

Restaurierung von Holzfenstern Badania obecności środków ochrony drewna



1: Friedenskirche Schweidnitz (Świdnica), Niederschlesien/Polen (UNESCO-Weltkulturerbe)
Kościół Pokoju w Świdnicy, Dolny Śląsk/Polska (Światowe Dziedzictwo UNESCO)

Gefördert durch die „Deutsch-Polnische Stiftung Kulturpflege und Denkmalschutz“ (DPS) in Görlitz mit Mitteln der „Deutschen Bundesstiftung Umwelt“ in Osnabrück (DBU) und des „Beauftragten für Kultur und Medien“ der Bundesrepublik Deutschland (BKM)

Wspierana przez „Niemiecko-Polską Fundację Ochrony Zabytków Kultury“ („Deutsch-Polnische Stiftung Kulturpflege und Denkmalschutz“ [DPS]) w Görlitz (Zgorzelec) ze środków „Niemieckiej Federalnej Fundacji Ochrony Środowiska“ („Deutsche Bundesstiftung Umwelt“ [DBU]) w Osnabrück oraz „Pełnomocnika Rządu Federalnego ds. Kultury i Mediów“ („Beauftragter für Kultur und Medien“ der Bundesrepublik Deutschland [BKM])

Das Projekt

Die evangelische Friedenskirche in Schweidnitz, ein zum Weltkulturerbe zählender Fachwerkbau aus dem 17. Jahrhundert, wird seit 1992 durch zahlreiche Restaurierungsmaßnahmen vor dem Verfall bewahrt. Innerhalb eines von der DPS, der DBU und mit Mitteln des BKM geförderten Projektes wurden in den Jahren 2010-2011 insgesamt 39 Holzfenster mit einer Blankverglasung, die Brüche und Fehlstellen aufwiesen, wieder hergestellt. Einerseits waren diese Bauelemente fachgerecht zu restaurieren und andererseits durch weitgehenden Ausschluss feuchter und schadstoffbelasteter Außenluft die Bedingungen für die Kunstwerke im Innenraum der Kirche entscheidend zu verbessern (Faltblatt 8). Kontinuierliche Messungen von relativer Luftfeuchte und Temperatur über einen Zeitraum von 15 Monaten an markanten Stellen im Kircheninneren wurden durchgeführt und ausgewertet. In der Friedenskirche waren, wie auch in vielen anderen Bauwerken, in den 70-er und 80-er Jahren des 20. Jh. Holzschutzmittel verwendet worden. Neben der Gefahr für die sensiblen Materialien der Kunstwerke ist durch Holzschutzmittel auch ein Einfluss auf die Gesundheit von im Kirchenraum befindlichen Personen nicht auszuschließen. Mit Hilfe von naturwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden konnte man, stichprobenartig mit Holzschutzmitteln belastete Materialien identifizieren. Ein Screening mit Hilfe einer mobilen Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) lieferte erste Hinweise auf die Anwendung dieser Mittel an Holzkonstruktionen. Untersuchungen von Holzproben ermöglichten einen qualitativen und quantitativen Nachweis von Pentachlorphenol (PCP) und Lindan in Hölzern. Die Analysen von Luftproben zeigten deutliche Anreicherung dieser Substanzen, und schließlich wurde auch in Staubproben aus unterschiedlichen Bereichen der Kirche Lindan und PCP nachgewiesen. Untersuchungen im Rasterelektronenmikroskop ergaben Hinweise auf schadstoffbelastete Partikel.

