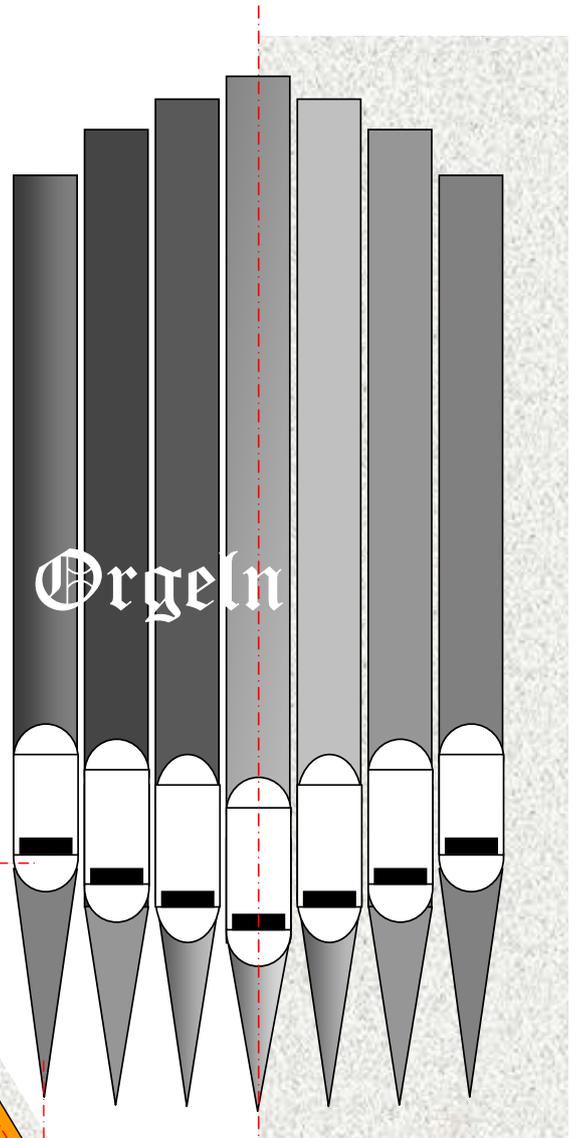
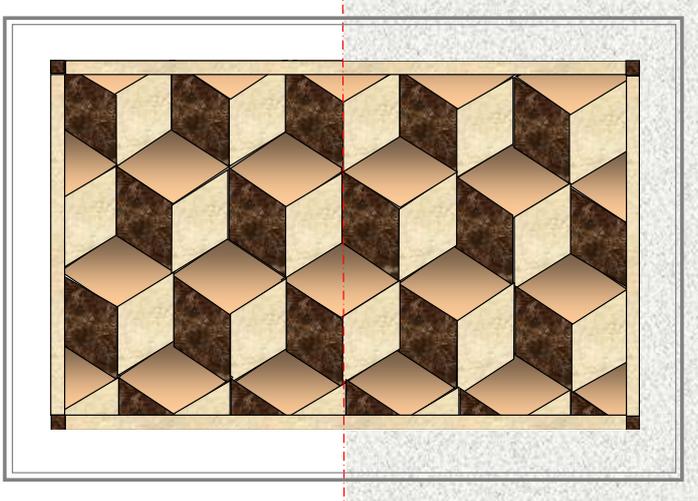


Kunstgut



Dachtragwerke

bhd-decon[®]

Vakuumwaschverfahren

Dekontaminierung schadstoffbelasteter Flächen mit dem bhd-decon® VakuumWaschVerfahren

Das bhd- decon® - VakuumWaschVerfahren (VWV) ermöglicht, schadstoffbelastete Materialien bzw. deren Oberflächen im Sinne einer Dekontaminierung arbeits- und umweltschutzgerecht intensiv zu reinigen sowie die schadstoffhaltigen Reinigungsrückstände handhabungssicher aufzunehmen, zu transportieren und einer fachgerechten Entsorgung zuzuführen. Bei der Entwicklung stand die Entfernung der Biozide DDT, Lindan und PCP aus verbautem Holz im Vordergrund. Diese Substanzen waren in der Vergangenheit vorrangig mit Holzschutzmittelbehandlungen in das Konstruktionsholz von Bauwerken, aber auch in Gebrauchsgegenstände und Kunstgut aus Holz eingebracht worden.

