

Gebäudecheck ecobau

Zum Umgang mit Schadstoffen und zur Wiederverwendung von Bauteilen bei Sanierung, Erneuerung oder Rückbau



Gebäudecheck ecobau

Zum Umgang mit Schadstoffen und zur Wiederverwendung von Bauteilen bei Sanierung, Erneuerung oder Rückbau

Impressum

Begleitgruppe: Barbara Sintzel, Verein ecobau, Fachbereich Gebäude, Zürich
Stephan Baumann, IG Bauschadstoffe, bafob GmbH, Bern
Daniel Bürgi, VABS Vereinigung Asbestberater Schweiz,
FRIEDLIPARTNER AG, Zürich
Roland Ganz, Ganz Klima AG, Rüti ZH
David Hiltbrunner, Bundesamt für Umwelt, Bern
Simon Küng, FAGES schweizerischer Fachverband Gebäude-
schadstoffe, Arcadis Schweiz AG, Projektleitung Polludoc
Severin Lenel, Intep SG GmbH, Zertifizierungsstelle Minergie-ECO
Kerstin Müller, baubüro in situ, Basel (ReUse)
Roger Waeber, Bundesamt für Gesundheit BAG, Bern

Herausgeber und Copyright:

Verein ecobau
Röntgenstrasse 44
8005 Zürich
www.ecobau.ch

Zürich, 23.09.2021

Das vorliegende Dokument ersetzt die ecobau-Empfehlung von 2013 mit dem Titel «Gesundheitsgefährdende Stoffe in bestehenden Gebäuden und bei Gebäudesanierungen (Gebäudecheck in Bauten mit Baujahr vor 1990)».

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Wann kommt der Gebäudecheck zum Einsatz?	4
1.2	Welche gesetzlichen Grundlagen bestehen?	5
2	Vorgehen	6
2.1	Projekte initiieren	6
2.2	Fachplanung	7
2.3	Fachbauleitung	10
3	Bauteilwiederverwendung, ReUse	11
3.1	Vorgehen je nach Grösse des Rückbauobjekts	11
3.2	Hinweise für die Planung bei grösseren Rückbauvorhaben	11
4	Schadstoffe in Bauten	12
4.1	Asbest	12
4.2	Polychlorierte Biphenyle (PCB) und Chlorparaffine (CP)	15
4.3	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	18
4.4	Schwermetalle	20
4.5	Holzschutzmittel (HSM)	22
4.6	Schimmelpilze	25
4.7	Formaldehyd	26
4.8	Radon	27
4.9	Weitere Schadstoffe	29
4.9.1	Künstliche Mineralfasern (KMF)	29
4.9.2	Schlacken	29
4.9.3	Luftwechsel und Lüftungshygiene	30
4.9.4	Schwermetalle Sportbeläge	32
5	Anhang	33
5.1	Inhaltsverzeichnis «Sanierungs- und Entsorgungskonzept»	33

1 Einleitung

1.1 Wann kommt der Gebäudecheck zum Einsatz?

Die Gebäudestandards Minergie-ECO und SNBS fordern bei Sanierungen/Erneuerungen und Rückbauvorhaben einen Gebäudecheck, der bei allen Gebäuden mit Baujahr vor 1990 zur Anwendung kommt. Das vorliegende Dokument thematisiert den Umgang mit Schadstoffen bei Rückbauvorhaben (A) und bei Sanierung/Erneuerung (B). Dabei baut der Gebäudecheck auf der «Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen» (Abfallverordnung VVEA vom Dez. 2015) und des Vollzugshilfeteils «Ermittlung von Schadstoffen und Angaben zur Entsorgung von Bauabfällen» auf und verweist an vielen Stellen auf die **Plattform Polludoc**, die den aktuellen Stand der Technik abbildet und den Umgang mit Schadstoffen genauer dokumentiert.

Dieses Dokument richtet sich vor allem an Bauherren, Architektinnen und weitere Planende, die mit Schadstoffen zu tun haben.

A) Rückbauvorhaben

Bei Rückbauvorhaben definiert vor allem die **VVEA** das Vorgehen. Bei bewilligungspflichtigen Rückbauvorhaben mit Baujahr vor 1990 braucht es gemäss VVEA generell eine Schadstoffermittlung. Falls Schadstoffe vorhanden sind oder mehr als 200 m³ Bauabfälle (inkl. Aushubmaterial) anfallen, braucht es zudem ein **Entsorgungskonzept**.

Das vorliegende Dokument fordert darüber hinaus auch bei nicht bewilligungspflichtigen Projekten eine Schadstoffabklärung analog VVEA und will die **Wiederverwendung von Bauteilen** und eine hohe Verwertungsrate fördern. Das Entsorgungskonzept (inkl. Schadstoffermittlung, Schadstoffsanierungs- und Rückbaukonzept) wird deshalb mit Vorgaben zur Wiederverwendung von Bauteilen und einer vorgegebenen Verwertungsrate ergänzt.

B) Sanierung und Erneuerung (inkl. Entsorgung)

Bei Sanierungs- und Erneuerungsvorhaben gibt das vorliegende Dokument Empfehlungen, welche Schadstoffe berücksichtigt werden sollen, welche Ziele bei der Schadstoffentfernung gelten sollen und wie mit Schadstoffen in der verbleibenden Bausubstanz umgegangen werden soll, so dass ein gesundes Innenraumklima gewährleistet werden kann. Werden bei der Schadstoffermittlung Schadstoffe festgestellt, die entfernt werden sollen, wird ein **Sanierungs- und Entsorgungskonzept** erstellt. Die Aspekte zu Entfernung und Entsorgung der schadstoffhaltigen Materialien werden analog Abs. A behandelt.

Weitere Fälle

Auch bei gesundheitlichen Beschwerden von Gebäudebenutzenden, die möglicherweise auf Schadstoffe im Gebäude zurückzuführen sind, kann eine Schadstoffüberprüfung sinnvoll sein. Wobei als mögliche Ursache auch ein erweitertes Schadstoffspektrum in Betracht gezogen werden muss. Grundsätzlich wird in

solchen Fällen eine Abklärung durch einen Innenraumspezialisten empfohlen. Werden Schadstoffe festgestellt, kann das vorliegende Dokument als ergänzende Hilfestellung genutzt werden.

Abgrenzung

Dieser Bericht fokussiert auf Schadstoffe von Bauten und Anlagen. Weitere Schadstoffe der Umgebung insbesondere verschmutzter Boden resp. verschmutztes Aushubmaterial werden hier nicht behandelt. Arbeitssicherheitsmassnahmen sind im Zusammenhang mit der Entfernung der Schadstoffe sehr wichtig. Sie werden in den Regelwerken der SUVA vorgegeben und sind zu berücksichtigen. In diesem Bericht wird aber nicht darauf eingegangen.

1.2 Welche gesetzlichen Grundlagen bestehen?

Abfallverordnung VVEA

Gemäss Art.16 der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen **VVEA** muss die Bauherrschaft bei Bauarbeiten der für die Baubewilligung zuständigen Behörde im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs Angaben über die Art, Qualität und Menge der anfallenden Abfälle und über die vorgesehene Entsorgung machen, wenn voraussichtlich mehr als 200 m³ Bauabfälle anfallen oder Bauabfälle mit umwelt- oder gesundheitsgefährdenden Stoffen zu erwarten sind (d.h. Baujahr vor 1990). Weiter räumt die VVEA der Vermeidung, Verminderung und gezielten Verwertung von Abfällen einen hohen Stellenwert ein (siehe auch Anhang).

Im Teil «Ermittlung von Schadstoffen und Angaben zur Entsorgung von Bauabfällen», der Vollzugshilfe zur Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA, SR. 814.600) werden detaillierte Anforderungen an die Schadstoffermittlung und das Entsorgungskonzept festgelegt.

Bauarbeitenverordnung

Gemäss Art. 3 der Bauarbeiten Verordnung **BauAV** muss der Arbeitgeber bei Verdacht, dass besonders gesundheitsgefährdende Stoffe wie Asbest oder polychlorierte Biphenyle (PCB) auftreten können, die Gefahren eingehend ermitteln, die damit verbundenen Risiken bewerten und darauf abgestützt die erforderlichen Massnahmen planen. Wird ein besonders gesundheitsgefährdender Stoff im Verlauf der Bauarbeiten unerwartet vorgefunden, sind die betroffenen Arbeiten einzustellen und ist der Bauherr zu benachrichtigen (siehe auch Anhang). Das vorliegende Dokument gilt auch bei Bauvorhaben, die nicht-baubewilligungspflichtig sind.

2 Vorgehen

Beim Umgang mit Schadstoffen wird folgendes Vorgehen empfohlen:

Ablauf
1. Projekt initiieren
Ziele definieren
Unterlagen zum Gebäude zusammentragen (alte Pläne, Nutzungen etc.)
Fachpersonen finden/beauftragen
2. Fachplanung
Grundlagen studieren
Begehung mit Probenahme durchführen, wiederverwendbare Bauteile bezeichnen
Schadstoffanalyse durchführen und auswerten
Sanierungs- und/oder Entsorgungskonzept erstellen und ev. bewilligen lassen
Sanierungsarbeiten ausschreiben
3. Fachbauleitung
Schadstoffentfernung/-sanierung, Rückbau
Ausbau von wiederverwendbaren Bauteilen
Fachgerechter Entsorgung mit hoher Verwertungsrate sicherstellen
Abschlussbericht erstellen

2.1 Projekte initiieren

Ziele definieren

Bei der Entwicklung von Immobilien ist die Frage der Schadstoffsituation besonders wichtig im Hinblick auf Planungssicherheit (Kosten und Termine) wie auch bezüglich Arbeitnehmer- und Umweltschutzes. Deshalb soll die Bauherrschaft die Schadstoffabklärung frühzeitig angehen.

Bei Sanierung/Erneuerung liegt das Ziel in der Beseitigung der im Gebäude relevanten Schadstoffe, um nach der Sanierung und bei ausreichendem Luftwechsel ein gesundes Innenraumklima sicherzustellen. Falls Schadstoffe mit einem Gefährdungspotential für die Nutzenden vorhanden oder schadstoffhaltige Bauteile von baulichen Massnahmen betroffen sind, so sind diese fachgerecht zu entfernen und zu entsorgen oder zu sichern (Versiegelung etc.). Gerade bei Industrieliegenschaften sind hier, basierend auf der Geschichte der Liegenschaft, besondere Abklärungen notwendig.

Auch das Schliessen von Materialkreisläufen ist vielen Bauherren ein wichtiges Anliegen. Hier sollen Bauherren die Wiederverwendung von Bauteilen prüfen und eine hohe Verwertungsrate einfordern.

