pollu doc

Die Bauschadstoff Dokumentation

Holzschutzmittel (PCP, Lindan etc.)

Stand der Technik

Holzschutzmittel (HSM) werden zum Schutz von Holz eingesetzt, präventiv und bei Befall mit Holzschädlingen (Pilze und Insekten). In den 1950er- bis 1970er-Jahren wurden viele heute verbotene Substanzen für den Holzschutz eingesetzt. Diese findet man auch heute noch in Bauten aus dieser Zeit. Ab 1990 kann davon ausgegangen werden, dass keine der problematischen HSM mehr eingesetzt wurden.

HSM werden aber auch heute noch verbreitet angewendet. Die heutigen HSM werden jedoch nur zugelassen, wenn sie (1) wirksam sind und (2) kein Risiko für den Verwender des HSM, den Benutzer des behandelten Holzes und die Umwelt darstellen. Sie enthalten daher heute andere (und keine verbotenen) Fungizide und Insektizide als vor 1990.

Verwendet wurden früher primär die folgenden problematischen HSM: Pentachlorphenol (PCP), Hexachlorcyclohexan (HCH, Lindan), DDT, Chlorthalonil und Chlordan. Häufig wurde eine Kombination von Fungizid (z.B. PCP) und Insektizid (z.B. Lindan) eingesetzt. In sehr alten Häusern sind auch Belastungen mit quecksilber- und arsenhaltigen Holzschutzmitteln im Holz möglich. Oft wurden auch Teeröl oder Teerölpräparate (mit hohen PAK-Konzentrationen) zum Holzschutz eingesetzt. PCB wurde nicht als eigentliches Holzschutzmittel eingesetzt, war aber z.T. als Weichmacher in entsprechenden Lacken/Anstrichen enthalten (und ist daher einer der zu analysierenden Parameter für die stoffliche bzw. thermische Verwertung von Holzabfällen gemäss VVEA).

Diese problematischen HSM wurden für Konstruktionsholz von Dachstühlen und für weitere Konstruktionshölzer in Wohnbauten (Fachwerk) sowie für Hölzer im Aussenbereich und für Eisenbahnschwellen angewendet. Insbesondere in Lagerräumen, Gewerbebauten sowie in Scheunen und Ställen fanden oft grössere und umfangreichere Applikationen statt, daher können solche Hölzer sehr hohe Konzentrationen an problematischen HSM aufweisen.

Eine zuverlässige visuelle oder organoleptische (geruchsbasierte) Erkennung von problematischen HSM-Rückständen im Holz ist i.d.R. nicht möglich. In der Regel sind daher zur Überprüfung eines HSM-Verdachts Analysen notwendig (vgl. Abschnitt Diagnostik)

In der Schweiz gab es bisher keine expliziten Vorschriften/Richtlinien zur Bewertung des Risikos bei der Nutzung von Räumlichkeiten mit HSM-behandeltem Holz oder zu Risiken beim Umgang mit HSM-behandeltem Holz beim Rückbau. Daher wird oft auf die deutsche PCP-Richtlinie verwiesen.

Seit dem 9. September 2020 liegt in der Schweiz die definitive Version des Modulteil "Ermittlung von Schadstoffen und Angaben zur Entsorgung von Bauabfällen" des Moduls "Bauabfälle" der Vollzugshilfe der VVEA vor, in welchem die Ermittlung und Entsorgung von Holz mit Holzschutzmitteln im Falle eines Rückbaus geregelt werden. Die entsprechenden Vorgaben wurden im vorliegenden Factsheet integriert.

Ohne Bearbeitung

HSM-Rückstände im Holz können über drei Wege für den Menschen gesundheitsgefährdend werden:

