.	Grundlegende Vorgaben und Ziele für die langfristige Überwachung und Pflege des Domschatzes <i>Katrin Tille</i>	69
3.2.	Recherche zu Monitoringverfahren <i>Uwe Kalisch</i>	71
3.2.1.	Auszüge und Zusammenfassung der Recherchen zur Mikrobiologie <i>Karin Petersen</i>	72
3.2.2.	Auszüge und Zusammenfassung der Recherchen zu Luftschadstoffen <i>Susanne Nitschel und Ursula Drewello</i>	74
3.2.3.	Auszüge und Zusammenfassung der Recherchen zu Klimamessung und Monitoring <i>Susanne Nitschel und Uwe Kalisch</i>	77
3.2.4.	Auszüge und Zusammenfassung der Recherchen zu Lichtmessung und Lichtschutz <i>Susanne Nitschel und Uwe Kalisch</i>	81
3.2.5.	Auszüge und Zusammenfassung der Recherchen zu bildgebenden Untersuchungsverfahren <i>Eva Düllo</i>	84
3.2.6.	Auszüge und Zusammenfassung der Recherchen zur Dokumentation <i>Andrea Knüpfer</i>	85

3.3.	Entwicklung von Auswahlkriterien für die Festlegung von Referenzflächen und -objekten	86
3.3.1.	Fachgebiet Malerei/Fassung auf Holz <i>Christine Machate</i>	86
3.3.2.	Fachgebiet Stein <i>Corinna Grimm-Remus</i>	92
3.4.	Erprobung ausgewählter Monitoringverfahren und deren Dokumentation im Rahmen der Projektlaufzeit <i>Karoline Danz</i>	94
3.4.1.	Fachgebiet Textil <i>Eva Düllo und Andrea Knüpfer</i>	95
3.4.2.	Fachgebiet Metall <i>Ulrich Sieblist</i>	97
3.4.3.	Fachgebiet Malerei/Fassung <i>Christine Machate</i>	99
3.4.4.	Fachgebiet Holz <i>Hartmut Meier</i>	101
3.4.5.	Fachgebiet Stein <i>Corinna Grimm-Remus</i>	103
3.4.6.	Fachgebiet Handschriften, Bücher, Papier, Leder <i>Cornelia Hanke</i>	106
3.5.	Überprüfung der Luftbe- und Entfeuchtungstechnik unter mikrobiologischen Gesichtspunkten: Zur Problematik rot pigmentierter Mikroorganismen <i>Karin Petersen</i>	108
3.6.	Materialtechnische Überprüfung von Hilfsstoffen wie Aktivkohle und Prosorb <i>Ursula Drewello</i>	110
3.7.	Überlegungen zum Einfluss der Luftionisierung und des dabei entstehenden Ozons auf Kunstobjekte <i>Ursula Drewello</i>	117
4.	Entwicklung eines Pflegeplanes für die Domschatzobjekte	119
4.1.	Recherche zur Vorgehensweise in vergleichbaren Innenräumen <i>Henning Kersten und Uwe Kalisch</i>	119
4.2.	Entwicklung eines Pflegeplanes für den Halberstädter Domschatz <i>Katrin Tille</i>	121
4.2.1.	Pflegeplan für Monitoringobjekte (Stand 03/2016) <i>Corinna Grimm-Remus, Eva Düllo und Andrea Knüpfer, Ulrich Sieblist, Christine Machate, Hartmut Meier, Cornelia Hanke und Christine Engemann-Wendt</i>	122
4.3.	Dokumentation der Pflege- und Reinigungsarbeiten – Entwicklung fachgebietsübergreifender Formulare <i>Cornelia Hanke</i>	130

5.	Überführung der Einzelergebnisse zum Monitoring sowie zur Restaurierung, Reinigung und Pflege in das Datenbanksystem der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt <i>Katrin Tille</i>	132
6.	Erfahrungstransfer	133
6.1.	Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen des Projekts <i>Katrin Tille</i>	133
6.2.	Übersicht von Leitfäden und Handlungsanweisungen für die Einrichtung und Umgestaltung von Sammlungen auf der Grundlage der Erfahrungen im Halberstädter Domschatz <i>Cornelia Hanke</i>	135
7.	Fazit und Schlussbemerkung – verallgemeinerbare Erfahrungen <i>Katrin Tille</i>	138
8.	Berichte und Literatur	142
8.1.	Zitierte Berichte und Literatur	142
8.2.	Übersicht der durchgeführten Untersuchungen	148
8.3.	Liste der im Rahmen des DBU-Projektes untersuchten Monitoringobjekte und angewandten Monitoringverfahren	150
	Autoren des Abschlussberichtes und Projektmitwirkende	157
	Anhang: Methodenübersicht Monitoring	160
	Impressum	160

1. Beschreibung der Ausgangssituation

1.1. Präventive Konservierung am Halberstädter Domschatz - eine Einführung¹

Uwe Kalisch und Katrin Tille

Der Domschatz zu Halberstadt zählt zu den herausragenden Kirchenschätzen Europas. Rund 650 Inventarnummern, die mehr als 1000 Einzelstücke zusammenfassen, bilden den umfangreichsten Bestand an überwiegend mittelalterlicher Sakralkunst, der in Deutschland an einer Kirche erhalten blieb. Nicht allein die Quantität der im authentischen Zusammenhang überlieferten Glaubenszeugnisse, sondern auch deren außerordentliche Vielfalt und qualitätvolle Ausführung tragen zu seiner exklusiven Stellung bei. Fast alle liturgisch relevanten Gegenstände und Gerätschaften sind überliefert: Altargerät und kostbar gefasste Reliquienbehältnisse, Altarbilder und Skulpturen, Handschriften und Bücher, Mobiliar und vor allem Paramente, die besonders mannigfaltig und facettenreich erhalten sind. Für den Gottesdienst in der Kathedrale bzw. zu deren Ausschmückung bestimmt, vermitteln sie Einblicke in die Liturgie an einer Bischofskirche und veranschaulichen das religiöse Leben am Dom. Zugleich dokumentieren sie die Geschichte des im frühen 9. Jahrhundert gegründeten Bistums Halberstadt. Im Halberstädter Domschatz manifestiert sich damit ein einzigartiges, in mehr als 1200 Jahren gewachsenes Zeugnis gelebten christlichen Glaubens.

Dessen kontinuierliche Bewahrung am tradierten Ort reicht ebenso weit zurück. Seit der Gründung des Bistums und der Weihe der ersten Bischofskirche wurde der Domschatz durch Stiftungen, Schenkungen und Auftragsarbeiten systematisch aufgebaut und von Generation zu Generation sorgsam bewahrt. Entscheidend für sein Fortbestehen in nachmittelalterlicher Zeit war, dass das Domkapitel nach der Einführung der Reformation am Dom (1591) mit evangelischen und katholischen Domherren besetzt war. Ein Großteil des Domschatzes wurde deshalb achtsam behandelt, sorgfältig verwahrt und gelegentlich im Gottesdienst genutzt. Eine einschneidende Zäsur stellte die Säkularisation des Domstiftes Halberstadt im Jahr 1810 dar, in deren Folge das Domkapitel aufgehoben wurde. Dass in dieser Zeit des Umbruchs der Kirchenschatz dennoch vor Ort bewahrt werden konnte, ist dem beharrlichen Auftreten der evangelischen Domprediger zu verdanken. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts standen der Dom und sein Kirchenschatz im Fokus eines verstärkten historischen, kunstwissenschaftlichen und denkmalpflegerischen Interesses, das sich in der 2. Hälfte des Jahrhunderts intensivierte und schließlich 1936 in die Eröffnung der ersten Domschatz-Dauer Ausstellung mündete. Im Zweiten Weltkrieg wurde der Kirchenschatz frühzeitig – beginnend im November 1941 – ausgelagert. Während Teile des Domes und der Klausur durch den verheerenden Bombenangriff auf Halberstadt im April 1945 schwer beschädigt wurden, überstand der Schatz die Kriegereignisse in einer Höhle bei Quedlinburg fast unversehrt. Nur wenige Einzelstücke sind als Kriegsverlust zu verzeichnen. Nach der Rückführung der Kunstwerke und der baulichen Instandsetzung der Klausurgebäude wurde die Domschatzausstellung im Sommer 1959 wieder eröffnet. In neuer Präsentation war sie seitdem ausschließlich im Rahmen von Führungen in Verantwortung der Domgemeinde zugänglich. Parallel dazu organisierte das damalige Institut für Denkmalpflege restauratorische Arbeiten nach dem damals geltenden Standard.² Allerdings traten ungeachtet des Engagements aller Beteiligten wiederholt Erhaltungsprobleme auf.

Nach der Wiedervereinigung wurden die Zuständigkeiten für Dom und Domschatz neu geregelt. Bereits im Juli 1993 war der Kirchenbau mit der angrenzenden Klausur juristisch dem Land Sachsen-Anhalt zugeordnet und von der Landesregierung mit Gründung der Domstiftung³ im Mai 1996 in das Stiftungsvermögen übereignet worden. Zwei Jahre später wurde das Eigentum am Domschatz abschließend beschieden und der heutigen Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt übertragen.⁴

¹ Verkürzte Fassung des Beitrags KALISCH, TILLE 2016.

² MEYER 1936; HINZ 1962; BECKER, RICHTER 2005; DANZ, PREGLA, RÜBER-SCHÜTTE 2008; PREGLA, RICHTER, SCHMITT 2008; JANKE 2009; KRAUSE 2009; RICHTER 2009; SEYDERHELM 2010, vgl. auch den Beitrag 1.3.

³ Zum 01. Januar 2005 wurde die 1996 von der Landesregierung errichtete Stiftung zum Erhalt und zur Nutzung der Dome, Kirchen und Klöster des Landes Sachsen-Anhalt (Domstiftung) mit der ebenfalls 1996 gegründeten Stiftung Schlösser, Burgen und Gärten des Landes Sachsen-Anhalt zur Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt zusammengeführt.

⁴ Zuordnungsbeschluss der Oberfinanzdirektion Magdeburg vom 21. Juli 1993 (Dom), Zuordnungsbeschluss der Oberfinanzdirektion Magdeburg vom 04. Juli 1997 (Domschatz); Vereinbarung zur Sicherung des Präsentations- und Nutzungsrechts am Halberstädter Domschatz vom 25. März 1998.

Während des mehrjährigen juristischen Klärungsprozesses blieb die restauratorische Betreuung des Domschatzes aus. Die schon vor 1990 wiederholt aufgetretenen Aufbewahrungsprobleme spitzten sich drastisch zu. Zahlreiche Kunstwerke waren vor allem durch klimatische und mikrobielle Schadensfaktoren bedroht. 1996 wurde massiver Schimmelbefall an zahlreichen Domschatzstücken, vor allem an Textilien, festgestellt. Eine erste Ursachenermittlung wies nach, dass neben der fehlenden Kontinuität in der Betreuung widrige Außenklimabedingungen zu einem starken Anstieg der relativen Luftfeuchte im Domschatzbereich geführt und dadurch das Schimmelwachstum befördert hatten. Die größtenteils längst verschlissene und überholte Ausstellungs- bzw. Aufbewahrungsinfrastruktur, die im wesentlichen seit 1959 unverändert geblieben war und zum Teil – wie die Vitrinen in der Schatzkammer – noch aus dem Jahr 1936 stammte, begünstigte diesen Prozess. Als Reaktion auf diese Situation wurden unter fachlicher Leitung des Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt noch 1996 unverzüglich Notsicherungsmaßnahmen durchgeführt. Ein Restauratorinnenteam unter Friedericke Happach begann mit der Reinigung der von Schimmel bedrohten Textilien. Parallel dazu erfolgten bauliche und klimatechnische Eingriffe.⁵

Mit dem Eigentumsübergang in die heutige Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt und der Regelung des Nutzungs- und Präsentationsrechtes seitens der Evangelischen Domgemeinde ist seit 1998 eine verlässliche Grundlage für die dauerhafte Bewahrung des Domschatzes am tradierten Ort gelegt. Ohne eigenes Personal vor Ort kooperiert die Stiftung mit der Domschatzverwaltung, die im Auftrag der Domgemeinde die inhaltliche Vermittlung des Bestandes wahrnimmt und den Ausstellungsbetrieb vor Ort durchführt. Das Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie in Sachsen-Anhalt leistet tatkräftige Unterstützung, in dem es die notwendigen Arbeiten denkmalfachlich begleitet.

Die Stiftung verfolgt mit ihren Partnern einen kooperativen und auf zeitliche wie personelle Kontinuität ausgerichteten Ansatz in der Bewahrung des Domschatzes und orientiert sich dabei an den Grundsätzen der präventiven Konservierung. Im Halberstädter Domschatz basiert dieses Konzept auf zwei Säulen: Zum einen gewährleistet die Stiftung eine kontinuierliche restauratorische Betreuung. Zum anderen sorgt sie für eine fortlaufende Optimierung der Aufbewahrung vor Ort. Sie hat dafür ein Modell entwickelt, das vorrangig auf der Zusammenarbeit mit externen Partnern gründet. Die restauratorische Pflege wurde nach material-spezifischen Gesichtspunkten strukturiert. Sie obliegt überwiegend freiberuflich tätigen Fachrestauratoren für Textil, Metall, gefasstes Holz und Tafelmalerei, Bücher und Handschriften sowie Steinobjekte.⁶ Auch für Schatzstücke aus edlen Materialien wie Edelstein, Elfenbein und Perlen ist eine fachkundige Fürsorge gesichert.⁷ Den Bestand an ungefassten Holzobjekten betreut ein Fachrestaurator der Stiftung.⁸

Dieser Entscheidung lagen anfänglich sowohl administrative Vorgaben als auch konservatorische Überlegungen zugrunde. Die Etablierung einer Restaurierungswerkstatt mit eigenem Personal am Halberstädter Domschatz war weder stiftungsrechtlich möglich noch wirtschaftlich tragfähig. Zudem bot das Modell der interdisziplinären Zusammenarbeit das Potential, nicht nur ein restauratorisches Fachgebiet sondern alle, für Halberstadt relevanten Disziplinen integrieren zu können. Da nahezu jedes Kunstwerk aus einer Kombination verschiedener Materialien besteht, ist durch die fachbezogene Aufsplittung der Zuständigkeiten zugleich eine ressortübergreifende Betreuung gewährleistet, die eine optimale Fürsorge garantiert. Die konkreten Arbeiten und Prioritäten werden jährlich auf der Grundlage der restauratorischen Berichte und Bestandseinschätzungen in Abstimmung mit der Domschatzverwaltung und dem Landesdenkmalamt festgelegt und einem denkmalschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren unterzogen.

Eine optimale Betreuung der Kunstwerke bedarf aber nicht nur der restauratorischen Fürsorge, sondern setzt auch die genaue Kenntnis der Umgebungsbedingungen voraus. Die Erfassung und fortlaufende Kontrolle der klimatischen Verhältnisse liegt in Händen des IDK. Seit 1998 wurde im Rahmen von jährlichen Forschungsvereinbarungen mit der Stiftung ein engmaschiges Netz an Kontrollpunkten in Ausstellung, Depot und Dom, in Räumen, Vitrinen, Magazinschränken und an frei stehenden Einzelobjekten einge-

⁵ Vgl. dazu den Beitrag 1.2. und KALISCH, TILLE 2016.

⁶ Von 1997/98 bis 2010 betreute Erdmute Frank die Textilien. Nach ihrem altersbedingten Ausscheiden übernahm Eva Düllo den Bestand. Seit 2012 nimmt sie gemeinsam mit Andrea Knüpfer diese Aufgabe wahr. Seit 1997/98 ist Ulrich Sieblist für die Schatzkunst zuständig, seit 1998 betreuen Christine Machate Skulpturen, Malerei und gefasstes Holz sowie Cornelia Hanke die Handschriften. Seit 2001 ist Corinna Grimm für die Steinobjekte zuständig.

⁷ Seit 2011 berät Christine Engemann-Wendt in restauratorischen Fragen und führt eine Bestandsdurchsicht durch.

⁸ Hartmut Meier nimmt als Mitarbeiter der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt diese Aufgabe seit 1997 wahr.

richtet, das zuverlässige Aussagen zur raumklimatischen Situation am jeweiligen Standort gewährleistet.⁹ Auf dieser Grundlage werden wichtige Empfehlungen zur Verbesserung der Aufbewahrungsbedingungen im Sinne der präventiven Konservierung abgeleitet und gemeinsam von Stiftung, Pflegerrestauratoren und Domschatzverwaltung, die vor Ort die Regeltechnik beaufsichtigt, realisiert.¹⁰

Seit fast eineinhalb Jahrzehnten ist auch das Labor Drewello & Weißmann, das auf Schadstoffanalysen im Kunst- und Kulturgüterschutz spezialisiert ist, in diesen Prozess eingebunden. Jährlich wurden in ausgewählten Räumen und Vitrinen stichprobenartig Messungen durchgeführt, um eine mögliche Gefährdung von Kunstwerken durch Rückstände schädigender Substanzen festzustellen und dieser durch den Einsatz sorptionsaktiver Materialien wie Aktivkohle entgegenzuwirken.¹¹

Ebenso langfristig war und ist die Betreuung des Domschatzes durch Mikrobiologen der Hochschule für Angewandte Wissenschaften und Kunst (HAWK), Fakultät Bauen und Erhalten aus Hildesheim angelegt. Bedingt durch das Auftreten von Schimmel als einem wichtigen Schadensfaktor und einer wesentlichen Triebfeder für die Dringlichkeit der Neugestaltung war das Team in die beiden Forschungsprojekte zur präventiven Konservierung am Domschatz fest eingebunden.¹²

Die Koordinierung dieses weit gespannten Aufgabenfeldes bedarf entsprechender Maßgaben und darauf abgestimmter Strukturen. Seit 1999 liegt die Zuständigkeit für die konservatorischen und restauratorischen Belange am Domschatz bei der heutigen Direktion Kunst- und Kulturgut, Sammlungen der Stiftung. Auch von Seiten des Eigentümers ist damit Kontinuität in der Verantwortlichkeit gewährleistet. In der Regel vier Arbeitstreffen pro Jahr mit der Domschatzverwaltung, dem Landesdenkmalamt, den Restauratoren und dem IDK dienen zur Abstimmung der laufenden Arbeiten und zum fachlichen Austausch. Bei speziellen konservatorischen Fragestellungen, die von diesem Personenkreis nicht abschließend zu klären sind, werden zusätzlich Spezialisten konsultiert.

Die grundlegende und nachhaltige Verbesserung der Aufbewahrung vor Ort hat einen Zeitraum von fast zehn Jahren in Anspruch genommen. Schon frühzeitig war offenkundig, dass sich die komplexen Defizite in der Aufbewahrung und Präsentation des Halberstädter Domschatzes durch separate Eingriffe in Teilkomponenten nicht bewältigen ließen. Noch im Dezember 1999 berief die Stiftung eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe ein, die ausgehend von einer baulichen Bestandsaufnahme, der Klärung der Umweltbedingungen im Domschatz sowie der Analyse und Definition der konservatorischen Rahmenbedingungen die Anforderungen sowohl an eine sachgerechte Aufbewahrung als auch an eine zeitgemäße, kunstgeschichtlich, theologisch wie museumsdidaktisch schlüssige Präsentation formulierte. Im Jahr 2001 fasste eine Projektstudie, die finanziell durch das Land Sachsen-Anhalt und die Deutsche Bundesstiftung Umwelt unterstützt wurde, die Vorgaben zusammen. Dieses Förderprojekt bildete die Grundlage für den Architektenwettbewerb, den 2003 das Berliner Architektur- und Planungsbüro von Helge Sypereck für sich entschied.¹³

In der nachfolgenden Projektierungs- und Umsetzungsphase nahmen die Empfehlungen der Projektstudie konkrete Gestalt an. Seit dem Frühsommer 2004 wurde als erstes ein modernes Funktionsgebäude errichtet, das die Aufbewahrungsbedingungen für die auf Dauer magazinierten Bestände grundlegend verbesserte. Es entstanden zwei klimatisch unterschiedlich konditionierte und modernen Anforderungen an die Lagerung von Kunstgut entsprechende Depots. Im gleichen Gebäude sind auch zwei separat klimatisierbare Werkstatt Räume für Restauratoren eingerichtet worden, die Arbeiten am Objekt in unmittelbarer Nähe zu Ausstellung und Depot gestatten.¹⁴ Das Gebäude beherbergt außerdem den Besucherempfang und Büros für die Domschatzverwaltung.

Nach der Inbetriebnahme des Funktionsgebäudes im Sommer 2006 wurde die grundlegende Sanierung der historischen Domklausur in Angriff genommen, in der Teile des Domschatzes wieder präsentiert werden sollten. Die Zielsetzung bestand darin, unter größtmöglicher Schonung der originalen Bausubstanz und bewusstem Verzicht auf vollklimatisierte, technik- und personalintensive Lösungen optimierte Aufbewah-

⁹ Siehe dazu den Beitrag 2.3.

¹⁰ KALISCH 2008; KALISCH 2010.

¹¹ Siehe dazu die Beiträge 2.2. und 3.6.

¹² Siehe dazu die Beiträge 2.1. und 3.5.

¹³ DOMSCHATZ 2001; DANZ, PREGLA, RÜBER-SCHÜTTE 2008, hier S. 15 ff.; GRAU, SYPERECK 2004; TILLE 2001. Ein Überblick über das Baugeschehen findet sich auch im Jahrbuch der Stiftung. Siehe dazu u.a. 2004/05, S. 20 und 2006/07, S. 18-20.

¹⁴ DANZ, PREGLA, RÜBER-SCHÜTTE 2008; vgl. auch die Beiträge 1.3. und 1.4.

rungsbedingungen zu schaffen. In diesem Sinne wurde die Bauhülle umfassend instandgesetzt und ein auf die örtlichen Bedingungen abgestimmtes Klimakonzept verwirklicht, das die historischen Räume mittels Raumtemperierung und aufeinander abgestimmten, zentral gesteuerten Luftent- und befeuchtern innerhalb zuvor festgelegter konservatorischer Sollwerte konditioniert. Zusätzlich puffern hochwertige, für die Bedingungen in Halberstadt konzipierte Vitrinen aus schadstoffgeprüften Materialien verbliebene Klimaschwankungen ab. Ergänzend unterstützen eigens entwickelte Halte- und Stützgestelle eine standortoptimierte Präsentation. Beispielhaft sind hier die Konstruktionen für die romanischen und gotischen Teppiche sowie speziell angepasste Figurinen für die Gewänder zu nennen.¹⁵

Parallel zu den Bauarbeiten wurden die musealen und restauratorischen Vorbereitungen vorangebracht. Es galt dabei der besonderen Spezifik eines Kirchenschatzes Rechnung zu tragen, die sich von den Sammlungsbeständen klassischer Museen grundlegend unterscheidet.¹⁶ Für diesen methodischen Ansatz wurden etwa 300 Domschatzstücke ausgewählt. Die Pflegerestauratoren begutachteten jedes Exponat hinsichtlich der spezifischen Anforderung an die Präsentation. Bereits zu diesem Zeitpunkt zeichnete sich ab, dass sich eine kontinuierliche Betreuung auf längere Sicht wirtschaftlich auszahlt und die Originalsubstanz schont, denn umfangreiche intervenierende Maßnahmen waren nur in beschränktem Umfang erforderlich. Allein an einem guten Dutzend Domschatzstücke wurden größere restauratorische Eingriffe durchgeführt, die überwiegende Zahl der Exponate konnte im Rahmen der Pflege bereitgestellt werden.¹⁷

Die neue Ausstellung wurde am 13. April 2008 mit einem ökumenischen Festgottesdienst wiedereröffnet. Das überregionale Medienecho war ebenso wie die Publikumsresonanz überwältigend.¹⁸ Auch aus konservatorischer Sicht markiert das Ereignis eine wichtige Zäsur, denn mit der Wiedereröffnung war im Bemühen um optimierte Präsentations- und Aufbewahrungsbedingungen zwar ein entscheidender Schritt getan, der Prozess aber keineswegs abgeschlossen. Nun galt es zu beobachten, ob und wie sich die Planungsvorgaben und die ausgeführten Maßnahmen in der Realität bewährten. Die Fortführung der kontinuierlichen Betreuung durch die mit dem Bestand vertrauten Pflegerestauratoren und der raumklimatischen Überwachung durch das IDK blieben deshalb unverzichtbare Konstanten. Schon bald zeichnete sich ab, dass sich der konservatorische Betreuungsaufwand in Depot und Ausstellung schwerpunktmäßig veränderte. Vor allem für magazinierte und in Vitrinen verwahrte Schatzstücke hat er sich vereinfacht und zeitlich verringert. Freistehende Objekte benötigen im Vergleich dazu mehr Aufmerksamkeit. Generell kann festgestellt werden, dass sich der Pflegebedarf im Vergleich zur Situation vor der Neupräsentation verringert hat. Dies gestattet neue Schwerpunktsetzungen in der restauratorischen Betreuung.¹⁹ Auch die klimatischen Bedingungen verstetigten sich innerhalb der festgelegten Sollwerte. Nur in der Anfangszeit musste die Klimatechnik in einzelnen Bereichen feinjustiert werden. Auf Ausnahmesituationen, hervorgerufen durch vereinzelte Anlaufschwierigkeiten der neuen haustechnischen Anlage oder in Folge von extremen Witterungserscheinungen, konnte aufgrund der engmaschigen Klimaüberwachung und in Abstimmung zwischen den Beteiligten vor Ort frühzeitig reagiert und damit eine mögliche Gefährdung der Objekte ausgeschlossen werden.²⁰

¹⁵ DANZ, PREGLA, RÜBER-SCHÜTTE 2008; TILLE 2008.

¹⁶ RICHTER 2009, RICHTER 2010.

¹⁷ GERHOLD 2008; KÖRBER 2008; MEIER 2010.

¹⁸ BECKER 2010.

¹⁹ Siehe dazu die Beiträge des Themenschwerpunkts 1.2.

²⁰ KALISCH 2010; TILLE 2010.



Abb. 1: Mitwirkende am Forschungsprojekt (Foto Münchhoff)

Angesichts der langfristigen Vorbereitung sowie der inhaltlichen und materiellen Anstrengungen zur Neugestaltung des Domschatzes in Halberstadt war es konsequent und folgerichtig, das Ergebnis der Bemühungen nach einer Anlaufphase von drei Jahren zu überprüfen. Dank der erneuten finanziellen Unterstützung seitens der Deutschen Bundesstiftung Umwelt wurde im Rahmen eines Forschungsprojekts mit dem Titel „Praxisorientiertes Evaluierungs- und Strategieprogramm zur ‚Präventiven Konservierung‘ von national wertvollem Kunst- und Kulturgut am Beispiel der Halberstädter Domschatzes“ die veränderte Situation auf breiter Basis untersucht und mit dem angestrebten Zielen verglichen.²¹ Der vorliegende Abschlussbericht versteht sich daher als Anregung und Leitfaden zur Planung und Durchführung von Evaluierungsaufgaben nach der Neueinrichtung von langfristigen Ausstellungen. Zusätzlich liefert er eine Stoffsammlung zu wichtigen Bereichen des Monitorings am Beispiel des Halberstädter Domschatzes, die darüber hinaus aber auch Modellcharakter trägt.

²¹ TILLE 2015b.

1.2. Die Struktur der konservatorisch-restauratorischen Betreuung

Karoline Danz

Das Auftreten von massivem Schimmelpilzbefall an den historischen Textilien im Domschatz zu Halberstadt im Sommer 1996 ist ein explizites Lehrbeispiel dafür, dass Defizite bei der Pflege und Wartung sowie ungünstige Umgebungsbedingungen innerhalb kurzer Zeit zu gravierenden Schäden führen können. Die mit der Wiedervereinigung einhergehenden strukturellen Veränderungen stellten auch hinsichtlich der Betreuung, Pflege und Erhaltung des Domschatzes eine Zäsur dar. Von 1950 bis 1988 war für die kontinuierliche konservatorische Betreuung Hauptkonservator Konrad Riemann, Leiter der Restaurierungswerkstatt am Institut für Denkmalpflege Halle, verantwortlich. Hierfür stand jährlich ein fester Finanzbetrag zur Verfügung. So konnte die regelmäßige Pflege, Konservierung und Restaurierung gewährleistet werden, an der neben Institutsrestauratoren auch freiberufliche Restaurator/innen sowie Museumsrestaurator/innen verschiedener Fachrichtungen beteiligt waren. Darüber hinaus wurden Zustandsgutachten erstellt. Stellvertretend seien die freiberufliche Textilrestauratorin Friederike Happach, Christine Engemann-Wendt, bis 2010 Chefrestauratorin im Grünen Gewölbe (Dresden), Metallrestaurator Ulrich Sieblist und Günther Kreienbrink, Restaurator für Handschriften (Erfurt), genannt. Friederike Happach betreute jahrzehntelang den Paramentenschatz, Christine Engemann-Wendt wurde zu Begutachtungen von Schatzstücken regelmäßig zu Rate gezogen.¹ Zudem hat der damalige Domkustos Heinz Magga², in enger Abstimmung mit Konrad Riemann über einen langen Zeitraum im Rahmen der damaligen technischen Möglichkeiten die Präventivmaßnahmen vor Ort (regelmäßige Reinigung der Räume, Klimaüberwachung, Lüften nach Vorgabe usw.) sehr intensiv und zuverlässig unterstützt. Diese, im damaligen Zeitkontext vorbildliche und regelmäßige Betreuung hat sich positiv auf den Erhaltungszustand des Domschatzes ausgewirkt.³

In Folge der Veränderungen bei der Mittelzuweisung, den Zuständigkeiten bzw. Verantwortlichkeiten, Unklarheiten bezüglich der Zuordnung bzw. Eigentumsfrage, die erst 1998 abschließend geklärt wurde, sowie fehlender finanzieller Mittel in den frühen 1990er Jahren kam es in der bis 1989/90 kontinuierlichen konservatorischen Pflege und Wartung des Domschatzes zu gravierenden Defiziten. Dies führte in einem vergleichsweise kurzen Zeitraum von sechs Jahren zu dem bereits erwähnten umfangreichen Schimmelpilzbefall an den Textilien und zu einer allgemeinen Verschlechterung der Erhaltungszustände im gesamten Domschatz. Außerdem bedurften sowohl die Präsentation als auch die Aufbewahrung vor allem in konservatorischer Hinsicht dringend einer Verbesserung. Dies führte im Sommer 1996 zunächst zur Bildung einer Arbeitsgruppe durch das Landesamt für Denkmalpflege, in der erste Untersuchungen sowie Überlegungen zur Verbesserung der Umgebungsbedingungen, der Aufbewahrung und der Ausstellungsgestaltung begonnen worden waren. Seit diesem Zeitpunkt werden durch das Institut für Diagnostik und Konservierung an Denkmalen in Sachsen- und Sachsen-Anhalt e.V. (IDK) kontinuierlich Klimamessungen durchgeführt.⁴

Die Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt (SDS) ist seit 1998 Eigentümerin des Domschatzes und hat seitdem gemeinsam mit ihren Partnern umfassende Maßnahmen zur Verbesserung der Aufbewahrungs- und Präsentationsbedingungen durchgeführt. Zunächst wurde im Dezember 1999 durch die SDS eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe einberufen, um im Rahmen einer vom Land Sachsen-Anhalt und der DBU finanziell unterstützten Projektstudie ein Konzept zur optimalen Aufbewahrung, Pflege und zeitgemäßen Präsentation des Domschatzes zu erarbeiten. Deren Ergebnisse⁵ von 2001 bildeten die Grundlage für den 2003 ausgelobten Architektenwettbewerb zur grundhaften Sanierung der historischen Räumlichkeiten in der Domklausur und der umfassenden Neugestaltung der Domschatzpräsentation. Ab 2004 erfolgte die Projektumsetzung. Dank der interdisziplinären Besetzung der Arbeitsgruppe, der konstruktiven Zusammenarbeit aller beteiligten Partner und der (keinesfalls selbstverständlichen) grundsätzlichen Beteiligung von

¹ DANZ, PREGLA, RÜBER-SCHÜTTE 2008.

² Mündliche Auskunft von Inge Latzel am 28.01.2016: Heinz Magga war vom Anfang der 1960er Jahre bis 1989 als Domkustos tätig.

³ Vgl. dazu auch den Bericht 1.3.

⁴ Siehe dazu den Beitrag 1.1.

⁵ DOMSCHATZ 2001.

Restauratoren von Beginn an konnte 2008 mit der Wiedereröffnung der Domschatzausstellung das Ziel einer enormen Verbesserung im Sinne der präventiven Konservierung erreicht werden.

Die hohe Bedeutung von Domschatz und Dominventar erfordert eine adäquate Qualität bei der konservatorisch-restauratorischen Betreuung. Diese basiert auf folgender Grundstruktur: Es besteht eine enge Vernetzung und sehr kontinuierliche Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Partnern (SDS, LDA, IDK, Domkustos) mit regelmäßigen Beratungen vor Ort sowie unter Einbeziehung von weiteren wissenschaftlichen und naturwissenschaftlichen Speziallaboren bzw. Einrichtungen. Gemeinsame Abstimmungen erfolgen zu allen relevanten Themen: Präventive Maßnahmen, Pflege, Intervenierende Eingriffe, Standortveränderungen, Leihgesuche, wissenschaftliche Bearbeitungen bzw. Projekte sowie Dokumentation. Alle Pflege- und Restaurierungsarbeiten werden außerdem einem denkmalschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren unterzogen. Ein wichtiger, auf keinen Fall zu vernachlässigender Faktor ist die permanente technische Klimaüberwachung durch einen eingearbeiteten und entsprechend qualifizierten Mitarbeiter der Domschatzverwaltung vor Ort in enger Abstimmung mit dem IDK, vor allem bezüglich Raum- und Vitrinenklima (einschließlich Wartung der Puffermaterialien) und im Zusammenhang mit der zentralen Steuerung von Temperierung und Heizung sowie der mobilen Luftbe- und Entfeuchter.

Unverzichtbar ist die Kontinuität in der Pflege und Betreuung durch ausgewiesene Fachrestaurator/innen. Dies betrifft folgende Fachrichtungen:

- Textil
- Handschriften, Bücher, Pergament, Papier/Grafik, Leder
- Metalle, kunsthandwerkliche Objekte aus Edelmetall
- gefasste Holzskulpturen, Retabel, Gemälde auf textilem Bildträger; Holztafelbilder, gefasste Oberflächen Holzobjekte/Möbel, ungefasstes Holz
- Stein und Stuck, mit und ohne Polychromie
- Objekte mit edlen Materialien z.B.: Elfenbein, Horn, Knochen, Straußenei, Edelsteine, Bergkristall, Glas, Glasflüsse, Email, Perlen (einschließlich Materialzusammensetzungen).

Es werden jährlich Pflegeverträge mit denselben Restauratoren abgeschlossen. Diese Kontinuität ist eine unabdingbare Voraussetzung für eine optimale konservatorische Betreuung durch die jeweiligen Fachrestaurator/innen, da eine genaue Objektkenntnis Grundlage jeglichen Handelns im Sinne der präventiven Konservierung ist und allein schon die Einarbeitungszeit in den umfangreichen Bestand von insgesamt 650 Inventarnummern einen nicht zu unterschätzenden Zeitfaktor darstellt. Auf dieser einmal gewonnenen Übersicht und den ständig zu aktualisierenden Kenntnissen des Erhaltungszustandes basieren die daraus abgeleiteten Vorschläge für präventive sowie intervenierende Maßnahmen. Hinzu kommt, dass der interdisziplinäre Ansatz in der Betreuung den fachlichen Austausch zwischen den Restaurator/innen verschiedener Fachgebiete untereinander und mit den hinzugezogenen naturwissenschaftlichen Einrichtungen zu übergeordneten Fragen wie z.B. Klima und anderen Umgebungsbedingungen, Monitoring, Dokumentation und vor allem bei Materialkombinationen befördert. Das betrifft darüber hinaus auch kunsthistorische Fragen sowie Fragen der Vermittlung und Besucherbetreuung. Dies ist jedoch nur durch die Kontinuität über längere Zeiträume hinweg zu gewährleisten.

Die konservatorische Betreuung von Domschatz und Dominventar basiert gemäß aktuellem internationalem Standard auf folgenden Grundsätzen. Den Vorrang haben stets **präventive** sowie **konservierende** Maßnahmen (im Sinne der Pflege). Hierzu gehören:

- Kontinuierliche Durchsicht und Zustandskontrollen am Bestand
- Überwachung der Umgebungsbedingungen in interdisziplinärer Zusammenarbeit
- Monitoring an ausgewählten Objekten mit vertiefender Bestandserfassung; technologische/naturwissenschaftliche Untersuchungen
- Pflegemaßnahmen wie Staubabnahmen (lose aufliegender Staub); begrenzte Konservierungsmaßnahmen

Zu den **intervenierenden** Maßnahmen zählen:

- sehr umfangreiche, über die Pflege hinausgehende Konservierungsmaßnahmen
- tiefer gehende Reinigungen
- Konzeptentwicklungen einschließlich Probeachsen
- weiterführende Restaurierungsmaßnahmen.

Sämtliche Maßnahmen erfolgen nach dem Grundsatz, Eingriffe in die Substanz möglichst gering zu halten. Mit dieser Vorgehensweise konnte schrittweise eine umfassende Verbesserung der Umgebungs- und Aufbewahrungsbedingungen erreicht werden, die dem aktuellen Standard entsprechen. Das betrifft ebenso den allgemeinen Erhaltungs- und Pflegezustand der Objekte. Optimierungsbedarf besteht derzeit vor allem noch hinsichtlich der Klimabedingungen im Liebfrauenraum, der Neuenstädter Kapelle und dem kleineren Depot für gefasstes Holz. Ein noch zu lösendes Problem stellt die erhöhte Staubbelastung im Dom besonders für die dort freistehenden Domschatzstücke dar.

Der langfristige Erhalt dieses einzigartigen kulturellen Erbes ist nur über diese interdisziplinär angelegte Betreuung und Vernetzung aller Beteiligten, eine langfristige Kontinuität sowie durch die aktive Unterstützung der Verantwortlichen vor Ort zu gewährleisten. Bereits der Wegfall einzelner Komponenten birgt ein großes Risiko von unabsehbaren negativen Folgen für die Objekte, wie die jüngere Historie Anfang der 1990er Jahre beweist.

1.2.1. Fachgebiet Textil

1.2.1.1. Präventive Maßnahmen von 1997 bis 2010

Erdmute Frank

Im Sommer 1996 kam es zu einer dramatischen Ausbreitung von akutem Pilzbefall in verschiedenen Depotschränken und an mehr als 60 Textilien. Da bis zu diesem alarmierenden Ereignis die Betreuung und Pflege der Textilien nur tageweise im Sommer stattgefunden hatte, ergab sich nun die Notwendigkeit einer regelmäßigen ganzjährigen Betreuung des Textilschatzes, mit der 1997 begonnen wurde.¹

In den Ausstellungs- und Depoträumen, sowie in den Vitrinen herrschte sehr hohe Luftfeuchtigkeit. Die Aufbewahrung der meisten textilen Objekte erfolgte dicht gedrängt in Schränken und in Kommodenschubladen, die sich in verschiedenen Ausstellungsräumen befanden. Eine der Vitrinen mit Gewändern des 15. und 16. Jahrhunderts war vor längerer Zeit abgebaut und deren Inhalt zusätzlich auf andere Vitrinen und Depotschränke verteilt worden.

Eine der ersten Maßnahmen zur Normalisierung des Raumklimas war die Aufstellung von mobilen Entfeuchtungsgeräten in Ausstellungs- und Depotbereichen. Obwohl die Feuchtwerte innerhalb der Vitrinen und Schränke noch längere Zeit erhöht blieben, entspannte sich die Klimasituation allmählich.

¹ FRANK 2000, S. 89-91.

Zur Verbesserung der Luftzirkulation wurden die Gewandschränke mit Lüftungslöchern versehen, Sperrholzabdeckungen entfernt und durch Baumwollbespannungen ersetzt. Zur besseren Belüftung einer großen Kommode, in der die magazinierten Textilien seit Jahren immer wieder Pilzbefall aufwiesen, wurde anstelle der vorherigen Hartfaser-Rückwandplatte ein Inlett als Staubschutz angebracht. Die Schubladenböden, mit Baumwollstoff beklebte Span- und Hartfaserplatten, wurden durch luftdurchlässig gepolsterte Lochbleche ersetzt. Durch diese Maßnahmen und wiederholtes gezieltes Lüften konnte die Luftfeuchtigkeit innerhalb der Vitrinen und Schränke schrittweise reduziert werden. Zwei an Außenwänden befindliche Vitrinen wurden rückseitig mit Styropor gegen die Mauerwerkskälte gedämmt. Die textile Bespannung der Vitrineninnenräume wiesen eine hochgradige Verschmutzung auf, die sich durch Absaugen allerdings nur unwesentlich entfernen ließ.

1999 wurde eine neue Gewandvitrine gebaut. In ihr fanden die zwischenzeitlich in anderen Vitrinen ausgelagerten, mittlerweile gereinigten und auf gepolsterten Bügeln montierten Gewänder unter günstigen Klima- und Lichtbedingungen ihren Platz.

Parallel zu den Verbesserungen der Lagerungsbedingungen erfolgten regelmäßige Durchsichten im Hinblick auf mikrobiologischen Befall, bei denen in den Jahren 2000 und 2001 erneut frisches Pilzwachstum auf dem Altartuch (Inv. Nr. 094) beobachtet wurde. Auf sehr vielen Textilien, besonders auf stark verschmutzten Objekten, befanden sich ältere und zum damaligen Zeitpunkt inaktive Auflagerungen von Pilzgeflechten. Insgesamt wies der größte Teil des Textilbestandes Staub- und Schmutzbelastungen auf.

Es folgten über Jahre hinweg ganzflächige Reinigungen der mit Pilz befallenen Objekte durch Absaugen mit einer Vakuum-Membranpumpe unter Mikroskopkontrolle mit anschließender Ethanolbehandlung der kritischen Bereiche.

Die Befunde der regelmäßigen Durchsichten diktierten die Abfolge der Reinigungsmaßnahmen. Ab 2005 wurde im Vorfeld der Neupräsentation des Domschatzes mit der Reinigung der für die Ausstellung vorgesehenen Textilien begonnen, die sich in den darauf folgenden beiden Jahren fortsetzte. 2006 erfolgte die Umsetzung in ein neues Textildepot, dessen Klima die für Textilien erforderlichen Klimawerte aufwies. In Metallschränken bekamen die ehemals nebeneinander in Holzschränken hängenden Gewänder und die anderen Textilien ihren Platz einzeln liegend auf gepolsterten Lochblechböden in einer der jeweiligen Größe des Objekts entsprechenden Schublade. Während der Durchsichten wurde beobachtet, wie die Textilien auf die neue Umgebungssituation reagierten.

2007 kam es im Verlauf der Inbetriebnahme der Klimaanlage zu neuem Pilzwachstum auf noch ungereinigten Objekten. Erneut hatte sich die Verstaubung/Verunreinigung als ein das Schimmelwachstum begünstigender Umstand erwiesen.² Dank der kontinuierlichen Klimabeobachtung und intensiven Betreuung des Textilbestandes konnte schnell reagiert werden. Die darauf folgenden Reinigungsmaßnahmen erfolgten gemäß einer zuvor festgelegten Prioritätenliste.

Die Situation der ausgestellten Textilien verbesserte sich mit der Neupräsentation ganz wesentlich: Hier wurden für die ehemals auf Bügeln hängenden Gewänder passgenaue Figurinen angefertigt. Die ehemals ungeschützt an den Wänden hängenden Wirkteppiche bekamen eine ganzflächig stützende, senkrecht leicht geneigte Unterlage und sind vor Staub und Berührung geschützt in großformatigen Vitrinen untergebracht. Nach der Wiedereröffnung der Domschatzausstellung blieb der Textilbestand weiterhin unter konservatorischer Aufsicht. Bei den fortlaufenden Klimabeobachtungen zeigten sich erhöhte Luftfeuchtwerte in einer Vitrine mit Textil- und Holzobjekten im oberen Kapitelsaal und in einer Wandvitrine im Schatzkammervorraum, die auf Anlaufschwierigkeiten der neu installierten haustechnischen Anlage in diesen Bereichen und auf partielle Undichtigkeiten der Vitrinen zurückzuführen waren.³ Das dort befindliche sehr empfindliche Textil wurde deshalb zeitweilig evakuiert, und erst nach ausreichender Trocknung des Vitrineninnenraums wieder zurückgebracht.

² Zur Problematik der Verstaubung siehe Beitrag 2.1.

³ Siehe dazu auch den Beitrag 1.2.3.

1.2.1.2. Präventive Maßnahmen seit 2011

Eva Düllo und Andrea Knüpfer

Einschätzung des Erhaltungszustandes

Der Textilschatz des Halberstädter Domes zählt die beachtliche Summe von über 600 Objekten. Die Erhaltungszustände der Paramente sind so unterschiedlich wie die Geschichte der einzelnen Objekte. Viele Textilien wurden vor der Eröffnung der ersten Domschatz-Dauerausstellung in den 1930er Jahren in der Restaurierungsabteilung des Schlossmuseums Berlin bearbeitet. Außer den Listen mit den Inventarnummern sind dazu keine Aufzeichnungen über Art und Umfang vorhanden oder erhalten. Die Handschrift und Materialauswahl dieser Restaurierungen sind jedoch gut erkennbar.

Ein Großteil des Textilbestandes liegt unrestauriert vor. Hierdurch weist er eine hohe Authentizität auf und stellt für die Textilforschung einen großen Wert dar. Da es keine gesamthaften Aufzeichnungen über die Erhaltungszustände der Textilien seit ihrem Verbleib im Domschatz gibt oder diese nicht erhalten sind, können Veränderungen nur anhand vereinzelter Objektdokumentationen seit den 1960er Jahren eingeschätzt werden. Ohne Berücksichtigung einiger sehr gut und sehr schlecht erhaltener Objekte lässt sich der jetzige Erhaltungszustand der Textilien des Halberstädter Domschatzes als stabil einordnen.

Zwei Schädigungsfaktoren treten sehr deutlich hervor. Licht stellt für Textilien wie für graphische Kunst die größte Gefahrenquelle dar. Durch die dauerhafte Präsentation weisen die meisten der schon früher ausgestellten Objekte große Lichtschäden auf. Je nach Materialzusammensetzung, ursprünglichem Zustand und der eingebrachten Lichtmenge variiert der Grad der zu beobachtenden Schäden. Den zweiten Schädigungsfaktor für den Textilbestand, der seit dem Sommer 1979 immer wiederkehrend dokumentiert wurde, stellt der Befall mit Mikroorganismen dar. Den Aufzeichnungen nach zu urteilen, haben zuletzt extreme Wetterverhältnisse im Sommer 1996 die klimatischen Bedingungen in der Ausstellung und in Depotbereichen so verändert, dass zahlreiche Objekte von Schimmelpilzen befallen wurden. Danach konnten selbst geringere klimatische Veränderungen einen erneuten Wachstumsschub hervorrufen.¹ Den im Sommer 2011 durchgeführten Test nach zu urteilen, ist diese Gefahr durch die konservatorische Behandlung der Objekte, die permanente Kontrolle der klimatischen Verhältnisse und die optimierten Bedingungen in den Ausstellungsräumen und im Textildepot gebannt.²

Ein weiterer Aspekt ist dringend zu erwähnen, der vor allem in der Textilrestaurierung in den letzten Jahren immer mehr in den Fokus geraten ist. Fast ausnahmslos weisen Textilbestände auf der ganzen Welt Kontaminationen mit Schädlingsbekämpfungsmitteln wie DDT, Lindan und Schwermetallen auf. Einerseits können diese Biozide die Fasern und Farbstoffe der Textilien schädigen, andererseits ist ihre toxische Wirkung beim Umgang und während der Bearbeitung der kontaminierten Objekte unbedingt zu berücksichtigen. Diesem Umstand wurde lange Zeit viel zu geringe Aufmerksamkeit beigemessen.

Die Autorinnen begleiten den Textilschatz seit der Neueinrichtung des Domschatzes und sind seit 2011 für die Pflege verantwortlich. Sie haben diese Aufgabe von Erdmute Frank übernommen, in deren Händen die Betreuung der Paramente seit 1997/98 lag.

¹ Siehe dazu den Beitrag 1.2.1.1.

² Siehe dazu die Beiträge 2.1. und 2.3.

Stand der Pflege und Aufgabenschwerpunkte

Die Textilrestauratorinnen mussten sich bis zur Neueinrichtung des Domschatzes oft mit sehr virulenten und akuten Problemstellungen wie dem immer wiederkehrenden Schimmelbefall beschäftigen. Viele Aspekte der präventiven Konservierung sind seit der Neueröffnung einfacher zu kontrollieren und zu steuern. Darin liegen auch die Aufgabenschwerpunkte für die weitere Pflege des Textilschatzes.

Der Fokus auf die schriftliche und bildliche Dokumentation hat sich in den letzten Jahrzehnten stark verändert, wie man auch an den Leitfäden der Landesdenkmalämter zu diesem Thema ablesen kann. Im Halberstädter Domschatz sind Dokumentationen über einzelne Restaurierungen von Textilien zwar vorhanden, aber zu einer gesamthaften Übersicht der Erhaltungszustände und Objektgeschichten ist es noch ein weiter Weg. Doch nur auf dieser Grundlage können Veränderungen und progressive Schäden an Objekten festgestellt und geeignete Lösungen für eine Überwachung und Manipulation der Progression gefunden werden. Die Klimaüberwachung ist in der jetzigen Intensität weiterzuführen und in festgelegten Abständen sollten die Textilien auf mikrobiellen Befall getestet werden. Die punktuellen Untersuchungen der ATP- und AMP-Summenwerte mit dem Lumitester-Schnelltest an ausgewählten Objekten, die im August 2011 durchgeführt wurden, lieferten kein Indiz für einen aktuellen Befall. Diese Methode ist im laufenden Projekt durch Probenentnahmen mit einem klassischen Abklatschverfahren (u.a. Inv.-Nr. 094, 200, 291) ergänzt worden, um die Lumitester-Methode und die Aussage der Werte überprüfen zu können.

Im Hinblick auf die Beleuchtungsproblematik sollte über die Möglichkeit nachgedacht werden, Objekte, die einen besonders starken Lichtschaden aufweisen, aus der permanenten Ausstellung zu entnehmen und diese nur temporär, eventuell als Highlight, in angemessenen Zeitabständen zu präsentieren.

Ein weiterer Umstand, der bisher zu wenig beachtet wurde, ist die Überwachung der Objekte auf Schädlingsbefall. Trotz der Behandlung – bzw. aus heutiger Sicht: der Kontamination – der Textilien mit Bioziden ist ein neuer Befall nie auszuschließen. In der Ausstellung werden Fenster geöffnet, außerdem können Personal sowie Besucher Schädlinge einbringen. Auch bei der technischen Wartung der Klimaanlage ist Eintrag möglich. Bei einem so großen Textilschatz mit den verschiedensten räumlichen Situationen ist ein Schädlingsmonitoring in allen Bereichen dringend notwendig.

Da der Textilschatz zumindest in Teilen mit Bioziden belastet ist, sind bei allen Maßnahmen am Objekt entsprechende Arbeitsschutzmaßnahmen (TRGS 500 und 524) einzuhalten.³ Dafür wird von der Stiftung die entsprechende Schutzausrüstung (u.a. Handschuhe, Atemschutz, Schutzanzüge) gestellt. Die vorhandene technische Ausstattung (z.B. Staubsauger mit Spezialfilter, Absauganlage in der Werkstatt) ist unter diesen Gesichtspunkten zu prüfen und regelmäßig zu warten.

³ Siehe dazu den Bericht 2.2.

1.2.2. Fachgebiet Metall

Ulrich Sieblist

Der Bestand an Metallobjekten

Seit der Übernahme des Domschatzes 1998 in die Domstiftung des Landes Sachsen-Anhalt wurde als erste Maßnahme eine regelmäßige Betreuung der Objekte durch Fachrestauratoren eingeführt.

Der Bereich Metall umfasst ca. 610 Stücke aus dem 10. bis 19. Jahrhundert. Dies betrifft sowohl Objekte, die zur Gänze aus Metall gefertigt sind als auch solche aus verschiedenen Materialien, die mit Metallteilen kombiniert sind. Zur letzteren Gruppe zählen ebenso gefasste Steine einschließlich Glas wie auch Bergkristall-, Papier-, Leder-, Holz- und Hornobjekte mit Metallbeschlägen und vor allem Textilien, die mit Metallanteilen (Lahn = 108 Objekte) gefertigt bzw. mit Metallbesätzen (50 Objekte) versehen sind.

An Metallen kommen, beginnend bei Eisen, über die Buntmetalle bis zu Silber und Gold, alle Arten in Reinform, ebenso aber auch Legierungen und Mixten vor, wobei das Gros der Objekte ihrem Schatzcharakter entsprechend edelmetallsichtig ist. Alle diese Umstände machen die Objekte sehr korrosionsanfällig unter dem Aspekt Klima und Schadstoffe.

Zu Beginn der Betreuung waren einzelne Objekte frei stehend im Dombereich (Adlerambo, Inv.-Nr. 390a; Leuchter in der Vierung, Inv.-Nr. 645, und Marienkapelle, Inv.-Nr. 644) oder als Schaustücke in die Raumkonzepte der Ausstellung (Karlsleuchter, Inv.-Nr. 559; Bronzefünfte, Inv.-Nr. 399; Kohlebecken, Inv.-Nr. 404) integriert. Ein großer Teil, vor allem die Stücke von hohem kunstgeschichtlichem Wert, befand sich in der Schatzkammer. Untergebracht waren sie dort in Vitrinen, die aus dem Jahre 1936 stammten, als erstmals ein Domschatzmuseum eingerichtet wurde. Ein Teil der mit Metallanteilen gefertigten bzw. mit Metallbesätzen versehenen Textilien wurde in hölzernen Wandvitrinen z.T. frei hängend präsentiert. Die weniger aussagekräftigen metallischen Objekte befanden sich in Depotraum obere Bischofskapelle in ungeeigneten Schränken, die restlichen Textilien in Kommoden und Schränken im Ausstellungsbereich.¹

Erhaltungszustand der Metallobjekte

Entsprechend den unterschiedlichen Materialien sind auch die Erhaltungszustände sehr verschieden. Ungünstige Aufbewahrungsverhältnisse, nicht pfleglicher Umgang und mangelnde Pflege haben ihre Spuren hinterlassen.

Nach der Aufnahme der regelmäßigen Kontrolle/Betreuung zeigten sich zahlreiche Schadbilder, die sich ständig wiederkehrend aus der unzureichenden Aufbewahrungssituation ergaben. Das betraf sowohl die Vitrinen hinsichtlich deren Materialien und Konstruktion, als auch die Art der Präsentation der Stücke in den verschiedenen Bereichen. Gleiches galt auch für die Depotsituation. Als Kernprobleme stellten sich zum einen die permanente Verschmutzung (Staub) und die gänzlich unzureichenden Klimabedingungen (Kondensfeuchte und Schadstoffe) heraus. Zusätzliche Probleme ergaben sich aus Mängeln der Beleuchtungsanlagen und den unzureichenden Sicherheitsbedingungen.²

Ein weiterer Problembereich ergab sich aus den Folgen der Auslagerung im 2. Weltkrieg. Der damaligen Situation entsprechend, waren die Objekte nur notdürftig verpackt und im Nachgang ohne entsprechende Reinigung wieder in die Vitrinen gelangt. Die Rückstände der Sägemehlverpackung blieben bis in jüngere Zeit an vielen Stücken und stellten inzwischen ein Schadstoffproblem dar (Schimmelpilz- und Säurebelastung).

¹ Siehe dazu auch den Beitrag 1.3.

² Siehe dazu auch den Beitrag 1.2.

Um einen Überblick über den Zustand der Metallobjekte und eine Grundlage für Pflege zu erhalten, wurde 1998 für jedes Stück ein Zustandsprotokoll und 2001 eine Erfassung aller Korrosionsauflagerungen und Verschmutzungen erstellt. Eine Erfassung der Lahne an den liturgischen Textilien erfolgte 2009. Diese Erfassungen ergaben, dass auch Metallbesätze und Lahne der Textilien Korrosionserscheinungen aufweisen. Ausgehend von dieser Situation wurden Schwerpunkte für die Pflege der Objekte festgelegt.

Stand der Pflege und Entwicklung der Aufgabenschwerpunkte

Für die Pflege des Bestandes waren mehrere Aspekte ausschlaggebend. Zum einen mussten die Aufbewahrungsbedingungen verbessert werden, zum zweiten Verunreinigungen, die im Verbund mit Kondensfeuchte zu Synergieeffekten führen können, entfernt und zum dritten die Korrosionserscheinungen beobachtet werden.

Nach diversen kleineren Ansätzen, Teilbereiche durch Sanierungen zu verbessern und die vorhandene Einrichtung modernen Standards anzupassen (so 1996 Ersetzen der Warmlichtbeleuchtung in den Schatzkammervitrinen durch Energiesparlampen, 1998 Gutachten über Vitrinen in der Schatzkammer), wurde diese Vorgehensweise als ungangbar abgebrochen und eine generelle, dem neuesten Stand von Restaurierung, Konservierung, Methodik, Klimatisierung und Sicherheit entsprechende Neukonzeption erarbeitet.³

Mit dem Umbau der Ausstellungsräumlichkeiten und dem Neubau eines multifunktionalen Traktes konnte den Forderungen Rechnung getragen werden. Die nicht ausgestellten Metallobjekte und Textilien fanden ihren Platz in einem speziell konditionierten Depot.

Im Vorfeld der Einrichtung der Ausstellungs- und Depoträume wurden von den Objekten anhaftende Verunreinigungen entfernt, nicht aktive Korrosionsauflagerungen dagegen belassen, um den Originalzustand so weit als möglich zu erhalten. Um eventuelle Veränderungen an den einzelnen Stücken rechtzeitig zu erkennen, erfolgte seit 2001 in regelmäßigen Abständen eine Durchsicht/Kontrolle und Staubreinigung des Bestandes. Nach anfänglicher rein visueller Beobachtung wurde bei einzelnen Objekten, die Auffälligkeiten aufwiesen, zum Monitoring, das Makrofotografie und mikroskopische Untersuchungen einschloss, übergegangen (z.B. Brakteat eines Marienmäntelchens, Inv.-Nr. 161; Pazifikale, Inv.-Nr. 034; Karlsleuchter, Inv.-Nr. 559). Das Monitoring bietet die Möglichkeit, Verläufe durch Aufzeichnung zu dokumentieren und gezielt auf Veränderungen zu reagieren. Im Falle des Karlsleuchters konnte durch eine Veränderung des Standortes die beobachtete Fleckenbildung gestoppt werden. Bei den Besätzen des Marienmäntelchens, Inv.-Nr. 161, zeigte es sich, dass unter den neuen günstigen Aufbewahrungsumständen das Schadbild stabil geblieben ist, also kein akuter Handlungsbedarf besteht.

Trotzdem oder gerade durch die regelmäßige Kontrolle werden Probleme sichtbar, die aus Einträgen von Schadstoffen bzw. aus Auswirkungen von „Altlasten“ resultieren und eine weitergehende Dauerbeobachtung bestimmter Objekte notwendig erscheinen lassen.

Auch lassen sich trotz aller Verbesserungen Probleme, die aus dem Zusammentreffen von unterschiedlichen Materialien entstehen, nicht endgültig ausräumen, ohne jeweils eines zu benachteiligen. Es müssen daher Situationen geschaffen werden, die dem empfindlichsten Material Rechnung tragen, ohne das robustere übermäßig zu beeinträchtigen (z.B. Heiltumsschrank, Inv.-Nr. 128; Reliquientuch, Inv.-Nr. 017).

³ Siehe dazu DOMSCHATZ 2001.

1.2.3. Fachgebiet Malerei/Fassung

Christine Machate

Der Bestand an gefassten Holzobjekten

Zum Bestand gehören sämtliche Tafelmalereien und gefasste Skulpturen des Domschatzes, aber auch andere Objekte aus Holz, Textil oder sonstigen Materialien, die gefasst oder bemalt sind. Objekte aus besonderen Materialien, wie beispielsweise Elfenbein, Textil, Papier oder Metall, werden in Gemeinschaft mit den jeweiligen FachrestauratorInnen betreut.

Insgesamt sind 147 (mit Inventarnummern) Objekte gelistet, wobei es sich sowohl um ganze Triptychen als auch um kleine Fragmente handeln kann. 78 dieser Objekte befinden sich derzeit in der Domschatzausstellung. 12 Objekte können im Dom bzw. in Kapellen des Domes besichtigt werden. Weitere 57 Objekte sind in Depoträumen untergebracht oder an andere Museen und Kirchgemeinden als Dauerleihgaben verliehen. Nur die Hälfte der im Domschatz ausgestellten Objekte befindet sich in Vitrinen. Die großen Tafelbilder und Altäre und die meisten Einzelskulpturen hängen bzw. stehen ohne speziellen Schutz in den Ausstellungsräumen. Daher sind sie den klimatischen Bedingungen des jeweiligen Raumes unmittelbar ausgesetzt und auch nicht staubgeschützt. Sofern sie nicht unerreichbar hoch (Wandkonsolen) aufgestellt sind, bieten einfache Barrieren (Geländer) einen Berührungsschutz. Zusätzlich werden die Ausstellungsbereiche durch Aufsichtskräfte überwacht. Auch die im Dom befindlichen Objekte werden durch Mitarbeiter der Domschatzverwaltung beaufsichtigt. Sie sind nicht durch Barrieren vor Berührungen geschützt. Die Kapellen sind nicht zugänglich, nur einsehbar.

Die klimatische Situation ist von Raum zu Raum sehr unterschiedlich. Seit Jahren wird das Klima genauestens überwacht und soweit möglich reguliert.¹

Erhaltungszustand, Stand der Pflege und Aufgabenschwerpunkte

Mit der Optimierung der klimatischen Bedingungen hat sich auch der konservatorische Zustand der Objekte verbessert. Besonders günstig gestaltet sich die Situation für die Objekte in den Vitrinen. Für die in der Schatzkammer, der oberen Bischofskapelle und im Remtergang ausgestellten Objekte können bis auf geringste Staubauflagen keine auffälligen Probleme festgestellt werden. Auch für die beiden Objekte (Inv.-Nr. 400 und 392) in der Vitrine im oberen Kapitelsaal ist die Situation optimal. Hier handelt es sich um eine im Planungsprozess hergestellte Mustervitrine, die durch ihre hohe Dichtigkeit ein sehr konstantes Klima behält. An den beiden extrem empfindlichen Objekten konnten bisher keine neuen Fassungsschäden festgestellt werden. Allerdings beruht diese Aussage nur auf augenscheinlicher Beobachtung von außen. Um das Klima in der Vitrine aufrecht zu erhalten, wurde sie bisher nicht wieder geöffnet.

Problematisch war die Situation auf lange Sicht in der sogenannten Fahnenvitrine im oberen Kapitelsaal, da sich hier trotz mehrfachen Austausches der sorptionsaktiven Materialien (Art-sorb in Kassetten und selbst genähten Säckchen) keine für die Textilien akzeptable Luftfeuchte unter 55 % relativer Feuchte herstellen ließ. Nach dem Anbringen zusätzlicher Dichtlippen konnte das Vitrinenklima vom Raumklima unabhängiger gemacht werden. Wie die Fassungen der Flügel (Inv.-Nr. 108 a, b) und der Maria mit Kind (Inv.-Nr. 435) darauf langfristig reagieren werden, bleibt abzuwarten. Bisher sind keine gravierenden Probleme festgestellt worden.²

Ein ganz anderes Problem stellt sich bei der Vitrine im sogenannten Marienteppichraum dar. Die Mariensegnungstafel (Inv.-Nr. 398) befindet sich hier in einer Außenwandvitrine mit extrem geringem Luftvolumen. Trotz nachträglich durch Bohrungen und Öffnung der Revisionsklappe Ermöglichter Lüftung der Vitrine besteht hier eine im Vergleich zum Raum sehr hohe Luftfeuchtigkeit, die permanent beobachtet und notfalls

¹ Siehe dazu auch den Beitrag 2.3.

² Siehe dazu auch den Beitrag 1.2.1.

durch Austausch der Art-sorb-Päckchen reduziert werden muss. Mehrfach wurde an der Malschichtoberfläche hier Schimmelpilzbewuchs festgestellt.

Sämtliche frei im Raum hängenden bzw. stehenden Objekte sind dem jeweiligen Klima ausgesetzt und damit den jahreszeitlich bedingten Luftfeuchteschwankungen, die durch vorhandene Klimageräte abgepuffert werden. Allerdings hat sich die Klimasituation seit der Sanierung der Räume sehr deutlich verbessert.

Dennoch waren auch in den letzten Jahren einige umfangreiche Konservierungsmaßnahmen erforderlich. Bei den festgestellten Malschicht- und Fassungslockerungen handelt es sich zum einen um Nachfolgeschäden der Umbau- und Einrichtungsphase, in der die Objekte in ihren Zwischendepots mitunter starken Luftfeuchtedifferenzen ausgesetzt waren. Zum anderen bewegte sich die relative Luftfeuchte vor der Sanierung des Domschatzes auf deutlich höherem mittleren Niveau und war geprägt von starken kurz- und mittelfristigen Schwankungen.³ Durch die Klimaregulierung und bauliche Verbesserungen konnte dies deutlich verbessert werden. An diese neuen Bedingungen müssen sich die Objekte erst allmählich anpassen.

Die aufgrund dieser Anpassungsschwierigkeiten aufgetretenen Fassungs- und Malschichtschäden sind inzwischen im Rahmen der regelmäßigen Pflege behoben worden. Nun gilt es zu beobachten, wie sich die Objekte in dem weitaus konstanteren Klima verhalten. Dennoch wird wohl teilweise mit partiellen Lockerungen in den Malereien zu rechnen sein, da die Tafelmalereien für die Wiedereinrichtung des Museums nach dem Zweiten Weltkrieg umfassend restauriert wurden. Hierbei wurden sämtliche, teils großflächige Fehlstellen aufge kittet und rekonstruierend retuschiert (einschließlich der Polimentvergoldungen und Gravuren). Die Randzonen dieser Ergänzungen stellen bei einigen Tafeln immer wieder Problemzonen dar, da sich hier zwischen den verschieden stark gebundenen Grundierungen Spannungen aufbauen.

Ein Sonderproblem besteht bei den originalen Chortüren (Inv.-Nr. 553 und 635) sowie beim Liebfrauen-schrank (Inv.-Nr. 426). Die Fassungen wurden hier teils vollflächig mit dicker Pergamenthaut unterklebt und dick grundiert. Das Pergament reagiert ganz besonders schnell auf Luftfeuchteveränderungen (siehe Langzeitbeobachtung mittels Kamera⁴). In Kombination mit der konträren Reaktion des hölzernen Untergrundes und der dicken Fassung entwickeln sich hier immer wieder umfangreiche Fassungslockerungen. Hier könnte eine Unterbringung in Vitrinen sicher deutliche Verbesserungen bringen. Aufgrund der Größe der Objekte ist dies bisher an dem zur Verfügung stehenden Raumangebot und an den hohen Kosten gescheitert.

Das im Dom befindliche Domschatzinventar ist durchgängig sehr hohen Luftfeuchtwerten (65-85 % relative Feuchte) ausgesetzt, was für ein Kirchenklima nicht ungewöhnlich ist. Innerhalb dieses großen Baukörpers vollziehen sich Temperatur- und Feuchteänderungen zumeist nur sehr langsam, zumal nach und nach in den letzten Jahren die meisten Fenster restauriert und damit abgedichtet wurden. Nur bei extremen Witterungsbedingungen entstehen auch im Dom problematische Schwankungen, die zu einem Absinken der Luftfeuchte auf 45 % relativer Feuchte bzw. zu einem Anstieg auf 95 % relativer Feuchte und Kondensationserscheinungen führen können.

Generell haben sich die im Dom ausgestellten Objekte an die sehr hohe Luftfeuchtigkeit gewöhnt. Ein größeres Problem besteht durch die erheblichen nutzungs- und bauwerksbedingten Staubablagerungen, die unter anderem durch die langjährigen Baumaßnahmen im gesamten Kirchenraum verstärkt wurden.⁵ Diese Ablagerungen wirken zusammen mit der hohen Luftfeuchte wie Feuchtekompresen und befördern an Holzobjekten langfristig den bioziden Befall und die Verschmutzung und Schädigung der Fassungen.

In den Ausstellungsräumen des Domschatzes hat sich seit der Neueröffnung der Staubeintrag deutlich verringert. Im Kapitelsaal entstehen die Staubaufgaben überwiegend durch geringe Absandungen von Wänden und Gewölbe.

Die Klimabedingungen im sogenannten Liebfrauenraum, im kleinen Depot und in der Neuenstädter Kapelle zu optimieren, bedurfte größerer Anstrengungen.

Eine Optimierung der raumklimatischen Situation war nach der Neueinrichtung des Domschatzes im Depot A

³ Siehe Beitrag 2.3. Abb. 26.

⁴ Siehe auch Beitrag 3.2.3. und 3.2.4.