Zieldimensionen

- Schadstoffsanierung für Rückbau oder für Sanierung
- Einfordern eines Sanierungs- und Entsorgungskonzepts (auch für nicht bewilligungspflichtige Projekte und wenn < 200 m³ Abfall anfällt)
- Wiederverwendung von Bauteilen prüfen
- Hohe Verwertungsrate des Rückbaumaterials vorgeben

Unterlagen zum Gebäude zusammentragen

Folgende Informationen müssen vor Durchführung des Gebäudechecks vorliegen:

- nachgeführte Bauakten, Baupläne
- Gebäudenutzungen: Insbesondere bei Gewerbeliegenschaften sollen Informationen zur früheren Nutzung der Räume eingeholt werden, die zu Verunreinigungen der Bausubstanz führen können (z. B. chemische Reinigung, metallverarbeitende Prozesse)
- Schadstoff-Screenings; frühere Gebäudechecks (falls vorhanden)
- Auszüge aus dem behördlichen Kataster der belasteten Standorte und wo vorhanden Asbestkataster
- Dokumentation bereits durchgeführter Schadstoff-Sanierungen

Die richtige Fachperson finden

Für die Fachplanung und Fachbauleitung der Schadstoffsanierung braucht es Fachpersonen. In der Schweiz sind die Verbände FAGES, IG Bauschadstoffe, ASCA-VABS in diesem Bereich aktiv. Die Fachpersonen müssen mit ihren Büros auf der Liste des Forum Asbest Schweiz FACH gelistet sein und mind. zwei Jahre Berufserfahrung nachweisen können. Bei weniger als zwei Jahren Berufserfahrung kann auch ein erfahrener Schadstoffexperte als Coach beigezogen werden. Dieser ist bei der Begehung mit dabei und macht die Qualitätsprüfung des Gebäudechecks.

2.2 Fachplanung

Grundlagen studieren

Der Vollzugshilfeteil «Ermittlung von Schadstoffen und Angaben zur Entsorgung von Bauabfällen» des BAFU bildet die Grundlage für die Fachplanung. Dabei bildet das Studium der Akten und die Nutzungsgeschichte des Gebäudes eine wichtige Grundlage. Nur schon die Angabe des Baujahrs des Gebäudes und der Sanierungen kann Aufschluss geben über das Vorhandensein von Schadstoffen. Das vorliegende Dokument ergänzt das Vorgehen in Bezug auf den Umgang mit Schadstoffen im Gebäude wie auch die Aspekte der Bauteilwiederverwendung und bezüglich einer hohen Verwertungsrate beim Rückbaumaterial.

Begehung durchführen, wiederverwendbare Bauteile beschreiben

Beim Gebäudecheck wird der Projektperimeter auf vorhandene, gesundheitsgefährdende Materialien und potentiell wiederverwendbare Bauteile überprüft. Der Projektperimeter muss abschliessend untersucht werden. Bauteile, die nicht untersucht werden, sind zu bezeichnen und die Nichtuntersuchung ist zu begründen. Bei der Besichtigung von Räumen mit speziellen Gefahren (elektrische Installationen etc.) soll eine entsprechende Fachperson für diese Installationen hinzugezogen werden.



Im Rahmen der Begehung soll auch das Thema Bauteilwiederverwendung bearbeitet werden (Details siehe Kapitel 3).

Schadstoffanalyse durchführen und auswerten

Die Begehung ist mit Fotos zu dokumentieren. Besteht bei einem konkreten Material Verdacht auf eine Gesundheits- oder Umweltgefährdung, muss eine fachliche Beurteilung oder eine Materialprobe entnommen und durch ein anerkanntes Labor analysiert werden. Dies bedeutet für Asbest nur durch Labors, die die Kriterien gemäss FACH Laborliste erfüllen; für Schwermetalle, PCB, PAK etc. nur durch Labors, die nach VVEA anerkannten Methoden arbeiten.

Anhand der Vorabklärungen und der Begutachtung vor Ort beurteilt die Fachperson im Hinblick auf das geplante Projekt, ob und wie viele Probenahmen erforderlich sind. Bei der Entnahme der Materialprobe muss sichergestellt werden, dass dabei nicht ein Bauteil zerstört wird, das bei der Sanierung erhalten bleiben soll (z. B. Denkmalschutz). Weiter ist festzulegen, ob und wie die Gebäudenutzenden über die Durchführung des Gebäudechecks zu informieren sind.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht der zu untersuchenden Schadstoffe im Gebäudebereich. Hier sind die wichtigsten Schadstoffgruppen genannt. Gerade bei Industrie- und Gewerbeliegenschaften sind aber noch viele weitere Schadstoffe möglich, die vor allem bei Umnutzungen genau angeschaut werden müssen. Bei einer Weiternutzung müssen aus Sicht der Innenraumluft teilweise andere bzw. mehr Schadstoffe angeschaut werden als gemäss Vollzugshilfe des BAFU.

Schadstoffe	 Sanierung und Erneuerung	 Rückbau
Asbest	●	●
Polychlorierte Biphenyle PCB	●	●
Chlorparaffine (CP)	●	●
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK	●	●
Schwermetalle	●	●
Schlacken	●	●
Holzschutzmittel HSM	●	●
Künstliche Mineralfasern KMF	●	
Formaldehyd in Holzwerkstoffen	●	
Schimmelpilze	●	
Radon*	●	
Weitere Schadstoffe	●	●

*Radon ist kein eigentlicher Gebäudeschadstoff, sondern gelangt vom Untergrund durch Ritzen, Durchdringungen oder über andere Wege in ein Gebäude. Da die Analyse oft von den gleichen Fachpersonen wie der Gebäudecheck ausgeführt wird, wird Radon hier auch miterwähnt.

Für Probenahme resp. Schadstoffanalyse und Entsorgung gibt die Webseite von polludoc.ch wertvolle Hinweise. Das Vorgehen für den Umgang mit Schadstoffen und betreffend Entsorgung wird im VVEA-Vollzugshilfeteil «Ermittlung von Schadstoffen und Angaben zur Entsorgung von Bauabfällen» des BAFU definiert.

Sanierungs- und Entsorgungskonzept erstellen inkl. Bewilligung

Das Sanierungs- und Entsorgungskonzept besteht aus mehreren Teilen, je nach Schadstoffbefund. Der **Teil A Schadstoffbefund** dient dem Bauherrn und den Vollzugsbehörden als Grundlage zur Beurteilung der Schadstoffsituation. Es soll aufzeigen, welche Schadstoffe in welchen Anwendungen an welchen Orten untersucht und gefunden wurden. Zudem soll eine Aussage zur Sanierungsdringlichkeit resp. Personengefährdung gemacht werden. Ausserdem sollen die wiederverwendbaren Bauteile, die schadstofffrei sind, definitiv bezeichnet werden.

Im **Teil B Entfernung/Sanierung** wird dokumentiert, wie die Schadstoffe entfernt werden. Auch die Bauteilwiederverwendung soll dokumentiert werden inkl. deren Logistik und Zeitplan. Im **Teil C Entsorgung** werden Art, Qualität und Menge der anfallenden Abfälle und die vorgesehenen Entsorgungswege beschrieben. Dabei soll sichergestellt werden, dass die vorgegebenen Verwertungsraten des Bauabfalls erfüllt werden. Ein (mögliches) Inhaltsverzeichnis für ein Sanierungs- und Entsorgungskonzept findet sich in Anhang 1.

Eine vereinfachte Dokumentation ist zulässig, wenn keine Schadstoffe gefunden wurden sowie bei kleinen Objekten mit geringen und eindeutig zuordenbaren Schadstoffvorkommen.

In vielen Fällen ist das Sanierungs- und Entsorgungskonzept den Behörden für die Baubewilligung vorzulegen. Auch im Rahmen der Minergie-ECO Zertifizierung (analog auch im SNBS) ist das Konzept bereits für die prov. Zertifizierung einzureichen.

Sanierungs- und Rückbauarbeiten ausschreiben

Die Ausschreibung der Arbeiten erfolgt gemäss Vorgaben des Sanierungs- und Entsorgungskonzepts. Dabei ist ebenfalls auf die Eignung der Firmen für die Aufgabe zu achten.

2.3 Fachbauleitung

Schadstoffentfernung/-sanierung, Rückbau

Falls Schadstoffe gefunden werden, hat die Sanierung gemäss den geltenden Vorschriften der zuständigen Behörden bzw. der SUVA, den Richtlinien des BAFU oder den KBOB/IPB-ecobau-Empfehlungen zu erfolgen. Der Umgang mit Schadstoffen ist in Kapitel 3 beschrieben. Die Melde- oder Bewilligungspflicht der Sanierungsarbeiten ist für jeden Schadstoff mit den zuständigen Behörden zu klären.

Ausbau von wiederverwendbaren Bauteilen

Den Ausbau von wiederverwendbaren Bauteilen soll im Zeitplan der Rückbau- und Abbrucharbeiten gemäss dem Konzept ReUse (siehe Kapitel 3) eingeplant werden.

Fachgerechter Entsorgung mit hoher Verwertungsrate

Abfälle sind wie im Entsorgungskonzept beschrieben und gemäss VVEA und den jeweiligen kantonalen Bestimmungen zu entsorgen.

Mit den eigentlichen Umbau- oder Rückbauarbeiten darf erst begonnen werden, wenn die gesundheitsgefährdenden Materialien vorschriftsgemäss entfernt wurden. Bei der Entsorgung ist auf die vorgegebene Verwertungsrate zu achten.

Abschlussbericht (gemäss Anhang)

Die Schlussdokumentation stellt eine Übersicht über Sanierungsmeldungen (insb. SUVA), durchgeführte Sanierungen, Erfolgskontrollen (visuelle Zonenabnahmen, Schlussbeprobungen verbleibendes Material, Raumlufmessungen) und Entsorgungsnachweise dar.

Allenfalls im Gebäude noch verbleibende schadstoffhaltige Materialien müssen einzeln aufgeführt und in den Schadstoff-Befundplänen gut ersichtlich eingetragen werden. Dabei muss sichergestellt werden, dass sich die Schadstoffsituation durch die Nutzung mit der Zeit nicht verschlechtert, gegebenenfalls mit einem Monitoring.

3 Bauteilwiederverwendung, ReUse

3.1 Vorgehen je nach Grösse des Rückbauobjekts

Die Grenze von 200 m³ Volumen Rückbaumaterial eignet sich gut für die Definition des Vorgehens bei der Bauteilwiederverwendung:

- Unter 200 m³: Unter bauteilclick.ch nach der nächstgelegenen Bauteilbörse schauen, diese direkt anfragen und für eine Begehung einladen oder Bauteile auf einer online-Plattform ausschreiben.
- Über 200 m³: Sich auf der Webseite des Branchenverbandes cirkla.ch nach einer Fachperson ReUse umschaun und diese für den Bericht ReUse engagieren.