Zurzeit wird das Verfahren in 3 Varianten bzw. Stufen angewendet, die Stufe 3 befindet sich in einem umfassenden, praktischen Erprobungsprozess

- Stufe 1: Ausschließliches Vakuumwaschen für normal verschmutzte und schwach kontaminierte Oberflächen
- Stufe 2: Erweitertes Verfahren mit integriertem Einsatz von Entgiftungsmitteln bei starker Kontamination und besonders hohen Anforderungen an den Dekontaminationsgrad
- Stufe 3: Vakuumwaschen mit ergänzendem Einsatz eines Blockers bei PCP - belasteten Hölzern

Die Anwendung des Verfahrens für Dekontaminierungsleistungen unterliegt generell den Regelungen der BGR 128 – „Arbeiten in kontaminierten Bereichen“.

Zur Anwendung kommt ein Vakuumwaschautomat, der durch technische Veränderungen speziell für das Verfahren eingerichtet worden ist. Die eigentliche Reinigung / Dekontaminierung erfolgt in einer Unterdruckzelle, die vermittels eines Handstückes über die zu reinigende Fläche geführt wird. In dieser Zelle befinden sich Sprühdüsen, ein Bürstensystem und die erforderlichen Absaugöffnungen. Eine Gummimanschette sichert die Abdichtung zur Bearbeitungsfläche, sie verhindert den Austritt des Reinigungswassers und ermöglicht die Beibehaltung des zur Absaugung erforderlichen Unterdruckniveaus. Die Wassermenge kann durch ein Ventil am Handstück geregelt werden. Das Waschwasser (Prozesswasser) wird abgesaugt und einem Sammelbehälter zugeführt, von dort kann es bei Bedarf in Transportkanister abgefüllt und folgend der Aufbereitung / Entsorgung zugeführt werden. Die meisten Biozide bzw. deren Rückstände sind nicht wasserlöslich und werden somit als Partikel ausgewaschen. Materialgefährdungen durch den Nassprozess sind bei unefassten Flächen nicht zu verzeichnen, da durch das sofortige Absaugen des Prozesswassers nur eine leichte Durchfeuchtung der Oberflächen entsteht; erfahrungsgemäß ist nach wenigen Stunden das Ausgangsniveau der Holzfeuchte wieder erreicht.

Bei hohem Kontaminationsgrad bzw. entsprechend hohen Forderungen zur Abreicherung wird das Reinigungsverfahren um eine chemische Behandlung mit einem Entgiftungsmittel erweitert. Nach gründlichem Waschen (siehe oben / erste Stufe) wird auf die abgetrocknete Oberfläche das Entgiftungsmittel aufgebracht. Nach einer kurzen Einwirkzeit wird nochmals Wasser mit dem Ziel einer Emulsionsbildung aufgesprüht. Der Vakuumwaschprozess wird dann bis zur restlosen Entfernung der Emulsion wiederholt, Restpartikel der Emulsion werden durch Aufstreichen einer Holzextraktstofflösung unter Filmbildung ausgeflockt. Mit der Behandlung entsteht eine unter der Materialoberfläche liegende Sperrschicht, die eine eventuelle Nachdiffusion verhindert. Damit besteht ein Vorteil im Vergleich zu herkömmlichen Maskierungsverfahren.

Bei Holzbauteilen, die mit PCP- haltigen HSM behandelt wurden, kommt ergänzend zum Waschprozess ein speziell für diese Kontaminationsform entwickelter PCP-Blocker zum Einsatz. Dabei wird durch chemische Bindung des Wirkstoffs PCP die Emission um ca. 90% gemindert, ohne dass eine Maskierung der Holzoberfläche erfolgt.