Klimamessungen

Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit wurden an der Verglasung exemplarisch ausgewählter Fenster auf der Nord- und Südseite der Friedenskirche in Schweidnitz über einen Zeitraum von 15 Monaten gemessen. Die Messstellen befanden sich jeweils an einem bereits restaurierten Fenster (NVII, SVII) und zwei weiteren Fenstern (NVI, SVI), die neben anderen

innerhalb dieses Projektes zu restaurieren waren sowie an der bemalten Holzvertäfelung unterhalb dieser beiden Fenster. Während die gemessenen Schwankungen von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit für die Verglasung unerheblich sind, zumal diese auch keine Bemalung besitzt, sind diese Klimaänderungen für den Erhaltungszustand der Holzvertäfelung nicht zu unterschätzen. Die bemalten Holztäfelungen sind im Grunde laminierte Strukturen mit Materialien, die auf unterschiedliche Art und Weise auf eine Änderung des Mikroklimas reagieren. Die relative Luftfeuchtigkeit wird wesentlich von den vorhandenen Temperaturen bestimmt. Große Feuchteschwankungen könnten sich ebenso negativ auf den Erhaltungszustand der bemalten Hölzer auswirken wie hohe Temperaturschwankungen und große Änderungsgeschwindigkeiten. Daraus resultierende Schäden an Malschichten auf Holz sind weltweit bekannt /1/. Eine Kondensation von Tauwasser auf der Holzvertäfelung konnte jedoch durch die Messungen ausgeschlossen werden.

In der Friedenskirche Schweidnitz werden die internen Bedingungen weitgehend von den externen Umgebungsbedingungen bestimmt, daher treten relativ starke Schwankungen bei Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf, die auch das interne Mikroklima beeinflussen. Umso wichtiger war es, durch das Schließen defekter Fensteröffnungen den direkten Eintritt von Regen und Schnee zu stoppen. Eine intakte Gebäudehülle ist die Voraussetzung dafür, dass externe Klimaschwankungen im Inneren gepuffert werden, denn alle Veränderungen des Mikroklimas erhöhen das Risiko, dass die Malschicht/Holz-Kombination geschädigt werden kann.

Identifizierung von Holzschutzmitteln

Seit etwa 150 Jahren werden Holzschutzmittel im Baubereich angewendet. Häufig wurden in der Praxis Mittel eingesetzt, die sowohl Insektizide als auch Fungizide enthalten. Taurige Berühmtheit erlangten die Wirkstoffe Pentachlorphenol (PCP) und Lindan, die immer wieder in Zusammenhang mit Erkrankungen von Holzschutzmittelgeschädigten auftauchen. Durch die Kombination unterschiedlicher Methoden war es möglich, mit Holzschutzmitteln behandelte Stellen zu identifizieren und systematisch zu untersuchen. Die Röntgenfluoreszenzanalyse mit Hilfe einer mobilen RFA lieferte erste Hinweise auf die Anwendung die-

ser Mittel an Holzkonstruktionen, ferner wurden Holz-, Luft- und Staubproben untersucht.

Die RFA-Messungen sind immer dann zielführend, wenn für ein erstes Screening viele einzelne Messstellen untersucht werden. Aus den RFA-Messungen mit dem Handheld-Tracer wurden so mehrere Probestellen mit einem deutlich erhöhten Chlorgehalt ermittelt, die bei weiteren Analysen an Holzproben auch als mit Holzschutzmitteln behandelte Konstruktionselemente bestätigt werden konnten. Mit Hilfe der Analysen in der Mikro-Kammer mit anschließender Gaschromatografie/Massenspektrometrie (GC/MS) konnten die Inhaltsstoffe PCP und Lindan zweifelsfrei nachgewiesen werden, allerdings waren die Emissionen bei 23° C für den analytischen Nachweis nicht ausreichend. Erst bei einer Temperatur von 80° C wurden aus den Holzproben ausreichende Mengen freigesetzt, um sie qualitativ und quantitativ analysieren zu können. Man kann daraus ableiten, dass die Emission von PCP und Lindan aus belasteten Hölzern in der Kirche auch stark von der Temperatur abhängig ist. Die Untersuchungen der Luftproben zeigen jedoch, dass auch bei Umgebungsbedingungen von ca. 22° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von > 60 % r. F. signifikante Konzentrationen an PCP und Lindan nachweisbar waren. Werte über 0,1 µg PCP/m³ Luft lassen mit großer Wahrscheinlichkeit auf die Verwendung von Holzschutzmitteln schließen /2/. Wie weit diese Schadstoffe in der gesamten Kirche verbreitet sind, wurde durch eine stichprobenartige Staubprobenahme auf der Ost-, West, Nord- und Südseite sowohl auf den Emporen als auch im Kirchenschiff mit anschließender Aufbereitung und GC/MS-Analyse ermittelt. In 4 von 6 Staubproben ließ sich Lindan qualitativ nachgewiesen. Alle Staubproben enthalten außerdem PCP. Die höchsten Werte an PCP wurden dabei in vermutlich relativ „altem“ Staub von einer Figur an der Kanzel festgestellt. Die Untersuchungen der Staubproben mit dem Rasterelektronenmikroskop (ESEM) zeigen, dass feine Holzpartikel als Träger der Schadstoffe PCP und Lindan mit Sicherheit identifiziert werden können (deutliche Anreicherung von Chlor in der Elementanalyse – Abb. 5).