⁵ Vgl. auch die Beiträge 1.2.5. und 2.1.

notwendig. Bedingt durch die geringe Raumgröße und die Funktionsweise der Multisplitanlage traten in diesem Bereich in Verbindung mit ungünstigen Außenklimaerfahrungen immer noch deutliche Schwankungen der relativen Luftfeuchte auf.

Aus diesem Grund wurde die Stabilisierung des Raumklimas in diesem Bereich umgestellt. Nach verschiedenen Versuchen bewährte sich der Einsatz zusätzlicher Be- und Entfeuchter und eines mobilen Heizkörpers, um die Schwankungen der relativen Raumluftfeuchte auf Werte zwischen 55-60 % relativer Feuchte abzupuffern.

Außerdem bewirkte eine mangelnde Luftumspülung, vor allem bei den in Stahlschränken gelagerten Objekten, immer wieder eine Aktivierung von Schimmelpilzbefall, obwohl die Türen nicht mehr geschlossen wurden. Partiiell wurden hier Werte bis zu 80 % relativer Feuchte gemessen. Eine Umlagerung der Objekte in offene Regale und an einen besser belüfteten Standort hat bis jetzt ein erneutes Aufleben des Schimmelpilzbefalls verhindert. Die Situation muss aber weiter beobachtet werden. Ein weiteres Absenken der Luftfeuchte ist nicht angezeigt, da die Objekte früher Werte über 60 % relativer Feuchte gewohnt waren und eine Luftfeuchte unter 55 % relativer Feuchte unweigerlich zu Fassungsschäden führen würde.

Auch in der Neuenstädter Kapelle, die ähnlich hohe Feuchtigkeitswerte aufweist wie der Dominnenraum, bestehen kaum Luftbewegungen, so dass hier mit Schimmelpilzentwicklung gerechnet werden muss und ggf. auch mit einem Aufleben des Anobienbefalls.

Mehrfach wurde hier schon über die Ursachen der Feuchtigkeit, eine Verbesserung der Dachentwässerung, eine Entfeuchtung und eine kontrollierte (automatisch gesteuerte?) Belüftung diskutiert. Erste Maßnahmen zur baulichen Verbesserung der Dachentwässerung wurden inzwischen umgesetzt. Inwiefern dazu noch weitere Maßnahmen nötig und möglich sind, muss weiter beobachtet und beraten werden. Eine umfassende Durchsicht und Pflege des Altares (mit Gerüst), der von 2003 bis 2006 restauriert worden war, ist für 2016 geplant.

Im Liebfrauenraum wird fortlaufend an der Verbesserung der Klimasituation gearbeitet. Ähnlich wie im Depot A werden hier mobile Geräte zur Unterstützung der Multisplitanlage eingesetzt.

Da der relativ kleine, intime Raum den unbeobachteten Besuchern ungehindert eine Berührung der Objekte ermöglicht, müssen diese mittels eines Alarmtones davon abgehalten werden. Ein erster Versuch mittels eines Induktionsfeldes ist aufgrund der vielen Eisenteile am Schrank fehlgeschlagen. Die nachfolgend am Kalvarienberg getestete Variante mittels Bewegungsmeldern scheint da besser geeignet zu sein. Über einen Einsatz dieser Methode im Liebfrauenraum sollte demnächst entschieden werden.

Diese Art Berührungsschutz ersetzt allerdings nicht den Einsatz von Aufsichtskräften!

1.2.4. Fachgebiet Holz

Hartmut Meier

Einschätzung des Erhaltungszustandes

Die erste Begutachtung der ungedeckten Holzobjekte erfolgte im Jahr 1997. Hierbei fielen vor allem die teilweise schlechten klimatischen Bedingungen und die sehr einfache Präsentation der Exponate auf. Des Weiteren war eine sehr hohe Staubbelastung erkennbar. Nur wenige Stücke des insgesamt 48 Objekte umfassenden Bestandes waren Teil der Domschatzausstellung, für die es nur in Ausnahmefällen Ausstellungspodeste gab. Fast alle Möbel waren in Gebrauch und dienten zur Aufbewahrung verschiedenster Gegenstände wie z. B. von Büchern, Aktenordnern, Glühlampen, Reinigungsutensilien und vielem mehr.

Die ersten konservatorischen Maßnahmen bestanden darin, das benutzte Mobiliar auszuräumen und anschließend mit Staubsauger und Pinsel trocken zu reinigen. Letzteres erfolgt seither mindestens einmal im Jahr und bei hoher Staubbelastung (z. B. durch Baumaßnahmen im Dom) auch öfters. Einzelne Exponate in der Ausstellung erhielten Sockel, um direkten Kontakt mit dem teilweise sehr feuchten Fußboden zu vermeiden und eine entsprechende Hinterlüftung zu gewährleisten. Bei einigen Exponaten gelang es durch einfache Konsolidierungsmaßnahmen, wie z. B. das Verleimen der Möbelsockel oder der Möbelfüße, die Standfestigkeit wieder herzustellen. Die Umsetzung des Heiliumsschranks (Inv.-Nr. 128) im September 1998 aus dem offenen unteren Kreuzgang in das Südquerhaus des Domes war eine erste Maßnahme, um seine Aufbewahrungsbedingungen zu verbessern.

In enger Abstimmung mit dem Fachgebiet Textil erfolgte eine grundlegende Verbesserung der Aufbewahrungssituation für die in der Ausstellung magazinierten Paramente.¹ Noch 1997 wurden die entsprechenden Depotschränke und deren Schubladen umgearbeitet, so dass eine gute Belüftung gewährleistet war und damit die Gefahr eines erneut auftretenden Schimmelbefalls minimiert wurde.

Im Juli 2006 verbesserten sich die Aufbewahrungsbedingungen der Domschatzstücke grundlegend, denn das neue Funktionsgebäude konnte in Nutzung genommen werden. Darin befinden sich erstmals zwei unterschiedlich klimatisch konditionierbare Depots und zwei neue Werkstatt Räume. Die künftigen Büroräume und die Bibliothek der Domschatzverwaltung fungierten kurzzeitig als Interimsausstellung für ausgewählte Domschatzexponate.

In Vorbereitung der Neupräsentation des Domschatzes im April 2008 erfolgten umfangreiche Konservierungen und restauratorische Einzelmaßnahmen. Hier sei stellvertretend die Restaurierung des Heiltumsschranks genannt, die Ende 2007 mit dem Transport in den neuen Ausstellungsbereich begann und dann an Ort und Stelle durchgeführt wurde.²

Alle Exponate der neuen Dauerausstellung wurden in Absprache mit den Fachkollegen gereinigt, konserviert und in Teilen restauriert.

Seit der Eröffnung der neuen Dauerausstellung am 13. April 2008 werden die ausgewählten Exponate, ihrer Wertigkeit entsprechend präsentiert. Hervorzuheben ist aus der Sicht des Holzrestaurators die Präsentation der drei mittelalterlichen Giebelschränke in der unteren Bischofskapelle, die erstmals als Gruppe gezeigt werden.

Die klimatischen Bedingungen in den Ausstellungs- und Depoträumen sind nach anfänglichen Anlaufschwierigkeiten der neu installierten haustechnischen Anlage sehr gut eingestellt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich die Aufbewahrungssituation für alle Domschatzstücke maßgeblich verbessert hat und im Besonderen für den sogenannten Heiltumsschrank als optimal bezeichnet werden kann.

Erhaltungszustand, Stand der Pflege und Aufgabenschwerpunkte

Die ungefassten Holzobjekte werden momentan im Jahresrhythmus durchgesehen und im Rahmen der Pflege gereinigt (Staubabnahme).³ Notwendige Einzelmaßnahmen für betroffene Domschatzstücke erfolgen nach Absprache in der Expertenrunde.

Die kontinuierliche Pflege des Bestandes zählt zur vordringlichen Aufgabe auch in der Zukunft. Eine interdisziplinäre Zusammenarbeit aller beteiligten Fachrestauratoren und beteiligter Institutionen ist unerlässlich. Das begonnene Monitoring soll weitergeführt werden. Hier steht besonders der sogenannte Heiltumsschrank im Fokus.

¹ Siehe dazu die Beiträge von 1.2.1.1. und 1.3.

² Meier 2010, S. 101-103.

³ Siehe Pflegeplanliste.

1.2.5. Fachgebiet Stein

Corinna Grimm-Remus

Der Bestand an Steinobjekten

Es befinden sich insgesamt 225 erfasste Steinobjekte im Bestand des Domes und Domschatzes, wobei gegenwärtig 79 Objekte auf den Domschatz und 146 auf den Dom entfallen. Zusätzlich sind seit 2008 113 Lapidarium-Objekte katalogisiert.

Eine objektgenaue Zustandseinschätzung ist über die Pflegeblätter möglich.

Einschätzung des Erhaltungszustandes

Seit 2002 erfolgt eine kontinuierliche Pflege der Steinobjekte im Domschatz. Davor fanden vereinzelte Pflege- und Konservierungsmaßnahmen an Steinobjekten statt, die sich aber vielmehr am jeweils akut notwendigen Bedarf orientierten, was häufig eher auf den Dombestand zutraf. Die nicht ausgestellten bzw. eingelagerten Steinobjekte befanden sich an verschiedenen Standorten unter meist sehr schlechten Lagerungsbedingungen.

Seit der regelmäßigen Durchsicht aller Domschatz-Steinobjekte kann eingeschätzt werden, dass diese vor allem durch eine hohe Verschmutzungsrate gekennzeichnet waren. Zudem gab es bei den Objekten mit Fassung bzw. Fassungsresten hohen Konservierungsbedarf. Dieser war überwiegend durch ungünstige Klimabedingungen und ausbleibende Pflege verursacht.

Auch die nach 2002 bearbeiteten Stücke müssen heute regelmäßig gereinigt werden. Hier ist 2x jährlich als Minimum anzusetzen, wobei nach 6 Monaten erneut eine hohe Belastung vorliegt. Keines der Steinobjekte, mit Ausnahme eines nicht fachgerecht abgedeckten Domobjektes¹, zeigte in diesem Zeitraum einen Befall mit Schimmelpilzen.

Die 79 dem Domschatz zugeordneten Objekte befinden sich derzeit an drei verschiedenen Hauptstandorten: im Depot A (kleines Depot), in der Domschatzausstellung und im Dom. Ein Objekt befindet sich als Dauerleihgabe im Städtischen Museum Halberstadt (S023).

Der Pflegebedarf der Objekte ist stark vom Standort und vom gefassten oder ungefassten Bestand abhängig.

Stand der Pflege und Aufgabenschwerpunkte

Die Depotobjekte befinden sich in einem stabilen Zustand. Der Großteil der Stücke wurde vor 2008 gepolstert (Neopolen® E, Japanpapier) in säurefreien Kartons verpackt. Sie bedürfen lediglich einer Durchsicht (gegenwärtig im 2-Jahres-Rhythmus).

Die verschiedenen Kacheln (Inv.-Nr. 382d und Folgende) sind z.T. stark verrußt und sollten mittelfristig gereinigt werden. Danach wäre mit Ausnahme einer Havarie (Klima, Wasser, Feuer) ein stabiler Zustand erreicht. Die Fußbodenfragmente sind gegenwärtig stabil, bedürfen jedoch einer regelmäßigen Durchsicht, da sie z.T. mit Salzen belastet sind.

Die weiteren Depotobjekte haben eher Probencharakter bzw. sind ehemals geborgene Fragmente.

¹ Grabplatte I054 Grabplatte für Erzbischof Friedrich IV. von Magdeburg, Lfd. Nr. 054, Standort im Hohen Chor des Halberstädter Domes, Probenr. 45a-e; siehe auch den Bericht 2.1.

Lfd. Nr.	Inv.	Beschreibung	Zustand
S003	445	Diakon	stabil
S007-S015	382d-l	Kacheln	z.T. stark verrußt, stabil
S017	ohne	Frag. Chorfußboden	stabil, Kontrollen notwendig
S019-S022	ohne	Frag. Chorfußboden	stabil, Kontrollen notwendig, MONITORINGOBJEKT
S024	ohne	Hl. Petrus	Fassung z.T. leicht gelockert
S025	ohne	Hl. Johannes	Fassung z.T. leicht gelockert
S026-S028	382m-o	Kacheln	z.T. stark verrußt, stabil
S029-S032	ohne	Fragmente	-
S033	ohne	Büste	stabil
S040-S050	ohne	Fragmente/Proben	-
S053-S063	382p-z	Kacheln	z.T. stark verrußt, stabil
S071	ohne	Stein	stabil, leicht verkrustet
L111	ohne	Steinigung des Hl. Stephanus	stabil, leicht verkrustet

Alle Objekte der Domschatzausstellung befinden sich gegenwärtig in einem stabilen Zustand. Die notwendigen Konservierungsmaßnahmen konnten hier bis 2008 durchgeführt werden.

Die Stücke im oberen Kreuzgang sind derzeit den größten Klimaschwankungen ausgesetzt, die weiteren Objekte werden im ausgeglichenen Klima präsentiert, z.T. lagern sie sogar in Vitrinen. Bei einem Objekt im oberen Kreuzgang (S018) wurden zeitnah nach 2008 erste Verbesserungen an der Ausstellungssituation vorgenommen (besserer Staubschutz, Verschattung).

Die Objekte zeigen jedoch regelmäßig Staubauflagen und sollten mindestens 2x im Jahr gereinigt werden (Pinsel, Staubsauger Staubklasse H). Insgesamt ist bei den bodennahen Objekten festzustellen, dass sich größere Staubmengen an dem porösen Material anlagern.

Lfd. Nr.	Inv.	Beschreibung	Zustand
S001	443	Hl. Katharina	stabil
S002	444	Madonna	stabil
S004	381	Kalvarienberg	stabil, MONITORINGOBJEKT
S005	062a	Stein	stabil
S006	340	Tragaltar	stabil
S016	020	Stephanusstein	stabil
S018	ohne	Frag. Chorfußboden	Stabil, MONITORINGOBJEKT
S034	ohne	Schlussstein	stabil
S035	ohne	Schlussstein	stabil
S036	ohne	Schlussstein	stabil
S037	ohne	Schlussstein	stabil
S038	ohne	Schlussstein	stabil
S039	ohne	Schlussstein	stabil
S064	ohne	Bogenfragment	stabil
S066	ohne	Pfeilerkapitell	stabil
S067	ohne	frühmittelalterl. Grabplatte	stabil
S068	ohne	Wasserspeier	stabil
K015	ohne	Löwenrelief	stabil
K061	ohne	Bildstein/Stele	stabil

Die im Dom befindlichen Domschatzobjekte befinden sich mit Ausnahme der Skulptur der Hl. Katharina (Inv.-Nr. 447) ebenfalls in einem stabilen Zustand. Bis auf diese Skulptur wurden alle Stücke in den vergangenen Jahren konservatorisch bearbeitet.

Alle Stücke im Dom zeigen im Vergleich zur Domschatzausstellung einen ungleich höheren regelmäßigen Bedarf an Staub- und Schmutzabnahmen.² Zudem muss die Fassung regelmäßig kontrolliert werden. An der Skulptur der Madonna (Inv.-Nr. 448, Südepore) haben bereits Nachfestigungen (2010) an der Fassung stattgefunden, da die Skulptur bislang höheren thermischen Belastungen (Südfenster) ausgesetzt war. Zudem müsste das Objekt besser vor Berührungen durch Besucher geschützt werden.

Lfd. Nr.	Inv.	Beschreibung	Zustand
I014	411	Auferstehungsrelief	stabil
I056	446	Hl. Katharina	stabil
I004	447	Hl. Katharina	Konservierungsbedarf, entfestigte Fassung, Ausblühungen, hohe Verschmutzung
I060	442	Schmerzensmann	stabil, Fassung muss regelmäßig kontrolliert werden, MONITORINGOBJEKT
I076	448	Madonna	stabil, Fassung muss regelmäßig kontrolliert werden, MONITORINGOBJEKT

Von den derzeit 146 dem Dom zugeordneten Objekten befinden sich gegenwärtig 81 Objekte im Dom, die anderen Objekte befinden sich im Kreuzgang bzw. angrenzenden Kapellen bzw. im Außenbereich.

Die Objekte befinden sich in einem sehr unterschiedlichen Zustand, der sich nicht allgemein zusammenfassen lässt. Mit Ausnahme der in den letzten 10 Jahren konservierten und in der Pflegezeit bearbeiteten Stücke sind die Objekte sehr stark verschmutzt.³ Vor allem die größtenteils gelockerte Fassung macht eine einfache Schmutzreinigung unmöglich. Hier besteht hoher konservatorischer Bedarf. Davon konnte seit Beginn der Pflege (hier seit 2003) nur ein sehr kleiner Teil bearbeitet werden.

² Vgl. auch den Beitrag 1.2.3.

³ Ebd.

1.2.6. Fachgebiet Buch und Papier

Cornelia Hanke

Der Buchbestand

Die Anfänge der Bibliothek am Dom zu Halberstadt werden der Amtszeit Bischof Haymos (840-853) zugeschrieben. Für die Zeit vom Ende des 10. Jahrhunderts bis zum 12. Jahrhundert wird von einem umfangreichen Buchbestand ausgegangen, wobei der größte Teil jedoch in dieser Phase durch wiederholte Domzerstörungen und Brände auch wieder verloren gegangen ist.¹ Im 14./15. Jahrhundert war der Buchbestand so angewachsen, dass „die Unterbringung der Bibliothek in einem eigenen Raum“² erfolgte. Die erste urkundliche Erwähnung der stiftischen Bibliothek fällt in das Jahr 1416. 1465 sind in einem Inventar 103 Bücher erfasst, in dem aber die Bestände der Bücher für gottesdienstliche Zwecke, die Nachlässe und Privatbibliotheken der Domherren nicht berücksichtigt wurden.³ Bestandszuwächse durch Schenkungen sind für das 16. und 17. Jahrhundert noch registriert. Nach Auflösung des Domkapitels per Regierungsdekret im Jahr 1810 kam die komplette Bibliothek an die bis dahin getrennt geführte Schulbibliothek.⁴ Seit der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts wurde die Dombibliothek von einem Lehrer der Domschule verwaltet.⁵ Der Buchbestand im Domschatz Halberstadt umfasst heute ca. 70 Exemplare. Das Älteste ist aus dem 9. Jahrhundert. Der zeitliche Schwerpunkt liegt im 13. und 14. Jahrhundert. Dabei handelt es sich um meist großformatige Pergamenthandschriften mit Holzdeckeleinbänden, Schließen und Beschlägen. Die jüngeren Exemplare (Inkunabeln) sind aus dem 16. Jahrhundert. Der Buchbestand bildet eine eigenständige Bestandsgruppe. Die Objekte überliefern vielfältige Aspekte der Buchgeschichte (u.a. Buchherstellung), des Buchbinde- und Kunsthandwerks und der Bestandsnutzung.

Erhaltungszustand des Buchbestands im Domschatz Halberstadt

Eine systematische restauratorische Bestandspflege am Buchbestand wird Ende der 1990er Jahre durch die Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt ermöglicht. Bis 1989/90 war auch der Buchbestand durch das Institut für Denkmalpflege, Arbeitsstelle Halle⁶ betreut worden. Seit den 1960er bis Ende der 1980er Jahre wurden 15 Bücher durch das Institut für Denkmalpflege zur Einzelrestaurierung an Restauratoren vergeben. Die Restaurierungen können zum größten Teil mit kurzen schriftlichen Dokumentationen und Fotografien belegt werden. Die Dokumentationen werden im Original im Landesamt für Denkmalpflege Halle aufbewahrt und befinden sich als Kopie in den Stückakten im Dom Halberstadt.

Der Buchbestand wurde über einen langen Zeitraum in der Alten Sakristei (Bischofskapelle, unterer Raum – Depot) aufbewahrt. In den 1990er Jahren lagerte der Bestand in zwei Turm-Regalen.

Die klimatische Bedingungen in diesem Depot wurden mit jahreszeitliche Schwankungen von 0°C bis zu 25°C und 36% relative Feuchte bis zu 66% relative Feuchte erfasst. 2003 wurde der gesamte Buchbestand in säurefreie Boxen verpackt, um die Bücher besser vor Licht, Staub und mechanischen Beschädigungen zu schützen. In der Zeit von 1998 bis 2006 wurden 8 Bücher⁷ aus dem Bestand in der Schatzkammer des Domes dauerhaft geöffnet präsentiert.

¹ GUTH 2004, S. 3.

² GUTH 2004, S. 4.

³ Zum Bestand gehören Missale, Lektionarien und Inkunabeln. Inhaltlich handelt es sich um Fachbereiche wie Theologie, kanonisches Recht, Recht und Geschichte.

⁴ SCHMIDT 1878, S. 1-7.

⁵ GUTH 2004, S. 5.

⁶ MELLER, MUNDT, SCHMUHL 2008, S. 34.

⁷ Inv.-Nr. 044 Präsentation der Buchdeckel; Inv.-Nr. 045 Präsentation der Buchdeckel; Inv.-Nr. 469 Sacramentar; Inv.-Nr. 470 Lektionar; Inv.-Nr. 545 Lektionar; Inv.-Nr. 502 Vokabular (Kettenband); Inv.-Nr. 479 Lektionar; Inv.-Nr. 489 Missale.



*Abb. 2: Dom Halberstadt, Bischofskapelle
Ansicht der Turmregale in denen der Buchbestand ab
den 1990er Jahren aufbewahrt wurde. Zum Schutz
der Objekte waren die Regale mit einem Vorhang ab-
gedeckt (1998).*



*Abb. 3: Domschatz Halberstadt Bischofskapelle
Regale gebaut aus Metallprofilen, Lagerung der
großformatigen Holzdeckelbände (1998)*

Seit 1998 wird der Buchbestand regelmäßig von einer Fachrestauratorin betreut und durchgesehen. Der Schwerpunkt wurde auf die konservatorische Betreuung dieser Bestandsgruppe gelegt, um den Status quo der Bücher zu erhalten. Für alle Objekte wurden Stückakten angelegt, in denen Zustandsbeschreibung, Nutzungs- und Leihanfragen, Gutachten und Publikationen usw. erfasst sind. 2006 erfolgte die Umlagerung des Bestandes von der Bischofskapelle in das neue Depot im multifunktionalen Anbau am Dom.



*Abb. 4: Dom Halberstadt, Depot
Ansicht der Regale in denen der Buchbestand auf-
bewahrt wird. Die Objekte sind in säuefreie Boxen
verpackt (2006).*

Stand der Pflege

Alle im Rahmen der Pflege durchgeführten Maßnahmen dienen dazu, den Sammlungsbestand und -charakter zu erhalten und zu sichern. Struktur, Erscheinungsbild und Material sollen bewahrt werden. Überlieferte Spuren durch Nutzung und Vorbesitzer bleiben dabei erhalten.

Im Bereich der präventiven Konservierung konnten durch die kontinuierliche Betreuung, das Verpacken des Buchbestandes in schützende Boxen und die Modernisierung der Depot- und Ausstellungsbedingungen deutlich bessere Bedingungen für die langfristige Lagerung geschaffen werden. Die Aufbewahrung des historischen Buchbestandes entspricht den allgemeinen Empfehlungen.

Die Präsentation von Büchern in der Dauerausstellung des Doms wurde reduziert. Es werden weniger Bücher gezeigt und wenn, dann überwiegend in geschlossenem Zustand (Einband).

Eine Erfassung und Beschreibungen der Handschriften und Drucke liegt vor (Stückakten). An Hand dieser Informationen lassen sich weiterführende Maßnahmen für einzelne Objekte entwickeln. Des Weiteren wurde im Rahmen eines DFG-Projekts die wissenschaftliche Katalogisierung des Buchbestandes restauratorisch begleitet.⁸

Entwicklung der Aufgabenschwerpunkte

Die Pflege des Bestandes sollte weiterhin regelmäßig fortgeführt werden und die professionelle fachliche Begleitung aller internen und externen Nutzungen (wissenschaftliche Nutzung, Ausstellung) umfassen. Darüber hinaus können im Rahmen dieser Art der Pflege Konzepte für Maßnahmen an Einzelstücken entwickelt werden.

Die bisher ermittelten spezifischen Schadensbilder am Bestand, wie z. B. die Korrosionserscheinungen an den Buchbeschlügen, Risse und Schnitte am Pergament, sind zwar erfasst worden, aber die Behandlung bzw. die Entwicklung von Konzepten ist eine zukünftige Aufgabe.

Mehr Aufmerksamkeit und individuelle Untersuchungen brauchen die Objekte mit Buchmalerei.

Es wäre wünschenswert, über die Untersuchung von Materialien und Technologien (Herstellung der Handschriften und Einbände) detaillierter Informationen über den Buchbestand zu sammeln.

Ein weiterer Aufgabenschwerpunkt für die Zukunft ist die Überführung der unikalten Dokumente und Druckwerke in die digitale Form. Als Schutz- bzw. Erhaltungsmaßnahme hat das Digitalisieren im Geschäftsgang der Bibliotheken einen festen Platz eingenommen. Digitalisate liefern weltweit verfügbare Abbildungen und Informationen zu unikalten Dokumenten und Druckwerken. Sie erleichtern der Wissenschaft die Zugänglichkeit. Mit den Konversionsformen wird erreicht, dass nicht für jede Nutzung die originalen Objekte herangezogen werden müssen. Bei entsprechender Langzeitarchivierung der konvertierten Formen sind damit im Katastrophenfall zumindest die Inhalte als Textkopie gesichert (Sicherungskopie).

Eine dauerhafte Aufgabe besteht darin, die Aufbewahrungsbedingungen im Sinne der DIN ISO 11799 zu erhalten.

⁸ Kooperationsvorhaben der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt und der Domschatzverwaltung Halberstadt mit der Herzog August Bibliothek in Wolfenbüttel: s. dazu <http://www.hab.de/de/home/wissenschaft/forschungsprofil-und-projekte/katalogisierung-der-halberstaedter-handschriften/materialien.html>. (zuletzt eingesehen am 12.12.2015). Die Drucklegung wird derzeit vorbereitet.

1.3. Die Depotsituation im Domschatz

1.3.1. Rückblick auf die Depotsituation bis 2006¹

Barbara Pregla

Die Erhaltung des einzigartig umfangreichen Domschatzes wird einer kontinuierlichen Betreuung und "Pflege" seit dem Mittelalter verdankt. Erst die Aufhebung des Domkapitels 1810 führte zum endgültigen Abbruch der Nutzungstradition und damit zu einer reinen Deponierung, seit dem Erwachen eines ästhetischen und wissenschaftlichen Kunstinteresses im Laufe des 19. Jahrhunderts auch zu dem Wunsch nach einer öffentlichen Präsentation. Das Bedürfnis nach Veränderungen am überkommenen Zustand war, nun in der Verantwortung der Pfarrer und Küster der evangelischen Domgemeinde, zunächst gering. So verblieb das Inventar der mittelalterlichen Sakristei und der anschließenden Räumen vorerst in Truhen und Schränken am Ort. Erst mit der tiefgreifenden Neugestaltung des Dominnenraumes in der Mitte des 19. Jahrhunderts verlagerte man viele Gegenstände, die sich bis dahin an ihren originalen Plätzen befunden hatten (insbesondere Altarretabel, aber auch liturgische Geräte, Bücher und Paramente), in den sog. Neuen Kapitelsaal im Nordflügel der Klausur. Dafür wurden z.T. neue Schränke gebaut.

Ein an konservatorischen Kriterien orientierter Umgang mit den Kunstwerken setzte Ende des 19. Jahrhunderts mit dem Auftrag an den Provinzialkonservator ein, sich um den Schatz und eine angemessene Ausstellung zu kümmern. Mit der Einrichtung des Dommuseums 1936 wurden für die nicht in der Dauerausstellung gezeigten Objekte neue Aufbewahrungsmöglichkeiten in einem vom Remter abgetrennten Depotraum geschaffen. Daneben blieben die Schränke im Neuen Kapitelsaal, der jetzt zum Ausstellungsbereich gehörte, weiterhin in Gebrauch.

Eine gravierende Zäsur in der bis dato kontinuierlichen Aufbewahrungsgeschichte des Domschatzes stellt die Auslagerung im Zweiten Weltkrieg dar, da sie in konservatorischer Hinsicht Auswirkungen bis in die Gegenwart zeigt.² Der überwiegende Teil der Gegenstände befand sich von 1942 bis 1945 in Kisten verpackt in einer Höhle bei Quedlinburg und war dort großen Feuchtigkeitsschwankungen und anderen negativen Umgebungseinflüssen bis hin zu Schädlingsbekämpfungsmitteln ausgesetzt.

Auch nach 1945 erfuhr der Domschatz eine kontinuierliche Betreuung durch das Institut für Denkmalpflege. Die zunächst wegen der erheblichen Kriegszerstörungen der Gebäude weiterhin in Kisten verpackten Gegenstände wurden regelmäßig kontrolliert, allerdings finden sich auch Hinweise auf den Einsatz von Schädlingsbekämpfungsmitteln auf DDT-Basis.

Seit der Neueinrichtung der Domschatzausstellung 1959 wurden ein kleinerer Teil an Textilien und alle anderen nicht ausgestellten Objekte gemeinsam in den zwei Räumen der sogenannten Bischofskapelle gelagert. Diese Räume dienten bis Mitte der 1990er Jahre außerdem als behelfsmäßige Restaurierungswerkstatt. Es gab während dieser Zeit keine Klimatisierung und nur eine sporadische Beheizung mit Nachtspeicheröfen. Der größere Teil der Textilien war liegend in einer Holzkommode im Teppichraum (Remter) bzw. auf speziellen Bügeln hängend in ebenfalls hölzernen Gewänderschrank im westlichen Teil des neuen Kapitelsaales untergebracht. Dieser Unterbringung lag die Idee eines Schaudepots zugrunde, um in ausgewählten Fällen den Reichtum an Textilien in den Depotschränken demonstrieren zu können. Obwohl diese Textilschränke dem damaligen Standard entsprechend als durchaus vorbildlich bewertet werden müssen, traten Probleme insbesondere aufgrund der zu hohen Raumluftfeuchte und gedrängten Lagerung auf. Seit den 1970er Jahren wurde an den Textilien punktuell Schimmel beobachtet. Auch die unbefriedigende Situation in der Bischofskapelle wurde wiederholt angemahnt. Durch kontinuierliche Kontrollen und Pflegearbeiten konnten jedoch Schäden in größerem Ausmaß vermieden werden.³

¹ Siehe Abschnitt 4.1. „Zur Neueinrichtung eines Depots“ von Barbara Pregla in: DOMSCHATZ 2001. Die Angaben dieses Abschnitts wurden, soweit nicht in der einschlägigen Literatur bereits veröffentlicht, den Objektakten im Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt entnommen.

² Siehe dazu auch den Beitrag 1.2.2.

³ Vgl. auch die Beiträge 1.1., 1.2. und 1.2.1.

Nach der politischen Wende veränderten sich zu Beginn der 1990er Jahre bedingt durch strukturelle Veränderungen und schwierige Eigentumsfragen auch die Möglichkeiten der kontinuierlichen Betreuung. Als Folge verschärfte sich die Klimaproblematik, es kam 1996 zu einem akuten und sehr umfangreichen Schimmelbefall an Textilien und Handschriften.⁴ Die daraufhin eingeleiteten Notmaßnahmen (provisorische Klimawand, mobile Entfeuchter in Neuem Kapitelsaal und Remter) konnten erhebliche Verluste abwenden und die latenten Gefahren in Schranken halten. Eine dauerhafte Verbesserung der Situation brachte jedoch erst die Neugestaltung von 2006 bis 2008.⁵

1.3.2. Umbau und Neueinrichtung 2006 bis 2008

Den tiefgreifenden Umbaumaßnahmen war eine langjährige Planungsphase vorausgegangen, in der zunächst nach eingehender Prüfung die bisherigen Depotmöglichkeiten als nicht weiter nutzbar ausgeschlossen und daraufhin die vielfältigen Anforderungen an ein neues Depot definiert worden waren.⁶ Folgende grundsätzliche Kriterien wurden festgelegt:

- Oberstes Ziel der Lagerung muss die weitgehende Minimierung aller kurz- und langfristig schädigenden Einflüsse aus der Umgebung sein.
- Die Durchmischung von Ausstellungs- und Depotbereichen kann bei einem stärkeren Besucherverkehr aus klimatischen, konservatorischen und sicherheitstechnischen Gründen sowie in Hinsicht auf die Raumkonzeption in den Ausstellungsräumen nicht beibehalten werden.
- Technischer, finanzieller und personeller Aufwand sind dauerhaft möglichst niedrig zu halten.
- Das Depot ist an einem vor Katastrophen so gut wie möglich geschützten Ort einzurichten.
- Das Depot befindet sich möglichst zentral in einem Gebäude und steht mit den Ausstellungs- und Werkstattträumen so in Verbindung, dass die Schatzgegenstände bei Transporten auf möglichst kurzen und ebenen Wegen nicht dem Außenklima ausgesetzt werden müssen.
- Die Größe der Depotfläche muss eine sachgerechte Lagerung aller Objekte ermöglichen. Insbesondere der Platzbedarf der Textilien ist erheblich höher anzusetzen.
- Bei der Unterbringung sind unterschiedliche materialspezifische Anforderungen an die Umgebungsbedingungen zu beachten. Es muss Räume mit unterschiedlicher Klimatisierung geben.
- Eine Ordnung nach Materialgruppen erhöht die Übersichtlichkeit und erleichtert die Betreuung durch die entsprechenden Fachrestauratoren.

Zur genaueren Planung des Depotbedarfs wurde der Bestand nach funktionalen und materialspezifischen Gesichtspunkten sowie hinsichtlich des Umfangs der zu verwahrenden Objekte analysiert. Folgende Einteilung in fünf Gruppen liegt der Ordnung im Depot nun zugrunde (Die Mengenangaben beziehen sich auf die Anzahl der zu deponierenden Objekte):

- Textilien: 65-70 Gewänder, ca. 300 weitere Objekte unterschiedlicher Größe
- Gegenstände aus Metall und Edelmetall: Geräte, Reliquiare, Behältnisse, Zubehör, Fragmente: ca. 120 Objekte
- Bücher bzw. Handschriften: Pergament/Papier, fast immer in Kombination mit Holz und Leder, häufig auch Metall, ca. 70 Objekte
- Gegenstände aus Holz, mit und ohne Fassung: Tafelgemälde, Holzskulpturen, Geräte, Behältnisse u.a.: ca. 70 Objekte
- Stein, Alabaster, Keramik: ca. 40 Objekte

Weitere Materialien, wie z.B. Elfenbein, Email, Edelsteine, Bergkristall, Glas, Leder, Knochen, Horn oder Wachs, kommen nur in geringem Umfang vor und treten zumeist in Materialkombinationen auf.

⁴ HAPPACH 1996a, HAPPACH 1996b.

⁵ DANZ, PREGLA, RÜBER-SCHÜTTE 2008.

⁶ MUSEUMSDEPOT 1998.

Die aus dem Bestand selbst ermittelten Anforderungen an die Unterbringung waren mit den baulichen Gegebenheiten in Einklang zu bringen. Als günstigster Standort für das Depot wurde der Funktionsneubau an der Südseite des Kreuzgangs festgelegt, da die zuvor genannten grundsätzlichen Kriterien hier in hohem Maß erfüllt werden. Dem Neubau waren als Ergänzung am historischen Denkmalbestand der Domklausur in seiner Lage und Ausdehnung enge Grenzen gesetzt, denen auch die Depoträume angepasst werden mussten. Im Ergebnis wurden zwei Räume realisiert: Depot A mit einer Fläche von ca. 30 m² und Depot B mit einer Fläche von ca. 125 m².

Diesen sehr unterschiedlichen Größen Rechnung tragend, wurden im Depot A Gegenstände aus Holz und Stein untergebracht, in Depot B alle anderen Objekte. Grundlage dieser Entscheidung waren neben dem Platzbedarf in erster Linie die etwa gleichartigen Anforderungen der Objektgruppen an die klimatischen Verhältnisse.⁷

1.3.3. Die Lagerungsbedingungen für die einzelnen Objektgruppen im neuen Depot seit 2006

Textilien:

- Die Aufbewahrung erfolgt ausschließlich liegend.
- Es wurden speziell auf die Größe und die Anforderungen der Textilien zugeschnittene Schränke angefertigt.
- Die Schränke bestehen komplett aus Metall.
- Jeder der 14 Schrankblöcke besteht aus einem an fünf Seiten geschlossenen Korpus, der lediglich über zwei verschließbare Öffnungen mit Staub- und Schädlingsschutz zur Durchlüftung verfügt.
- In den Korpus sind jeweils 10 bzw. 12 Schubfächer in unterschiedlichen Abmessungen entsprechend der Größe der Textilien eingebaut. (Die Tiefen der Schubfächer betragen 160 oder 80 cm, die Breiten der Schubfächer sind gestaffelt in 320, 270, 250, 150 und 60 cm.)
- Die Schubfächer laufen auf Teleskopstangen, die einen nahezu kompletten Auszug ermöglichen.
- Wegen der Staubdichtheit und Schädlingssicherheit werden die Spalten zwischen den Schubladenfronten mit kleinen Bürstenstreifen verschlossen.
- Großer Wert wurde auf eine gute Durchlüftung der Schränke gelegt. Die Böden der Schubfächer bestehen deshalb aus Lochblech, darauf liegt zur Polsterung eine Schicht Polyestervlies und ein leichter Baumwollstoff als Bezug (beides schadstoffgeprüft).
- Die Lochblechböden sind problemlos herausnehmbar und können somit für den schonenden Transport der Objekte verwendet werden.
- Vor der Belegung der Schubfächer wurden die Schränke mehrfach Schadstoffprüfungen unterzogen. (Protokolle vom Labor Drewello und Weißmann).
- Neben diesen Schubfachschränken gibt es ein Gestell mit neun herausnehmbaren Rollen, auf denen sehr große Textilien gelagert werden können (Teppiche, Tücher u.a.).
- Im Depotraum befinden sich zwei große Tische, auf denen Objekte abgelegt und kleinere Arbeiten direkt vor Ort durchgeführt werden können.

⁷ KALISCH 1999.

Gegenstände aus Metall:

- Da es sich bei den im Depot zu verwahrenden Metallgegenständen ausschließlich um kleinere Objekte handelt, wurden diese in zwei handelsüblichen Metallschränke mit stabilen, variablen Zwischenböden untergebracht.

Bücher bzw. Handschriften:

- Für jede der 71 im Domschatz vorhandenen Handschriften bzw. Drucke ist ein Platz im Depot vorhanden.
- Jedes Objekt hat einen individuell angepassten Schubler aus Museumskarton erhalten.
- Diese Schubler lagern in Archivregalen aus Metall mit stabilen, variablen Zwischenböden.

Gegenstände aus Holz (zumeist mit Fassung)

- Gemälde unterschiedlicher Größe sind stehend in einem Holzgestell untergebracht.
- Im Depotraum gibt es stabile, variable Regale für die Lagerung von großen und schwereren Objekten (Freiplastiken, Predellen, Stangen u.a.).
- Kleinere Gegenstände aus Holz werden in drei handelsüblichen Metallschränken aufbewahrt.

Objekte aus Stein, Alabaster und Keramik:

- Diese Objekte sind in stabilen Regalen untergebracht, kleinere Gegenstände werden zudem in Schachteln aus Museumskarton verwahrt.

Zum Depotgut ist ferner das Aktenarchiv am Dom mit einem Bestand von ca. 20 lfd. Metern zu rechnen. Diese Unterlagen sind im sog. Zwischengeschoss im Ostflügel der Klausur untergebracht.

Die Depotsituation ist nach dem gegenwärtigen Erkenntnisstand als weitgehend stabil und gut einzuschätzen. Die mechanischen Lagerungsbedingungen erfüllen höchste Ansprüche und gewährleisten eine sichere, den jeweiligen Anforderungen adäquate Aufbewahrung der Kunstgegenstände.

1.4. Räumlichkeiten zur Durchführung von Pflege-, Konservierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Karoline Danz

Eine wichtige Verbesserung und zugleich Präventivmaßnahme war neben der Einrichtung von Depoträumen zur dauerhaften adäquaten Lagerung der nicht ausgestellten Objekte auch die Schaffung von Arbeitsräumen für konservatorisch-restauratorische Arbeiten. Vor dem Umbau fanden Pflege-, Konservierungs- und Restaurierungsmaßnahmen, sofern sie nicht direkt in der Ausstellung möglich waren, in der oberen und unteren Bischofskapelle oder im Konfirmandensaal unter recht behelfsmäßigen und beengten Bedingungen statt.

Mit den Umbaumaßnahmen ist es nun gelungen, alle Nebenfunktionen wie Besucherempfang, einen Vortragsraum, die Domschatzverwaltung, Depots und die beiden separat zu klimatisierenden Arbeitsräume in einem modernen Anbau unterzubringen. Das führte nicht nur zu einer Entlastung der historischen Klausurräume, sondern bot zudem auch die Möglichkeit, die obere und untere Bischofskapelle in das erweiterte Ausstellungskonzept mit einzubeziehen.¹

Mit der Einrichtung der Arbeitsräume im Neubau in direkter räumlicher Anbindung an Ausstellung und Depot konnte ein wichtiges Anliegen aus konservatorischer Sicht erfüllt werden: den empfindlichen Domschatzstücken, so weit irgend möglich, Ortswechsel und weite Transporte zu ersparen. Ohne diese Arbeitsräume wäre man gezwungen, die Stücke zu jeder mehr oder weniger umfangreichen Konservierungs- oder Restaurierungsmaßnahme extra in die Werkstätten der freiberuflichen Restauratoren/Innen zu transportieren, was nicht nur eine Belastung für das Kunstgut, sondern auch mit erheblichem, zusätzlichen Sicherheits- und Kostenaufwand verbunden wäre.

Die Einrichtung der Arbeitsräume für Restauratoren bedeutet aber nicht nur eine entscheidende Verbesserung für die Pflege und Bearbeitung der Domschatzstücke, sondern auch für die Bearbeiter selbst. Anliegen war es dabei, die beiden Arbeitsräume nicht mit zu viel Technik zu überfrachten, sondern mit einer zweckmäßigen, möglichst einfach zu handhabenden technischen Grundausstattung zu versehen. Dazu gehört auch eine den Notwendigkeiten angepasste Möblierung (z.B. großflächige, variierbare Arbeitsflächen und Arbeitstische) und transportable technische Geräte (z.B. Stereomikroskop, Spezialstaubsauger und diverse Kleingeräte) sowie Platz zur Aufbewahrung von Verbrauchsmaterialien. Beide Arbeitsräume sind unabhängig voneinander mittels beweglicher Luftbefeuchter klimatisierbar, da unterschiedliche Objektgruppen mit zum Teil voneinander abweichenden Klimavorgaben bearbeitet werden müssen. Ein Raum ist in erster Linie der Bearbeitung von Textilien, Handschriften und Schatzkammerstücken vorbehalten, ein weiterer vor allem den Holz- und Steinobjekten.

Sonnenschutzrollos vor den Fenstern schützen vor direkter Sonneneinstrahlung und sind gleichzeitig Sichtschutz. Die Beleuchtung erfolgt über Tageslichtlampen.

Im Interesse eines wirksamen Arbeitsschutzes wurden beide Arbeitsräume mit Absaugeinrichtungen ausgestattet. Ein Aufzug zwischen den Geschossebenen erleichtert Transporte des Kunstgutes zwischen den Räumlichkeiten des Domschatzes sowie den Arbeits- und Depoträumen. Außerdem sichert er den barrierefreien Zugang zu den Ausstellungsräumen.

Da es keinen festangestellten Restaurator gibt, war von vornherein auch der Umstand zu berücksichtigen, dass neben den (häufigen) Phasen der intensiven Nutzung, oft durch mehrere Restauratoren gleichzeitig, zwischenzeitlich auch einmal Pausen eintreten werden. Diesem Fakt musste sowohl das Heizungssystem wie auch die technische Ausstattung Rechnung tragen.

¹ DANZ, PREGLA, RÜBER-SCHÜTTE 2008, siehe dazu auch den Beitrag 1.5.

1.5. Zu den Ausstellungskonzeptionen des Halberstädter Domschatzes

Thomas Labusiak

Der Halberstädter Domschatz ist ein Kirchenschatz. Die in bemerkenswerter Vollständigkeit überlieferten Objektgruppen stehen in unmittelbarem funktionalem Zusammenhang mit der Liturgie christlicher Gottesdienste. Durch die Einrichtung eines gemischtkonfessionellen Domkapitels im Jahr 1591 wurden die liturgischen Ausstattungsstücke weiterhin verwendet und blieben auch dadurch erhalten. Bestand und Überlieferungsgeschichte unterscheiden den Halberstädter Domschatz, der seit der Gründung des Bistums und seiner Kathedrale im frühen 9. Jahrhundert angewachsen ist, von einem herkömmlichen Museum.

Nach der Aufhebung des Domstifts im Jahr 1810 wurden in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zunehmend liturgisch nicht mehr genutzte Objekte aus dem Dom zu einer museal orientierten „Domsammlung“ im Neuen Kapitelsaal zusammengeführt. Eine dauerhafte, der Öffentlichkeit zugängliche Präsentation der Schatzstücke wurde vom Kustos des Berliner Schlossmuseums Erich Meyer seit 1926 erarbeitet und am 9. Mai 1936 eröffnet. Der ensemblehaften Zusammenstellung der Objekte lag ihr ursprünglicher liturgischer Kontext zugrunde. Kriegsbedingt musste die Sammlung bereits seit 1941 geschlossen und ausgelagert werden. Erst 1959 konnte der Domschatz wieder eröffnet werden. Das Konzept von Erich Meyer war nun nicht weiter verfolgt worden, die Ensembles zugunsten einer auf Einzelstücke konzentrierten Präsentation aufgelöst. Die didaktische Erschließung und Vermittlung des Domschatzes beschränkte sich ganz auf Führungen, auf Objektbeschriftungen oder Raumtexte wurde vollständig verzichtet.¹

Konservatorisch-restauratorische Erfordernisse, aber auch ein gewandelter Anspruch an die Präsentation des Halberstädter Domschatzes machten um die Jahrtausendwende eine grundlegende Neukonzeption notwendig.² Der aktuellen Ausstellungskonzeption des Domschatzes, der 2008 neu eröffnet wurde, gingen mehrere Konzeptionsentwürfe voran. Die Gemeinde, die seit der Eigentumsübertragung von Dom und Domschatz an das Land Sachsen-Anhalt im Jahr 1998 die Nutzungs- und Präsentationsrechte besitzt, legte 2003 zwei Konzeptionen aus der Feder von Dr. Petra Janke, Domkustodin in Halberstadt von 1997 bis 2003, und der Kunsthistorikerin Dr. Antje Heling vor.

Petra Janke verfasste ein vielschichtiges Konzept, das von der Aufnahme des Ist-Zustandes einen veränderten raum- und themenbezogenen Rundgang durch den Schatz entwickelte und die Exponate neu erschloss. Dem eigentlichen Konzept für den Rundgang gehen grundsätzliche Überlegungen voran. Für grundlegend hält Janke die Beibehaltung der Ausstellung in den historischen Räumen der Domklausur, also am authentischen Ort. Die überlieferte Fülle des Halberstädter Domschatzes sollte den Besuchern durch eine hohe Anzahl von Exponaten verdeutlicht werden, die jedoch nach der Art ihrer verwendeten Materialien auf die Räume verteilt bzw. gruppiert wurden (Textil, Schatzkunst etc.). Janke erkennt die Objekte des Domschatzes als Träger unterschiedlicher Bedeutungsebenen (Frömmigkeit, Liturgie und Theologie, Geschichte des Domes und Domschatzes, Aspekte der mittelalterlichen Kunstgeschichte und der künstlerischen Techniken), die je nach Kontext erschlossen werden könnten. Hauptwerke im kunsthistorischen Sinne müssten für die Besucher des Domschatzes durch die Ausstellungsgestaltung hervorgehoben werden, die jedoch insgesamt sehr zurückhaltend vorgenommen werden sollte, um weder die Beschäftigung mit den einzigartigen Exponaten noch die historischen Raumhüllen zu beeinträchtigen. Der bemalte Schrank aus der Halberstädter Liebfrauenkirche, der als Leihgabe der dortigen Gemeinde schon seit dem 19. Jahrhundert im Domschatz aufbewahrt wird, wurde von Janke in den Ausstellungsrundgang integriert.

¹ Siehe dazu auch die Beiträge 1.1. und 1.3.

² Siehe dazu auch den Beitrag 1.1.

Für den Rundgang schlägt die Kustodin inhaltlich die christliche Erlösungshoffnung als thematisches Grundgerüst vor, das nach Heilsgeschichte/Verkündigung, Altar/Sakrament/Abendmahl und Heiligenverehrung/Reliquienkult gegliedert werden sollte. Die gemeindliche Nutzung des Domschatzes ginge grundsätzlich von einem Ort der Verkündigung aus. Über die ausgestellten Objekte, die als materielle Glaubenszeugnisse verstanden werden können, wären auch kirchenferne Besucher erreichbar und könnten mit den zentralen Botschaften des Christentums vertraut gemacht werden. Eingeschränkt stellt sich Janke auch eine Dynamisierung der Domschatzpräsentation im Verlauf des Kirchenjahres vor (z. B. Wandlung der Altäre). Die protestantische Sicht auf Aspekte mittelalterlich-katholischer Frömmigkeit wie der Reliquienverehrung müsste durch schriftliche Handreichungen für die Besucher hingewiesen werden.

Weitaus stärker als Petra Janke geht das Konzept von Antje Heling von den liturgisch-funktionalen Zusammenhängen der Objekte und Objektgruppen des Domschatzes aus. Die Objekte aus Liebfrauen, die sie als Ensemble bewahren möchte, stellt sie unter das Generalthema der Marienverehrung. Im Remtergang soll die Neuenstädter Kapelle als inhaltlicher Ausgangspunkt für die Darstellung von Seitenaltären und privaten Messen dienen, der auch der Geschichte und Struktur des Domkapitels Raum geben könnte. Der thematische Faden der Seitenaltäre wäre im Neuen Kapitelsaal weiterzuführen, untermischt von Skulpturen, die gemeinsam die historische Ausstattung des Domes spiegeln. Der obere Kapitelsaal ist dem Themenkreis geistlicher Spiele und Prozessionen vorbehalten, während im Remtersaal die liturgischen Textilien als Ausstattungsstücke des Domes präsentiert werden sollten. Der östliche Bereich von Kreuzgang und Domklausur (sogenanntes Küsterhaus) stellt den Besuchern den reichen Bestand liturgischer Gewänder und Handschriften vor. Die Funktion der einzelnen Paramente sollte ebenso thematisiert werden wie ihre Verwendung im Verlauf des Kirchenjahres. Die Raumfolge aus Schatzkammer sowie sogenannter Oberer und Unterer Bischofskapelle war der Schilderung der Reliquienverehrung vorbehalten, mit Aspekten ihrer Aufbewahrung und Verwendung im katholischen Ritus.

In Zusammenarbeit mit dem von 2003 bis 2010 amtierenden Domkustos Jörg Richter M.A. erarbeitete eine Projektgruppe, der Vertreter der Stiftung Dome und Schlösser, der Evangelischen Kirche der Kirchenprovinz Sachsen, der Domgemeinde im Kirchspiel Halberstadt und des Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie angehörten, die endgültige Konzeption.³ Die historischen Räume wurden durch einen modernen Funktionsbau, der Verwaltung, Depots, Technik und Besucherservice umfasst, entlastet. Der Rundgang teilt sich auf einen westlichen und einen östlichen Bereich auf. Insgesamt gruppieren sich die Ausstellungsräume rund um den Kreuzgang. Der zwischenzeitlich mögliche Zugang in die Schatzkammer von der Südepore aus wurde zugunsten der alten Erschließung von der sogenannten Bischofskapelle aus geschlossen. Besucher müssen demnach beide Ausstellungsteile durchschreiten, um zum Eingang/Ausgang zurückzukehren.

Der Besucher findet in einem eigenen Raum im Neubau das Ensemble der Objekte aus der Liebfrauenkirche. Die Baugeschichte des Domes wird chronologisch anhand von Steinobjekten dargestellt, bevor der Besucher in den sogenannten Remtergang tritt. Hier trifft er auf den Hauptpatron Stephanus (als gefasste Holzskulptur in Verbindung mit einer Reliquie), der ihm auf dem weiteren Rundgang wiederholt begegnet. Der Blick in die Neuenstädter Kapelle ermöglicht die Darstellung der altarbezogenen liturgischen Handlungen. Der große Heilumsschrank vom Hauptaltar des Hohen Chores eröffnet das Thema der Reliquienverehrung. Im Neuen Kapitelsaal werden die spätgotischen Altarretabel aus dem Dom ebenso präsentiert wie die fragmentarischen Schlusssteine des Gewölbes, die von den Zerstörungen in der Endphase des Zweiten Weltkrieges zeugen. Der obere Bereich des Kapitelsaales widmet sich schwerpunktmäßig der Marienverehrung. Die großflächigen Textilien (Wand- und Bodenteppiche, Antependien etc.) werden im Remtersaal präsentiert und didaktisch als temporäre und wechselnde "Bekleidung" des Kirchenraumes erschlossen. Im Osten wurde der Bereich des ehemaligen Küsterhauses vollständig in den Ausstellungsrundgang integriert. Die Viel-

³ RICHTER 2009.

zahl der ausgestellten liturgischen Gewänder wird durch die gleichzeitige Präsentation liturgischer Geräte wie Kelch, Patene und Ziborium funktional eingebunden. Während in der sogenannten Bischofskapelle das Thema Reliquien auf den Zugang zur Schatzkammer vorbereitet, wird in der alten Sakristei die Funktion des Raumes mit seinem direkten Zugang zum Chorumgang der Kathedrale mit Objekten vorliturgischer Handlungen unersetzt. In der Schatzkammer wird der heterogene Charakter eines historisch gewachsenen Kirchenschatzes besonders deutlich, der nicht nur sämtliche im Mittelalter gebräuchlichen Materialien umfasst, sondern auch Objekte integriert, die aus entfernten, z.T. nicht christlichen Kulturen stammen. Die historische Umnutzung von kostbaren Stücken im Mittelalter ist an der sogenannten Weihebrotschale zu beobachten, die als eines der zentralen Objekte der Sammlung an exponierter Stelle die Sichtachse der Schatzkammer einnimmt.



Abb. 5: Byzantinische Weihbrotschale aus dem 11. Jahrhundert (Foto Perner)

2. Überprüfung der veränderten Aufbewahrungsbedingungen nach der Umgestaltung der Domschatzausstellung

Uwe Kalisch und Katrin Tille

Auf der Basis der Voruntersuchungsergebnisse, die die Begründung sowie die Planungsgrundlage für die Umgestaltung des Domschatzes lieferten, sollten die aktuellen Bedingungen im Domschatz überprüft werden, um eine Bewertung der gegenwärtigen Situation zu ermöglichen. Diese Bewertung wurde auf der Grundlage restauratorischer, mikrobiologischer, raumklimatischer und beleuchtungstechnischer Untersuchungen sowie von Schadstoffmessungen durchgeführt. Im Ergebnis dieser breit angelegten Überprüfung ist eine grundlegende und nachhaltige Verbesserung der konservatorischen Aufbewahrungsbedingungen festzustellen, die den Zielen der präventiven Konservierung in hohem Maß entspricht. Neben der wesentlichen Verbesserung der Raumsituation in der Domschatzausstellung wurden mit dem Bau des Funktionsgebäude erstmals Depots für die verbesserte Aufbewahrung einer Vielzahl von Domschatzstücken und Arbeitsräume für die Restauratoren geschaffen (Abb. 6).¹



Abb. 6: Funktionsgebäude (Foto Kalisch)



Abb. 7: Schatzkammer (Foto Perner)

Für die Präsentation der Schatzstücke in den historischen Räumen der Ausstellung haben sich die Konstruktionsprinzipien der Vitrinen, die sich in den eigentlichen sichtbaren Vitrinenraum und die Servicefächer gliederten, die ausschließliche Verarbeitung von Glas und Stahl sowie die Farbgebung mit Einbrennlacken bewährt (Abb. 7). Ebenso trägt das grundsätzliche Konzept, die Räume des Domschatzes klimatisch zu stabilisieren und die Klimaschwankungen in den Vitrinen zusätzlich mit sorptionsaktiven Materialien abzupuffern.²

Neben der Verbesserung aller räumlichen und technischen Randbedingungen stellt jedoch die Kontinuität der interdisziplinären Betreuung des Domschatzes eine entscheidende Voraussetzung für die langfristige Sicherung und Bewahrung des Schatzes dar.³

Die folgenden Abschnitte dieses Kapitels dokumentieren und bewerten die Ergebnisse der Nachuntersuchungen in Bezug auf die Situation vor der Neupräsentation des Domschatzes

¹ Siehe auch die Beiträge 1.1., 1.3. und 1.4.

² Siehe auch Beitrag 2.2. und 2.3.

³ Siehe auch Beitrag 3.1.

2.1. Evaluierung der mikrobiologischen Bedingungen

2.1.1. Einleitung

Karin Petersen

Bereits vor mehreren Jahrzehnten wurden die durch klimatische Faktoren sowie unzureichende Lagerungs- und Präsentationsbedingungen hervorgerufenen Probleme mit Schimmelbefall, insbesondere an den Textilien des Domschatzes, offensichtlich.¹ Die Ausprägung konnte für einige Objekte – wie das Fastentuch (Inv.-Nr. 094) – direkt mit der Aufbewahrung in einer vor einer Außenwand im Bereich eines ehemaligen Fensters angebrachten Vitrine erklärt werden.

Es folgten erste Pflegemaßnahmen, die einerseits eine Abnahme des Schimmels aber auch eine punktuelle Behandlung mit Alkohol einschlossen. Bereits zu diesem Zeitpunkt wurden sehr detailgenaue Fotos bzw. Zeichnungen von den Befundstellen angefertigt.² In den folgenden Jahren wurden die Pflegearbeiten intensiviert und eine schrittweise Verbesserung der Aufbewahrungsbedingungen vorgenommen.³

2.1.2. Das ausgeführte Monitoringprogramm

Vor diesem Hintergrund wurde dem Problem möglicher mikrobieller Belastung auch nach der Umgestaltung der Domschatzpräsentation in Ausstellung und Depot besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Über einen Zeitraum von drei Jahren konnten im Rahmen des DBU-Projektes zur präventiven Konservierung ausgewählte Objekte in ein entsprechendes Monitoring mit dem Ziel einbezogen werden, ein Untersuchungsprogramm für die langfristige Sicherung der Objekte auszuarbeiten.

Daher werden hier zunächst die wesentlichsten Voraussetzungen für eine mikrobielle Besiedlung zusammengefasst:

1. Vorhandensein ausreichender Mengen keimfähiger Mikrobenzellen
2. Für mikrobielle Aktivität geeignete Klimabedingungen
3. Vorhandensein erforderlicher Nährstoffe für Mikrogenwachstum
4. Um die in einem Museum und in den Archiv- und Magazinräumen vorhandene Keimbelastung so gering wie möglich zu halten, ist durch geeignete Reinigungsmaßnahmen eine entsprechende Luft- und Materialhygiene zu gewährleisten.
5. Die Klimabedingungen, die zu einer Besiedlung führen können, unterscheiden sich für die verschiedenen Mikroorganismen zum Teil deutlich. Verallgemeinernd kann festgestellt werden, dass Algen und Bakterien eher höhere Feuchten benötigen, während sich Schimmelpilze bereits bei geringer Feuchtigkeit entwickeln, auch diese aber je Art in eher Trockenheit oder Feuchtigkeit liebende Arten unterscheiden werden müssen. Darüber hinaus spielt die Temperatur eine entscheidende Rolle. Auch hier sind die Kardinalwerte für minimale und maximale Wachstumstemperaturen artabhängig und werden zudem durch die jeweilige Feuchtigkeit beeinflusst.
6. Anorganische Nährstoffe werden bei den hier vorhandenen, mehrere Jahrhunderte alten Objekten, die zudem über einen langen Zeitraum in Benutzung waren und nicht in abgeschlossenen Vitrinen aufbewahrt worden sind, in ausreichender Menge verfügbar sein. Organische Kohlenstoffquellen, die heterotrophe Mikroorganismen wie u. a. Schimmelpilze als Kohlenstoffquelle benötigen, stehen in der Regel nicht nur in Form der historischen Objekte selbst sondern, auch durch Verunreinigungen aus der Benutzung und Lagerung zur Verfügung.

¹ Siehe dazu die Beiträge 1.1., 1.2. und 1.3.

² HAPPACH 1996a und 1996b.

³ Wie Anm. 1, siehe auch den Beitrag 1.2.1.1.

In diesem Zusammenhang muss insbesondere auf die Bedeutung von Stäuben hingewiesen werden.⁴ Diese enthalten je nach Herkunft bereits eine nennenswerte Anzahl von keimfähigen Mikroorganismen. So fanden sich in gesiebten Stäuben aus Kirchen (Fraktion <63µm) mehr als 4 000 000 keimfähige Schimmelpilzsporen pro Gramm Staub.⁵

Bis zur Gewichtskonstanz getrocknete Stäube waren bei Lagerung unter hoher Luftfeuchtigkeit (annähernd 100 % relative Feuchte) in der Lage, in nur zwei Wochen mehr als 100 % ihres Trockengewichtes an Feuchtigkeit aufzunehmen und diese dann den Mikroorganismen zum Wachstum zur Verfügung zu stellen. Aber auch die Lagerung bei realistischeren 75 % relativer Feuchte führte zu einer Gewichtszunahme um bis zu 20 % des Trockengewichtes.

Zudem konnte belegt werden, dass Mikroorganismen die untersuchten Stäube als ausreichende Nährstoffquelle für ihr Wachstum nutzen konnten.

2.1.3. Ergebnisse der Untersuchungen am Domschatz

Die im Rahmen des Projektes ausgeführten Untersuchungen erfolgten ausnahmslos zerstörungsfrei, also ohne Eingriff in das Objekt selbst.

Mikroskopie

Als fragliche Veränderungen an Objekten werden häufig Auflagerungen empfunden, die sich bereits makroskopisch feststellen lassen. In diesen Situationen ist es fast immer möglich, Teile dieser Auflagerungen vorsichtig zu entnehmen und zu mikroskopieren. Bei bis zu 1000-facher Vergrößerung lassen sich so in fast allen Fällen bereits mineralische, kristalline Strukturen oder auch Fasern von Zellen unterscheiden.

In der Regel wird es so auch möglich, gewisse Informationen zu den Mikrobenzellen zu erhalten. Fast immer kann eine Schimmelinfection zumindest auf Gattungsniveau angesprochen werden. Für viele Bakterienarten und nicht pigmentierte Schimmelpilze lässt sich zudem nach geeigneter Anfärbung unter Fluoreszenzanregung im Mikroskop eine Unterscheidung zwischen lebenden und toten Zellen ausführen.

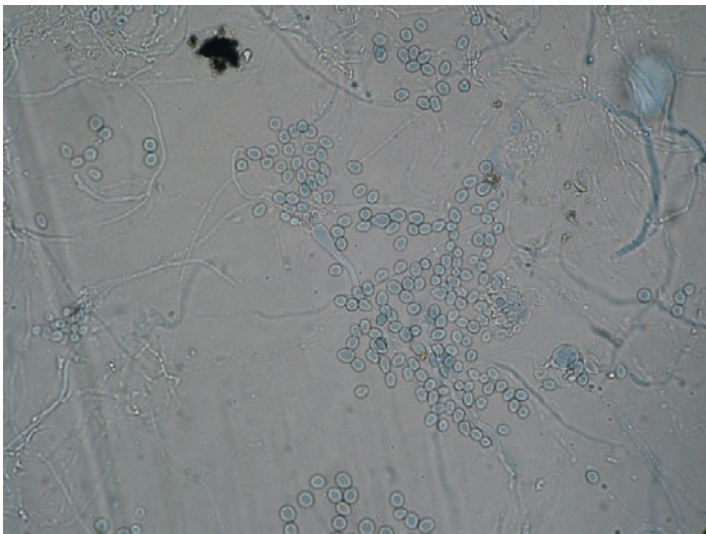


Abb. 8: Besiedlung durch *Aspergillus glaucus*, mikroskopischer Nachweis

⁴ SPIEGEL 2004.

⁵ BÖER 2004.

Keimbelastung der Luft

Die Untersuchung der Keimbelastung in der Raumluft ermöglichte es, den in den Ausstellungsräumen und in den Depots über die Luft aufgebauten Keimgehalt mit dem zum selben Zeitpunkt in der Außenluft herrschenden zu vergleichen und daraus eine besondere Belastung im Inneren abzuleiten bzw. auszuschließen. Dieser Abgleich ist jeweils erforderlich, da die Belastung in der Außenluft klimabedingten Tages- und Jahreschwankungen unterliegt und mit jedem Luftaustausch, z. B. durch das Öffnen von Türen oder Fenstern, eine Vermischung mit Außenluft erfolgt. Treten hier Abweichungen im Hinblick auf die Menge oder Art der Keime auf, die in der Größenordnung des vom Umweltbundesamt herausgegebenen Leitfadens für die Innenraumbelastung liegt, muss nach einer Quelle im Innenbereich gesucht werden, damit diese z. B. durch entsprechende Reinigungsmaßnahmen abgestellt werden kann.



Abb. 9: Luftkeimmessung im Liebfrauenraum

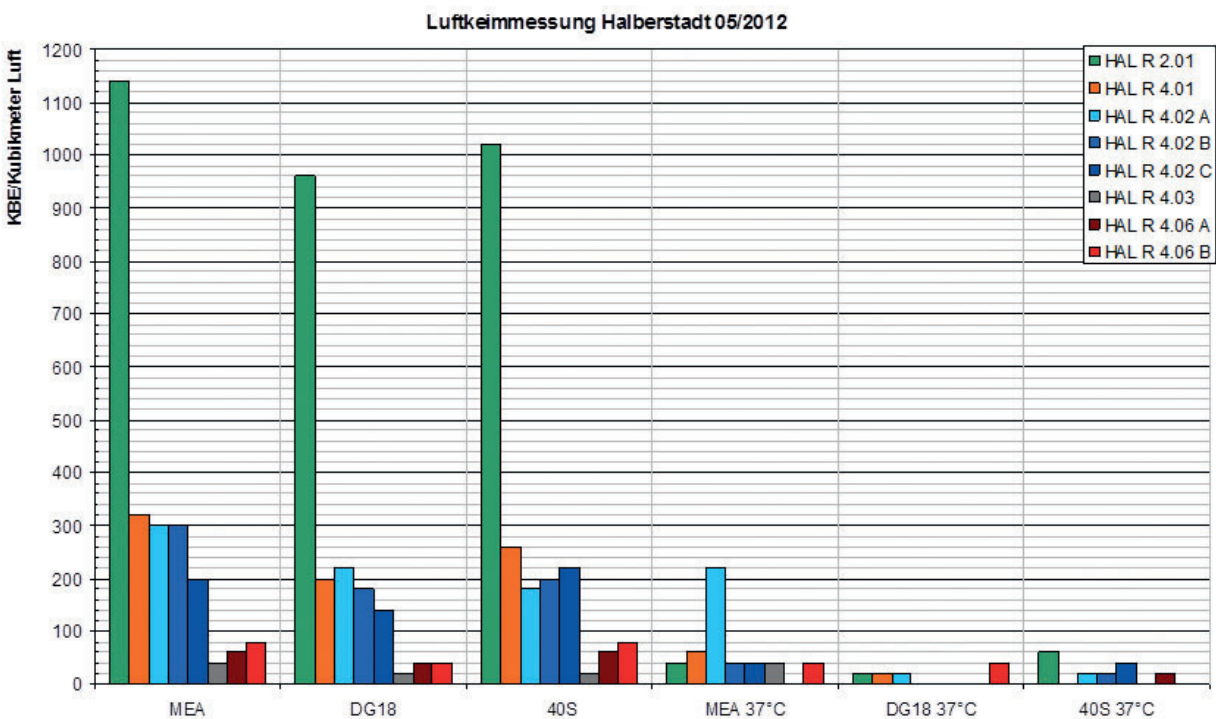


Abb. 10: Die Laborauswertung belegt die deutlich geringere Keimbelastung mit keimfähigen Zellen (KBE/m³) in den untersuchten Räumen verglichen mit der Belastung in der Außenluft (Raum 2.01 – offener unterer Kreuzgang) im Mai 2012. Die Anzucht erfolgte auf unterschiedlichen Nährmedien und bei 25 sowie 37 °C.

Die Ergebnisse der mehrfach wiederholten Untersuchungen zeigen eindeutig, dass die vor der Umgestaltung zu konstatierende starke Belastung in den Ausstellungs- und Depoträumen derzeit nicht mehr festgestellt werden kann, was den Keimdruck im Umfeld der Objekte auf ein Normalmaß verringert hat. Diese Messungen ergaben aber zu einem späteren Zeitpunkt (2014/15) auch einen ersten Hinweis auf eine mögliche Belastung der das Klima regulierenden Geräte (Luftent- und Befeuchter).

Anzucht von Keimen mittels Stempelproben

Als Quelle für die luftgetragenen Keime muss neben der Luft auch die Staubbelastung auf den Oberflächen der Objekte selbst wie auch der Vitrinen und Magazinschränke angenommen werden.