- **Luft:** Bei vielen problematischen HSM handelt es sich um schwerflüchtige organische Verbindungen. Diese emittieren in geringem Umfang auch gasförmig in die Umgebungsluft, wobei die Temperatur des Bauwerkes (z.B. erhöhte Temperatur durch Beleuchtung eines Balkens) und der Luft einen grossen Einfluss auf die Emissionen haben. Erreicht die Konzentration der HSM in der Raumluft eine kritische Schwelle, kann sich der langfristige Aufenthalt in einem solchen Raum negativ auf die Gesundheit auswirken.
- **Staub:** Gasförmige Emissionen (vgl. oben) lagern sich gerne auf Oberflächen von Staubpartikeln ab. Zudem emittieren bei der Verwitterung der Holzoberflächen stark belastete Partikel in die Staubfraktion. Die Inhalation solcher mit HSM belasteten Staubpartikel kann sich wiederum negativ auf die Gesundheit auswirken.
- **Direkte Aufnahme:** Eine Aufnahme ist insbesondere bei Säuglingen und Kleinkindern durch die Hand-zu-Mund-Exposition resp. Direktkontakt mit Haut/Mund (z.B. bei für Kinder zugänglichen Stellen) gegeben.

Ein Gesundheitsproblem der Nutzer kann unter anderem nach einem Umbau von Dachgeschossen oder Industrie/Gewerberäumen zu Wohnungen, sowie nach energetischen Sanierungen an alten Holzhäusern auftreten. Aufgrund der Dämmung, dem verminderten Luftwechsel und der direkten Heizung werden mehrfach höhere Innenraumkonzentrationen erreicht, als vor dem Umbau (siehe auch Info-Seite PCP auf Allum.de).

Werden mittels Analyse einer Staub- und / oder einer Materialprobe (siehe Diagnostik unten) belastete Hölzer festgestellt und besteht eine potenzielle Gesundheitsgefährdung während der normalen Nutzung, empfiehlt es sich, Luftmessungen zur weiteren Abklärung durchzuführen (oder die Balken im Rahmen eines Projekts zu sanieren). Damit ist eine Vergleichbarkeit mit entsprechenden deutschen Richtwerten möglich:

- PCP 0.1 bzw. 1 µg/m^3 für den Richtwert I und II, Quelle: Deutsche Richtlinie für die Bewertung und Sanierung Pentachlorphenol (PCP)-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden ("PCP-Richtlinie", ARGEBAU, 1996)
- Lindan 0.1 bzw. 1 µg/m^3 für den Richtwert I und II, Quelle: Deutsche Richtlinie für die Bewertung und Sanierung Pentachlorphenol (PCP)-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden ("PCP-Richtlinie", ARGEBAU, 1996)
- p-p'-DDT 0.3 bzw. 3 µg/m3, Vorläufiger Richtwert I und II, Quelle: Informationsblatt Hylotox 59: DDT und Lindan in Innenräumen (Landesamt für Gesundheit und Soziales Mecklenburg-Vorpommern, 2015)

Gemäss Gebäudecheck ecobau wurden folgende Eingreifwerte definiert, bei deren Überschreitung Sanierungsmassnahmen angezeigt sind:

Parameter	Eingreifwert
Pentachlorphenol in der Raumluft	>1 µg PCP/m^3
Holzschutzmittel im Hausstaub	>30 mg HSM/kg Staub
Holzschutzmittel im Material	>50 mg HSM/kg Material (in 0–2 mm Tiefe)

Richtwert I (RW I - Vorsorgerichtwert) beschreibt die Konzentration eines Schadstoffes in der Innenraumluft, bei dessen Einhaltung oder Unterschreitung nach gegenwärtigem Forschungsstand auch bei lebenslanger Exposition keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist.

Ist der RW I überschritten, sollte allerdings aus Gründen der Vorsorge gehandelt werden. Gleichzeitig sollten Massnahmen zur

Minimierung der Schadstoffkonzentration ergriffen werden. Der RW I kann hiermit als Zielwert bei einer Sanierung dienen.

Richtwert II (RW II - Gefahrenrichtwert) ist ein wirkungsbezogener Wert, der sich auf die gegenwärtigen toxikologischen und epidemiologischen Kenntnisse zur Wirkungsschwelle eines Schadstoffes stützt. Er stellt die Konzentration eines Schadstoffes in der Innenraumluft dar, bei dessen Erreichen beziehungsweise Überschreiten unverzüglich zu handeln ist. Beim Überschreiten dieser Konzentration sind Schäden für die menschliche Gesundheit mit hinreichender Wahrscheinlichkeit anzunehmen.