Aus den Ergebnissen dieser Studie lassen sich keine gesundheitlichen Aspekte wie etwa gesundheitsschädigende Wirkungen auf den Menschen ableiten, da es sich hierbei lediglich um eine zu einem bestimmten Zeitpunkt vorhandene, modellhafte materialtechnische Identifizierung von Inhaltsstoffen aus Holz-

schutzmitteln und damit um eine Momentaufnahme handelt. Über chronische Wirkungen geringer Schadstoffkonzentrationen ist heute noch wenig bekannt. Aus Vorsorgegründen sollte deshalb bei toxisch wirkenden Stoffen eine Verminderung der Exposition angestrebt werden. Um die gegenwärtige Belastungssituation in der Kirche zu verbessern, bleibt als Fazit aus den Untersuchungen, dass durch eine Erhöhung der Reinigungsintervalle und regelmäßige feuchte Reinigung die Staubbelastung und damit auch die Schadstoffkonzentration deutlich verringert werden kann. Sowohl eine orale Aufnahme als auch direkter Hautkontakt mit dem Staub sollte dabei vermieden werden.

/1/ Olstad, T.M. „Medieval churches in a cold climate – Parish churches or museums“. Preventive conservation practice, theory and research. Preprints of the IIC Ottawa congress September 1994

/2/ Link, W. „Gesundheitliche Stellungnahme im Rahmen des Forschungsprojekts „Mazeration historischer Dachkonstruktionen“, Simander 2010

w konstrukcji drewnianej. Dalej analizowano próbki drewna, powietrza i kurzu.

Pomiary RFA są zawsze właściwie ukierunkowane, jeżeli przy pierwszym badaniu analizuje się wiele miejsc. W wynikach badań RFA przy pomocy „Handheld-Tracer” wytypowano kilka miejsc pobrania próbek z wyraźnie podwyższoną zawartością chloru. Przy dalszej analizie tych próbek drewna potwierdzono w nich zawartość środków ochrony drewna. Poprzez badanie emisji substancji lotnych w mikrokomorze (Mikro-Kammer) i badanie metodą chromatografii gazowej udało się bez wątpienia udowodnić w składzie próbek obecność i PCP i lindanu. Emisja preparatów przy temperaturze 23 ° C nie była możliwa. Dopiero przy temperaturze 80° C uwalniały się z prób drewna wystarczające ilości pozwalające na ich analizę zawartości jakościowej i ilościowej. Można z tego wnioskować, że emisja PCP i lindanu z impregnowanych elementów drewnianych w kościele, jest w dużym stopniu uzależniona od temperatury. Badania powietrza we wnętrzu pokazują jednak, że także przy temperaturze ok. 22° C i względnej wilgotności >60% w warunkach otoczeniu można stwierdzić znaczną ilość PCP i lindanu. Wartości powyżej 0,1 μg PCP/ m^3 powietrza pozwalają na wniosek o dużym prawdopodobieństwie zastosowania środków ochrony drewna /2/. W jakim stopniu te szkodliwe substancje rozprzestrzeniły się w całym kościele, ustalono przez pobranie prób kurzu z różnych miejsc kościoła – od strony wschodniej, zachodniej, północnej i południowej zarówno na emporach jak i w nawie środkowej oraz późniejsze badanie metodą GC. W 4 z 6 prób kurzu udowodniono obecność lindanu. Wszystkie próbki zawierały poza tym PCP. Najwyższą zawartość PCP stwierdzono w „starym” kurzu na jednej z rzeźb ambony. Z badań prób kurzu za pomocą skaningowego mikroskopu elektroнового (ESEM) wynika, że można z pewnością identyfikować drobiny drewna jako nośnik szkodliwych substancji PCP i lindanu (Badanie elementów wykazało wyraźne wzbogacenie chlorem – il. 5).