Auch diese Situation lässt sich zerstörungsfrei überprüfen. Für die extrem empfindlichen Textilien selbst wurde auf das Übertragen der gegebenenfalls vorhandenen Keimbelastung auf Nährböden zurückgegriffen. Hier wurden die Keime mit sterilem Samt vorsichtig vom Objekt abgehoben und direkt vor Ort auf geeignete feste Nährböden übertragen. Nach einigen Tagen wird so durch das Anwachsen von Kolonien das Vorhandensein keimfähiger Mikroorganismen auf den beprobten Objekten aufgezeigt und darüber hinaus eine qualitative Auswertung möglich. Somit lässt sich in Relation zur untersuchten Fläche die Belastung als nicht relevant (Hintergrundbelastung auf allen Flächen) oder aber mehr oder weniger stark einstufen, auch hier wieder ein Zeichen für die Notwendigkeit regelmäßiger Reinigung und Gefährdung der Objekte im Falle der Nichtbeachtung.

Bewusst wird für diese Untersuchung nicht auf im Handel erhältliche Fertignährböden zurückgegriffen, die für das direkte Aufdrücken der Medien auf die Oberfläche konzipiert sind. Bei den hier zu beurteilenden, höchst empfindlichen Objektflächen sollte der direkte Kontakt zwischen Objekt und Nährmedium vermieden werden!

Werden die als vernünftig angesehenen Grenzwerte überschritten, ist von einer zu hohen Keimbelastung in den Stäuben auszugehen und eine Reinigung erforderlich. Auch hier sollten geeignete Reinigungsintervalle eingehalten und der erzielte Reinigungseffekt überprüft werden.



Abb. 11: Zerstörungsfreie Probennahme am Tafelreliquiar (Inv.-Nr. 046) mit Samtstempel

Die oben geschilderten Untersuchungsformen sollten von einem Speziallabor ausgeführt werden. Es stehen jedoch auch Fertigtestkits aus dem Bereich der Hygieneüberwachung, z. B. in der Nahrungsmittelindustrie, zur Verfügung, die für die Verwendung im Kulturgutschutz angepasst werden können und die als erster Einstieg in eine Beurteilung nicht empfindlicher Oberflächen, wie z. B. der Vitrinen, durchaus von besonders geschulten Mitarbeitern, insbesondere aber den Fachrestauratoren und -restauratorinnen ausgeführt und beurteilt werden können.

Durchaus sinnvoll können diese Tests auch für die Untersuchung des Keimgehalts in den Be- und Entfeuchtungsgeräten durch entsprechend geschulte Personen eingesetzt werden. Die zuvor erwähnten, im Handel erhältlichen Fertig-Testmedien werden hier direkt in die Flüssigkeit eingetaucht oder aber auf geeignete Flächen in den Geräten aufgedrückt. Eine rein quantitative Bewertung wird dann zumindest möglich.

Messung des Energiegehalts

Auch die Überwachung des Hygienestatus mittels Messung der Energieverhältnisse zählt zu diesen Methoden. Im Handel sind Teststäbchen erhältlich, mit denen die auf einer beliebigen Oberfläche vorhandenen Verunreinigungen einschließlich Mikroorganismen abgewischt werden können. Die so entnommenen Proben werden in dem vorkonfektionierten Testsystem in eine Extraktionslösung überführt, die zur Zerstörung der in den Verunreinigungen befindlichen Zellen führt. Aktiv Stoffwechsel betreibende Zellen setzen die in ihnen vorhandenen, die Energie speichernden Moleküle (Adenylate als Adenosintriphosphat, ATP) frei, die in einem weiteren Schritt enzymatisch umgesetzt werden, was zur stöchiometrischen Bildung von Lichtblitzen führt, die in einem speziellen Messgerät, einem sogenannten Luminometer, „gezählt“ werden. Die so ermittelten relativen geräte- und testkitspezifischen Luminiszenzeinheiten (RLU) erlauben die Beurteilung der Belastung untersuchter Oberflächen. Werden nicht aktive Zellen, sondern Ruhestadien (Sporen) oder bereits abgestorbene Zellen extrahiert, kann es zur Freisetzung des sogenannten Adenosinmonophosphats (AMP) kommen, eines Moleküls, das in aktiven Zellen in Adenosintriphosphat (ATP) umgewandelt wird. Da ATP nur wenige Tage erhalten bleibt, AMP jedoch über einen langen Zeitraum von Monaten bis zu Jahren noch nachweisbar ist, können mit dieser Untersuchungsmethode auch nicht aktive mikrobielle Belastungen erfasst werden, was es dann auch ermöglicht, z. B. einen Reinigungserfolg an nicht aktiven Besiedlungen zu überprüfen. Für beide Stoffe wurden auf Erfahrungswerten beruhende Grenzwerte festgelegt, bei deren Überschreitung von einer aktiven Besiedlung oder im Falle des AMP von einer erheblichen Belastung auszugehen ist und die dann zu einer Reinigungsmaßnahme führen sollte.

Auf relativ unempfindlichen Oberflächen kann diese Untersuchung direkt ausgeführt werden. Im Fall der Textilien wurde nicht auf den Objekten gearbeitet. Allerdings wurden hier Untersuchungen an den Bespannungen, an Rückseiten oder den Vitrinenoberflächen selbst ausgeführt.



Abb. 12: Bereich für die ATP-Messung, Festlegung der Testfläche mittels Schablone

Für insgesamt 53 untersuchte Probenstellen im Domschatz und im Dom wurde in nur fünf Fällen eine hohe Aktivität festgestellt. An einem Domobjekt, einer Grabplatte unter einer Holzabdeckung im Hohen Chor⁶, war sogar eine extreme Aktivität zu konstatieren.

Die Belastung mit dem Ausgangsadenylat AMP wurde allerdings für insgesamt 13 der untersuchten Oberflächen nachgewiesen, war jedoch mit Ausnahme der Objekte im Dom selbst auf die Oberflächen der Vitrinen begrenzt. Aus diesen Ergebnissen ließen sich die besonders intensiv zu überwachenden Bereiche festlegen.

⁶ Siehe dazu auch den Beitrag 1.2.5.

2.1.4. Vorschläge für das weitere Vorgehen

Es ist ausgeschlossen, bei einem so umfangreichen Bestand, wie der Halberstädter Domschatz ihn darstellt, alle Objekte in kurzen Abständen einer auch nur oberflächlichen Begutachtung zu unterziehen. Daher wurden bereits zu Beginn des Projekts bedeutende Stücke identifiziert, die als relevante Vertreter der jeweiligen Objektarten anzusehen sind.⁷ Darüber hinaus sollte eine Auswahl von solchen Objekten getroffen und in das Monitoringprogramm aufgenommen werden, für die frühere Belastungen bekannt waren. Als extrem wichtig wurde eine ausgezeichnete präzise Dokumentation der Objekte und der untersuchten Bereiche angesehen. Die Abbildung XX6 belegt exemplarisch, dass an Hand der erstellten Dokumentationsfotos die untersuchten Bereiche teils fadengenau lokalisiert und damit zu jedem Zeitpunkt einer wiederholten Untersuchung zugänglich sind.⁸



Abb. 13: Detailaufnahme eines ehemals mit Schimmel belasteten Bereichs, Fastentuch (Inv.-Nr. 094, Foto Knüpfer)

Für die Zukunft lässt sich nach drei Jahren Monitoring ein geeignet erscheinendes Wartungsintervall festlegen. Die Luftbe- und Luftentfeuchter sollten mindestens alle drei Monate mittels ATP-Messung und/oder Tauchnährmedien auf Keimbelastung überprüft werden. Ergeben sich Belastungen, muss sofort eine Reinigung durch die mit der regelmäßigen Wartung beauftragte Spezialfirma erfolgen. Der Reinigungserfolg sollte zumindest im ersten Jahr mit derselben Technik direkt nach der Reinigung überprüft werden.

Die als besonders gefährdet bekannten Objekte sollten durch die Fachrestauratoren/-restauratorinnen jährlich inspiziert werden. Hierbei ist eine makroskopische Überprüfung in speziellen Bereichen unter Zuhilfenahme einer vergrößernden Optik einzusetzen. Gegebenenfalls auftretende Veränderungen können bei dieser Überprüfung direkt dokumentiert, Proben für die Mikroskopie entnommen und bei Bedarf auch ATP-Messungen durchgeführt sowie Stempelproben zur Anzucht von Keimen genommen werden. Nach ca. fünf Jahren ohne Befund kann entschieden werden, ob und wie diese Untersuchungsintervalle zu verlängern sind.

Bereits zum jetzigen Zeitpunkt ist klar, dass die teilweise erhebliche Staubbelastung, die für einige der Steinskulpturen im Dom festgestellt wurde, einen relativ kurzen Reinigungszyklus von deutlich unter fünf Jahren erforderlich macht.

Probleme an der Holzausstattung im Dom, die klimatisch bedingt sind, erfordern ebenfalls einmal im Jahr eine Überprüfung und falls erforderlich Maßnahmen.

Für Objekte, die im eigentlichen Sinn ohne Eingriffe einer Beprobung nicht zugänglich sind, wie z. B. die Reliquien selbst, kann nur die intensive, mit mikroskopischen Vergrößerungshilfen unterstützte Beobachtung ausgeführt werden.

Für weniger kritische Bereiche/Objekte kann ein längerer Zeitraum gewählt werden. Spätestens alle fünf Jahre sollten die relevanten Objekte im Domschatz jedoch einmal durchgesehen werden.

Eine regelmäßige Messung der Energieträger ATP bzw. AMP erlaubt es, bei Überschreiten der für das eingesetzte Testverfahren festgelegten Grenzwerte direkt mit entsprechenden Reinigungsmaßnahmen zu beginnen und deren Erfolg auch im Anschluss an die Maßnahme zu überprüfen. Diese Untersuchungen können vor Ort ausgeführt werden und nur, wenn ein Befund vorliegt, sollte ein entsprechendes Speziallabor hinzugezogen werden.

Um das vorgeschlagene langfristige Monitoringprogramm sinnvoll durchzuführen, ist vorauszusetzen, dass es in der Regel durch dieselben, mit dem Domschatz vertrauten Restauratoren und Restauratorinnen ausgeführt wird. Jeder Wechsel in der Betreuung setzt eine intensive Übergabe der einzelnen Stücke voraus, um die Kontinuität in der Bewertung des Zustands sowie möglicher Veränderung zu garantieren.

⁷ Siehe dazu die Themenschwerpunkte 3.3. und 3.4.

⁸ Siehe dazu auch den Beitrag 4.3.

2.2. Evaluierung der Schadstoffbelastung

Ursula Drewello

Für die Bewahrung eines Kirchenschatzes in einer besonderen Umgebung und in authentischer Atmosphäre, an seinem Ort, den Gebäuden des Halberstadter Doms, mussten im Planungsstadium des Umbaus der Domschatzpräsentation zwei Dinge zusammengebracht werden. Einerseits sollten die Objekte an ihrem angestammten Platz belassen, andererseits optimale Bedingungen der Unterbringung geschaffen werden. Zu optimierende Faktoren waren das Raumklima und die Licht- und Schadstoffsituation – Faktoren, die für die Aufbewahrung von Kunstschätzen in historischen Gebäuden nicht leicht zu optimieren sind.

Dieser Herausforderung hat man sich gestellt. Deshalb wurde bereits vor dem Umbau der Status quo der Umgebungsbedingungen messtechnisch festgestellt. Mehrere Messkampagnen galten der Schadstoffbelastung und der potenziellen Belastung der Objekte durch klimatische Einflüsse, durch die Lichtführung und durch Mikroorganismen. Der Zustand der Ausstellungsobjekte ist somit vor und nach dem Umbau umfassend dokumentiert. Insbesondere die kontinuierliche Erfassung von Messdaten zur Aufbewahrungssituation der Objekte und Exponate erlaubte nun eine Evaluierung der Umbaumaßnahme und die Optimierung der daraus abzuleitenden Pflegepläne.

2.2.1. Die Schadstoffsituation vor der Umbaumaßnahme (2001)

Schadstoffmonitoring

Das Schadstoffmonitoring, das vor der Umbaumaßnahme durchgeführt wurde, betraf nicht ausschließlich die typischen leichtflüchtigen und sehr leichtflüchtigen organischen Verbindungen (VOC und VVOC)¹ wie sie in der Raumluft häufig in Form von Lösemitteln vorkommen, sondern auch Pestizide bzw. chlororganische Verbindungen, die sich als mittel- bis schwerflüchtige Substanzen (SVOC) vornehmlich im Staub anreichern und in der Regel zu einem geringen Anteil in der Luft zu finden sind. Weiterhin wurden im Vorfeld die Schwermetallbelastungen in Stäuben untersucht.

Im Fokus der Untersuchungen standen sechs ausgewählte Räume, in denen teilweise auch die Ausstattung beprobt wurde. Diese sind: 1) Schatzkammer mit Vitrinen, 2) oberer Kapitelsaal mit Gewandschrank, 3) Gewandraum mit „alter Gewandvitrine“ und „neuer Vitrine“, 4) Teppichraum mit Kommode, 5) Bischofskapelle, und 6) der Konfirmandensaal.

Um belastbare Fakten als Grundlage für die weiteren Überlegungen zu erhalten, mussten zunächst Messwerte in den jeweiligen Ausstellungsbereichen ermittelt werden.

Schadstoffsituation in der Raumluft

In den ausgewählten Bereichen ergaben sich in der Raumluft sehr unterschiedliche VOC-Konzentrationen: Während in der Schatzkammer ($61 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und im Teppichraum ($131 \mu\text{g}/\text{m}^3$) eher niedrige bis normale TVOC-Belastungen² festzustellen waren, zeigte sich in der Bischofskapelle mit $476 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ein deutlich erhöhter Wert. Letztgenannter wurde hauptsächlich durch Ethylacetat verursacht: ein Lösemittel, das vorwiegend in Klebstoffen und Kunstharzlacken vorkommt.

In den neueren Vitrinen der jeweiligen Bereiche ließen sich tendenziell deutlich höhere TVOC-Werte nachweisen als in den bestehenden alten Vitrinen. Besonders krass fiel der Unterschied zwischen der alten und der neuen Gewandvitrine³ aus: Der Unterschied betrug $81 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (alte Vitrine) versus $705 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (neue Vitrine). Hauptverursacher der erhöhten Werte in der neuen Vitrine waren Terpene, wie sie vor allem in

¹ VVOC: very volatile organic compounds; VOC: volatile organic compounds; SVOC: semi volatile organic compounds.

² TVOC: totale volatile organic compounds: Summe der VOC.

³ Siehe dazu den Beitrag 1.2.1.1.

Holzwerkstoffen und Holzpflegestoffen (Holzöle) vorkommen, und zudem Lösemittel (Ethanol und Aceton). In der Schatzkammer zeigte sich in der neuen, unbestückten Vitrine⁴ ebenfalls ein höherer Wert (115 µg/m³) als in der alten Vitrine (68 µg/m³). Der TVOC-Gehalt ließ sich mit Belüftung auf 81 µg/m³ reduzieren, stieg jedoch mit dem Einstellen der Exponate in die Vitrine wiederum auf 101 µg/m³ an. Hauptkomponenten der erfassten VOC in den neuen Vitrinen waren sehr leichtflüchtige Lösemittel wie Butanol und Siloxane, die oftmals aus Dichtstoffen ausgasen. Die Messungen bestätigen die Vermutung, dass insbesondere Lacke, Dichtmittel, Klebstoffe und Holzwerkstoffe in Vitrinen zu erhöhten VOC-Emissionen führen.

In weiteren Einbauten, beispielsweise dem Gewandschrank im Kapitelsaal und der Kommode im Teppichraum, wurden mit 258 µg/m³ (Gewandschrank) und 103 µg/m³ (Kommode) ebenfalls normale VOC-Werte gemessen, die vor allem auf Terpene (Holzwerkstoffe) und Lösemittel zurückzuführen sind. Im Falle des Gewandschranks ließen sich wiederum auffallend hohe Konzentrationen an Ethylacetat feststellen.



Abb. 14: Überprüfung des Emissionspotenzials verschiedener Materialien (linke und mittlere Vitrine) und eines Exponats (rechte Vitrine) in „neuen“ Testvitrinen in der Schatzkammer vor dem Umbau

Für die Erfassung der Raum- und Vitrinenluft vor der Umbaumaßnahme lässt sich somit resümieren, dass die alten Vitrinen und Einbauten aufgrund ihrer Undichtigkeit und quasi natürlichen Belüftung qualitativ und quantitativ dem VOC-Emissionsprofil der Raumluft entsprochen haben. Weiterhin haben die Messungen aufgezeigt, dass aufgrund der höheren Dichtigkeit der neueren Vitrinen erhöhte bis stark erhöhte TVOC-Werte zu verzeichnen waren.⁵

Diese Ergebnisse führten im Verlauf der weiteren Planungen zu der Entscheidung, neu zu erstellende Vitrinen ausschließlich aus Glas und emissionsarmen Materialien sowie aus Formdichtungen und Einbrennlacken konstruieren zu lassen.

Pestizide und Schwermetalle

Pestizide und Schwermetalle, die häufig in Holzschutzmitteln vorkommen, lassen sich gut im Staub sammeln, denn mittel- bis schwerflüchtige Substanzen (SVOC) finden sich zu einem geringeren Anteil in der Luft und lagern sich stattdessen zu einem Großteil an Staubpartikeln an. Entsprechend wurde für das Schwermetall- und Pestizidscreening der Staub als praxisnahe und in der Umweltanalytik übliche „Sammelphase“ gewählt. In den Stäuben waren teilweise sowohl Pestizide als auch Schwermetalle in nicht zu tolerierender Größenordnung nachzuweisen:

⁴ KALISCH, TILLE 2016.

⁵ Für Vitrinen gilt ein Toleranzwert von bis zu 300 µg/m³ TVOC, der auch als Zielwert und unbedenklich für Wohnräume von der Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden vorgeschlagen wird.

Pestizide: Es handelte sich um einen Mix aus DDT (Dichlordiphenyltrichlorethan), PCP (Pentachlorphenol) und Lindan, deren Anteile deutlich variierten.⁶

So enthielten Staubproben aus der Schatzkammer hohe Pestizidkonzentrationen, die vor allem auf PCP und untergeordnet auf DDT bzw. Lindan zurückgingen. Die Vitrinen der Schatzkammer waren hingegen belastungsfrei. Der Teppichraum und der große Gewandraum wiesen in einer Mischprobe vom Holzfußboden eine mäßige Belastung insbesondere mit Lindan und untergeordnet mit DDT auf. PCP war nicht enthalten. Eine Kontrollprobe, die nach dem Abziehen des Holzfußbodens im Probereich des Teppichraums genommen wurde, ergab erwartungsgemäß keine weitere Pestizidbelastung im Holz, da die Behandlung nur in die oberen Millimeter der Holzoberfläche eindringt, außer man hat es mit intensiven Tränkungen zu tun.⁷ Im Staub der Bischofskapelle konnte sich deutlich DDT anreichern, das vorrangig neben Lindan und PCP nachzuweisen war. Keine Pestizidbelastungen ergaben sich hingegen für die Staubproben aus der Gewandvitrine, dem Teppichraum, der Kommode im Teppichraum und für die Materialproben aus der Holzdecke im Remtergang sowie aus dem abgezogenen Holzfußboden im Konfirmandensaal.

Schwermetalle spielten insbesondere in Zusammenhang mit den Holzeinbauten eine Rolle: Sie waren in den Holzfußböden im Teppich- und Gewandraum, im Konfirmandensaal sowie in der Holzdecke im Remtergang nachweisbar. Die eingebrachten anorganisch-metallischen Holzschutzmittel enthielten hauptsächlich Zink-, Chrom- und Zinnverbindungen, zudem kam Quecksilber vor. Arsenverbindungen wurden hingegen in keiner der Proben detektiert. Die höchste Belastung mit Schwermetallen betraf den Boden im Gewand- und Teppichraum (2221 mg/kg).

Die Ergebnisse aus der Erfassung von Pestiziden und Schwermetallen in den Räumen veranschaulichen die Problematik im Umgang mit Altlasten, insbesondere mit den sogenannten „Persistent Organic Pollutants“ (POP's), zu denen Pestizide und Schwermetalle zählen. Weil sie nicht abgebaut werden, bleiben sie über lange Zeiträume erhalten. Durch die schwierige Verstoffwechslung im Körpergewebe und den fehlenden mikrobiellen Abbau reichern sie sich in Mensch und Umwelt an.⁸

2.2.2. Die Evaluierung der Schadstoffsituation nach der Umbaumaßnahme (2006-2014)

Mit dem Umbau der Domschatzpräsentation in den historischen Räumen des Domkomplexes hat sich im Untersuchungsbereich die Schadstoffsituation stark verändert. Dies liegt zum einen an den Materialien, die für die neue Raum- und Vitrinenausstattung verwendet wurden, zum anderen an den veränderten raumklimatischen Gegebenheiten. Jedes neu eingebrachte Material, ob als Bau- oder Ausstattungsmaterial, besitzt ein VOC-Emissionspotenzial, das sich in der Raum- und Vitrinenraumluft mehr oder weniger widerspiegelt. Die Anreicherungsrate ist wesentlich von der Belüftungssituation und dem Einsatz schadstoffadsorbierender Materialien abhängig.

Der Umbau hat raumklimatisch zweifelsohne wesentliche Verbesserungen für die Aufbewahrung der Kunstobjekte erbracht.⁹ Der präventive Gedanke schlägt sich unter anderem in dem Wunsch nieder, möglichst staubfreie und klimastabile Vitrinen zu benutzen. Dementsprechend werden heutzutage luftdichte Vitrinen von den Herstellern konzipiert, was bei belasteten Sammlungsobjekten zu prekären Schadstoffsituationen innerhalb des Schutzraums führen kann. Die Anreicherung von Schadstoffen, welche sowohl aus den Ausstattungsmaterialien der Vitrine als auch aus den Exponaten ausgasen, kann zu Belägen auf den Exponaten oder, durch Wechselwirkung der Schadstoffe mit dem Exponat, zu irreversiblen Schäden und korrosiven Ausblühungen führen. Ein untrügliches Zeichen für aktivierte VOC sind sekundär entstandene Beläge auf den Innenseiten der Vitrinenscheiben.¹⁰

⁶ In der ehemaligen DDR und der BRD wurden unterschiedliche Pestizidmixturen in Holzschutzmitteln verarbeitet, deren Zusammensetzung vom Einsatzgebiet und der Zeit abhing (ZUJEST 2003).

⁷ DREWELLO 2013.

⁸ LÖBSACK 1969.

⁹ Siehe dazu u.a. den Beitrag 2.3.

¹⁰ DREWELLO, ULMANN, DREWELLO 2002.

Allen beteiligten Entscheidungsträgern war klar, dass sich durch den Umbau die Aufbewahrungsbedingungen nicht zwangsläufig verbessern würden, sondern sich im ungünstigen Fall auch verschärfen können. Unter allen Umständen sollte jedoch einem Schadstoffeintrag präventiv so gut wie möglich vorgebeugt werden. Deshalb verzichtete man bewusst auf Materialien wie Lackbeschichtungen, Holzwerkstoffe und aushärtende Silikondichtungen. Stattdessen wurden Vitrinen aus Stahl, Glas, Einbrennlack und Formdichtungen favorisiert, gefordert und gebaut.

Auch das zwischenzeitliche Umschwenken auf einen wasserbasierten Lack auf Polyacrylatbasis wurde verworfen. Die Analyse des Lackes hinsichtlich seiner desorbierbaren Fremdstoffe ergab eine für Lacke typisch hohe Emissionsrate, zumal bekanntermaßen in handelsüblichen wasserlöslichen Lacken häufig Bestandteile enthalten sind, die langfristig ausgasen und eine Dauerquelle für Schadstoffemissionen sind.

Da sich der Umbau nicht alleine auf den Vitrinenbau beschränkt hat, sondern weitere eingesetzte Baumaterialien im Umfeld der Vitrinen zu bedenken waren und zudem ein neues Klimakonzept zum Tragen kommen sollte, wurde unmittelbar nach der Umbauphase eine zunächst engmaschige Kontrolle der Raumluftsituation im Halbjahresabstand, anschließend im jährlichen Abstand, für notwendig erachtet und durchgeführt. Zur Entwicklung eines Pflegeprogramms sollte zudem eine umfassende Evaluierung der Schadstoffsituation vorgenommen werden, was im Rahmen dieses Projektes geschehen ist und im Folgenden dargelegt wird. Das Evaluierungsprogramm beinhaltete Messungen zur Schadstoffbelastung der Raumluft, zu den verwendeten Ausstattungsmaterialien, von Staubproben und von Belägen auf Vitrinenscheiben sowie von Auffälligkeiten an Exponaten, die sekundäre korrosive Einflüsse oder Belagsbildungen indizierten.

Schadstoffsituation in der Raumluft

Im Ausstellungsbereich des Domschatzes wurden die VOC-Gehalte in der Raum- und Vitrinenluft in den luftfeuchtestabilisierten Bereichen Teppichsaal, Textilausstellung, Schatzkammer, Bischofskapelle, Kapitelsaal und Remtergang erfasst.

Hinzu kamen das ebenfalls luftfeuchtestabilisierte Depot A im neuen Funktionsgebäude, in dem in neuen Schubladenschränken die Gewänder aufbewahrt werden, sowie das gegenüber liegende Depot B, in dem Holzobjekte untergebracht sind. Ergänzend wurde im Werkstattraum Textil die korrespondierende VOC-Belastung ermittelt.

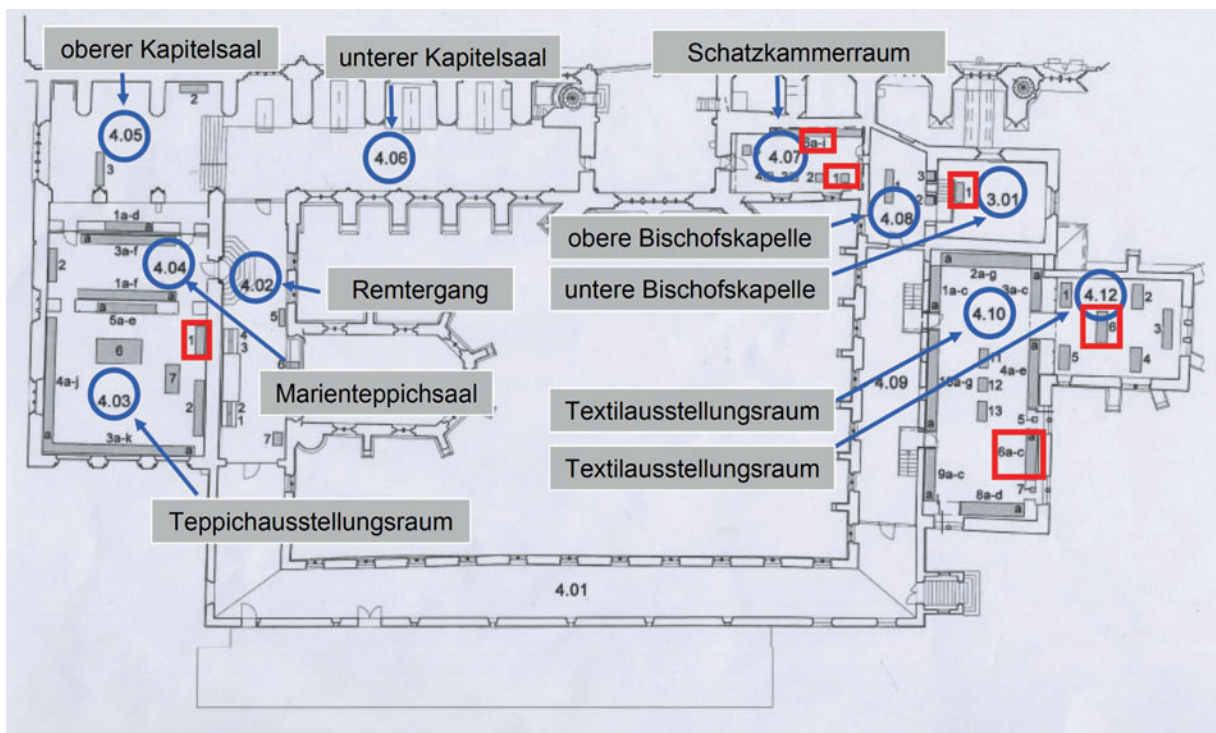


Abb. 15: Verzeichnis der Probenahmestellen für die VOC-Schadstoffsammlung der Raum- bzw. Vitrinenluft im Domschatz

Gemäß den im Anhang in den Einzelberichten angegebenen Methoden wurden leichtflüchtige organische Verbindungen (VOC) auf Aktivkohle-Passivsammler mit einer Expositionszeit von etwa drei Wochen akkumuliert und ausgewertet. Die Methode der Passivsammlung auf Aktivkohlesammler wurde bewusst über den gesamten Zeitraum vor und nach dem Umbau beibehalten, um die Vergleichbarkeit der Messungen zu gewährleisten. Eine stichprobenartige Überprüfung dieser Ergebnisse mittels parallel laufender Aktivsammlung auf Tenaxsammler ergab kein signifikant anderes Ergebnis, sodass die Umstellung von Aktivkohlesammler auf Tenaxsammler für nicht notwendig erachtet wurde, zudem die Kontinuität der Methodik dadurch aufrechterhalten werden konnte.

Weitere relevante flüchtige organische Verbindungen wie die reaktiven Carbonsäuren (Essig- und Ameisensäure) wurden gesondert auf einem Silikagel-Träger gesammelt und Formaldehyd auf einem DNPH (Dinitrophenylhydrazin)-Träger, da Aktivkohle und Tenax für die Adsorption dieser Schadstoffe nicht geeignet sind.



Abb. 16: Sammler für Erfassung von flüchtigen organischen Verbindungen; von links nach rechts: Aktivkohle-Passivsammler, Tenax-Aktivsammler, Silikagelsammler, DNPH-Sammler

Teppich- und Textilausstellungsraum: Im Vorfeld wurde eine Mustervitrine beprobt, die nach den Vorgaben aus Glas, Stahl, Einbrennlack und Formdichtungen konstruiert worden war und während der Baustellenzzeit im benachbarten Gleimhaus im Eingangsbereich stand. Die geringe TVOC-Belastung in der Mustervitrine bestätigte die getroffene Materialauswahl.

Der Start für die Messungen der Raumluft in den klimatisierten Ausstellungsräumen und -vitrinen für Textilien und Teppiche war nach dem Umbau im Februar 2008, kurz vor Ausstellungsbeginn. Das Ergebnis zeigte zunächst sehr hohe TVOC-Werte, die allerdings nicht nur in den noch unbestückten Vitrinen, sondern auch in den jeweiligen Räumen festzustellen waren.

Der in den Räumen bereits olfaktorisch wahrgenommene Geruch einer starken Lösemittelbelastung, der wesentlich durch die frische Verlegung und Lackierung des Parkettbodens hervorgerufen worden war, spiegelte sich unmittelbar im Ergebnis der Raum- und Vitrinenluftmessung wider.

Allerdings reduzierte sich der TVOC-Gehalt in beiden Bereichen noch vor der Ausstellungseröffnung maßgeblich, dann innerhalb eines halben Jahres auf ein Zehntel des Wertes, der sich in den Messungen ein Jahr später, im September 2009, nochmals halbierte, so dass sich alle TVOC-Konzentrationen auf einen Wert unter $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ einpendelten (empfohlener Wert für Vitrinen: maximal $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Das Spektrum der VOC-Verbindungen und deren rasche Abnahme sind typisch für leichtflüchtige Lösemittel in Baustoffen (VVOC), die aufgrund ihres hohen Dampfdrucks entsprechend rasch ausgasen.

Dass die hohen Werte weniger aus den Vitrinenmaterialien als vielmehr aus lösemittelbasierten Lacken von Baumaterialien aus den Ausstellungsräumen stammten, wurde aus den Raumluftwerten ersichtlich, die konstant den VOC-Werten und dem VOC-Spektrum in den Vitrinen entsprachen.

Zudem war und ist generell mit keinem hohen Ausgasungspotenzial aus Vitrinenkonstruktionen zu rechnen, für die ausschließlich Einbrennlacke und Formdichtungen verwendet wurden. Auch die Klebstoffe zur Verbindung von Glasscheiben rufen erfahrungsgemäß keine übermäßige VOC-Belastung hervor, denn die Verklebungsflächen sind gering dimensioniert und es werden meist schnell abreagierende Klebstoffe eingesetzt.¹¹

¹¹ WIEGNER, FARKE, HORN, JANN, HAHN 2012.



Abb. 17: VOC-Sammlung in den neuen, unbestückten Vitrinen im Februar 2008

Textilausstellungsraum: Auffallend war der hohe Formaldehydgehalt in der Vitrine, der sich innerhalb eines Jahres nicht in gleichem Maße reduzierte, wie die korrespondierende Formaldehydkonzentration in der Raumluft.

Desgleichen war das Phänomen der Akkumulation von Essigsäure in der Textilausstellung zu beobachten. Hier zeigte sich im Verlauf des Jahres in der Vitrine ein im Vergleich zur Raumluft deutlich erhöhter Essigsäurewert. Dies ist ein Anzeichen für Emittenten, deren Ursache in der Vitrine selbst zu suchen ist. Da die Vitrinen baugleich sind und das Phänomen nur in bestimmten Vitrinen auftrat, war von einer Ausdünstung der Exponate selbst oder von Emissionen aus speziellen Ausstattungsmaterialien auszugehen, beispielsweise aus dem Figurinenmaterial. Letzteres, das aus einem grauen Nadelfilz aus Polyester und einem ebenfalls grauen Futterstoff besteht, wurde deshalb mittels Gaschromatographie mit gekoppeltem Massenspektrometer nach Thermodesorption bei 120°C (GC-MS/TDS) auf sein Emissionspotenzial hin überprüft.

Emittiert wurden von beiden Textilien in der Hauptsache Alkane/Aliphaten und Weichmacher auf Phthalsäureesterbasis. Eine Essigsäureabgabe konnte jedoch nicht nachgewiesen werden. Somit ist davon auszugehen, dass die im Vergleich zu den weiteren Schadgasen nicht abklingenden Formaldehyd- und Essigsäurewerte in den Vitrinen ihre Ursache in den Exponaten selbst haben.

Insgesamt liegt das Ausgasungspotenzial beider Textilien ansonsten in einem normalen Bereich, trotzdem wird empfohlen, neue Ausstattungsstoffe aufgrund der fast immer enthaltenen Weichmacher und Additive vor dem Gebrauch zu reinigen. Eine wässrige Behandlung bei 30°C vermag bereits einen Teil der eingebrachten Additive wirksam zu lösen. Eine chemische Reinigung kann jedoch noch effizienter sein, wie Untersuchungen zum Emissionspotenzial verschieden gereinigter Textilprüfmuster ergeben haben. In weiteren Untersuchungen wurden allerdings auch Rückstände nachgewiesen, die durch die chemische Reinigung eingebracht worden sind und in ihrem Umfang dem ursprünglichen Emissionspotenzial des Textils in nichts nachstanden. Eine wässrige Reinigung (ggf. mit etwas Seife) ist in jedem Fall vorteilhaft, um Additive und Zusätze im Textil zu reduzieren.¹²

¹² DREWELLO 2013, 2015.

Dass für die Einschätzung des TVOC-Gehaltes in den Räumen und Vitrinen nicht nur die eingesetzten Materialien und Exponate zu berücksichtigen sind, zeigt das Beispiel der Vitrine V4.10.06, in der ein schwarzes Brokatsamtpluviale (Inv.-Nr. 213) aufbewahrt wird: Zwei Jahre nach dem Umbau der Präsentation im November 2010 konnte in der Vitrinenluft ein TVOC-Wert von 16 µg/m³ gemessen werden, der deutlich geringer war als der in der Raumluft, wo eine TVOC-Konzentration von 77 µg/m³ festgestellt wurde. Die Folgemessung zwei Jahre später (August 2012) ergab ein anderes Bild: Nun war in der Vitrine ein höherer Wert zu verzeichnen.

Die Erklärung für den Befund des extrem niedrigen TVOC-Anfangswertes in der Vitrine unterstreicht die Wirksamkeit zusätzlicher Hilfsstoffe für die „Luftreinigung“. Vor allem Aktivkohle adsorbiert sehr effektiv VOC aus der Luft. Das auch in diesem Fall eingesetzte Material führte zunächst zu einem sehr niedrigen TVOC-Wert. Da Aktivkohle jedoch nur eine bestimmte Menge an flüchtigen organischen Verbindungen aufnehmen kann, ist die VOC-Erhöhung in der Vitrine zwei Jahre später verständlich: Der Sättigungspunkt der Aktivkohle war erreicht bzw. überschritten („Durchbrechen“ von gesammelten Fremdstoffen). Da adsorbierte Schadstoffe auch desorbieren können, ist spätestens an diesem Punkt ein Wechsel der Aktivkohle angezeigt. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass auch bei dem für die Regulation der Luftfeuchte eingesetzten Produkt ProSORB eine Adsorption und Desorption von VOC festzustellen ist.¹³ Weiterhin haben die Messungen in der Vitrine gezeigt und bestätigt, dass höhere Temperaturen zu einer höheren VOC-Konzentration in der Raum- und Vitrinenluft führen. Daher sollten vergleichende VOC-Untersuchungen bei vergleichbaren Temperaturen durchgeführt werden.

Teppichausstellungsraum: Im Teppichausstellungsraum und in der Vitrine V4.03.01, in der der Karlsteppich (Inv.-Nr. 520) untergebracht ist, wurde ebenfalls innerhalb eines halben Jahres nach dem Umbau ein rasches Abklingen der Lösemittelkonzentration auf unter 100 µg/m³ in der Raumluft und in der Vitrinenluft erreicht. Bei der letzten Messung im August 2012 hatte sich schließlich in der Vitrine ein niedrigerer VOC-Wert eingestellt als im Raum, was wahrscheinlich wiederum mit dem Angebot an Aktivkohle und ProSORB in Zusammenhang steht.

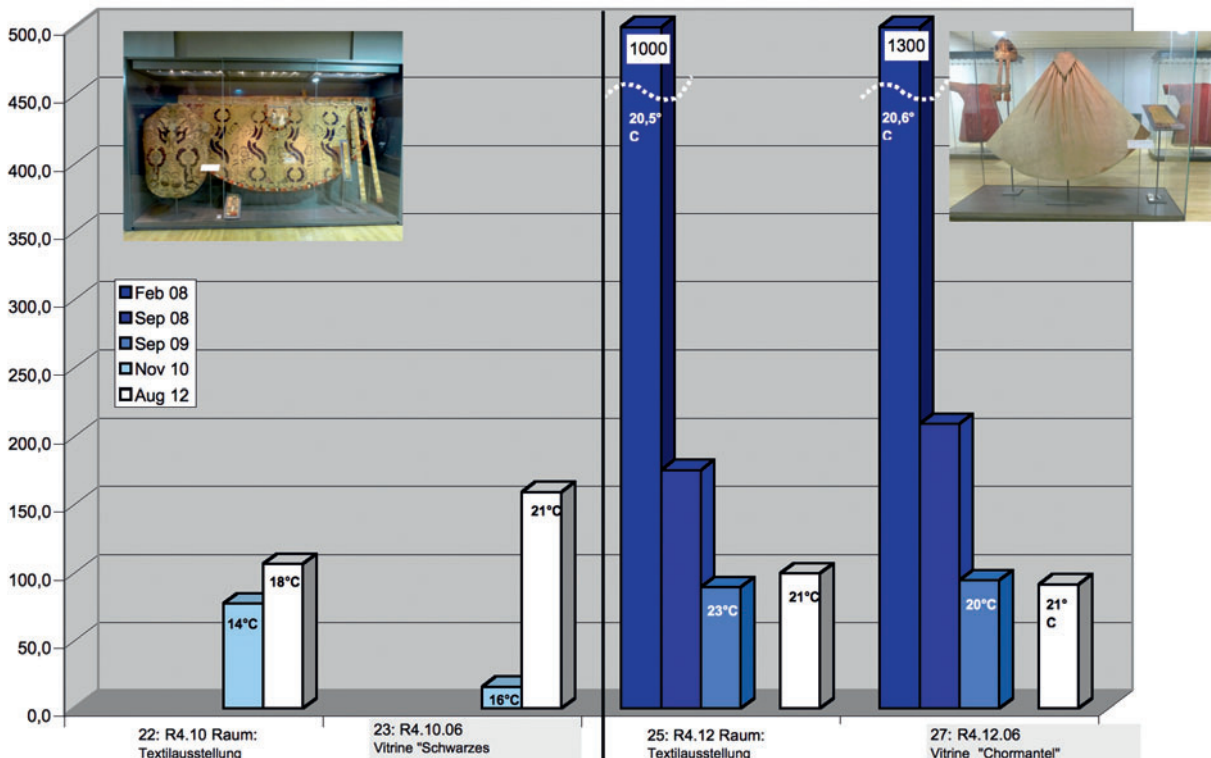


Abb. 18: Verlauf der TVOC-Gehalte seit dem Umbau 2008 bis 2012 im Textilausstellungsraum mit den Vitrinen V4.10.6 „Schwarzes Samtpluviale“ (Inv.-Nr. 213) und V4.12.6 „Chormantel aus blassgelber Seide“ (Inv.-Nr. 218)

¹³ Siehe auch den Beitrag 3.6.

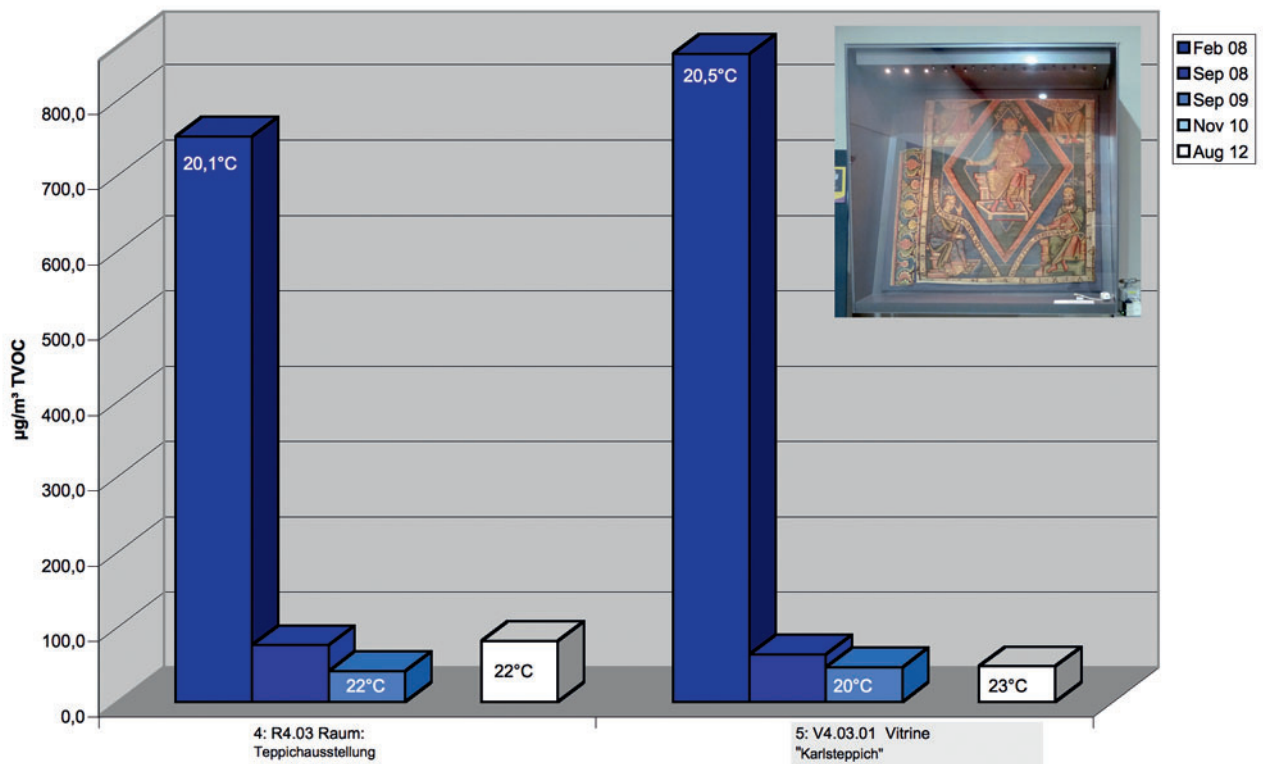


Abb. 19: Verlauf der TVOC-Gehalte seit dem Umbau 2008 bis 2012 im Teppichausstellungsraum mit der Vitrine V4.03.01 mit dem „Karlsteppich“ (Inv.-Nr. 520)

Schatzkammer: In der Schatzkammer musste die Schadstoffsituation unmittelbar nach dem Umbau im Februar 2008 anders bewertet werden als im Teppich- und Textilausstellungsraum, da hier kein Parkett- bzw. behandelte Steinböden neu verlegt worden war. Dementsprechend ließen sich die durch Lösemittel des Parkettlacks und -klebers bzw. Steinpflegemittels verursachten hohen TVOC-Konzentrationen in der Schatzkammer nicht feststellen.

Die VOC-Werte in der Schatzkammer selbst bewegen sich seitdem in einem Rahmen von 50-200 µg/m³ und liegen stets etwas unter dem Wert der Vitrinen V4.07.1 „Karlspokal“ und V4.07.6 „große Schatzkammervitrine“, die alternierend erfasst worden sind.

Während sich der Wert in der wandbegleitenden „großen Schatzkammervitrine“ stets um einen Wert von 200 µg/m³ bewegt, sind in der kleineren Einzelvitrine „Karlspokal“ größere Schwankungen zu beobachten. Im Vergleich zu den anderen Ausstellungsräumen fällt auf, dass der Gehalt an VOC im Schatzkammerraum in den Jahren 2008 bis 2012 nicht kontinuierlich abgesunken ist, sondern temperaturunabhängig zwischen minimal 56 µg/m³ und maximal 196 µg/m³ schwankt. Bei den Substanzen handelt es sich vor allem um aromatische Kohlenwasserstoffe.

In den beiden Schatzkammervitrinen ist das Spektrum an Verbindungen, das im Raum vorkommt, ebenfalls zu finden, allerdings fällt die Substanz TXIB (Texanoldiisobutyrat) auf, die im Raum nicht vorkommt und zunächst nur in der Vitrine V4.07.1 „Karlspokal“ nachzuweisen war, nun aber auch in der „großen Schatzkammervitrine“ V4.07.6 auftaucht.

TXIB ist ein Lösemittel und wird in Dispersionsfarben, Lacken und Klebern als Lösemittel eingesetzt. Da die Substanz nicht im Raum zu detektieren ist, muss die Quelle des Fremdstoffs in der Vitrine selbst gesucht werden, die in Form von Ausstattungs- oder Restaurierungsmaterialien eingebracht worden sein kann.

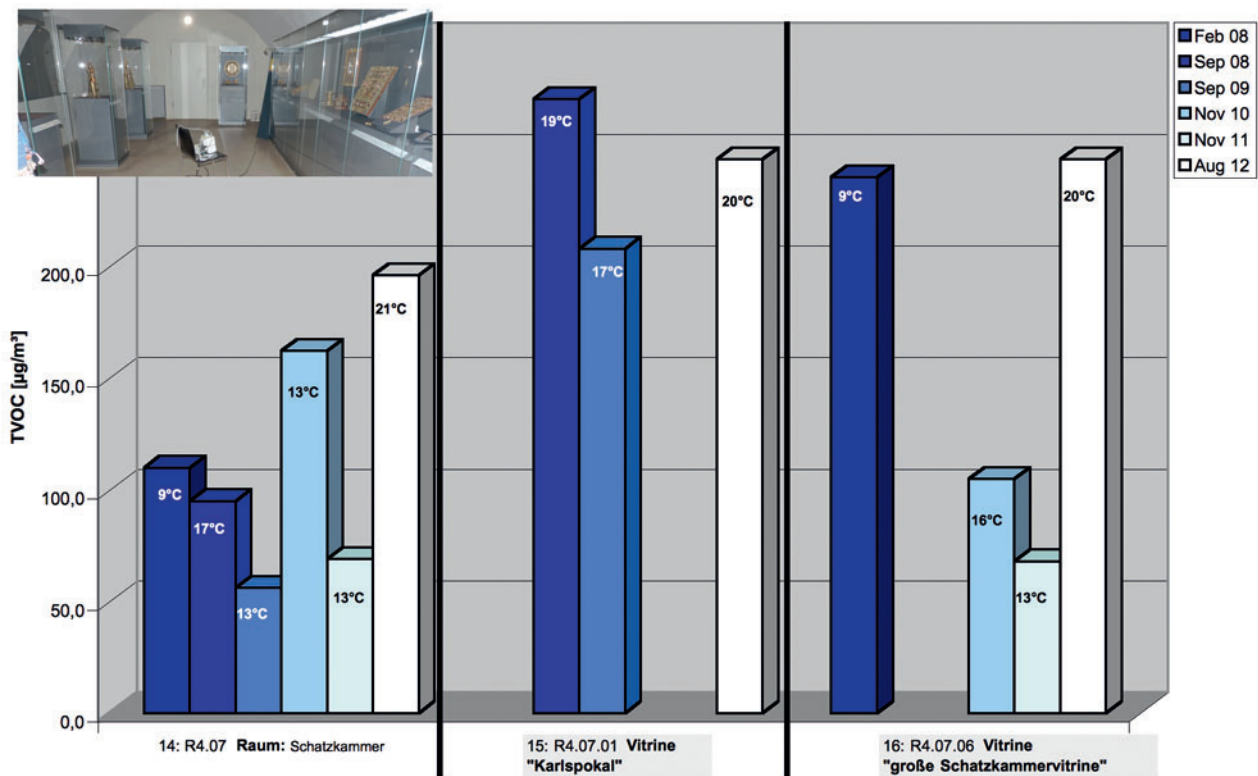


Abb. 20: Verlauf der TVOC-Gehalte seit dem Umbau 2008 bis 2012 in der Schatzkammer mit den Vitrinen V4.07.1 „Karlspokal“ und V4.07.6 „große Schatzkammervitrine“

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich der Einsatz von Aktivkohle in den Vitrinen der Teppich- und Textilausstellung bewährt hat und unbedingt weitergeführt werden sollte. In den Schatzkammervitrinen ist gemäß Protokoll keine Aktivkohle eingebracht, was angesichts der VOC-Schwankungen jedoch empfehlenswert erscheint. In jedem Fall sind es Optimierungsmaßnahmen auf einem hohen Niveau: Schließlich rangiert der TVOC-Wert in allen geprüften Vitrinen mittlerweile unter dem als kritisch erachteten TVOC-Grenzwert für Vitrinen von 300 µg/m³.

Für die künftige Messroutine ist es sicher sinnvoll, Prognosen für die Sättigungswerte der Aktivkohle in den jeweiligen Vitrinen zu ermitteln bzw. anhand bereits bestehender Daten abzugleichen. In diesem Zuge können auch der Turnus für den notwendigen Aktivkohleaustausch und die entsprechenden Messzyklen festgelegt werden.

Depots: In den bereits im Jahr 2006 in Betrieb genommenen Depots im neu erbauten Funktionsgebäude sind Kunstgegenstände aus Holz und Stein untergebracht (Depot A) sowie Textilien in neu angefertigten Schubladenschränken eingelagert (Depot B). Insbesondere das große Depot B (Textil) wurde kontinuierlich seit der Inbetriebnahme auf seine Schadstoffwerte hin überwacht. Das betraf sowohl den Depotraum selbst als auch die bestückten Schubladenschränke.

In der Anfangsphase, kurz nach Bezug des Depots B, waren sehr hohe TVOC-Werte festzustellen. Sie gingen allerdings nicht wie in der Textil- und Teppichausstellung auf Lösemittel zurück, die Parkettklebern und -lackierungen bzw. Steinpflegemitteln geschuldet waren, sondern hatten mit der Ausstattung des Raumes mit Schubladenschränken zu tun. Die Einbauten wiesen eine stark ausgasende Lackierung auf, was sich aus der Verteilung der TVOC-Konzentrationen in den Schubladen und im Raum ableiten ließ. In den Schubladen waren die TVOC-Werte beinahe doppelt so hoch und höher als im Depotraum selbst. Entsprechend waren die hohen Werte des Raumes auch auf die starken Emissionen der Lackierung zurückzuführen.

Umgekehrt war aus dem Spektrum an vorkommenden TVOC herauszulesen, dass sich in den Schubladen Lösemittel in abgeschwächter Form wiederfanden, die im Raum in überdurchschnittlichen Konzentrationen vorkamen. So ließen sich im Raum hohe Konzentrationen an 1-Methoxy-2-propanol (1100 µg/m³) feststellen, ein Lösemittel, das leicht abgeschwächt in den Schubladen (830 bzw. 940 µg/m³) gefunden wurde.

Umgekehrt emittierten aromatische Kohlenwasserstoffe, aliphatische Kohlenwasserstoffe, Ketone sowie insbesondere Ester wie n-Butylacetat und Methoxypropylacetat vor allem aus der Lackierung der Schubfächer und tauchten in reduzierter Dosis im Raum auf.

Wie bereits in der Textil- und Teppichausstellung beobachtet, ging die VOC-Belastung innerhalb eines Jahres stark zurück, reduzierte sich auf ein Fünftel des ursprünglichen Wertes und pendelte sich im darauffolgenden halben Jahr bei etwa 100-200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ TVOC ein. Inzwischen liegen die Konzentrationen in den Schubladenschränken und im Depotraum deutlich unter 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bei 30-70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die zusätzlich erfassten Essigsäurewerte in den Schubladenschränken sind zwar seit 2006 erheblich gesunken, jedoch wurden 2012 immer noch Werte von ca. 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht. Da sich die Essigsäuregehalte insbesondere in Zusammenhang mit den Aufbewahrungsorten von Textilien zeigen (siehe Textilausstellung) und sich nicht oder nur in deutlich niedrigeren Konzentrationen im zugehörigen Raum nachweisen lassen, sind vermutlich die Textilexponate selbst die Quelle der Essigsäureemission.¹⁴

Die Beobachtungen zur Verteilung der Schadstoffe unterstreichen die Notwendigkeit, Schadstoffbelastungen immer im Kontext mit dem Raum und den Einbauten zu beurteilen und den Auffälligkeiten hinsichtlich der vermuteten Ursachen sorgfältig nachzugehen.



Abb. 21: Im Jahr 2006 bezogener Depotraum für Textilien, die in den Schubladenschränken untergebracht sind.

¹⁴ In manchen Fällen ist es genau umgekehrt und die Exponate wirken als Schadstofffänger. Das lässt sich am Beispiel einer Essigsäurebelastung in baugleichen Vitrinen im Germanischen Nationalmuseum aufzeigen: Sämtliche Vitrinen und der Raum selbst zeigten erhöhte Essigwerte, nur eine Vitrine, die Vitrine mit Glasobjekten, wies einen deutlich niedrigeren Wert auf. Der Grund: Die historischen Gläser in der Vitrine fungierten als Schadstofffänger und nahmen die Essigsäure in einem chemisorptiven Prozess aus der Vitrinenluft auf, so dass sich die Konzentration erniedrigte (DREWELLO, ULMANN, DREWELLO 2002).

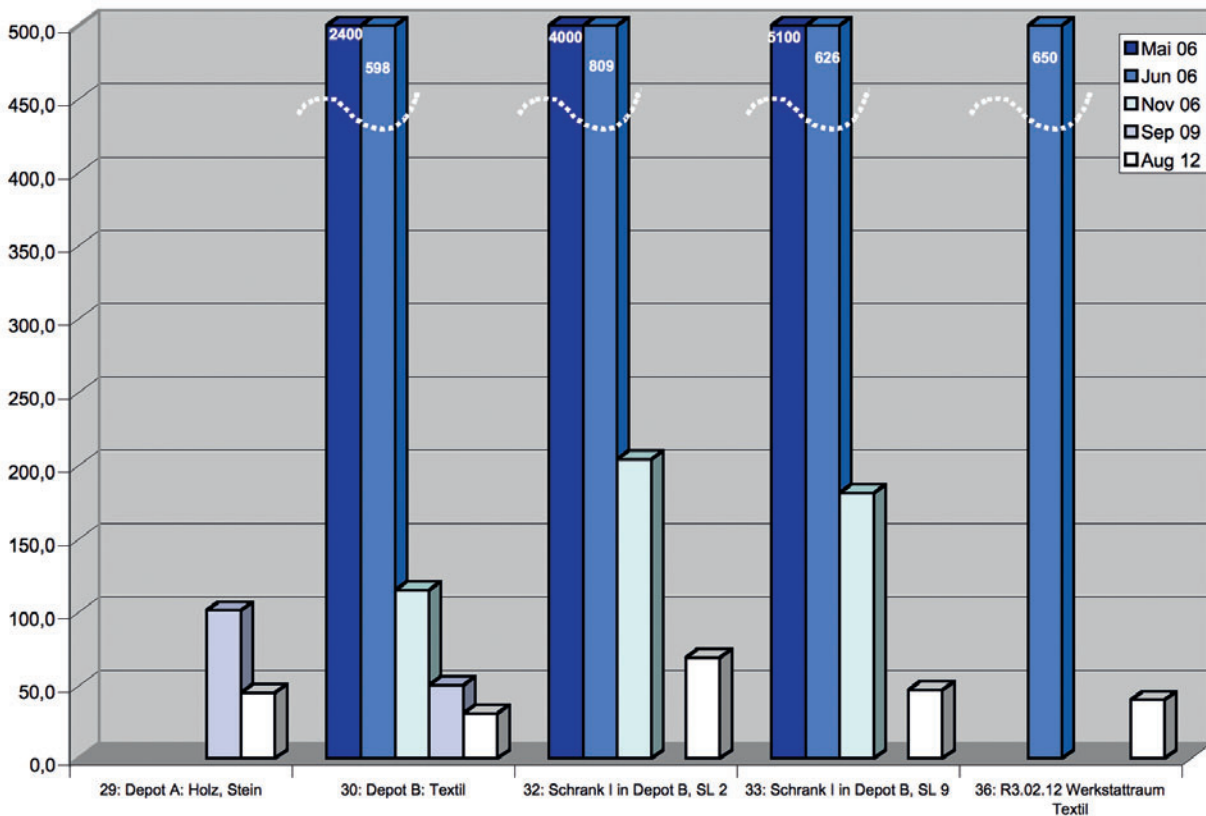


Abb. 22: Verlauf der TVOC-Gehalte seit dem Umbau 2006 bis 2012 im Depot A und B und in der Textilwerkstatt.

Im **Depot A** (Stein/Holz) wurde die Raumluft im Jahr 2009 und 2012 auf flüchtige organische Verbindungen untersucht. Auch hier hat sich eine Abnahme des TVOC-Gehaltes von ca. 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ auf 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2012 gezeigt.

Textilwerkstatt: Ergänzend wurden im Beobachtungszeitraum die TVOC-Gehalte in der Textilwerkstatt überprüft. Dort lag der Anfangswert im Jahr 2006 mit 650 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ TVOC im Raum deutlich höher als heute (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), was auf die in der Anfangsphase stark ausgasende Neuausstattung im Raum zurückzuführen ist.

Das Fazit zum Thema Raumluft lässt sich wie folgt formulieren:

Hohe TVOC-Werte, die durch Bauarbeiten und/oder lackierte Ausstattungsgegenstände verursacht werden, reduzieren sich meist schnell in belüfteten Räumen, vorausgesetzt es handelt sich um sehr leichtflüchtige bis leichtflüchtige organische Verbindungen (VVOC, VOC).

Wasserbasierte Lacke sollten vermieden werden, da sie häufig Inhaltsstoffe enthalten, die aufgrund ihrer geringeren Flüchtigkeit über längere Zeiträume emittieren.

Einer vorübergehend sehr hohen VOC-Belastung in Vitrinen kann durch Einlegen von Aktivkohle, soweit möglich im Vitrinenraum selbst, relativ schnell entgegengewirkt werden. Eine zusätzliche Belüftung fördert die VOC-Entlastung.

Das Klima in der Vitrine beeinflusst die VOC-Messwerte. Vergleichende Messungen sollten daher auch bei vergleichbaren Temperaturen bzw. Jahreszeiten stattfinden.

Weitere Faktoren, die den Schadstoffgehalt in Vitrinen beeinflussen, sind neben der Raumluft:

- die Ausstattungsmaterialien
- die Exponate
- die eingebrachten Hilfsstoffe (Aktivkohle, Prosorb etc.)
- die Luftaustauschrate in der Vitrine.

Für den **Vitrinenbau** sollten:

KEINE Holzwerkstoffe, lösemittelbasierte Lacke und Silikondichtstoffe, STATTDESSEN Glas, Stahl, Einbrennlacke, Formdichtungen und bevorzugt anorganische Materialien verwendet werden.

Reinigungsmittel: Sowohl die Reinigungsmittel für die Räume als auch für Vitrinen und weitere Ausstattungsgegenstände sollten so wenig komplex wie möglich zusammengesetzt sein. Für die Reinigung der Innenseiten von Vitrinenglasscheiben ist destilliertes Wasser ggf. mit etwas Alkohol (Ethanol) zu bevorzugen. Bei Alkoholen ist genügend Lüftungszeit einzukalkulieren.

Für die Außenseite empfiehlt sich der Zusatz von Seife, um das Hautfett (Besucher) zu lösen. Im Rahmen der Erstreinigung der Vitrinenscheiben erscheint es notwendig, die Innenseiten mit einem fettlösenden Detergens zu behandeln, da die Gefahr von herstellertechnisch bedingten Rückständen gegeben ist (s. nächster Abschnitt „Beläge“). Ein sorgfältiges Nachwaschen ist bei jedem Einsatz von Detergentien notwendig.

Für Böden und Gegenstände eignet sich ein reiner Schmierseifenzusatz (unparfümiert). Prinzipiell gilt für die Mengenzugabe: So wenig wie möglich, so viel wie nötig.

Die **Geruchswahrnehmung** des Menschen ist in der Regel sehr empfindlich, in vielen Fällen empfindlicher als Messgeräte. Daher sollte der Geruchsempfindung durch die Nase als wirksamem Olfaktorium die gebührende Wertschätzung zuteil werden und als bewusstes Mittel für die Wahrnehmung von Luftschadstoffen eingesetzt werden.

Beläge in Zusammenhang mit Fremdstoffen

Im Rahmen der Evaluierung zur Schadstoffsituation wurde weiteren Phänomenen nachgegangen, die in Zusammenhang mit einer Schadstoffbelastung stehen können. Weißliche Beläge auf den Innenseiten von Vitrinen gehören zu derartigen Erscheinungen. Sie sind häufig in Ausstellungen anzutreffen und fallen dem Betrachter oft nicht auf, weil sie flächendeckend auftreten und nur unter einem bestimmten Blickwinkel zum Licht sichtbar werden.

Die FT-IR-spektroskopische Auswertung der Beläge, die verstärkt in der Textil- und Teppichausstellung, aber auch in der Schatzkammer aufgetreten sind, hat ergeben, dass es sich hierbei vor allem um Natriumoleat (Natriumsalze von Fettsäuren) mit Calciumseifen (Calciumoleat und Calciumstearat) handelte. Als weitere Komponente waren IR-spektroskopisch nichtionische Tenside nachweisbar. Nach Auswertung des IR-Fingerprints überwiegen Polyethylenglykole (PEG) bzw. Verbindungen, die sich daraus ableiten lassen (Fettalkohol-ethoxylate, FAEO).

Die Konsistenz der abgeschabten Beläge zeigte sich als weicher, schmieriger, aber auch trockener Belag von braungelber bis weißer Farbe, je nachdem welche Komponente überwog.

Eine zentrale Frage in diesem Zusammenhang war die nach der Ursache der Beläge. Zunächst sei festgestellt, wo diese Substanzen eingesetzt werden: Natriumoleate sind in Reinigungsmitteln und Seifen enthalten, allerdings mittlerweile nicht mehr in Waschmitteln, da sie mit Kalk unlösliche Calcium- und Magnesiumsalze bilden. Auch die nichtionischen Tenside sind in Seifen und Waschmittel bis heute anzutreffen; zudem werden sie als Gleit-, Trennmittel und Weichmacher verwendet.

Da in der Domschatzsammlung zur Reinigung der Vitrinenscheiben lediglich destilliertes Wasser und Alkohol eingesetzt wird, ist davon auszugehen, dass der Eintrag der bestimmten Fremdschubstanzen anderweitig erfolgt sein musste.

Bereits kurz nach der Aufstellung der Vitrinen ist dem Restauratorenteam bei genauem Hinsehen und bei einem bestimmten Lichteinfall ein seltsames Muster auf den Scheiben aufgefallen, das streifig gleichmäßig dem Abdruck von Gleitrollen in der industriellen Fertigung ähnelte. Somit lag die Vermutung nahe, dass es sich bei den Substanzen um Rückstände aus der Fertigung der Glasscheiben handeln könnte, in der zum Transport der großen Scheiben Gleit- und Trennmittel verwendet werden. Allerdings war der Belag ausschließlich auf den Innenseiten der Vitrinenscheiben zu finden. Möglicherweise ist die wesentlich häufigere Reinigung der Außenseiten der Grund hierfür.

Die Bedingungen in der Vitrine können die Belagsbildung aber zudem insofern verschärfen, als dort die Luftbewegung stark eingeschränkt ist und Partikel und Substanzen, die in der Luft fluktuieren, quasi als „Kristallisationskeime“ wirksam werden, die auf den industriellen Rückständen anhaften.

Somit ist nicht ausgeschlossen, dass flüchtige organische Verbindungen, die sich in dem weißlichen Belag befinden, die Belagsbildung zu beschleunigen vermögen. In dem Zusammenhang wurde auch überprüft, ob und inwieweit Pestizide in der Vitrinenluft nachweisbar sind. Das Ergebnis war negativ: Es wurden keine Pestizide in der Vitrinenluft nachgewiesen.



Abb. 23: Weißlicher Belag auf der Innenseite der Glasscheibe in Vitrine V4.10.6 „Schwarzes Samtpluviale“ (Inv.-Nr. 213)

Pestizide

Aufgrund des kompletten Umbaus der Domschatzpräsentation, bei dem soweit als möglich pestizidbelastete Bauteile entsorgt worden waren, wurden weitere Untersuchungen zur Pestizidbelastung nur in begründeten Verdachtsfällen durchgeführt.

Ein Fall betraf eine Kasel (Inv.-Nr. 248) und ein Leinengewand (Inv.-Nr. 270), die beide im Depot aufbewahrt werden. Auffallend war der starke „Maggi“-Geruch, der an beiden Objekten wahrzunehmen war und dessen Ursache aufgeklärt werden sollte. Aufgrund der Geruchsart standen Pestizide als Verursacher im Verdacht. Daher wurde mittels GC-MS eine Analyse vorgenommen. Es zeigte sich, dass die von der Kasel und dem braunen Leinengewand entnommene Staubprobe eine Mischung aus Lindan, p,p'-DDT, Chlorpyrifos und untergeordnet PCP und Methoxychlor enthielt, wobei Lindan deutlich dominierte. Das in geringeren Konzentrationen auftretende PCP und Methoxychlor war entsprechend der geringeren Gesamtbelastung im Staub der Kasel nicht nachzuweisen.

Der festgestellte „Maggigeruch“ an den Objekten und den damit in Berührung gekommenen Materialien wie dem Seidenpapier zum Einschlagen und dem Fotokarton, ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf Chlorpyrifos zurückzuführen, das einen schwachen Geruch nach Mercaptan entwickelt (faulig, stechend, fremdartig) und bei geringen Konzentrationen die Ursache für den eigenartigen Geruch sein kann.

In zwei weiteren Fällen ging es um die Pestizidbelastung in den historischen Räumen der Domschatzpräsentation, konkret um den Kapitelsaal und den Hohen Chor im Dom, sowie um das Depot A mit pestizidbelasteten Skulpturen und Objekten. Die Staubproben wurden von verschiedenen Oberflächen von Fußböden, Fensterbänken, Regalen und Objekten abgesaugt und einem Pestizid-Screening unterzogen.

In allen Staubproben wurde DDT (Dichlordiphenyltrichlorethan) mit Abstand in den höchsten Konzentrationen nachgewiesen. Extreme DDT-Konzentrationen waren im Depot A und im Hohen Chor festzustellen, gefolgt von immer noch sehr hohen DDT-Gehalten im Kapitelsaal. Zudem ließen sich Lindan und PCP detektieren. In untergeordneter Menge kamen 1-Chlornaphthalin und Benzo(a)pyren vor. In der Staubprobe vom Kapitelsaal wurde zudem Permethrin nachgewiesen.

Die begleitenden Untersuchungen waren notwendigerweise vorzunehmen, um die gesundheitliche Gefährdung beim Arbeiten in den Räumen abschätzen zu können. Die Überprüfung der Raumluft auf Pestizide in Depot A hat auch gezeigt, dass die Raumluft trotz der hohen Konzentrationen im Staub nicht mit Pestiziden belastet ist. Dies bestätigt die Beobachtung, dass insbesondere DDT wenig flüchtig ist. Somit ist beim Begehen dieser Räume zwar keine Gefahr gegeben, jedoch beim Arbeiten an pestizidbelasteten Objekten bzw. bei starker Staubaufwirbelung in den Räumen.

