

## **Forschungsbericht FZKA-BWPLUS**

### **Untersuchungsstrategie und -umfang bei Rückbaumaßnahmen / Stoffkatalog umweltrelevanter Baustoffe**

#### **Erkundungsstrategie**

Fa. Weber Ingenieure GmbH Pforzheim

Förderkennzeichen: BWC 99002

Die Arbeiten des Programms Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung werden mit Mitteln des Landes Baden-Württemberg gefördert

Dezember 2001

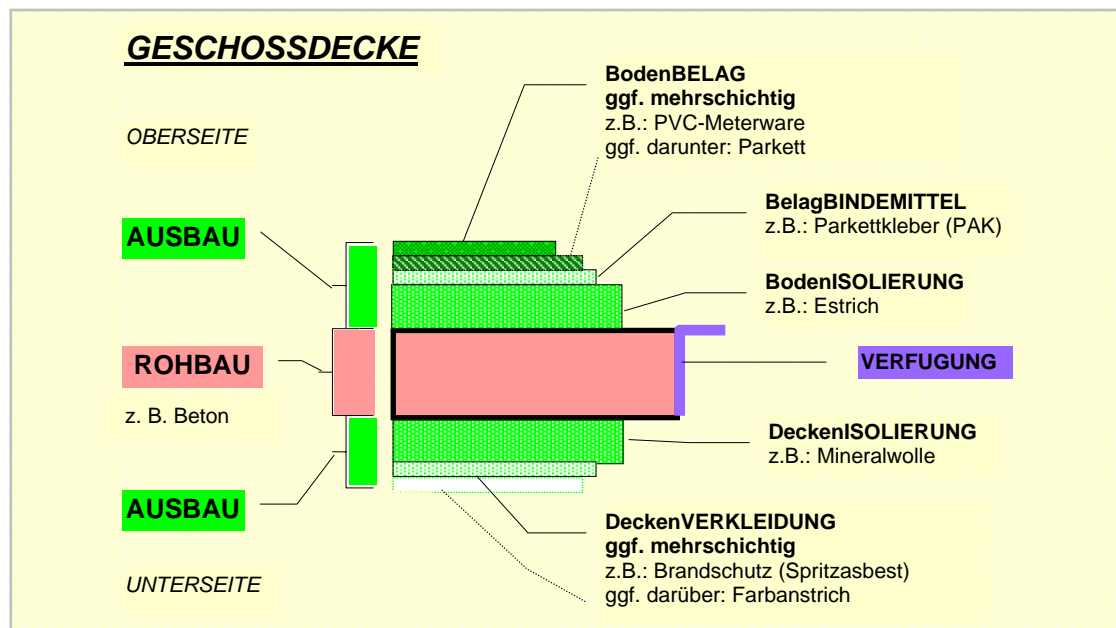
Förder-Nummer: BWC 99002

## Baustoffkatalog

Untersuchungsstrategie und -umfang bei  
Rückbaumaßnahmen

---

## Erkundungsstrategie



Pforzheim, den 23.10.2001

.....  
(Dr. R. Phillips, Dipl.-Geol.)

.....  
(S. Wagner, Geogr.)

# INHALT

	Seite
<b>1</b>	<b>Zielsetzung ..... 1</b>
<b>2</b>	<b>Anwendung der Erkundungsstrategie..... 2</b>
2.1	Stellung der Erkundungsstrategie innerhalb des Gesamtkonzepts..... 2
2.2	Aufbau der Erkundungsstrategie ..... 2
<b>3</b>	<b>Grundlagenermittlung ..... 4</b>
<b>4</b>	<b>Planung..... 6</b>
4.1	Allgemeines..... 6
4.2	Probenahmestrategie ..... 6
4.2.1	<i>Häufigkeit gleichartiger, schadstoffverdächtiger Baustoffe</i> ..... 7
4.2.2	<i>Mechanische Trennbarkeit</i> ..... 8
4.3	Festlegung der Probenahmepunkte ..... 11
4.4	Festlegung des Analysenumfanges ..... 12
4.5	Festlegung der Probenahmemethode – Probenkonservierung - Arbeitsschutz ..... 16
4.6	Analytik..... 18
4.7	Bewertungsgrundlagen..... 19
<b>5</b>	<b>Entsorgungspfade – Rückbau-/Entsorgungskonzept..... 22</b>
<b>6</b>	<b>Ausblick..... 23</b>