Z wyników niniejszego studium nie można wyciągnąć wniosków odnośnie aspektów zdrowia, np. szkodliwego wpływu na zdrowie człowieka, gdyż celem badań było rozpoznanie w określonym wycinku czasowym substancji w środkach ochrony drewna oraz wzorcowa interpretacja ich składników. Obecnie niewiele wiemy o skutkach długotrwałego działania niewielkiej ilości substancji szkodliwych. Z powodów bez-

pieczeństwa, należałoby przy toksycznie działających substancjach, dążyć do zmniejszenia ekspozycji. Wyniki badań pozwalają wyciągnąć wniosek, że w kurzu koncentrują się szkodliwe substancje. Aby zmniejszyć ich niebezpieczne działanie, należy regularnie i często czyścić wnętrze kościoła na mokro. Należy przy tym chronić układ oddechowo-pokarmowy oraz skórę przed kontaktem z kurzem.

/1/ Olstad, T.M.; “Medieval churches in a cold climate - Parish churches or museums”. Preventive conservation practice, theory and research. Preprints of the IIC Ottawa congress September 1994

/2/ Link, W. „Gesundheitliche Stellungnahme im Rahmen des Forschungsprojekts „Mazeration historischer Dachkonstruktionen“ , Simander 2010

Projekt

Ewangelicki kościół Pokoju w Świdnicy, XVII-wieczny obiekt o konstrukcji szkieletowej, znajdujący się na Liście Światowego Dziedzictwa UNESCO, jest od 1992 roku przedmiotem licznych projektów konserwatorskich chroniących go przed dalszym niszczeniem. W ramach projektu wspieranego finansowo przez DPS, DBU oraz BKM naprawiono 39 okien w drewnianych ramach o oszkleniu witrażowym w ołowiu, które posiadały liczne pęknięcia i ubytki. Cel projektu był dwójaki. Po pierwsze zakładał przeprowadzenie fachowej konserwacji substancji zabytkowej stolarki okiennej. Po drugie celem naprawy okien było poprawienie warunków zabytkowym elementom wyposażenia i wystroju wnętrza kościelnego poprzez zabezpieczenie przed szkodliwym dla nich wilgotnym i zanieczyszczonym powietrzem (folder 8). W charakterystycznych miejscach we wnętrzu kościoła przeprowadzono długotrwały, 15-miesięczny, pomiar względnej wilgotności powietrza i temperatury. W kościele zastosowano, jak w wielu innych obiektach budowlanych w latach 70- i 80-tych XX wieku, środki impregnujące. Poza szkodliwym działaniem na wrażliwe materiały, z których wykonano elementy wyposażenia i wystroju wnętrza, nie można wykluczać także szkodliwego wpływu tych środków impregnujących na stan zdrowia osób przebywających we wnętrzu kościoła. Przy pomocy metod badawczych z wykorzystaniem nauk przyrodniczych, możliwa była przykładowa identyfikacja materiałów obciążonych środkami impregnującymi. Wyniki badań metodą rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej (RFA) dały pierwsze wskazówki dotyczące zastosowania tych środków w elementach konstrukcji drewnianej. Analiza próbek drewna umożliwiła zbadanie jakościowej i ilościowej zawartości pentachlorofenolu (PCP) i lindanu w drewnie. Badania powietrza wykazały wyraźną zawartość tych substancji w powietrzu. Badania próbek kurzu z różnych miejsc kościoła również udowodniły obecność PCP i lindanu. Badania za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego umożliwiły wskazanie cząsteczek zawierających szkodliwe substancje.