Um eine hohe Wirksamkeit des Verfahrens zu gewährleisten, muß bei erheblichen Verschmutzungen durch aufliegendes Grobmaterial eine Trockenreinigungsstufe mit K 1 – Saugern vorangestellt werden. Dagegen sind Staubbelastungen im Normalbereich (kontaminierte Stäube) mit dem großen Vorteil ausbleibender Verwirbelungen problemlos und sicher mit dem Vakuumwaschverfahren zu beseitigen (Arbeits- und Umweltschutz!). Die Schadstoffe liegen nach der Reinigung in der Regel physikalisch gebunden im Prozesswasser vor, damit wird eine gefahrlose Zuführung zur Aufbereitung / Entsorgung an einen entsprechenden Fachentsorger ermöglicht. Die Mehrfachverwendung des Prozesswassers nach einem Aufbereitungsprozess (mehrstufiges Filtern) wird angestrebt.

Das Verfahren ist in Teilen patentrechtlich geschützt!

www.bhd-dresden.de
info@bhd-dresden.de

Dekontaminierung belasteter Flächen mit dem **bhd - decon® -Vakuumwaschverfahren** - Quantitative Aussagen zur Abreicherung der Wirkstoffe DDT, PCP und Lindan

Der Erfolg einer Dekontaminierungs- / Detoxifizierungsmaßnahme ist im Regelfalle dann gegeben, wenn die Raumlufmessungen in Anlehnung an die PCP-Richtlinie nach erfolgter Behandlung Belastungswerte kleiner $0,1\mu\text{g}$ Wirkstoff / m^3 Raumluf ergeben. Streng genommen gilt dieser Wert für Räume, die zum ständigen Aufenthalt von Personen dienen bzw. künftig dienen sollen. Für Dachbodenräume, die nicht für einen Ausbau zu Wohn- und Aufenthaltsräumen vorgesehen sind und lediglich für Kontroll- und Wartungszwecke für im Verhältnis kurze Verweilzeiten betreten werden, wird es als ausreichend betrachtet, wenn Werte kleiner $1,0\mu\text{g}/\text{m}^3$ nachzuweisen sind.

■ Werden darüber hinaus quantitative Abreicherungsergebnisse im behandelten Holz gefordert, können reell erreichbare Zielgrößen nur auf der Grundlage des Anlegens von Probeflächen einschließlich einer auf diese Flächen bezogenen Basis- und Ergebnisanalyse ermittelt werden.

Die Leistungsfähigkeit des Verfahrens in Bezug auf das Abreicherungsergebnis ist von verschiedenen Randbedingungen abhängig. Analytische Auswertungen bisher durchgeführter Maßnahmen haben gezeigt, dass oberflächennahe Abreicherungen bis 90 % (erreicht bei DDT / VWV II) möglich bzw. erreichbar sind. Beeinflusst wird das Ergebnis generell durch die Streubreite der Eigenschaften und den Umgang mit dem Baustoff Holz, dabei spielen im Besonderen eine Rolle:

- Holzart (z.B. Nadelholz im Gegensatz zu Laubholz)
- Wuchs (z.B. schnell gewachsenes Nadelholz mit mangelnder Kern- bzw. Reifholzbildung im Gegensatz zu eng gewachsenem Holz oder Farbkernholz mit geringem Splintanteil)
- Bearbeitung (z.B. gattergesägtes Material im Gegensatz zu gebeilten oder gehobelten Oberflächen)
- Schädigungen (z. B. Fraßgänge infolge Hausbockbefall, Mazeration, starke Rissigkeit)
- HSM- Behandlung (z.B. Anzahl und Art der Einbringvorgänge, Kombination mit Flamm- schutz, Oberflächenperforationen, Druckbehandlungen usw.)
- raumklimat. Bedingungen (z.B. permanente Feuchtebelastung, hohe Temperaturmaxima, geringe Luftwechselraten)

Aus der Vielzahl der Faktoren ist ersichtlich, dass keine verfahrensabhängigen fixen Zielgrößen für einen Wirkstoffabreicherungsgrad festgelegt werden können, sondern jeweils standortbezogene Werte ermittelt werden müssen, die dann mit ggf. vorgegebenen Grenzwerten zu vergleichen sind. Von diesem Vergleich ist z. B. die Entscheidung abhängig, ob das Verfahren ein- oder 2-stufig anzuwenden ist. Die Erarbeitung eines endgültigen Angebotes für standortbezogene Dekontaminierungsleistungen mit dem **bhd- decon®** Vakuumwaschverfahren ist in der Regel erst nach Auswertung der Probeflächenergebnisse möglich bzw. sinnvoll.