3.2 Hinweise für die Planung bei grösseren Rückbauvorhaben

Aufgrund einer Begehung beschreibt eine Fachperson das Wiederverwendungspotential des Objektes in einem Bericht ReUse. Dabei werden anhand klarer Kriterien die Wiederverwendungselemente erfasst und beschrieben.

Wichtig ist, dass die für die Wiederverwendung bezeichneten Bauteile möglichst Schadstoff frei sind. Dies ist im Rahmen des Sanierungs- und Entsorgungskonzepts zu klären.

Innenbauteile	Bauteile Gebäudehülle	Aussenbauteile
Stahlstruktur Stahltreppe (Readymade-Objekt) Heizkörper Innentüren (Brandschutztüre oder normal) Parkettboden Leuchten Sanitärapparate	Fassadenbleche Fenster Geländer Dämmung	Briefkästen Steinplatten

Tabelle: Liste Top 13 (Quelle: Zirkular GmbH)

Im Bericht wird von der Fachperson ebenfalls eine Strategie im Hinblick auf das weitere Vorgehen entwickelt. So erhält die Bauherrschaft sowohl eine Auflistung der möglichen Wiederverwendungselemente als auch der für den Rückbau und die weitere Vermittlung beizuziehenden Firmen. Ebenfalls wird durch die ReUse-Fachperson ein Zeitplan erstellt.

4 Schadstoffe in Bauten

Schadstoffe in Gebäuden

Schadstoffe werden im Bau seit Jahrhunderten eingesetzt, von giftigen Farbpigmenten aus Metallen (Blei, Arsen etc.) über Asbest bis zu Industriechemikalien wie PCB.

Manche dieser Schadstoffe führen zu gesundheitlichen Problemen der Gebäudenutzenden oder zu Umweltschäden. Aus diesem Grund wurden diverse gesetzlichen Regelungen eingeführt, die diese Auswirkungen minimieren sollen. Schadstoffe können aber auch Auswirkungen auf Baukosten und Terminpläne haben, weshalb die Schadstoffuntersuchung schon früh eingeplant werden soll (strategische Planung, Vorstudie).

Eingreif- und Sanierungszielwerte

Bei den Beurteilungsgrundlagen wurden für die Schadstoffe Eingreifwerte und Sanierungszielwerte definiert. Die Eingreif- und Sanierungszielwerte gelten für Messwerte, die unter normalen Nutzungsbedingungen ermittelt wurden (keine Extrembedingungen).

- a) **Eingreifwert:** Liegen Schadstoffwerte über dem Eingreifwert, ist die Sanierung unverzüglich anzugehen.
- b) **Sanierungszielwert:** Diese Werte sind nach der Sanierung zu erreichen. Für Werte unter dem Sanierungszielwert sind keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten.
- c) Liegen die Werte **zwischen Eingreif- und Sanierungszielwert**, dann sollte aus Gründen der Vorsorge die Schadstoffsituation verbessert werden, so dass am Ende möglichst der Sanierungszielwert erreicht wird.

Hinweise zu Rückbau- und Entsorgung

Bei einem Rückbau sind die Schadstoffe wo dies möglich ist vor den Rückbauarbeiten zu entfernen. Detaillierte Hinweise zu den Themen Arbeitssicherheit und Entsorgung der Schadstoffe können der Webseite von polludoc.ch entnommen werden. Da finden sich auch weitere Informationen.

In den folgenden Abschnitten sind für die wichtigsten Schadstoffe das Vorkommen, Hinweise zur Gesundheitsgefährdung, Beurteilungsgrundlagen und Hinweise zur Sanierung/Erneuerung zusammengestellt.

4.1 Asbest

Asbest ist die Bezeichnung für eine Gruppe von natürlich vorkommenden, mineralischen Fasern. Sie sind gegen Feuer und Säuren beständig und haben eine hohe Zugfestigkeit, deshalb wurde das Material bis 1990 in vielen Anwendungen verbaut.

Hier einige Beispiele: Asbestzementprodukte (Dach- und Fassadenplatten, Rohrleitungen und Formwaren), Fensterkitt, Plattenkleber, Bodenbeläge, Putz.

Gesundheitsgefährdung

Asbestfasern können zu schweren Erkrankungen führen. Das Einatmen von Asbeststaub ist deshalb unbedingt zu vermeiden. Asbestfasern haben die Eigenschaft, sich in der Längsrichtung aufzuspalten. Sie können tausendmal dünner sein als ein menschliches Haar. Beim Einatmen gelangen sie daher bis in die äussersten Lungenbläschen. Die eingeatmeten Fasern können jahrzehntelang in der Lunge verbleiben und sogar ins angrenzende Bauch- und Brustfell gelangen.

Beurteilungsgrundlagen

Für den Schutz von Arbeitnehmern, die professionell mit Asbest umgehen, bestehen umfangreiche Vorschriften. Für «normale» Nutzer (z. B. Privatpersonen in Wohn- und Aufenthaltsräumen) gibt es in der Schweiz jedoch keine direkt anwendbaren Grenzwerte für Asbest in der Innenraumluft.

Das BAG empfiehlt, dass die Belastung mit Asbestfasern längerfristig so tief wie möglich zu halten ist (Minimierungsgebot für kanzerogene Stoffe). Entsprechend wurde auch der Sanierungszielwert im vorliegenden Dokument definiert. Konzentrationen über 1'000 LAF/m³ (LAF = lungengängige asbesthaltige Fasern) sollen nicht toleriert werden, was dem Eingreifwert entspricht.

Das «Forum Asbest Schweiz» (FACH) hat eine Publikation¹ erstellt, in der die Sanierungsdringlichkeit beschrieben ist. Das Gefährdungsrisiko wird anhand des Potentials für eine Asbestfreisetzung (Art und Zustand des Materials, äussere Einwirkungen) und des Asbestkontakt-Risikos (Raumnutzung, Lage im Raum) abgeschätzt. Eine entsprechende Beurteilung kann eine Asbestfachperson vornehmen. Für die resultierende Sanierungsdringlichkeit werden gemäss FACH drei Dringlichkeitsstufen unterschieden:

- Dringlichkeitsstufe I: Sanierung umgehend einzuleiten. Bis zur Sanierung allenfalls temporäre Massnahmen. Bei Messwerten oberhalb 1'000 LAF/m³ Sanierung unverzüglich durchführen und Sofortmassnahmen ergreifen.
- Dringlichkeitsstufe II: Sanierung der asbesthaltigen Materialien spätestens vor baulichen Eingriffen. Neubeurteilung alle 2 bis 5 Jahre sowie bei Schadenereignissen und Nutzungsänderungen.
- Dringlichkeitsstufe III: Sanierung erst vor baulichen Eingriffen. Neubeurteilung nur nach Schadenereignissen und Nutzungsänderungen.

¹ *Asbest in Innenräumen, Dringlichkeit von Massnahmen*, Forum Asbest Schweiz (FACH), 2008. Das FACH wird getragen von SUVA, BAFU und BAG.

Eingreif- und Sanierungszielwert

Parameter	Eingreifwert	Sanierungszielwert
Asbest	<ul style="list-style-type: none"> Messwert Faserbelastungen > 300 LAF/m³ Alle Materialien mit FACH-Dringlichkeitsstufe 1 Alle Spritzasbestvorkommen 	Messwerte < Bestimmungsgrenze (langfristig keine lungengängigen Asbestfasern in der Raumluft)

Sanierungshinweise

Ziel: Gefährdung ausschliessen, asbesthaltige Materialien wo möglich entfernen.

- FACH-Dringlichkeitsstufe 1: muss zwingend saniert/entfernt werden.
- Spritzasbest: muss zwingend saniert/entfernt werden.
- FACH-Dringlichkeitsstufe 2: Alles was einfach entfernbar ist, soll entfernt werden. Der Rest wird alle 5 Jahren oder bei Nutzungsänderung neu beurteilt und in den Bauakten vermerkt.
- FACH-Dringlichkeitsstufe 3: Alles was einfach entfernbar ist, soll entfernt werden. Der Rest wird bei Nutzungsänderung neu beurteilt und in den Bauakten vermerkt.

Weiterführende Informationen

- Polludoc: Fachwissen zu Bauschadstoffen – <https://polludoc.ch/de>
- Dringlichkeit von Massnahmen – <http://www.forum-asbest.ch/>
- Asbesthaltige Materialien an der Gebäudehülle
<https://www.suva.ch/de-CH/material/Sicherheitsregeln-Tipps/lebenswichtige-regeln-asbest-gebäudehülle-84047d3779037790>
- Ermittlung von Schadstoffen und Angaben zur Entsorgung von Bauabfällen
https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/abfall/uv-umwelt-vollzug/modul-bauabfaelle.pdf.download.pdf/de_BAFU_UV-1826_VVEA_Modul_Bauabfaelle_bf.pdf
- BAG: Asbest – <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/chemikalien/chemikalien-a-z/asbest.html>
- SUVA: Informationen zu Asbest – <http://www.suva.ch/startseite-suva/praevention-suva/arbeit-suva/asbest-suva.htm>
- SUVA: Meldeformular
<https://www.suva.ch/de-ch/praevention/sachthemen/asbest#uxlibrary-material=caead140d43f4f3ea3b8b077ffa1fbcf&uxlibrary-material-filter=materialGroup:all&uxlibrary-open=/de-CH?ato-mid=caead140d43f4f3ea3b8b077ffa1fbcf%26showContainer=1>
- EKAS Richtlinie Nr. 6503, Bezug SUVA Nr. 6503.d
<https://www.suva.ch/de-CH/material/Richtlinien-Gesetzestexte/richtlinie-asbest-ekas-6503-d-5766-5766>
- Pollubat: Verschiedene SUVA Broschüren
<https://pollubat.ch/dokumente/suva-factsheets-und-broschuren-asbest/>

4.2 Polychlorierte Biphenyle (PCB) und Chlorparaffine (CP)

PCB ist die Abkürzung für polychlorierte Biphenyle. Es handelt sich dabei um synthetisch hergestellte chemische Substanzen, deren negative Auswirkung auf Menschen und Umwelt erst nach jahrzehntelanger Verwendung in zahlreichen Produkten nachgewiesen wurde.