Eisenbahnschwellen

Die Nutzung von gebrauchten Eisenbahnschwellen mit teerölhaltigen HSM kann zu einer Gefährdung der Nutzer führen. Weil die Krebs erregenden PAK schwer flüchtig sind und damit kaum an die Luft abgegeben werden, besteht jedoch nur bei häufigen, über viele Jahre stattfindenden Hautkontakten ein Gesundheitsrisiko. Das Krebsrisiko wird zudem auch nach wiederholtem Hautkontakt als sehr gering eingeschätzt. Gemäss BAFU besteht daher keine Sanierungspflicht. Schwellen, die bereits für private Zwecke verwendet worden sind, müssen weder entfernt noch durch andere Hölzer ersetzt werden.

Wer bereits alte Eisenbahnschwellen besitzt, soll sie aus Gründen der Vorsorge jedoch nur dort verwenden, wo kein regelmässiger direkter Hautkontakt zu erwarten ist. Aus den gleichen Gründen wird eine Sanierung empfohlen, wenn gebrauchte Eisenbahnschwellen Verwendungen finden, die zu regelmässigem direkten Hautkontakt führen, z.B.:

- als Gartenmöbel (Sitzbänke, Tische)
- auf Kinderspielplätzen (Einfassung von Sandkästen, als Spielzeug, Umrandungen)
- in Innenräumen (bei Cheminées; Sichtbalken, etc.) von Wohnungen, Gartenhäusern, Schuppen.

Sanierungen (indem die Schwellen durch unbehandeltes oder gesetzeskonform behandeltes Holz oder durch ein anderes Material wie z.B. Stein abgedeckt oder ersetzt werden) sind insbesondere dann angezeigt, wenn Teeröl sichtbar aus den Schwellen austritt.

Mit Bearbeitung

Bei Rückbau: Geringe Gefährdung für Gesundheit und Umwelt.

Bei Strahlen oder Schleifen: Hohe Gefährdung der Gesundheit der Ausführenden und späterer Nutzer (durch Stäube).

DIAGNOSTIK

Eine zuverlässige visuelle oder organoleptische (geruchsbasierte) Erkennung von problematischen HSM ist nicht möglich.

Ein Hinweis auf das Vorhandensein von problematischen HSM ist ein allfälliges kristallines Ausblühen des HSM. Manchmal sind Axtspuren an befallenen Holzbalken (Test auf Befall) oder Injektionseinstiche auf den Balken ein Hinweis für eine Behandlung mit HSM. Eine dunkle Farbe von Altholz kann ein Hinweis auf teerhaltige (und somit PAK-haltige) Anstriche sein. Ebenso sind teerhaltige Anstriche und Öle i.d.R. geruchlich (organoleptisch) gut wahrnehmbar.

Zur definitiven Bestimmung ob HSM vorhanden sind, ist eine entsprechende Probenahme und Analyse notwendig.

Bei Gebäuden, die nach 1990 gebaut wurden, kann davon ausgegangen werden, dass sie keine problematischen Holzschutzmittel enthalten.

Für eine Diagnostik vor Entsorgung wird in der VVEA-Vollzugshilfe Bauabfälle die Ermittlung von Holz mit Holzschutzmitteln geregelt.

Diagnostik vor Entsorgung via KVA/Zementwerk: Gemäss VVEA-Vollzugshilfe Bauabfälle ist keine Laboranalyse vorzunehmen, wenn die Entsorgung zwingend via Verbrennung in einer KVA oder einem Zementwerk erfolgt.

Diagnostik vor Entsorgung in Altholzfeuerung: Gemäss VVEA-Vollzugshilfe Bauabfälle wird unterschieden zwischen Holzabfällen aus dem Innenbereich und Abfällen aus dem Aussenbereich und von Dachstöcken:

- Bei Holzabfällen aus dem **Innenbereich** (ohne Dachstöcke) ist für eine Entsorgung in einer Altholzfeuerung keine Laboranalyse notwendig.
- Bei Holzabfällen aus dem **Aussenbereich** und bei Dachstöcken ist für eine Entsorgung in einer Altholzfeuerung eine Analyse

auf PCP, PCB, PAK, Schwermetalle, Chlor und Fluor notwendig (vgl. Grenzwerte gemäss Abfallverordnung VVEA, Anhang 7, Absatz 2).