Das Anlegen von Probeflächen sowie die erforderlichen Basis- und Erfolgsanalysen zur Bestimmung eines möglichen objektbezogenen Abreicherungsgrades durch ein autorisiertes Fachlabor erfordern zusätzliche Aufwendungen, deshalb wird diese Leistung im Regelfall im Vorfeld gesondert angeboten.

Aus den praktischen Erfahrungen im Umgang mit dem **bhd- decon®** - Vakuumwaschverfahren und den bisher erzielten Ergebnissen resultiert, dass bei der Oberflächendekontaminierung generell Abreicherungsgrößen erreicht worden sind, in deren Folge sich die Raumlufwerte auf den jeweils zweckabhängigen zulässigen Wert eingestellt haben.

Reinigung sensibler Oberflächen mit dem **bhd-decon[®]** VakuumWaschVerfahren Einsatz als ergänzende Komponente bei Schimmelbekämpfungs- und Reinigungsmaßnahmen

Für die Bekämpfung von Schimmelbefällen und die damit verbundenen Reinigungsarbeiten werden von verschiedenen Herstellern unterschiedliche Präparate angeboten, die z.T. als Systemlösung zusammen mit Anstrichstoffen eine komplexe Beseitigung von Schimmelschäden ermöglichen. In der Praxis hat sich gezeigt, dass die dabei vorgeschlagenen Reinigungsverfahren - Abbürsten, Trockensaugen usw. – wirkungsvoll durch die Vakuumwaschtechnik ersetzt werden können. Das bhd-decon[®] - VakuumWaschVerfahren (VWV) wurde entwickelt, um mit einer material- und oberflächenschonenden Technologie kritische Rückstände ehemaliger Holzschutzmittelbehandlungen zu entfernen bzw. abzureichern, es bestehen damit die Voraussetzungen, auch andere Kontaminationen – im Falle von Schimmel organischen Ursprungs – zu beseitigen.

Die Intensivreinigung mit diesem Verfahren ermöglicht, dass allgemeine Verschmutzungen, Schimmelrasen, Schimmelsporen und Rückstände von Altbefällen sicher entfernt werden können. Häufig bilden organische Liegestäube den Nährboden bzw. das Ausgangspotenzial für Schimmelbefall, diese Stäube werden sicher und ohne die Gefahr einer Verwirbelung durch die Vakuumwaschtechnik entfernt. Bedenken, die hinsichtlich des Einsatzes eines Feuchtverfahrens bei der Schimmelbekämpfung bestehen, können ausgeräumt werden: die Abtrocknung behandelter Oberflächen erfolgt bei normalen raumklimatischen Bedingungen schnell und gründlich. Zum anderen ist durch die Kombination mit Bekämpfungsmaßnahmen selbst ein verzögerter Abtrocknungsprozess als unkritisch zu betrachten.

Als wesentlicher Vorteil ist zu nennen, dass die abgewaschenen Schadstoffe und Verschmutzungen vom Prozesswasser aufgenommen werden und damit gefahrlos zu handhaben sind. Im Bedarfsfalle können durch eine einfache Nachbehandlung des Prozesswassers Schimmelsporen unschädlich gemacht werden. Das Prozesswasser wird der Entsorgung bzw. Aufbereitung zugeführt.