Polychlorierte Biphenyle (PCB) wurden bis zu ihrem Totalverbot im Jahr 1986 für zahlreiche technische Zwecke eingesetzt. Bis 1975 wurden PCB in der Schweiz insbesondere als Weichmacher in Fugendichtungsmassen und in Dichtungsanstrichen auf Beton sowie Stahlanstrichen verwendet. Bis 1986 wurden PCB in Ölen von Kondensatoren, Transformatoren und Vorschaltgeräten eingesetzt. Aus PCB-haltigen Baustoffen, die mit dem Innenraum in Verbindung stehen, kann PCB gasförmig entweichen und die Raumluft belasten. Zudem kann durch Kontakt eine direkte Aufnahme über die Haut erfolgen.

PCB findet man vor allem in folgenden Anwendungsbereichen:

- Korrosionsschutz- und Brandschutzfarben
- Bodenfarben («Chlorkautschukfarbe»)
- Fugendichtungsmassen
- Elektroanlagen (Transformatoren, Vorschaltgeräte, Kondensatoren etc.)

Chlorparaffine CP werden – ähnlich wie in der Vergangenheit PCB – in Farben, Dichtstoffen und als Brandschutzmittel verwendet.

Gesundheitsgefährdung

PCB sind für ein breites Spektrum von chronisch toxischen Wirkungen bekannt. Sie schädigen unter anderem das Immunsystem, das zentrale Nervensystem und wirken nachteilig auf hormonale Steuerungsmechanismen.

Wenn PCB in relevanten Konzentrationen in die Raumluft gelangen, können sie die Gesundheit der Gebäudenutzer gefährden. Sie können via die Atemluft, aber auch durch blossen Hautkontakt aufgenommen werden. Sie sind schwer abbaubar und akkumulieren sich in der Nahrungskette.

Besonders hoch ist das Risiko für Arbeiter bei Rückbau-, Umbau- und Renovierungsarbeiten.

Bodenbeläge, Wandanstriche, Tapeten, Mobiliar und andere Einrichtungsgegenstände können infolge der langen Exposition PCB aus der Raumluft aufnehmen und zu Sekundärquellen von PCB werden.

Auch der angrenzende Beton resp. das Mauerwerk oder Sekundärquellen können erheblich belastet sein. Bei Bearbeitung der entsprechenden Materialien gelten die gleichen Gefährdungen wie bei einer Bearbeitung der Fugen selbst (vgl. oben).

Für Chlorparaffine gibt es aktuell im Gesundheitsbereich noch keine belastbaren Grundlagen für die Festlegung von Grenzwerten.

Beurteilungsgrundlagen

Die Gefährdung bei normaler Nutzung wird gemäss **Richtlinie PCB-haltige Fugendichtungsmassen des BUWAL/BAFU [1]** beurteilt. Werden die folgenden Punkte allesamt erfüllt, so besteht der Verdacht, auf erhöhte PCB-Gehalte in der Raumluft und entsprechende Raumluftmessungen sind durchzuführen:

- Es handelt sich um Innen-Fugendichtungsmassen.
- Der PCB-Gehalt liegt im Prozentbereich.
- Es bestehen lange Aufenthaltszeiten durch Nutzende im Gebäude.
- Es sind relativ viele Fugen je m³ Raumvolumen vorhanden (0.2 Laufmeter Fugen/m³ Raumluft).

Eingreif- und Sanierungszielwert

Anmerkung: Untenstehende Eingreif- und Sanierungszielwerte gelten sowohl für Fugendichtungsmassen, als auch für Anstriche.		
Parameter	Eingreifwert	Sanierungszielwert
PCB	Raumluftmesswert in Innenräumen <ul style="list-style-type: none"> • mit Daueraufenthalt: Jahresmittelwert < 2 µg PCB/m³ • mit Tagesaufenthalt: Jahresmittelwert von < 6 µg PCB/m³ (BAG-Richtwert) 	<= 0.3 µg PCB/m ³ (Richtwert des deutschen Umweltbundesamtes)

Sanierungshinweise

Ziel: Minimierung/Eliminierung PCB-Belastungen über Raumluft

PCB in Fugendichtungen und Anstrichen im Innenbereich: In Räumen mit häufiger Nutzung und potenziellem Direktkontakt mit den Fugendichtungen und Anstrichen (z. B. Wohn-, Arbeitsräume, Schulräume) wird empfohlen, Fugendichtungen und Anstriche mit Gehalten von > 50 mg/kg PCB vorsorglich zu sanieren.

Keine Sanierung ist notwendig in Räumen mit seltener Nutzung und ohne Direktkontakt wie Kellerräumen etc.

PCB-haltige Kühl- und Isolierflüssigkeiten

PCB-haltige Flüssigkeiten in Grosskondensatoren und Transformatoren sind gemäss ChemRRV fachgerecht zu entsorgen.

Kleinkondensatoren («Starter») in FL-Leuchten und Haushaltgeräten sind zu ersetzen und der Verwertung nach VREG zuzuführen.

Chlorparaffine in Fugendichtungen im Innenbereich mit Gehalt an > 10'000mg/kg CP-Cl sollten vorsorglich saniert werden.

Weiterführende Informationen

- Polludoc: Fachwissen zu Bauschadstoffen
<https://polludoc.ch/de>
- BAFU: Modul Bauabfälle – Ermittlung von Schadstoffen und Angaben zur Entsorgung von Bauabfällen
https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/abfall/uv-umwelt-vollzug/modul-bauabfaelle.pdf.download.pdf/de_BAFU_UV-1826_VVEA_Modul_Bauabfaelle_bf.pdf
- BAFU: Richtlinie PCB-haltige Fugendichtungsmassen
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/chemikalien/fachinformationen/chemikalien--bestimmungen-und-verfahren/pcb/fugendichtungsmassen.html>

4.3 Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

PAK ist die Abkürzung für die Stoffgruppe «Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe». Niedermolekulare PAK wie z. B. Naphthalin sind relativ flüchtig und deshalb auch in der Raumluft nachweisbar.

PAK gehören zu den natürlichen Bestandteilen von Kohle und Öl. Bei der Gasherstellung aus Kohle entsteht stark PAK-haltiger Teer als Nebenprodukt.

In Innenräumen kann aus Teerölanstrichen, Teerölstückchen in Bodenbelägen, Asphalt-Fussbodenbelägen/Bahnen oder Parkettklebern entweichendes Naphthalin zu «muffelndem» Geruch und deshalb zu Klagen führen.

Potenziell stark Naphthalin haltige Materialien sind Bodenschüttungen wie Teersplitt oder Teerspreu, teerhaltige Dachpappen, teerhaltige Korkdämmungen, teerhaltige Windpapiere, Teerkleber für Bodenbeläge (z. B. bei Hirnholparkett), teerhaltige Dichtanstriche, Asphaltfliesen, Gussasphalt etc.

Gesundheitsgefährdung

PAK sind persistent und toxisch. Einige Verbindungen in dieser Familie (schwerflüchtige wie Benzo(a)pyren) sind als krebserregend bekannt. Das leichter flüchtige Naphthalin kann zu lokalen Reizungen in der Nasenschleimhaut führen. Bei dauerhaft erhöhter Belastung kann ein Gesundheitsrisiko nicht ausgeschlossen werden, weshalb für Innenräume aufgrund toxikologischer Daten ein Richtwert abgeleitet wurde. Neben Naphthalin werden häufig noch weitere flüchtige PAKs in der Innenraumluft nachgewiesen. Trotz dürftiger Datenlage wird davon ausgegangen, dass insbesondere methylierte Naphthaline die gleiche Toxizität wie Naphthalin aufweisen. Bei einem grossflächigen Einsatz von stark PAK-haltigen Materialien können insbesondere die leichtflüchtigen PAKs wie Naphthalin in die Innenraumluft emittieren. In solchen Fällen ist eine Gefährdung der Nutzenden möglich.

PAK können vom Menschen auf drei Wegen aufgenommen werden: durch die orale Aufnahme von PAK-haltigen Partikeln oder Lebensmitteln, durch das Einatmen von PAK-haltigem Staub oder PAK-haltiger Luft und durch Berühren von PAK-haltigen Materialien über die Haut.

Beurteilungsgrundlagen

PAK sind abhängig von der Flüchtigkeit in der Innenraumluft oder im Staub nachweisbar.

Für flüchtige PAKs (sowohl für Naphthalin und als auch für die Summe von Naphthalin-ähnlichen Stoffen) ist ein Eingreifwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für die Innenraumluft abgeleitet ⁽²⁾. Der Vorsorgerichtwert (Sanierungszielwert) liegt bei $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Schwerflüchtige PAKs werden ausschliesslich im Hausstaub nachgewiesen. Als Leitverbindung gilt Benzo[a]pyren. Zur Beurteilung von PAK-Belastungen im Hausstaub liegen keine anhand toxikologischer Daten abgeleiteten Richtwerte

² «Richtwerte für Naphthalin und Naphthalin-ähnliche Verbindungen in der Innenraumluft»; Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz; 2013

vor. Im Sinne einer Empfehlung wurden Hinweise herausgegeben (³). Darin werden expositionsmindernde Massnahmen empfohlen, wenn die Konzentration an Benzo[a]pyren im Frischstaub 10 mg/kg (Wohnungen oder wohnungsähnliche Räume) resp. 100 mg/kg (übrige Innenräume) übersteigt.

Eingreif- und Sanierungszielwert

Parameter	Eingreifwert	Sanierungszielwert
PAK	30 µg/m ³ Summenkonzentration Naphthalin-ähnlicher Stoffe (flüchtige PAKs)	10 µg/m ³ Summenkonzentration Naphthalin-ähnlicher Stoffe (flüchtige PAKs)

Sanierungshinweise

Bei deutlichem Geruch oder anderen Verdachtsmomenten (z. B. teerhaltige Parkettkleber) sind Messungen in der Raumluft und allenfalls im Hausstaub durchzuführen.

Raumluft:

Bei einer Summenkonzentration Naphthalin-ähnlicher Stoffe (flüchtige PAKs) von mehr als 30 µg/m³ oder bei störenden Geruchsbelästigungen sind alle dafür verantwortlichen Quellen fachgerecht zu sanieren.

Bei einer Summenkonzentration Naphthalin-ähnlicher Stoffe (flüchtige PAKs) zwischen 10 und 30 µg/m³ muss die Situation detailliert beurteilt und eine Strategie für eine dauerhafte Senkung der Konzentration unter 10 µg/m³ erarbeitet werden. Die Einhaltung des Sanierungszielwerts muss durch entsprechende Messungen bestätigt werden.

Hausstaub:

Ist eine Verbindung zwischen PAK-haltigen Materialien und dem Innenraum vorhanden (z. B. grosse Fugen bei PAK-haltigen Parkettklebern), ist die Belastung an Benzo(a)pyren anhand einer Hausstaubanalyse abzuklären. Bei einer Konzentration von >10 mg BaP/kg Hausstaub sind expositionsmindernde Massnahmen erforderlich.