Eine Staubreduzierung in den Räumen durch Absaugen mit geeigneten Staubsaugern ist demnach eine geeignete Maßnahme, um das Pestizidpotenzial im Raum so niedrig wie möglich zu halten.

STAUB

Probe	Kleines Depot A		Kapitelsaal		Dom/ Hoher Chor	
	BG	Konz. in mg/kg	BG	Konz. in mg/kg	BG	Konz. in mg/kg
		Staub gesiebt		Staub gesiebt		Staub gesiebt
Verbindung	BG	Konz. in mg/kg	BG	Konz. in mg/kg	BG	Konz. in mg/kg
Pentachlorphenol (PCP)	0,2	1,5	0,3	<	0,2	
p,p'-DDT	0,3	1940	0,5	140	0,3	1300
Lindan	0,1	5,9	0,2	0,3	0,1	0,2
p-Chlor-m-kresol	0,2	0,2	0,3	<	0,2	<
Chlorpyrifos	0,2	<	0,3	<	0,2	<
Cyfluthrin	0,5	<	0,8	<	0,5	<

RAUMLUFT

Probe	Kleines Depot A	
	BG	Konz. in µg/m³
		Raumluft
Verbindung	BG	Konz. in µg/m³
Pentachlorphenol (PCP)	0,2	<
p,p'-DDT	0,01	< (0,006)
Lindan	0,01	< (0,008)

Abb. 24: Unterschied der Pestizidbelastung in den Räumen im Staub und in der Raumluft

2.2.3. Pflegeplan zur Überwachung und Reduzierung der Schadstoffbelastung

Das Monitoring zur Schadstoffbelastung in der Domschatzpräsentation seit der Umbaumaßnahme hat wesentliche Erkenntnisse für den künftigen Pflegeplan erbracht. Eine Dokumentation aller Tätigkeiten zur Reinigung der Räume und Vitrinen sowie baulicher und restauratorischer Maßnahmen ist notwendig, um die Ursache von auftretenden Schadstoffbelastungen schneller ergründen zu können. Zudem sollte der zeitliche Abstand für die Notwendigkeit des Aktivkohlewechsels in einer Basis- und Kontrollmessung festgestellt werden. Die präventiven Maßnahmen zur Vermeidung flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) in der Raum- und Vitrinenluft lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Materialprüfung

Im Zuge von Umbaumaßnahmen und Neueinrichtungen in Ausstellungsräumen und Depots sollten alle neu eingebrachten Materialien auf ihr Emissionspotenzial hin abgefragt, gegebenenfalls geprüft werden. Emissionsarme Materialien, zu denen insbesondere anorganische Materialien zählen, sind zu bevorzugen. Bei Lackierungen sollte die Wahl auf hoch temperierte Einbrennlacke fallen. Wasserbasierte Lacke emittieren in der Regel langsamer und über einen langen Zeitraum flüchtige organische Verbindungen. Damit sind sie eine langfristige Quelle für Emissionen.

Beim Einsatz von Textilien ist eine Prüfung auf Emittenten empfehlenswert. Ein vorheriges Waschen der Textilien hat sich bewährt: Bereits nach dem ersten Waschen geben viele Textilien die in ihnen enthaltenen Additive und Zusatzstoffe zu einem guten Teil ab. Allerdings verändern sich bei manchen Stoffen auch die Haptik und das Aussehen. Das gilt es im Vorfeld anhand von Musterstücken zu prüfen.

Aktivkohle

Der Einsatz von Aktivkohle empfiehlt sich aufgrund der Dichtigkeit heutiger Vitrinen in allen Vitrinen. Erfahrungsgemäß besitzen neben den Ausstattungs- und Baumaterialien in den Vitrinen auch Exponate häufig ein erhebliches Emissionspotenzial.

Voraussetzung für die Wirksamkeit der Aktivkohle ist ein Luftstrom, der die Vitrinenluft über die Aktivkohle führt. Gegebenenfalls muss dieser durch Ventilatoren oder Öffnungen erzeugt werden. Die Aktivkohle in Schalen zu geben, die seitlich durchbrochen sind, ist sinnvoll.

Das Anlegen eines Protokolls, in dem der Zeitpunkt des Einlegens, die eingebrachte Menge und Art an Aktivkohle (bei Essigsäure-Emissionen sollte zusätzlich NaOH-imprägnierte Aktivkohle eingesetzt werden) und die Klimadaten vermerkt sind, ist empfehlenswert.

Die Zeitabstände, in denen die Aktivkohle in den jeweiligen Vitrinen routinemäßig gewechselt werden muss, können im Vorfeld durch Messungen ermittelt werden. Hierfür sind zwei Basis- und eine Kontrollmessung notwendig:

1. Basismessung der VOC-Konzentrationen vor dem Einbringen der Aktivkohle in den Vitrinen.

2. Basismessung der VOC-Konzentrationen zwei bis drei Wochen nach dem Einbringen der Aktivkohle in den Vitrinen.

Dadurch lässt sich die Menge an flüchtigen organischen Verbindungen berechnen, die durch die eingelegte Aktivkohle aufgenommen wird, und es lässt sich prognostizieren, wann die Aktivkohle ihre Sättigungsgrenze erreichen wird.

1. Kontrollmessung: Kurz vor der zu erwartenden Sättigung sollte eine Kontrollmessung durchgeführt werden, um das zu erwartende „Durchbrechen“ der VOC abschätzen zu können. Die Kontrollmessungen in den jeweiligen Vitrinen sollten bei etwa gleichen Temperaturen durchgeführt werden: Bestätigen sich die geeigneten Austauschzeiten für die Aktivkohle über einen längeren Zeitraum, können die Kontrollmessungen in mehrjährigen Abständen (z.B. 5 Jahre) durchgeführt werden.

Bei starken Schwankungen der VOC-Konzentrationen bzw. unerwartet schneller Sättigung der Aktivkohle oder bei unerwarteten Auffälligkeiten am Exponat oder auffälligem Geruch müssen die Ursachen hierfür geklärt und gesonderte Messungen eingeplant werden.

Dokumentation

Zur Nachvollziehbarkeit bzw. Ursachenfindung einer detektierten Schadstoffbelastung ist die Dokumentation von Maßnahmen, Behandlungen und Tätigkeiten in den Räumen und Vitrinen sowie an den Exponaten unerlässlich. Folgendes sollte protokolliert werden:

- alle baulichen Maßnahmen
- das Einbringen jeglicher Bau- und Ausstattungsmaterialien in die Vitrinen, Präsentations- und Depoträume
- die restauratorische Maßnahmen an Objekten und Exponaten (inklusive der Beschreibung der verwendeten Produkte)
- alle eingesetzten Reinigungsmittel in Vitrinen und Räumen
- das Einbringen und der Wechsel von Hilfsstoffen wie Aktivkohle und Prosorb in den Vitrinen
- die Klimadaten
- die Messwerte zu Schadstoffmessungen und die Bedingungen, unter denen die Messungen durchgeführt wurden (Jahreszeit, Klima, Lüftung, Baumaßnahmen etc.).

SCHADSTOFFE VERMEIDEN:

Untersuchung der **Werkstoffe/Materialien**, die in Vitrinen und als Baumaterialien in Räumen eingesetzt werden (Überprüfung des Emissionspotenzials).
Dokumentation der eingesetzten Werkstoffe.

ROUTINE in der Pflege und DOKUMENTATION:

Aktivkohlebestückung der Vitrinen mit Ermittlung der Aktivkohlesättigung, anschließend regelmäßiger Austausch der Aktivkohle und Protokollierung der Daten.

Routinemessungen der Schadstoffbelastung.

Regelmäßige **Kontrolle** der Objekte durch RestauratorInnen.

Dokumentation aller eingesetzten Materialien, einschließlich der Reinigungsmittel für Vitrinen und Ausstellungsräume.

BEOBACHTEN:

Auffälligkeiten wie **Ausblühungen, Farbveränderungen, Belagsbildung** ursächlich abklären.

NOTFALLMANAGEMENT:

Bei Schadensfällen ist der sofortige **Einsatz von Schadstofffängern wie Aktivkohle** häufig eine sehr wirksame Hilfe. Insbesondere bei wenig Luftbewegung in der Vitrine sollte zusätzlich Aktivkohlegewebe direkt im Innenraum der Vitrine ausgebreitet werden.

Abb. 25: Kurzfassung des Pflegeplans zur Vermeidung von flüchtigen organischen Verbindungen

Umgang mit Altlasten wie beispielsweise Pestizidbelastung

Pestizide sind als Altlast aus Museumsobjekten und Baustoffen häufig nicht ohne weiteres zu entfernen. Methoden zur Reduzierung der Pestizide mittels überkritischem Kohlendioxid sind zwar erarbeitet¹⁵ und werden als Dienstleistung angeboten, jedoch scheitert eine Behandlung nicht selten an der Größe oder Fragilität des Objektes. Bei festen Einbauten kann diese Methode gar nicht angewandt werden.

Während im Baugewerbe mit Maskierung und einem Umbauen der pestizidbelasteten Bauteile gearbeitet wird, ist dies im Museumsbereich wenig sinnvoll.

Im Rahmen dieses Projektes wurden, wie bereits beschrieben, an den Probenahmeorten mit extrem pestizidbelasteten Stäuben nur sehr geringfügige Pestizidkonzentrationen in der Raumluft selbst festgestellt.

Dies erklärt sich aus der Tatsache, dass Pestizide wenig flüchtig sind und somit hauptsächlich mit Staubpartikeln im Raum sedimentieren und sich dort anreichern.

Somit ist die Reduzierung von Staubauflagen mit einem geeigneten Feinfiltersauger eine erste wichtige Maßnahme. Im Weiteren sollten Staubaufwirbelungen, durch die die Pestizide weitergetragen werden und zudem die Raumluft belastet wird, vermieden werden.

Beim Arbeiten an pestizidbelasteten Objekten und zur Entfernung von pestizidbelasteten Stäuben ist in jedem Fall eine persönliche Schutzausrüstung notwendig.

¹⁵ UNGER, WEIDNER, TELLO, MANKIEWICZ 2012.

2.3. Evaluierung der raumklimatischen und beleuchtungstechnischen Bedingungen sowie Auswertung der Glasdosimeteruntersuchungen

2.3.1. Raumklimatische Situation

Uwe Kalisch

Bis zur Neupräsentation des Domschatzes war das Raumklima in allen Bereichen von hohen Werten und starken Schwankungen der relativen Luftfeuchte geprägt. Diese Bedingungen trugen wesentlich zum Auftreten eines starken Schimmelbefalls im Jahr 1996 bei. Mit der neuen Präsentation des Domschatzes sollten aus diesem Grund in erster Linie die konservatorischen Aufbewahrungsbedingungen deutlich verbessert werden. Dazu zählte vorrangig die Verbesserung der Raumklimasituation in der Ausstellung sowie in den Depots. Für diesen Zweck wurde eine haustechnische Anlage eingebaut, die es ermöglicht, die Raumluft in der Ausstellung zu erwärmen und zu entfeuchten. Die Luftbefeuchtung erfolgt bei Bedarf über mobile Geräte. Die Steuerung dieser Technik wird über eine haustechnische Anlage geregelt. Zusätzlich erfolgt die Kontrolle des Raumklimas über eine netzunabhängige Sensorik, die die Überwachung besonderer Schwerpunkte bzw. wechselnde Messpunkte entsprechend aktueller Fragestellungen zulässt. Im Zusammenhang mit der Neupräsentation des Domschatzes wurde die raumklimatische Überwachung von 10 auf 35 Messpunkte erheblich erweitert. Die Klimadaten werden in halbjährlichen Treffen der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt, der Domschatzverwaltung, dem Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt und dem Institut für Diagnostik und Konservierung an Denkmalen in Sachsen und Sachsen-Anhalt e.V. (IDK) bewertet und in einem Jahresbericht dokumentiert. Die Klimadaten werden auch den Pflegerestauratoren am Domschatz zur Verfügung gestellt.

Im Ergebnis dieser komplexen Bemühungen haben sich die raumklimatischen Aufbewahrungsbedingungen in der Domschatzausstellung und den Depots grundlegend und nachhaltig verbessert. Die Raumklimaaufzeichnungen seit der Neupräsentation des Domschatzes im April 2008 dokumentieren sehr ausgeglichene Klimabedingungen insbesondere in den Vitrinen der Ausstellung und den Depotschränken.

IDK	Diagramm 1	Seite 1/1		Min:	Max:	Mit:
D:\Eigene Dateien\aktuelle			K:1 [%rF] FH4.5.1L rel.F...	40.00	97.80	70.44
Halberstadt Domschatz unterer Kapitelsaal			K:2 [°C] FH4.5.1L Temp ...	-1.30	20.60	10.09
Logger Nr. H 4.5						
Anschluss 1. Föhler-Nr.: FH 4.5.1L relative Luftfeuchte [rot], Lufttemp. [grün]						
Zeitraum: 01.12.1997 bis 07.04.1998						

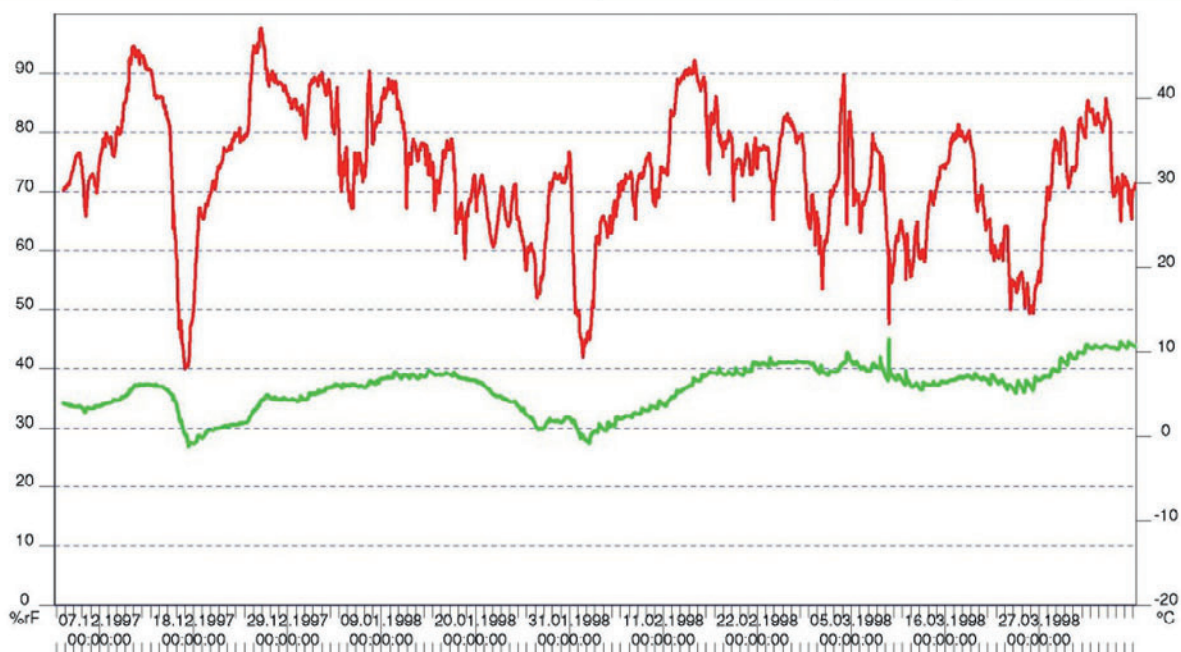


Abb. 26: Raumklimasituation im unteren Teil des Kapitelsaales im Zeitraum Dezember 1997 bis April 1998 (relative Feuchte [rot]; Temperatur [grün]) vor der Neupräsentation

Voraussetzung für das gleichbleibend hohe Niveau der Klimastabilität ist die konstante Betreuung der Haustechnik durch einen Haustechniker, der Mitarbeiter der Domschatzverwaltung ist. Stark schwankende Außenklima- und Nutzungseinflüsse sowie störungsbedingte Schwankungen werden so schnell erkannt und ausgeglichen.

Zur Veranschaulichung sei an dieser Stelle auf einen Vergleich der Raumklimadaten vor der Umgestaltung und der aktuellen Situation hingewiesen (vgl. Abb. 26 und 27). Die gewählten Beispiele sind charakteristisch für alle Domschatzbereiche und dokumentieren keine ausgewählt ungünstigen Bedingungen vor den Sicherungsmaßnahmen seit 1997 in Teilen der Ausstellung sowie vor der Umgestaltung bzw. günstige Klimazustände nach der Neupräsentation des Domschatzes. Zum Beleg sei an dieser Stelle noch einmal ausdrücklich auf die seit 1997 vorliegenden Jahresklimaberichte verwiesen.

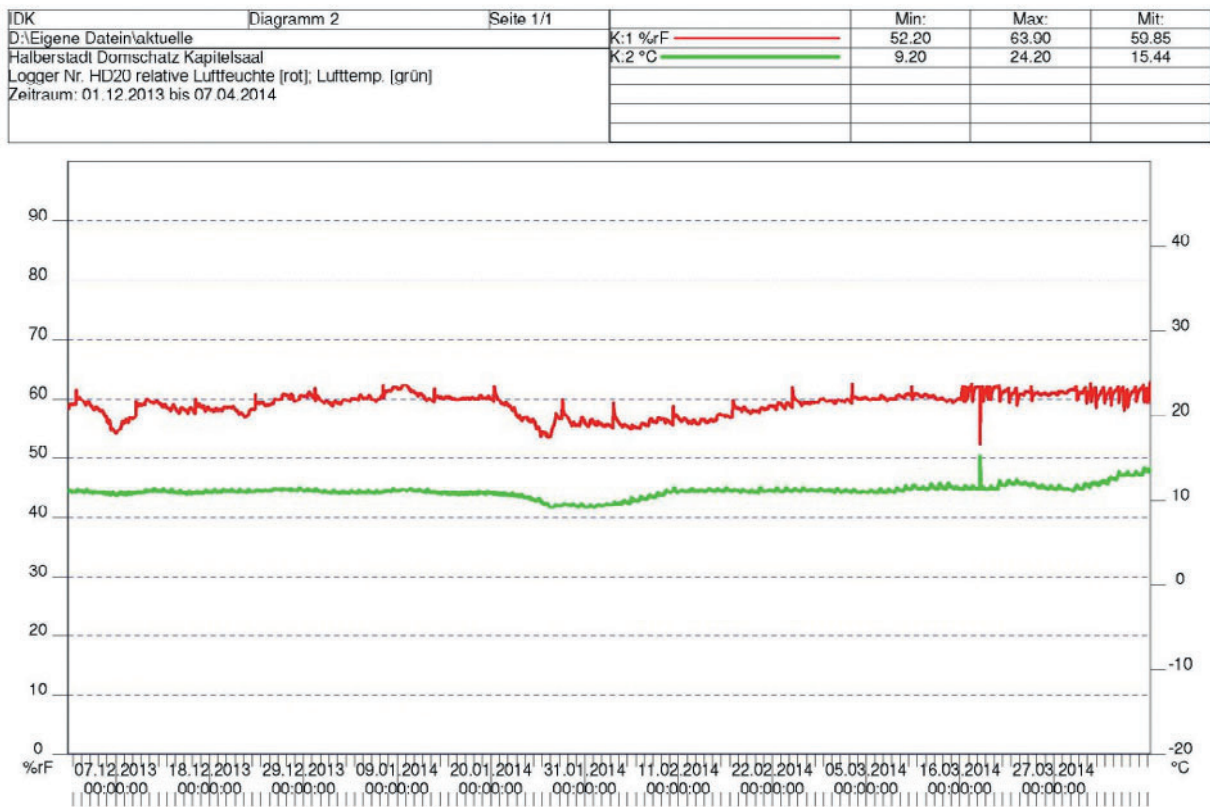


Abb. 27: Vergleichszeitraum zur Abb. 26 Raumklimasituation im unteren Teil des Kapitelsaales im Zeitraum Dezember 2013 bis April 2014, 6 Jahre nach der Neupräsentation des Domschatzes

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich bei dem Kapitelsaal um keinen Neubau, sondern um einen historischen Raum mit einem Volumen von rund 2165 m³ und sehr großen einfach verglasten Fensterflächen handelt. Hervorzuheben ist ebenfalls, dass die erreichte Klimastabilität auch unter den Bedingungen des laufenden Besucherverkehrs aufrechterhalten werden kann (vgl. Abb. 26 und 27). Diese grundlegende und nachhaltige Verbesserung der Raumklimasituation wurde in allen Bereichen des Domschatzes erzielt. Dieses augenfällig gute Resultat spricht für die im Endergebnis gelungene Vorbereitung, Planung, Ausführung und besonders hervorzuheben die kontinuierliche Überwachung und Pflege der haustechnischen Anlagen. Natürlich war die Phase nach der Inbetriebnahme auch gekennzeichnet von technischen und organisatorischen Schwierigkeiten und keineswegs problemlos.

Weiterer Optimierungsbedarf besteht in den Bereichen des Depots Holz/Stein sowie im Ausstellungsraum Liebfrauen. Die jüngsten Testergebnisse der Umstellung der Raumluftbeheizung auf eine kontinuierliche und ausgeglichene Wärmezufuhr sind Erfolg versprechend und im Ausblick auch auf das Depot Holz/Stein gut übertragbar.

2.3.2. Beleuchtungstechnische Bedingungen

Die beleuchtungstechnische Neueinrichtung des Domschatzes basierte zum einen auf einer Zusammenstellung klima- und beleuchtungstechnischer Orientierungswerte¹, die Erfahrungswerte aus der Literatur sowie der beteiligten Fachrestauratoren zusammenführte und zum anderen auf der Zustandsanalyse², die durch Herrn Hartmann von der Kulturstiftung DessauWörlitz in Zusammenarbeit mit dem IDK im Jahr 2000 erfolgte (s. Tab. 1).

Beschreibung des Messpunktes	Messgerät MEACO			Messgerät HD8366	
	Lichtstärke in lx	klxh/Jahr	UV-Strahlung in µW/L	Lichtstärke in lx	klx /Jahr
Oberer Kapitelsaal an der Innenseite des Westfensters	280	586	127	370	774
Vitrine gegenüber dem Fenster	28	58	8	34	71
vor der Vitrinenscheibe in der Vitrine	24/30	50/63	-	28/33	58/70
Unterer Kapitelsaal Stuhl in 1,60 m Höhe Raphonaltar	719/990 1505/2072 109	228	162/290 113	818/2510 230	1712/5253 481
Schatzkammer					
Vitrine 3 in der Vitrine	174	364	93	150	314
Vitrine 3 vor der Scheibe	74	155	60	75	157
Vitrine 8 in der Vitrine	270	565	100	235	492
Vitrine 8 vor der Scheibe	121	253	115	115	241
Teppichraum					
Nord-Ost-Ecke des Raumes	22	46	-	19	40
Süd-Ost-Ecke des Raumes	22	46	-	22	46
Süd-West-Ecke des Raumes	32	67	-	37	77
Nord-West-Ecke des Raumes	22	46	-	26	54
Schrank linke Tür	22	46	-	16	33

Tabelle 1:

Auszug aus den Ergebnissen der Licht- und UV-Messung im Domschatzbereich vom 13.09.2000 (HARTMANN, KALISCH 2000). Unter dem Jahreslichtwert wird ein mittlerer Lichtwert verstanden, der sich aus dem Zeitpunkt der Messung und meteorologischer Beobachtungen und Statistiken berechnet. Dieser Wert ist als jährlicher Mittelwert der Beleuchtung für die untersuchte Messstelle zu betrachten.

¹ KALISCH 1999.

² HARTMANN, KALISCH 2000.

Messpunkt	Beleuchtungsstärke in LUX	UV-Strahlung
Außenraum	2170	1715
oberer Kapitelsaal Madonna mit Korallenkette	68,5	0
oberer Kapitelsaal Doppelfigur am Westfenster	15,5	32
Teppichausstellung Marienkrönungstafel	15,1	0
unterer Kapitelsaal, östliche Nische Maria mit Kind	328	65
unterer Kapitelsaal östliche Nische Marienaltar	264	56
unterer Kapitelsaal Kalvarienberg	439	53
obere Bischofskapelle Tragealtar	19,5	0
untere Bischofskapelle	28,7	68
Schatzkammer Wandvitrine 4.7.6	33,7	0

Tabelle 2: Auszug aus den Ergebnissen der Lichtmessungen vom 12.03.2014 (MACHATE, MEIER 2014) an einem sonnigen Tag

Im Ergebnis dieser Untersuchungen erwiesen sich der untere Kapitelsaal sowie die Schatzkammer als besonders stark beanspruchte Bereiche. Neben der raumklimatischen war auch die beleuchtungstechnische Verbesserung der konservatorischen Aufbewahrungsbedingungen im Rahmen der Neupräsentation des Domschatzes eine grundlegende Aufgabe der architektonischen Planungen für die Umgestaltung der Räume sowie der Beleuchtung der Ausstellungsstücke in den Vitrinen.

Im Rahmen der Nachuntersuchung und Evaluierung der Beleuchtungssituation nach der Umgestaltung des Domschatzes erfolgen in zeitlichen Abständen Lichtmessungen durch die Fachrestauratoren Christine Machate und Hartmut Meier an festgelegten Messpunkten bzw. exponierten Objekten. Die Untersuchungsergebnisse dokumentieren eine deutliche Abnahme der Beleuchtungsstärke auch in den ursprünglich stark beanspruchten Bereichen insbesondere im Bereich des oberen Kapitelsaales und in der Schatzkammer (vgl. Tab. 1 und 2). Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Übertragbarkeit der Messbedingungen hinsichtlich der Gerätetechnik aber auch der Witterung und dem jahreszeitlichen Sonnenstand aus dem Jahr 2000 und dem Jahr 2014 eingeschränkt ist.³

Da es sich bei diesen Messungen sowohl in Vorbereitung der neuen Präsentation des Domschatzes wie auch bei den bisherigen Nachmessungen um zeit- und witterungsabhängige Momentaufnahmen handelt, wurde nach Möglichkeiten für eine langfristige Aufzeichnung der Beleuchtungsstärke und UV-Strahlung gesucht. Im Ergebnis der Recherche zu den Monitoringverfahren werden für diese Aufgabe zurzeit drei verschiedenen Messtechniken an 22 Messpunkten teilweise parallel eingesetzt und miteinander verglichen (Abb. 28, 29 und 30).

³ MACHATE, MEIER 2014.



Abb. 28: Lichtmessgerät vom Typ ELSEC 775C für die Messung von Licht im sichtbaren Wellenlängenbereich, im UV- sowie im IR-Bereich



Abb. 29: Blaumaßstab



Abb. 30: Lichtdosimeter vom Typ Light Check sensitive

Unter Einbeziehung von Vergleichsuntersuchungen auch an andern Objekten ist festzustellen, dass die Angaben für die einzelnen Entfärbungsstufen des Lightcheck Sensitive Lichtdosimeters sehr stark auch von dem einwirkenden UV-Licht abhängig sind und in jedem Fall für den konkreten Anwendungsbereich mit einem Lichtdatenlogger kalibriert werden sollten. Eine entsprechende Erprobung erfolgt langfristig in der Vitrine 4.12.2 an einer Dalmatika, die als Monitoringobjekt ausgewählt wurde (Abb. 31).



Abb. 31: Parallelmessung der Beleuchtungsstärke mit einem Lichtdosimeter vom Typ Light Check sensitive sowie einem Lichtmessgerät vom Typ ELSEC 775C

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Evaluierung der beleuchtungstechnischen Bedingungen nach der Neupräsentation des Domschatzes die Suche nach Lösungsmöglichkeiten für ein Monitoring hinsichtlich der Bestrahlungsstärke der Objekte befördert hat und damit die Qualität und Tiefe der Kontrolle zusätzlich verbessert wurde.

2.3.3. Glasdosimeteruntersuchung

Auf Anregung der Fachrestauratorin Christine Engemann-Wendt erfolgte zusätzlich zu den Raumklima- und Schadstoffuntersuchungen eine „Glasdosimeter-Studie zur Bewertung der klimatischen Verhältnisse im Domschatz Halberstadt“ im Raum und der Vitrine 4.7.6 der Schatzkammer. Auftragnehmer war das Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC.⁴

Mit Hilfe der Glasdosimetermethode lässt sich ein Hinweis auf ein korrosives Gesamtrisiko in Ausstellungsräumen und -vitrinen ermitteln. Dabei wird summarisch die Wirkung aller korrosiv wirkenden Luftschadstoffe unter realen klimatischen Bedingungen im Ausstellungsbereich überprüft.⁵ Die Messung erfolgte mit speziell präparierten und sehr empfindlichen Kalk-Kalisilikatgläsern. Durch die postalische Zu- und Rücksendung der durch Diarahmen gehaltenen Dosimeter war die Handhabung sehr anwenderfreundlich. Nach einer zwölfwöchigen Exposition der Glasdosimeter im Raum der Schatzkammer sowie in der Wandvitrine 04.07.6 konnten die Dosimeter zur Auswertung an das Fraunhofer-Institut zurück geschickt werden.

Laut Auswertung des Fraunhofer-Institutes ließen die Messergebnisse an den beiden bemessenen Standorten auf keine nachweisbare Umweltbelastung schließen.⁶

⁴ MAAS-DIEGELER 2014.

⁵ Ebd.

⁶ Ebd.

3. Langfristige Überwachung des Erhaltungszustandes des Domschatzes

3.1. Grundlegende Vorgaben und Ziele für die langfristige Überwachung und Pflege des Domschatzes

Katrin Tille

Das Forschungsprojekt zur präventiven Konservierung am Halberstädter Domschatz beinhaltete zwei Themenschwerpunkte – die Evaluierung des bislang Erreichten und die Fortentwicklung einer personell wie zeitlich kontinuierlichen, fachlich ausgewogenen und auf Dauer finanzierbaren Betreuungsstrategie. Die Überprüfung der bis 2008 grundlegend verbesserten Aufbewahrungs- und Umgebungsbedingungen ist bereits eingehend beschrieben worden.¹ In diesem Zusammenhang wurden auch die Inhalte und Schwerpunkte der bisherigen Arbeit kritisch hinterfragt. Dabei standen nicht nur die mess- und sichtbaren Resultate im Fokus, sondern auch die bestehenden Strukturen der interdisziplinären Zusammenarbeit. Vor Ort bewährte Handlungsweisen wurden ergebnisoffen überprüft und Neues (z. B. erste Schritte zum Aufbau eines Schädlingsmonitorings, Tests verschiedener Monitoringverfahren) in den Blick genommen. Das Hauptaugenmerk war darauf gerichtet, wie sich die optimierten Bedingungen in Ausstellung und Depot in der Praxis bewähren, wie realistisch und nachhaltig sie sind und was in Zukunft zu tun ist, um auf der Basis einer grundlegend verbesserten Aufbewahrungs- und Ausstellungsinfrastruktur die langfristige Bewahrung des Domschatzes zu gewährleisten.

Die restauratorische Pflege – neben der Verbesserung der Aufbewahrung und Präsentation tragende Säule der präventiven Konservierung – obliegt wie bereits erwähnt überwiegend freiberuflich tätigen Fachrestauratoren. Diese Form der interdisziplinären Zusammenarbeit hat sich bewährt, verfügt sie doch über ein bemerkenswertes Potential, weil sie alle relevanten restauratorischen Fachdisziplinen am Domschatz zusammenführt. Da nahezu jedes Kunstwerk aus einer Kombination verschiedener Materialien besteht, ist dadurch eine ressortübergreifende Betreuung und zugleich eine optimale Fürsorge gewährleistet. Die Restauratoren arbeiten dabei eng mit den Spezialisten für die Klimaüberwachung sowie für schadstoff- und mikrobiologisch relevante Fragestellungen zusammen.

Auch die administrativen Strukturen zur Koordinierung der restauratorischen Arbeiten, zur Kontrolle der Aufbewahrungsbedingungen (Klima, Schadstoffe, Mikrobiologie) und zur Abstimmung zwischen Stiftung, Domschatzverwaltung und Landesdenkmalamt haben sich als zielführend erwiesen. Gleiches gilt für die jeweiligen Aufgabenschwerpunkte.

Auf der Evaluierung aufbauend erfolgte die Entwicklung eines zukunftsfähigen Pflege- und Monitoringprogramms. Da eine kontinuierliche Kontrolle für den Domschatz in seiner Gesamtheit nur bis zu einer bestimmten aufwandsbezogenen Tiefe erfolgen kann, dennoch auch eine Aussage über die langfristige Entwicklung der verschiedenen Objekt- und Materialgruppen getroffen werden sollte, wurde eine Auswahl von Referenzstücken vorgenommen, an denen ein vertiefendes Monitoring erfolgte.² Auch die Erprobung verschiedenster Beobachtungsverfahren, bereits bewährter sowie bisher noch nicht angewandter Methoden, nahm breiten Raum ein.³ Für letzteres sind beispielhaft die Untersuchungen mit einem hochauflösenden Digitalmikroskop⁴ und der Einsatz eines mobilen RFA-Geräts zu nennen. Allerdings soll in diesem Zusammenhang nicht unerwähnt bleiben, dass eine Anschaffung solcher Spezialgeräte für die Betreuung des Domschatzes aus wirtschaftlichen Gründen nicht in Betracht gezogen wird, sondern statt dessen auf die Einbindung entsprechender Partner mit fachlicher Expertise gesetzt wird. Letztlich flossen alle Beobachtungen und Erfahrungen in einen Pflegeplan für Domschatzobjekte in der Ausstellung, im Depot und im Dom ein, der derzeit für die Projekt ausgewählten Monitoringobjekte vorliegt und in den nächsten Jahren erweitert werden soll.⁵

¹ Siehe Themenschwerpunkte 1 und 2.

² Siehe Themenschwerpunkt 3.3.

³ Siehe Themenschwerpunkt 3.4.

⁴ Im Projekt kam ein Digitalmikroskop VHX-600DSO der Firma Keyence zum Einsatz.

⁵ Siehe Beitrag 4.2.

Gezielt wurden auch die einzelnen Komponenten der Aufbewahrungsinfrastruktur (Ausstellungsräume und Depot, Vitrinen und Depotschränke) in den Fokus genommen. Hierbei hat sich die Zusammenarbeit mit den naturwissenschaftlich ausgerichteten Partnern bewährt. Das engmaschige Netz an Klimakontrollpunkten in Ausstellung, Depot und Dom, in Räumen, Vitrinen, Magazinschränken und an frei stehenden Einzelobjekten übermittelt zuverlässige Aussagen zur raumklimatischen Situation am jeweiligen Standort. Auf dieser Grundlage ließen sich bisher wichtige Empfehlungen zur fortlaufenden Optimierung der Aufbewahrungsbedingungen ableiten. Gleiches wird auch in Zukunft verlässliche Praxis sein.⁶ Unverzichtbar ist außerdem die enge Verzahnung zwischen Restauratoren und den jeweiligen Spezialisten in Hinblick auf mögliche Belastungen durch Schadstoffe und mikrobielle Faktoren wie Schimmel. Hier hat sich im Projekt gezeigt, dass sich durch die aufmerksame Objektbeobachtung durch die mit dem Bestand vertrauten Restauratoren mögliche Schadensbilder frühzeitig detektieren lassen. Nachfolgend eingeleitete Spezialuntersuchungen führen zur Durchführung zielgerichteter Gegenmaßnahmen.

Mehr Beachtung muss der regelmäßigen Reinigung und Wartung der Ausstellungsinfrastruktur geschenkt werden. Das betrifft nicht nur die fest installierte Klimatechnik, die mit entsprechenden Verträgen gut abgesichert ist, sondern auch die mobilen Geräte (v. a. Befeuchter). Wie es sich für die Gebäudetechnik bereits bestens bewährt hat, sollten auch Vitrinen und Depotschränke einer regelmäßigen Wartung unterzogen werden. Zu prüfen bleibt, welche Zeitspanne (z. B. aller fünf Jahre) hierfür sinnvoll ist.⁷ So lässt sich ihre Funktionalität auf lange Sicht erhalten, was sich letztlich auch wirtschaftlich niederschlägt. Mehr Aufmerksamkeit verlangt auch die Reinigung der Ausstellungs- und Depoträume sowie der jeweiligen Standorte im Dom. Konzertierte Aktionen sind von Stiftung und Domschatzverwaltung vorzubereiten, wobei den Restauratoren die Reinigung der Vitrinen- und Schrankinnenräume vorbehalten bleibt. Die Außenflächen können von fachlich eingewiesenem Reinigungs- oder Aufsichtspersonal gesäubert werden.

Ein großer Pluspunkt für die Betreuung des Domschatzes ist die im Verlauf des Forschungsprojekts verbesserte Dokumentation.⁸ Gemeinsam wurden fachgebietsübergreifende Formulare zur Erfassung der wichtigsten restauratorischen Tätigkeiten im Rahmen der Pflege inhaltlich entwickelt, in denen zukünftig alle objektrelevanten Vorgänge und Prozesse zu erfassen sind.

⁶ Siehe Beitrag 2.3.

⁷ Siehe Beitrag 3.5.

⁸ Siehe Beitrag 4.3.

3.2. Recherche zu Monitoringverfahren

Uwe Kalisch

Mit der Fertigstellung der neuen Domschatzpräsentation in den historischen Räumen des Domkomplexes sowie aus den verbesserten Aufbewahrungs- und Pflegebedingungen in den Depots und Arbeitsräumen im neu errichteten Funktionsgebäude ergab sich nun nicht nur die Notwendigkeit, sondern auch die einmalige Gelegenheit, aufbauend auf den Ergebnissen der Evaluierung der durchgeführten Maßnahmen ein Strategieprogramm für die nachhaltige Pflege und Bewahrung zu erstellen.

Die repräsentative Zustandsüberwachung des Domschatzes ist in diesem Zusammenhang ein grundlegendes Instrument und Bestandteil dieses Strategieprogramms. Einer der ersten Schritte bei der Umsetzung dieser Aufgabenstellung bestand in der Erarbeitung einer Übersicht über die zurzeit zur Verfügung stehenden praxisrelevanten Monitoringverfahren, die für den Domschatz Halberstadt von Interesse sein könnten. Die Auswahl der sechs folgenden Themengebiete entwickelte sich aus den Erfahrungen, die zur Neueinrichtung des Domschatzes führten, aus den Ergebnissen des Evaluierungsprozesses sowie restauratorischen Erfahrungen, die auch über die Problemstellungen des Domschatzes in Halberstadt hinausgingen.

Zu folgenden Themengebieten führten die Projektbeteiligten Recherchen durch:

Lichtmessung und Lichtschutz	Susanne Nitschel, Uwe Kalisch
Luftschadstoffe	Susanne Nitschel, Ursula Drewello
Mikrobiologie	Karin Petersen
Klimamessung in Museen	Susanne Nitschel, Uwe Kalisch
Bildgebende Untersuchungsverfahren	Eva Düllo
Dokumentation	Andrea Knüpfer

Die Aufbereitung der Rechercheergebnisse sollte projektbezogen erfolgen, aber auch als allgemeine Orientierungshilfe und Informationsgrundlage nutzbar sein. Bedingt durch den Umfang der Ausarbeitungen konnten diese nur auszugsweise in den Abschlussbericht Eingang finden. In vollem Umfang sind sie jedoch Bestandteil der Anlagen des Abschlussberichtes und stehen dort als Info- und Studienmaterial der Öffentlichkeit zur Verfügung. Es muss darauf hingewiesen werden, dass die einzelnen Themengebiete nicht vollständig bearbeitet werden konnten und bereits während der Erarbeitung eine Vorauswahl auf die praktischen Gegebenheiten in Halberstadt erfolgen musste. Die Recherchen erfolgten überwiegend in der ersten Projektphase im Zeitraum 2012 bis 2013. Diesem Zeitraum entsprechen auch die Aussagen zum technischen Stand.

Im Ergebnis der Recherchen zu den Monitoringverfahren bestätigten sich bisherige Untersuchungstechniken der Raumklima-, Schadstoff- und mikrobiologischen Untersuchungen für den Domschatz und neue Verfahren insbesondere aus dem Bereich der Überwachung der Beleuchtungseinflüsse kamen hinzu. Einen besonders hohen Stellenwert haben alle optischen Dokumentationsverfahren in Verbindung mit einer effektiven Dokumentation und der langjährigen Objektkennntnis der zuständigen Fachrestauratoren.

3.2.1. Auszüge und Zusammenfassung der Recherchen zur Mikrobiologie

Karin Petersen

Remineralisierungsprozesse sind im globalen Stoffkreislauf unerlässlich, schließlich sorgen diese i. W. auch mikrobiell ablaufenden Umsetzungen dafür, dass organisches Material wieder in seine mineralischen Bausteine zerlegt und damit erneut für die Primärproduktion zur Verfügung steht. Diese in der Natur unerlässlichen Prozesse stehen damit im krassen Widerspruch zu dem Anspruch, das kulturelle Erbe dauerhaft zu erhalten, zumal historische Objekte in der Regel aus Naturstoffen gefertigt wurden.

Somit besteht eine wesentliche Aufgabe des materiellen Erhalts von Kulturgut darin, diese Abbauprozesse so weit wie möglich zu unterbinden. Da der historische Materialbestand nicht beeinflusst werden kann und die Alternative der Biozidanwendung zur Vermeidung biogener Schadensprozesse heute auch wegen der negativen Erfahrungen der daraus resultierenden – insbesondere bei Holzobjekten teils dramatischen Probleme der Schadstoffbelastung inzwischen bekannt sind – und darüber hinaus auch Resistenzentwicklungen im medizinischen Sektor zu erheblichen Problemen führen, kann in der Anwendung von Chemikalien nach derzeitigem Kenntnisstand keine Lösung des Problems gesehen werden.

Um den Erhalt der Objekte zu sichern, bleibt damit die Möglichkeit das Klima so zu beeinflussen, dass biotische Schadensprozesse weitgehend unterbunden werden. Insbesondere bei mobilem Kulturgut kann dieser Ansatz in der Regel erfolgreich sein.

Um die Gefährdung durch Mikroben, aber auch Insekten u. a. Schädlinge im konkreten Fall einordnen zu können, bedarf es geeigneter Verfahren, mit denen sich einerseits das Vorhandensein kritischer Organismen und darüber hinaus auch deren Aktivität und damit ein aktiver Beitrag an akuten Schadensprozessen nachweisen lässt.

Aus diesem Grund ist zunächst einmal festzustellen, in welchem physiologischen Zustand, tot oder lebend, und wenn lebend, inaktiv oder aktiv, die Mikroben auf den Objekten oder in deren Umgebung vorliegen. Der reine makroskopische oder mikroskopische Strukturnachweis von Zellen, Erbgut oder Stoffwechselprodukten ist dazu nicht ausreichend, obwohl bestimmte Schadensprozesse auch nach einem Absterben der Besiedlung noch ablaufen können, wenn z. B. biogen gebildete Biofilme auf dem Objekt verbleiben und diese Prozesse weiterhin beeinflussen (siehe Anhang zu Nachweismethoden). Durch Mikroben gebildete Schleime (Biofilme) können über Färbungen aufgezeigt und die betroffenen Bereiche des Objekts auch im Tiefenprofil belegt werden. Diese Technik wird jedoch nur an entnommenem Probenmaterial ausgeführt und ist daher nicht zerstörungsfrei.

Die einfachste Form eine Oberflächenbesiedlung zu detektieren, besteht darin, beobachtete Veränderungen/Auflagerungen abzuheben und zu mikroskopieren. Mikrobzellen lassen sich so nachweisen und im Falle von Pilzen in der Regel auch zumindest auf Gattungsniveau bestimmen. Darüber hinaus kann auch festgestellt werden, ob Sporen als Verunreinigung vorliegen oder bereits Hyphen ausgebildet wurden, ein Nachweis für eine tatsächliche Besiedlung. Verdeutlichen lassen sich die Zellstrukturen durch unspezifische Anfärbungen wie eine Baumwollblau-Färbung oder eine Chalkofluorowhite-Färbung. Letztere ist nicht dauerhaft, kann aber nur unter UV-Anregung erfasst werden.

Neben diesem Nachweis von Zellen, der keine Information über die Vitalität liefert, kann durch geeignete Färbeverfahren und unter UV-Anregung auch im mikroskopischen Bild eine Unterscheidung zwischen lebenden und toten Zellen erfolgen. Bei Algen oder stark pigmentierten Zellen ist diese Farbreaktion nicht wahrnehmbar und daher nicht geeignet.

Molekulargenetische Techniken, mit denen das Erbgut in Form der DNA nachgewiesen werden kann, aber auch immunologische Nachweistechiken, unterscheiden ebenfalls nicht zwischen lebenden und toten Zellen, wohin gegen der Nachweis von RNA über molekularbiologische Techniken aktive Zellen belegt.

Aktive Zellen können nachgewiesen werden, indem man Substratumsetzungen aufzeigt, die durch die entsprechenden Zellenzyme katalysiert werden, wie z. B. Esterasen, deren Aktivität zu quantifizierbaren Farbveränderungen führt, oder aber pilzspezifische Zellwandenzyme, die in der Regel über fluorimetrische Messung quantifiziert werden (Mykometertest, Fa. Goritas). Auch die Dehydrogenaseaktivität ist als Maß für mikrobielle Aktivität nutzbar, führt jedoch auch zu einer dauerhaften Rotverfärbung und ist daher nur an einer Materialprobe (gegebenenfalls aus zerstörungsfrei entnommenen Auflagerungen) durchzuführen.

Aktive Zellen lassen sich auch über den Nachweis des gebildeten Energieträgers Adenosintriphosphat (ATP) aufzeigen. Derartige Aktivitätsnachweise helfen dabei zu entscheiden, unter welchen Klimabedingungen am Objekt mikrobielle Aktivität vorliegt und mit aktiver mikrobieller Schädigung zu rechnen ist. Sollen lediglich Reinigungserfolge aufgezeigt werden, kann das Ausgangsmolekül für die Energiespeicherung, das Adenosinmonophosphat (AMP), nachgewiesen werden, das im Gegensatz zu ATP langlebig ist und auch in abgestorbenen Besiedlungsanteilen noch vorhanden sein kann.

Ebenfalls nur aktive Besiedlungsanteile lassen sich mit einer Atmungsmessung nachweisen, die Technik muss jedoch in einem luftdicht abgeschlossenen Probenraum erfolgen, dessen Anbringung am Objekt häufig problematisch ist.

Der Versuch, durch das Übertragen der Keime vom Objekt auf geeignete Nährmedien eine mikrobielle Belastung durch die Anzucht entsprechender Kolonien zu belegen, kann in der Regel nicht als alleiniger Nachweis einer Besiedlung angesehen werden, da bei Übertragung lebender Keime auf geeignete Nährmedien alle lebenden, keimfähigen Zellen anwachsen werden, unabhängig davon, ob diese unter Objektbedingungen (Nährstoffversorgung/Klimabedingungen) überhaupt in der Lage wären, dort aktiv zu sein und eine Besiedlung aufzubauen.

An dieser Stelle sei noch darauf hingewiesen, dass die direkte Abnahme von Keimen durch das Aufdrücken von Fertignährmedien auf die Oberfläche bedeutender Kunstobjekte durchaus kritisch zu hinterfragen ist.

Der „Nachweis mikrobieller Belastungen an Kunst- und Kulturgut“ im Anhang umfasst 31 Seiten:

1. Einführung
2. Nachweisverfahren im Überblick
 - 2.1. Voruntersuchungen
 - 2.2. Probennahme
 - 2.2.1. Mikroskopie-Präparat
 - 2.2.2. Abklatschpräparat/Stempelprobe
 - 2.2.3. Abstrich mit Wattestäbchen
 - 2.3. Bearbeitung von Materialproben
 - 2.3.1. Anzucht von Keimen
 - 2.3.2. PAS-Anfärbung an Materialproben
3. Umfeldanalysen
 - 3.1. Staubproben
 - 3.2. Luftkeimmessung
 - 3.2.1. Bewertung Kolonie bildender Einheiten
 - 3.2.2. Feststellung der Gesamtkeimzahl
4. Aktivitäts- und Vitalitätsnachweise
 - 4.1. Erfassung des oberflächlichen Energiegehaltes (ATP-Messung)
 - 4.2. Esterase-Nachweis
 - 4.3. Dehydrogenase-Nachweis
 - 4.4. Mykometer-Test
 - 4.5. Atmungsmessung
5. Weitere Marker
 - 5.1. Adenylat-Nachweis
 - 5.2. Zellwandbestandteile
 - 5.2.1. Lipopolysaccharide
 - 5.2.2. 1.3-β-Glucan-Nachweis
 - 5.2.3. Ergosterol-Nachweis
6. Vitalitäts-Nachweis
 - 6.1. BacLight-Test
7. Sonderverfahren
 - 7.1. Immunologische Nachweisverfahren
 - 7.2. Molekularbiologische Nachweisverfahren
 - 7.2.1. Nachweis von Desoxyribonukleinsäure/RNA
 - 7.3. Untersuchung im Rasterelektronenmikroskop (REM)
8. Zusammenfassung

3.2.2. Auszüge und Zusammenfassung der Recherchen zu Luftschadstoffen

Susanne Nitschel und Ursula Drewello

Von der Luft leben wir, wir atmen sie ein und sie umgibt uns und alles, was steht und sich bewegt. Ausstellungsstücke in Museen sind meist unbewegliche Objekte, die sich nicht von alleine bewegen und Luft nicht aktiv einatmen. Dennoch sind sie der Raumluft ausgesetzt und können mit luftgetragenen Substanzen organischer oder anorganischer Natur potenziell reagieren.

Die in Zusammenhang mit der musealen Aufbewahrung interessierenden Fremdstoffe reichen von Staubpartikeln bis zu kleinsten Molekülen, von Rußpartikeln bis zum Ozon. Ein Schwerpunkt im Museumsbereich sind flüchtige organische Verbindungen (VOC: volatile organic compounds), die problematisch sind, weil sie in den Ausstellungsräumen und -vitrinen sowie in den Archiven und Depots aus den Ausstattungsmaterialien beständig ausgasen können. Aus Gründen des Staubschutzes und der Klimastabilisierung werden Räume und Vitrinen jedoch immer luftdichter konstruiert, was zwangsläufig eine Akkumulation von Emittenten nach sich zieht. Umso notwendiger sind:

- präventive Maßnahmen zur Vermeidung stark ausgasender Materialien (VOC)
- Kontrollinstrumente zur Erfassung solcher Verbindungen
- Hilfsstoffe zur Reduzierung von VOC.

Die Flüchtigkeit der Kohlenwasserstoffe ist unterschiedlich, weshalb sie anhand ihres Dampfdrucks bzw. Siedepunkts in verschiedene Gruppen eingeteilt werden.¹ Neben VOC gibt es auch leichtflüchtige anorganische Verbindungen, zu denen beispielsweise Schwefeldioxid, Stickoxide oder Chlorwasserstoff gehören, die sich früher durch den Hausbrand und Autoverkehr in hohem Maße in der Außenluft angereichert und entsprechend in den Innenräumen wiedergefunden haben. Die Emissionswerte für anorganische Gase sind in den letzten Jahrzehnten allerdings so stark gesunken, dass sie im europäischen Raum in der Raumlufthygiene und in den Museen keine große Bedeutung mehr besitzen.

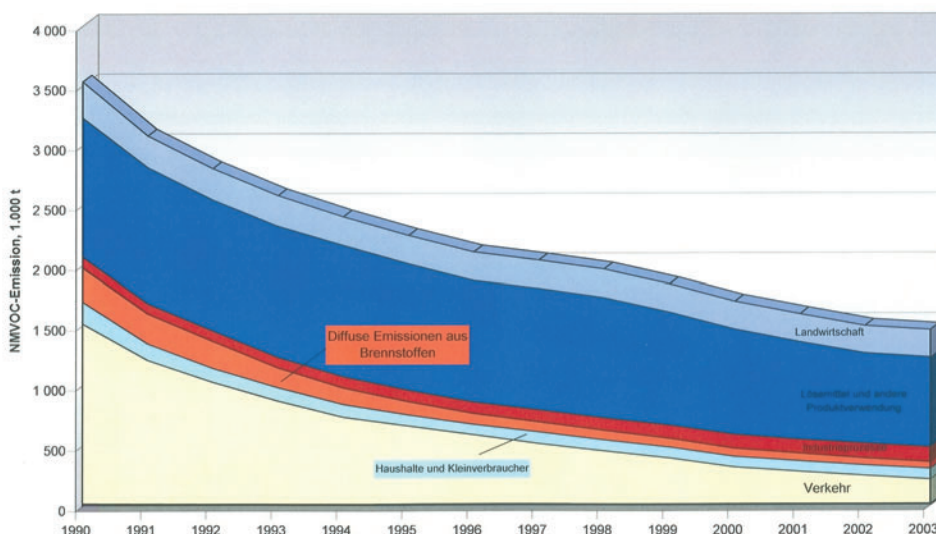


Abb. 32: Entwicklung der anthropogenen VOC-Emissionen in Deutschland von 1990 bis 2003 (Quelle: Umweltbundesamt, Berlin, 2005)

¹ **VVOC:** very volatile organic compounds: Sehr flüchtige organische Verbindungen. **SVOC:** semi volatile organic compounds: mittel- bis schwerflüchtige organische Verbindungen. **POM:** particulate organic matter: organische Verbindungen als Partikel, an Partikel gebunden.

In den Museen liegt somit das Hauptaugenmerk zum einen auf flüchtigen organischen Verbindungen, zu denen organische Säuren wie Essig- und Ameisensäure zählen, und zum anderen auf mobilisierbaren und in der Raumluft anzutreffenden Altlasten, wie beispielsweise Bioziden, die vor allem in Textilien und Holzobjekte eingebracht wurden.

Ein Schadstoffmonitoring verlangt nun nicht nur das Messen von Schadstoffgehalten, vielmehr geht es schon im Vorfeld um präventive Maßnahmen, die besonders umfassend im Rahmen von Neu- und Umbauten zu planen und umzusetzen sind. Solche Maßnahmen sind in großen Sammlungen häufig bereits Routine und werden nicht nur wegen der Verantwortung für die Erhaltung von Kunst und Kulturgut realisiert, sondern sind auch aus Kostengründen Teil der Nachhaltigkeitsstrategie im Museumssektor.² Denn nachträgliche Umrüstungen und Restaurierungskampagnen sind zeit- und kostenaufwändig.

Im Vorfeld gelingt Schadstoffvermeidung schon dadurch, dass schadstoffarme Materialien ausgewählt werden und diese einer Kontrollprüfung hinsichtlich ihres Emissionspotenzials unterzogen werden. Hierfür gibt es inzwischen Messroutinen, die nach VDA 278³ oder nach dem sogenannten BEMMA-Schema⁴ durchgeführt werden. Im Weiteren gilt es, die Belüftungssituation (gegebenenfalls mit Aktivkohlefilter) so zu gestalten, dass anfallende Schadstoffe in den Ausstellungsräumen abgeführt oder von Objekten ferngehalten werden. Die Ausstellungsvitrinen selbst müssen so konstruiert sein, dass keine stehende Luft die Wirksamkeit von Aktivkohle im Servicefach behindert. Gegebenenfalls sollten aktive Filtersysteme in den Vitrinen eingebaut werden, die dafür sorgen, dass die Luft über die Aktivkohle geleitet wird.

Aktivkohle ist einer der effizientesten Adsorber für flüchtige organische Verbindungen. Falls schwefelsaure Verbindungen oder andere Säuren in hohem Maße dazukommen, empfiehlt sich zusätzlich NaOH-imprägnierte Aktivkohle.

In den bestehenden Sammlungen sind das aufmerksame Sehen und Riechen, die visuelle und olfaktorische Wahrnehmung von großer Bedeutung und häufig der Anlass für Kontrollmessungen. Befremdliche Gerüche, Beläge, Ausblühungen und Schäden an den Objekten müssen abgeklärt werden, da sie oft das Symptom für eine Schadstoffquelle sind.

In diesem Zusammenhang kann eine gute und kontinuierliche Dokumentation bzw. Protokollierung aller Maßnahmen, die ausstattungstechnisch und restauratorisch vorgenommen wurden, im späteren Verlauf die entscheidende Hilfe bei der Interpretation von Messwerten und der Zuordnung der aufgefundenen Luftschadstoffe und deren Ursache sein.

Oft vernachlässigt, aber wichtig, ist zudem die Kontrolle der eingesetzten Reinigungsmittel, durch die in erheblichem Maße Fremd- und Schadstoffe eingetragen werden können.

Messungen von VOC in der Raumluft können im laufenden musealen Betrieb mit passiven oder aktiven Sammlern vorgenommen werden. Die Passivsammler auf der Basis von Aktivkohle oder Tenax werden über eine bestimmte Zeit im Raum exponiert und setzen eine gewisse Luftstömung voraus, um die flüchtigen Verbindungen in der Sammelphase zu akkumulieren. Schadgase können allerdings auch aktiv mittels einer Pumpe über die Sammelphase geleitet und dort adsorbiert werden. Die Wahl der Methode ist eine Frage der äußeren Bedingungen und Voraussetzungen vor Ort. Welche Art der VOC-Messung bevorzugt werden sollte, entscheidet der zuständige Fachvertreter nach Einschätzung der aktuellen Situation.

VOC lassen sich prinzipiell auch durch mobile Endgeräte wie Photoionisationsdetektoren (PID) direkt als Summenwert bestimmen. Ein Nachteil der direkten Messung sind augenblicklich noch die Bestimmungsgrenzen, die relativ hoch sind und im Wesentlichen einen Orientierungswert liefern, der als Summenwert dargestellt wird. Ergänzend liefert auch die menschliche Nase als Olfaktorium eine sehr gute Orientierung. In den meisten Fällen empfiehlt es sich, parallel zur Erfassung des umfangreichen VOC-Spektrums auf Aktivkohle bzw. Tenax auf weiteren Sammelphasen Essig- und Ameisensäure sowie Formaldehyd zu sammeln, da diese Verbindungen immer noch ein überdurchschnittlich hohes Gefahrenpotenzial in Museen darstellen und die kleinstmolekularen Verbindungen nur unzureichend auf Aktivkohle und Tenax adsorbieren und somit nur ungenügend nachgewiesen werden können.

² Eine umfassende Prüfung der eingesetzten Raum- und Vitrinenmaterialien erfolgte beispielsweise im Halberstädter Domschatz, im Germanischen Nationalmuseum Nürnberg, im Bayerischen Nationalmuseum München, im Vorarlberger Landesmuseum Bregenz. Dazu Analyseberichte Drewello 2000-2014.

³ VDA 278 Thermodesorptionsanalyse organischer Emissionen zur Charakterisierung nichtmetallischer KFZ-Werkstoffe; VDA: Verband der Automobilindustrie e.V., Berlin.

⁴ BEMMA ist die Kurzbezeichnung für ein von der BAM (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung) in Berlin entwickeltes Verfahren zur Bewertung von Emissionen aus Materialien für Museumsausstattungen.

Die Belastung durch anorganische oder organische Säuren in der Raumluft kann aber auch passiv mit Hilfe von Metallplättchen wie im Falle des Oddy-Tests oder der sogenannten Air-Corr-Messgeräte erfasst werden. Glasdosimeter funktionieren ebenfalls in der Weise, dass ein säureempfindliches Material einen aktiven Korrosionsprozess anzeigt.

Weniger flüchtige Schadstoffe wie beispielsweise Pestizide werden bei Verdacht gut im Staub nachgewiesen, da sie sich darin anreichern. In konkreten Verdachtsfällen kann das verdächtige Objekt bzw. Material selbst auf Pestizide untersucht werden. Im Falle eines Raumes mit hohem Besucheraufkommen oder regem Publikumsverkehr sollte zudem abgeklärt werden, welche Pestizidkonzentration in der Raumluft vorhanden ist, um gegebenenfalls Schutzmaßnahmen ergreifen zu können. Für diese Raummessungen muss die Raumluft auf präparierten PU-Schäumen aktiv gesammelt und anschließend im Labor mittels Gaschromatographie und Massenspektrometrie vermessen werden. Das Ergebnis ist ein umfangreiches Pestizid-Screening, in dem die Konzentrationen aller üblichen Holzschutzmittel und Insektizide angegeben sind.

Für ein orientierendes Pestizid-Monitoring im Sammlungs- und Depotbereich bietet sich als Voruntersuchung die zerstörungsfreie Untersuchung von Oberflächen durch mobile Röntgenfluoreszenzanalyse an (Handheld-RFA). Da es sich bei vielen Pestiziden um polychlorierte organische Verbindungen handelt, ist der Nachweis hoher Chlorkonzentrationen ein beinahe sicheres Indiz für enthaltene Pestizide. Mit der mobilen RFA können zudem weitere, als kritisch zu wertende Elemente wie Metalle und Schwermetalle (Arsen, Blei, Zink, Quecksilber etc.) detektiert werden, so dass zum Beispiel die ehemals viel verwendeten Arsenseifen in Naturkundemuseen über die Bestimmung des Arsengehalts festgestellt werden können oder schwermetallhaltige Stäube rasch zu identifizieren sind (Blei-, Chrom-, Antimon- oder andere Metallbelastungen).

Die weiteren Möglichkeiten zur spezifischen Erfassung von Schadstoffen und eine vertiefte Darstellung der beschriebenen Methoden finden sich im Anhang. Die gesamte Ausarbeitung von Susanne Nitschel M.A. im Auftrag des Labors Drewello & Weißmann GmbH ist in den Anlagen des Abschlussberichtes dokumentiert.

Abschließend soll die Gliederung der Ausarbeitung über die Struktur und die vorliegenden Inhalte informieren.

Recherche zur Schadstofffassung in Museen (41 Seiten)

- 1 Schadstoffe im Museum
 - 1.1 Nachgewiesene Schadstoffe
 - 1.2 Einheiten
 - 1.3 Hinweise auf Schadstoffbelastungen
- 2 Monitoring von Schadstoffen
 - 2.1 Kennzeichnung
 - 2.2 Richtlinien zur Probenahme und zur Bestimmung
 - 2.3 Grenzwerte
 - 2.4 Prüfschemata
 - 2.5 Eigenständig durchgeführte Messungen und Betreuung
- 3 Messverfahren
 - 3.1 VOC-Sammlung und Auswertung
 - 3.1.1 Universelle Passivsammler (Diffusionssammler)
 - 3.1.2 Universelle Aktivsammler
 - 3.1.3 Auswertung von universellen Passiv- und Aktivsammlern
 - 3.2 Stoffspezifische Prüfsysteme
 - 3.2.1 Stoffspezifische Dosimeter
 - 3.2.2 Stoffspezifische Aktivsammler
 - 3.3 Messung der Korrosivität
 - 3.4 Gasmessgeräte
 - 3.5 Staubanalyse
 - 3.6 Thermodesorption
 - 3.7 Prüfkammern
 - 3.8 Prü fzellen
 - 3.9 Mobile Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)
 - 3.10 Akzessorische Testverfahren
- 4 Maßnahmen bei Schadstoffen im Museum
- 5 Hersteller/Vertrieb
- 6 Glossar
- 7 Literaturhinweise

3.2.3. Auszüge und Zusammenfassung der Recherchen zu Klimamessung und Monitoring

Susanne Nitschel und Uwe Kalisch

Der Umstand, dass Sammlungsobjekte klimatisch bedingten Veränderungen ausgesetzt sind, ist schon länger bekannt. Um diese Veränderungen, die Schäden mit sich ziehen, so gering wie möglich zu halten und die Sammlungen so lange wie möglich unversehrt zu erhalten, wurden seit Anfang des 20. Jahrhunderts Eckdaten formuliert, die geeignete klimatische Rahmenbedingungen beschreiben sollen. Mit dem Aufkommen von frühen Klimaanlageanlagen zu Beginn des 20. Jahrhunderts hielten diese Richtwerte auch Einzug in die Museen. Umfangreiche Erfahrungen wurden durch die Auslagerung von Sammlungsbeständen der National Gallery in London in walisische Höhlen während des 2. Weltkriegs gesammelt. Durch eine konstante Beheizung der Höhlen wurde die Luftfeuchte auf 58 % gehalten, was der angestrebten Feuchte im Museum entsprach, jedoch einfacher und konstanter als dort umzusetzen war. Das Abblättern von Malschichten hörte unter diesen Bedingungen auf, und es traten keine neuen Schäden auf. Die eigentliche Erkenntnis hieraus war, dass die sehr konstanten Bedingungen viel besser als das nicht so leicht kontrollierbare und in jedem Fall stärker schwankende Raumklima im Museum waren.¹

In der Zwischenzeit wurden für verschiedene Materialgruppen anzustrebende Idealklimabedingungen untersucht. Technische Lösungen erlaubten es nun, das vorherrschende Klima zu messen, aufzuzeichnen und zu regulieren.

Die Grundlagen von klimatischen Veränderungen, insbesondere die Abhängigkeit der Luftfeuchte von der Temperatur, müssen jedoch nach wie vor verstanden werden, um diese Geräte sinnvoll einsetzen zu können.

Forschungen haben zahlreiche Materialien in Hinblick auf klimabedingte Veränderungen und Schäden untersucht, und in der Folge diejenigen Bedingungen formuliert, unter denen diese Materialien optimal langfristig aufbewahrt werden können. Diese Bedingungen beziehen sich zu einem kleinen Teil auf geeignete Temperaturen, im Wesentlichen jedoch auf die (temperaturabhängige) Luftfeuchte. Bei Temperaturen oberhalb von 23°C verstärken sich chemische Abbauprozesse deutlich. Eine untere Temperaturgrenze ist abhängig vom Material. Organische Bindemittel unterschreiten bei bestimmten Temperaturen um 13°C ihre Glasübergangstemperatur T_g und verspröden dann, was mechanische Beschädigungen erleichtert.²

Eine stabile Temperatur mit langsamen jahreszeitlichen Schwankungen ist aus einem weiteren Grund wichtig: aufgrund der Abhängigkeit der rel. Feuchte von der Temperatur ändert sich bei einer Temperaturerhöhung von 1K die relative Feuchte als Richtwert um ca. 3 %.

Eine Zusammenstellung von Veränderungen, die sich in Abhängigkeit von der Luftfeuchte einstellen, findet sich bei ERHARDT, MECKLENBURG 2011.³ Dabei wird zum einen unterschieden zwischen optimalen Bereichen für unterschiedliche Materialien, aus denen Sammlungen bestehen, aber auch grundsätzliche Überlegungen zu Schadensmechanismen und Nutzung.

Analog zur Erarbeitung von Orientierungswerten für die Beleuchtungsstärke der Ausstellungsobjekte wurde als weitere Planungsgrundlage in Vorbereitung der Neupräsentation des Domschatzes 1999 eine Zusammenstellung climatechnischer Orientierungswerte auf der Basis von Literaturrecherchen und unter Berücksichtigung der Objektkennntnis der Fachrestauratoren erarbeitet (s. Auszug Tabelle 3).⁴

¹ PADFIELD, BORCHERSEN 2007.

² MECKLENBURG.

³ ERHARDT, MECKLENBURG 2011, S. 352.

⁴ KALISCH 1999.

Zum Monitoring von Temperatur und Luftfeuchte sind zahlreiche Geräte erhältlich. Auch wenn sie immer mehr von elektronischen Datenloggern abgelöst werden, haben Thermohygrographen den Vorteil, dass die Daten auch ohne weitere Hilfsmittel ablesbar sind und die Registrierstreifen einfach aufbewahrt werden können. Das regelmäßige Wechseln dieser Streifen setzt zudem voraus, dass der Raum regelmäßig betreten wird, so dass gravierende Störungen auch bemerkt werden. Allerdings sind sie aufgrund ihrer Größe nicht für den Einsatz in kleineren Vitrinen oder auf Transporten geeignet.

Im Gegensatz dazu laufen digitale Datenlogger problemlos ein Jahr, ohne dass jemand den Raum betreten muss. Mängel werden so möglicherweise erst stark verzögert bemerkt. Dafür können die ausgelesenen Daten statistisch ausgewertet und zugleich anschaulich grafisch dargestellt werden.

Die erhältlichen Logger arbeiten alle mit vergleichbaren Sensoren und unterscheiden sich kaum in der Qualität der Messdaten. Logger, die einen Austausch der Sensoren vorsehen, sind mit der gleichen Messtechnik ausgestattet wie kalibrierbare Sensoren. Lediglich das Messgerät ist nicht dazu geeignet, justiert zu werden. Da die Sensoren klein und sehr günstig sind, empfehlen die Hersteller den Austausch. Sie versprechen eine Langzeitstabilität von mehreren Jahren. Wenn keine Übung in der Kalibrierung der Sensoren besteht und keine Ausstattung vorhanden ist, stellt der Austausch der Sensoren eine kostenneutrale Alternative dar, und Ausfallzeiten durch das Einschicken werden vermieden. Eine regelmäßige Kalibrierung bietet dem gegenüber die Sicherheit, die Messgenauigkeit überprüft zu haben.