Die Vakuumwaschbehandlung im Vorfeld des Aufbringens von Bekämpfungsmitteln

erzeugt gereinigte und damit offenporige Oberflächen, die die Wirkung des entsprechenden Präparates begünstigen. Auch ermöglichen befeuchtete Oberflächen in der Regel eine bessere Penetration von chemischen Präparaten, erinnert sei an das geforderte Vornässen von Holzoberflächen bei bestimmten Holzschutzmittelbehandlungen.

Die Vakuumwaschbehandlung nach dem Aufbringen von Bekämpfungsmitteln

ist anwendbar bei Präparaten, die nach der vorgeschriebenen Einwirkzeit zusammen mit den abgetöteten Schimmelerregern wieder ausgewaschen werden können. Damit ist eine Folgebelastrung durch chemische Präparate auf ein unvermeidbares Minimum beschränkt. Von behandelten und nachgewaschenen Oberflächen geht dann bei Hautkontakt keine Gefahr mehr aus.

Bei kritischen Schimmelbefällen im Konstruktionsholz von Dachtragwerken konnte die Kombination Schimmelbekämpfung - Vakuumwaschverfahren bisher erfolgreich angewendet werden. Für Präparate, die auf wässriger Basis aufgebaut sind, ist die Kombinierbarkeit grundsätzlich gegeben. Die gängigen handelsüblichen Schimmelbekämpfungsmittel sind in der Regel wasserverdünnbare Konzentrate und damit für eine Anwendung zusammen mit der Vakuumwaschtechnik geeignet.

Hingewiesen werden muß auf die Notwendigkeit der Ursachenbeseitigung eines Schimmelbefalles, um eine dauerhafte Wirkung der Bekämpfungs- und Reinigungsmaßnahmen zu sichern. In den meisten Schadensfällen sind dabei vorrangig die Korrektur raumklimatischer Bedingungen, die Ausschaltung von Wärmebrücken sowie die Vermeidung von permanenten Feuchtebelastungen in Verbindung mit einer entsprechenden hygienischen Vorsorge zu realisieren.

Allgemeine Einführung in den Problembereich „Dekontaminierung HSM- behandelter Bauteile und Gegenstände“

Schutzbehandlungen verbauten Holzes als Grundlage zur schadensfreien Erhaltung von Dach- und Turmtragwerken, Deckenkonstruktionen, Holztreppe, Emporen, kurzum - hölzerner Bauteile und Einbauten – sind offensichtlich immer eng an den konstruktiven Holzbau gebunden gewesen und damit sicher genau so alt wie die Holzbaukunst an sich. Unabhängig von den Mitteln und Techniken ist es stets das Ziel gewesen, den organischen Baustoff Holz aus dem immerwährenden Prozess des Werdens und Vergehens zu lösen, d.h., jene Organismen auszuschalten, denen ansonsten in der Natur die wichtige Aufgabe des Abbaus von vorrangig Todholz zukommt. Während in weiterer Vergangenheit mit Brennen, Teeren, Ölen und ähnlichen Mitteln gearbeitet worden ist, kamen im Zusammenhang mit der Entwicklung der chemischen Industrie im 19. JH. erstmalig Schutzmittel in Gebrauch, die mit unserem heutigen Begriff „Holzschutzmittel“ in etwa vereinbar sind. Waren es anfangs noch anorganische Verbindungen, z. B. auf Arsen- und Quecksilberbasis, die als Wirkstoffe ins zu verbauende Holz eingebracht wurden (z. B. das „Kyanisieren“ mit Sublimat, HgCl_2), ging die Entwicklung im 20. Jh. auch in Richtung organischer Wirkstoffe, wobei das Halogen Chlor bald eine wichtige Rolle spielen sollte. So wurden z. B. während des 2. Weltkrieges im Zusammenhang mit konservatorischen Maßnahmen zum Schutz des Kulturgutes in kriegsbedingten Auslagerungsorten Präparate auf der Wirkstoffbasis „Chlornaphtalin“ eingesetzt (Befunde/ Kennzeichnungen u.a. im Depotgut Schloß Pillnitz nachgewiesen). Zyklische chlororganische Verbindungen (Chlorkohlenwasserstoffe) sollten dann bis ins letzte Viertel des 20. JH. als Holzschutzmittelwirkstoffe eine wichtige Rolle spielen. Neben der durchaus zu verzeichnenden hervorragenden Wirksamkeit solcher Verbindungen wie DDT, Lindan und PCP sollte sich bald deren gesundheitsschädigendes Potential herausstellen. Erinnerung sei an die Holzschutzmittelprozesse, die von nachweislich geschädigten Personen in den 80er Jahren mit breiter Öffentlichkeitswirksamkeit geführt worden sind und die hinsichtlich des chemischen Holzschutzes bzw. der bis dahin dabei angewendeten Wirkstoffe zwangsläufig zu einem Umdenken und zu neuen, kritischeren Bewertungen führten. Die daraufhin einsetzenden Bemühungen zur „Entgiftung“ von verbautem Holz, jetzt allgemein unter dem Begriff „Dekontaminierung“ zusammengefasst, sind eine notwendige Konsequenz aus den Erkenntnissen über die teilweise äußerst problematischen Auswirkungen dieser Wirkstoffe auf Personengruppen, die, unter welchen Voraussetzungen auch immer, mit derartig behandeltem Holz jeder Form in Verbindung kommen.