Weiterführende Informationen

- Polludoc: Fachwissen zu Bauschadstoffen
<https://polludoc.ch/de/material/brennbare-pak-haltige-abfaelle-kork-dachabdichtung-dachpappen-entfernte>

³ Hinweise für die Bewertung und Massnahmen zur Verminderung der PAK-Belastung durch Parkettböden mit Teerklebstoffen in Gebäuden (PAK-Hinweise); ARGEBAU; April 2000

4.4 Schwermetalle

Bei den Baumaterialien sind die Farben eine wichtige Quelle, hier namentlich die Ölfarben (auf Holz und auf massiven Bauteilen, z. B. Kellerwänden und auf Rufen), aber auch Kasein- und andere Wandfarben können Schwermetalle enthalten. In Farben wurden sie als Pigment, als Sikkativ (Trocknungszusatz) oder als Biozid beigefügt. Bei der Verwendung als Bioziden kann es sein, dass diese optisch kaum wahrnehmbar sind.

In Farben sind bezüglich Schwermetalle Blei, Zink und Titan am häufigsten anzutreffen, Arsen und Cadmium eher selten. Quecksilber wurde als Biozid eingesetzt für Holzschutzmittel und Farben (eher selten).

Folgende Anwendungen können Schwermetalle enthalten:

- Bodenöle und Spachtelmassen mit Schwermetallen als Sikkative (flächig)
- Wasserleitungen (Blei)
- Spenglerbleche bei Schrägdächern und Fassaden (Blei)
- Korrosionsschutzfarbe (Blei)
- (Elektro-) Kabelröhrchen (Blei)
- Kippschalter und Leuchtmittel (Quecksilber)
- Leichtbauwände: Schalldämmfolien/ Platten (Blei)
- Röntgenräume: Bleifolien in Wände, Decken und Bodenaufbauten



Abbildung 1: Häufige Anwendung von Bleifarben bei wetter-exponierten Holzanstrichen (Foto: Stephan Baumann, bafob GmbH)

Gesundheitsgefährdung

Alle Schwermetalle können gesundheitsschädlich sein. Ohne Bearbeitung der Anstriche ist nicht mit einer Personengefährdung zu rechnen. Bei stark abblättern-den Wandfarben (z. B. bleihaltige Anstriche) hingegen kann eine Gefährdung durch orale Aufnahme nicht ausgeschlossen werden.

Die Gefährdung hängt mit der aufgenommenen Menge zusammen. So ist zu unterscheiden zwischen Kleinmengen, die im Staub vorkommen und grossen Mengen, die z. B. durch abblättern-de Farbe anfallen. Wenn solche Farben oral

aufgenommen werden (Bleifarben sind teilweise süsslich) kann dies zu Vergiftungen führen.

Wasserleitungen bringen eine gewisse Gefährdung mit sich, Quecksilberschalter- und Leuchtmittel sind nur im Falle eines Schadens gefährlich.

Sportplatzbeläge sind bei normaler Nutzung ungefährlich aus Sicht der Schwermetalle. Alle Anwendungen von Blei als Blech oder Folie sind bei normaler Nutzung ungefährlich.

Holz: Siehe HSM

Beurteilungsgrundlagen

Eingreif- und Sanierungszielwert

Parameter	Eingreifwert	Sanierungszielwert
Bleigehalt in abblätternder Farbe	Abblätternde Farbe mit Bleigehalten ab $> 1'000 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ in Wohnungen und häufig genutzten Räumen	$< 200 \mu\text{g}/\text{cm}^2$

Sanierungshinweise

Abblätternde Wandfarben sollten in Wohnungen und häufig genutzten Räumen auf Blei überprüft und bei Werten ($> 1'000 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) saniert werden. In Einzelfällen kann auch auf weitere Schwermetalle untersucht werden.

Allgemein gilt bei der **Bearbeitung von Farben**: Holzwerk und Metall darf nur mit Staubschutzmassnahmen (Quellabsaugung, persönliche Schutzausrüstung) bearbeitet werden.

Wasserleitungen aus Blei sind zu ersetzen. Auch bewitterte Bleianwendungen (Bleche etc.) sollten bei einer Sanierung möglichst entfernt werden.

Bei der **Bearbeitung von Fassaden** mit Hochdruck, Trockeneisstrahlen etc., sollte der Schwermetallgehalt unbedingt abgeklärt und die Massnahmen entsprechend angepasst werden.

Staubuntersuchungen:

Hausstaub kann auf Schwermetalle untersucht werden, die Quellenortung ist hier allerdings schwierig (Eintrag von aussen möglich).

Weitere Informationen

- Polludoc: Fachwissen zu Bauschadstoffen
<https://polludoc.ch/de/material/schwermetalle-farben>

4.5 Holzschutzmittel (HSM)

Holzschutzmittel (HSM) wurden primär im Konstruktionsholz von Dachstühlen – präventiv und bei Befall mit Holzschädlingen – sowie in weiteren Konstruktionshölzern in Wohnbauten (Fachwerk) sowie im Aussenbereich angewendet. In Lagerräumen, Gewerbebauten sowie in Scheunen und Ställen fanden oft grössere und umfangreichere Applikationen statt, daher können solche Hölzer sehr hohe Konzentrationen an HSM aufweisen.

Verwendet wurden früher primär die folgenden 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.

Gesundheitsgefährdung

HSM können über drei Wege für den Menschen gesundheitsgefährdend werden:

- **Luft:** Bei vielen 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 Einfluss auf die Emissionen haben.
- **Staub:** Gasförmige Emissionen (vgl. oben) lagern sich gerne auf Oberflächen von Staubpartikeln ab.
- **Direkte Aufnahme:** Eine Aufnahme ist insbesondere bei Säuglingen und Kleinkindern durch die Hand-zu-Mund-Exposition resp. durch die Aufnahme von belastetem Hausstaub möglich.

Beurteilungsgrundlagen

Holzschutzmittel sind schwerflüchtig und deshalb vor allem im Hausstaub wie auch im Holz jedoch weniger in der Innenraumluft nachweisbar.

Hausstaub

Für die Konzentration von Holzschutzmitteln im Hausstaub existieren keine anhand toxikologischer Daten abgeleiteten Richtwerte. Die grösste Datenlage liegt für Pentachlorphenol vor. Zur Beurteilung einer PCP-Exposition existiert eine Deutsche PCP-Richtlinie⁽⁴⁾. In der Schweiz ist keine vergleichbare Richtlinie vorhanden. Laut PCP-Richtlinie muss ab einer Konzentration von 1 mg/kg (Frischstaub) resp. 5 mg/kg (Altstaub) von einer Anwendung PCP-haltiger Produkte im Raum abgesehen werden. Ab einer PCP-Konzentration von mehr als 30 mg/kg Hausstaub ist von einer sehr hohen Belastung auszugehen⁽⁵⁾.

⁴ Richtlinie für die Bewertung und Sanierung Pentachlorphenol (PCP)- belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCP-Richtlinie) – Fassung Oktober 1996

⁵ Waeber R Wanner H-U; «Luftqualität in Innenräumen», BUWAL; 1997

Holz

Für die Konzentration in Materialproben von Holz existieren ebenfalls keine anhand toxikologischer Daten abgeleiteten Richtwerte. In der deutschen PCB-Richtlinie werden Materialproben aus 0 bis 2 mm Tiefe des Holzes empfohlen. Ergeben sich dabei PCP-Konzentrationen von über 50 mg/kg Holz, ist festzustellen, ob die behandelte Holzfläche, die mit der Innenraumluft in Kontakt steht, zu dem Rauminhalt in einem Verhältnis grösser als 0.2 m^{-1} steht. Sind beide Werte überschritten, ist die Raumluft zu messen.

Eingreif- und Sanierungszielwerte

Parameter	Eingreifwert	Sanierungszielwert
Pentachlorphenol in der Raumluf ⁽⁶⁾	Für Pentachlorphenol > $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Für Pentachlorphenol $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Vorsorgerichtwert
Holzschutzmittel⁷ im Hausstaub	> 30 mg HSM/kg Staub	< 5 mg HSM/kg Staub
Holzschutzmittel im Material	> 50 mg HSM/kg Material (in 0 – 2 mm Tiefe)	<ul style="list-style-type: none"> • Entfernung oder Versiegelung der Quelle • nach Abschleifen < 5 mg HSM/kg Material (in 0 – 2 mm Tiefe)

Sanierungshinweise

Werden mittels Analyse einer Staub- und / oder einer Materialprobe belastete Hölzer festgestellt und besteht eine potenzielle Gesundheitsgefährdung während der normalen Nutzung, empfiehlt es sich, die belasteten Materialien im Rahmen eines geplanten Umbauprojekts zu sanieren. Dabei sind, wenn immer möglich alle Primärquellen wie beispielsweise belastete Holzbekleidungen zu entfernen und fachgerecht zu entsorgen. Beim Abschleifen von Oberflächen besteht die Gefahr der Kontamination des Raumes mit HSM-haltigen Stäuben. Deshalb sind Direktabsaugung und eine Abgrenzung der Arbeitszone notwendig sowie Arbeitssicherheitsmassnahmen einzuhalten.

Ist eine Entfernung der belasteten Materialien nicht möglich, ist eine Versiegelung vorzunehmen (z. B. Sperranstriche, alukaschierte Folien).

⁶ «Richtwerte für die Innenraumluft: Pentachlorphenol»; Bundesgesundheitsblatt; 1997

⁷ Gilt insbesondere für PCP, Lindan und DDT

In häufig genutzten Räumen (inkl. geplante Umnutzungen, z. B. Ausbau von Dachstöcken zu Wohnzwecken) sind Material- oder Staubproben zu entnehmen und auf Rückstände zu analysieren:

- bei grossflächigen, vor 1989 mit Holzschutzmitteln oder im Rahmen von Schädlingsbekämpfungen behandelten Holzverkleidungen (Tragkonstruktionen oder behandelte Holzflächen $> 0.2 \text{ m}^2/\text{m}^3$)
- bei sichtbaren Bohrlöchern oder weiss-grauer, glitzernder Kristallbildung (Ausblühungen durch DDT-Behandlung).

Nur kurzzeitig von Personen genutzte, unbeheizte Räume, in welchen stark kontaminierte Materialien vorkommen (z. B. Dachböden, Kellerräume), sind gegen beheizte Räume gut abzudichten, gründlich zu entstauben und nass zu reinigen.

Material/Hausstaub:

Bei stark kontaminierten Materialien im Innenraum (Werte der Holzproben bis 2mm Tiefe

$> 50 \text{ mg HSM/kg Holz}$ bzw. $\text{HSM im Staub} > 30 \text{ mg HSM/kg}$) ist eine Sanierung erforderlich.