Diagnostik vor Recycling: Soll das Holz im Recycling (stoffliche Verwertung) verwertet werden, ist eine Analyse auf PCP, PCB, PAK, Schwermetalle, Chlor und Fluor nötig (vgl. Grenzwerte gemäss Abfallverordnung VVEA, Anhang 7, Absatz 1).

Diagnostik bei Umbau / normaler Nutzung: Die VVEA-Vollzugshilfe Bauabfälle regelt die Notwendigkeit einer Untersuchung in Abhängigkeit des Entsorgungswegs. Sie macht aber keine Angaben bzgl. Notwendigkeit einer Untersuchung zur Klärung einer allfälligen Personengefährdung. Aufgrund der möglichen Personengefährdung bei Holzschutzmittelanwendungen in genutzten Räumen (vgl. Abschnitt „Gesundheitsgefährdung“) sind jedoch entsprechenden Untersuchungen auch ohne explizite Vorgabe angezeigt. In der Praxis sind daher verdächtige Holzkonstruktionen (Dachstühle, Fachwerk), welche mit der Raumluft von regelmässig genutzten Räumen in direkter Verbindung stehen auf Holzschutzmittel zu untersuchen und die Personengefährdung zu beurteilen. Die Untersuchung ist insbesondere dann durchzuführen, wenn bisher ungenutzte oder selten genutzte Räume mit verdächtigen Holzkonstruktionen umgebaut bzw. umgenutzt werden sollen und danach regelmässig genutzt werden. Probenahme und Interpretation sollten dabei gemäss deutscher PCP-Richtlinie erfolgen. Die Beurteilung des Sanierungsbedarf kann auch anhand der Eingreifwerte gemäss Schweizer Gebäudecheck Ecobau erfolgen (vgl. Eingreifwerte im Abschnitt «Gesundheitsgefährdung ohne Bearbeitung»).

Beproben
Analyseumfang: Zur Feststellung ob HSM im Holz vorhanden sind, ist eine chemisch analytische Bestimmung unerlässlich.

Vor einer stofflichen Verwertung ("Recycling") sind Analysen auf PCP, PCB, PAK, Schwermetalle, Chlor und Fluor durchzuführen (vgl. Grenzwerte gemäss Abfallverordnung VVEA, Anhang 7, Absatz 1).

Vor einer Entsorgung in einer Altholzfeuerung sind ebenfalls Analysen auf PCP, PCB, PAK, Schwermetalle, Chlor und Fluor notwendig (vgl. Grenzwerte gemäss Abfallverordnung VVEA, Anhang 7, Absatz 2).

Für die Analytik bei normaler Nutzung / vor Umbauten gibt es in der Schweiz keine verbindlichen Vorgaben. Es wird ein Screening-Programm eines erfahrenen Labors bzgl. Holzschutzmittel empfohlen (mindestens PCP, Lindan und DDT).

Entnahme einer geeigneten Probe: Oberste 2-3 mm Holz mit Stechbeitel oder Teppichmesser abtragen, Mischprobe (ca. 5-20 Gramm) an verschiedenen Stellen / Holzoberflächen (Holzschutzmittel sind meist heterogen verteilt) vorzugsweise in Alufolie oder -beutel verpacken.

Die Probenahme bei normaler Nutzung oder vor Umbau erfolgt grundsätzlich gemäss deutscher PCP-Richtlinie. Zur Beurteilung der Nutzergefährdung ist folgende Hierarchie der Probenahme empfohlen: 1. Staubprobe bzw. Materialprobe und 2. Luftmessung. Es ist dabei zu beachten, dass eine Luftmessung erst in der umgebauten Situation aussagekräftig ist.

Luftmessung: In der Schweiz gibt es keine expliziten Vorgaben dazu. Es kann nach der deutschen Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCP-belasteter Baustoffe (oder Richtlinie der EGGBI) vorgegangen werden.

Die Raumlufttemperatur während den Messungen sind im Messkonzept und bei der Auswertung der Messwerte zu berücksichtigen. Es sollte eine repräsentative Aussage über die durchschnittliche Belastung über das gesamte Jahr gemacht werden können.