Bei der Beurteilung der Schadenssituationen und deren Verursachern muß aber sachlicher Weise berücksichtigt werden, dass jene Präparate zur Zeit ihrer Anwendung dem Stand der Technik entsprachen und die Verarbeitungen durch ein breit angelegtes Vorschriftenwerk – in beiden Teilen Deutschlands - geregelt wurde. Auch konnten, besonders im Kunstgutbereich, viele wertvolle Stücke erhalten werden, weil sie von Restauratoren intensive Behandlungen mit derartigen Holzschutzmitteln unterzogen wurden. Als Beispiele sind historische Orgeln zu nennen, die durch baulich oft mangelhafte Bedingungen und entsprechend ungünstige raumklimatische Verhältnisse in teilweise kaum genutzten Kirchen dem Angriff holzerstörender Organismen – vorrangig der Nagekäfer – besonders ausgesetzt waren und meistens durch Orgelbauer, aber auch durch Organisten und Kantoren im Zusammenhang mit Kontrollen und Pflegemaßnahmen in guter Absicht stetig behandelt worden sind.

Die Möglichkeit, aus heutiger Sicht äußerst kritische Holzschutzmittel auch in Kleinkonfektionierungen beim „Drogisten von nebenan“ zu erwerben, führte dazu, dass im Bewusstsein der Vorsorge und Pflege besonders historischer Hausrat, Kleinmöbel, Kunstgegenstände usw. oft laienhaften Behandlungen unterzogen wurden, die heute als irreversible Kontaminierungen den Umgang mit derartigen Gegenständen einschränken oder ganz unmöglich machen. Im gewerblichen Bereich wurden Holzkonstruktionen mit dem Verweis auf zeitlich bedingte abnehmende Wirksamkeit und mit Bezug auf entsprechende Punkte des Vorschriftenwerkes oft übermäßig und mehrfach wiederholt behandelt, so dass noch heute, mehrere Jahrzehnte danach, kritische Wirkstoff - Überkonzentrationen festzustellen sind. Folgerichtig kam es auf Grund der bereits in den 70er und 80er Jahren gewonnenen Vermutungen und Erkenntnisse über Toxizität und gesundheitsschädigende Potentiale der Holzschutzmittel auf chlororganischer Wirkstoffbasis in den 90er Jahren des vergangenen JH. zu verstärkten Bemühungen, Entgiftungsstrategien und – Verfahren zu entwickeln.