Pomiar klimatu

Przez okres 15 miesięcy mierzono temperaturę i względną wilgotność powietrza przy przykładowo wybranym oszkleniu okiennym po stronie północnej i południowej kościoła Pokoju

w Świdnicy. Punkty pomiarowe znajdowały się przy dwóch wcześniej odrestaurowanych oknach (NVII, SVII), przy dwóch oknach jeszcze nie objętych pracami konserwatorskimi (NVI, SVI) oraz przy polichromowanych okładzinach poniżej tych dwóch okien. Podczas gdy dla oszklenia, pozbawionego malatury, wahań temperatury i względnej wilgotności powietrza nie mają znaczenia, to wpływu zmian klimatu na stan zachowania okładzin nie należy bagatelizować. Polichromowane okładziny, o laminowanej strukturze, na różne sposoby reagują w związku ze zmianą mikroklimatu. Wilgotność powietrza w dużej mierze zależy od temperatury. Duże wahania wilgotności mogą również wpływać negatywnie na stan zachowania polichromowanych elementów drewnianych podobnie jak duże i szybko zachodzące wahania temperatury. Wynikające z tego uszkodzenia warstwy malarskiej i drewna są powszechnie znane [1]. Wyniki badań wykluczyły zjawisko kondensacji pary wodnej na okładzinach.

W kościele Pokoju w Świdnicy wewnętrzne warunki klimatyczne w dużej mierze wynikają z warunków zewnętrznych otoczenia. Idą za tym duże wahania temperatury i wilgotności powietrza we wnętrzu, które wpływają na jego mikroklimat. Wobec tego bardzo istotne wydawało się zatrzymanie bezpośredniego wnikania wody opadowej poprzez uszczelnienie okien. Dla łagodzenia wpływu zewnętrznych zmian klimatu na wnętrze, istotne jest utrzymanie w dobrym stanie ścian zewnętrznych i dachu kościoła, gdyż wszystkie zmiany mikroklimatu zwiększają ryzyko uszkodzenia zestawienia - drewno + warstwa polichromii.

Identyfikacja środków ochrony drewna

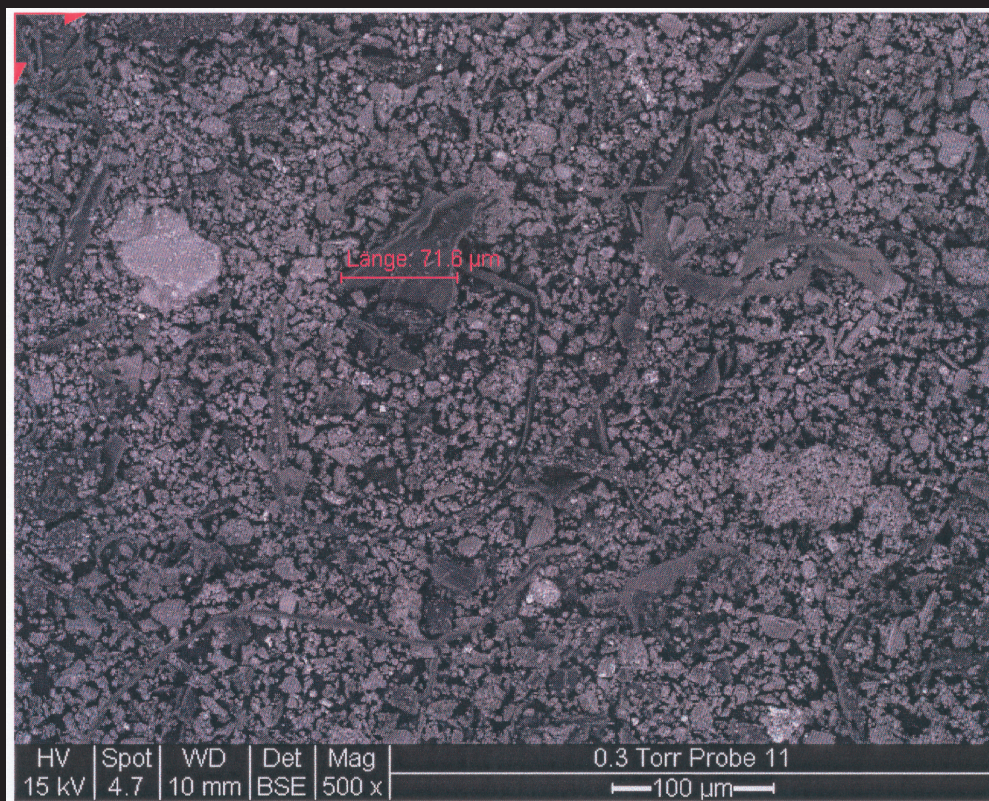
Od około 150 lat w budownictwie obecne są w zastosowaniu środki ochrony drewna. Często w praktyce używa się produktów, które zawierają zarówno substancje owadobójcze jak i grzybobójcze. Złą sławą okryły się czynne substancje Pentachlorofenolu (PCP) i lindanu, które zostają wycofywane w związku ze szkodliwym działaniem na stan zdrowia. Przez połączenie różnych metod badawczych udało się zidentyfikować i systematycznie przeanalizować miejsca, w których zostały zastosowane środki ochrony drewna. Przeprowadzone in situ badanie metodą rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej dało pierwsze sygnały na zastosowanie tych środków impregnujących