Raumluft (nur Pentachlorphenol):

Bei einer PCP-Konzentration von mehr als $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist eine Sanierung erforderlich.

Bei einer PCP-Konzentration) zwischen 0.1 und $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ muss die Situation detailliert beurteilt und eine Strategie für eine dauerhafte Senkung der Konzentration unter $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erarbeitet werden. Die Einhaltung des Sanierungszielwerts muss durch entsprechende Messungen bestätigt werden.

Weiterführende Informationen

- Polludoc: Fachwissen zu Bauschadstoffen
<https://polludoc.ch/de/material/holzschutzmittel-pcp-lindan-etc>
- BAFU: Modul Bauabfälle – Ermittlung von Schadstoffen und Angaben zur Entsorgung von Bauabfällen
https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/abfall/uv-umwelt-vollzug/modul-bauabfaelle.pdf.download.pdf/de_BAFU_UV-1826_VVEA_Modul_Bauabfaelle_bf.pdf

4.6 Schimmelpilze

Die BAG-Broschüre «Schimmel in Wohnräumen» enthält eine Einstufung der Schadenmerkmale, grobe Beurteilung von baulichem Schaden und Gesundheitsrisiko für den Bewohner.

Mit Ausnahme von einzelnen kleinen nur oberflächlichen Schimmelspuren ist bei Feuchtigkeitsproblemen und Schimmel Handlungsbedarf gegeben, d.h. Klärung und Beseitigung der Feuchtigkeitsursachen und Sanierung (Entfernung oder Desinfektion) des befallenen Materials. Ursachen von Schimmelbildung sollen geklärt werden. Neben den optisch gut sichtbaren Indizien besteht auch Handlungsbedarf in Räumen mit einem kellerartigen Geruch.

Gesundheitsgefährdung

Mit dem Ausmass der Verschimmelung nehmen auch die Gesundheitsrisiken zu. Neben häufigen Reizungen von Augen, Haut und Atemwegen, treten auch Allergien auf. Atemwegsreizungen können sich mit der Zeit zu einer chronischen Bronchitis (Husten) und zu Asthma weiterentwickeln.



Abbildung: Starker Schimmelbewuchs kann zu gesundheitlichen Problemen führen

Sanierungshinweise

Die Belastung mit Pilzbestandteilen kann während der Sanierung um das 1000- bis 10000-fache ansteigen. Die Sanierung muss deshalb gemäss den Merkblättern des BAG und der SUVA durchgeführt werden. Nach Modernisierung und Verbesserung/Behebung von Wärmebrücken sollte die Gefahr erneuter Schimmelpilzbildung bei ausreichender Belüftung entschärft sein. Im Einzelfall können (z. B. aufsteigende Feuchtigkeit) zusätzliche Massnahmen nötig werden.

Vereinzelter Schimmelbewuchs bzw. Stockflecken von $> 0.5 \text{ m}^2$ oder dichter Bewuchs $> 0.1 \text{ m} \times 0.1 \text{ m}$ sind vor Sanierung fachgerecht entfernen zu lassen. Die Ursache für die zu hohe Feuchtigkeit ist zu beheben.

Weiterführende Informationen

- BAG: Feuchtigkeitsprobleme und Schimmel
<https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/wohngifte/gesundes-wohnen/feuchtigkeitsprobleme-und-schimmel.html>
- BAG: Vorsicht Schimmel – Wegleitung zu Feuchtigkeitsproblemen und Schimmel in Wohnräumen
<https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/chem/wohngifte/gesund-wohnen/feuchtigkeitsprobleme-schimmel/vorsicht-schimmel.pdf.download.pdf/vorsicht-schimmel-de.pdf>
- BAG: Schimmel in Wohnräumen – Informationen für Bewohner, Mieter und Vermieter
<https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/chem/wohngifte/gesund-wohnen/feuchtigkeitsprobleme-schimmel/schimmel-in-wohnraeumen.pdf.download.pdf/schimmel-in-wohnraeumen-de.pdf>
- SMGV: Merkblatt Schimmelpilzsanierungen
<https://www.smgv.ch/asset/4670/13c7dd9f864bd4d58162c0d2588a7ebe>

4.7 Formaldehyd

In Gebäuden können im Einzelfall Holzwerkstoffplatten, Formaldehyd ausgasende Einbauschränke oder Fussbodenaufbauten vorhanden sein, welche die Raumluft (auch heute noch) in relevantem Masse belasten. Dies kann dazu führen, dass der Zielwert selbst nach einer Erneuerung nicht erreicht wird, obwohl die neu eingebauten Materialien eine gute Qualität aufweisen.

Gesundheitsgefährdung

Formaldehyd in der Innenraumluft reizt die Schleimhaut der Augen und der oberen Atemwege. In der Folge kommt es zu Beschwerden wie Augenbrennen, Stechen in der Nase und im Hals, wässrigem Schnupfen oder Verstopfen der Nase. Bei anhaltender Reizung kommen unspezifische Beschwerden wie Kopfschmerzen, Müdigkeit und Unwohlsein dazu.

Beurteilungsgrundlagen

Um Klarheit zu erhalten, empfiehlt sich bei hohem Anteil an Holzwerkstoffplatten vor den Umbauarbeiten eine Raumluftmessung zur Ermittlung vorhandener Formaldehydemissionen durchzuführen.

Eingreif- und Sanierungszielwert

Parameter	Eingreifwert	Sanierungszielwert:
Formaldehyd	0.1 ppm resp. < 120 µg/m ³ Richtwert des BAG	Raumluftanforderung Minergie-ECO: <= 60 µg/m ³ (Aktivmessung)

Sanierungshinweise

Führen alte Holzwerkstoffplatten zu erhöhten Formaldehydgehalten in der Innenraumluft, sollen sie entfernt resp. ersetzt werden.

Weiterführende Informationen

- BAG: Formaldehyd in der Innenraumluft, 2010
https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/chem/themen-a-z/faktenblatt_formaldehyd.pdf.download.pdf/Faktenblatt_Formaldehyd_DE.pdf
- Lignum: Merkblatt, Holzwerkstoffe in Innenräumen, 2008
https://www.lignum.ch/files/_migrated/content_uploads/Merkblatt_Holzwerkstoffe_in_Innenr%C3%A4umen.pdf

4.8 Radon

Radon ist ein radioaktives Edelgas, das natürlich im Boden vorkommt. Das Radonrisiko in einer Gemeinde kann der Radonkarte des BAG entnommen werden. Sie zeigt die Wahrscheinlichkeit, den Referenzwert für die Radonkonzentration in Gebäuden von 300 Bq/m³ zu überschreiten, als Prozentwert an. Auch bei geringer Wahrscheinlichkeit können aber je nach lokaler Bodenbeschaffenheit (durchlässiges Erdreich) und Bauweise erhöhte Radonbelastungen auftreten. Mögliche Massnahmen zur Reduktion der Radonbelastung können der BAG-Broschüre «Radonsanierungsmassnahmen in bestehenden Gebäuden» entnommen werden. Für Radonmessungen müssen Dosimeter von anerkannten Radonmessstellen verwendet werden. Aktivmessungen müssen von anerkannten Radon-Fachpersonen durchgeführt werden.

Gesundheitsgefährdung

Radon ist nach dem Rauchen die wichtigste Ursache für Lungenkrebs in der Schweiz und fordert jährlich rund 300 Tote. Das Lungenkrebsrisiko ist umso grösser, je höher die Radonbelastung in der Atemluft ist und je länger man diese Luft einatmet. Die Radonfolgeprodukte lagern sich auf dem Lungengewebe ab und bestrahlen dieses. Zwischen der Belastung des Lungengewebes und dem Auftreten von Lungenkrebs können Jahre bis Jahrzehnte vergehen.

Beurteilungsgrundlagen

Eingreif- und Sanierungszielwert

Parameter	Eingreifwert	Sanierungszielwert
Radon	$\geq 300 \text{ Bq/m}^3$	$\leq 100 \text{ Bq/m}^3$ Anforderungen Minergie-ECO

Sanierungshinweise

Bei Sanierungen gibt eine vorgängige Radonmessung einen Hinweis zur Notwendigkeit von Radonschutzmassnahmen. Dies gilt insbesondere beim Umbau von Untergeschossen zu Wohn- oder Arbeitsräumen. Durch Baumassnahmen kann die Radonkonzentration ansteigen (Verminderung des Luftwechsels durch dichtere Fenster, Lüftungsanlage mit Unterdruck, Durchdringungen von Bodenplatten etc.). Radonsanierungen sollen ausschliesslich von Radonfachpersonen (BAG-Liste) geplant und begleitet werden. Auskünfte dazu geben die kantonalen Radonfachstellen.

Vor geplanten Umbauten die Radonbelastung in den untersten, von Personen regelmässig während mehrerer Stunden genutzten Räumen, mit einer geeigneten Methode messen.

Schlussmessungen nach dem Umbau sollen während der Heizperiode während mindestens 3 Monaten messen.

Nach dem Umbau muss in sämtlichen von Personen regelmässig während mehrerer Stunden genutzten Räumen der Referenzwert von 300 Bq/m³ unterschritten werden.

Wenn immer möglich sollte der Zielwert von 100 Bq/m³ unterschritten werden.

Weiterführende Informationen

- BAG: Radonkarte der Schweiz
<https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/radon/radongebiete-ch.html>
- BAG: Wegleitung Radon
<https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/str/srr/wegleitunggradon.pdf.download.pdf/Wegleitung.pdf>
- BAG: Radonsanierungsmassnahmen bei bestehenden Gebäuden
<https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/str/srr/intern-broschuere-art-311-338.pdf.download.pdf/intern-broschuere-art-311-338.pdf>
- BAG: Liste Kantonale Radonkontaktstellen
<https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/str/srr/liste-canton.pdf.download.pdf/Liste kant. Rn-Verantwortliche.pdf>
- BAG: Radonfachpersonen in der Schweiz
https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/str/srr/fachpers_ch.pdf.download.pdf/RFS_RFP_Liste_D.pdf
- BAG: Merkblatt für den Einsatz von Radonfachpersonen
https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/str/srr/broschueren-radon/merkblattradonfachpersonen.pdf.download.pdf/Merkblatt_RFP_DE.pdf

4.9 Weitere Schadstoffe

4.9.1 Künstliche Mineralfasern (KMF)

Künstliche Mineralfasern (KMF) sind anorganische Fasern mit glasiger Struktur, die aus geschmolzenen Rohstoffen (beispielsweise Glas, Basaltgestein oder Hochofenschlacke) in technischen Verfahren (zerblasen, zerschleudern) hergestellt werden.