Das Ziel, eine vollständige Entfernung von derartigen Wirkstoffen aus dem verbauten Holz zu erreichen, hat sich dabei, mindestens vorerst, als illusorisch erwiesen. Selbst der mechanische Abtrag von Holzoberflächen hinterlässt auf Grund eines uneinheitlichen Penetrationsverhaltens und holzstrukturbedingter Störbereiche (z.B. Risse) Restkontaminationen. Hightech- Verfahren (z. B. unter Verwendung von überkritischem Kohlendioxid) konnten nur für spezielle Segmente der Problematik Anwendung finden und erwiesen sich letzten Endes als kaum geeignet für eine breite Anwendungspraxis. Alle derzeit praktizierten Verfahren zur Dekontaminierung holzschutzmittelbelasteter Gegenstände und Konstruktionen sind, quantitativ betrachtet, Abreicherungsverfahren, die entsprechend der erreichbaren Abreicherungsraten und der anwendungstechnischen Randbedingungen zu in der Regel brauchbaren bis guten Ergebnissen führen. Dabei spielt der Abtrag kontaminierter Liegestäube sowie mobilisierbarer Partikel als Quelle für Sekundärbelastungen oft eine entscheidende Rolle. Zur Feststellung von Ausgangskontaminationen und für Erfolgsmessungen steht mit der von speziellen Laboren angewendeten Gaschromatographie ein aussagekräftiges Analyseverfahren zur Verfügung.

Hingewiesen werden muß in diesem Zusammenhang auch auf Verfahren, die nicht auf Entfernung der Wirkstoffe aus dem Material, sondern auf einer Einschränkung bzw. Blockierung von Wirkstoff - Emissionen beruhen. Dadurch können in Folge einer derartigen Maßnahme Raumluftbelastungen durch in die Dampfphase übergehende Wirkstoffe ausgeschaltet werden. Das betrifft vorrangig technisch nicht oder kaum aus dem Material entfernbare Wirkstoffe (z. B. Pentachlorphenol), die mit verschiedenen chemischen und / oder physikalischen Mitteln so umstrukturiert werden müssen, dass ihr Emissionsverhalten verändert wird und damit Emissionen praktisch gegen Null gehen.

Die Verantwortungsträger für öffentliche Einrichtungen wie Museen und Sammlungen, aber auch für Arbeitsstätten wie Depots und Werkstätten, stellen sich seit einigen Jahren in verstärktem Maße der HSM – Kontaminationsproblematik. So sind, besonders im Zusammenhang mit den Umbau- und Rekonstruktionsmaßnahmen des letzten Jahrzehnts umfangreiche Dekontaminierungsleistungen an Dachtragwerken und anderweitig verbautem Holz, aber auch an hölzerne Ausstattungen sowie an mobilem Kunstgut, erbracht worden. Dabei besteht auf dem Gebiet der ehemaligen DDR auf Grund des bis 1989 / 1990 gültigen Vorschriftenwerkes und der im HSM – Verzeichnis bis Ende der 80er Jahre gelisteten Holzschutzmittel eine besondere Situation. Das in großen Mengen in allen Bereichen des Holzschutzes, vom baulichen Materialschutz bis zur Behandlung von hölzernem Kunstgut, verwendete Holzschutzmittel „Hylotox 59“, ist hier vorrangige Ursache kritischer Belastungen. Das hochwirksame Insektizid DDT, neben Lindan ein Wirkstoff dieses Präparates, wird nicht selten in extremen Restwerten (teilweise über 5000 mg/kg Holzmasse) - inzwischen mindestens 20 Jahre nach den Behandlungen - immer noch nachgewiesen. Während auf dem Gebiet der Altbundesländer bisher öfter z. Teil kritische Kontaminationen mit dem Wirkstoff PCP festgestellt worden sind, stellen derartige Belastungen, wenigstens im Innenbereich, in den neuen Bundesländern erfahrungsgemäß die Ausnahme dar. Zurückzuführen dürfte dieser Sachverhalt darauf sein, dass das HSM Hylotox IP, welches als Kombinationsmittel auch PCP enthält, nur mit Einschränkungen (Hylotox IP braun nur für den Außenbereich) zugelassen war.

Praxisbefunde:

Hylotox – behandeltes Holz,
DDT - Ablagerungen auf
den Oberflächen in Form
unterschiedlicher feinkristal-
liner Strukturen, rechts im
Hirnholz