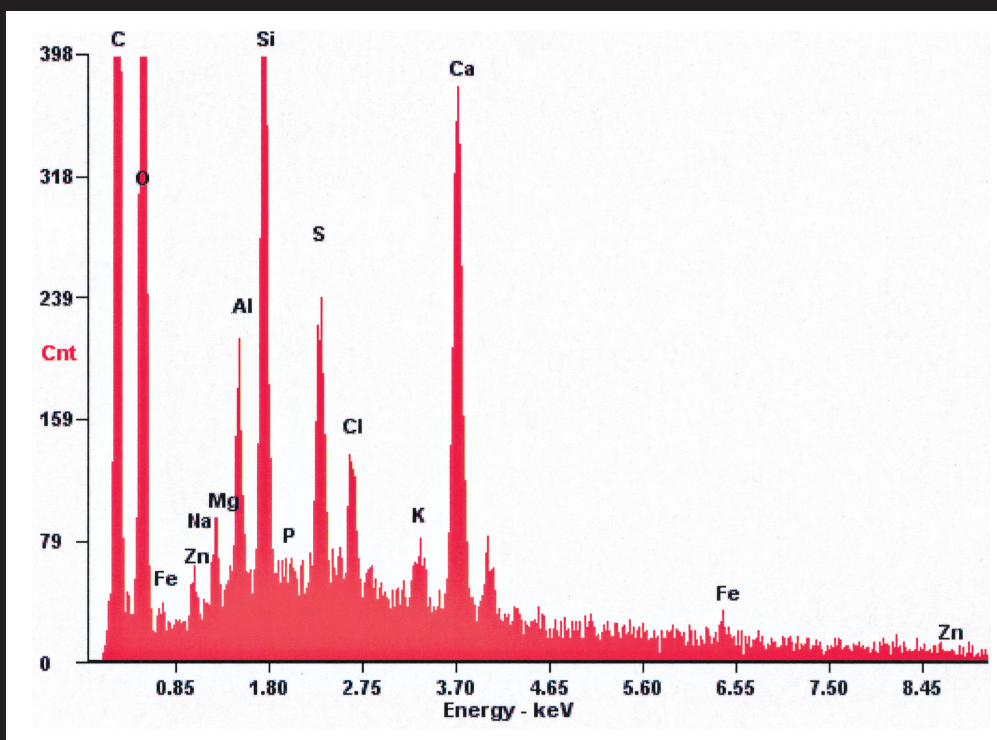
2: Untersuchung eines Holzbalkens unterhalb von Fenster SVII mit dem Handheld-Spektrometer Tracer III-SD
Badania rygla poniżej okna SVII z „Handheld-Spektrometer Tracer III-SD”