Institut für Diagnostik und Konservierung		Domschatz Halberstadt Klima- und beleuchtungstechnische Orientierungswerte							Berichte HAL 11/99 Tabelle 1						
Material	Informationsquelle	rel. Feuchte in %							Temperatur in °C						
		40	45	50	55	60	65	70	0	5	10	15	20	25	
Elfenbein	Frau Machate	50-----60							0<	mögl. 8-10<		opt. 18-----25			
Elfenbein	Literatur (1)	45-----65							10-----20						
Elfenbein / Bein / Horn	Frau Danz / Frau Engemann-Wendt	45----- opt. 55 -----65							0<	opt. 10-15 -----25					
Elfenbein, Lackarbeiten	Literatur (3)	50-----60													
Elfenbein	Waller	50-----60													
Pergament	Frau Machate	55-----60							0<	mögl. 8-10<		opt. 18-----25			
Pergament	Literatur (1)	45-----65							< 25						
Pergament, Papier, Leder	Frau Hanke	40-----65							18--20						
Pergament, Leder	Frau Danz / Frau Engemann-Wendt	45----- opt. 55 -----65							0<	opt. 10-15 -----25					
Pergament	Literatur (3)	55-----60													
Leder	Literatur (1)	45-----65							< 25						
Papier	Literatur (1)	40-----65							10-----20						
Papier	Literatur (3)	<40													
Papier / Zellulose	Herr Waller	<60													
Textilien	Frau Frank	45- opt. 50 - 55 -----60							opt. 16 max. 20						
Textilien	Literatur (1)	opt. 50-----60							10-----20						
Textilien / Leinwandgemälde	Frau Danz / Frau Engemann-Wendt	45----- opt. 55 -----65							0<	opt. 12-18 ---20					
textiles Gut, Kostüme	Literatur (3)	30-----50													

Tabelle 3: Auszug aus der Zusammenstellung klima- und beleuchtungstechnischer Orientierungswerte aus dem IDK-Bericht HAL 11/99 vom 23.08.1999

Da die Geräte im Wesentlichen vergleichbar sind, bietet es sich an, bei bereits vorhandenen Loggern und Software oder bei positiven Erfahrungen mit den Geräten eines Anbieters innerhalb dieses Systems zu bleiben. Steht eine völlige Neuinstallation an, so sollte überdacht werden, wer die Daten wie auswertet, und ob sie nur jährlich oder auch regelmäßig zur Kontrolle am Gerät abgelesen werden. In letzterem Fall sind Geräte mit Anzeige wichtig, damit die Vitrine nicht jedes Mal geöffnet und der Logger an ein Lesegerät angeschlossen werden muss. Einige Geräte bieten hierzu aber auch eine drahtlose Übertragung im Nahbereich an. Die Messdaten werden nicht regelmäßig an eine Basisstation gesendet, sie können aber vom PC aus abgerufen werden, ohne dass Vitrine oder Verpackung geöffnet werden müssen.

Die verhältnismäßig günstigen Mini-Logger ohne Anzeige können aber auch eingesetzt werden, um Transporte zu begleiten und so eine lückenlose Aufzeichnung über das Klima zu erhalten.

Die zeitnahe Überwachung stellen Funk-Datenlogger dar, die die Daten in kurzen Intervallen an eine Basisstation senden. Von einem Arbeitsplatz aus können so eine Vielzahl von Loggern überwacht werden. Durch die verhältnismäßig hohen Kosten bei der Einrichtung dieses Systems lohnt es sich allerdings nur bei mehreren angeschlossenen Loggern. Einige Hersteller bieten einen Vor-Ort-Service an. Insbesondere wenn ein komplexes System installiert und viele Logger über Repeater etc. angeschlossen werden sollen, kann die Hilfe eines Fachmanns Zeit und Mühe sparen.

Die gesamte Ausarbeitung, die Susanne Nitschel im Auftrag des Institutes für Diagnostik und Konservierung an Denkmälern in Sachsen und Sachsen-Anhalt e.V. durchführte, ist in den Anlagen des Abschlussberichtes dokumentiert. Am Beispiel der Gliederungen soll über die Struktur der Ausarbeitungen und damit die vorliegenden Informationen an dieser Stelle informiert werden.

Recherche zu Monitoringverfahren Klima (23 Seiten)

- 1 Klimamessung in Museen
 - 1.1 Messwerte
 - 1.2 Klimabedingte Materialveränderungen
 - 1.3 Standards
- 2 Methoden zur Klimamessung
 - 2.1 Temperaturmessung
 - 2.2 Luftfeuchtemessung
- 3 Klimamonitoring
 - 3.1 Eingesetzte Sensoren
 - 3.1 Messbereich
 - 3.2 Messorte
 - 3.3 Messintervalle
 - 3.4 Auswertung der Daten
 - 3.5 Genauigkeit
 - 3.6 Einschränkungen
 - 3.7 Kosten
 - 3.8 Bewertung
- 4 Marktübersicht
- 5 Hersteller und Bezugsquellen
- 6 Weiterführende Literatur

Zusätzlich zur Recherche über raumklimatischen Monitoringverfahren beschäftigte sich das IDK mit Versuchen zur Visualisierung von raumklimaabhängigen Oberflächenreaktionen an gefassten Holzoberflächen. Zur Lösung dieser Problematik entwickelte das IDK ein optisches Messsystem, das auf der Basis von Zeitrafferaufnahmen ausgewählte Problembereiche makroskopisch beobachtet. Die Aufnahmen ermöglichen in Verbindung mit den Raumklimaschwankungen eine Aussage über die Quantität von Materialbewegungen. Im vorliegenden Beispiel wurden Farbschichtbewegungen in Abhängigkeit von Raumklimaschwankungen dokumentiert (s. Abb. 33).



Abb. 33: Dokumentation der Bewegung in Abhängigkeit von Raumklimaschwankungen

Der dabei verwendete Messaufbau greift ein Konzept auf, das im Rahmen des BMFT-Forschungsprojektes 1996 durch den Diplomfotografen Tobias Trapp entwickelt wurde. Seine Versuche in der Dorfkirche Axien basierten auf den Möglichkeiten der analogen Fotografie und Bildbearbeitung von 1996, tragen aber bis heute konzeptionellen Vorbildcharakter.

Im Halberstädter Domschatz erfolgten die Zeitrafferaufnahmen mit Hilfe einer programmierbaren digitalen Nikon-Spiegelreflexkamera mit einem Makroobjektiv. Aufbauend auf Vorversuchen im Jahr 2009 am Bohlenschrank im Liebfrauenraum erfolgten während der Projektlaufzeit Folgeuntersuchungen an den Chorschrankentüren (Inv.-Nr. 635) sowie dem Heilumsschrank (Inv.-Nr. 128) im Remtergang und an einer Dalmatika (Inv.-Nr. 200) in der Textilausstellung. Das Verfahren beruht auf der automatischen Fotografie einer 7 x 4,5 cm großen Oberflächenansicht. Bei Bedarf erfolgte im Zeittakt der Aufnahmen eine zusätzliche sehr schwache indirekte Raumbeleuchtung.

Mit Hilfe der digitalen Aufnahme- und Bildbearbeitungstechnik ist es möglich, verwacklungsfreie Bildfolgen und -präsentationen herzustellen. Sie lassen die Beobachtung geringster Oberflächenbewegungen in Abhängigkeit von den umgebenden Raumklimaschwankungen zu.

Die Visualisierung klimaabhängiger Materialreaktionen ermöglicht eine objektive Quantifizierungsmethode für die Beurteilung von Materialbeanspruchungen. Damit kann die vorgestellte Monitoringmethode zukünftig einen objektiven Beitrag für die Beurteilung und Optimierung von klimatischen und beleuchtungstechnischen Einflussgrößen auf den Domschatz in der Ausstellung und in den Depots leisten.

3.2.4. Auszüge und Zusammenfassung der Recherchen zu Lichtmessung und Lichtschutz

Susanne Nitschel und Uwe Kalisch

Lichtbedingte Schäden sind seit langem bekannt und erstmals im Russell and Abney Report 1888 veröffentlicht worden.¹ Eine der jüngeren Publikation zu präventiver Konservierung enthält zum Thema Lichtschäden einen gekürzten Artikel von Garry Thomson aus dem Jahr 1986.² Die Problematik ist also nicht neu. Es gibt jedoch kein allgemein gültiges Rezept, wie darauf zu reagieren ist. Die passende Beleuchtung eines Objektes ist sehr individuell, abhängig von der Ausstellungssituation, Größe und Detaillierung sowie Empfindlichkeit der Materialien. Zudem verändern sich sowohl Belichtungstechnik als auch Filtermöglichkeiten. Eine Lichtmessung ist daher notwendig, um unabhängig von Herstellerangaben und auf die konkrete Situation angepasst die tatsächliche Belichtung bestimmen zu können.

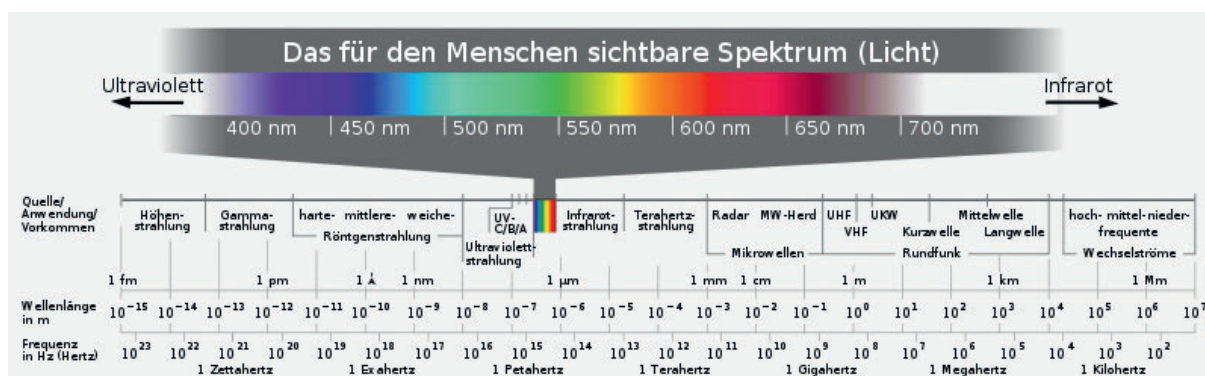


Abb. 34: Das elektromagnetische Spektrum. Quelle: Wikimedia Commons, Horst Frank/Phrood/Anony; GFDL

Das sichtbare Licht ist Teil des elektromagnetischen Spektrums, ebenso wie nicht sichtbare ultraviolette und infrarote Strahlung (s. Abb. 34). Das kurzwellige UV-Licht ist energiereich und kann Moleküle in Sammlungsobjekten energetisch anregen und so photochemische Abbauprozesse in Gang setzen. Dies führt zu den unterschiedlichsten Schäden: Farben können ausbleichen, vergilben oder nachdunkeln; Schichten verspröden oder weichen auf. Langwellige Strahlung im infraroten Bereich ist wesentlich energieärmer, befördert aber als Wärmestrahlung thermische Abbauprozesse.

Strahlungsquellen im Museum können zum einen die natürliche Beleuchtung mit Tageslicht sein, das ein relativ kontinuierliches Spektrum aufweist, oder die Leuchtmittel zur künstlichen Beleuchtung mit sehr unterschiedlichen Spektren. Von verschiedenen Materialien wie Glas (Fensterglas ebenso wie Vitrinenverglasungen) wird die Strahlung in Teilen absorbiert und teils transmittiert, also durchgelassen.

Zur Vermeidung von lichtbedingten Schäden ist nicht nur das Spektrum, sondern auch die Belichtungsstärke ausschlaggebend für den langfristigen Erhalt der Sammlungsobjekte.

Ältere Literatur wie auch die aktuelle CIE-Publikation (Commission Internationale de l'Éclairage/ Internationale Beleuchtungskommission) zu Lichtschäden geben als konservatorisch unbedenkliches Maß für die Beleuchtung zwei Werte an: 50 lux für empfindliche Papiere, Textilien und Farbstoffe, und 200 lux für weniger empfindliche Objekte wie Öl- oder Temperagemälde.³

¹ Russel and Abney Report 1888 in SCHMIDTS, HILBERT 2002, S. 77f.

² THOMSON 2011.

³ Nach CIE 157 Publikation (ohne Verfasser) Control of Damage to Museum Objects by Optical Radiation, Technical Report, CIE 157:2004. Siehe auch die Methodenübersicht zu Lichtmessung und Lichtschutz von Susanne Nitschel im Anhang.

Als grober Richtwert mag dies zutreffen, dabei müssen jedoch auch die Ausstellungsdauer und die notwendige, besucherfreundliche Belichtung, die von Größe und Kontrast des jeweiligen Objektes abhängt, berücksichtigt werden. An manchen Stellen kann eine intensivere Beleuchtung wünschenswert sein, die durch entsprechend kürzere Ausstellungszeiten kompensiert werden kann.⁴

Nicht berücksichtigt ist auch die Vorbelichtung des Objektes. Lichtbedingte Schäden treten am schnellsten bei nicht vorbelichtetem Material auf. Das Ausbleichen eines Farbstoffes verläuft nicht linear. Ist er bereits vorgeschädigt, tritt das gleiche Maß an Schädigung erst nach einer wesentlich höheren Belichtung auf.⁵

Die Fachliteratur gibt genauere Angaben zur Lichtempfindlichkeit einzelner Materialien: eine Übersicht über die Schwellenbelichtung museumstypischer Materialien, bei der bei verschiedenen Lichtquellen Farbveränderungen sichtbar werden, findet sich bei SCHMIDTS, HILBERT 2002. Angaben zur Lichteinheit natürlicher Farbstoffe auf Textilien finden sich bei MICHALSKI 2011.

Für den Domschatz in Halberstadt wurde als Planungsgrundlage in Vorbereitung der Neupräsentation des Domschatzes 1999 eine Zusammenstellung klima- und beleuchtungstechnischer Orientierungswerte auf der Basis von Literaturrecherchen und unter Berücksichtigung der spezifischen Sammlungskennnisse aus dem Domschatz der jeweiligen Fachrestauratoren zusammengestellt.⁶

Im Rahmen des Abschlussberichtes können die Rechercheergebnisse zu den Methoden der Lichtmessung und des Lichtschutzes nur angerissen werden. Die Dokumentation der ausführlichen Ergebnisse erfolgt in den Anlagen des Abschlussberichtes.

Eine einfache und günstige Form, die Belichtung eines Objektes abzuschätzen, sind Lichtdosimeter. Dosimeter sind aus Medizin und Technik bekannt, etwa zur Messung von UV- oder radioaktiven Strahlen am Arbeitsplatz. Lichtdosimeter werden direkt neben dem jeweiligen Objekt platziert und sammeln auftreffende Lichtstrahlung. Sie bestehen aus einem Kärtchen mit Musterfläche, auf der ein Farbstoff mit bekannter Beständigkeit angebracht ist. Über Farbveränderungen an diesem Muster kann ein semiquantitativer Rückschluss auf die Belichtung gezogen werden. Auf dem Markt sind zwei verschiedene Dosimeter zur Erfassung von sichtbarer Strahlung: der Blue-Wool-Standard (BWS) und das LightCheck®-System.

Lux-Messgeräte (Luxmeter) erfassen das Licht über Photozellen. Sie können punktuell eingesetzt werden oder nehmen über eine Loggerfunktion in regelmäßigen Abständen Messungen vor. Eine punktuelle Messung kann in Vitrinen mit Kunstlicht unter sehr konstanten Bedingungen ausreichen, während bei wechselnden Bedingungen, zusätzlicher Beleuchtung mit Tageslicht oder während eines Transports kontinuierliche Messungen erwünscht sein könnten. Auf den Sensor muss die gleiche Beleuchtung einwirken wie auf das Objekt, also dicht neben ihm und im gleichen Winkel zur Lichtquelle platziert sein. Einige Messgeräte mit Loggerfunktion bieten daher externe Sensoren an, die klein und unauffällig über ein ca. 1,5 m langes Kabel mit dem eigentlichen Messgerät verbunden sind. Dieses kann dann nicht sichtbar hinter Aufbauten oder Verkleidungen untergebracht sein. Andere Geräte sind von vorn herein relativ klein und unauffällig, das Hanwell 4706 verbirgt sich in einer Infotafel. Lichtsensoren benötigen jedoch eine gewisse Fläche und sind daher immer größer als Sensoren für andere Umgebungsparameter.

Die UV-Messung gibt Auskunft über den Anteil an UV-Licht, der auf die Exponate trifft. Da Lux-Messgeräte meist nur das sichtbare Spektrum messen und Bereiche unter 400 nm nicht erfassen, sind zusätzliche UV-Messungen empfehlenswert. Je nach spektraler Empfindlichkeit der Objekte werden fast immer Leuchtmittel mit UV-Filter oder entsprechende Schutzfolien eingesetzt. Diese altern jedoch und büßen damit ihre Schutzfunktion ein. Regelmäßige Messungen sind wichtig, um zu klären, ob der Schutz noch gegeben ist. Auch bei Neuanschaffungen sollte überprüft werden, ob das gelieferte Produkt tatsächlich die versprochenen Anforderungen erfüllt.

Aus diesem Grund spielt die Auswahl geeigneter und geprüfter Leuchtmittel bei ausschließlich künstlicher Beleuchtung eine ausschlaggebende Rolle.

In Situationen mit natürlicher Beleuchtung ist es oft erforderlich, die Transmission der Verglasung einzuschränken, um Schäden durch Licht zu vermeiden. Hierfür stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, die je nach Situation angemessen sein können. Zur Nachrüstung bereits vorhandener Verglasungen bieten sich UV-Schutzfolien an. Reine UV-Schutzfolien bestehen meist aus Polyester oder/ und enthalten

⁴ MICHALSKI 2011.

⁵ SCHMIDTS, HILBERT 2002, S. 91f.

⁶ KALISCH 1999.

organische Moleküle, welche UV-Strahlung in Wärme umwandeln. Folien, die zugleich auch infrarote Strahlung reflektieren, haben meist einen laminierten Aufbau mit metallbedampfter Zwischenlage.⁷

Bei der Auswahl der Folien ist zwischen der gewünschten Schutzfunktion, einer möglichen Beleuchtung der Objekte mit Tageslicht sowie den ästhetischen Auswirkung einer Abtönung bzw. Verspiegelung auf Innen- und Außenraum abzuwägen. Unterschiedliche Folien sind für die Montage innen oder außen erhältlich. Bei einer Innenmontage sollte geklärt werden, ob die Wärmeentwicklung oder eine mögliche Abspaltung von Weichmachern aus den Folien die Objekte zusätzlich belasten. Auch die Lebensdauer der Folien ist beschränkt, so dass sie keine dauerhafte Lösung darstellen.

Bei historischen Verglasungen muss geklärt werden, ob sich die Folien rückstandsfrei entfernen lassen. Zudem ist die volle Schutzwirkung nur gegeben, wenn die Folie vollflächig anliegt. Bei unebenen Glasstrukturen ist dies kaum faltenfrei möglich. Grundsätzlich sind hier andere Methoden des Lichtschutzes vorzuziehen.

Laminierte Gläser sind Verbundgläser aus zwei Glasscheiben mit zwischenliegender Schutzschicht. Diese besteht aus einem Kunststoff, oft PVB (Polyvinylbutyral), mit eingelagerten Metallionen. Diese sind in ihrer Zusammensetzung genau einstellbar, so dass die Hersteller eine Abschirmung von teils über 99% bis zu einer bestimmten Wellenlänge garantieren. In Alterungstests wurde für ein Produkt eine angenommene Lebensdauer von 150 Jahren bei voller Filterwirkung überschritten⁸. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass diese Gläser alterungsbeständig sind. Bei der Auswahl muss darauf geachtet werden, dass die Gläser Unterschiede im Absorptionsspektrum aufweisen. Abhängig von der konkreten Situation vor Ort, kann jede dieser Spezifikationen geeignet sein.

Als Sonderanfertigung für die Denkmalpflege ist dabei auch ein Aufbau aus mundgeblasenen und gezogenen Gläsern möglich, wenn das historische Erscheinungsbild erhalten werden soll.

Von zahlreichen Glasherstellern sind „Sonnenschutzgläser“ erhältlich. Durch Zusätze in der Glasmasse oder metallbedampfte Mehrfachverglasungen weisen sie eine höhere Abschirmung von ultravioletter Strahlung als eine gewöhnliche Isolierverglasung auf.

Die gesamte Ausarbeitung, die Susanne Nitschel im Auftrag des Institutes für Diagnostik und Konservierung an Denkmalen in Sachsen und Sachsen-Anhalt e.V. durchführte, ist in den Anlagen des Abschlussberichtes dokumentiert. Abschließend soll die Gliederung der Ausarbeitung über die Struktur und die vorliegenden Inhalte informieren.

Recherche zu Monitoringverfahren Licht (25 Seiten)

- 1 Schäden durch Licht
 - 1.1 Grenzwerte
 - 1.2 Beschränkung der Beleuchtung
- 2 Lichtmessung
 - 2.1 Richtlinien
 - 2.2 Einheiten
- 3 Messverfahren
 - 3.1 Lichtdosimeter (Passivmessung)
 - 3.2 Lux-Messgeräte (Aktivmessung)
 - 3.3 UV-Messung
- 4 Maßnahmen zum Lichtschutz
 - 4.1 Auswahl geeigneter Leuchtmittel
 - 4.2 Schutzmaßnahmen
- 5 Bezugsquellen
- 5 Glossar
- 6 Literatur

⁷ SPRINGER 2008.

⁸ Internetquelle: Glaswerkstätte Rothkegel: UV-Schutzglas: <http://www.rothkegel.com/wirkungenunseresuvscgutzglases.html> (zuletzt eingesehen am 27.01.16).

3.2.5. Auszüge und Zusammenfassung der Recherchen zu bildgebenden Untersuchungsverfahren

Eva Düllo

Im Zuge der Recherche nach geeigneten Monitoringverfahren sind die bildgebenden Untersuchungsmöglichkeiten in den Fokus gerückt. Es bestand der Wunsch, Verfahren zu erproben, die sich direkt mit dem Objekt auseinandersetzen und über die Methoden der Präventiven Konservierung hinaus führen. Es sollte geprüft werden, ob bildgebende Verfahren bei der Pflege des Halberstädter Domschatzes anzuwenden sind, die die Visualisierung von Schäden und deren Progression an Objekten unterstützen und somit Handlungsbedarf anzeigen oder auch zurückhaltende Strategien rechtfertigen, falls durch die Überwachung keine Veränderung festzustellen ist.

Die Entwicklung auf dem Gebiet der bildgebenden Untersuchungsmethoden und Prüfverfahren vollzieht sich zur Zeit sehr schnell und in vielfältigen Kombinationen miteinander. Die im Anhang zu findende Ausarbeitung stellt eine Auswahl an Methoden vor, die schon in der Konservierung von Kunstwerken Anwendung gefunden haben, aufgrund der zeitlichen Begrenzung erfolgte deren Darstellung schematisch.

Sie zeigt, dass es vielfältige und sehr hilfreiche Möglichkeiten der Untersuchung an Kunstwerken gibt, die dem besseren Verständnis und folglich dem Erhalt von Kunstgut dienlich sein können. Bei der Überprüfung dieser Verfahren auf die im DBU-Projekt geforderte „Praxistauglichkeit“ muss festgestellt werden, dass die allermeisten Methoden aufwendige technische Geräte voraussetzen, die bedient, deren Ergebnisse interpretiert und deren digitale Daten verwaltet werden müssen. Für die Untersuchung einzelner bedeutender Objekte kann der Aufwand sehr gerechtfertigt und hilfreich sein. Für das Monitoring von ganzen Materialgruppen, wie sie im Halberstädter Domschatz anzutreffen sind, eignen sich die meisten der oben aufgeführten Methoden zum jetzigen Zeitpunkt der technischen Entwicklung jedoch nicht.

Die Ausarbeitung umfasst sieben Seiten und stellt folgende Verfahren vor:

1. Vorbemerkung
2. Techniken der UVA- und IR-Fotografie
 - 2.1. Fotografie im reflektierten UVA
 - 2.2. UV-Fluoreszenz-Fotografie
 - 2.3. Infrarot-Fotografie
3. Fotogrammetrische Verfahren
 - 3.1. 2-D-Fotogrammetrie
 - 3.2. 3-D-Fotogrammetrie
4. 3-D-Scanning
 - 4.1. Laserscanner
 - 4.2. Triangulationsscanner
5. Radiografische Verfahren
6. Thermografie
 - 6.1. Passive Thermografie
 - 6.2. Aktive Thermografie
7. Shearografie/Scherografie
8. Streifenlichttopometrie
9. Mikroskopische Verfahren
 - 9.1. Lichtmikroskopie
 - 9.2. Elektronenmikroskopie
 - 9.2.1. Rem/Se
 - 9.2.2. Rem/Bse
10. Schlussbemerkung
11. Literatur

3.2.6. Auszüge und Zusammenfassung der Recherchen zur Dokumentation

Andrea Knüpfer

Die restauratorischen und konservatorischen Maßnahmen an den Objekten des Halberstädter Domschatzes wurden in der Vergangenheit sehr unterschiedlich dokumentiert. In den Stückakten zu den Objekten finden sich manchmal nur stichpunktartige Notizen zu bereits Jahrzehnte zurückliegenden Maßnahmen bis hin zu sehr ausführlichen Berichten mit Analysen, Beschreibungen, Detailabbildungen in Form von Dias, Abzügen oder Ausdrucken von restauratorischen Eingriffen der jüngeren Zeit. Hinweise zu Restaurierungsmaßnahmen der letzten 1 ½ Jahrzehnte finden sich sowohl in den Jahresberichten der restauratorischen Fachgebiete als auch in den Stückakten, wo Dokumentationen von Einzelmaßnahmen abgelegt werden, oder in digitaler Form, wenn Unterlagen an die SDS oder das LDA übergeben wurden. Diese unterschiedliche Informationslage widerspiegelt auch die Weiterentwicklung der Restaurierungswissenschaft im Hinblick auf die Dokumentationstätigkeit.

Das Bündeln aller zum Objekt verfügbaren Informationen ist schon seit einiger Zeit ein großes Anliegen aller am Domschatz Beteiligten. Das DBU-Projekt bot die Gelegenheit einer grundlegenden Beschäftigung mit dem Thema Dokumentation und unterstützte den notwendigen Fachaustausch. Als Grundlage und Einstimmung in die Thematik recherchierte die Autorin in der einschlägigen Literatur, welche Vorgaben, Anforderungen aktuell an Restaurierungsdokumentationen gestellt werden und welche Medien haltbar und gut archivierbar sind. Entstanden ist ein Überblick (Stand Juni 2013, Gliederung siehe unten) mit Hinweisen auf weiterführende Literatur zur Vertiefung.

In Diskussionsrunden verständigten sich die Beteiligten am Domschatz auf einheitliche, fachübergreifende Formulare¹ und vor allem auch auf die Verwendung möglichst langzeitstabiler Medien. Der Kompatibilität wegen einigte man sich auf die Verwendung einer kostenfreien Software (libre office), eine einheitliche digitale Bildbearbeitung und den Ausdruck/Ausbelichtung ausgewählter Fotos für Dokumentationen. Schlussendlich werden die neu gewonnenen Datensätze in eine Datenbank (Museum plus)² übertragen werden, was ein noch synergetischeres Arbeiten am gesammelten Informationsstand zu den Domschatzstücken ermöglicht. Nach einer kurzen Einarbeitungsphase kann diese Entwicklung als sehr gelungen bewertet werden.

Die Ausarbeitung im Anhang umfasst 21 Seiten und gliedert sich folgendermaßen:

1. Geschichte der Dokumentation
2. Arten der Dokumentation
 - 2.1. Die schriftliche Dokumentation
 - 2.2. Die grafische Dokumentation
 - 2.3. Die bildliche Dokumentation
3. Dokumentenechte Materialien und Medien
 - 3.1. Beschreibstoffe
 - 3.2. Schreibmittel
 - 3.3. Fotografien bzw. Filmmaterial und ihre Ausbelichtungen
 - 3.4. Befestigung ausbelichteter Fotografien
 - 3.5. Schutzhüllen für Filmstreifen, CDs, Farbkarten und andere Materialien
 - 3.6. Diarahmen oder Ordnerkassetten
 - 3.7. Digitale Speichermedien und Dateiformate
4. Verwaltung und Pflege von Dokumentationen in Archiven
 - 4.1. Datenbank
 - 4.2. Langzeitarchivierung
5. Hersteller und Bezugsquellen
6. Weiterführende Literatur

¹ Siehe auch den Beitrag 4.3.

² Siehe dazu den Beitrag 5.

3.3. Entwicklung von Auswahlkriterien für die Festlegung von Referenzflächen und -objekten

Für die Sicherung des Domschatzes ist eine langfristige kontinuierliche Kontrolle notwendig. Aufwandsbedingt und aus Kostengründen kann die dauerhafte Überwachung aber nur an ausgewählten Stücken und bis zu einer bestimmten Tiefe erfolgen. Die Auswahl von Referenzstücken, an denen ein weiterführendes Monitoring erfolgt, muss deshalb repräsentativ für die jeweilige Materialgruppe sein. Alle restauratorischen Fachgebiete haben für ihren Zuständigkeitsbereich diese Auswahl vorgenommen. Nachfolgend wird für das Fachgebiet (Malerei/Fassung auf Holz) beispielhaft gezeigt, wie sich die zuständige Fachrestauratorin dieser Aufgabe gestellt hat. Für das Fachgebiet Stein wird die Auswahl der zu untersuchender Referenzflächen vorgeführt.

3.3.1. Fachgebiet Malerei/Fassung auf Holz

Christine Machate

Die Betreuung wurde im Oktober 1998 von der Autorin übernommen. Damals erfolgte eine gemeinsame Begehung und Begutachtung der Objekte mit der bis dato zuständigen Dipl.-Restauratorin Katharina Blühm zusammen mit Dipl.-Restauratorin Dr. Karoline Danz vom Landesdenkmalamt. Bei dieser Übergabe wurden sämtliche in der Ausstellung befindliche Objekte jeweils mit ihren spezifischen Problemen und Eigenheiten vorgestellt. Es dauerte dennoch etwa drei Jahre, bis ein detaillierter Überblick über den Gesamtbestand und die Objekte im Einzelnen gewonnen werden konnte.

Zu Beginn gehörten auch Objekte aus Stein mit und ohne Polychromie, Möbel sowie auch Schatzkammerstücke ohne Fassung oder Malerei in den Verantwortungsbereich der Autorin. Diese Objekte wurden nach und nach an entsprechende Fachkollegen zur Pflege übergeben. Bei den materialkombinierten Objekten besteht weiterhin eine enge fachliche Zusammenarbeit.

Bis 2015 konnte zu jedem betreuten Objekt des Fachbereichs Malerei/Fassung auf Holz eine Objektdatei angelegt werden. Diese speist sich aus dem bereits vorhandenen Aktenmaterial und aus den während der Pflege oder während der Konservierung/Restaurierung gewonnenen Informationen.

Bei den 196 (147 davon mit Inventarnummern) betreuten Objekten handelt es sich im Wesentlichen um Objekte aus Holz mit Fassung oder Malerei.¹ Es bestehen jedoch sehr unterschiedliche spezifische Materialeigenheiten, die unterschiedlich auf die Bewahrungsbedingungen reagieren und somit auch in unterschiedlichem Maße der Pflege bedürfen.

Dieser Objektbestand gliedert sich in verschiedene Bestandsgruppen, die nach Standort, Technologie und Material sowie Restaurierungsgeschichte unterschieden werden müssen.

Bestandsgruppen nach Standort

Die Objekte sind auf verschiedene Räumlichkeiten in Dom und Domschatz verteilt, in denen jeweils unterschiedliche Klima- und Ausstellungsbedingungen vorherrschen.

Objekte in der Ausstellung

Multifunktionsgebäude

In den Räumen des modernen Anbaues, in dem mit dem "Liebfrauen-Raum"² auch ein Ausstellungsraum untergebracht ist, wird die Klimatisierung sowie die Beheizung mit einer sogenannten Multisplitanlage erreicht. Unterstützend kommen mobile Geräte zur Be- und Entfeuchtung zum Einsatz. Für die Einstellung sehr ausgeglichener Raumklimabedingungen bedurfte es in diesem vergleichsweise sehr kleinen Ausstellungsraum den umfangreichsten Optimierungsaufwand.

¹ Siehe dazu den Beitrag 1.2.3.

² Anmerkung der Redaktion: Die Raumbezeichnung ist darauf zurückzuführen, dass in diesem Raum mit direkter Sichtbeziehung zur Liebfrauenkirche Stücke aus diesem Sakralbau aufbewahrt und präsentiert werden, die seit dem 19. Jahrhundert dem Domschatz zugeordnet wurden.

Oberer Kreuzgang

Zwischen den beiden großen Ausstellungsbereichen in der ersten Etage befindet sich ein unklimatisierter Bereich mit einfach verglasten Fenstern und einem unisolierten Dach. Hier erfolgt auch keine Temperierung. Der Einfluss des Außenklimas ist entsprechend groß.

Ausstellungsräume im ehemaligen Domkapitel: Remtergang, oberer und unterer Kapitelsaal, Marien Teppichraum, Schatzkammer, obere und untere Bischofskapelle

In den sanierten historischen Räumen des Domkapitels erfolgt die Klimatisierung über ortsfeste Entfeuchter und mobile Befeuchter. Eine Fußbodenheizung sorgt für eine Minimaltemperatur von 8°C. Hier gibt es nach Anlaufschwierigkeiten keine gravierenden Probleme mit dem Klima. Die Luftfeuchte ist relativ stabil mit geringen Schwankungen im Jahresverlauf. Je nach Größe und Position des jeweiligen Ausstellungsraumes entsteht bei hohen Außen- und Raumlufttemperaturen und bei besonders großem Besucherandrang der Eindruck zu hoher Luftfeuchte bzw. der Stickigkeit. Das Bestreben nach Lüftung des Raumes hat dann jedoch Einfluss auf die Stabilität und das Niveau der relativen Raumluftfeuchte.

Ein Teil der Objekte wird in Vitrinen präsentiert und ist somit vor dem Raumklima und auch vor Berührung durch Besucher geschützt. Die Vitrinen sind mit definierten Belüftungsöffnungen versehen, die je nach Bedarf verschließbar sind. Die kleine Wandvitrine im Marien Teppichraum wird bewusst durchlüftet und hält dennoch eine deutlich höhere Luftfeuchte im Innern aufrecht, als der umgebende Raum vorgibt. Eine Vitrine (Mustervitrine) ist relativ dicht konzipiert und dadurch auch sehr klimastabil. Die sonstigen Vitrinen sind auf eine geringe Durchlüftung ausgelegt. Sie wurden aber zum Teil mit doppelten Dichtlippen nachgerüstet und mit Artsorb in Säckchen ausgestattet, um ein zum umgebenden Raum trockeneres Klima herstellen zu können, da hier außer Holzobjekten auch Textilien präsentiert werden.

Berührungen durch Ausstellungsbesucher sind bei den Objekten, die nicht in Vitrinen ausgestellt sind, nicht komplett zu vermeiden. Die meisten Altäre werden durch Geländer geschützt, die vor Berührung aber nur bedingt schützen können. Eine Aufsicht in diesem Bereich ist daher zwingend erforderlich. Zusätzlich zur Aufsicht sollte der Einsatz von Bewegungsmeldern oder eines Annäherungsschutzes geprüft werden. Manche Objekte hängen oder stehen so hoch, dass die Besucher nicht hinlangen können. Ein Objekt wird durch beidseitig vorgeblendete Glasscheiben abgeschottet.

Objekte im Depot

Kleines Depot A

Das Depot wird entsprechend der darin gelagerten Holzobjekte durch die Multisplitanlage, einen mobilen Befeuchter, einen mobilen Entfeuchter und einen zusätzlichen separaten Heizkörper auf einen angestrebten Wert von +/- 55 % RF klimatisiert.

Die Objekte lagern in offenen Metallregalen. Das flächenmäßig größte Regal hat Regalböden mit Metalldielen, deren Abstände eine vertikale Luftdurchlässigkeit gewährleisten. Bis März 2013 lagerte ein Teil der Objekte auch in Stahlschränken, deren Türen zwar offen standen, die aber offenbar dennoch im Innern zu wenig Luftbewegung zuließen.

Großes Depot B

Dieses Depot wurde für die Textillagerung eingerichtet. Daher wird hier auch ein Klima mit geringerer Luftfeuchtigkeit angestrebt. Hier werden nur wenige Objekte aus dem Verantwortungsbereich Malerei/Fassung gelagert. Es handelt sich dabei um bemalte Textilien.

Objekte im Dom bzw. in den angrenzenden Kapellen (Neuenstädter Kapelle und Stephanuskapelle)

Im Dom und in den Kapellen besteht das übliche Kirchenklima mit sehr hohen Luftfeuchtwerten und nur sehr langsamen Änderungen übers Jahr. Die Objekte haben sich zumeist an die hohe Luftfeuchte angepasst. Konservatorisch problematisch ist hier die zeitweilig enorme Staubbewehrung durch Baumaßnahmen.

Bestandsgruppen nach Objektart

- 48 Altarretabel, Altartafeln, Predellen oder Teile von Altarretabeln
- 21 Einzelskulpturen und Kruzifixe
- 12 Leinwandgemälde (darunter 5 Tüchleinmalereien)
- 23 Reliquiare und Reliquienbehältnisse
- 40 größere und kleinere gefasste Objekte, die für Liturgie und Prozession genutzt wurden (z.B. Fahnenstangen, bemalte Fahnen und Wandteppiche, Brotschalen und verschiedene Fragmente mit und ohne Inventarnummer)
- 8 größere Teile der Domausstattung (Türen, Epitaphien u.a.) mit Inventarnummer und 30 Objekte der Domausstattung ohne Inventarnummer (Türen, Epitaphien, Orgeln, Uhren, Särge, Kanzel u.a.)
- 10 Möbel mit vollständiger Bemalung oder Teilfassungen

Gruppierung nach Materialien und Techniken

Je nach Fassungs Aufbau und Materialtechnik und auch je nach Trägermaterial reagieren die Objekte unterschiedlich empfindlich auf Klimaschwankungen und andere Umgebungsbedingungen. Die in den Dokumentationen genannten Trägermaterialien und Fasstechniken bzw. Maltechniken beruhen in den meisten Fällen auf rein optischen Einschätzungen und Erfahrungswerten. Bei einigen Objekten wurden vor 1989 Holzanalysen durchgeführt.

Am einfachsten ist zumeist noch die Unterscheidung nach Eichenholz, Nadelholz und Laubholz. Manchmal ist die Fassung aber so geschlossen, dass sich die Art des Holzes nicht erkennen lässt.

Bei den Grundierungen handelt es sich sicherlich zumeist um mit Glutinleim gebundene Kreide. Beimengungen von ungebranntem Gips sind nicht auszuschließen.

Die Angabe "Tempera" beruht ebenfalls überwiegend auf optischen Einschätzungen und Erfahrungswerten. Meistens liegt eine Mischtechnik vor, das heißt Malerei oder Fassung mit verschiedenen zu vermutenden Mischungen oder Emulsionen aus Ölen, Glutinleimen, Ei, Kasein, Gummen und Harzen sowie mit überwiegend harzgebundenen Farblasuren und zumeist nur leimgebundenen Azuritschichten. Für eine genaue Ermittlung von Bindemitteln und Pigmenten wären naturwissenschaftliche Analysen im Fachlabor erforderlich.

Das Vorhandensein von originalen Firnisüberzügen ist in den meisten Fällen nicht zweifelsfrei festzustellen. Dort wo ganz offensichtlich ein Harzfirnis vorliegt, ist dieser zumeist sekundär. Auch bei den Leinwandgemälden mit Ölmalerei liegen noch keine naturwissenschaftlichen Analysen vor. Eine Beurteilung des verwendeten Bindemittels bei der Grundierung ist rein optisch nicht möglich. Es kann sich um einfache leimgebundene Grundierungen aber auch um reine Ölgrundierungen oder Halbölgründe (Leimgrundierung emulgiert mit Öl) handeln. Die Verwendung von Ölfarben ist aber sehr wahrscheinlich.

Trägermaterialien (Materialart/Konstruktion)

- Laubholz
- Eichenholz
- Nadelholz
- Holztafel mit blockierenden Montagen bzw. ungünstiger Konstruktion
- Leinwand auf Spannrahmen
- Leinwand
- Seide
- andere Trägermaterialien (Holz, Elfenbein, Glas, Metall, Horn)

Maltechniken / Fasstechniken

- Tempera/Vergoldung über dicker Grundierung
- Tempera/Vergoldung über dünner Grundierung
- Tempera/Vergoldung über Pergamentunterklebungen und dicker Grundierung
- Tempera/Vergoldung über Textilunterklebungen und Grundierung
- schwarzer Lack über Grundierung
- Ölfarbe auf Halböl- oder Ölgrundierung
- Tempera ohne Grundierung (Tüchlein)
- Leimfarbe

Auswahlkriterien

Die Auswahlkriterien richten sich nach den verschiedenen Schadensursachen und die durch sie bedingten Schadensphänomene.

Beeinflussung durch Licht

Obwohl die Belichtung (Sonnenlicht, künstliche Beleuchtung) auch Einfluss auf den Erhaltungszustand der Objekte hat, spielt sie bei der Betrachtung konservatorischer Aufgabenstellungen nur eine untergeordnete Rolle. Für die meist im Dunkeln lagernden Objekte im Depot ist der Lichteinfluss ohnehin zu vernachlässigen. Die ausgestellten Objekte werden seit der Neugestaltung des Domschatzes mit speziellen Schutzvorhängen vor Sonnenlicht geschützt und auch unterhalb üblicher Grenzwerte künstlich beleuchtet. Allerdings können zu unterschiedlichen Tageszeiten und jahreszeitlich bedingt auch höhere Belichtungswerte festgestellt werden. Konservatorisch problematisch ist, dass die Schutzvorhänge an den Rändern nicht dicht abschließen und dadurch bereichsweise auch UV-Strahlungswerte gemessen werden können.

Die durch Licht entstandenen Schädigungen an Malerei und Fassung (Ausbleichungen, Verbräunungen, chemisch-physikalische Veränderungen) sind gemessen am Alter der Objekte zwar nicht abgeschlossen, aber der Prozess läuft inzwischen nur noch sehr langsam ab, so dass sich die Veränderungen am Objekt im Rahmen eines Monitorings über wenige Jahre kaum feststellen lassen.

Auch scheint es fraglich, ob innerhalb der Ausstellung in den historischen Räumen noch eine Verringerung des Lichteinflusses möglich ist, da ein Mindestmaß an Beleuchtung für die Betrachtung erforderlich ist und auch die historischen Räume als Teil der Ausstellung gelten und somit nicht völlig abgedunkelt werden können.

Die durch Licht entstehenden Oberflächenerwärmungen, die in der Zone unmittelbar um das Objekt herum eine Klimaveränderung (Mikroklima) hervorrufen können, werden unter dem Thema Klimaschäden betrachtet.

Einfluss der klimatischen Verhältnisse

Die Klimawerte und vornehmlich die relative Luftfeuchte sind für die Objekte das wichtigste Kriterium. Infolge von Luftfeuchteschwankungen und insbesondere durch das Absinken der relativen und absoluten Luftfeuchtwerte bewegen sich die verschiedenen verarbeiteten Materialien in unterschiedlichem Maße. Die dabei entstehenden Grenzspannungen verursachen konservatorische Probleme in Form von Malschicht- und Fassungslockerungen. Dabei reagieren die Objekte in Abhängigkeit von der vorliegenden Materialspezifik und -technik unterschiedlich. Auch spielt der Eintrag später eingebrachter Materialien durch Konservierungen/Restaurierungen eine Rolle. Es wäre nachzuweisen, welche Objektgruppen besonders gefährdet sind und damit auch besonders viel Pflege benötigen.

Mikrobieller Befall / Schädlingbefall

Schimmelpilze/Fäulnispilze

Seit 1998 sind von der Autorin in zeitlichen Wellen mehrfach akute Schimmelpilzbewüchse beobachtet worden. (Auch vorher wurden solche Phänomene bereits dokumentiert.) Diese standen zumeist in zeitlichem Zusammenhang mit erhöhten Luftfeuchtwerten bei gleichfalls erhöhten Temperaturen in besonders feuchten Sommermonaten und traten insbesondere an den Objekten auf, deren Lager- oder Präsentationsort wenig Luftbewegung zuließ. Diese Aussagen beruhen aber auf allgemeinen Beobachtungen und müssten mit Messwerten begründet werden.

Häufig treten Schimmelpilzbewüchse dort bevorzugt auf, wo Staubablagerungen vorliegen. Hier zeigt sich, wie wichtig die regelmäßige Reinigung (Absaugen von Staubauflagen) als Präventivmaßnahme ist. Der große Umfang des Bestandes sowie der begrenzte finanzielle Rahmen erlauben nur eine Reinigung im Intervall von 1-3 Jahren. Wegen der Staub verursachenden Baustellen im Dom wären häufigere Reinigungsmaßnahmen jedoch wünschenswert.

Fäulnispilze stellen im Bestand keine Gefährdung dar, da die Objekte in den letzten 50 Jahren so gepflegt wurden, dass aktuell keine lebenden Kulturen anzutreffen sind. Es bestehen aber an einzelnen Objekten Schädigungen, die auf die frühere Einwirkung von Fäulnispilzen zurückzuführen sind.

Holzschädigende und andere materialzerstörende Insekten

Es gibt etliche Objekte, die Fraßschäden durch holzschädigende Insekten aufweisen. Aktiver Anobienbefall wurde seit den 1990er Jahren immer wieder an einzelnen Objekten festgestellt und zumeist zeitnah durch Begasungen mit Blausäure (Folienzelt in der Winterkirche), Sulfuryldifluorid (Neuenstädter Kapelle, Folieninhausungen um Kanzel und Orgelprospekt im Dom, Beilagerung in Stiftskirche in Gernrode) und mit Stickstoff (Folienzelt im Kapitelsaal, Folienzelt in den Kirchlichen Werkstätten Erfurt) bekämpft. Es zeigen sich mitunter Indizien für aktiven Anobienbefall an weiteren Objekten in Form von kleinen Holzmehlauswürfen, die beobachtet und ggf. behandelt werden müssen.

An einem Gemälde im Depot besteht ein schwacher Befall von Lebensmittelmotten an einem Stärkemehlekleber.

Schadstoffbelastung

In der Objektgruppe Tafelmalerei/ Holz mit Fassung besteht in der Hauptsache das Problem der Belastung mit Holzschutzmitteln. Es ist davon auszugehen, dass die meisten Holzobjekte nach dem Zweiten Weltkrieg im Rahmen ihrer Restaurierung auch mit verschiedenen Holzschutzmitteln behandelt worden sind. Die verwendeten Mittel sind aber in den älteren Berichten vor Ort nur selten konkret benannt.

Wiederholt sind kristalline Ausblühungen zu beobachten. Einige Objekte strömen zudem einen penetranten Geruch aus. Teilweise ist der Bildträger dunkel verfärbt, was auf die Verwendung von öligen oder harzhaltigen Mitteln zur Holzverfestigung zurückzuführen sein dürfte.

Es ist auf jeden Fall davon auszugehen, dass ein großer Teil der Objekte mit Holzschutzmitteln kontaminiert ist, die DDT, PCP und Lindan enthalten. In diesen Fällen stehen Arbeitsschutzmaßnahmen bzw. die Vermeidung gesundheitlicher Belastungen des jeweiligen Bearbeiters im Vordergrund. Messungen der Raumluft haben ergeben, dass für Besucher keine Gefahren bestehen. Da sich die Stäube mit den absandenden Schadstoffkristallen anreichern, ist auch hier wieder die regelmäßige Pflege wichtig. Die Wiederholung entsprechender Kontrollmessungen ist auf jeden Fall zu empfehlen.³

Eine Schädigung der Objekte konnte nicht nachgewiesen werden. Die optische Beeinträchtigung durch kristalline Ausblühungen und dunkle Verfärbungen spielt eher eine untergeordnete Rolle.

Bezüglich anderer Schadstoffe (VOCs, Essigsäure, Formaldehyd) sind bisher keine konkret messbaren Auswirkungen auf einzelne Domschatzobjekte bekannt, da weniger die freistehenden, sondern eher die in Vitrinen befindlichen Objekte gefährdet sind. Hier besteht weiterer Untersuchungsbedarf.

Restaurierungsgeschichte/Dokumentenlage

An dieser Stelle kann nur kurz auf die jüngere Geschichte der Bestandserhaltung eingegangen werden. Als ein Beleg für frühere Erhaltungsmaßnahmen mag gelten, dass der Domkürster Conrad Matthias Haber Mitte des 18. Jahrhunderts von zwei romanischen Teppichen Kopien anfertigte (Habersche Kopien, Inv.-Nr. 518 und 519). Es ist durchaus denkbar, dass er auch an anderen Objekten direkt Hand anlegte.

Ab Mitte der 1920er Jahre begann die Einrichtung eines Dommuseums, das 1936 eröffnet werden konnte. In diesem Zusammenhang wurden vom Leiter der Restaurierungswerkstatt des Provinzialkonservators, Albert Leusch, zahlreiche Domschatzstücke für die Ausstellung konserviert und restauriert.⁴ In den Akten vor Ort sind nur zu wenigen Objekten, wie z. B. dem Reliquienschränk aus der Liebfrauenkirche, Angaben zu Restaurierungen aus dieser Zeit vermerkt. Allerdings sind diese Informationen sehr spärlich in Bezug auf Umfang und Technologie der Maßnahmen. Es ist jedoch offensichtlich, dass an einigen Tafelmalereien komplette Ergänzungen (Kreidekittungen) mit rekonstruierenden Retuschen und auch Nachvergoldungen mit Ergänzungen der Gravuren und Punzierungen erfolgten. Weitere Recherchen, z. B. im Altaktenarchiv des Landesdenkmalamtes, sind wünschenswert.

³ Siehe dazu den Beitrag 2.2.

⁴ Vgl. DANZ 2012, Transkription Werkstattbuch I, siehe S. 179.

Während des Zweiten Weltkrieges erlitt der gesamte Dombereich extrem starke Schäden. Der Domschatz konnte durch rechtzeitige Auslagerung gerettet werden, doch waren trotz sehr guter und regelmäßiger Zustandskontrollen Schäden wegen ungünstiger Klimabedingungen und Schädlingsbefall nicht zu vermeiden. Nach langwierigen, umfangreichen Wiederaufbaumaßnahmen am Dom und der Restaurierung zahlreicher Domschatzstücke konnte das Domschatzmuseum erst 1959 wieder eröffnet werden. Ein großer Teil der Objekte wurde dazu in den Werkstätten des Instituts für Denkmalpflege in Halle (Saale) unter Leitung von Konrad Riemann restauriert. Diesem oblag über Jahrzehnte auch die konservatorische Betreuung der Objekte des Domschatzes vor Ort.

Anhand alter Karteikartennotizen und teilweise auch umfangreicherer Dokumentationen sind die Maßnahmen teilweise nachzuvollziehen. Im Rahmen konservatorisch pflegender Maßnahmen haben mehrere Generationen von Restaurierungspraktikanten und Studenten im Domschatz gearbeitet. Ihre Notizen auf den Karteikarten oder auf einfachen Zetteln sind zumeist nur kurz. Nur gelegentlich werden auch die verwendeten Mittel benannt.

Anfänglich verwendete man Kaseinleim und über lange Jahre hinweg wurde nachweislich Polyvinylacetat als Klebemittel verwendet, was dem damaligen Wissensstand entsprach. Nach heutigen Erkenntnissen ist dieses Klebemittel eine der Ursachen für Probleme beim Festigen von Malschicht und Fassung an den Objekten. Wissenschaftliche Studien zu dieser Problematik auf dem Gebiet der Tafelmalerei bzw. gefasster Holzskulptur stehen noch aus. Mit ersten Studien zu Kunststoffen in der Konservierung wurde an der FH in Potsdam begonnen.⁵

Weiterer Untersuchungsbedarf besteht auch hinsichtlich der Zusammensetzung von holzstabilisierenden Mitteln, die zur Tränkung bzw. Injektion verwendet wurden, sowie von Kittungen.

Seit mehr als 15 Jahren werden Pflege- und Konservierungsmaßnahmen an Tafelmalereien, gefassten Skulpturen und Objekten des Halberstädter Domschatzes nach aktuellem Standard dokumentiert. Damit besteht nun eine kontinuierliche und detaillierte Aufzeichnung zum Umfang der jeweiligen Maßnahmen einschließlich der dabei verwendeten Mittel und Methoden.

Zu folgenden Referenzobjekten wurden Datenblätter angelegt:

- Inv.-Nr. 061 rotes Korporalienkästchen
- Inv.-Nr. 391 Flügelaltärchen mit Gnadenbild
- Inv.-Nr. 426 Stollenschränk aus der Liebfrauenkirche
- ohne Inv.-Nr. Epitaph Stein-Groven
- Inv.-Nr. 394 Madonna mit der Korallenkette
- Inv.-Nr. 635 Chortüren Südseite
- Inv.-Nr. 398 Marienkrönungstafel
- Inv.-Nr. 386 Mirus-Epitaph
- Inv.-Nr. 409 Georgsaltar
- Inv.-Nr. 077 Untersatz
- ohne Inv.-Nr. Chortürkopien Nordseite
- Inv.-Nr. 408 Melanchthon-Bild
- Inv.-Nr. 434 Doppelfigur
- Inv.-Nr. 130 Horenstab
- Inv.-Nr. 108 2 Paar „Engelflügel“
- Inv.-Nr. 396 Pietá

⁵ KUNSTSTOFFE 2013.

3.3.2. Fachgebiet Stein

Corinna Grimm-Remus

Bereits seit 2010 werden Steinobjekte im Halberstädter Domschatz intensiv im Rahmen eines Monitorings dokumentiert. Ein Domobjekt (Lfd. Nr. I074, Große Madonna) unterliegt sogar seit 2003 einem regelmäßigen Monitoring. Seit 2013/2014 kamen dann im Rahmen des Projektes weitere ausgewählte Steinobjekte und auch Monitoringverfahren hinzu.

Kriterien für die Auswahl dieser Objekte am Halberstädter Domschatz waren:

- hohe Frequentierung durch Besucher
- unzureichender Berührungsschutz
- mögliche farbliche Veränderungen von Oberflächen durch Ausstellung-/Klima-/Lichtbedingungen
- hohes Schadenspotential durch ungünstige Klimabedingungen, z. B. für Fassung
- verschiedene Standorte
- verschiedene Materialien
- direkter Vergleich zwischen bestmöglichen (Depot-)Bedingungen und verschiedenen Ausstellungssituationen

Da häufig aufgrund der Größe kaum das gesamte Objekt regelmäßig detailliert dokumentiert werden kann, werden hier ausgewählte Referenzflächen in definierten Zeitabständen auf Veränderungen überprüft und fotografisch dokumentiert.

Für diese Fotodokumentation wurden die Bedingungen genau erfasst, sodass diese möglichst identisch wiederholt werden können (Abstand Objekt-Kamera, Beleuchtungsquelle und Beleuchtungssituation, Fotomaterial, Einstellungen der Kamera wie Blende und Brennweite).

Für die Auswertung wurde ein Raster erzeugt. Das Raster kann über das betreffende Foto gelegt werden, sodass anhand der Koordinaten eine genaue Lokalisierung von Veränderungen möglich ist.

Diese rein visuellen Beobachtungen können dann bei Bedarf bzw. konkreten Fragestellungen durch andere Messmethoden, wie z.B. objektgenaue Klimamessungen, ergänzt werden.

Am Beispiel der Madonna (I076, Inv.-Nr. 448) soll demonstriert werden, wie die im Monitoring zu beobachtenden Referenzflächen ausgewählt wurden.

Das Objekt war vor der Konservierung besonders stark im Fassungsbereich geschädigt. Es steht klimatisch ungünstig und kann von Besuchern berührt werden. Zudem ist die anfallende Staublast (Südepore, Dom) im Vergleich zum weiteren Ausstellungsbereich des Domschatzes erhöht.

Objektdaten:

Objekt/Titel:	Madonna
Standort:	Ostwand der Südepore, links neben ehem. Eingang zur Schatzkammer
Inv. Nr.:	448
Lfd. Nr.:	I076
Art der Aufstellung:	auf Sandsteinsockel stehend, Sicherung im Rückenbereich, Absperrung (Metall) vorhanden
Material:	Kalkstein
Technik:	polychrom gefasst
Datierung:	2. Hälfte 13. Jh.
Maße (HxBxT) in cm:	164,5 x 54 x 45

Für dieses Monitoring erfolgen seit 2010 im Sommer und Spätherbst/Winter Fototermine, also unter verschiedenen klimatischen Bedingungen. Hierfür wurde die Skulptur in der Gesamtansicht und in zwei Teilbereichen mit hoher Gefährdung (Bereiche A und B) fotografiert. Zudem wurde daraus jeweils eine Makroaufnahme hergestellt (Bereiche A1 und B1). Beide Bereiche weisen zusätzlich Gewandfalten auf, in denen sich Staub und Schmutz abgelagert, d. h. die hierfür einen guten Indikator bilden.

Der Bereich A findet sich auf der Vorderseite des Stückes in einem vor der Konservierung (2002) stark gefährdeten Bereich. Der Bereich B ist auf der linken Seite des Objektes lokalisiert. Er wurde ausgewählt, da 2010 bei einer Überprüfung (nach der Abnahme der Einhausung im März 2008) erstmals kleinere Bereiche mit Fassungsablösungen auf der linken, d. h. der nach Süden ausgerichteten Seite des Stückes festgestellt wurden. Diese Bereiche wurden 2010 mit einem Cellulosederivat nachgefestigt.

Die Skulptur wird weiterhin durch das Südquerhausfenster von Sonnenlicht beschienen, sodass die Auswirkungen kontinuierlich bewertet werden müssen. Seit 2011 erfolgt deshalb zusätzlich eine Klimamessung an der Südseite des Objektes mit dieser konkreten Fragestellung. Seit April 2012 gibt es eine Farbverglasung des Südfensters, was sich langfristig positiv auswirken sollte.

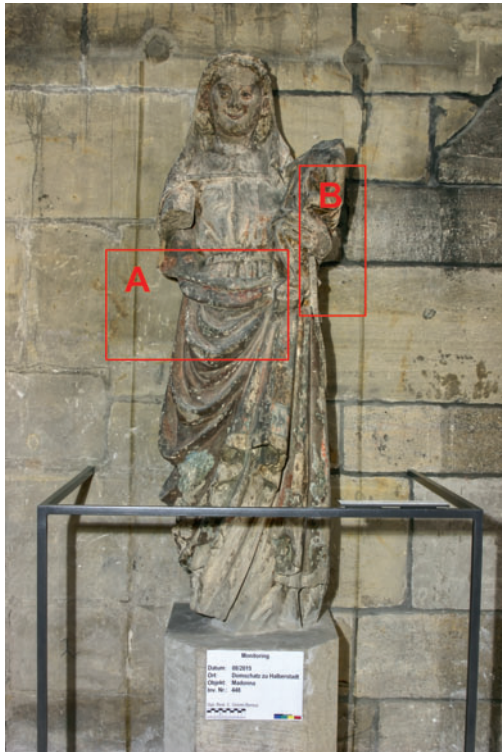


Abb. 35: Lage der Monitoringbereiche

Mit den angefertigten Detailfotos kann eine sehr gute Überwachung stattfinden. Alle Fassungskanten können detailliert verglichen werden, was für die gesamte Skulptur in dieser Form nicht regelmäßig erfolgen bzw. dokumentiert werden kann.

Mit der Verwendung des o. g. Rasters sieht dies z. B. folgendermaßen aus:

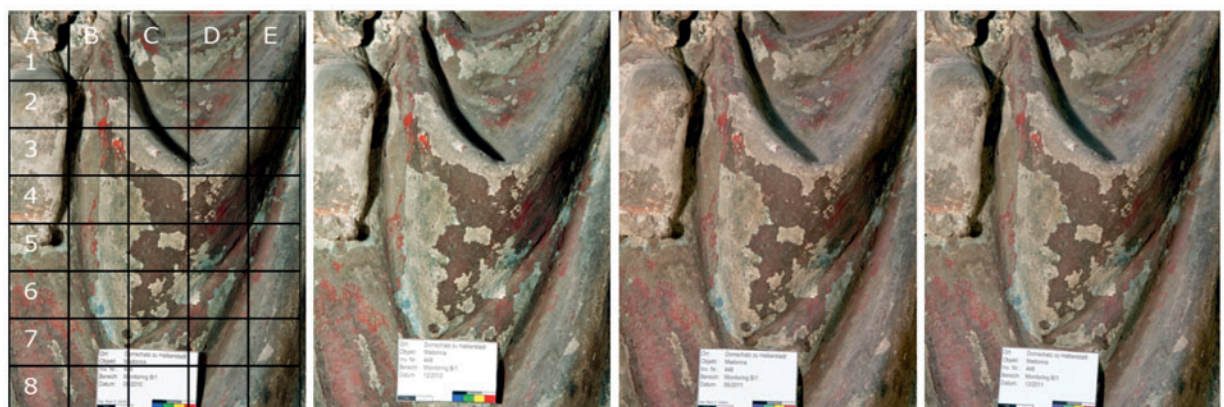


Abb. 36: Prinzipdarstellung des bislang erfolgten Monitorings

Es erfolgen bislang 2 x jährlich Trockenreinigungen mit Pinsel und Staubsauger (Staubklasse H). Im Monitoring ist zu erkennen, dass bereits nach der Reinigung im Juni im Dezember wieder eine Staubbelastung (bzw. herabrieselndes Material) festzustellen ist.

3.4. Erprobung ausgewählter Monitoringverfahren und deren Dokumentation im Rahmen der Projektlaufzeit

Karoline Danz

Bei der Erprobung ausgewählter Monitoringverfahren und deren Dokumentation war ein interdisziplinärer Ansatz notwendig. Neben den fachspezifischen Fragen waren stets auch fachübergreifende Aspekte zu berücksichtigen. Das betrifft insbesondere das Thema der Dokumentation einschließlich der Bildgebenden Verfahren.

Zunächst wurde von einer größeren Zahl an Monitoringmethoden ausgegangen, die über einen Zeitraum von ca. zwölf Monaten erprobt wurden.¹ Da jedoch nicht alle Methoden für jedes Fachgebiet gleich gut geeignet sind, konnte keinesfalls nach einem „Einheitsschema“ verfahren werden, sondern es musste für jede Materialgruppe eine Auswahl von geeigneten Methoden getroffen werden. Das Schädlingsmonitoring unterscheidet sich beispielsweise im Fachgebiet Textil deutlich von dem des Fachgebiets Holzobjekte mit Fassung. Auch bei der Beleuchtung und den jeweiligen Vorgaben unterscheiden sich die Materialgruppen sehr stark voneinander, was sich auch in den Monitoringverfahren widerspiegelt: Letzteres ist ein vorrangiges Thema besonders bei den Textilien und den Handschriften.

Gleichzeitig war es unumgänglich, in jedem Fachgebiet eine Auswahl von geeigneten Referenzobjekten vorzunehmen, die für die jeweilige Materialgruppe repräsentativ sein musste. Die Auswahl der Referenzobjekte und der jeweiligen Monitoring-Methoden wurden in regelmäßigen Abständen in der Arbeitsgruppe unter Beteiligung aller Fachrestauratoren fachübergreifend diskutiert und bestätigt.

Ein ganz wichtiges Thema war die fotografische, zeichnerische und verbale Dokumentation der Monitoringverfahren und Untersuchungsergebnisse. Der für alle Fachgebiete einheitliche formelle Rahmen wurde dabei von der Stiftung Dome und Schlösser in Zusammenarbeit mit den Projektbeteiligten entwickelt. Inhaltlich konnte das Landesdenkmalamt einen Beitrag in Form von aktuellen Leitfäden zur Untersuchungs- und Ausführungsdokumentation leisten. Diese flossen ebenso ein wie die Erfahrungen der beteiligten Fachrestauratoren.

Ziel des Erprobungsprozesses war die Ermittlung einer Abstufung zwischen idealem, optimalem und langfristig finanzierbarem Monitoringaufwand.

¹ Siehe Liste der Monitoringobjekte und -verfahren.

3.4.1. Fachgebiet Textil

Eva Düllo und Andrea Knüpfer

Für den Textilbestand des Halberstädter Domschatzes wurden vor allem klassische, bewährte Monitoringverfahren ausgewählt und angewendet, wie z. B. die Klimakontrolle, die Prüfung auf mikrobiologische Probleme, die Untersuchung der Beleuchtungsintensität sowie präventive Tests auf Schädlingsbefall. Hinzu kommen noch einzelne Analysen der Materialzusammensetzung und Schadstoffbelastung.¹

Aufgrund der vielfältigen Materialkombinationen an den teilweise stark abgebauten, textilen Objekten sollte das Ausdehnungs- und Schrumpfungsverhalten von Materialien durch schwankendes Klima vermieden werden. Im direkten Zusammenhang mit schwankenden Klimaverhältnissen steht die Kontrolle der mikrobiellen Belastung. Je nach Standort der Objekte, Erhaltungszustand und vor allem ihrer Vorgeschichte sind einige Textilien stärker gefährdet, einen Schimmelpilzbefall auszubilden, und müssen bei auffälligen Klimaschwankungen engmaschiger geprüft werden.

Dass Licht einen großen Schädigungsfaktor für Textilien darstellt, ist bekannt, ebenso, dass Beleuchtungsmittel sich während der Nutzung in ihrer Strahlungsintensität verändern können. Eine regelmäßige **Prüfung der Lux-Werte** ist aus diesem Grund unerlässlich. Da der Halberstädter Textilschatz zahlreiche Objekte mit starkem Lichtschaden aufweist, wäre die Einrichtung von Bewegungssensoren für das Ein- und Ausschalten der Ausstellungsbeleuchtung dringend zu empfehlen. In den von Besuchern weniger frequentierten Zeiten der Ausstellung könnte so die gesamte Lux-Stunden-Zahl herabgesetzt und die Lebensdauer der Kunstwerke verlängert werden. Diese Umrüstung ist nur mit Umbauten möglich, also mit weiteren Kosten verbunden, dennoch wäre diese Maßnahme auf lange Sicht absolut empfehlenswert.

Das beste **Schädlingsmonitoring** ist die Prävention, d. h. alle Strategien, damit Schädlinge erst gar keinen Zugang zu den Objekten erhalten. Im Falle der Textilschädlinge bedeutet dies, Fenster und Türen nach außen so dicht wie möglich zu halten bzw. diese mit geeigneten Gittern oder Netzen auszustatten, um das Lüften zu ermöglichen. Alle Bereiche des Museums müssen so sauber wie möglich gehalten werden, denn Staub, Schmutz und tote Insekten stellen die beste Brutstätte für einen Befall dar.

Die Suche nach einem geeigneten **bildgebenden Verfahren** zur Darstellung von fortschreitenden Veränderungen (wie dem Aushängen, Zerschleiß von Garnen, Faserbrüchen etc.) an textilen Objekten hat sich als sehr schwierig dargestellt. Textilien sind in der Regel zu flexibel, als dass man den gleichen Punkt am Objekt immer wieder in der gleichen Position abbilden kann. Die klassische fotografische Dokumentation der Objekte gibt einen groben Überblick über den Zustand. Auch positionsdefinierte Detailaufnahmen können bei Objekten auf festen Präsentationshilfen Veränderungen abbilden. Einzelne auffällige Gewebebrüche können vermessen und ggf. kartiert werden, doch die Genauigkeit ist nicht groß genug, um wirklich nachweisen zu können, ob und wie stark sich diese im Millimeterbereich über wenige Jahre verändern. Je mehr Aufzeichnungen, Daten und Fotos von den Objekten gesammelt werden, desto eher wird man in der Lage sein, Schädigungsverläufe nachvollziehen zu können. Der digitalmikroskopische Blick auf ein Objekt ist nur bei Einzelfragen und nicht als Monitoringverfahren geeignet, da hier ebenfalls die Position der Untersuchung kaum reproduzierbar ist.

Das angewandte Verfahren der mobilen **Röntgenfluoreszenzspektroskopie** (RFA) eignet sich ebenfalls eher für einzelne Fragestellungen. Vor allem bei den im Domschatz zahlreich erhaltenen Textilien mit Metallapplikationen ist dieses Verfahren zur Bestimmung der Elemente und Herstellungstechnik gut geeignet und kann hilfreiche Hinweise zur Durchführung des Monitorings geben. Dies gilt natürlich für alle Bereiche des Domschatzes: Je besser die Zusammensetzungen und Problematiken der Objekte bekannt sind, desto besser kann das Monitoring darauf abgestimmt werden.

¹ Siehe Liste Monitoringobjekte und -verfahren.

Wie in der Einschätzung der Ausgangssituation vermutet, konnten durch stichpunktartige Proben hohe Konzentrationen von Pestizidrückständen in den Textilien des Halberstädter Domschatzes gefunden werden.² Diese Pestizide und Schadstoffe sind Nervengifte und werden über die Haut und die Atemwege aufgenommen. Alle Arbeiten mit und an den textilen Objekten müssen aufgrund der vorliegenden Belastungen mit geeigneter Schutzkleidung durchgeführt werden, die den technischen Regeln für Gefahrenstoffe entsprechen. Das sind: Chemikalienschutzanzug, Schutzbrille, Schutzhandschuhe und Atemschutzmasken mit dem Partikelfilter P3. Die Interpretation der Beläge auf den Innenflächen der Vitrinen deutet in den meisten Fällen auf Rückstände der Glasherstellung hin, so dass das Problem nach der Reinigung gebannt sein sollte. Objektimmanente Schwierigkeiten können bei Textilien mit einer Reinigungs-Vorgeschichte nicht ausgeschlossen werden.