SANIERUNG/ENTFERNUNG

Gemäss Gebäudecheck ecobau wurden folgende Sanierungszielwerte definiert:

Parameter	Sanierungszielwert
Pentachlorphenol in der Raumluft	<0.1 µg PCP/m^3 (Vorsorgerichtwert)
Holzschutzmittel im Hausstaub	<5 mg HSM/kg Staub
Holzschutzmittel im Material	Entfernung oder Versiegelung der Quelle Nach Abschleifen <5 mg HSM/kg Material (in 0–2 mm Tiefe)

Vorgaben zu einer Sanierung vor Ort existieren in der Schweiz aber keine. Daher wird oft neben den oben aufgeführten Sanierungszielwerten auf die deutsche PCP-Richtlinie verwiesen.

Abdichtung: Bei einer übermässigen Raumluftbelastung sind belastete Hölzer soweit möglich aus Wohnbereichen zu entfernen. Ist dies nicht möglich, gibt es die Möglichkeit mit Sperranstrichen, sorptiven Materialien (Aktiv-Kohle), geeigneten Sperrschichten (z.B. alukaschierte Folie) oder sonstigen luftdichten Verkleidungen die Belastung in Innenräumen zu mindern.

Staubende Arbeiten an HSM-belasteten Hölzern erfordern mindestens eine persönliche Schutzausrüstung (FFP3-Maske, Einweg-Schutzanzug) sowie Quellabsaugung und Abgrenzung der Arbeitszone.

Bei Rückbau mittels Bagger sind keine speziellen Massnahmen zum Gesundheitsschutz notwendig.

Entsorgung

In der VeVA-Vollzugshilfe über den Verkehr mit Sonderabfällen und anderen kontrollpflichtigen Abfällen wird die Entsorgung von Holz mit Holzschutzmitteln geregelt.

Entsorgung via Verbrennung in einer KVA oder einem Zementwerk gemäss VVEA-Vollzugshilfe Bauabfälle ohne Analysen möglich. LVA-Code: 17 02 98 [S], Problematische Holzabfälle.

Nach Untersuchung auf HSM:

- Konzentrationen **oberhalb** der **Grenzwerte** gemäss Abfallverordnung VVEA, Anhang 7, **Absatz 2**: LVA-Code: 17 02 98 [S], Problematische Holzabfälle.
    - Thermische Entsorgung in bewilligter KVA nach Anh. 2 Kap. 71 LRV unter Einhaltung der Richtwerte
    - Im Zementwerk unabhängig vom PCB-Gehalt.
- Konzentrationen **unterhalb** der **Grenzwerte** gemäss Abfallverordnung VVEA, Anhang 7, **Absatz 2**: Verbrennung in zugelassener Altholzfeuerung (Luftreinhalte-Verordnung Annex 2, Kapitel 72) LVA-Code: 17 02 97 ak, Altholz von Baustellen, Abbrüchen, Renovationen und Umbauten.
- Konzentrationen **unterhalt** der **Grenzwerte** gemäss Abfallverordnung VVEA, Anhang 7, **Absatz 1**: Stoffliche Verwertung in Holzwerkstoffen ("Recycling").

BEMERKUNGEN

Literaturverweise:

- Informationsseite des Bundesamtes für Gesundheit BAG zu PCP, Lindan und DDT
- Schadstoffgehalte in Holzabfällen. Analyseresultate der Holzkampagne 98, Buwal 2004
- Richtlinie für die Bewertung und Sanierung von PCP, 1996, Deutschland
- Holzschutzmittel und Pestizide, Bayrisches Landesamt für Umweltschutz; 2004
- DDT und Lindan in Innenräumen, Landesamt für Gesundheit und Soziales, Mecklenburg-Vorpommern. Stand 7/15, Informationsblatt Hylotox 59
- Untersuchung zur PCP-Belastung in Holzkonstruktionen von Gebaüden im Kanton Zuŕich; Amt fuŕ Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zuŕich (AWEL), 2012
- UMWELTPRAXIS (ZUP) Nr. 54 vom Oktober 2008, S.29ff, Eisenbahnschwellen im Garten
- Medienmitteilung «Gebrauchte Eisenbahnschwellen müssen entsorgt werden», BAFU, 2001: https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-…
- Gebäudecheck ecobau, Zum Umgang mit Schadstoffen und zur Wiederverwendung von Bauteilen bei Sanierung, Erneuerung oder Rückbau, 2024/V1, ecobau.