Gesundheitsgefährdung

KMF können lungengängige Fasern freisetzen. Partikel aus mit der Innenraumluft in Verbindung stehenden Dämmstoffen (z. B. in Akustikdecken) können bei Vibrationen oder Luftzug als Rieselstaub in die Raumluft gelangen. Dies kann zu Irritationen der Augen, der Atemwege oder der Haut führen. Keramikfasern setzen bei einer Bearbeitung sehr hohe Fasermengen frei.

Keramikfasern sind zudem gemäss WHO/IARC als krebserzeugend eingestuft. Daher sind bei der Bearbeitung von Keramikfasern erhöhte Schutzmassnahmen notwendig.

Fasern von Dämmungen wie Glas- oder Steinwolle sind nicht als krebserregend eingestuft. Aus gesundheitlicher Sicht ist es jedoch wichtig, dass keine KMF in bewohnte Räume rieseln können und bei den Bauarbeiten die Arbeitssicherheitsmassnahmen strikte befolgt werden.

Sanierungshinweise

Falls Dämmstoffe aus künstlichen Mineralfasern mit der Innenraumluft in direkter Verbindung stehen, so sind diese gegen beheizte Innenräume entweder mit geeigneten Materialien (Folien, dichte Vliese etc.) abzudecken oder zu ersetzen. Die Demontage darf nur mit persönlicher Schutzausrüstung erfolgen.

Weiterführende Informationen

- SUVA: Glas- und Steinwolle Sicherer Umgang beim Ein- und Ausbau
<https://www.suva.ch/de-CH/material/Factsheets/factsheet-glas-und-steinwolle>
- Bayrisches Landesamt für Umwelt: Künstliche Mineralfasern
https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_32_kuenstliche_mineralfasern.pdf

4.9.2 Schlacken

Unter dem Überbegriff «Schlacken» werden Rückstände aus industrieller Produktion (vor allem der metallverarbeitenden und gasproduzierenden Industrie) und der Abfallverbrennung bezeichnet, die aus Schmelz-, Giess- und Verbrennungsprozessen hervorgehen. Sie bestehen meist aus einer (künstlichen) Gesteinschmelze. Schlacken wurden vom Beginn der Industrialisierung im 19. Jahrhundert bis zu deren Ablösung durch synthetisch hergestellte Materialien wie Glas-/Steinwolle, Polystyrol, Polyurethane usw. oft als Baustoffe verwendet.

Im Wesentlichen wurden Schlacken in drei unterschiedlichen Anwendungsbereichen in der Bauwirtschaft eingesetzt:

- in loser, geschütteter Form zur Dämmung von Hohlböden
- in gebundener Form in Schlackensteinen resp. -beton, z. B. für Leichtbauwände oder im Wohnungsbau oder in Steigzonen
- in loser, verdichteter Form als Foundationsschicht/Durchlässigkeits-/Sickerschichten im Strassen- und Sportplatzbau

Gesundheitsgefährdung

Bei der Gefährdungseinschätzung muss unterschieden werden, ob die Stäube mobil oder gebunden sind. Von gebundener Schlacke gehen im Normalbetrieb kaum Gefahren aus.

Schüttungen können aber, je nach Druckverhältnisse in den Gebäuden, mobilisiert und so eingeatmet oder oral über den Staub aufgenommen werden, was zu gesundheitlichen Folgen durch die Aufnahme von Schwermetallen führen kann.

Sanierungshinweise

Schlacken in Hohlböden können mittels Saugbagger entfernt werden. Werden die Schlacken von Hand entfernt, sind geeignete Massnahmen zur Staubminimierung zu treffen.

Schüttung bei Sanierung entfernen oder verhindern, dass Luft durch Schüttungen zirkulieren kann.

Weiterführende Informationen

- Polludoc: Information zu Schlacken in Wänden, Zwischenböden und als Foundationsschicht

<https://polludoc.ch/de/material/schlacken-waenden-zwischenboeden-und-als-foundationsschicht>

4.9.3 Luftwechsel und Lüftungshygiene

Für eine gute Raumlufthqualität ist eine ausreichende Durchlüftung nötig. Denn gewisse Belastungen der Raumlufth sind unvermeidlich – wie etwa die Belastungen aus dem Stoffwechsel der Bewohner und von ihren täglichen Aktivitäten wie Kochen, Putzen, Duschen, Körperpflege. Auch Materialien können geringe Mengen an Stoffen an die Raumlufth abgeben. Damit sich die Verunreinigungen nicht im Raum ansammeln, müssen sie durch Lüften abgeführt und mit frischer Luft ersetzt werden. In sanierten Gebäuden muss nach dem Ersetzen undichter Fenster und Türen oder nach weiteren Abdichtungsmassnahmen im Rahmen von energetischen Sanierungen der notwendige Luftwechsel sichergestellt sein. Bleibt es bei der Fensterlüftung, so müssen die Bewohner über die veränderte Situation und die Notwendigkeit zu lüften informiert sein.

Gesundheitsgefährdung

Lüftungsanlagen sorgen für einen verlässlichen und kontrollierten Luftaustausch. In der Regel weist die Zuluft einen deutlich besseren hygienischen Zustand auf als die Aussenluft. Bei Mängeln in der Ausführung oder schlechter Wartung können Lüftungsanlagen und -kanäle ein Nährboden für Keime, Pilze oder andere Schadstoffe sein – etwa, weil sich Feuchtigkeit ansammelt oder Staub abgelagert.

Beurteilungsgrundlage

Eingreif- und Sanierungszielwert

Parameter	Eingreifwert	Zielwert
CO ₂ (Kohlendi-oxid)	Spitzenwert ≤ 2000 ppm	Spitzenwert während Nutzung: ≤ 1400 ppm

Sanierungshinweise

Bei bestehenden Lüftungsanlagen braucht es vor der Sanierung eine Überprüfung der bestehenden Anlage und bei deren Erhalt eine Reinigung vor erneuter Inbetriebnahme.

Bauherren und Lüftungsplaner sollen sich an die Vorgaben der SWKI-Richtlinie VA104-01 «Hygiene-Anforderungen an Raumlüfttechnische Anlagen und Geräte» halten. Die Bewohner müssen zudem über die Funktion und Bedienung der Anlage gut informiert sein. Auch sind die Verantwortlichkeiten für Kontrolle und Unterhalt klar zu regeln.

Neue oder wesentlich ergänzte Lüftungsanlagen sind gemäss «Leistungsgarantie Komfortlüftungen» von energieschweiz.ch oder des Vereins MINERGIE abzunehmen.

Die Funktionstüchtigkeit bestehender Lüftungs- und Klimaanlage, die nicht erneuert werden, ist mit einem Inspektions- bzw. Revisionsbericht nachzuweisen. Bei neuen und bestehenden Lüftungsanlagen ist zudem eine aktuelle Hygiene-Erstinspektion gemäss gültiger SWKI VA104-01 (2019) von entsprechend qualifiziertem Personal (Kat. A) durchzuführen.

Weiterführende Informationen

- Energie Schweiz: Leistungsgarantie Komfortlüftungen
<https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/2792>
- Minergie: Leistungsgarantien Haustechnik
https://www.minergie.ch/media/energieschweiz-leistungsgarantie-a4_805.250_d.pdf
- SIA Normen 180:2014 und SIA 382/1:2014
<https://www.sia.ch/de/dienstleistungen/normen/>

4.9.4 Schwermetalle Sportbeläge

Bei den Sportplatzbelägen im Aussenbereich können grob zwei Typen unterschieden werden:

- Sportbodenbeläge: Elastische Sportbodenbeläge bestehen im Wesentlichen aus Gummi-granulaten, die meist mit Polyurethanen in flüssiger Form auf einen Bitumenunterbau aufgebracht werden.
- Kunstrasen: Kunstrasen sind Teppiche mit Quarzsand oder Gummigranulat-Einstreuung.

Beide Produkte können Schwermetalle, wie Quecksilber, Blei, Chrom, Zink und Antimon (Sb) enthalten. Die Gehalte variieren je nach Alter und Hersteller. Wobei die elastischen Sportplatzbeläge in der Regel hohe Quecksilber- und Zinkgehalte aufweisen (bis 500 mg/kg Hg, bis 15'000 mg/kg Zn), Kunstrasen hingegen hohe Konzentrationen an Zink, Blei und Chrom (bis 15'000 mg/kg Zn, bis 2'000 mg/kg Pb, bis 2'500 mg/kg Cr).

Gesundheitsgefährdung

Im verbauten Zustand besteht in der Regel auch bei defekten Sportplatzbelägen/Kunstrasen bei der Nutzung keine Gefährdung.

Sanierung

Grundsätzlich kann ein Sportbelag durch Retoping aufgefrischt werden (Auftrag einer neuen Schicht auf den abgenutzten Belag).

Bei einer Sanierung von Sportplatzbelägen sind die schwermetallhaltigen Schichten vollständig zu entfernen und zu entsorgen.

Bei beiden Verfahren sind die allgemeinen Arbeitssicherheitsmassnahmen zu berücksichtigen und staubarme Arbeitsverfahren anzuwenden.

5 Anhang

5.1 Inhaltsverzeichnis «Sanierungs- und Entsorgungskonzept»

Das vorliegende Inhaltsverzeichnis basiert auf dem in der Vollzugshilfe «Ermittlung von Schadstoffen und Angaben zur Entsorgung von Bauabfällen», zur Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA, SR. 814.600) integrierten Ablauf zur Erstellung eines Sanierungs- und Entsorgungskonzepts, ergänzt (blau) mit weiteren Vorgaben aus dem vorliegenden Dokument.