Die oben beschriebenen, herkömmlichen Monitoringsverfahren wie Klima-, Licht- Schädlings-, Mikrobiologiekontrolle sind gut und einfach durchführbar, dennoch steht und fällt die Kontrolle mit dem Personal, also auch mit den Kosten. Am Beispiel des Halberstädter Domschatzes wird deutlich, dass neben den Restauratoren auch gut geschultes Personal vor Ort sein muss, z. B. für eine engmaschige Klimakontrolle, um bei schwankenden Wetterverhältnissen oder technischen Problemen schnell eingreifen zu können. Das Reinigungspersonal muss ebenfalls ausreichend eingearbeitet und der Reinigungsplan auf die problematischen Bereiche des Hauses ausgerichtet werden. Mit einer so aufgestellten Prävention kann die Kontrolle auf Schädlinge mittels Pheromon-Klebefallen in sinnvollen Zeitabständen erfolgen und die Kontrolle von mikrobiologischen Problemen im Bedarfsfall nach auffälligen Klimaschwankungen und in größeren Zeitabständen durchgeführt werden.

Die für das langfristige Monitoring ausgewählten 16 Referenzobjekte³ repräsentieren die Vielfalt der über 600 erhaltenen textilen Domschatzobjekte gut und sollten bis auf weiteres mit den unten genannten Monitoringverfahren überprüft werden.⁴

- Tägliche Klimakontrolle
- Kontrolle der Beleuchtung: für alle Objekte 2015/2016 dann wieder 2020
- Schädlingsmonitoring: Neuaufstellung des Putzplanes, wöchentliches Putzen der Ausstellungs- und Depoträume, Absaugen der Vitrinendecken und schwer zugänglichen Bereiche halbjährlich; Kontrolle der Klebefallen alle 2–3 Monate, in Flugzeiten monatlich
- Mikrobiologie: nach Bedarf bei starken Klimaschwankungen an vorbelasteten Objekten; sonst alle 5 Jahre an Monitoringobjekten
- Naturwissenschaftliche Analysen bei akuten Fragen/Bedarf
- Kontrolle von Schadstellen nach fotografischer Dokumentation: bei jeder Durchsicht des Objektes, vor allem in der Ausstellung.

Im Rahmen der Projektlaufzeit mussten in der Phase der Auswahl der Referenzobjekte sowie der Erarbeitung der Monitoringabläufe bisher keine Veränderungen festgestellt werden.

² Siehe dazu Beitrag 2.2.

³ Ebd.

⁴ Siehe auch Pflegeplan.

3.4.2. Fachgebiet Metall

Ulrich Sieblist

2008 wurde der Umbau der Domschatzausstellung abgeschlossen. Mit der Verbringung der Objekte an die neuen Ausstellungs- und Aufbewahrungsorte ergaben sich völlig neue klimatische und räumliche Bedingungen. In Verbindung damit, der Kenntnis der Erhaltungszustände und den Ergebnissen der im Vorlauf erfolgten Testreihen an den Prototypen der neuen Vitrinen stellte sich die Aufgabe von Langzeitüberwachungen an einzelnen, ausgewählten Schatzstücken, um sicherzustellen, dass die verbesserten Bedingungen auch langfristig tauglich sind.

Den Weg dazu bietet ein **Langzeitmonitoring** in Verbindung mit Untersuchungen naturwissenschaftlicher Art. Grundlage sind in erster Linie **bildgebende und analytische Verfahren** für die Objekte selbst und diverse analytische für die Aufbewahrungsorte wie Schauvitrinen, -räume und Depots mit den Sammlungsschränken. Die Ergebnisse dieser Monitoringuntersuchungen sollten zur Evaluierung der veränderten Aufbewahrungsbedingungen dienen oder möglichen Änderungsbedarf anzeigen. Des Weiteren soll sich hieraus der Kontrollbedarf ergeben.

Für den Bereich Metall kamen neben der bisherigen allgemeinen jährlichen visuellen Kontrolle vor allem bildgebende Darstellungen wie **Fotografie, Makrofotografie** und **mikroskopische Untersuchungen** zum Einsatz. Zielstellung ist immer die Dokumentation von Zuständen der ausgewählten Objekte oder von erkannten bzw. zu erwartenden Schadbefunden an den Stücken und deren temporäre Entwicklung. Gekoppelt sind diese Beobachtungen an die Ergebnisse der Klimamessungen in den Räumen bzw. Vitrinen.¹ Die Auswahl der zu beobachtenden Stücke für den Bereich Metall ergab sich aus bekannten Schädigungen und soll deren Entwicklung und eventuellen Handlungsbedarf dokumentieren. Ausgewählt wurde ein Eisen/Holzobjekt, eine Silberarbeit, ein Objekt aus vergoldetem Silber, ein Textil mit Metallappliken, ein Textil mit Eisenstaffagen und ein Bronzeobjekt.

Eisen/Holzobjekt - Heilumsschrank Inv.-Nr.128

Problemstellung: Rostungsverluste; Darstellung einer Seitenwand mit Schädigung (Rostung)

Das gewählte Rasterverfahren erwies sich als zu aufwändig und unzweckmäßig. Außerdem zeigte die Langzeitbeobachtung keinen Schadfortschritt im Versuchszeitraum. Im Ergebnis reicht eine visuelle Beobachtung und eine fotografische Darstellung der Schadstelle im Abstand von mehreren Jahren.

Silberarbeit - Pazifikale Inv.-Nr.034

Problemstellung: ungeklärte Korrosionsform; Darstellung diverser Verfärbungen/Auflagen

Hierfür wurden Übersichten und makrofotografische und mikroskopische Aufnahmen gewählt. Die Flecken sind nur im Streichlicht zu erkennen und abzubilden. Hinzugezogen wurde eine chemische Analyse der Auflagen bezüglich chemischer Reaktionen und eine bakteriologische Untersuchung zur Frage von Schimmelbildung auf Grund von organischen Auflagerungen. Beide Zusatzuntersuchungen brachten keine Ergebnisse. Das Fotomonitoring ergab keinen zeitlichen Fortschritt der Ausbreitung der Beläge im Beobachtungszeitraum.

¹ Siehe Liste Monitoringobjekte und -verfahren.

Vergoldetes Silber - Diskos Inv.-Nr. 036

Problemstellung: Risse im Metall; Darstellung von Spannungsrissen um mögliche Fortschritte sichtbar zu machen.

Als Grundlage für das Monitoring wurde eine durch Makrofotos unterstützte Kartierung erstellt. In der mikroskopischen Betrachtung ergab sich, dass neben den großen Spannungs-, Verformungs- und Scherrissen eine unerwartet große Anzahl von Mikrorissen vorhanden ist, die in ihrer Räumlichkeit nicht abzubilden sind. Auch die Heranziehung eines Digitalmikroskops mit vergrößertem Schärfentiefebereich half nicht, das Problem der Darstellung der dreidimensionalen Risse zufriedenstellend zu lösen. Für dieses Objekt ist ein neuer, spezieller Monitoringplan zu entwickeln.

Textil mit Metallappliken - Skulpturengewand /Marienmäntelchen Inv.-Nr. 161

Problemstellung: Korrosionsauflagen; Darstellung der Auflagen und möglicher weiterer Ausbreitung
Zur Darstellung wurden makroskopische Aufnahmen gewählt und in jährlichem Rhythmus erstellt. Im Untersuchungszeitraum wurden im Bildvergleich keine Veränderungen festgestellt.

Textil mit Eisendrahtstaffagen - Pluviale Inv.-Nr. 222

Problemstellung: Rosteinlagerungen im Grundgewebe; Darstellung der Rostungen und Rostflecken um mögliche Fortschritte sichtbar zu machen

Zur Darstellung wurden makroskopische Aufnahmen gewählt und in jährlichem Rhythmus erstellt. Im Untersuchungszeitraum wurden im Bildvergleich keine Veränderungen festgestellt.

Bronzeobjekt - Karlsleuchter Inv.-Nr. 559

Problemstellung: Korrosionsauflagen; fotografische Darstellung der Auflagen

Für die Darstellung wurden Übersichtsfotografien der betroffenen Stellen in Halbjahresschritten aufgenommen. Der Vergleich zeigte ein Fortschreiten der Fleckenbildung. Die Auswertung am Objekt vor Ort (Hoher Chor unter einem Obergadenfenster) ergab, dass das darüber befindliche Fenster undicht war und bei Starkregen Wasser eindrang, welches mit Putzresten angereichert auf den Leuchter tropfte und dort abtrocknete. Nach der Umsetzung des Leuchters in die Neuenstädter Kapelle erschienen keine neuen Flecken.

Im Ergebnis des Monitorings kann gesagt werden, dass die neugestaltete Ausstellung den Anforderungen der Objekte gerecht wird. Die Pflege und Überwachung sowohl der Vitrineninnenräume, als auch der Ausstellungsräume sichern einen weitgehend konstanten Zustand der Schatzstücke.

Die Auswertung des Monitorings ergab - abgesehen vom Karlsleuchter - dass die Beobachtungszeiträume bei den einzelnen Objekten in Zukunft in größeren Zeitabständen zu wählen sind. Die Rhythmen der visuellen Durchsichten der Metallobjekte sollten ebenso neu festgelegt werden.² Ausgewählte Objekte mit besonderem Schadenspotential müssten dabei häufiger inspiziert werden, um ein Fortschreiten von Schädigungen frühzeitig zu erkennen.

² Siehe Pflegeplan.

3.4.3. Fachgebiet Malerei/Fassung

Christine Machate

Das Hauptaugenmerk der Pflege im Domschatz liegt auf der regelmäßigen Durchsicht des Bestandes, der Abnahme von Staubauflagen und der Behebung akuter Schäden an den Malschichten, die durch Klimaschwankungen hervorgerufen werden.

Bereits vor der Umgestaltung des Domschatzes wurden die Objekte des Fachgebietes regelmäßig begutachtet, Schäden verbal und fotografisch dokumentiert und die beobachteten Schäden an ausgewählten Objekten (zumeist Tafelbildern) auch kartiert. Kartierung hieß in diesem Fall die farbige Markierung von Schäden und anderen Sachverhalten mit Folienstiften auf Folien, die über mehr oder weniger brauchbare Fotos bzw. deren kopierte Vergrößerungen gelegt wurden. Zu den beobachteten Schäden zählen im Allgemeinen: Lockerungen und Blasenbildungen der Malschicht, Verluste der Malschicht, Ausblühungen/Ausblutungen, Verschmutzungen, Schimmelpilzbefall, Befall durch holzschädigende Insekten.

Da der umfangreiche Bestand des Fachgebietes nicht binnen eines Jahres und im Rahmen des Stundenkontingents komplett bearbeitet werden kann, ergab sich nach einer längeren Anlaufzeit, die dem Kennenlernen der Objekte diente, ein Pflegeintervall von ca. drei Jahren. Allerdings gibt es einzelne Objekte, die in kürzeren Abständen durchgesehen werden müssen, weil sie aufgrund ihrer Materialität besonders sensibel reagieren.

Die **Klimaüberwachung** erfolgte anfangs mit Thermohygrometern und Thermohygrographen, die regelmäßig von Mitarbeitern des Domschatzes abgelesen wurden bzw. deren Blätter abgeheftet wurden. Die Umbaumaßnahmen erbrachten diesbezüglich sowohl technische, bauliche als auch personelle Verbesserungen. Im Rahmen des DBU-Projektes konnten nun weitere Monitoringverfahren kennengelernt und erprobt werden.¹ Im Ergebnis lässt sich feststellen, dass für die Objektgruppe der gefassten und bemalten Objekte auch weiterhin die **regelmäßige Durchsicht** und die **Kartierung der Schäden** die geeignetsten Mittel der Wahl sind. Technikgestützte bildgebende Verfahren können die Erfahrungen eines Fachrestaurators hilfreich unterstützen. Es ist auf jeden Fall von Vorteil, die Kartierungen zukünftig auf Basis detailreicher, entzerrter und möglichst auch maßstäblicher Fotoabbildungen (Fotogrammetrie) auszuführen. Zukünftig ist auch eine Kartierung mittels Zeichenprogrammen zu prüfen. Derzeit ist die manuelle Kartierung auf Papier oder Folie effektiver und preiswerter. Es ist davon auszugehen, dass es auch für diesen Bereich kostengünstigere Hardware und Software geben und die Methoden noch praxistauglicher werden, so dass man über einen Touchscreen die Kartierung gleich auf die vergrößerte Abbildung auf dem Bildschirm übertragen kann. Für Skulpturen und Reliefe ließen sich 3D-Scans als Grundlage benutzen, so dass nicht mehr mit mehreren Fotoansichten gearbeitet werden muss. Eine solche Kartierung wird allerdings nie exakt die Form und Größe des Schadens (z. B. einer Malschichtblase) abbilden können, die meist auch augenscheinlich und nach Gehör nicht 100%ig definierbar ist. Die Darstellung reicht aber völlig aus, um im Laufe der Jahre überprüfen und vergleichen zu können, welche Bereiche besonders häufig Probleme bereiten und wie umfangreich die Schäden sich ausbilden.

Ein stationäres **Kameramonitoring** lohnt sich nur in Einzelfällen zur Langzeitbeobachtung und zum Nachweis von bestimmten Schadensphänomenen. So konnte der Nachweis des Zusammenhangs zwischen Klimaänderung und Verformung der Pergamentbeklebungen an zwei Objekten erbracht werden. Ein ähnliches Fotomonitoring durch den Vergleich von Detailaufnahmen, die über Jahre immer vom gleichen Bereich gemacht werden, ist nur dann wirklich aussagekräftig, wenn garantiert werden kann, dass die Aufnahmen mit den identischen technischen Bedingungen gemacht werden können.

¹ Siehe Liste Monitoringobjekte und -verfahren.

Mikroskopische Untersuchungen sind zwar für die genaue Untersuchung der Objekte unabdingbar, vor allem wenn es um Erkenntnisse zum Malschichtaufbau, zur Holzart usw. geht. Für die Feststellung und Darstellung der o. g. Schadensprobleme an Skulpturen und Tafelbildern reichen aber der Makrobereich und das bloße Auge oder das Gehör. Letzteres bezieht sich auf das Abklopfen der Oberfläche zur Feststellung von Blasen und Hohlräumen.

Oberflächenuntersuchungen von Gemälden mit langwelliger UV-Strahlung (**UV-Fluoreszenz**) wurden zwar im Rahmen des Projektes nicht erprobt. Ihre Anwendung ist aber bekannt und beschränkt sich auf die Beurteilung von Firnisüberzügen und Retuschen. Im Rahmen einer Restaurierung ist das von Belang, für ein Schadensmonitoring aber nicht zwingend notwendig. Mithilfe der UV-Fluoreszenz lässt sich in eingeschränktem Maße ein Schimmelpilzbefall erkennen.²

Tiefenuntersuchungen mittels **Infrarotfotografie** oder **Röntgenaufnahmen** sind gleichfalls für eine restauratorische Voruntersuchung hilfreich, können unter Umständen auch Schadensentwicklungen aufzeigen.

Ein häufiges Problem stellt der Befall mit Schimmelpilzen dar. In Zusammenarbeit mit einem Fachlabor zur **Biozidanalyse** sollten befallene und von Befall bedrohte Objekte nach Art und Aktivität des Befalls untersucht werden. Für die richtige Probenentnahme ist unbedingt Beratung erforderlich. In Abstimmung mit dem Fachmann kann ermittelt werden, unter welchen Bedingungen sich neuer aktiver Befall verhindern lässt. Auch ist es wichtig festzustellen, ob für den Menschen toxische Arten von Schimmelpilzen vorliegen. Zum **Anobienmonitoring** liegen noch keine Erkenntnisse vor. Erfahrungen aus jahrelanger Tätigkeit zeigen, dass die Pheromonfallen speziell für Anobien wenig geeignet sind. Anders sieht das bei Motten aus. Zur Feststellung und fortwährender Kontrolle von aktivem Befall durch holzschädigende Insekten dienen nach wie vor genaue Durchsichten der Objekte. Ein aktiver Befall ist eindeutig an frischen Ausfluglöchern zu erkennen und manchmal auch an kleinen Fraßmehlbröseln (sog. Genagsel) oder gar am Auffinden lebendiger Käfer. Von Vorteil ist ein wiederholtes Fotomonitoring (Detailaufnahmen), um die Vermehrung von Ausfluglöchern überprüfen zu können, da es nicht immer eindeutig erkennbar ist, ob ein Ausflugloch frisch oder schon älter ist. Ein praktisches Hilfsmittel ist das Bekleben der Oberfläche mit Seidenpapier, da dann frische Ausfluglöcher eindeutig nachweisbar sind. Diese Art des Monitorings kann aber nur an holzsichtigen Flächen angewandt werden.

Das Vorhandensein von Kotmehlauswürfen ist kein eindeutiger Nachweis für einen aktiven Anobienbefall, lediglich ein Indiz. Vermehrter Kotmehlauswurf kann auch von Fressfeinden (z.B. dem Blauen Felikäfer) von Anobium Punktatum verursacht werden. Dessen Larven ernähren sich sowohl von lebenden als auch von toten Anobienlarven, ohne selbst Schäden am Holz zu verursachen.

Die **Ermittlung von Schadstoffen** in der Raumluft und im Innern der Vitrinen ist für diese Objektgruppe weniger relevant. Priorität hat hier die Analyse der sich wiederholt ablagernden Stäube hinsichtlich ihrer Belastung mit Holzschutzmitteln, da von ihnen, vor allem während der Pflegearbeiten, in nicht unerheblichem Maße gesundheitliche Gefährdungen ausgehen können. Meistens wird eine Belastung mit derartigen Mitteln schon durch den intensiven Geruch und/oder weißlich-kristalline Ausblühungen angezeigt. Der Verdacht lässt sich relativ schnell an der Objektoberfläche mittels RFA überprüfen. Die hohen Chlorgehalte, die dann gemessen werden können, bestätigen die Holzschutzmittelbehandlung. Es kann sich um DDT, Lindan und PCP handeln. Aus den Ergebnissen der analysierten Staubproben leitet sich dann ab, wie weit Schutzmaßnahmen gehen sollten, wenn diese Objekte konservatorisch/restauratorisch bearbeitet werden oder Reinigungsmaßnahmen in den Räumen stattfinden.

Die Wirkung der anderen registrierten Luftschadstoffe (sog. VOCs) ist speziell für diese Objektgruppe bisher nicht erforscht. Da bei der restauratorischen Behandlung mit den gleichen flüchtigen Lösemitteln gearbeitet wird, kann es sogar sein, dass ihre Anreicherung im Vitrinenklima durch das Objekt selbst initiiert wird. Einzig Formaldehyd ist weiter kritisch zu betrachten. Dass die Wirkung dieser Stoffe bisher nicht genau bekannt ist, schließt eine Gefährdung für diese Objekte nicht aus, weshalb vor allem bei der Neueinrichtung von musealen Räumen und Vitrinen die Schadstoffbelastung überprüft werden muss. Sowohl der Einsatz von Passivsammlern als auch aktive Messungen haben sich im Projekt bewährt.

² http://www.uni-muenster.de/Forum-Bestandserhaltung/downloads/Meier-Wolff_2006.pdf, zuletzt eingesehen am 17.05.2016.

Eine weitere Problematik ist die **Gefährdung durch Licht**. Veränderungen an den Farbschichten können mit bloßem Auge nicht wahrgenommen werden, da sie sich über längere Zeiträume abspielen und keine Vergleichsbilder vorliegen. Aufgrund des hohen Alters der Objekte ist ein großer Prozentsatz der Veränderung (Ausbleichung, Verbräunung, Farbänderung, Alterung) bereits erfolgt. Um diesen, nun zwar nur noch langsam fortschreitenden, Prozess aufzuhalten, ist es erforderlich, die Belichtung entsprechend anzupassen und zu kontrollieren. Um den möglichen Gefährdungsgrad einschätzen zu können, bieten sich für das Monitoring Blau-Standards, Lichtdosimeter und entsprechende Messgeräte an.

Für den Halberstädter Domschatz wird empfohlen, die kontinuierlichen Durchsichten in bewährter Weise fortzusetzen und durch technische Verbesserungen möglichst zu optimieren. Klima und Licht müssen fortwährend kontrolliert und ggf. reguliert werden, um nicht Ursachen für Schädigungen zu generieren. In speziellen Fällen sind Biozidanalysen und Schadstoffmessungen notwendig.

Für die Dokumentation wurden einheitliche Dokumentationsvorlagen entwickelt, die den Bestand der Objekte anschaulich darstellen und die Entwicklung bezüglich des konservatorischen Zustandes in Zusammenhang mit den Bewahrungsbedingungen langfristig dokumentieren.

3.4.4. Fachgebiet Holz

Hartmut Meier

Für das Fachgebiet Holz kamen ausnahmslos konventionelle Monitoringverfahren zum Einsatz.¹ Im Einzelnen waren das die ständige Klimakontrolle, das Fotomonitoring in zeitlich festgelegten Zeiträumen und das Schädlingsmonitoring. Es wurden drei signifikante Objekte ausgewählt, der sogenannte Heiltumsschrank (Inv.-Nr. 128), der Giebelschrank mit Drachen (Inv.-Nr. 451) und der Tragaltar (Inv.-Nr. 340). Die Exponate befinden sich in unterschiedlichen Bereichen der Dauerausstellung, der Heiltumsschrank steht im Remtergang der Domklausur, der Tragaltar wird in einer Vitrine in der oberen Bischofskapelle präsentiert und der Giebelschrank mit Drachen befindet sich zusammen mit zwei weiteren Giebelschränken in der unteren Bischofskapelle.

Die **Klimaüberwachung** der Dauerausstellung wird seit 1996 durch das IDK koordiniert und realisiert. Vor Ort kümmert sich ein technischer Mitarbeiter der Domschatzverwaltung um die einzelnen Komponenten der Klimatechnik. Durch die direkte Kontrolle vor Ort und vor allem das kurzfristige Reagieren auf Fehlfunktionen der Klimatechnik können sehr gute Klimawerte erzielt werden.²

Das **Fotomonitoring** soll hier am Beispiel des Heiltumsschranks erläutert werden. In Zusammenarbeit mit Ulrich Sieblist (Fachgebiet Metall) wurde für das Fotomonitoring des Heiltumsschranks eine Vorrichtung (siehe Foto) gefertigt. Sie sollte das Fotografieren verschiedener Rasterbereiche ermöglichen. Die linke Seite des Heiltumsschranks wurde so mehrfach aufgenommen. Diese Rasteraufnahmen stellten sich leider als wenig hilfreich heraus. Es war im Anschluss mit unseren Mitteln nicht möglich, die einzelnen Aufnahmen als Gesamtansicht darzustellen.³ Vom 4.9.2013 bis zum 11.12.2013 wurden dann durch Uwe Kalisch (IDK) mit Hilfe einer fest installierten Nikon D 300 Kamera jeweils um 0.00 / 12.00 und 18.00 Uhr von einer vorher festgelegten Stelle der linken Außenseite des Heiltumsschranks Aufnahmen gemacht. Bei der Auswertung konnten keinerlei Auffälligkeiten registriert werden, d.h. die Metallaufgaben der Monitoringfläche wiesen keine Veränderungen auf.

Im Rahmen des DBU-Projektes und in Zusammenarbeit mit Christine Machate (Fachgebiet Malerei/Fassung) wurden ausgewählte Objekte in zeitlichen Abständen hinsichtlich Lichtstärke, relative Luftfeuchte, Holzfeuchte und Temperatur gemessen (siehe Messtabelle).⁴

¹ Siehe Liste Monitoringobjekte und -verfahren.

² Siehe dazu Bericht 2.3.1.

³ Siehe auch Bericht 3.4.2.

⁴ MACHATE, MEIER 2014.

Das **Schädlingsmonitoring** umfasste das Auslegen von Pheromonklebefallen und natürlich die bewährte visuelle Begutachtung der Objekte in regelmäßigen Zeitabständen. Aktiver Schädlingsbefall konnte an keinem der Exponate festgestellt werden. Die Klebefallen enthielten nach ca. acht Monaten der Auslage ebenfalls keine holzerstörenden Insekten. Dies spricht für eine intakte Infrastruktur in Betracht der Dichtigkeit von Fenster und Türen.

Zusammenfassend kann hier ein positives Fazit gezogen werden. Die drei Exponate und deren intensive Begutachtung stehen stellvertretend für das weitere hochwertige Kunst- und Kulturgut aus Holz im Halberstädter Domschatz. Eine fachkundige Betreuung des Sammlungsbestandes und vor allem die sehr gute interdisziplinäre Zusammenarbeit der Fachkollegen sollte unbedingt fortgesetzt werden.



Abb. 37: Vorrichtung zur fotografischen Erfassung des Heiltumsschranks mit Rastereinteilung

3.4.5. Fachgebiet Stein

Corinna Grimm-Remus

Ziel des Monitorings von Steinobjekten ist häufig die genauere Einschätzung der Progressivität von möglichen Schäden. Es kann jedoch auch, wie es im Halberstädter Domschatz überwiegend der Fall ist, nach einer Konservierung und der Änderung von Lagerungs- und Ausstellungsbedingungen im Rahmen eines Pflegeplanes fortgesetzt werden. So wird der Erfolg über einen längeren Zeitraum kontrolliert, bereits geringe Veränderungen lassen sich schnell diagnostizieren und im Bedarfsfall ist es möglich in einem sehr frühen Schadensstadium zu reagieren. So können auch Einflüsse auf das Objekt im Rahmen eines Monitorings ermittelt werden und die Ergebnisse zu Verbesserungen führen. Die exakte Abgrenzung zwischen Monitoring und Durchsicht ist deshalb z. T. schwierig.

Fragestellungen für Steinobjekte waren z. B.:

- Wie hoch ist die kontinuierliche/wiederkehrende Schmutz- und Staubbelastung? (die Flächen werden zwischen den Monitoring-Terminen gereinigt)
- Woraus bestehen Auflagerungen und Schmutz?
- Gibt es Schadstoffbelastungen?
- Gibt es aktive oder inaktive mikrobielle Belastungen?
- Ergeben sich Veränderungen der Oberflächen durch Licht bzw. UV-Strahlung?
- Ergeben sich Veränderungen der Oberflächen durch unterschiedliche Klimabedingungen, d.h. sind bestimmte Phänomene jahreszeitlich bedingt? (Monitoring im Sommer und Winter)
- Zeigen die Oberflächen Ausblühungen?
- Gibt es grundsätzliche Veränderungen (Risse, Verluste, Ablösungen, Entfestigungen)?
- Sind die ausgeführten Konservierungsmaßnahmen noch vollständig wirksam?

Bereits 2009 wurden zwei Objekte (Inv.-Nr. 381, Kalvarienberg und Inv.-Nr. 448, Madonna) für ein Monitoring ausgewählt. Definierte Flächen werden an beiden Objekten seit 2010 in bestimmten Zeitabständen auf Veränderungen überprüft und fotografisch dokumentiert, sodass hier schon längere Erfahrungen vorliegen.¹ Ein Domobjekt (Lfd. Nr. 1074, Große Madonna) unterliegt bereits seit 2003 einem intensiven Monitoring. Zudem wurden auch schon vor Projektbeginn gezielte Objekt- Klimamessungen durchgeführt. Seit 2013/2014 kamen im Rahmen des Projektes weitere ausgewählte Steinobjekte und Monitoringverfahren hinzu, welche zumindest für die Projektlaufzeit im Domschatz erprobt werden konnten.²

An den Steinobjekten durchgeführte Monitoringverfahren waren z. B.:

- Visuelle Durchsicht
- Fotodokumentation/fotografisches Monitoring
- Klimamessungen
- Mikroskopie
- Lichtdosimeter
- Farbmessung
- Staubmessung (Mengenermittlung mittels Petrischalen)/Staubuntersuchungen
- Schadstoffmessungen
- ATP-Messungen

¹ Siehe Beitrag 3.3.2.

² Siehe Liste Monitoringobjekte und -verfahren. Aus persönlichen Gründen (Elternzeit) konnten nicht alle Monitoringverfahren wie es ideal gewesen wäre, begleitet werden, weshalb eine Bewertung oft nur eingeschränkt erfolgt.

Im Ergebnis dessen lässt sich feststellen, dass für die Gruppe der (gefassten) Steinobjekte nach der Neugestaltung des Domschatzes 2008 sehr gute und deutlich verbesserte Ausstellungs- und Lagerungsbedingungen vorherrschen. Auch weiterhin wird deshalb vor allem die regelmäßige Durchsicht und Pflege durch einen Fachrestaurator das geeignetste Mittel der Wahl sein, um diesen stabilen Zustand zu erhalten.

Das **fotografische Monitoring** kann hier die Erfahrungen eines Fachrestaurators unterstützen. So werden Problembereiche langfristig und objektiv dokumentiert. Im Fall der vergleichsweise großen Steinobjekte wird sich aber immer nur die Auswahl bestimmter, gefährdeter Bereiche sinnvoll abbilden lassen. Gesamtaufnahmen können nur einem groben Überblick dienen. Ein Fotomonitoring, welches über Jahre immer vom gleichen Bereich gemacht wird, ist nur dann aussagekräftig, wenn die Aufnahmen unter identischen Bedingungen erstellt werden (Abstand Objekt/Kamera, Beleuchtung etc.). Dies ist aufwendig, aber realisierbar. Kleinere Abweichungen, die sich kaum vermeiden lassen, sind tolerierbar und besser als auf ein fotografisches Monitoring zu verzichten.

Als besonders hilfreich haben sich insgesamt die **objektgenauen Klimamessungen** erwiesen. Vor allem in Verbindung mit einer Messung der Objekt-Oberflächentemperatur lassen sich hier eindeutige Aussagen zu Kondenswasseranfällen treffen, was für Steinobjekte ein relevanter Schadensfaktor ist. Aber auch die Erwärmung von Oberflächen führt zu thermischen Spannungen von Stein und Fassung. Dies ist ebenfalls für die Bewertung von Schäden ein wichtiges Kriterium. So konnte auch im Rahmen des Projektes nachgewiesen werden, dass die Südseite der Skulptur Inv.-Nr. 448 tageszeitlich und jahreszeitlich bedingt erwärmt wird und hier sich Fassungsschäden zeigen, trotz Farbverglasung.

Zusätzlich hat eine Vergleichsmessung an einem Objekt in einer Vitrine im Stadtmuseum Halberstadt gezeigt, dass kleine mobile Messgeräte gut eingesetzt werden können. Die vergleichenden Messungen zeigten auch, dass die deutlich "trockneren" Ausstellungsbedingungen im Stadtmuseum zwar erst einmal kritisch zu sehen waren, diese in ihrer Gleichmäßigkeit aber zu keinerlei Schäden führen.

Mikroskopische Untersuchungen sind für die genaue Untersuchung der Objekte unabdingbar, vor allem wenn es um Erkenntnisse zum Malschichtaufbau geht. Für die Feststellung und Darstellung der von Schadensphänomenen an Skulpturen reichen aber oft der Makrobereich oder das Gehör (Perkussionsverfahren) durchaus aus. Zudem können Steinobjekte allein für eine mikroskopische Untersuchung nicht transportiert werden und sehr gute mobile Geräte sind kostenintensiv. Dies ist nur für ausgewählte Fragestellungen sinnvoll.

Oberflächenuntersuchungen mit langwelliger UV-Strahlung (UV-Fluoreszenz) wurden zwar im Rahmen des Projektes nicht erprobt, kamen aber bereits an einem der Monitoringobjekte (Inv.-Nr. 448; Madonna) zum Einsatz. Diese Untersuchungsmethode beschränkt sich jedoch auf die Beurteilung z.B. von Retuschen.

Für die Beurteilung mikrobieller Aktivität kamen mehrere Untersuchungen zum Einsatz:

- **Luftkeimmessung**³: zur Bestimmung der Anzahl der koloniebildenden (also lebenden) Keime in der Luft z. B. für die Beurteilung einer möglichen Gesundheitsgefährdung für Mitarbeiter
- **Stempelproben**: mit einem Stück sterilem Samt wird die Oberfläche des Objekts abgestempelt und die Keime direkt vor Ort auf Nährböden überstempelt.
- **Messung der oberflächlichen Energiegehalte (ATP-Messung**⁴): Bewertung der Aktivität des Befalls
- **Mikroskopie-Präparate** (Tesa-Film).

Hier hat sich die ATP-Messung als bewährte Messmethode etabliert. Da Objekte im Domschatz und auch im Dom wiederholt durch "Schimmelpilzbefall" betroffen waren, war es hier besonders hilfreich, die verschiedenen Methoden kennenzulernen, mit denen man Aktivität und Typisierung der Schimmelpilze ermitteln kann. Ein spezieller Kurs an der HAWK Hildesheim-Holzwinden ermöglichte hier umfassende Erkenntnisse zur Erkennung von Schimmelpilzarten und vor allem zur richtigen Probenentnahme. Besonders gefährdete Objekte – im Bereich der Steinobjekte ist dies eine ehemals befallene Grabplatte im Dom – sollten in Intervallen erneut beprobt werden. Zudem kann die Messung wichtige Hinweise für Bedingungen während der Konservierung liefern.

³ Luftkeimsammler der Firma Hohlbach, je 50 l Luft über verschiedene Nährböden geführt, koloniebildenden Einheiten (KBE) nach Gattung und Anzahl bestimmt.

⁴ Messung des oberflächlich vorliegenden Energiegehaltes mittels ATP-Nachweis (ATP= Adenosintriphosphat = Energie konservierende Verbindung in aktiven Zellen). Testkit LuciPac II der Firma Hyserve und der Photomultiplier Lumitester C-100 der Firma Kikkoman.

Die **Ermittlung von Schadstoffen** in den Räumen und Vitrinen ist für die Objektgruppe Stein weniger relevant, es sein denn es geht um die Feststellung einer Kontamination in den aufliegenden Stäuben. An ausgewählten Bereichen wurden Staubproben im Dom und Domschatz/Depot aufgenommen und analysiert. So hat sich z. B. auf Stäuben auf den Böden eine Belastung mit Holzschutzmittel-Rückständen feststellen lassen. Es kann sich um DDT, Lindan und PCP oder auch Permethrin handeln. Eine nachfolgende Beprobung an Stäuben auf den Steinskulpturen in größerer Höhe zeigte keine relevante Belastung. Deshalb sollte zukünftig jedoch noch stärker der Eigenschutz beachtet werden, auch wenn Reinigungen nur in der Nähe, und nicht der belasteten (Holz-)Objekte selbst, stattfinden. Zudem hat sich bestätigt, dass der Einsatz von Staubsaugern mit Hepa-Filter unabdingbar ist.⁵

Weitere entnommene Staubproben an den Domobjekten, welche mittels Röntgendiffraktion und Mikroskopie untersucht worden sind, zeigten vor allem Quarz, Gips und Kalk, was aus Absandungen des umgebenen Mauerwerks/Gewölbe resultieren dürfte. Zudem können auch die Baumaßnahmen im Dom als Quelle betrachtet werden. Die schnelle Wiederverschmutzung zeigt leider die notwendige Staubabnahme in kurzen Intervallen und die dringende Notwendigkeit eines Dom-Pflegeplanes. Das Bestimmen der Menge des Staubes/Schmutzes mittels ausgebrachten Auffangschalen ist verbesserungsfähig. So müsste ein poröses Material (was Stein auch ist) eingelegt werden, welches den Staub besser "fängt". Hier wird Glasschaum vorgeschlagen.

Die Wirkung der anderen registrierten Luftschadstoffe (sog. VOCs) ist speziell für Steinobjekte nicht wirklich untersucht. Da bei der restauratorischen Bearbeitung oft mit den gleichen flüchtigen Lösemitteln gearbeitet wird, kann es sogar sein, dass ihre Anreicherung im Vitrinenklima durch die Objekte selbst entsteht. Durch das Einbringen von Aktivkohle kann diese Anreicherung gedämpft werden. Durch die durchgeführten Messungen konnte ein Zeitraum ermittelt werden, in welchen Intervallen zukünftig die Aktivkohle ausgetauscht werden muss. Die im Domschatz verwendeten Vitrinen wurden vor ihrer Einrichtung auf Schadstoffunbedenklichkeit geprüft. So wurden überwiegend die Materialien Glas und Metall mit Einbrennlacken verwendet.

Ein weiterer Aspekt, auch für Steinobjekte, ist die **Gefährdung durch Licht**. Vor allem die Veränderungen an den Farbschichten (Verfärbung, Ausbleichung, Vergilben, Alterung) können mit bloßem Auge nicht immer wahrgenommen werden, da sie sich über längere Zeiträume abspielen. Um diesen in der Regel langsam fortschreitenden Prozess zu minimieren, ist es erforderlich, die Belichtung entsprechend anzupassen und zu kontrollieren. Um den möglichen Gefährdungsgrad des Lichtes einschätzen zu können, bieten sich für das Monitoring Blau-Standards, Lichtdosimeter und entsprechende LUX-Messgeräte an. Vor allem anhand der schnell reagierenden Lichtdosimeter war eindeutig die höhere Belastung an der Madonna (Inv.-Nr. 448) und dem Kalvarienberg (Inv.-Nr. 381) abzulesen. Langfristige Verfärbungen können zusätzlich durch Farbmessungen ermittelt werden. Hier haben jedoch Versuche gezeigt, dass hochwertige Geräte eingesetzt werden sollten. Zudem ist die Referenzstelle sehr genau zu dokumentieren (Einmessen und Schablone).

Bezüglich der Lichtschutzvorhänge im Kapitelsaal sind weitere Untersuchungen mittels Lichtmessungen und Kameramonitoring angestrebt, um bestimmte Gefährdungen zu minimieren.

Abschließend wird empfohlen, die Durchsichten und Pflegearbeiten weiter fortzusetzen und durch ausgewählte Monitoringverfahren zu unterstützen. Vor allem die Staubbelastung und Klimaschwankungen müssen an den Steinobjekten fortwährend minimiert und kontrolliert werden.

⁵ Dies gilt auch im Hinblick auf mikrobielle Belastungen.

3.4.6. Fachgebiet Handschriften, Bücher, Papier, Leder

Cornelia Hanke

Im Rahmen des DBU-Forschungsprojekts wurden ausgewählten Monitoringverfahren unter Ausstellungs- und Depotbedingungen auch für die Objekte aus dem Fachgebiet Handschriften, Bücher, Papier, Leder im Domschatz Halberstadt angewendet und erprobt.¹ Die Monitoringobjekte stehen exemplarisch für das breite Spektrum an Objekten in diesem Fachbereich und die Aufbewahrungsstandorte im Dom (Depots und Ausstellung). Die ausgewählten Objekte und Verfahren sind in der angefügten Tabelle zusammengestellt.

Das Objekt, Inv.- Nr. 503 (Antiphonar, Pergamenthandschrift), wurde in die p-RFA-Untersuchungen einbezogen. Die Messungen erfolgten an den Metallbeschlägen am Einband und an den Schreib- und Malmitteln. Die Auswertung der Messergebnisse erfolgte im Bericht von Caroline Teichmann, Leibniz Universität Hannover.²

Während der Projektlaufzeit wurden die ausgewählten Objekte intensiv beobachtet und ihr Zustand **fotografisch und schriftlich dokumentiert**. Mit den **Klimamessungen**, der **Ermittlung der Schadstoffbelastung**, der **Ermittlung der mikrobiologischen Belastung** (Inv.- Nr. 496) und dem **Monitoring von möglichen Museumsschädlingen** in den verschiedenen Aufbewahrungsbereichen wurden die spezifischen Umgebungsbedingungen, in denen die Objekte aus dem Fachgebiet Handschriften, Bücher, Papier, Leder aufbewahrt werden, untersucht und erfasst.

Als Fazit kann festgestellt werden, dass mit den Methoden des Monitoring der Zustand der Objekte und der Umgebungsbedingungen sehr gut kontrolliert werden konnte.

Tabelle 4 Seite 107: Übersicht über die Monitoringobjekte und -verfahren im Fachgebiet Handschriften, Bücher, Papier, Leder

¹ Siehe Liste Monitoringobjekte und -verfahren.

² TEICHMANN 2014, S. 116 ff.

Handschriften/Buch

Inv.-Nr	Objekt	Standort	Weitere Fachgebietsgruppe	Klima ¹	Schadstoffe / Dreiwello	Mikrobiologie / HAWK Petersen	Dokumentation / Kartierung	Mikroskopie REM/SE REM/BSE	Schädlinge Wolle, Seide und Holz ²	Diverses UV-Fluoreszenz-Fotografie	RFA
115	Wachstafel	Depot A	Holz	Holzdepot, Messung der rel. Luftfeuchte und Temperatur der Raumluft	06.08.12 Probenahme im Depotbereich Essigsäure TVOC Formaldehyd		Fotodokumentation	keine	Holzdepot (Depot A)	keine	
388	Horentafel	Ausstellung	Holz	Remtergang Messung der relativen Luftfeuchte und Temperatur im Raum			Fotodokumentation	keine		keine	
503	Graduale / Schließen	Depot B	Metall	Textildepot, Messung der rel. Luftfeuchte und Temperatur der Raumluft	06.08.12 Probenahme im Depotbereich Essigsäure TVOC Formaldehyd		Fotodokumentation	keine	Textildepot (Depot B)	keine	p-RFA ³ digitalmikroskopische Dokumentation Pb-Isotopenmessung ⁴
	Graduale / Tinte										p-RFA
	Graduale / Leder										p-RFA
505	Brevier	Depot B	keine	Textildepot, Messung der rel. Luftfeuchte und Temperatur der Raumluft	06.08.12 Probenahme im Depotbereich Essigsäure TVOC Formaldehyd		Fotodokumentation	keine	Textildepot (Depot B)	keine	
514	Visitationsberichte	Depot B	keine	Textildepot, Messung der rel. Luftfeuchte und Temperatur der Raumluft	06.08.12 Probenahme im Depotbereich Essigsäure TVOC Formaldehyd		Fotodokumentation	keine	Textildepot (Depot B)	keine	
496	Antiphonar mit Anhang	Depot B				Stempelprobe 05/2012					

Insgesamt 5 Objekte + 1 Objekt

1 Halberstadt Dom, Raumklimauntersuchungen im Domschatz vom 03.09.2013 bis 02.09.2014, Bearbeiter Dipl.-Ing. U. Kalisch
2 Biologische Beratung Ltd, Bip Storkower Str. 55 10409 Berlin; Empfehlungen zum Monitoring von Museumsschädlingen am Domschatz Halberstadt, 10.06.2014
3 Röntgenfluoreszenzanalyse mittels „Metallpistole“ (MP); 11.08.2014 und 18.08.2014 in Halberstadt
4 Pb-Isotopenmessung für Mineralogie Leibniz Universität Hannover

3.5. Überprüfung der Luftbe- und Entfeuchtungstechnik unter mikrobiologischen Gesichtspunkten: Zur Problematik rot pigmentierter Mikroorganismen

Karin Petersen

Eine Möglichkeit der berührungsfreien Analyse einer mikrobiellen Belastung besteht in der Untersuchung der Keimbelastung der Raumluft, die im Sinne der präventiven Konservierung also zu den Umfeldanalysen zu rechnen ist. Einerseits können in der Luft befindliche Keime auf die Oberflächen der Objekte gelangen und, soweit sie noch keimfähig sind, bei geeigneten Klimabedingungen sowie ausreichender Nährstoffversorgung auch eine Besiedlung des Objekts einleiten. Andererseits werden auch Keime von besiedelten Objekten in die Raumluft abgegeben.

Eine von der Situation in der Außenluft abweichende Belastung der Luft in den Räumen kann also als erster Hinweis auf eine mikrobielle Besiedlung von Objekten gelten. Darüber hinaus muss bei entsprechender Belastung der Luft, je nach vertretenen Arten, auch ein mögliches Gesundheitsrisiko für Besucher, in höherem Maße aber noch die Personen diskutiert werden, die mit der Wartung und Pflege der Domschatzobjekte befasst sind.

Im Sommer 2014 wurden in der Luft verschiedener Räume des Domschatzes wie auch im Dom selbst auffällige Belastungen mit rot pigmentierten Mikroorganismen (Hefen oder Bakterien wurden nicht differenziert) festgestellt. Diese Mikroben konnten jedoch nicht über die zeitgleich untersuchte Belastung in der Außenluft erklärt werden (Abb. 38 und 39).

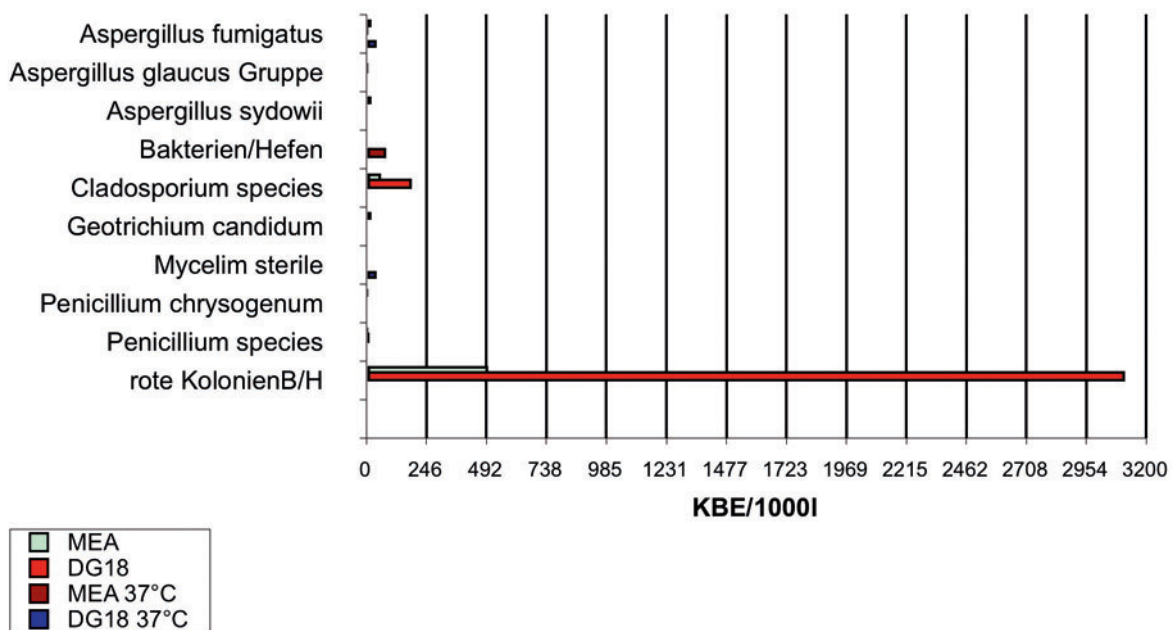


Abb. 38: Artenverteilung im Remtergang (KBE/m³) Juni 2014

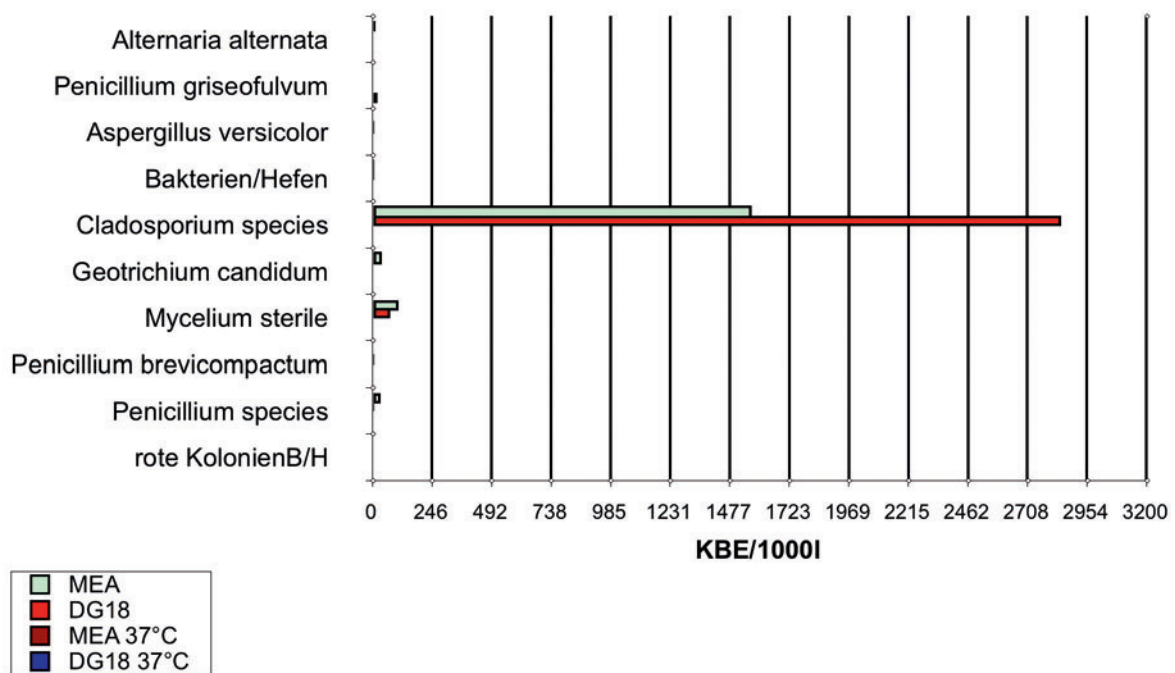


Abb. 39: Artenverteilung im unteren Kreuzgang, Außenluft (KBE/m³) Juni 2014

Ohne den Keimen eine Schadensrelevanz zuordnen zu können, wurden Ursachen für diese Häufung gesucht. Da auch die an den verschiedensten Domschatzobjekten ausgeführten Untersuchungen der Keimbelastung auf den Oberflächen diese Mikroben nicht aufwiesen und diese damit nicht als Quelle für diese Mikroorganismen anzusehen waren, wurden Untersuchungen auf den Keimgehalt der Be- und Entfeuchter durchgeführt.

Zunächst einmal konnte festgestellt werden, dass die Belastung mit Kolonie bildenden Einheiten (KBE/ml) im ungünstigsten Fall nur um eine bis zwei Zehnerpotenzen über den für Trinkwasser zugelassenen Werten lag, wobei eine gezielte Differenzierung nach möglicherweise gesundheitsgefährdenden Arten nicht erfolgte und auch unerheblich war, da eine derartige Verwendung ausgeschlossen ist. Ebenfalls wurde festgestellt, dass Schimmelpilze in den Wasserproben keine Rolle spielten.

Die höchste nachgewiesene Keimbelastung mit rot pigmentierten Mikroben lag für die untersuchten Be- feuchter im Depot B sowie im Remtergang bei 5500 KBE/ml und für die Entfeuchter im Remtergang bei 6350 KBE/ml.

Für die Belastung der Raumluft wurden im Remtergang maximal 3113 KBE/m³ nachgewiesen. Aus diesen Werten könnte auf die Be- bzw. Entfeuchter als Quelle für diese Mikroorganismengruppe geschlossen werden. Auch für den Liebfrauenraum ist ein derartiger Zusammenhang möglich, hier wurden in der Luft ebenfalls 3500 KBE/m³ bei laufender Multisplitanlage nachgewiesen, in dem entsprechenden Entfeuchter fanden sich die Mikroorganismen nicht, wohl aber in dem Befeuchter allerdings in geringerer Konzentration als im Remtergang mit Werten bei 908 KBE/ml. Ebenfalls eine Korrelation ergab sich für den Entfeuchter (5431 KBE/ml) und die Raumluftbelastung (1900 KBE/m³) im unteren Kapitelsaal.

Für andere Räume konnte dieser Zusammenhang jedoch nicht gezeigt werden, so wurden die rot pigmentierten Mikroorganismen in der Schatzkammer in der Luft zwar ebenfalls nachgewiesen, jedoch in geringerem Umfang (293 KBE/m³), während sie in dem Befeuchtergerät, das in der Schatzkammer steht, in hoher Zahl zu finden waren (4407 KBE/ml).

Da sich ein direkter Zusammenhang zwischen der Belastung der Raumluft und der in den Be- und Entfeuchtern nach den vorliegenden Werten nicht ausschließen lässt, sollte der Keimgehalt dieser Geräte regelmäßig überprüft werden und bei Bedarf eine Desinfektion ausgeführt werden. Der Reinigungserfolg sollte nach einer derartigen Maßnahme überprüft werden, dies kann mit handelsüblichen Fertigtests zum Nachweis des Keimgehalts in Flüssigkeiten auch durch entsprechend geschulte Mitarbeiter vor Ort erfolgen.

3.6. Materialtechnische Überprüfung von Hilfsstoffen wie Aktivkohle und Proisorb

Ursula Drewello

Hilfsstoffe zur Luftreinigung in Vitrinen

Aktivkohle

Aktivkohle ist das mit Abstand am häufigsten eingesetzte Material zur Luftreinigung in der Industrie, der Gebäudetechnik, in Museen und für Schutzausrüstungen im Militärbereich. Das Material vermag am effizientesten flüchtige organische Verbindungen zu adsorbieren. Weitere Anwendungsgebiete findet sie in der Wasseraufbereitung, der Nahrungsmittelindustrie und für medizinische Indikationen: Aktivkohle ist schon fast ein „Allheilmittel“ in einer mit Chemikalien beladenen Welt. Das Material selbst kommt in verschiedenen Modifikationen vor. Es ist eine schwarze, trockene, geruchs- und geschmacklose Substanz, die zu Pulver oder Granulaten verarbeitet, aus kleinsten Graphitkristallen und amorphem Kohlenstoff mit poröser Struktur und großer innerer Oberfläche besteht. Aufgrund seiner hohen Mikroporosität, die 500-1500 m²/g Oberfläche bietet, und seiner offenporigen, schwammartigen Struktur ist die Aufnahme- und Adsorptionskapazität der Aktivkohle für organische Verbindungen enorm.¹

Für Vitrinen und Depots in Museen wird Aktivkohle in Form von losem Aktivkohlegranulat, aber auch als Aktivkohlegewebe zur Reduzierung von VOC eingesetzt. Als Adsorbens kommt vorzugsweise ein nicht imprägniertes Granulat von Kokosnussschalen in Betracht, das durch physikalische Adsorption eine hohe Bandbreite flüchtiger Kohlenwasserstoffe wesentlich rascher und effizienter aus der Luft abzieht als es durch chemische Sorption gelingt. Mit Natriumhydroxid (NaOH) imprägnierte Aktivkohle aus Steinkohlegranulat wirkt zusätzlich chemisorptiv und ist sehr gut für die Sorption von Essigsäure und anderen sauren Gasen geeignet. Der Vorteil ist, dass keine Desorption von Schadgasen möglich ist, wie bei adsorptiv wirkenden Aktivkohlevarianten. Aktivkohle, zu einem Gewebe verarbeitet, eignet sich vor allem für Vitrinen mit wenig Luftbewegung: Das Gewebe muss allerdings unmittelbar im Vitrinenraum ausgelegt werden.²

Zudem gibt es spezielle Imprägnierungen der Aktivkohle für die Chemisorption spezifischer Stoffgruppen.³

Tonerden

Tonerden werden pur oder in Kombination mit Aktivkohle eingesetzt. Sie funktionieren chemisorptiv und besitzen eine hohe Aufnahmekapazität für oxidierende Gase wie Schwefelwasserstoff, Stickoxide, Schwefeloxide, Formaldehyd und organische Säuren. Die Filterwirkung von Tonerden der Produktreihe Purafil® SP basieren auf Absorption, Adsorption und der chemischen Reaktion: Gase kommen mit dem Pellet in Kontakt und werden durch Oxidation in mineralische Rückstände neutralisiert. Eine Desorption ist nicht mehr möglich. VOC können allerdings effektiv nur in Kombination der Tonerden mit Aktivkohle aus der Luft herausgefiltert werden, bspw. durch Purafil® SP Blend. Dieses setzt sich aus einem gleichteiligen Mix (nach Volumen) aus Purafil® PURAKOL (Aktivkohle) und Purafil® SP (Tonerde) zusammen. Die Pellets bestehen aus einer Kombination von essigsaurer Tonerde, Bindemitteln und Kaliumpermanganat, um eine optimale und breitbandige Adsorption sowie die Absorption und die Oxidation verschiedener schädlicher Gase zu gewährleisten. Die Einbindung des Kaliumpermanganats führt durch die Reaktion der sauren Gase mit dem Kaliumpermanganat in einer Redoxreaktion zu Mangandioxid und damit zu einem Farbumschlag der Tonerden von violett nach braun, was gleichzeitig als Indikator für den Verbrauch des Oxidationsmittels fungiert.

¹ FALBE, REGITZ 1996.

² WALLER 2015.

³ <http://www.silcarbon.eu/deutsch/produkte/>, zuletzt eingesehen am 21.01.2016.

Prosorb

Prosorb ist ein hochporöses Silikagel zur Regulierung und Stabilisierung der relativen Luftfeuchtigkeit in Museumsvitrinen, da es Wasserdampf aufzunehmen und wieder abzugeben vermag. Dabei ist es besonders für einen Klimabereich von 40-60 % relativer Feuchte geeignet, der insbesondere für die Aufbewahrung von Kunstwerken aus organischen Materialien erforderlich ist. Innerhalb dieses Bereiches lässt es sich auch auf einen gewünschten Wert vorkonditionieren.

Da es mit seiner beachtlichen inneren Oberfläche (ca. 750 m²/g) und seinem Porenvolumen (ca. 0,5 ml/g) eine hohe Aufnahmekapazität für Wasserdampf besitzt, kann Prosorb entsprechend hohe Schwankungen der Luftfeuchte ausgleichen. Diese Eigenschaften machen Prosorb zu einem häufig eingesetzten Hilfsmittel zur Stabilisierung der relativen Feuchte in Vitrinen.⁴

Bedenken zur Funktionsweise von Prosorb betreffen das Silikagel, das nicht nur Wasserdampf aufnimmt, sondern auch organische Verbindungen adsorbiert, die jedoch unkontrolliert desorbieren können. Bei Vorliegen beider Belastungsquellen, also Feuchtigkeit und VOC, sollte die ambivalente Eigenschaft von Prosorb berücksichtigt werden.

Gravimetrische Erfassung der Sättigung von Aktivkohle und Prosorb

Zur Evaluierung der Effektivität von Aktivkohle und der Überprüfung der Wirkungsweise von Prosorb sollte im Rahmen des Projektes die Frage geklärt werden, inwieweit die Beladung von Aktivkohle und Prosorb mit VOC gravimetrisch messbar ist und die Beladung und Sättigung der Adsorbentmaterialien sowie deren desorptive Eigenschaften gravimetrisch verfolgt werden können. Eine gravimetrisch messbare Gewichtszunahme könnte für Restauratoren ein einfach zu handhabendes Indiz für die Sättigung der Aktivkohle und das Signal für den notwendigen Austausch sein.

Es ist festzuhalten, dass die Berechnung der Adsorption von Lösemitteln an Aktivkohle keineswegs trivial ist: Jede flüchtige organische Verbindung besitzt eine eigene Adsorptionsisotherme, die über die Konzentration in der Luft (X-Achse) zur Beladung des Adsorbens in Gewichtsprozent (Y-Achse) aufgetragen wird. Untersuchungen der Adsorptionsisothermen von Lösemitteln in verschiedenen Temperaturbereichen und mit unterschiedlichen Gasbeladungen zeigen Schippert und Kimmerle 2006. Die im Rahmen des DBU-Projekts zu klärenden Fragen bezogen sich jedoch auf die prinzipielle Machbarkeit einer gravimetrischen Erfassung und den Versuch, die Beladung von Adsorbentmaterialien mit einer herkömmlichen Feinwaage zu bestimmen.

Versuchsaufbau

Zu diesem Zweck wurde in einem Exsiccator (20 Liter) in zwei Durchgängen zum einen Kaliumcarbonat, zum anderen Kaliumacetat zur Einstellung der relativen Luftfeuchte eingesetzt bis sich ca. RH 35-40 % bzw. RH 28-35 % über den gesättigten Salzlösungen eingestellt haben. Die Temperatur betrug 20-21°C (s. Abb. 40). Zunächst wurde eine Konditionierung der Adsorbentmaterialien in der jeweiligen Wasserdampf-atmosphäre durchgeführt. Dazu wurde nicht imprägnierte Aktivkohle aus Kokoschalengranulat K48, nicht imprägniertes Aktivkohlegewebe und Prosorb (trocken) jeweils in 200 ml Bechergläsern abgewogen und in den Exsiccator gestellt. Nach der Konditionierungsphase wurde das Lösemittelgemisch aus Methylethylketon (MEK), Aceton und Ethanol zu jeweils gleichen Volumenanteilen zugegeben.

Das Abwiegen der Aktivkohle und des Prosorbs zur Erfassung der Lösemitteladsorption erfolgte in der ersten Woche im Abstand von jeweils einem Tag, anschließend im mehrtägigen Abstand. Nach 56 bzw. 25 Tagen wurden die Aktivkohle und das Prosorb herausgenommen und entlüftet, um die Desorption der Lösemittel gravimetrisch festzustellen.

⁴ WALLER 2015.

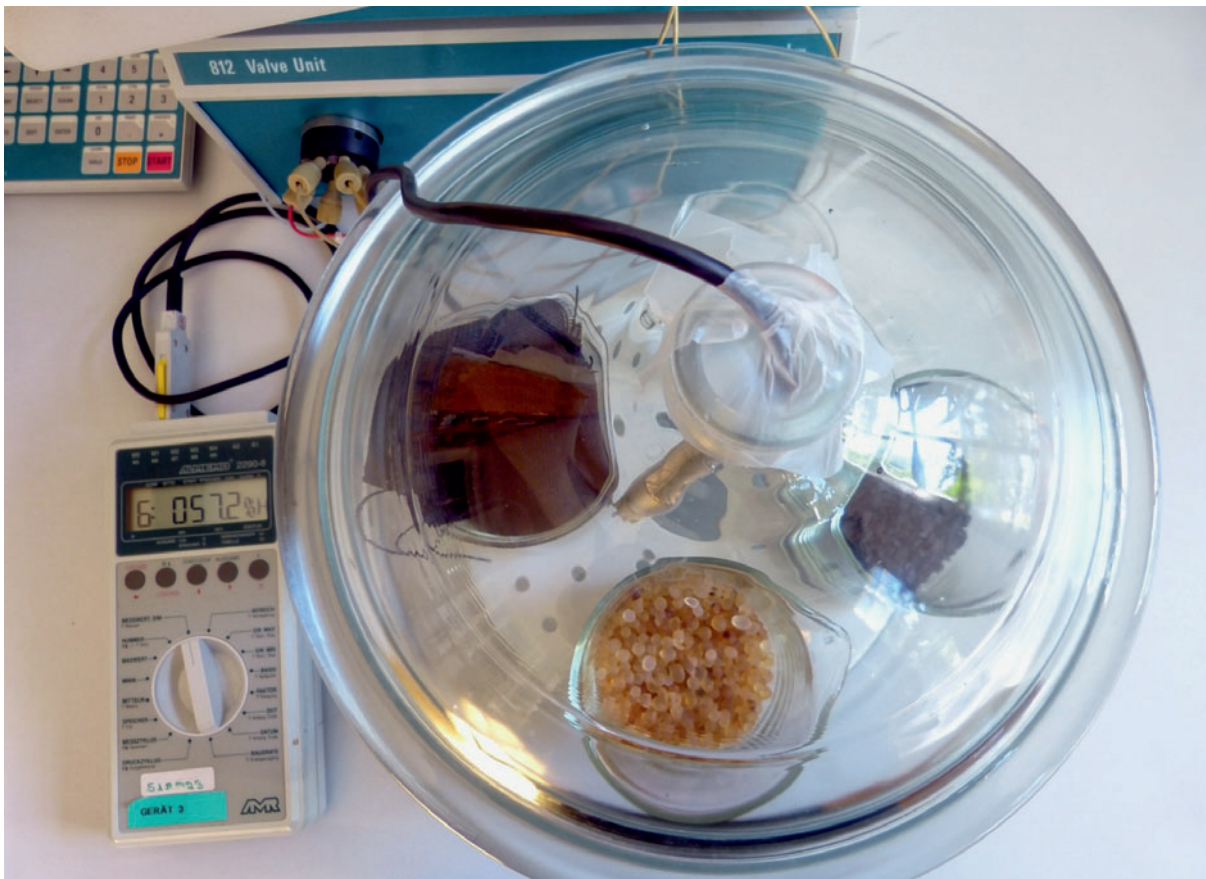


Abb. 40: Modellversuch zur gravimetrischen Beladung der Adsorbentmaterialien im Exsiccator: Im Uhrzeigersinn Aktivkohlegranulat (3h), Prosorb (6h), Aktivkohlegewebe (9h) und Lösemittelgemisch (12h)

Ergebnis

Die zwei Versuchsdurchgänge mit einer Konditionierung der relativen Luftfeuchte mittels Kaliumacetat und Kaliumcarbonat lieferte folgende Resultate:

1. Die Beladung von Prosorb, Aktivkohlegranulat und Aktivkohlegewebe mit Lösemitteln bzw. Wasser ist definitiv gravimetrisch messbar. Eine Unterscheidung der Gewichtszunahme durch die Adsorption von Wasser oder flüchtigen organischen Verbindungen ist jedoch bei Prosorb gravimetrisch nicht möglich. Wasserdampf gestört wird.⁵ Für das Prosorb kann demnach nicht zwischen einer Beladung bzw. Gewichtszunahme durch VOC oder Wasser unterschieden werden.
2. Die Gewichtszunahme der Adsorbentmaterialien ist abhängig von der relativen Feuchte, was in beiden Versuchsdurchgängen gut zu beobachten war.⁶ Der Exsiccator wurde im Fall mit Kaliumcarbonat auf eine relative Feuchte von RH 46-51 % konditioniert, im Fall mit Kaliumacetat auf RH 28-41 %. Hinzuweisen ist auf die schlagartige Erhöhung der relativen Luftfeuchte beim Einbringen der Lösemittel in den Exsiccatorraum.

⁵ DREYHAUPT 1994.

⁶ In der Literatur wird von einer hohen Aufnahmefähigkeit für gasförmige Luftverunreinigungen ausgegangen, wenn die Aktivkohle über 20 % des Eigengewichts aufnimmt. Eine befriedigenden Aufnahmefähigkeit liegt bei 10-20 Ma.-%. Die Aufnahmefähigkeit ist abhängig von Parametern wie der rel. Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Porengrößenverteilung, Diffusionskoeffizient und Korngröße der Aktivkohle (WALLER 2015).

3. Bei einer relativen Feuchte von RH 46-51 % (Kaliumcarbonat) wurde für Prosorb erwartungsgemäß eine deutlich höhere Gewichtszunahme bzw. Adsorption erreicht als bei RH 28-41 % (Kaliumacetat). Das Aktivkohlegranulat reagierte auf den Luftfeuchtigkeitsunterschied nur unwesentlich, während das Aktivkohlegewebe bei höherer Luftfeuchte sogar weniger an Gewicht zunahm als bei niedrigerer relativer Luftfeuchte.
4. Der Verlauf der Gewichtszunahme in der mit Kaliumcarbonat konditionierten Atmosphäre (RH 46-51 %) unterscheidet sich deutlich vom Verlauf in der mit Kaliumacetat (RH 28-41 %) eingestellten Atmosphäre:
 - Kaliumacetat
Bei Kaliumacetat (RH 28-41 %) geben die Adsorbentmaterialien in der Konditionierungsphase zunächst Wasser ab, was bei einer anfänglichen relativen Feuchte von RH 28 % zu erwarten ist. Nach dem Einbringen der Lösemittel war innerhalb eines Tages eine starke Gewichtszunahme aller Adsorbentmaterialien zu beobachten. Es folgte eine Stagnationsphase (Lag-Phase), in der die Werte sich nur geringfügig nach oben oder unten bewegten. Vom 4. bis zum 7. Tag war wiederum eine hohe Gewichtszunahme zu verzeichnen, die sich bis zum 17. Tag in abgeschwächter Form fortgesetzt hat und ab dem 27. Tag erneut in eine Lag-Phase mündete.