3: Figur an der Kanzel mit dicker Staubschicht
Rzeźba ambony z grubą warstwą kurzu



4: ESEM-Aufnahme einer Staubprobeprobe mit Holzteilchen (Bildmitte)
Zdjęcie ESEM próbki kurzu z drobinami drewna (na środku zdjęcia)



5: EDX-Analyse der Zusammensetzung mit deutlicher Cl-Anreicherung
Analiza EDX składu z wyraźną zawartością Cl

HINWEISE ZUR SANIERUNG HISTORISCHER GLASMALEREIEN
WSKAZÓWKI DOTYCZĄCE RENOWACJI HISTORYCZNYCH WITRAŻY

Faltblatt 9

Restaurierung von Holzfenstern

Konserwacja drewnianej stolarki okiennej

Teil des Förderprojektes der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück (Az 28806-45)
„Sanierung der umweltgeschädigten Fensterverglasungen der Friedenskirche in Schweidnitz/Niederschlesien und
Ermittlung der die Kirche beeinflussenden Klimaparameter im Sinne einer nachhaltigen Konservierung“
Herausgegeben von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung,
Fachbereich 4.2 „Materialien und Luftschadstoffe“
Część projektu wspieranego przez Niemiecką Federalną Fundację Ochrony Środowiska, Osnabrück
(sygnatura akt 28806-45)
„Renowacja uszkodzonych przez negatywne wpływy czynników środowiska oszkleń okiennych w kościele Pokoju
w Świdnicy/Dolny Śląsk oraz badania wpływających na stan kościoła warunków klimatycznych w znaczeniu
dla długotrwałej profilaktyki konserwatorskiej“
Wydana przez Federalną Instytucję Badań i Kontroli Materiałów, wydział 4.2 „Materiały i Substancje
Zanieczyszczające Powietrze“ (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung,
Fachbereich 4.2 „Materialien und Luftschadstoffe“)

In gleicher Reihe erschienen / W tej samej serii wydawniczej ukazały się:

Faltblatt / Folder 1

Die isothermische Schutzverglasung – ein wirksames Mittel zur Verhinderung von Umweltschäden /
Izotermiczne oszklenie ochronne – skuteczny sposób udaremnienia uszkodzeń środowiskowych

Faltblatt / Folder 2

Halterungssysteme für Schutzverglasungen / Systemy mocowania oszklenia ochronnego

Faltblatt / Folder 3

Das differenzierte Leistungsverzeichnis – Voraussetzung für denkmalpflegerische Maßnahmen /
Szczegółowe zestawienie prac – warunek do prac konserwatorskich

Faltblatt / Folder 4

Die Glasmalereien des 19. Jahrhunderts – Charakteristika der verwendeten Materialien /
Witraże XIX-wieczne – charakterystyka stosowanych materiałów

Faltblatt / Folder 5

Lagerungsbedingungen / Warunki składowania

Faltblatt / Folder 6

Kontrolle der Wirkung von Schutzverglasungen / Kontrola działania oszklenia ochronnego

Faltblatt / Folder 7

Staubmessungen im Spalt zwischen Original und Schutzverglasung / Badania obecności środków ochrony drewna

Faltblatt / Folder 8

Restaurierung von Holzfenstern / Konserwacja drewnianej stolarki okiennej

Anschrift / Adres:

BAM, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, FB 4.2 „Materialien und Luftschadstoffe“,
Richard-Willstätter-Str. 11, 12489 Berlin
Tel. 030 6392 5930, Fax: 030 63925973

e-mail: manfred.torge@bam.de

Text / Tekst: Manfred Torge, Wolfgang Müller, Ulrich Schaaf (Übersetzung / Przekład)
Gestaltung / Projekt graficzny: Dietrich Otte, Bad Belzig
Druck / Druk: druckhaus köthen GmbH, 2012

Faltblätter unter: <http://www.nike.bam.de/de/kompetenz/themen/index.htm>