A) Schadstoffermittlung

Beispielhaftes Inhaltsverzeichnis Teil «Schadstoffermittlung»:

1. Ausgangslage

- Objektbeschreibung, Adresse, Grundstück-Nr., Gebäude-Nr., Baujahr
- Projektbeschreibung
 - Umfang, Zielsetzung des Projekts, Zeitpunkt des baulichen Eingriffs
 - Bewilligungssituation
 - Sanierungsziel/Dekontaminationsziel
- Umweltsituation/Belastungsverdacht
 - Standortcharakterisierung (Geologie/Hydrogeologie, Schutzgüter etc.)
 - Einträge im Kataster der belasteten Standorte KbS
 - Hinweise auf Belastungen in Gebäude, Untergrund, Boden
 - Bisherige Untersuchungen
- Grundlagen/Vorakten

2. Zielsetzung und Auftrag

- Zielsetzung der Untersuchung
 - A Rückbau- und Entsorgungskonzept
 - B Sanierungs- und Rückbaukonzept
 - Prüfung, ob Bauteile wiederverwendet werden können.
 - Bei Rückbauten hohe Verwertungsrate anstreben.
 - C Entsorgungskonzept
- Umfang des Auftrags
 - Auftraggeber / Bauherrschaft
- Inhalt des Berichts

3. Durchgeführte Untersuchung

- Durchführung der Untersuchung
 - Datum
 - Vorgehen / Untersuchungsstrategie
 - Relevante Rahmenbedingungen während Untersuchung
 - Wiederverwendbare Bauteile eruieren

- Beteiligte
 - Gutachter
 - Unternehmer Sondierungen
 - Labors
 - Weitere Beteiligte
- Abgrenzung
 - Untersuchte / nicht untersuchte Bereiche
 - Untersuchte / nicht untersuchte Materialien bzw. Bauteile
 - Untersuchte / nicht untersuchte Prüfparameter
 - Ausstehende Untersuchungen vor Baubeginn

4. Untersuchungsergebnisse

Dieses Kapitel enthält den Beschrieb der gefundenen Schadstoffe, deren Konzentrationen und eine eindeutige Zuordnung der Analysen zu den betroffenen Bauteilen bzw. Umweltkompartimenten (Boden/Untergrund). Wenn mehrere Umweltbereiche betroffen sind (Gebäude, Boden, Untergrund), empfiehlt sich eine entsprechende Aufteilung des Berichts/des Kapitels.

Inhalte dieses Kapitels:

- Sondierungen / Probenahmen hinsichtlich
 - A) Rückbau- und Entsorgung oder hinsichtlich
 - B) Sanierung, Rückbau und Entsorgung
- Probenaufbereitung und Analysenprogramm inkl. Messmethoden
- Analysenergebnisse
 - inkl. organoleptischer Beurteilung
 - inkl. Interpretation der Ergebnisse, insbesondere wenn inhomogene oder nicht plausible Ergebnisse vorliegen
- Abfallrechtliche Klassierung
- Beurteilung der Sanierungsdringlichkeit (ohne Bauvorhaben)
 - Altlastenrechtlicher Sanierungsbedarf für Boden/Untergrund
 - Sanierungsdringlichkeit Asbest nach FACH (nicht notwendig, wenn keine Weiternutzung bzw. wenn der Rückbau unmittelbar bevorsteht)
 - Sanierungsdringlichkeit PCB nach Richtlinie Fugendichtungsmassen
 - ggf. Sofortmassnahmen
- Weitere mögliche Vorkommen / Restrisiken
 - vgl. auch Abgrenzung gemäss Kapitel 3

5. Schlussfolgerungen und Vorgehen

Generelle Schlussfolgerungen

- Massnahmen
 - Gegebenenfalls notwendige Sofortmassnahmen
 - Weitere notwendige Massnahmen
 - Empfohlene Massnahmen
- Untersuchungs- und Planungsbedarf
 - Weiterer Untersuchungsbedarf
 - Planungsbedarf (Konzepte)
- Meldepflicht und Nachweispflicht
- Umgang mit rückzubauenden Bauteilen definieren

6. Anhang

Die Lage der beurteilten und ggf. beprobten Materialien muss eindeutig nachvollziehbar sein. Bei kleineren Objekten kann dafür eine textliche Beschreibung inkl. Fotodokumentation ausreichend sein. Bei grösseren / komplexeren Bauvorhaben ist eine Darstellung der Probenahmestandorte bzw. der Schadstoffvorkommen in Plänen zwingend. Eine tabellarische Übersicht aller Vorkommen erleichtert die Lesbarkeit. Zwingend ist die Beilage des vollständigen Laborberichts der Analysen.

Anhänge:

- Lageplan mit Koordinaten
- Pläne zur Umweltsituation (Geologie, Hydrogeologie etc.)
- Katasterauszüge
- Tabellarische Übersicht Analyseergebnisse / Belastungen
- Plan Sondier- / Probenahmestandorte
 - Nicht untersuchte Bereiche sind klar zu kennzeichnen
 - Eindeutige Identifikation von Sondier- und Probenahmestandorten
- Belastungsplan
- Fotodokumentation
- Sondierprofile
- Probenahmeprotokolle
- Analysenbericht

B) Konzept Entfernung / Sanierung

Das Konzept für die Entfernung der Abfälle ist im Normalfall Teil des Konzepts Entsorgung. Die entsprechenden Inhalte sind in untenstehendem Teil C beschrieben, insbesondere in Kapitel 5, Vorgehenskonzept bzw. in Kapitel 8, Massnahmen zum Schutz von Mensch und Umwelt.

Bei komplexen Fällen (z. B. Asbestsanierungen in genutztem Gebäude, Aushub von geruchlich auffälligem oder stark toxischem Aushubmaterial etc.) sind die erwähnten Kapitel umfangreicher auszuführen. Es empfiehlt sich ggf. ein eigenes, detailliertes Vorgehenskonzept und einen Arbeitsplan für die Entfernung der Abfälle zu erstellen.

Sanierungen: Umgang mit Schadstoffen (möglichst entfernen, falls es nicht möglich ist, weitere Massnahmen ergreifen z. B. Luftdicht abschliessen).

Rückbau von wiederverwendbaren Bauteilen: Es wird aufgezeigt, welche Bauteile der Wiederverwendung zugeführt werden soll und wie die Logistik des Ausbaus erfolgt (inkl. Zeitplan).

C) Konzept Entsorgung

Falls dieser Teil als separater Bericht verfasst wird, sind die Kapitel 1 und 2 als einleitende Kapitel notwendig.

Beispielhaftes Inhaltsverzeichnis Teil "Konzept Entsorgung"

1. Ausgangslage

- Aufbau analog Bericht Schadstoffermittlung (ohne Teil Projektbeschrieb, dies folgt in Kap. 3)

2. Zielsetzung und Auftrag

- Aufbau analog Bericht Schadstoffermittlung

3. Bauprojekt

- Projektbeschreibung (Art, Umfang, Zielsetzung des baulichen Eingriffs)
- Bauprogramm (inkl. Terminplan, Etappierung etc.)
- Nutzungssituation während dem Bauprojekt (im Perimeter/angrenzend)
- Bewilligungssituation
- Abfallrelevante Arbeiten
- Sanierungsziel / Dekontaminationsziel
- **Rückbau von wiederverwendbaren Bauteilen**

Das Bauprojekt ist im Entsorgungskonzept detaillierter zu beschreiben als im Bericht zur Schadstoffermittlung. Aus der Beschreibung hat klar hervorzugehen, welche abfallrelevanten Arbeiten wo und in welchem Ausmass ausgeführt werden.

4. Anfallende Materialien und Entsorgungswege

Das Entsorgungskonzept muss Art, Qualität und Menge der anfallenden Abfälle und die vorgesehenen Entsorgungswege beschreiben. All diese Angaben sind im vorliegenden Kapitel zu dokumentieren.

- Abfallarten und Abfallkategorien
Es sind mindestens die Abfallarten und Kategorien gemäss Formular «Entsorgungstabelle» (Anhang 3 der Vollzugshilfe) zu unterscheiden, inkl. Angabe des jeweiligen LVA-Codes
Wiederverwertungsrate überprüfen (Soll-Ist)
- Kubaturen/Mengen
- Entsorgungswege
 - Entsorgungsanlagen (bei Erstellung des Entsorgungskonzepts sind konkreter Entsorgungsort und Entsorgungsfirmen meistens noch nicht bekannt. In diesem Fall ist die Art der Abfallanlage anzugeben, z. B. Deponie Typ B etc.)
 - Kapazitätsübersicht Entsorgungsanlagen (bei sehr grossen Abfallmengen wie z. B. bei grossen Infrastrukturprojekten)
 - Begründung im Falle einer Nichtverwertung von verwertbaren Abfällen (z. B. unverschmutztes Aushubmaterial, Betonabbruch etc.).
- Abnahmegarantien
Insbesondere bei kritischen Entsorgungswegen (Kapazitätsengpässe, Ausland o.ä.) bzw. gemäss kantonalen Vorgaben. Bei der Erstellung des Entsorgungskonzepts sind die konkreten Entsorgungsorte meistens noch nicht bekannt und daher noch keine Abnahmegarantien einholbar. Bei Bedarf sind die Garantien vor Baufreigabe nachzuliefern.
- Transport (inkl. Verpackung)

5. Vorgehenskonzept (inkl. Klassierung und Triage)

In diesem Kapitel ist zu jedem der unten beschriebenen Teilbereiche sowohl der bauliche Ablauf als auch die Klassierung, Triage und Freigabe der Abfälle zu beschreiben. Bei noch nicht definitiv klassierten Materialien sind die vorgesehene Beprobung und Analyse zu beschreiben.

- Vorgehen Schadstoffsanierung
- Vorgehen Entkernung
- Vorgehen Rückbau
- Vorgehen Bodenabtrag
- Vorgehen Aushub Untergrund
- Vorgehen Rückfüllung
- Zwischenlagerung Abfälle (Lage, Grösse, Bewirtschaftung)

6. Zuständigkeiten / Verantwortlichkeiten und Kommunikation

- Beteiligte (Bauherrschaft, Bauherrschaftsvertretung, Planer / Projektierung, Fachbauleitung)
- Unternehmer, Labor etc.)
- Organigramm
- Abfallrechtliche Verantwortlichkeiten (Abfallabgeber nach VeVA)
- Kommunikationskonzept (je nach Anforderungen des Projekts)

7. Kontrolle und Dokumentation

- Fachbauleitung
- Erfolgskontrollen
- Vorgehen bei unerwarteten Belastungen
- Dokumentation / Nachweise

8. Massnahmen zum Schutz von Mensch und Umwelt

In komplexen Fällen sind konkrete Angaben zum Schutz von Mensch und Umwelt zu machen (vgl. Abschnitt B, Konzept Entfernung). Diese Angaben beinhalten mindestens folgende Themen:

- Schutzgüter (Arbeitnehmer, Nutzer, Nachbarschaft, Umwelt)
- Gefährdungspotenzial
- Massnahmen (technisch, organisatorisch, personell)
- Überwachung (Messtechnisch, Fachbauleitung)

9. Grobkostenschätzung

Schätzung der belastungsbedingten Mehrkosten (nicht zwingend, aber empfohlen, möglich auch als eigenständiges Dokument, insbesondere wenn der Bericht als Grundlage für eine Ausschreibung dient)

10. Weiteres Vorgehen

- Untersuchungs- und Planungsbedarf
 - Weiterer Untersuchungsbedarf
 - Planungsbedarf (Konzepte)
- Meldepflicht und Nachweispflicht

11. Unterschriften

- Bauherrschaft (bzw. deren Vertretung) sowie Berichtsverfasser