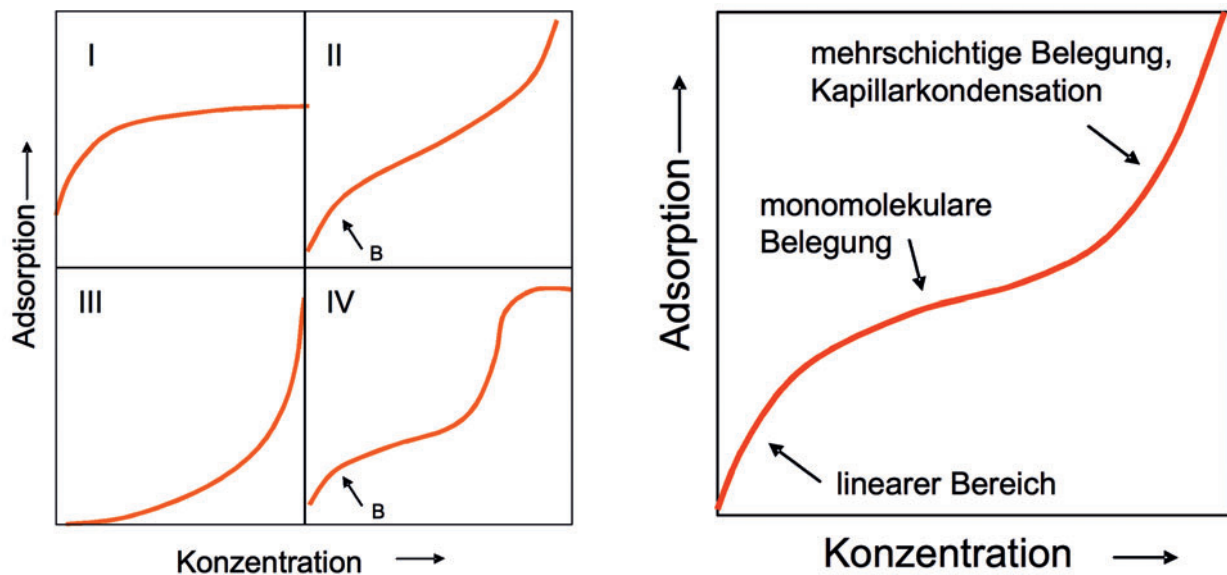


Abb. 41: Links: Adsorptionsisothermen können laut IUPAC in verschiedene Typenklassen unterteilt werden. Die reversible Typ I-Isotherme ist spezifisch für mikroporöse Substanzen mit relativ kleiner äußerer Oberfläche, z. B. Aktivkohle. Zunächst füllen sich die Mikroporen, anschließend kommt es zur Ausbildung einer Monolage auf der äußeren Oberfläche und die Adsorptionsisotherme flacht ab. Am Punkt B geht man davon aus, dass die erste Monolage vollständig ist. Rechts: Verlauf einer Adsorptions-Isotherme mit den verschiedenen Phasen der adsorptiven Belegung.

Interessant ist, dass der Kurvenverlauf der Adsorptionsisotherme III⁷ ähnelt, obwohl sich letztere durch andere Größen definiert, nämlich die Adsorbensbeladung und die Restkonzentration an Adsorbat (VOC) in der Gasphase. Zur Beschreibung der Adsorptionsisothermen wurden Modellvorstellungen entwickelt, nach denen eine oder mehrere Adsorbatschichten auf der Adsorbentoberfläche aufliegen. Die bekanntesten Isothermengleichungen sind die Henry-, Freundlich-, Langmuir- oder BET-Isothermengleichung.⁸

⁷ Eine Adsorptions-Isotherme für Aktivkohle ist die graphische Darstellung der Beladbarkeit einer Aktivkohle in Abhängigkeit von der Gleichgewichtskonzentration bei konstanter Temperatur.

⁸ SCHOLL 2008.

Während Prosorb und Aktivkohlegranulat diesen Verlauf der Gewichtszunahme im Wesentlichen zeigen, ist bei dem Aktivkohlegranulat in der Lag-Phase eine nicht unerhebliche Gewichtsabnahme zu beobachten. Diese wird jedoch wie bei Prosorb und Aktivgranulat nochmals überwunden, wenn auch erst in der Phase ab dem 7. Tag bis zum 17. Tag, in der ein zweiter Anstieg in der Adsorptionskurve erfolgt, der ab dem 27. Tag in die Lag-Phase übergeht. Der zweite Anstieg in der Adsorptionsisotherme wird mit einer mehrschichtigen Belegung der Aktivkohle erklärt, wie aus Abb. 42 hervorgeht. Die erheblich nach Lösemittel riechenden Adsorbentmaterialien (inklusive Prosorb) wurden nach 56 Tagen aus dem Exsiccator herausgenommen, in normaler Raumluft „gelüftet“ und die Gewichtsabnahme erfasst. Prosorb hat in dieser Phase die stärkste und rascheste Gewichtsabnahme gezeigt, obwohl die relative Feuchte in der normalen Raumluft mit RH 52 % deutlich höher war als im Exsiccator. Dementsprechend ist nicht von einer Wasserabgabe, sondern von einer VOC-Abgabe auszugehen. Auch nach der letzten Wägung von Prosorb konnte noch der Geruch nach Lösemittel an dem Material deutlich wahrgenommen werden.

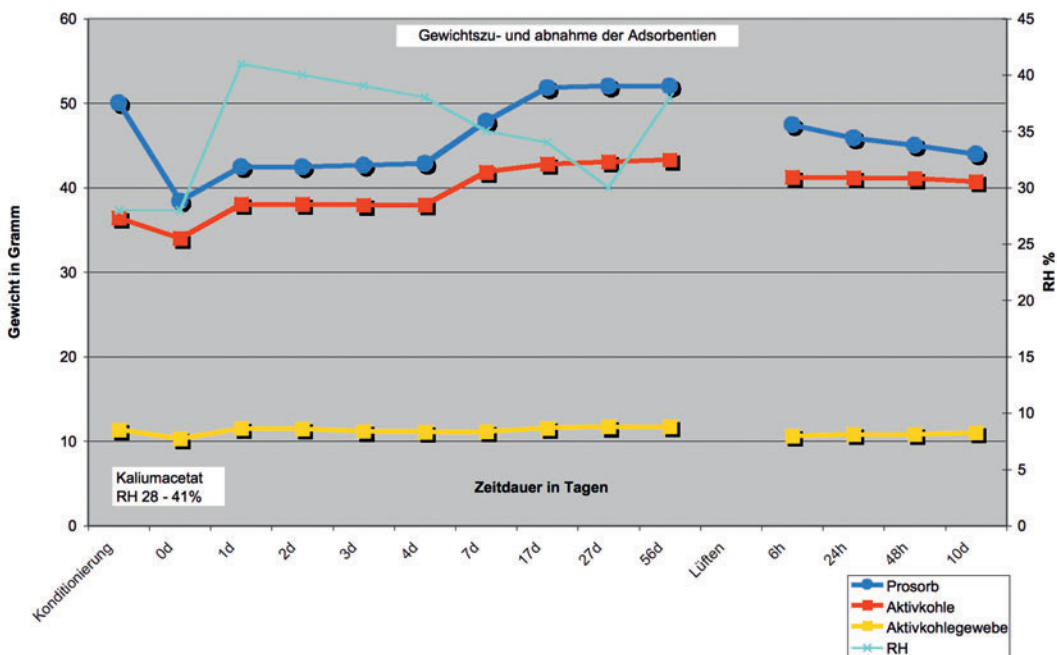


Abb. 42: Verlauf der Gewichtszunahme von Adsorbentmaterialien nach der Konditionierung der Atmosphäre im Exsiccator mit Kaliumacetat in Zusammenschau mit dem Verlauf der relativen Feuchte

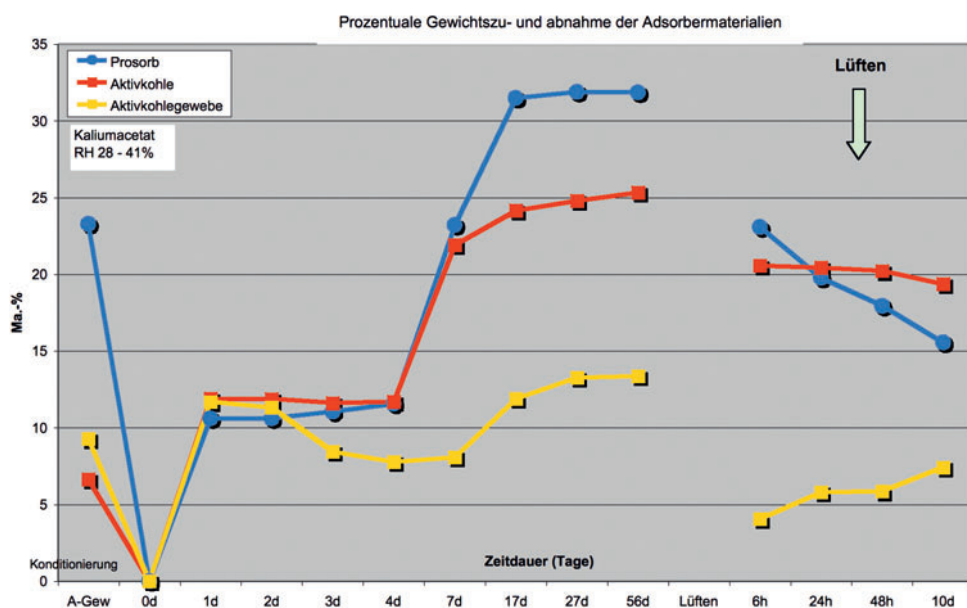


Abb. 43: Verlauf der Gewichtszunahme von Adsorbentmaterialien nach der Konditionierung der Atmosphäre im Exsiccator mit Kaliumacetat

- Kaliumcarbonat (RH 47-51 %)

Bei Kaliumcarbonat reagieren die Adsorbentmaterialien in der Konditionierungsphase unterschiedlich: Während Prosorb Wasser aufnimmt, verändert sich das Gewicht des Aktivkohlegranulats unwesentlich und das Aktivkohlegewebe gibt schließlich Wasser ab. Ähnlich wie in der Kaliumacetat-regulierten Atmosphäre ist auch hier eine starke Gewichtszunahme aller Adsorbentmaterialien innerhalb eines Tages zu beobachten. Die starke Zunahme hält für Prosorb und Aktivkohle bis zum 4. Tag an, dann folgt eine deutlich verlangsamte Zunahme bis zum 10. Tag, die von einer Lag-Phase bis zum 20. Tag abgelöst wird. Dann jedoch ist im Gegensatz zum Versuch in der Kaliumacetat-Lösung kein erneuter Anstieg zu verzeichnen, sondern eine deutliche Gewichtsabnahme aller Adsorbentmaterialien.

Das Aktivkohlegewebe gelangt in diesem Versuch bereits ab dem 1. Tag in eine Lag-Phase und nimmt prozentual, wie schon im vorhergehenden Versuch, eine weitaus geringere Menge an flüchtigen Verbindungen auf.

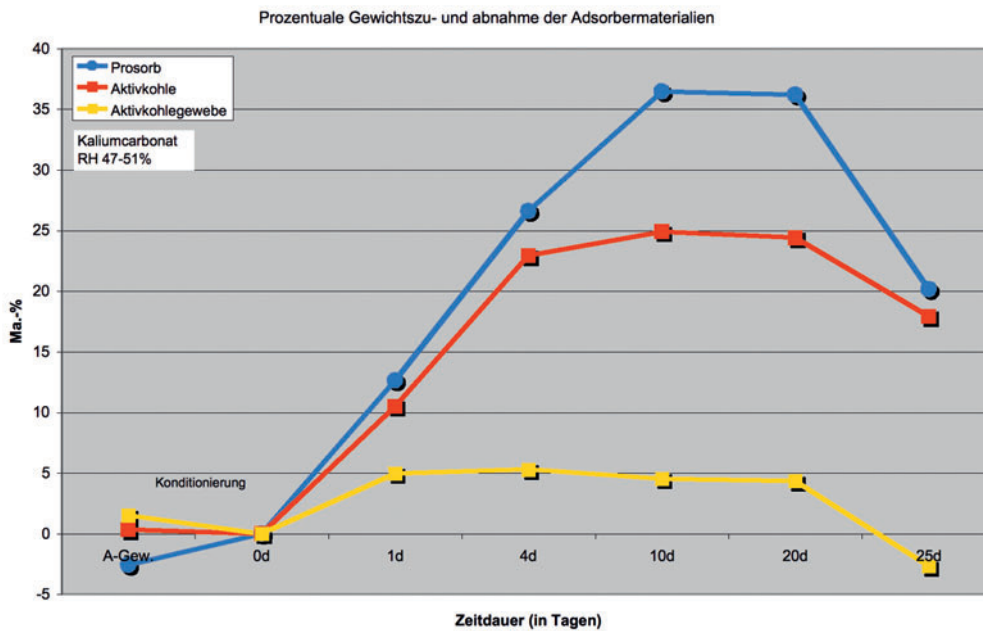


Abb. 44: Verlauf der Gewichtszunahme von Adsorbentmaterialien nach der Konditionierung der Atmosphäre im Exsiccator mit Kaliumacetat

- Beurteilung

In beiden Experimenten zeigt sich, dass Prosorb von den geprüften Adsorbentmaterialien die größte Aufnahmefähigkeit für gasförmige Verbindungen (VOC/Wasser) besitzt, gefolgt von Aktivkohle als Granulat und von Aktivkohlegewebe. Prosorb ist offensichtlich aufnahmefähig für Lösemittel, wobei die Verteilung von Wasser und Lösemittel im Porensystem unklar ist. Die ersten Versuche lassen vermuten, dass Wasser zugunsten einer Lösemittelaufnahme abgegeben wird, da die relative Feuchte im Exsiccator trotz stabilisierender Salze ansteigt.

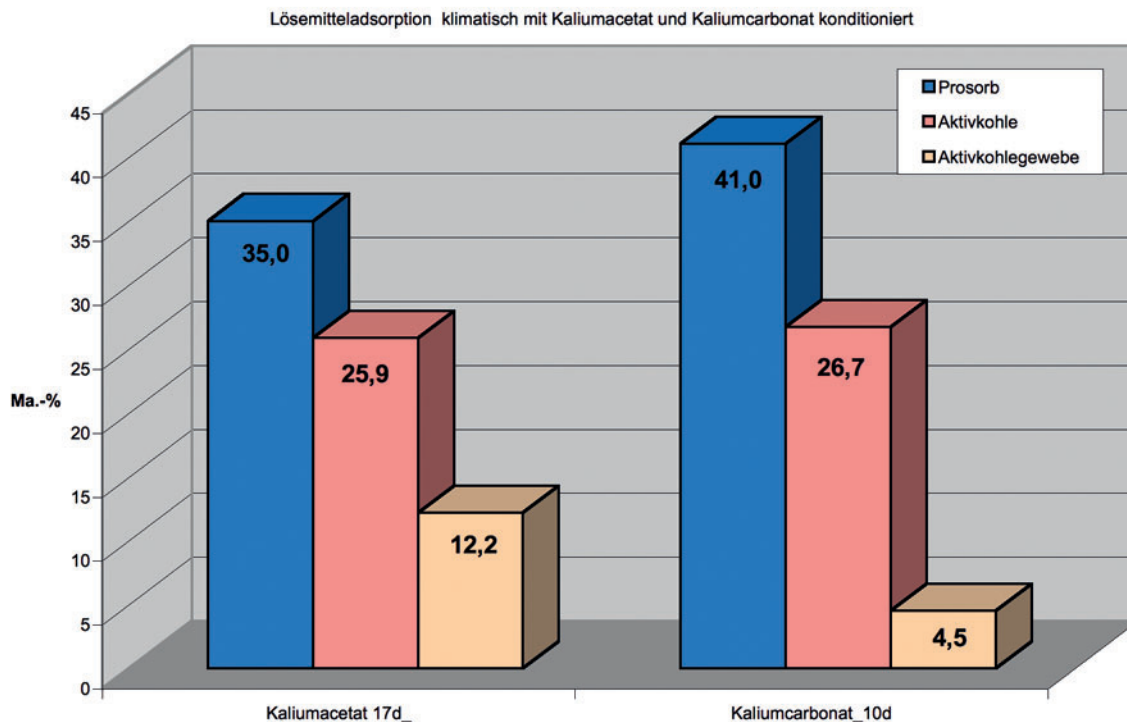


Abb. 45: Zeitpunkt der maximalen Gewichtszunahme der Adsorbentmaterialien abhängig von der Konditionierung mit Kaliumacetat oder Kaliumcarbonat

Fazit

Hilfsmaterialien wie Aktivkohle oder Prosorb werden für verschiedene Zwecke eingesetzt, das Prosorb zur Feuchtregulation und die Aktivkohle zur Adsorption von flüchtigen organischen Verbindungen. Jedoch zeigen die Versuche zur gravimetrischen Erfassung der gasförmigen Verbindungen und die olfaktorische Wahrnehmung, dass Prosorb offenbar nicht nur Luftfeuchte aufnimmt, sondern auch flüchtige organische Verbindungen. Dies ist insofern nicht verwunderlich, als Silikagel, aus dem das Prosorb besteht, auch zur Sammlung von flüchtigen organischen Verbindungen wie Carbonsäuren eingesetzt wird. Aufgrund der hohen Gewichtszunahme des Prosorbs und der damit verbundenen hohen Adsorptionsrate, ist auch mit einer entsprechenden Desorption nach Übersättigung des Materials zu rechnen.

Das unimprägnierte Aktivkohlegranulat weist im Versuch unabhängig von der Konditionierung eine Gewichtszunahme von ca. 26 Ma.- % auf. Das Aktivkohlegewebe hingegen ist bezüglich der Aufnahme von flüchtigen Verbindungen stärker von der Luftfeuchte abhängig und nimmt bei höherer relativer Luftfeuchte weniger an Gewicht zu als bei geringerer relativer Feuchtigkeit.

Diese Ergebnisse sind statistisch nicht abgesichert, geben jedoch einen Hinweis zum tendenziellen Verlauf der Adsorption durch die Materialien. In jedem Fall kann gezeigt werden, dass die Möglichkeit einer gravimetrischen Messung der Beladung der Adsorbentmaterialien mit Hilfe einer normalen Feinwaage gegeben ist. Damit wäre eine erste Einschätzung möglich, nach welcher Zeitdauer ein Wechsel des Adsorbentmaterials notwendig wird. Ein erster Anhaltspunkt ist die empirisch ermittelte Aufnahmekapazität des Aktivkohlegranulats von ca. 20 Ma.- % und des Aktivkohlegewebes von 5-10 Ma.- %. Alternativ könnten Wechselraten auch über die Errechnung des „Durchtritts“ oder „Durchbruchs“ ermittelt werden (s. Kap. 2.2, Pflegeplan).

3.7. Überlegungen zum Einfluss der Luftionisierung und des dabei entstehenden Ozons auf Kunstobjekte

Ursula Drewello

Das Bedürfnis nach „frischer“ Luft hat die „Luftionisierung“ wieder populär gemacht und zu neuem Auftrieb verholfen. Sogenannte Luftionisatoren werden heutzutage zuhauf vertrieben und versprechen in plakativen Bildern die Luft, nach der man sich in einem schlecht gelüfteten Raum sehnt: Frische Luft wie im Wald oder an einem Wasserfall. Es ist nicht von der Hand zu weisen, dass durch die Luftionisierung, die mit der Bildung von negativ geladenen Ionen (Anionen) einhergeht, Schadgase und Partikel wie beispielsweise Pollen, Schimmelpilzsporen, Allergene, Staub und Rußpartikel so verändert werden, dass sie Partikelcluster bilden, die dann anschließend aus der Luft gefiltert werden können. Allerdings ist hierfür ein sogenanntes Ionisator-Gerät notwendig, das mittels Koronaentladung und Feldemission eine Hochspannung aufbaut und durch die folgende elektrische Entladung zur Ionisierung der Umgebung führt. Dieser Effekt wird nicht nur für die Luftreinigung in Form von Staubbindung genutzt, sondern auch für die gezielte elektrostatische Aufladung beispielsweise von Oberflächen in Druckern und Kopierern.¹ Genauso kann der Effekt der Ionisierung auch zur elektrostatischen Entladung eingesetzt werden, was in Haartrocknern, Staubsaugern und Notebooks zwar genutzt wird, in größerem Maße jedoch in der industriellen Verarbeitung von Papier, Folien, elektronischen Bauelementen etc. von Bedeutung ist.²

An dieser Stelle soll im Zusammenhang mit der Frage nach dem Umgang und der Pflege unserer Kulturschätze jedoch auf einen weiteren Aspekt der Raumluft-Ionisation eingegangen werden: Denn durch den Ionisierungsvorgang können Abbauprodukte wie Formaldehyd und Stickoxide aus flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) entstehen, die nicht gewünscht sind. Aus den Stickoxiden wiederum kann Ozon entstehen, das hochreaktiv ist und die Atemwege bereits in geringen Konzentrationen reizt. Zudem kann das Ozon selbst durch seine starke oxidative Wirkung zur Bildung unerwünschter Folgeprodukte führen.³

Nun sind es in Museen weniger die Kopierer, Drucker und Luftreiniger, die aufgrund ihrer potenziellen Ozonbildung eine Bedrohung für unser Kulturgut darstellen, allerdings sind viele Museen mit zahlreichen Luftbefeuchtern und einer Klimaanlage ausgestattet, die über eine Ionisierungsfunktion verfügen und auf diese Weise das stark oxidativ wirkende Ozon und weitere reaktive Verbindungen produzieren können. Bereits geringe Mengen solcher Schadgase wirken nicht nur gesundheitsschädlich, sondern auch korrosiv auf unser Kulturgut. Ozon ist ein starkes schädigendes Agens für nahezu alle organischen Materialien und führt entsprechend zur Versprödung und zum Ausbleichen von Papier, Fotografien, Textilien, Kunststoffen und vielen weiteren Materialien, darunter auch organischen Farbstoffen, die sich in der Farbe verändern (Thomson 1994, Whitmore 1988). Auch anorganische Materialien wie z. B. Aluminium und Silber sind vor einem korrosiven Angriff durch Ozon nicht gefeit (Evans 1937). Einer der wenigen ozonbeständigen Werkstoffe ist z. B. Polytetrafluorethylen (PTFE).⁴

Welche Ozonkonzentrationen die gängigen Luftbefeuchter und Klimaanlage in der Praxis produzieren und mit welchen konzentrationsabhängigen Schäden an den Kunstgegenständen zu rechnen ist, damit konnten wir uns im Rahmen dieses Projektes zwar nicht detailliert auseinandersetzen, trotzdem soll das Thema an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben, um die Brisanz aufzuzeigen und auf die Notwendigkeit der Klärung dieser Fragestellung hinzuweisen.

¹ In einigen Geräten ist bereits eine neue Technologie verwirklicht, die unter Verzicht des herkömmlichen Koronadrahtes die Ozonentwicklung bei der Aufladung der Bildtrommel weitgehend unterbindet. Die regelmäßige Wartung neuer Geräte mit Tausch des Ozonfilters sind Voraussetzung dafür, dass das Gerät dauerhaft mit niedriger Ozonemission betrieben wird.
http://www.bsafb.de/fileadmin/downloads/pa_2_12_2005/pa_2_12_2005_innenraumbelastung_durch_laserdrucker.pdf

² <https://de.wikipedia.org/wiki/Ionisator>

³ https://www.stadt-zuerich.ch/gud/de/index/gesundheit/gesundheitschutz_hygiene/gesund_bauen/innenraumklima/ionisieren.htm
<http://www.lungenaerzte-im-netz.de/news-archiv/meldung/article/warnung-vor-luftreinigern-mit-ozon-bzw-ozon-generatoren-zur-geruchsbeseitigung/>

⁴ Richtlinien für die Verwendung von Ozon zur Wasseraufbereitung. Hrsg.: Bundesverband der Unfallkassen, Erarbeitet vom Ausschuss „Gas und Wasser“ der Berufsgenossenschaftlichen Zentrale für Sicherheit und Gesundheit (BGZ) des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften. Ausgabe Oktober 1986. Aktualisierte Fassung Oktober 2005.

4. Entwicklung eines Pflegeplanes für die Domschatzobjekte

4.1. Recherche zur Vorgehensweise in vergleichbaren Innenräumen

Henning Kersten und Uwe Kalisch

Neben einem langfristigen Monitoring ist die kontinuierliche restauratorische Pflege der Objekte für deren Erhalt von ausschlaggebender Bedeutung. Bedingt durch den langjährigen Umgang der Fachrestauratoren mit den Objekten gibt es bereits einen ebenso langen individuellen Erfahrungsschatz.¹ Welche verallgemeinerungsfähigen Vorgehensweisen sich für die einzelnen Materialgruppen des Domschatzes bewähren, wird kontinuierlich dokumentiert.

Im Rahmen des DBU-Forschungsprojekts zu Fragen der präventiven Konservierung im Dom und Domschatz Halberstadt wird von der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt u. a. die Entwicklung eines Reinigungs- und Pflegeplans für den Domschatz und den Innenraum des Doms angestrebt. Zu Beginn stellen sich hierbei die Fragen nach der inhaltlichen und personellen Organisation. Dazu sollte zunächst eine Bestandsaufnahme bisher gemachter Erfahrungen in anderen Einrichtungen erfolgen.

Eine zunächst begonnene telefonische Befragung erwies sich als zu schwierig und aufwändig. Um möglichst viele Teilnehmer zu erreichen, wurden daraufhin zwei Onlinebefragungen vorbereitet und durchgeführt. Dazu wurde von der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt jeweils ein Anschreiben formuliert, das dem Adressaten das Ziel der Befragung erläuterte und um sein Mitwirken warb.

In Zusammenarbeit mit der Stiftung Dome und Schlösser und dem Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie in Sachsen-Anhalt, der Domschatzverwaltung sowie dem Planer und der zuständigen Steinrestauratorin beteiligte sich das Institut für Diagnostik und Konservierung an Denkmälern in Sachsen und Sachsen-Anhalt (IDK) an der inhaltlichen Konzeption von zwei Umfragen und führte deren technische Umsetzung durch.

Die erste Online-Umfrage 2013 zu Reinigungskonzeptionen und -plänen in großen Kirchenräumen richtete sich an 105 Dombaumeister. Das Format der einzelnen Fragen, die Struktur und das Layout der Umfrage ließen sich mit ALPHA-SURVEY umfangreich anpassen.

Die zweite Umfrage im Jahr 2014 zu Reinigungskonzeptionen in Schlössern und Museen richtete sich an 21 Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Schlösserverwaltungen sowie verschiedener Museumseinrichtungen. Die Umfrage wurde mit dem Online-Umfragetool unter www.q-set.de durchgeführt (siehe Abb. 46). Es ermöglicht, umfangreiche und gegen ein geringes Entgelt auch werbefreie Umfragen. Der Fragebogen konnte online erstellt werden. Im Ergebnis generierte das Programm einen Link. Dieser Link wurde per e-mail an alle Umfrageteilnehmer versendet, die darüber Zugriff auf den Fragebogen erhielten. Nach der Beantwortung aller Fragen musste der Fragebogen vom Umfrageteilnehmer abgeschlossen werden. Der komplette Datensatz war nun anonym gespeichert.

Der eingeräumte Zeitraum für beide Umfragen betrug jeweils ca. drei Monate.

Als Reaktion auf die erste Umfrage zu Reinigungskonzeptionen in großen Kirchenräumen wurden 28 Datensätze erzeugt. Davon sind 15 Datensätze vollständig. 8 Datensätze sind unvollständig, aber bedingt nutzbar. 5 Datensätze sind nicht nutzbar, da keine sinnvolle Antwort auf die Frage: „Für welches Gebäude machen Sie die Angaben?“ gegeben wurde.

¹ Siehe dazu die Berichte in Kapitel 1.

Folgende inhaltliche Aussagen konnten aus der ersten Umfrage gewonnen werden:

- Die Fußböden der großen Kirchenräume werden in den meisten Fällen durch eingewiesene Mitarbeiter wöchentlich gereinigt. Dabei kommen meist herkömmliche Reinigungsmethoden wie Wischen, Kehren und Saugen zum Einsatz.
- Architekturteile werden häufig durch eingewiesene Mitarbeiter, aber z. T. auch durch Restauratoren gereinigt. Die Reinigungszyklen liegen meist bei einem Jahr oder seltener. Auch hier werden am häufigsten klassische Reinigungsmethoden wie Abpinseln, Abkehren oder Saugen angewendet.
- Die Reinigung und Pflege der Skulpturen erfolgt am häufigsten durch freischaffende Restauratoren. Seltener kommen Mitarbeiter, die Restauratoren sind, oder eingewiesene Mitarbeiter zum Einsatz. Wie bei den Architekturteilen liegen hier die Reinigungszyklen bei einem Jahr und mehr. Teilweise erfolgt die Reinigung sogar seltener als alle 10 Jahre. Auch die Skulpturen werden meist durch Abpinseln/Abkehren und Saugen gereinigt.

Wie erwartet, wurde durch die Umfrage deutlich, dass in der Mehrzahl der Einrichtungen kein schriftlich fixierter Pflegeplan vorliegt. Erfreulicher Weise bestätigen dennoch folgende vier Objekte, dass ein schriftlich fixierter Pflegeplan existiert und die Bereitschaft besteht, gesammelte Erfahrungen weiterzugeben:

- Frauenkirche Dresden
- Dom zu Meißen
- Santa Maria Kathedrale in Vitoria-Gasteiz
- Dom zu Fulda.

Online-Umfrage zur Pflege von Sammlungsbeständen

Seite 1 von 1

Im Rahmen eines von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Forschungsprojekts zu Fragen der präventiven Konservierung im Dom und Domschatz Halberstadt wird von der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt u. a. die Entwicklung eines Reinigungs- und Pflegeplans für den Domschatz und den Innenraum des Doms angestrebt. Zunächst stellen sich hierbei die Fragen nach inhaltlicher und personeller Organisation. Dazu soll zunächst eine Bestandsaufnahme bisher gemachter Erfahrungen in anderen Einrichtungen erfolgen. Das Institut für Diagnostik und Konservierung an Denkmalen in Sachsen und Sachsen-Anhalt (IDK) wurde beauftragt dazu eine Umfrage durchzuführen. Nach Beendigung der Umfrage ist geplant mit einzelnen Umfrageteilnehmern Kontakt aufzunehmen. Besonderes Augenmerk wird hierbei auf das Vorhandensein eines möglichst schriftlich fixierten Pflegeplans gelegt.

1 Für welche Sammlung machen Sie die Angaben?

2 Verfügen Sie über einen schriftlich ausgearbeiteten Reinigungs- bzw. Pflegeplan für diese Sammlung?

ja
 nein

3 Würden Sie diesen Reinigungs- bzw. Pflegeplan der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt zur Verfügung stellen?

ja
 nein

4 Besteht ein eingespieltes Vorgehen ohne schriftliche Festlegung, das sich kontinuierlich wiederholt?

ja
 nein

5 Wird über die Reinigung bzw. Pflege frei je nach Erfordernis entschieden?

ja
 nein

6 Bereich Fußböden

Wer reinigt die Fußböden?

eingewiesene Mitarbeiter, die keine Restauratoren sind

Abb. 46: Screenshot des Fragebogens der Online-Umfrage zur Pflege von Sammlungsbeständen

Als Reaktion auf die zweite Umfrage zu Reinigungskonzeptionen in Schlössern und Museen wurde der Umfragebogen 40mal angeklickt, aber nur von 6 Teilnehmern beantwortet.

Wie erwartet, wurde auch durch diese Umfrage deutlich, dass in der Mehrzahl der Einrichtungen kein schriftlich fixierter Pflegeplan vorliegt.

Nach Beendigung der Umfrage wurde mit einzelnen Umfrageteilnehmern Kontakt aufgenommen. Besonderes Augenmerk lag hierbei auf dem Vorhandensein eines möglichst schriftlich fixierten Pflegeplans. Die Ergebnisse der zweiten Umfrage sind in einer Übersicht tabellarisch zusammengefasst.

4.2. Entwicklung eines Pflegeplanes für den Halberstädter Domschatz

Katrin Tille

Wie bereits ausführlich dargelegt ist die präventive Konservierung bestens geeignet, um ein so herausragendes Kunst-, Kultur- und Glaubenszeugnis wie den Halberstädter Domschatz langfristig zu bewahren. Im Vergleich zu punktuell durchgeführten Restaurierungen, die infolge akuter Schädigungen und aufgrund unzulänglicher Aufbewahrungsbedingungen durchgeführt werden müssen, erweist sich diese nachhaltige und vorausblickende Herangehensweise, die auf die Optimierung der Umgebungs- und Aufbewahrungsbedingungen sowie eine zeitliche wie personelle Kontinuität in der fachlichen Betreuung abzielt, auf Dauer als substanzschonender, wirtschaftlicher, effektiver und dem Kunst- wie Denkmalwert der Objekte angemessener. In den letzten Jahrzehnten wurde an Dom und Domschatz Halberstadt ein umfangreicher Erfahrungsschatz auf dem Gebiet der Restaurierung, Denkmalpflege, angewandten Naturwissenschaft (u.a. Klima- und Schadstoffkontrolle, Mikrobiologie), Gebäudetechnik und Verwaltung erworben, den es ebenso zu bewahren gilt wie die im Projekt erfolgreich evaluierten Pflegemaßnahmen und Kontrollmechanismen.¹ Zugleich wurde mit Hilfe der Online-Umfrage und im direkten Austausch mit auswärtigen Fachkollegen recherchiert, wie man sich in vergleichbaren Einrichtungen dieser Aufgabe stellt.²

Für den Domschatz Halberstadt wird ein Pflegeplan als geeignetes Planungs-, Steuerungs- und Kontrollinstrument angesehen, in den sowohl die projektbezogenen Erkenntnisse zu geeigneten Monitoringmethoden als auch bewährte „Halberstädter Routinen“ in der Aufgabenorganisation einfließen. Zunächst auf die im Projekt untersuchte Objektauswahl beschränkt, soll er in den nächsten Jahren auf alle Domschatzstücke ausgeweitet werden. Erfasst werden sowohl die vorgesehenen Aufgaben sowie die zeitlichen Abfolgen ihrer Realisierung. Damit lassen sich auch alle an diesem Prozess Beteiligten besser koordinieren und die dafür notwendigen Finanzmittel vorausschauend planen.

Für die Monitoringobjekte haben sich im Rahmen der Pflege folgende Methoden als notwendig und im Sinne der Bestandserhaltung als zielführend herausgestellt:

die regelmäßige Durchsicht des Bestandes, bei Bedarf mit einer Abnahme oberflächlich aufliegender Verunreinigungen

- die kontinuierliche Klimakontrolle mit einer regelmäßigen Auswertung
- bei Bedarf eine Überprüfung der mikrobiellen Belastung
- bei Bedarf eine Überprüfung der Belastung durch Luftschadstoffe
- der Aufbau bzw. die Fortführung eines Fotomonitorings/Kartierung eines Objekts bzw. ausgewählter Bereiche
- bei lichtempfindlichen Objekten die regelmäßige Überprüfung der Lichtbelastung
- bei frei stehenden Objekten die regelmäßige Überprüfung der Staubbelastung, bei Bedarf und in größeren zeitlichen Abständen auch bei Vitrinenobjekten, um gleichzeitig die ausreichende Dichtheit der Vitrinen zu überprüfen.

Die Zeitspannen für die Durchführung der unterschiedlichen Maßnahmen reichen in Abhängigkeit von der jeweiligen Zielstellung vom halbjährlichen, über einen jährlichen, einen zwei- bis dreijährigen bis hin zum Fünf-Jahres-Rhythmus. Rückblickend auf die fast 20jährige Erfahrung in der Pflege des Halberstädter Domschatzes hat sich für die meisten Objekte in stabilem Zustand unabhängig von der jeweiligen Materialgruppe ein Drei-Jahres-Rhythmus für die Durchsicht des jeweiligen Bestandes als praktikabel und durchführbar erwiesen. Die erfolgreiche interdisziplinäre Zusammenarbeit, die alle zu beteiligenden Fachgebiete wie Institutionen zusammenführt, stellt zugleich hohe Anforderungen an die Koordination der Arbeiten und hausinternen Abläufe. Auch diese Prozesse lassen sich mit Hilfe eines Pflegeplanes besser steuern und kontrollieren. Dies trifft vor allem in musealen Einrichtungen zu, in der nur ein geringer Teil der mit den verschiedensten Aufgaben betrauten Personen ständig vor Ort präsent ist.

¹ Vgl. die entsprechenden Berichte in Kapitel 1 bis 3.

² Vgl. dazu die Beiträge 4.1. und 6.1.

Im Projekt wurde zugleich deutlich, dass nicht nur die Betreuung der Kunstwerke möglichst umfassend abzusichern ist. Auch die modernisierte Ausstellungsinfrastruktur bedarf einer stetigen Aufmerksamkeit und Kontrolle, wenn sie möglichst langfristig ihre Funktionen erfüllen soll.³ In Zukunft ist der Fokus stärker als bisher auf die regelmäßige Reinigung und Wartung der gesamten Klimatechnik zu richten. Die bestehenden Wartungsverträge für die fest installierte Technik sind auf die mobilen Klimageräte auszuweiten. Zudem ist anzustreben, die Depotschränke ebenso wie die Vitrinen turnusmäßig zu überprüfen. Momentan erscheint ein Rhythmus von fünf Jahren zielführend und ausreichend zu sein.

Eine wichtige Aufgabe besteht in der baldigen Erstellung eines Pflegeplanes zur schonenden und zugleich effektiven Reinigung der Ausstellungs- und Depoträume sowie der jeweiligen Standorte im Dom. Dies schließt auch die Vitrinen und die Depotschränke ein. Dazu bedarf es konkreter Festlegungen der Verantwortlichkeiten sowie zur Durchführung in den einzelnen Bereichen zwischen Stiftung und Domschatzverwaltung.

4.2.1. Pflegeplan für Monitoringobjekte (Stand 03/2016)

Corinna Grimm-Remus, Eva Düllo und Andrea Knüpfer, Ulrich Sieblist, Christine Machate, Hartmut Meier, Cornelia Hanke und Christine Engemann-Wendt

Inv.-Nr.	Objekt	Standort	Hauptzuständigkeit	Maßnahme/Kontrolle	½ jährlich	1- Jahres-Rhythmus	2-Jahres-Rhythmus	3- Jahres-Rhythmus	5- Jahres-Rhythmus
381	Kalvarienberg	Ausstellung	Stein	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung	x				
				Fotomonitoring		x			
				Licht			x		
				Mikrobiologie (ATP/AMP)					x
ohne	Fußbodenfragment	Ausstellung	Stein	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung		x			
				Fotomonitoring (Gesamtaufnahme)					x
				Klima					x
ohne	Fußbodenfragment	Depot	Stein	Durchsicht			x		
				Fotomonitoring (Gesamtaufnahme)					x
ohne	Fußbodenfragment	Leihgabe	Stein	Durchsicht		x			
				Fotomonitoring (Gesamtaufnahme)					x
ohne	Madonna	Dom	Stein	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung	x				
				Fotomonitoring	x				
				Mikrobiologie (ATP/AMP)					x
				Klima		x			

³ Vgl. dazu die Beiträge 2.1.4. und 2.2.3.

Inv.-Nr.	Objekt	Standort	Hauptzuständigkeit	Maßnahme/Kontrolle	½ jährlich	1- Jahres- Rhythmus	2-Jahres- Rhythmu s	3- Jahres- Rhythmus	5- Jahres- Rhythmus
442	Schmerzensmann	Dom	Stein	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung	x				
				Fotomonitoring		x			
				Mikrobiologie (ATP/AMP)					x
448	Madonna	Dom	Stein	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung	x				
				Fotomonitoring		x			
				Mikrobiologie (ATP/AMP)					x
				Klima		x			
				Licht		x			
017	Reliquientuch	Ausstellung	Textil	Klima		x			
				Licht				x	
				Durchsicht				x	
				Staubentwicklung				x	
				Schadenskartierung/ Fotomonitoring				x	
084/085	Prozessionsfahnen	Depot	Textil	Klima		x			
				Durchsicht				x	
				Staubentwicklung				x	
				Schadenskartierung/ Fotomonitoring				x	
087	Fahne Diskokalyma	Ausstellung	Textil	Klima		x			
				Durchsicht				x	
				Licht				x	
				Staubentwicklung				x	
				Schadenskartierung/ Fotomonitoring				x	
094	Fastentuch	Ausstellung	Textil	Klima		x			
				Durchsicht				x	
				Licht				x	
				Staubentwicklung				x	
				Schadenskartierung/ Fotomonitoring				x	
				Mikrobiologie					x
161	Skulpturengewand	Depot	Textil	Klima		x			
				Durchsicht				x	
				Schadenskartierung/ Fotomonitoring				x	

Inv.-Nr.	Objekt	Standort	Hauptzuständigkeit	Maßnahme/Kontrolle	½ jährlich	1- Jahres- Rhythmus	2-Jahres- Rhythmu s	3- Jahres- Rhythmus	5- Jahres- Rhythmus
181	Kaselkreuz	Depot	Textil	Klima		x			
				Durchsicht				x	
				Schadenskartierung/ Fotomonitoring				x	
200	Dalmatika	Ausstellung	Textil	Klima		x			
				Durchsicht				x	
				Licht				x	
				Staubentwicklung				x	
				Mikrobiologie					x
203	Periantependium	Ausstellung	Textil	Klima		x			
				Durchsicht				x	
				Licht				x	
				Staubentwicklung				x	
				Schadenskartierung/ Fotomonitoring				x	
				Mikrobiologie					x
211	Dalmatika	Ausstellung	Textil	Klima		x			
				Durchsicht				x	
				Licht				x	
				Staubentwicklung				x	
				Schadenskartierung/ Fotomonitoring				x	
213	Pluviale	Ausstellung	Textil	Klima		x			
				Durchsicht				x	
				Licht				x	
				Staubentwicklung				x	
				Schadenskartierung/ Fotomonitoring				x	
222	Pluviale	Depot	Textil	Klima		x			
				Schadenskartierung/ Fotomonitoring				x	
293	Burse	Depot	Textil	Klima		x			
				Durchsicht				x	
				Schadenskartierung/ Fotomonitoring				x	
				Mikrobiologie					x

Inv.-Nr.	Objekt	Standort	Hauptzuständigkeit	Maßnahme/Kontrolle	½ jährlich	1- Jahres- Rhythmus	2-Jahres- Rhythmu s	3- Jahres- Rhythmus	5- Jahres- Rhythmus
318	Reliquienhülle	Ausstellung	Textil	Klima		x			
				Durchsicht				x	
				Licht				x	
				Staubentwicklung				x	
				Schadenskartierung/ Fotomonitoring				x	
383	Lehnstuhl	Leihgabe	Textil	Klima		x			
				Durchsicht				x	
				Licht				x	
				Staubentwicklung				x	
517	Christus-Apостelteppich	Ausstellung	Textil	Klima		x			
				Durchsicht				x	
				Licht				x	
				Staubentwicklung				x	
				Schadenskartierung/ Fotomonitoring				x	
523	Marienteppich	Ausstellung	Textil	Klima		x			
				Durchsicht				x	
				Licht				x	
				Staubentwicklung				x	
				Schadenskartierung/ Fotomonitoring				x	
034	Pazifikale/Standkreuz	Ausstellung	Metall	Klima		x			
				Durchsicht		x			
				Staubentwicklung, ggf. -abnahme		x			
				Fotomonitoring		x			
036	Diskos	Ausstellung	Metall	Klima		x			
				Durchsicht		x			
				Staubentwicklung, ggf. -abnahme		x			
				Fotomonitoring				x	
128	Heilumsschrank	Ausstellung	Metall	Durchsicht		x			
				Staubentwicklung, ggf. -abnahme		x			
				Fotomonitoring					x
161	Skulpturengewand (Brakteaten, Lahn)	Depot	Metall	Durchsicht		x			
				Fotomonitoring				x	

Inv.-Nr.	Objekt	Standort	Hauptzuständigkeit	Maßnahme/Kontrolle	½ jährlich	1- Jahres- Rhythmus	2-Jahres- Rhythmu s	3- Jahres- Rhythmus	5- Jahres- Rhythmus
222	Pluviale (Eisendraht, Lahne)	Depot	Metall	Durchsicht		x			
				Fotomonitoring				x	
503	Antiphonar (Schließe)	Depot	Metall	Durchsicht		x			
559	Karlsleuchter	Dom	Metall	Durchsicht		x			
				Staubentwicklung, ggf. -abnahme		x			
				Fotomonitoring			x		
645	Dreiarmer Leuchter	Dom	Metall	Durchsicht		x			
				Staubentwicklung, ggf. -abnahme		x			
				Fotomonitoring			x		
004	Altarkreuz mit Eifenbeinkorpus	Depot	Fassung	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung					x
				Mikrobiologie (ATP/AMP)				x	
061	Korporalienkästchen	Depot	Fassung	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung				x	
				ggf. Festigung/Retusche				x	
				Kartierung				x	
				Mikrobiologie (ATP/AMP)				x	
077	Untersatz	Ausstellung	Fassung	Durchsicht					x
				Pflege/Trockenreinigung					x
				ggf. Festigung/Retusche					x
108a/b	Engelflügel	Ausstellung	Fassung	Durchsicht				x	
				Pflege/Trockenreinigung					x
				ggf. Festigung/Retusche					x
				Kartierung					x
				Mikrobiologie (ATP/AMP)					x
130	Horenstab	Ausstellung	Fassung	Durchsicht				x	
				Pflege/Trockenreinigung				x	
				ggf. Festigung/Retusche				x	
326	Holzschale mit Lamm	Ausstellung	Fassung	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung				x	
				ggf. Festigung/Retusche				x	
				Kartierung				x	
				Mikrobiologie (ATP/AMP)				x	

Inv.-Nr.	Objekt	Standort	Hauptzuständigkeit	Maßnahme/Kontrolle	½ jährlich	1- Jahres- Rhythmus	2-Jahres- Rhythmu s	3- Jahres- Rhythmus	5- Jahres- Rhythmus
386	Mirus-Epithaph	Dom	Fassung	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung		(x)		x	
				ggf. Festigung/Retusche				x	
				Kartierung				x	
391	Flügelaltärchen mit Gnadenbild	Depot	Fassung	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung				x	
				ggf. Festigung/Retusche				x	
				Kartierung				x	
394	Tafel: Madonna mit Korallenkette	Ausstellung	Fassung	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung				x	
				ggf. Festigung/Retusche				x	
				Kartierung				x	
396	Piéta	Ausstellung	Fassung	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung				x	
				ggf. Festigung/Retusche				x	
				Kartierung				x	
398	Marienkrönungstafel	Ausstellung	Fassung	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung				x	
				ggf. Festigung/Retusche				x	
				Kartierung				x	
408	Melanchthon-Bild	Depot	Fassung	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung					x
				Mikrobiologie (ATP/AMP)				x	
409	Georgsaltar	Dom	Fassung	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung		(x)		x	
				ggf. Festigung/Retusche				x	
				Kartierung				x	
426	Stollenschrank	Ausstellung	Fassung	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung				x	
				ggf. Festigung/Retusche				x	
				Kartierung				x	
434	Doppelfigur	Ausstellung	Fassung	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung				x	
				ggf. Festigung/Retusche				x	
				Kartierung				[x]	

Inv.-Nr.	Objekt	Standort	Hauptzuständigkeit	Maßnahme/Kontrolle	½ jährlich	1- Jahres-Rhythmus	2-Jahres-Rhythmus	3- Jahres-Rhythmus	5- Jahres-Rhythmus
635	Chortüren (Südseite)	Ausstellung	Fassung	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung				x	
				ggf. Festigung/Retusche				x	
				Kartierung				x	
ohne	Chortürkopien (Nordseite)	Dom	Fassung	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung		(x)		x	
				ggf. Festigung/Retusche				x	
				Kartierung				x	
				Mikrobiologie		(x)		x	
ohne	Epitaph Stein-Groven	Kreuzgang	Fassung	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung				x	
				ggf. Festigung/Retusche				x	
128	Heilumsschrank	Ausstellung	ungefasstes Holz	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung		x			
				Fotomonitoring		x			
				Öffnen des Schrankes					x
340	Tragaltar	Ausstellung	ungefasstes Holz	Durchsicht			x		
				Pflege/Trockenreinigung			x		
				Fotomonitoring			x		
451	Giebelschrank	Ausstellung	ungefasstes Holz	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung		x			
				Fotomonitoring		x			
				Schädlingsmonitoring		x			
115	Wachstafel	Depot	Handschriften/Buch	Durchsicht			x		
				Pflege/Trockenreinigung			x		
				Fotomonitoring				x	
388	Horentafel	Ausstellung	Handschriften/Buch	Durchsicht		x			
				Pflege/Trockenreinigung				x	
				Fotomonitoring			x		
				Licht		x			
503	Graduale	Depot	Handschriften/Buch	Durchsicht			x		
				Pflege/Trockenreinigung					x
				Fotomonitoring			x		

Inv.-Nr.	Objekt	Standort	Hauptzuständigkeit	Maßnahme/Kontrolle	½ jährlich	1- Jahres- Rhythmus	2-Jahres- Rhythmu s	3- Jahres- Rhythmus	5- Jahres- Rhythmus
505	Brevier	Depot	Handschriften/Buch	Durchsicht			x		
				Pflege/Trockenreinigung					x
				Fotomonitoring			x		
514	Visitationsberichte	Depot	Handschriften/Buch	Durchsicht			x		
				Pflege/Trockenreinigung					x
				Fotomonitoring			x		
016a	Demetriosreliquiar	Ausstellung	Edle Materialien	Durchsicht			x		
				Fotomonitoring			x		
				Klima		x			
017	Reliquientuch	Ausstellung	Edle Materialien	Durchsicht			x		
				Fotomonitoring			x		
				Klima		x			
027	Kapselreliquiar	Ausstellung	Edle Materialien	Durchsicht		x			
				Fotomonitoring		x			
				Klima		x			
				Schadstoffe		x			
044	Evangelistar	Ausstellung	Edle Materialien	Durchsicht		x			
				Fotomonitoring		x			
				Licht		x			
				Klima		x			
045	Konsulardiptychon	Ausstellung	Edle Materialien	Durchsicht			x		
				Licht		x			
				Klima		x			
046	Tafelreliquiar	Ausstellung	Edle Materialien	Durchsicht			x		
				Staubentfernung (trocken)					x
				Fotomonitoring			x		
049	Bergkristallflasche	Ausstellung	Edle Materialien	Durchsicht			x		
				Fotomonitoring			x		
068	Karlsreliquiar Glaskuppa	Ausstellung	Edle Materialien	Durchsicht		x			
				Fotomonitoring		x			

(x) wünschenswert
[x] wenn notwendig

4.3. Dokumentation der Pflege- und Reinigungsarbeiten – Entwicklung fachgebietsübergreifender Formulare

Cornelia Hanke

Die Durchführung von Pflege- und Reinigungsarbeiten an den Schatzobjekten im Dom Halberstadt gehört seit 1998 zum Programm der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt.¹ Der Bestandsstruktur entsprechend wurden damals die Pflegearbeiten mit einem freiberuflich tätigen Restauratorenteam der wichtigsten Fachbereiche begonnen, welches im Laufe der Jahre um weitere Spezialisierungen erweitert wurde. Heute sind Restauratoren der Fachbereiche Textil, Metall, Fassung/Malerei, Holz, Stein, Handschriften/Bücher und edle Materialien mit der Zustandsanalyse, der Planung und Ausführung von konservatorischen Maßnahmen beauftragt. Zur Arbeitsweise der Stiftung und der Restauratoren gehört die Dokumentation aller konservatorischer und restauratorischer Aktivitäten. Grundsätzlich umfassen die Dokumentationen die Beschreibung des materiell-technischen Ist-Zustands eines Objekts, Erläuterungen der Notwendigkeit einer restauratorischen Maßnahme und einen die Pflegemaßnahmen bzw. Restaurierungen begleitenden Teil, in dem die Arbeiten detailliert fixiert werden.

Bei den Restauratoren der verschiedenen Fachbereiche hatten sich unterschiedliche Dokumentationsstile entwickelt. Das DBU-Projekt bot Raum, Inhalt und Form der Dokumentationen für die fachübergreifende Arbeit anzunähern und zusammenzuführen.

Mit dem Know-how aller an der Domschatzpflege Beteiligten wurden in Gesprächen und in einem Workshop fünf Formulare erstellt. Einige der wichtigsten Aspekte für die Gestaltung waren:

- die Berücksichtigung der allgemein vorgegebenen Standards für Dokumentationen
- eine zeitgemäße digitale Arbeitsweise
- die Nutzung des Formularstils² mit der Möglichkeit, Texte, Fotos und Zeichnungen zu integrieren.

Die neuen digital erstellten Dokumente (siehe nachfolgende Übersicht) geben eine Struktur für die Inhalte vor. Sie können aber je nach Fachrichtung flexibel genutzt werden.

Der Umfang der Dokumentationen für die unterschiedlichen Domschatzstücke wird bestimmt werden von der Bedeutung der Objekte, der historischen Substanz und vom Umfang der Erforschung und Bearbeitung. Für die von der Stiftung koordinierten Pflege-, Reinigungs- und Restaurierungsarbeiten liegen jetzt inhaltlich und formal vereinheitlichte Dokumentationsunterlagen vor, die das langfristige systematische interdisziplinäre wissenschaftliche Arbeiten (Zusammentragen von Fakten, Analysen, Auswertungen) fördern.

Für die analoge (nicht elektronische) Archivierung der digital erstellten Dokumentationen wurde vereinbart, Abschnitte mit digitalen Fotos in PDF-Dateien umzuwandeln und diese als gesamte A4-Seiten in einem Fotolabor ausbelichten zu lassen.

¹ Siehe dazu Bericht 1.1.

² Ein Formular „ist ein standardisiertes Mittel zur Erfassung, Ansicht und Aufbereitung von Daten. Formulare sind Vervielfältigungen, die durch Eintragungen zu ergänzen sind und der Bearbeitung häufig auftretender, gleichartiger Geschäftsfälle dienen und können entweder in Papier- oder elektronischer Form (z. B. Webformular) vorliegen.“
Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Formular> Zugriff: 28.12.2015
LINK: <http://www.uni-muenster.de/Forum-Bestandserhaltung/kons-restaurierung/dok-schaefer.html>

Übersicht der fachgebietsübergreifenden Dokumentationsformulare:

Formulartypen	Inhalt
1 Dokumentation	<ul style="list-style-type: none">00. Objektidentifikation01. Objektbeschreibung02. Technologie03. Objektgeschichte04. Zustandsbeschreibung05. Präsentation06. Leihfähigkeit und Leihvorgänge07. Restaurierungsbedarf u. -konzept08. Maßnahmen zur Konservierung/Restaurierung09. Fazit und Empfehlungen zur Prävention10. Fotos11. Kartierungen12. Anhang (Publikationen zum Objekt, Analysen, technische Merkblätter usw.)
2 Jährlicher Pflegebericht	<ul style="list-style-type: none">01. Übersicht zum Bestand02. Zustand allgemein03. Allgemeine Pflegemaßnahmen04. Durchgeführte Pflegemaßnahmen05. Einzelmaßnahmen06. Organisatorisches/Allgemeines07. Ausblick08. Fotos09. Anhang
3 kleine Einzelmaßnahme	<ul style="list-style-type: none">00. Objektidentifikation01. Grund der Maßnahme02. Ziel der Maßnahme03. Maßnahmen zur Konservierung/Restaurierung04. Fotos05. Kartierung06. Anhang
4 Pflegeprotokoll	tabellarische Übersicht (Datum, Zustand, Maßnahme)
5 Leihgabenbegleitblatt	<ul style="list-style-type: none">01. Leihnehmer und Ausstellungsprojekt02. Anforderungen zur Präsentation03. Transport04. Angaben zum Objekt05. Leihprotokoll

5. Überführung der Einzelergebnisse zum Monitoring sowie zur Restaurierung, Reinigung und Pflege in das Datenbanksystem der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt

Katrin Tille

Alle relevanten Vorgänge um ein Kunstwerk, angefangen von der wissenschaftlich fundierten Erfassung und Katalogisierung nach den Standards des Deutschen Museumsbundes über verschiedenste Nutzungsanfragen wie Forschungsprojekte und Leihgaben, Standortveränderungen, vorhandenes Bild- und Quellenmaterial sowie Literaturangaben bis hin zu den unterschiedlichsten Aufgaben der Pflege und Restaurierung, an einem zentralen Ort – im besten Fall in einer Datenbank – zusammenzuführen, ist für eine auf Dauerhaftigkeit und Nachhaltigkeit ausgelegte Bestandsbetreuung unerlässlich. Zum einen wird die Arbeit der zuständigen Bearbeiter maßgeblich erleichtert, da die äußerst vielfältigen Informationen nicht mehr aus verschiedensten Quellen zusammengetragen werden müssen. Zum anderen wird so gewährleistet, dass wichtige Angaben und Entscheidungen langfristig dokumentiert, unterschiedlichste Prozesse und Vorgänge in Bezug auf das einzelne Objekte wie den Gesamtbestand in nachvollziehbaren Zeiträumen erfasst werden sowie daraus abzuleitende Wechselwirkungen und Zusammenhänge leichter herzustellen sind. Gerade für ein auf Kontinuität und Nachhaltigkeit ausgelegtes Monitoring ist das datenbankgestützte Zusammentragen und Auswerten aller objektbezogenen Informationen das Mittel der Wahl.

Seit einigen Jahren erfasst die Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt ihren Kunst- und Kulturgutbestand datenbankgestützt. In diesem Zusammenhang wurde auch mit der digitalen Erschließung des Halberstädter Domschatzes begonnen. Da eine konzertierte Digitalisierung aus Kapazitätsgründen noch nicht möglich war, wurde der Domschatz sukzessive, d. h. projekt- bzw. anlassbezogen aufgenommen. Bislang wurde mit der Software Adlib gearbeitet. Derzeit erfolgt stiftungsweit eine Zusammenführung und Vereinheitlichung aller digitalen Bestände, die jetzt mit dem Programm MuseumPlus verwaltet bzw. weiter erfasst werden. Zur fachgerechten Betreuung des Prozesses ist ein eigenständiges Referat „Zentrale Digitalisierung“ in der Direktion Kunst- und Kulturgut, Museen der Stiftung gebildet worden.

Die Verzeichnung aller objektrelevanten Vorgänge in einer Datenbank ermöglicht den Aufbau eines strukturierten und effektiven Informations- und Kontrollmanagements für den Domschatz. Ziel ist es, alle Untersuchungen, Pflege- und Restaurierungsmaßnahmen sowie hinzugewonnenen Informationen und Erkenntnisse der unterschiedlichsten Disziplinen objektbezogen und quellengestützt in der Datenbank zu verzeichnen. Die entsprechenden Dokumentationen, Forschungs- oder Restaurierungsberichte sowie Bilddateien werden für die Langzeitarchivierung auf einem speziellen Server abgelegt und fachkundig betreut. Die im Kapitel 4.3. beschriebene Entwicklung fachgebietsübergreifender Formulare zur Dokumentation der verschiedensten Maßnahmen stellt eine unverzichtbare Zwischenstufe in diesem Prozess dar. Diese wird mittelfristig auslaufen, wenn die Datenbank zu einem ständigen Arbeitsmittel für alle den Bestand betreuenden Fachrestauratoren geworden ist. Dies wird nicht nur die Arbeit am Objekt effektiver gestalten, sondern auch die notwendigen Planungen, Fristsetzungen sowie deren Kontrolle vereinfachen. Vorab sind allerdings die vollständige Erfassung des Bestandes, diverse Absprachen, weitere Vereinheitlichungen (z. B. Verwendung genormter Dateinamen) und spezielle Schulungen der zukünftigen Nutzer notwendig.

Zugleich lässt sich in der Datenbank auch ein Management für die Pflege der Ausstellungsinfrastruktur integrieren. Hier wird allerdings zu prüfen sein, ob der nicht zu unterschätzende Erfassungs- und Pflegeaufwand von Datenbankeinträgen verhältnismäßig bleibt oder ob für diesen Zweck die listenbasierte Zusammenstellung zweckmäßiger ist.

6. Erfahrungstransfer

6.1. Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen des Projekts

Katrin Tille

Die Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt misst dem fachlichen Austausch und dem Wissenstransfer von Anfang an große Bedeutung bei. Das äußert sich zum einen in der interdisziplinären Zusammensetzung des am Domschatz tätigen, aus Restauratoren, Geistes- und Naturwissenschaftlern bestehenden Expertenteams und zum anderen darin, dass bei Fragestellungen, die von dieser Runde nicht allein gelöst werden können, weitere externe Spezialisten hinzugezogen werden. Vielfältige Kontakte zu vergleichbaren musealen Einrichtungen und Sammlungen, zu Forschungsinstitutionen und Fachkollegen im In- und Ausland wurden bislang geknüpft, über die Jahre gepflegt und auch im Rahmen dieses Projektes weiter ausgebaut.

In den letzten zwei Jahrzehnten war die Arbeit immer wieder von vielen Institutionen und Partnern tatkräftig unterstützt worden, die ihr Wissen um die Bewahrung von Kunstwerken bereitwillig teilten. Durch die langjährige und zuletzt besonders intensive Beschäftigung mit dem Domschatz liegt nun auch in Halberstadt ein umfangreicher Erfahrungsschatz vor, der die Arbeit in vergleichbaren Beständen und Einrichtungen befruchten kann. Da die Betreuung des Halberstädter Domschatzes stets vom umfänglichen Erfahrungsschatz und vom kooperativen Gedankenaustausch der Fachkollegen untereinander im besten Sinne profitiert hat, war es nur selbstverständlich, die in Halberstadt gewonnenen Erkenntnisse mit anderen zu teilen.

Stand am Anfang das Fachgespräch mit einem zweiten DBU-Projekt zur präventiven Konservierung, an dem das Fraunhofer-Institut für Holzforschung WKI, das Herzog Anton Ulrich Museum Braunschweig und die Domkammer Minden beteiligt waren, im Fokus, um sich gegenseitig zu informieren und auszutauschen¹, wurde bald der Blick auf die Landesebene Sachsen-Anhalts und auf überregionale Kulturinstitutionen gerichtet, die sich mit ähnlichen Fragestellungen, d.h. der Bewahrung und Präsentation von Kunstwerken in historischen Bauwerken mit vergleichbaren Bedingungen auseinandersetzen. So wurde das Halberstädter DBU-Projekt im April 2014 auf der Tagung der Fachgruppe Restaurierung in der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Schlösserverwaltungen mit zwei Vorträgen vorgestellt. Der Termin wurde zugleich genutzt, um einen Erfahrungsaustausch für den Projektschwerpunkt „Pflegeplan“ anzuregen. Die positive Resonanz der Fachkollegen, aber auch die Tatsache, dass schriftlich fixierte Pflegepläne nur in den wenigsten Fällen vorliegen, bestärkte darin, das Vorhaben weiterzuverfolgen. Einen ersten Schritt in diese Richtung stellte die Online-Abfrage zur Betreuung von Kunst- und Kulturgut in Ausstellung und Depot dar.² Die daraus abgeleiteten Hinweise und Empfehlungen flossen zusammen mit den im Projekt vor Ort gewonnenen Beobachtungen und dem über Jahre gewachsenen, äußerst vielfältigen Erfahrungsschatz der beteiligten Restauratoren und Wissenschaftler schließlich in den Pflegeplan für die Monitoringobjekte ein, der, wenn sich der Ansatz bewährt, auf den gesamten Bestand ausgeweitet werden soll. Darüber hinaus ist der Aufbau einer Pflegeübersicht für die Ausstellungsinfrastruktur in Vorbereitung.³

Einen informativen Ansatz hatte die Beteiligung am Denkmaltag Sachsen-Anhalt im März 2015. Die Veranstaltung bot ein geeignetes Podium, um vor mehr als 100 Zuhörern zu ausgewählten Themen der präventiven Konservierung zu sprechen und diese bei einem Rundgang durch den Domschatz näher zu erläutern. Einen besonderen Stellenwert hatte im November 2015 die in Zusammenarbeit mit dem Museumsverband Sachsen-Anhalt e.V. durchgeführte Fortbildung „Strategien eines praktikablen präventiven Pflegemanagements für Bestände in Museen ohne festangestellte Restauratoren am Beispiel des Halberstädter Domschatzes“. Gerade für kleinere Häuser und Institutionen ohne eigenes Personal für Restaurierung und präventive Konservierung besitzt der im Rahmen des DBU-Projektes evaluierte Lösungsansatz Modellcharakter, zeigt er doch Wege auf, wie eine substanzerhaltende Bewahrung von Kunstwerken kontinuierlich und zugleich effektiv gewährleistet werden kann.

¹ Insgesamt fanden zwei Treffen im Jahr 2012 statt: das erste zum Projektauftritt im Februar in Halberstadt, ein zweites im November 2012 in Braunschweig.

² Vgl. dazu den Beitrag 4.1.

³ Vgl. dazu u.a. Beitrag 4.2.

Einen Monat zuvor, am 1. Oktober 2015, waren mehr als 40 Teilnehmer der Einladung zum Abschlusskolloquium des Projektes gefolgt. Vertreter der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, des Museumsverbandes Sachsen-Anhalt, großer Museen wie des Germanischen Nationalmuseums Nürnberg oder der Staatlichen Kunstsammlungen Dresden sowie von Partnerinstitutionen wie der Stiftung Preußischer Schlösser und Gärten und der Generaldirektion kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz hatten sich in der Winterkirche des Halberstädter Domes eingefunden, um sich über das Forschungsvorhaben zu informieren. Die Projektmitwirkenden gaben einen umfassenden Einblick in ihre Arbeit und stellten eine Bilanz des Erreichten vor. Auf dieser Grundlage entspann sich eine intensive Fachdiskussion, die empfahl, das beispielhafte Gesamtvorhaben noch stärker als bisher über die Landesgrenzen Sachsen-Anhalts hinaus bekannt zu machen.

Aber auch außerhalb des Fachpublikums stieß das Projekt auf Interesse. So entschieden sich Schülerinnen und Schüler der 10. und 11. Klassen des Stadtfeld-Gymnasiums Wernigerode im Frühjahr 2016 für eine Fachexkursion in den Domschatz Halberstadt. Diese Veranstaltung war eingebettet in das bilaterale deutsch-türkische Schüleraustausch-, Umweltbildungs- und Medienprojekt „Umwelt baut Brücken - Çevrecilikle Kurulan Köprüler“, das vom IZOP-Institut in Kooperation mit der DBU veranstaltet wird. Ziel ist, dass die Jugendlichen ein Nachhaltigkeits- und Umweltthema mit journalistischen Mitteln recherchieren und ihre Arbeitsergebnisse in der Tagespresse veröffentlichen. Das Halberstädter Projekt zur präventiven Konservierung bot für diese Aufgabenstellung bestens geeignete Schnittstellen und schärfte darüber hinaus den Blick für die kulturellen und historischen „Leuchttürme“ in der Region. Zwei Themenschwerpunkte, „Die Hüter des Schatzes“ und „Gutes Klima für den Schatz“, standen im Fokus der Veranstaltung und erörterten damit die zwei Hauptsäulen der präventiven Konservierung, die fachgerechte und kontinuierliche Betreuung und die fortwährende Beobachtung und Optimierung der Aufbewahrungsbedingungen. Der daraus resultierende, von den Schülerinnen und Schülern verfasste Presseartikel erschien am 8. August 2016 in der Harzer Volksstimme.

6.2. Übersicht von Leitfäden und Handlungsanweisungen für die Einrichtung und Umgestaltung von Sammlungen auf der Grundlage der Erfahrungen im Halberstädter Domschatz

Cornelia Hanke

Kulturgüter¹ befinden sich in Museen, Kirchen, Bibliotheken und Archiven und werden dort innerhalb ihrer spezifischen Strukturen gesammelt, genutzt und bewahrt. Für alle musealen Einrichtungen besteht der Auftrag, Einzelobjekte und historische Sammlungen möglichst unbegrenzt in ihrer materiellen Integrität zu erhalten.²

Die deutsche Museumslandschaft und der Kulturgüterschutz sind aber geprägt von föderalen Strukturen und der besonderen Situation der Kulturhoheit der 16 Bundesländer. So werden Museen als private oder öffentliche Einrichtungen geführt, entweder vom Bund, von den Bundesländern oder von den Kommunen in Trägerschaft genommen und finanziert. Die musealen Einrichtungen haben daher sehr uneinheitliche Bedingungen, ihre definierten Aufgaben³ zu erfüllen. Die Spanne reicht vom staatlich finanzierten, personell gut ausgestatteten Museum bis zum privaten, ehrenamtlich geführten Heimatmuseum. Alle musealen Einrichtungen eint der Auftrag, ihr Sammlungsgut zu bewahren und zu schützen.⁴ Diese Aufgaben⁵ übernehmen festangestellte Mitarbeiter, Freiberufler und ehrenamtliche Helfer. Die Zuständigkeiten und professionellen Kapazitäten sind in den Museen sehr verschieden.

Die Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt hat in den zurückliegenden Jahren erfolgreich die Ausstellung, die Depotsituation und die Pflegebedingungen am Dom in Halberstadt optimiert. Die Situation nach der Umgestaltung und vor Beginn des DBU-Projektes werden im Teil 1 des Abschlussberichtes erläutert (s. 1. Beschreibung der Ausgangssituation).

Seit 2012 wurden in einem Forschungsprojekt die veränderten Aufbewahrungsbedingungen nach der Umgestaltung der Domschatzausstellung überprüft. Ein Ziel des Projektes war u.a. diese Erfahrungen für Kirchen, Bibliotheken, Archive und museale Einrichtungen mit vergleichbaren Sammlungsschwerpunkten und Spezifizierungen⁶ nutzbar zu machen. Der vorliegende Abschlussbericht versteht sich deshalb selbst als Leitfaden für den Umgang mit Kunst- und Kulturgut in vergleichbaren Institutionen, die nicht auf festangestelltes restauratorisches Personal zurückgreifen können.

In der Diskussion wurden die Handbücher, Ratgeber, Leitfäden und Richtlinien zur Handhabung, Pflege, Lagerung und zum Schutz von mobilem Kulturgut, mit denen das Restauratorenteam arbeitet, gesichtet und ausgewertet. Inhaltlich bieten diese Publikationen ein breites Spektrum aus dem Fachbereich der präventiven Konservierung. Für die komplexen Aufgaben des Kulturguterhaltes sind diese Veröffentlichungen wertvolle Quellen. Zumeist sind sie eine Art Wissensspeicher. Differenziert nach Objekt- oder Materialgruppen und mit unterschiedlichem fachlichen Anspruch werden darin die Zusammenhänge von Überlieferung, heutiger Nutzung, klimatischen Bedingungen und historischen Materialien für die Erhaltung von musealen Objekten⁷ darstellt.

¹ „Die Bezeichnung Kulturgut wird im deutschen Sprachraum vielfältig verwendet und umfasst sowohl bewegliche wie auch unbewegliche Güter. Kulturgüter sind in der Regel von archäologischer, geschichtlicher, literarischer, künstlerischer oder wissenschaftlicher Bedeutung. Kulturgüter oder Kulturgut können sowohl Bestände von Bibliotheken, Archiven und Museen als auch Bodendenkmäler und Gebäude sein (...)“. Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Kulturgut> Zugriff: 06.05.2015

² http://www.museumbund.de/de/das_museum/ethik_standards/standards_fuer_museen/ Zugriff: 03.05.2015

³ http://www.museumbund.de/de/das_museum/geschichte_definition/aufgaben_des_museums/ Zugriff: 03.05.2015

⁴ http://www.museumbund.de/de/das_museum/ethik_standards/standards_fuer_museen/ Zugriff: 03.05.2015

⁵ Anmerkung der Autorin: Aufsichten, Buchhaltung, Forschung // siehe auch: <http://www.kupoge.de/ifk/ehrenamt/museum/museen.htm> Zugriff: 03.05.2015

⁶ Anmerkung der Autorin: Volkskunde- und Heimatkunde-Museen, Schloss- und Burgmuseen, Kunst- und naturwissenschaftlich-technische Museen

⁷ Archäologische Grabung; Archäologische Objekte; Ethnografische Objekte - Volks- und Völkerkunde; Gemälde; Grafik, Archiv- und Bibliotheksgut; Kunsthandwerkliche Objekte; Leder und artverwandte Materialien; Metall; Möbel und Holzobjekte; Moderne Kunst - Kulturgut der Moderne; Musikinstrumente; Polychrome Bildwerke; Stein; Technisches Kulturgut; Textil; Wandmalerei Architekturoberflächen

Alle Publikationen erläutern den positiven Einfluss stabiler Umgebungsbedingungen (intakte Bausubstanz, Sauberkeit, Klima, Licht). Sie vermitteln den haupt-, neben- und ehrenamtlichen Museumsleuten, Archivaren, Bibliothekaren und Kirchenmitarbeitern, die die Verantwortung für die Erhaltung ihrer Sammlungen tragen, wesentliche Aspekte zur Aufbewahrung und Erhaltung von Kulturgut.

Daher kann an dieser Stelle auf die nachfolgenden Buchtitel und Internetseiten verwiesen werden:

Baynes-Cope, A. D.: Caring for books and documents, London: British Museum Publications 1981.

Braun, Helmut, und Dagmar Thormann: Gib Acht. Hinweise zur Pflege von Kirche und Kirchenggerät, Scheinfeld 2006.

Burmester, Andreas u.a.: Raumklima in Museen und historischen Gebäuden. Eine Informationsschrift des Fachinstitutes Gebäude-Klima e.V., Bietigheim-Bissingen: Fachinstitut Gebäude-Klima 2000.

Hilbert, Günter S. und Barbara Fischer: Sammlungsgut in Sicherheit: Beleuchtung und Lichtschutz, Klimatisierung, Schadstoffprävention, Schädlingsbekämpfung, Sicherungstechnik, Brandschutz, Gefahrenmanagement. 3., vollst. überarb. und erw. Aufl. (= Berliner Schriften zur Museumskunde), Staatliche Museen Preußischer Kulturbesitz/Institut für Museumskunde, Berlin: Mann 2002.

Hofmann, Rainer und Hans-Jörg Wiesner: Bestandserhaltung in Archiven und Bibliotheken. 5. überarb. und erw. Aufl., Praxis: Dokumentation, Berlin u.a. : Beuth 2015.

Huber, Joachim und Karin von Lerber: Handhabung und Lagerung von mobilem Kulturgut: ein Handbuch für Museen, kirchliche Institutionen, Sammler und Archive (= Publikationen der Abteilung Museumsberatung/Landschaftsverband Rheinland, Rheinisches Archiv- und Museumsamt), Bielefeld: transcript-Verlag 2003.

Kobold, Maria und Jana Moczarski: Bestandserhaltung: ein Ratgeber für Verwaltungen, Archive und Bibliotheken, 2., überarb. Aufl., Darmstadt: Hessische Historische Kommission 2012.

Lochmann, Hans: Standards für Museen, 3. Aufl., Berlin: Deutscher Museumsbund e.V. 2011.

Matthaes, Gottfried: Illustriertes Handbuch des Kunstsammlers: authentisch oder falsch - antik oder neu - Original oder Kopie, Milano: Museo del Collezionista d'Arte 1997. und Illustriertes Handbuch des Kunstsammlers: zur Echtheitserkennung von Antiquitäten, Mailand: Museo del Collezionista d'Arte 1997.

Pfeiffer, Nikolaus: Verantwortung Kulturgut. Konservatorischer Leitfaden für den Alltag im Regionalmuseum und Gemeindearchiv, Salzburger Landesarchiv 2015.

Repp, Barbro: Das Museumsdepot: Grundlagen, Erfahrungen, Beispiele, Museums-Bausteine, hrsg. von der Landesstelle für die Nichtstaatlichen Museen beim Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege, München: Weltkunst-Verlag 1998.

Rohde-Enslin, Stefan und Keith Allen: Nicht von Dauer. Kleiner Ratgeber für die Bewahrung digitaler Daten in Museen, 2. akt. Aufl., Berlin: Institut für Museumskunde, 2009.

Online verfügbar:

<http://www.langzeitarchivierung.de/Subsites/nestor/DE/Publikationen/Ratgeber/ratgeber.html>

Sammlungsdokumentation: Geschichte - Wege – Beispiele, Museums-Bausteine, hrsg. von der Landesstelle für die Nichtstaatlichen Museen beim Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege, München: Deutscher Kunstverlag 2001.

Vom Umgang mit kirchlichen Gebäuden: eine Hilfe für alle, die für sie verantwortlich sind, Kiel 1980.

Vorsorge, Pflege, Wartung: Empfehlungen zur Instandhaltung von Baudenkmalern und ihrer Ausstattung. Eine Handreichung für Denkmaleigentümer, Verwalter, hausmeister, Kirchenvorsteher, Kirchenpfleger, Küster und Mesner, Denkmalpflege-Informationen, Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, München 2002.

Waentig, Friederike: Präventive Konservierung: ein Leitfaden (= Beiträge zur Museologie, Bd. 5), Berlin: ICOM Deutschland 2014.

Textilien

Reichert, Ulrike: Handhabung von Textilien im Museum, in: Landesstelle für die nichtstaatlichen Museen (Hg.): Umgang mit Sachen. 6. Bayerischer Museumstag, Regensburg 4.-6. Sept. 1991. München 1992, S. 22-26.

Worch, Maria Theresia: Historische Fahnen, in: Arbeitsblätter des Bayerischen Landesamts für Denkmalpflege (Stand Dezember 1995).

Worch, Maria Theresia: Historische Textilien. Hinweise für Transport, Ausstellung und Aufbewahrung, in: Arbeitsblätter des Bayerischen Landesamts für Denkmalpflege (Stand Dezember 1995).

Online verfügbar:

http://www.denkmalpflege.lvr.de/media/denkmalpflege/publikationen/online_publicationen/Leitfaden_Restauration_Textilien_in_Kirchen_08.pdf, Zugriff: 21. Mai 2015

Zalewski, Paul und Helene Tello: Biozidbelastete Kulturgüter: grundsätzliche Hinweise und Texte zur Einführung in die Problematik, Frankfurt (Oder) 2014.

Folgende Internetquellen bieten umfangreiche Informationen:

<http://kek-spk.de/aufgaben-und-ziele/bundesweite-handlungs-empfehlungen/>

<http://www.konferenz-kultur.de/SLF/index1.php>

<http://www.forum-bestandserhaltung.de/>

http://www.atelierstrebel.ch/0_pdf_downloads.shtml

http://www.cwaller.de/didaktik_teil4/2care_exponatleitfaden.pdf

http://www.cwaller.de/fr_didaktik.htm

<http://www.zeitensprung.de/fotoleitfaden.pdf>

7. Fazit und Schlussbemerkung – verallgemeinerbare Erfahrungen

Katrin Tille

Wie pflegt man auf Dauer und effektiv so einzigartige Kulturwerte wie den Halberstädter Domschatz? Diese Fragestellung bewegt die Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt und ihre Mitstreiter seit fast zwei Jahrzehnten. Welche Ausgangsbedingungen Ende der 1990er Jahre vorgefunden worden sind, wie diese komplexe Aufgabe in Angriff genommen wurde und welche Wegstrecke dabei zurückzulegen war, kann dem vorliegenden Abschlussbericht entnommen werden.

Im Rahmen des DBU-Projektes hat sich das Team durch Kontakte zu Partnern mit ähnlichen Aufgabenstellungen und in Auseinandersetzung mit der Fachliteratur mit dem aktuellen Forschungsstand zur präventiven Konservierung beschäftigt. Die Vielzahl der informativen und gut verständlichen Leitfäden und Handreichungen mit umfangreichem Quellen- und Informationsmaterial zum Thema hat die Redaktion bewogen, von der anfänglichen Idee, die in Halberstadt gewonnenen Erfahrungen im Umgang mit mobilem Kunst- und Kulturgut in denkmalgeschützten Innenräumen ebenfalls zu einer eigenständig publizierten Handreichung zusammenzufassen, Abstand zu nehmen. Die Grundlagen der präventiven Konservierung, die Herangehensweise und die Spezifika der einzelnen restauratorischen Fachdisziplinen sind in vielfältigen Publikationen, die gedruckt oder online verfügbar sind, bereits ausreichend dargestellt und bedürfen keiner neuerlichen Wiederholung. Die am Domschatz Halberstadt gewonnenen Erfahrungen entsprechen in der Regel den bereits verfassten verallgemeinernden Thesen und bestätigen sie.

Der vorliegende Abschlussbericht versteht sich in seiner Gesamtheit selbst als eine Handreichung für vergleichbare Einrichtungen mit ähnlichem Kunst- und Kulturgutbestand. Er zeigt die Herangehensweise und die notwendigen Arbeitsschritte am konkreten Beispiel nachvollziehbar auf. Die wesentlichen Gedanken und Grundlagen, die am Halberstädter Domschatz in die Tat umgesetzt worden sind, waren im Rahmen des hier dargestellten DBU-Projektes Gegenstand der Untersuchung. Sie wurden erfolgreich evaluiert und sollen abschließend noch einmal zusammenfasst und als verallgemeinerbare Erfahrungen herausgestellt werden.

Die präventive Konservierung hat sich als Grundkonsens der gemeinsamen Arbeit bewährt und liegt der weiteren Betreuung zugrunde. Sie beruht auf zwei Grundsäulen: Zum einen auf der fortlaufenden Optimierung der Aufbewahrung vor Ort und zum anderen auf einer kontinuierlichen konservatorischen Betreuung. Beide Aufgaben bedürfen der genauen Kenntnis der örtlichen Gegebenheiten einschließlich der historischen Entwicklungsverläufe sowie einer möglichst detaillierten und spezifischen Objektkennntnis für jedes einzelne zu betreuende Kunstwerk. Dies setzt eine zeitliche wie personelle Kontinuität in der Betreuung voraus.

Fortlaufende Optimierung der Aufbewahrung vor Ort

Die optimierte Aufbewahrung schließt sowohl die klimatische Raumkonditionierung als auch die verbesserte Lagerung und Präsentation (Vitrinen, Depot, Stellagen zur Präsentation wie Figuren u.a.) ein und greift wie ein Räderwerk ineinander.

Dabei ist neben Gestaltungsaspekten vor allem auf die Wirksamkeit und konservatorische Unbedenklichkeit der technischen Verfahren zu achten. Gleiches gilt für die einzubringenden Materialien. Nach Möglichkeiten sind diese vorab durch Probeanwendungen sowie als Musterflächen, -vitrinen und -depotschränke umfassend zu testen. Ergänzend bietet sich der Erfahrungsaustausch, die Besichtigung und Untersuchung von Referenzlösungen und Anwendungen als sehr hilfreich und zielführend an.

Grundlegende und im Falle von historischer Bausubstanz denkmalgerechte Instandsetzungsarbeiten sind oftmals unerlässlich, um die Aufbewahrung nachhaltig zu verbessern. Die Bauhülle ist unter raumklimatischen Gesichtspunkten so zu ertüchtigen, dass ein im Jahresverlauf um einen Mittelwert kaum schwankendes Raumklima erzielt werden kann. Die einzuhaltenden konservatorischen Sollwerte leiten sich von den Anforderungen der Objektmaterialien der zu schützenden Kulturgüter ab und sind unter Einbeziehung der Gegebenheiten vor Ort interdisziplinär festzulegen.

Die Erfahrungen am Domschatz Halberstadt zeigen, dass die Anforderungen an die Gebäudetechnik und insbesondere an die Klimatisierung hinsichtlich ihres technischen Aufwandes und Umfangs im Einzelfall gewissenhaft geprüft werden müssen. Mitunter lassen die örtlichen Gegebenheiten eine Vollklimatisierung und technikintensive Gebäudeausstattung nicht zu bzw. nicht sinnvoll erscheinen. Bei der Auswahl der für den jeweiligen Standort am besten geeigneten technischen Lösung sollten von Anfang an auch die Aufwendungen für Betriebskosten, personelle Betreuung, Wartung, Reparatur, Ersatz und Entsorgung berücksichtigt werden. Nicht nur mit Blick auf den energetischen Aufwand steht in diesem Zusammenhang durchaus auch die Frage im Raum, welche klimatischen Rahmenbedingungen im musealen Umfeld unter Einbeziehung der örtlichen Rahmenbedingungen kontinuierlich aufrechterhalten werden müssen.

Auch in der bewussten Fokussierung auf „einfache“ Lösungen kann der Schlüssel zum Erfolg liegen. Die Abkehr von komplexen gebäudetechnischen Installationen im Domschatz Halberstadt minimiert nicht nur den Aufwand bei der Beschaffung und beim Einbau. Dadurch wird auch der personelle Aufwand für die regelmäßige Betreuung reduziert und letztlich Kosten für Wartung und Reparatur gespart. Hinzu kommt, dass mobile Geräte zur Klimastabilisierung in der Regel einfacher zu bedienen und zu warten sind. Ein weiterer Pluspunkt ist, dass diese im Havariefall unkomplizierter zu ersetzen sind und auf lange Sicht dürften sie in der Bilanz kostengünstiger sein. Allerdings setzt dieser Ansatz voraus, dass vor Ort die regelmäßige Kontrolle und Gerätepflege durch entsprechend geschultes technisches Personal gewährleistet ist.

Die Vitrinen sind integraler Bestandteil des Klimakonzeptes. Sie haben die Aufgabe, zusätzlich zu den oben genannten Maßnahmen jahreszeitlich bedingte Klimaschwankungen zu dämpfen und die Kunstwerke vor Beschädigungen und Beeinträchtigungen jeglicher Art zu schützen. Auch in diesem Fall zeigt das Beispiel Halberstädter Domschatz, dass eine zusätzliche Klimatisierung der Vitrinen nicht zwingend notwendig ist. Beim Bau der Vitrinen ist darauf zu achten, dass nur Materialien verwendet werden, die konservatorisch unbedenklich sind. Dichtungsmaterialien, Farbbeschichtungen, Bezugsstoffe und andere Ausstattungsmaterialien sind vorab zu prüfen bzw. nur nachweislich zertifizierte Produkte zu verwenden. In diesem Zusammenhang ist der Bau einer Muster- bzw. Testvitrine ausdrücklich empfehlenswert. Bewährt haben sich darüber hinaus verschließbare, staub- und insektengeschützte Öffnungen im Vitrinenboden für eine kontrollierte Belüftung und das Einlegen von Schadstoff absorbierenden oder klimaregulierenden Materialien.

Spezielle Stützkonstruktionen wie am Beispiel des Halberstädter Domschatzes für die romanischen und gotischen Teppiche, individuelle Figurinen für die Gewänder, neue Aufhängungen für Tafelbilder und vieles mehr sorgen zusätzlich für eine optimierte Aufbewahrung und verbessern zugleich die Präsentation.

Die optimierte Aufbewahrung verlangt auch nach einer zeitgemäßen, den konservatorischen Anforderungen entsprechenden Depotsituation. Ähnlich wie in der Ausstellung greifen unterschiedliche Komponenten der präventiven Konservierung ineinander. Wiederum geben die Objektmaterialien der zu magazinierenden Kunstwerke die Anforderungen an das Raumklima vor. Schränke und Schutzverpackungen puffern zusätzlich klimatische Schwankungen und schützen vor anderen äußeren Einflüssen wie etwa Staubbelastung. In Halberstadt sind deshalb zwei klimatisch unterschiedlich konditionierte Depots entstanden. In ihnen werden die Bestände nach Materialgruppen getrennt aufbewahrt, die ähnliche Anforderungen stellen. Zusätzlichen Schutz bieten speziell konstruierte Depotschränke und -regale aus Metall. Auch in diesem Fall sind die Verwendung geprüfter Materialien und der Bau eines Musterschranks empfehlenswert.

Auch bei der Verbesserung der Depotsituation können mit vergleichsweise „einfachen“ Mitteln signifikante Verbesserungen erzielt werden. So sind erhöhte aufgestellte Depotschränke nicht nur eine mögliche Schutzmaßnahme bei Wassereintrich infolge Hochwasser bzw. bei Wasserschäden. Sie erleichtern im Havariefall auch den schnellen Transport oder die Umlagerung mit Hubwagen. Selbst mit improvisierten Maßnahmen wie dem Unterlegen von Leisten lässt sich leicht eine Verbesserung erreichen. Außerdem wird durch die erhöhte Aufstellung eine bessere Umlüftung ermöglicht, was wiederum klimabedingten Problemen vorbeugen kann. Letzterem dient auch die Ausstattung der Fachböden mit Lochblechen, die für eine bessere Luftzirkulation in geschlossenen Schränken sorgen.

Eine optimale Aufbewahrung und Betreuung des Bestandes verlangt nach restauratorischen Arbeitsräumen bzw. -gelegenheiten in räumlicher Anbindung an Ausstellung und Depot. Bei kleinen Beständen wie dem Halberstädter Domschatz ist es nicht zwingend erforderlich und auch wirtschaftlich nicht sinnvoll, eine auf dem neuesten technischen Stand ausgestattete Werkstatt vorzuhalten. Stattdessen sind Arbeitsräume mit einem Mindestmaß an Ausstattung so einzurichten, dass die grundlegenden Pflegearbeiten vor Ort ausgeführt werden können. Sollten Spezialgeräte zur Untersuchung o.ä. erforderlich sein, ist nach geeigneten Partnern zu suchen, die diese zur Verfügung stellen und vor allem die z.T. sehr spezifische Befundauswertung vornehmen. In jedem Fall sind Objekttransporte nach Möglichkeit zu vermeiden und lediglich im begründeten Einzelfall durchzuführen.

Eine zeitgemäße, die konservatorischen Anforderungen erfüllende Ausstellungsinfrastruktur (Klimageräte, Vitrinen, Depotschränke usw.) bedarf einer kontinuierlichen Kontrolle und Pflege. Dazu zählen die regelmäßige Wartung der technischen Geräte aber auch der Vitrinen- und Depotschränke. Letztere sind regelmäßig innen wie außen zu reinigen. Dabei ist es hilfreich, wenn leicht zu reinigende Oberflächen zum Einsatz kommen. Für die Koordination und Durchführung der damit verbundenen Aufgaben ist ein Pflegeplan empfehlenswert.

Auch wenn mit Eröffnung einer Ausstellung eine optimierte technische Infrastruktur in Dienst genommen wurde, wird diese im Laufe der Zeit veralten. Da sich stets wichtige Neuerungen ergeben, muss in einem angemessenen Zeitraum geprüft werden, ob die vorhandenen Installationen noch dem allgemeinen Stand der Technik und Wissenschaft entsprechen.

Kontinuierliche konservatorische Betreuung

Ein interdisziplinär zusammengesetztes, mit dem Bestand langjährig vertrautes Konservatorenteam bietet die besten Voraussetzungen für eine optimale Betreuung. In ihm arbeiten Restauratoren verschiedener Fachgebiete, Natur- und Geisteswissenschaftler eng zusammen. Auf diese Weise werden alle relevanten Disziplinen für die Bewahrung von Kunst- und Kulturgut zusammengeführt. Da viele Kunstwerke aus einer Kombination verschiedener Materialien bestehen, garantiert die ressortübergreifende Betreuung eine optimale Fürsorge. Die Kooperation mit den Spezialisten für die Klimaüberwachung sowie für schadstoff- und mikrobiologisch relevante Fragestellungen sorgt dafür, dass immer auch die Umgebungsbedingungen in den Blick genommen werden.

Grundsätzlich hat es sich als überaus zielführend erwiesen, Restauratoren und Konservatoren frühzeitig in den Planungs- und Gestaltungsprozess einzubinden, um in der Umsetzungsphase Auseinandersetzungen und Konflikte um konservatorisch notwendige Lösungen möglichst zu vermeiden.

Am Halberstädter Domschatz hat sich die Zusammenarbeit mit freiberuflich tätigen Fachrestauratoren bestens bewährt. Der Betreuungsaufwand ist vom Umfang des zu pflegenden Bestandes und den jeweiligen Aufgabenstellungen abhängig und variiert für die einzelnen restauratorischen Fachgebiete. Die Pflegeverträge werden jährlich abgeschlossen.

Für kleinere Museen ohne eigenes Personal für Restaurierung bzw. präventive Konservierung kann dieses Modell eine geeignete Hilfestellung bieten. Denkbar wäre beispielsweise ein Verbund von musealen Einrichtungen, die zur restauratorischen Betreuung ihrer Bestände gemeinsam auf ein eingearbeitetes freiberufliches Restauratorenteam zurückgreifen können.

Die fortlaufende Pflege ist die Grundaufgabe der restauratorischen Betreuung. An erster Stelle stehen die regelmäßige Zustandskontrolle und Durchsicht der Kunstwerke sowie die Fortführung der vertiefenden Bestandserfassung. Nur diese genaue Objektkennntnis ermöglicht es, eine eventuelle Schädigung eines Kunstwerkes frühzeitig zu erkennen und geeignete Maßnahmen zur Schadensabwehr einzuleiten. Im Rahmen der Pflege werden auch kleinere konservatorische Maßnahmen wie die Abnahme von Verunreinigungen durchgeführt, um potentielle Gefahren beispielsweise für mikrobiellen Befall zu minimieren. Die konkreten Arbeiten und Prioritäten werden jährlich auf der Grundlage der restauratorischen Berichte und Bestandseinschätzungen festgelegt. Regelmäßige Arbeitstreffen dienen dem fachlichen Austausch und der Besprechung konkreter Arbeitsaufgaben. Sollten sich Fragestellungen innerhalb dieses Arbeitskreises nicht klären lassen, ist weiterer Expertenrat von außen einzuholen.

Wiederkehrende Aufgaben wie die regelmäßige Durchsicht oder ein Monitoring (z. B. regelmäßige Klima- und Lichtkontrollmessungen) lassen sich in einem Pflegeplan zusammenfassen.

Generell kommt der Dokumentation eine wachsende Bedeutung zu. Insbesondere ist das bei einem interdisziplinär arbeitendem Team zu beachten. Fachgebietsübergreifende Formulare zur Erfassung der wichtigsten restauratorischen Tätigkeiten im Rahmen der Pflege machen die notwendigen Informationen disziplinübergreifend zugänglich. Bewährt hat sich auch der Einsatz freier Software, weil so ein Datenaustausch ohne Festlegung auf bestimmte lizenzierte Produkte möglich ist.

Zu einer optimalen Pflege gehört ebenso die Zusammenarbeit mit naturwissenschaftlich ausgerichteten Partnern. Auch hier hat sich am Domschatz Halberstadt die Kooperation mit externen Spezialisten bewährt, die seit vielen Jahren eingebunden sind und damit über vertiefte Kenntnisse zu den örtlichen Gegebenheiten verfügen. Beispielhaft sei auf das engmaschige Netz an Klimakontrollpunkten in Ausstellung, Depot und Dom, in Räumen, Vitrinen, Magazinschränken und an frei stehenden Einzelobjekten verwiesen, das zuverlässige Aussagen zur raumklimatischen Situation am jeweiligen Standort gibt. Auf dieser Grundlage lassen sich wichtige Empfehlungen zur weiteren Verbesserung der Aufbewahrungsbedingungen ableiten und in Zusammenarbeit aller Beteiligten realisieren.

Unverzichtbar ist auch die enge Verzahnung zwischen Restauratoren und den jeweiligen Spezialisten in Hinblick auf mögliche Belastungen durch Schadstoffe und mikrobielle Faktoren wie Schimmel. Hier kann die aufmerksame Beobachtung möglicher Schadensbilder durch die Restauratoren, deren Untersuchung sowie die Durchführung zielgerichteter Gegenmaßnahmen frühzeitig größere Schädigungen vermeiden.

Was gilt es darüber hinaus zu beachten und wie geht es weiter?

Zeit ist in der präventiven Konservierung eine entscheidende Determinante. Die planerischen Vorbereitungen bei Umbauten und Umgestaltungen müssen den Faktor Zeit großzügig bemessen und ausreichend „Spielraum“ für die gründliche Bestandsaufnahme, technische Probeläufe und eventuelle Nachbesserungen, notwendige Standzeiten zur „Abgasung“ leichtflüchtiger organischer Verbindungen bei neuen Schränken und Vitrinen enthalten sowie Zeitreserven für unvorhersehbare Bauverzögerungen einkalkulieren. Bevorstehende Jubiläen oder aufwändig vorgeplante Eröffnungsveranstaltungen können einen Zeitplan leicht zu eng fassen und unter ungünstigen Umständen eine Gefährdung der Objekte nach sich ziehen, wenn beispielsweise notwendige Abstandszeiten nicht mehr eingehalten werden können.

Zeit ist aber auch nach erfolgreichem Umbau oder Neukonzeption eine unverzichtbare Komponente. Die präventive Konservierung ist mit der sichtbaren Verbesserung der Aufbewahrungsbedingungen längst nicht abgeschlossen. Sie stellt vielmehr nur einen wichtigen Zwischenschritt dar, den es weiter zu beobachten und immer weiter fortzuführen gilt. Präventive Konservierung ist keine kurzfristig abzuarbeitende Leistung sondern vielmehr eine Langzeitaufgabe, eine fortlaufende Verpflichtung.

Die Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt wird deshalb den in diesem Bericht beschriebenen Weg weiter beschreiten. Das DBU-Projekt hat gezeigt, dass die kontinuierliche Gewährleistung einer konservatorischen Betreuung und die fortlaufende Kontrolle der Aufbewahrungsbedingungen für die dauerhafte Bewahrung des Halberstädter Domschatzes grundlegende Richtgrößen sind, die es immer wieder an die aktuellen Gegebenheiten anzupassen gilt.

Abschließend kann konstatiert werden: Die dauerhafte Bewahrung des Halberstädter Domschatzes ist mit Mitteln der präventiven Konservierung auf eine sichere und auf lange Sicht tragfähige Grundlage gestellt. Darüber hinaus können einzelne Lösungsbeispiele und -ansätze, die sich in Halberstadt bewährt haben, auch für vergleichbare museale Einrichtungen anwendbar sein und damit beste Voraussetzungen für die Erhaltung des anvertrauten kulturellen Erbes im Einklang mit den örtlichen Gegebenheiten bieten.

8. Berichte und Literatur

8.1. Zitierte Berichte und Literatur

Berichte

DREWELLO 2013

Drewello, Ursula: Germanisches Nationalmuseum Nürnberg. Untersuchung von Textilien für eine Wechselausstellung nach chemischer Reinigung und wässriger Behandlung auf ihr Emissionspotenzial. Bericht AN 2577a, AN 2784, 2646. Bamberg 2013.

DREWELLO 2013

Drewello, Ursula: Goethehaus Weimar. Untersuchung von Raumluf, Staub und Material auf Pestizide. Bericht AN 2531. Bamberg 04.03.2013.

DREWELLO 2015

Drewello, Ursula: Germanisches Nationalmuseum Nürnberg. Untersuchung von Textilprüfmustern nach wässriger Behandlung auf ihr Emissionspotenzial. Bericht AN 2815 und 2875. Bamberg 2015.

HAPPACH 1996a

Happach, Friederike: Halberstadt Domschatz. Textilien. Schimmelbefall. Beobachtungen und Maßnahmen seit 1979. Halle 1996

HAPPACH 1996b

Happach, Friederike: Halberstadt Domschatz. Textilien. Voruntersuchungen zum Schimmelbefall 1996. Halle 1996.

HARTMANN, KALISCH 2000

Hartmann, Robert und Uwe Kalisch: Lichtmessung im Domschatzbereich, Messprotokoll der Kulturstiftung DessauWörlitz und des IDK vom 13.09.2000.

KALISCH 1999

Kalisch, Uwe: Domschatz Halberstadt. Zusammenstellung klima- und beleuchtungstechnischer Orientierungswerte. In: Bericht des IDK: HAL 11/99 vom 23.08.1999.

MAAS-DIEGELER 2014

Mass-Diegler, Gabriele: Untersuchungsbericht Glasdosimeter-Studie zur Bewertung der klimatischen Verhältnisse am Domschatz Halberstadt des Fraunhofer-Instituts für Silicatforschung ISC in Bronnbach vom 26.06.2014.

MACHATE, MEIER 2014

Machate, Christine und Hartmut Meier: Lichtmessungen in der Domschatzausstellung. Bericht vom 12.03.2014.

TEICHMANN 2014

Teichmann, Caroline: Naturwissenschaftliche Untersuchungen an ausgewählten Objekten des Halberstädter Domschatzes. Forschungspraktikum. Institut für Anorganische Chemie der Leibniz Universität Hannover (2014).

Literatur

BECKER 2010

Becker, Claudia: Die Eröffnung des Halberstädter Domschatzes. In: Jahrbuch der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt 6 (2008/09), Leitzkau 2010, S. 32–35.

BECKER 2007

Becker, Nadine: ATP-Messungen an Archiv- und Bibliotheksgut. Eine Möglichkeit zur Feststellung mikrobieller Aktivität? Hildesheim 2007.

BECKER, RICHTER 2005

Becker, Claudia und Jörg Richter (Hrsg.): Dom und Domschatz im 2. Weltkrieg. Halberstadt 2005.

BÖER 2004

Böer, Simone: Untersuchung der Mykotoxinfreisetzung aus ausgewählten Schimmelpilzen unter besonderer Berücksichtigung denkmalpflegerischer Aspekte. Diplomarbeit FB7 Biologie. Universität Oldenburg 2004.

BURMESTER 2004

Burmester, Andreas: Was ist Präventive Konservierung? Eine Einführung. In: Krah & Grote (Hrsg.), Grundlagen der Meßtechnik in der Präventiven Konservierung, Tagungsband 2007 zu der Veranstaltung vom 30.09. – 01.10.2004, S. 8–11 download: (zuletzt eingesehen am 09.09.2014).

DANZ 2012

Danz, Karoline: Die hallesche Restaurierungswerkstatt unter Albert Leusch. Zur Geschichte der Restaurierung in der Denkmalpflege der Provinz Sachsen 1925–1945. Halle (Saale) 2012.

DANZ, GRIMM, TILLE 2010

Danz, Karoline, Grimm, Corinna und Katrin Tille: Konzept, Ausführung und Aspekte der Pflege im Halberstädter Domschatz. In: „Würfelnde Kriegsknechte“ aus dem Alabaster-Kalvarienberg. Dom und Domschatz Halberstadt. Hrsg. von der Kulturstiftung der Länder mit dem Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt 2010, S. 38–63, hier. S. 38–42.

DANZ, PREGLA, RÜBER-SCHÜTTE 2008

Danz, Karoline, Pregla, Barbara und Elisabeth Rüber-Schütte: Der Domschatz zu Halberstadt in neuer Präsentation. 150 Jahre Betreuung durch die staatliche Denkmalpflege. In: Denkmalpflege in Sachsen-Anhalt 16 (2008), S. 7–36.

DOMSCHATZ 2001

Domschatz Halberstadt. Studie zur modellhaften Erforschung der Bedingungen für die Bewahrung und Pflege von umweltbelastetem national wertvollem Kunstgut in denkmalgeschützten Innenräumen. Leitzkau 2001.

DREWELLO, ULMANN, DREWELLO 2002

Drewello, Rainer, Ulmann, Arnulf von und Ursula Drewello: Schadstoffe im Museum. In: Museum aktuell. Nr. 87 (2002), S. 3711–3715.

DREYHAUPT 1994

Dreyhaupt, Franz Joseph (Hrsg.): VDI-Lexikon Umwelttechnik, 1. Auflage, Düsseldorf 1996, S. 208–210.

ERHARDT, MECKLENBURG 2011

Erhardt, David und Marion Mecklenburg: Relative Humidity Re-examined. In: Caple, Chris (Hrsg.): Preventive Conservation in Museums. London 2011, S. 339–354.

EVANS (1939)

Evans, Ulick R.: Korrosion, Passivität und Oberflächenschutz von Metallen. Berlin 1937, S. 97–98.

FALBE, REGITZ 1996

Falbe, Jürgen und Manfred Regitz: Römpp (Hrsg.): Römpp Lexikon Chemie. 10. Auflage, Stuttgart, New York 1996, S. 88.

FRANK 2000

Frank, Erdmute: Pflege und Betreuung der im Domschatz aufbewahrten Textilien. In: Jahrbuch der Stiftung Schlösser, Burgen und Gärten des Landes Sachsen-Anhalt und der Stiftung zum Erhalt und zur Nutzung der Dome, Kirchen und Klöster des Landes Sachsen-Anhalt 1 (1999). Leitzkau 2000, S. 89–91.

GERHOLD 2008

Gerhold, Geertje: Zur Konservierung einer Glockenkasel aus der ersten Hälfte des 13. Jahrhunderts aus dem Dom zu Halberstadt. In: Jahrbuch der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt 5 (2006/07), Leitzkau 2008, S. 72–78.

GRAU, SYPERECK 2004

Grau, Eckehardt und Helge Sypereck: Neukonzeption der Präsentation des Domschatzes im Halberstädter Dom. In: Jahrbuch der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt 3 (2002/03). Leitzkau 2004, S. 65–67.

GUTH 2004

Guth, Waltraut: Bibliotheksgeschichte des Landes Sachsen-Anhalt. Halle 2004.

HINZ 1962

Hinz, Paulus: Gegenwärtige Vergangenheit. Dom und Domschatz zu Halberstadt. Berlin 1962.

JANKE 2009

Janke, Petra: Zur Geschichte des Domes und des Domschatzes im Mittelalter. In: Kostbarkeiten aus dem Domschatz Halberstadt. Hrsg. vom Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt und dem Evangelischen Kirchenkreis Halberstadt – Domschatz-Verwaltung. Döbel 2009, S. 33–54.

KALISCH 2008

Kalisch, Uwe: „Die Verbesserung der raumklimatischen Aufbewahrungsbedingungen im Domschatz Halberstadt“. In: Jahrbuch der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt 5 (2006/07), Leitzkau 2008, S. 53–57.

KALISCH 2010

Kalisch, Uwe: Monitoring fragiler Oberflächen in Abhängigkeit vom Raumklima. In: Jahrbuch der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt 6 (2008/09), Leitzkau 2010, S. 36 f.

KALISCH, TILLE 2016

Kalisch, Uwe und Katrin Tille: Präventive Konservierung am Halberstädter Domschatz. Erfolgreiche Weichenstellung für eine gesicherte Gegenwart und Zukunft. In: Interdisziplinäre Forschung in der Denkmalpflege – 20 Jahre IDK – Schriftliche Fassungen der Vorträge der Fachtagung am 31. Mai 2016 in Dresden und weitere Beiträge. Dresden 2016, S. 39–50.

KOSTBARKEITEN 2009

Kostbarkeiten aus dem Domschatz Halberstadt. Hrsg. vom Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt und dem Evangelischen Kirchenkreis Halberstadt – Domschatz-Verwaltung. Döbel 2009.

KÖRBER 2008

Körper, Marie: „Zur Maltechnik und Restaurierung der Tüchlein des Halberstädter Heiltumsschranks, um 1520. In: Jahrbuch der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt 5 (2006/07), Leitzkau 2008, S. 63–71.

KRAUSE 2009

Krause, Hans-Joachim: Zur Bestandsgeschichte und Bewahrung des Domschatzes vom Mittelalter bis zur Gegenwart. In: Kostbarkeiten aus dem Domschatz Halberstadt. Hrsg. vom Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt und dem Evangelischen Kirchenkreis Halberstadt – Domschatz-Verwaltung. Döbel 2009, S. 57–67.

KUNSTSTOFFE 2013

„Kunststoffe als Konservierungs- bzw. Restaurierungsmaterial?“ Potsdamer Beiträge zur Konservierung und Restaurierung, Band 3. Beiträge der Tagung vom 10. Februar 2012 und Forschungsergebnisse des Projekts „Synthetische Bindemittel in der Konservierung und Restaurierung von Kunst- und Kulturgut“ an der FH Potsdam, Studiengang Konservierung und Restaurierung, Berlin 2013.

LÖBSACK 1969

Löbsack, Theo: Wie lange noch DDT? DIE ZEIT, 28.11.1969; <http://www.zeit.de/1969/48/wie-lange-noch-ddt/> (zuletzt eingesehen am 13.01.2016).

MECKLENBURG

Mecklenburg, Marion: Smithsonian Museum Conservation Institute (2): Determining the Acceptable Ranges of Relative Humidity and Temperature in Museums and Galleries: Part 2, Structural Response to Temperature, S. 26; online verfügbar unter <http://www.si.edu/mci/downloads/reports/Mecklenburg-Part2-Temp.pdf> (zuletzt eingesehen am 12.10.2016).

MEIER 2010

Meier, Hartmut: Die Restaurierung und Konservierung des sogenannten Heiltumsschranks im Halberstädter Domschatz. In: Jahrbuch der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt 6 (2008/09), Leitzkau 2010, S. 101–103.

MEYER 1936

Meyer, Erich: Das Dommuseum Halberstadt. Halberstadt 1936.

MELLER, MUNDT, SCHMUHL 2008

Meller, Harald, Mundt, Ingo und Boje E. Hans Schmuhl (Hrsg.): Der heilige Schatz im Dom zu Halberstadt. Regensburg 2008.

MICHALSKI 2011

Michalski, Stefan: The Lighting Decision. In: Caple, Chris (Hrsg.): Preventive Conservation in Museums. New York 2011, S. 326.

MUSEUMSDEPOT 1998

Das Museumsdepot: Grundlagen – Erfahrungen – Beispiele. Hrsg. von Walter Fuger und Kilian Kreiling im Auftrag der Landesstelle für die nichtstaatlichen Museen beim Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege. München 1998.

PADFIELD, BORCHERSEN 2007

Padfield, Tim und Karen Borchersen (Hg.): Museum Microclimates. Contributions to the Copenhagen conference, 19-23 November 2007. Kopenhagen 2007; online verfügbar unter <http://www.conservationphysics.org/mm/musmic/musmic150.pdf> (zuletzt eingesehen am 12.10.2016).

PETERSEN 2004

Petersen, Karin: Nachweis mikrobieller Besiedlung an Kunst- und Kulturgut – Möglichkeiten und Grenzen. In: Schimmel. Gefahr für Mensch und Kulturgut durch Mikroorganismen [Beiträge der Tagung „Schimmel – Gefahr für Mensch und Kulturgut durch Mikroorganismen“, 21.–23. Juni 2001, München]. Stuttgart 2004, S. 30–38.

PREGLA, RICHTER, SCHMITT 2008

Pregla, Barbara, Richter, Jörg und Reinhard Schmitt: Zur Geschichte und Baugeschichte des Ensembles. In: Meller, Harald, Mundt, Ingo und Boje E. Hans Schmuhl (Hg.): Der Heilige Schatz im Dom zu Halberstadt. Regensburg 2008, S. 11–34.

RICHTER 2009

Richter, Jörg: Der Domschatz Halberstadt. Führer durch die Ausstellung. Hrsg. vom Evangelischen Kirchspiel Halberstadt und der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt. Döbel 2009.

RICHTER 2010

Richter, Jörg: „Das Heilige sichtbar machen? Notizen über das Ausstellen sakraler Kunst.“ In: ... Das Heilige sichtbar machen. Domschätze in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft (= Veröffentlichungen des Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Arbeitsberichte 9). Regensburg 2010, S. 407–424.

SCHIPPERT, KIMMERLE 2008

Schippert, Egbert und Klaus Kimmerle: Adsorption von Lösemitteln an mikroporösen Aktivkohlefasern, Teil 2: Modellbildung und Messergebnisse. In: F & S Filtrieren und Separieren, Jahrgang 22, Nr. 6, 2008.

SCHMIDT 1878

Schmidt, Gustav: Die Handschriften der Gymnasialbibliothek. In: Königliches Dom-Gymnasium zu Halberstadt. Oster-Programm 1878. Halberstadt 1878.

SCHMIDTS, HILBERT 2002

Schmidts, Paul und Günter S. Hilbert: Beleuchtung und Lichtschutz. In: Hilbert, Günter S. (Hrsg.): Sammlungsgut in Sicherheit (= Berliner Schriften zur Museumskunde, Bd. 1). 3. Auflage Berlin 2002.

SCHOLL 2008

Scholl, Stephan: - ADSORPTION - Flüssigphasenadsorption von Methylenblau in einem Rührkessel-Adsorber. Vorlesungsskript von Prof. Dr.-Ing. S. Scholl, Institut für Chemische und Thermische Verfahrenstechnik, ICTV, Braunschweig, 2008.

SEYDERHELM 2010

Seyderhelm, Bettina: Die Geschichte des Halberstädter Domschatzes seit der Auflösung des Domkapitels 1810. Untersuchungen zum Umgang einer evangelisch-lutherischen Domgemeinde mit einem mittelalterlichen Kirchenschatz. In: ... Das Heilige sichtbar machen. Domschätze in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft (= Veröffentlichungen des Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Arbeitsberichte 9). Regensburg 2010, S. 371–400.

SPIEGEL 2007

Spiegel, Claudia: Staub als Wachstumsfaktor und Nährmedium für Mikroorganismen. Bachelor Thesis, HAWK Hildesheim. Hildesheim 2007.

SPRINGER 2008

Springer, Samantha: UV and Visible Light Filtering Window Films. In: WAAC Newsletter Volume 30, No. 2. Mai 2008, S. 16-23. Online verfügbar unter <http://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn30/wn30-2/wn30-204.pdf> (zuletzt eingesehen am 12.10.2016).

THOMSON 1994

Thomson, Garry: *The Museum Environment*. London 1994.

THOMSON 2011

Thomson, Garry: *The museum environment – Light*. In: Caple, Chris (Hrsg.): *Preventive Conservation in Museums*. London 2011, S. 305–318.

TILLE 2001

Tille, Katrin: Studie zur Neukonzeption des Halberstädter Domschatzes. In: *Jahrbuch der Stiftung Schlösser, Burgen und Gärten des Landes Sachsen-Anhalt und der Stiftung zum Erhalt und zur Nutzung der Dome, Kirchen und Klöster des Landes Sachsen-Anhalt 2 (2000/2001)*, Leitzkau 2001, S. 79.

TILLE 2008

Tille, Katrin: „Restauratorische Arbeiten im Vorfeld der Neupräsentation des Halberstädter Domschatzes“. In: *Jahrbuch der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt 5 (2006/07)*, Leitzkau 2008, S. 58–62.

TILLE 2010

Tille, Katrin: „Die konservatorisch-restauratorische Betreuung des Halberstädter Domschatzes nach der Neueröffnung“. In: *Jahrbuch der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt 6 (2008/09)*, Leitzkau 2010, S. 38 f.

TILLE 2012

Tille, Katrin: Die Neupräsentation des Domschatzes zu Halberstadt aus konservatorischem Blickwinkel. In: *display today*. Hrsg. von Museumstechnik Berlin. Berlin 2012, S. 96–105.

TILLE 2015a

Tille, Katrin: „Der Weg zu einer gesicherten Zukunft des Halberstädter Domschatzes“. In: *Wir gehen jetzt mal stiften* Gedanken und Erinnerungen zur Geschichte der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt und ihrer Liegenschaften (= Veröffentlichungen der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt, hrsg. von Konrad Breitenborn, Ralf Lindemann und Claus Rokahr, Heft 6). Wettin-Löbejün 2015, S. 137–148.

TILLE 2015b

Tille, Katrin: Präventive Konservierung am Domschatz Halberstadt. In: *Jahrbuch der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt 8 (2014/15)*, Leitzkau 2015, S. 49–53.

UNGER, WEIDNER, TELLO, MANKIEWICZ 2012

Unger, Achim, Weidner, Anke Grit, Tello, Helene und Johannes Mankiewicz: Neues zur Dekontamination von beweglichem Kunst- und Kulturgut mit flüssigem Kohlendioxid. In: *Beiträge zur Erhaltung von Kunst- und Kulturgut*. Heft 2/2011. Regensburg, S. 85–96.

WALLER 2015

Waller, Christoph: *Aufnahmefähigkeit von Aktivkohle Stoffliste*, www.cwaller.de und www.cwaller.de/aktivkohletabelle.pdf (zuletzt eingesehen am 13.01.2016).

WIEGNER, FARKE, HORN, JANN, HAHN 2012

Wiegner, Katharina, Farke, Matthias, Horn, Wolfgang, Jann, Oliver und Oliver Hahn: Den Schadstoffen auf der Spur. In: *Restauro*. München 2012, S. 38–44.

WHITMORE 1988

Whitmore, Paul M.: The ozone fading of traditional Japanese colorants. In: *Studies in Conservation*, Volume 33, 1988, pp. 29–40.

ZUJEST 2003

Zujest, Gilbert: *Holzschutzleitfaden für die Praxis*. Berlin 2003, S. 111–116.

8.2. Übersicht der durchgeführten Untersuchungen

Drewello, Ursula: Halberstadt, Domschatz, DBU-Projekt; weißliche Beläge auf den Scheibeninnenseiten von Glasvitrinen. Probenahme am 14.05.2012. Bericht AN 2483.

Drewello, Ursula: Dom zu Halberstadt. Vitrinen/Räume im Domschatz. Auftrag im Rahmen des durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt geförderten Projektes „Modellhaftes, praxisorientiertes Evaluierungs- und Strategieprogramm zur präventiven Konservierung von national wertvollem Kunst- und Kulturgut am Beispiel des Halberstädter Domschatzes“. Bericht AN 2483b.

Drewello, Ursula: Halberstadt, Domschatz, Untersuchung von Altstaubproben auf Pestizidbelastung. Bericht AN 2570.

Drewello, Ursula: Halberstadt, Domschatz, Untersuchung von Altstaubproben auf Pestizidbelastung. Bericht AN 2607a.

Drewello, Ursula: Halberstadt, Domschatz, Untersuchung von Ausstellungsmaterialien. Bericht AN 2607b.

Drewello, Ursula: Halberstadt, Dom Innenraum, Untersuchung von Altstaubproben auf Pestizidbelastung. Bericht AN 2642.

Drewello, Ursula: Halberstadt, Domschatz, Vitrine Sonderausstellung im unteren Kapitelsaal, Objekt 475. Auftrag im Rahmen des durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt geförderten Projektes „Modellhaftes, praxisorientiertes Evaluierungs- und Strategieprogramm zur präventiven Konservierung von national wertvollem Kunst- und Kulturgut am Beispiel des Halberstädter Domschatzes“. Bericht AN 2648.

Drewello, Ursula: Halberstadt, Domschatz; Kleines Depot A, Untersuchung der Raumluft in Depot A auf Pestizidbelastung. Bericht AN 2663.

Drewello, Ursula: Dom zu Halberstadt. Vitrinen/Räume im Domschatz. Auftrag im Rahmen des durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt geförderten Projektes „Modellhaftes, praxisorientiertes Evaluierungs- und Strategieprogramm zur präventiven Konservierung von national wertvollem Kunst- und Kulturgut am Beispiel des Halberstädter Domschatzes“. Bericht AN 2718 und 2719.

Drewello, Ursula: Halberstadt, Domschatz, DBU-Projekt; Beläge und Ausblühungen auf Ausstellungsobjekten in Glasvitrinen. Probenahme am 22.01.2013 durch Ursula Drewello (Probe 1-4) und 09.11.2013 durch Christine Engemann-Wendt (5-6). Bericht AN 2720.

Drewello, Ursula: Halberstadt, Domschatz, Untersuchung der Raumluft in Vitrinen. Bericht AN 2756.

Kalisch, Uwe: Halberstadt Dom. Raumklimatische Untersuchungen im Domschatz vom 30.08.2011 bis 04.09.2012. Bericht HAL 01/2013.

Kalisch, Uwe: Halberstadt Dom. Raumklimatische Untersuchungen im Domschatz vom 04.09.2012 bis 03.09.2013. Bericht HAL 02/2014.

Kalisch, Uwe: Halberstadt Dom. Raumklimatische Untersuchungen im Domschatz vom 03.09.2013 bis 02.09.2014. Bericht HAL 01/2015.

Kalisch, Uwe: Halberstadt Dom. Raumklimatische Untersuchungen im Domschatz vom 02.09.2014 bis 09.09.2015. Bericht HAL 02/2016.

Kalisch, Uwe: Halberstadt Domschatz, Lichtmessung in der Vitrine 4.07.6. Bericht HAL 35/2015.

Mass-Diegler, Gabriele: Untersuchungsbericht Glasdosimeter-Studie zur Bewertung der klimatischen Verhältnisse am Domschatz Halberstadt des Fraunhofer-Instituts für Silicatforschung ISC in Bronnbach vom 26.06.2014.

Machate, Christine und Hartmut Meier: Lichtmessungen in der Domschatzausstellung. Bericht vom 12.03.2014.

Meinhardt, Jeannine: Halberstadt, Dom, diverse Skulpturen. Bericht zu den Staubuntersuchungen. Bericht HAL 37/2014.

Petersen, Karin: 1. Zwischenbericht zur mikrobiellen Belastung des Domschatzes in Halberstadt (Stand 01.11.2012).

Petersen, Karin: [2. Zwischenbericht] Untersuchungen an ausgewählten Objekten des Domschatzes Halberstadt auf mikrobiellen Befall (Stand 24.09.2014).

Schöller, Matthias: Empfehlungen zum Monitoring von Museumsschädlingen am Domschatz Halberstadt (12.08.2014).

Teichmann, Caroline: Naturwissenschaftliche Untersuchungen an ausgewählten Objekten des Halberstädter Domschatzes. Forschungspraktikum. Institut für Anorganische Chemie der Leibniz Universität Hannover (2014).

8.3. Liste der im Rahmen des DBU-Projektes untersuchten Monitoringobjekte und angewandten Monitoringverfahren (Auszug aus den durchgeführten Untersuchungen)

Fachgebiet Textil

Inv.-Nr.	Objekt	Standort	Weitere Fachgebietsgruppe	Klima	Licht	Schadstoffe	Mikrobiologie	Dokumentation	Digitalmikroskopie	Schädlinge	Diverses
017	Reliquientuch	Ausstellung	Metall, Edle Materialien	R VI+VF	X	Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R; Formaldehyd, Essigsäure, Ameisensäure VOC in V; pRFA	SP	Kartierung + Fotos	X	X	
084/085	Prozessionsfahnen	Depot		R, in Objekt-nähe		Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R		Kartierung + Fotos		X	
087	Fahne, Diskokalyma	Ausstellung		R, VI+VF	X	VOC im R; Formaldehyd, Essigsäure, VOC in V				X	
094	Fastentuch	Ausstellung		R, VF	X	VOC im R	ATP + AMP; SP			X	
161	Skulpturengewand	Depot	Metall	R; S, im Fach		Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R		Kartierung + Fotos		X	
181	Kaselkreuz	Depot	Metall	R		Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R		Kartierung + Fotos		X	
200	Dalmatika	Ausstellung		R; VI	X	VOC im R	SP			X	
203	Perlantependium	Ausstellung	Edle Materialien	R; VF + VI	X X	VOC im R	ATP + AMP; SP	Kartierung + Fotos		X	
211	Dalmatika	Ausstellung		R	X	Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R		Kartierung + Fotos		X	
213	Pluviale	Ausstellung		R; VI	X	VOC im R; Formaldehyd, Essigsäure, VOC in V		Kartierung + Fotos		X	Untersuchung Scheibenbelag; CO ₂ im R

Inv.-Nr.	Objekt	Standort	Weitere Fachgebietsgruppe	Klima	Licht	Schadstoffe	Mikrobiologie	Dokumentation	Digitalmikroskopie	Schädlinge	Diverses
222	Pluviale	Depot	Metall	R		Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R		Kartierung + Fotos			
293	Burse	Depot		R		Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R; pRFA	SP		X	X	
318	Reliquienhülle	Ausstellung		R	X	Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R	SP			X	
383	Lehnstuhl	Dauerleihgabe	Fassung	R	X					X	
517	Apostelteppich	Ausstellung		R	X	Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R	ATP + SP	Kartierung + Fotos; Vermessung der Schlitze		X	
523	Marienteppich	Ausstellung		R; VF	X	VOC im R; Formaldehyd, Essigsäure, VOV in V; pRFA	ATP + AMP			X	

Fachgebiet Metall

034	Pazifikale / Standkreuz	Ausstellung		R; VI + VF		Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R; Formaldehyd, Essigsäure, Ameisensäure, VOC in V; Analyse Ausblühungen; pRFA	SP	Schadstellenkartierung	X		Untersuchung Scheibenbelag
036	Diskos	Ausstellung		R		Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R; pRFA		Risskartierung; Vergleichsfotos zweijährig	X		
128	Heiltumschrank	Ausstellung	Ungefasstes Holz	R, am Objekt		VOC im R	ATP/AMP	Vergleichsfotos zweijährig			Langzeitbeobachtung mit Kamera

Inv.-Nr.	Objekt	Standort	Weitere Fachgebietsgruppe	Klima	Licht	Schadstoffe	Mikrobiologie	Dokumentation	Digitalmikroskopie	Schädlinge	Diverses
161	Skulpturengewand (Brakteaten, Lahn)	Depot	Textil	R; S, im Fach		Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R; pRFA		Makrofotografie jährlich	X		
222	Pluviale (Eisendraht, Lahn)	Depot	Textil	R		Formaldehyd, Essigsäure, Ameisensäure, VOC im R		Vergleichsfotos zweijährlich	X		
503	Antiphonar (Schließe)	Depot	Handschriften	R		Formaldehyd, Essigsäure, Ameisensäure, VOC im R; pRFA		Makrofotografie zweijährlich	X		
559	Karlsleuchter	Neuenstädter Kapelle		R		pRFA		Vergleichsfotos halbjährlich			
645	Dreiarmer Leuchter	Dom		R				Vergleichsfotos zweijährlich Bruchstelle			

Fachgebiet Fassung

061	Korporalkästchen	Depot	Metall	R		Pestizidbelastung im R; Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R; pRFA	ATP SP	Kartierung			
077	Untersatz	Ausstellung	Edle Materialien	R; VI + VF, in Objekt-nähe	X	Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R; Formaldehyd, Essigsäure, Ameisensäure, VOC in V					Durchsicht
108a/b	Engelflügel	Ausstellung	Metall	R; VI + VF	X	Formaldehyd, Essigsäure, VOC in V	ATP + AMP; SP				Durchsicht Holzfeuchte
130	Horenstab	Ausstellung	Metall	R; VI		VOC im R; Formaldehyd, Essigsäure, VOC in V; pRFA; Analyse Ausblühungen					Durchsicht

Inv.-Nr.	Objekt	Standort	Weitere Fachgebietsgruppe	Klima	Licht	Schadstoffe	Mikrobiologie	Dokumentation	Digitalmikroskopie	Schädlinge	Diverses
386	Mirus-Epitaph	Dom				Analyse „Ausblutungen“					Durchsicht
391	Flügelaltärenchen mit Gnadenbild	Depot		R	X (Ausleihe)	Pestizidbelastung im R; Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R; pRFA					
394	Tafel: Madonna mit Korallenkette	Ausstellung		R, am Objekt	X	VOC im R		Kartierung		Kontrolle Anobien	
396	Piéta	Ausstellung		R		VOC im R; pRFA		Kartierung			Durchsicht
398	Marienkronungstafel	Ausstellung		R; VF	X	VOC im R; Formaldehyd, Essigsäure, VOC in V	ATP + AMP; SP				
408	Melanchthon-Bild	Depot		R		Pestizidbelastung im R; Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R	Analyse Schimmel			Kontrolle nach Befall	Durchsicht
409	Georgsaltar	Dom		R	X			Kartierung			
426	Stollenschrank	Ausstellung	Textil	R, am Objekt	X	VOC im R; pRFA	ATP; KBE	Kartierung			Recherche Restaurierungsgeschichte
434	Doppelfigur	Ausstellung		R	X	VOC im R		Kartierung			
635	Chortüren (Südseite)	Ausstellung		R	X	VOC im R					
ohne	Chortürkopien (Nordseite)	Dom		R			ATP + AMP; SP				Durchsicht Ursachen Spritzer?
ohne	Epitaph Steingroven			R	X						Durchsicht

Fachgebiet Ungefasste Holzobjekte

Inv.-Nr.	Objekt	Standort	Weitere Fachgebietsgruppe	Klima	Licht	Schadstoffe	Mikrobiologie	Dokumentation	Digitalmikroskopie	Schädlinge	Diverses
128	Heiltumschrank	Ausstellung	Metall	R, am Objekt		VOC im R	ATP / AMP	Fotografische Langzeitbeobachtung			
340	Tragaltar	Ausstellung	Stein	R; VI	X	VOC im R; VOC in V		fotografisch			
451	Giebel-schrank	Ausstellung		R		VOC im R		fotografisch		X	

Fachgebiet Handschriften, Bücher, Papier, Leder

115	Wachstafel	Depot	Holz	R		Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R		Foto-dokumentation		X	
388	Horentafel	Ausstellung	Holz	R; VI		VOC im R; VOC in V		Foto-dokumentation			
496	Antiphonar mit Anhang	Depot		R; VI		Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R	SP				
503	Graduale	Depot	Metall	R		Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R; pRFA		Foto-dokumentation	X	X	Pb-Isotopenmessung
505	Brevier	Depot		R		Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R		Foto-dokumentation		X	
514	Visitationsberichte	Depot		R		Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R		Foto-dokumentation		X	

Fachgebiet Stein

ohne	Fußbodenfragment	Kreuzgang		R, am Objekt	X			2 x pro Jahr (Foto + Text)			Staub
ohne	Fußbodenfragment	Depot		R, am Objekt		Pestitidbelastung im R; Essigsäure, VOC im R		2 x pro Jahr (Foto + Text)			

Inv.-Nr.	Objekt	Standort	Weitere Fachgebietsgruppe	Klima	Licht	Schadstoffe	Mikrobiologie	Dokumentation	Digitalmikroskopie	Schädlinge	Diverses
ohne	Fußbodenfragment	Dauerleihgabe		R, am Objekt				2 x pro Jahr (Foto + Text)			
ohne	Madonna	Dom		R, am Objekt		im Staub	ATP	2 x pro Jahr (Foto + Text)			Salzanalyse Staub
381	Kalvarienberg	Ausstellung	Fassung	R	X	im Staub	ATP + AMP; SP	2 x pro Jahr (Foto + Text)			
442	Schmerzensmann	Dom		R, am Objekt		im Staub	ATP + AMP; SP; KBE	2 x pro Jahr (Foto + Text)			Salzanalyse Staub
448	Madonna	Dom		R, am Objekt	X	im Staub/Salz	ATP + AMP; SP	2 x pro Jahr (Foto + Text)			Salzanalyse Staub

Fachgebiet Edle Materialien

016a	Demetriosreliquiar	Ausstellung	Metall	R; VI + VF	X	Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R; Formaldehyd, Essigsäure, Ameisensäure, VOC in V; pRFA					
017	Reliquientuch	Ausstellung	Textil	R; VI + VF	X	Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R; Formaldehyd, Essigsäure, Ameisensäure, VOC in V; Analyse Kitte; pRFA	SP		X	X	
027	Kapselreliquiar	Ausstellung	Metall Textil	R; VI + VF	X	Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R; Formaldehyd, Essigsäure, Ameisensäure, VOC in V; pRFA					

Inv.-Nr.	Objekt	Standort	Weitere Fachgebietsgruppe	Klima	Licht	Schadstoffe	Mikrobiologie	Dokumentation	Digitalmikroskopie	Schädlinge	Diverses
044	Evangelistar (Elfenbein)	Ausstellung	Handschriften, Metall	R; VI + VF	X	Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R; Formaldehyd, Essigsäure, Ameisensäure, VOC in V; pRFA		Makrofotografie 1 x jährlich	X	X	
045	Konsular-diptychon (Elfenbein)	Ausstellung	Metall	R; VI + VF	X	Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R; Formaldehyd, Essigsäure, Ameisensäure, VOC in V; pRFA					
046	Tafelreliquiar	Ausstellung	Metall, Handschriften	R; VI + VF	X	Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R; Formaldehyd, Essigsäure, Ameisensäure, VOC in V	SP		X		
049	Bergkristallflasche	Ausstellung	Metall	R; VI + VF		Formaldehyd, Essigsäure, VOC im R; Formaldehyd, Essigsäure, Ameisensäure, VOC in V		Makrofotografie 1 x jährlich			
068	Karlsreliquiar	Ausstellung	Metall	R; VI		VOC in V; pRFA			X		

R im Raum

VF Vitrine, Funktionsfach

VI Vitrineninnenraum

S im Schrank

AMP Adenosinmonophosphat

ATP Adenosintriphosphat

KBE Kolonie bildenden Einheiten zur Quantifizierung oberflächlich aufliegender Keime

SP Stempelprobe

pRFA portable Röntgenfluoreszenzanalyse

VOC Volatile organic compounds

Autoren des Abschlussberichtes und Projektmitwirkende

Autoren des Abschlussberichtes

Dr. Karoline Danz, Sachgebietsleiterin Restaurierung in der Abteilung Bau- und Kunstdenkmalpflege des Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Halle (Saale)

Ursula Drewello, Geschäftsführerin des Labors Drewello & Weißmann, Bamberg

Eva Düllo, freiberuflich tätige Textilrestauratorin, Berlin

Christine Engemann-Wendt, Restauratorin i. R., Fachrestauratorin für Objekte mit Edelstein, Bergkristall, Elfenbein, Horn, Perlen, Email, Dresden

Erdmute Frank, Restauratorin i. R., Fachrestauratorin für Textil, Aschersleben

Corinna Grimm-Remus, freiberuflich tätige Restauratorin für Steinobjekte, Magdeburg

Cornelia Hanke, freiberuflich tätige Restauratorin für Buch, Grafik und Archivgut, Berlin

Dipl.-Ing. Uwe Kalisch, Geschäftsführer des Instituts für Diagnostik und Konservierung an Denkmälern in Sachsen und Sachsen-Anhalt e. V., Halle (Saale)

Henning Kersten, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Diagnostik und Konservierung an Denkmälern in Sachsen und Sachsen-Anhalt e. V., Halle (Saale)

Andrea Knüpfer, freiberuflich tätige Textilrestauratorin, Halle (Saale)

Dr. Thomas Labusiak, Geschäftsführender Vorstand für die Domschätze in Halberstadt und Quedlinburg

Christine Machate, freiberuflich tätige Restauratorin für gefasste Holzobjekte und Gemälde, Erfurt

Hartmut Meier, Restaurator für ungefasste Holzobjekte in der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt, Wernigerode

Prof. Dr. Karin Petersen, Professorin für Mikrobiologie in der Denkmalpflege an der HAWK, Hildesheim

Barbara Pregla, Sachgebietsleiterin Bauforschung in der Abteilung Bau- und Kunstdenkmalpflege des Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Halle (Saale)

Ulrich Sieblist, freiberuflich tätiger Restaurator für Metallobjekte, Südharz (Questenberg)

Dr. Katrin Tille, Referatsleiterin in der Direktion Kunst- und Kulturgut, Museen der Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt, Wernigerode

Kooperationspartner

Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt, Direktion Kunst- und Kulturgut, Museen, Referat Forschung, Publikation, Domschatz Halberstadt, **Dr. Katrin Tille** (Projektleitung)

Evangelischer Kirchenkreis Halberstadt, Der Geschäftsführende Vorstand für die Verwaltung der Domschätze Halberstadt und Quedlinburg, Kustos **Dr. Thomas Labusiak**

Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Abteilung Bau- und Kunstdenkmalpflege, Referat Denkmaluntersuchung, **Dr. Karoline Danz**

Projektpartner im Unterauftragsverhältnis

Institut für Diagnostik und Konservierung an Denkmälern in Sachsen und Sachsen-Anhalt e.V.,
Dipl.-Ing. Uwe Kalisch

Labor Drewello & Weißmann, Naturwissenschaftliche Untersuchungen für Kunst und Denkmalpflege,
Ursula Drewello

Hochschule für Angewandte Wissenschaft und Kunst, Fachhochschule Hildesheim/Holzminde/Göttingen,
Fakultät Erhaltung von Kulturgut, **Prof. Dr. Karin Petersen**

Fachrestauratoren

Eva Düllo, Dipl.-Restauratorin (FH), Fachrestauratorin für Textil

Christine Engemann-Wendt, Dipl.-Restauratorin i. R., Fachrestauratorin für Objekte mit Edelstein, Bergkristall, Elfenbein, Horn, Perlen, Email

Corinna Grimm-Remus, Dipl.-Restauratorin, Fachrestauratorin für Stein

Cornelia Hanke, Dipl.-Restauratorin (FH), Fachrestauratorin für Buch, Grafik und Archivgut

Andrea Knüpfer, Dipl.-Restauratorin (FH), Fachrestauratorin für Textil

Christine Machate, Dipl.-Restauratorin, Fachrestauratorin für gefasste Holzobjekte und Gemälde

Hartmut Meier, Dipl.-Restaurator, Fachrestaurator für Holzobjekte

Ulrich Sieblist, Dipl.-Restaurator, Fachrestaurator für Metallobjekte

Weitere Projektmitwirkende

Konstantin Hanke, Workshop zur digitalen Dokumentation

Dr. Robert Lehmann, Caroline Teichmann und Studierende am Institut für Anorganische Chemie der Leibniz-Universität Hannover

Dr. Gabriele Mass-Diegeler, Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC, Außenstelle Bronnbach

Dipl.-Ing. Marco Müller, Geschäftsführer der Firma Grolu Schädlingsbekämpfung GmbH, Wilsdruff

Susanne Nitschel, im Projektzeitraum Magisterstudentin am Institut für Archäologie, Denkmalkunde und Kunstgeschichte der Otto-Friedrich-Universität Bamberg, unter fachlicher Betreuung seitens des Labors Drewello & Weißmann und des IDK

Dr. Matthias Schöller, Geschäftsführer Biologische Beratung, Berlin

Anhang

Methodenübersicht Monitoring

Recherche zu Monitoringverfahren: Licht
Susanne Nitschel in Zusammenarbeit mit Uwe Kalisch

Schadstoffmessung in der Präventiven Konservierung
Susanne Nitschel in Zusammenarbeit mit Ursula Drewello

Nachweis mikrobieller Belastungen an Kunst- und Kulturgut
Karin Petersen

Recherche zu Monitoringverfahren: Klima
Susanne Nitschel in Zusammenarbeit mit Uwe Kalisch

Übersicht zu bildgebenden Untersuchungsmethoden und Prüfverfahren
Eva Düllo

Dokumentation
Andrea Knüpfer

Die Berichte sind auf der dem Abschlussbericht beiliegenden CD abgelegt.

Die Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt dankt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) für die finanzielle Förderung des Forschungsvorhabens „Modellhaftes praxisorientiertes Evaluierungs- und Strategieprogramm zur ‚Präventiven Konservierung‘ von national wertvollem Kunst- und Kulturgut am Beispiel des Halberstädter Domschatzes“ sowie für die vertrauensvolle Begleitung des Vorhabens.

Impressum

Herausgeber:
Christian Philipsen in Verbindung mit Katrin Tille für die
Stiftung Dome und Schlösser in Sachsen-Anhalt
Am Schloss 4, OT Leitzkau, 39279 Gommern
November 2016

Redaktion: Karoline Danz, Uwe Kalisch, Katrin Tille (Leitung)

Umschlaggestaltung und Satz: perner & schmidt werbung und design gmbh

© Fotos: Autoren, soweit nicht anders gekennzeichnet
Umschlagfotos: Drewello, Knüpfer, Grimm-Remus, Kalisch, Perner

Für die Inhalte der Beiträge und die Rechte an den verwendeten Abbildungen sind die Autoren verantwortlich.

ISBN 978-3-00-055525-1