## **ABBILDUNGEN**

Abb. 1: Baustoffkatalog - Zugriffsschema.....	3
Abb. 2: Vorgehen bei Probenahmefestlegung (schematisiert).....	10

## **TABELLEN**

Tab. 1: Zuordnungswerte Feststoff für Recyclingbaustoffe/nicht aufbereiteten Bauschutt	13
Tab. 2: Zuordnungswerte Eluat für Recyclingbaustoffe/nicht aufbereiteten Bauschutt .....	13
Tab. 3: Grenzwerte für Holzhackschnitzel und Holzspäne zur Herstellung von Holzwerkstoffen .....	14
Tab. 4: Zuordnung gängiger Altholzsortimente im Regelfall .....	15
Tab. 5: Zuordnungswerte zur Identifikation von gängigen Holzschutzmittelbehandlungen (Oberflächenbeprobung) zur Abgrenzung von Holzabfällen mit schädlichen Verunreinigungen.....	16

## 1 Zielsetzung

Die vorliegende *Erkundungsstrategie* ist eine Ergänzung innerhalb des Gesamtkonzeptes *Baustoffkatalog*, gemeinsam mit der Datenbank *Baustoffe* (als Kernelement) und den hierarchisch nachgeordneten Ergänzungen *Baustoffbeschreibung* und *Schadstoffbeschreibung*.

Zielsetzung des Gesamtkonzeptes *Baustoffkatalog* ist, dem jeweiligen Bearbeiter eine praxisbezogene Arbeitshilfe an die Hand zu geben als frühzeitige Erkennung möglicher Entsorgungsprobleme beim Rückbau bzw. potentieller Gesundheitsrisiken bei einer Weiternutzung schon im Zuge der Planungsphase. Die *Erkundungsstrategie* leitet sich aus dieser Zielsetzung ab.

Die *Erkundungsstrategie* soll eine ergänzende **praxisnahe Anleitung zum Vorgehen** hinsichtlich

- Festlegung von Probenahmestellen,
- Probenahmetechnik,
- Probenbehandlung (Sammlung, Aufbereitung, Lagerung und Transport),
- Analytik (allgemeine Grundlagen),
- Bewertung der Analysenergebnisse (maßnahmendifferenzierte Einstufung der untersuchten Bausubstanz hinsichtlich Entsorgungsbedarf bzw. Gesundheitsgefährdung)

darstellen.

Die *Erkundungsstrategie* bezieht sich **ausschließlich auf die Erkundung von Baustoffen bzw. deren produktionsbedingtes Schadstoffpotential.**

Die Erkundung von **nutzungsbedingten Sekundäreinträgen** oder von Schadstoffeinträgen durch **Havarien** (Brandschäden, allgemein Unfälle mit Schadstofffreisetzung) sind somit **nicht** Inhalt der vorliegenden *Erkundungsstrategie*.

Insgesamt gilt der Grundsatz:

Der Baustoffkatalog soll **helfen**, die Aufgaben des Planers im Zuge des Rückbaus zu **erleichtern** oder zu **ergänzen**.

**Den erfahrenen fachtechnischen Spezialisten kann und soll der Baustoffkatalog bzw. die *Erkundungsstrategie* nicht ersetzen !**

## 2 Anwendung der Erkundungsstrategie

### 2.1 Stellung der Erkundungsstrategie innerhalb des Gesamtkonzepts

Die *Erkundungsstrategie* stellt in ihrer Konzeption einen Anhang zur Datenbank *Baustoff* dar.

Im Sinne einer möglichst effizienten Anwendung des Baustoffkataloges erfolgt der Zugriff auf die Datenbank *Erkundungsstrategie*

- direkt (Textaufruf)

oder

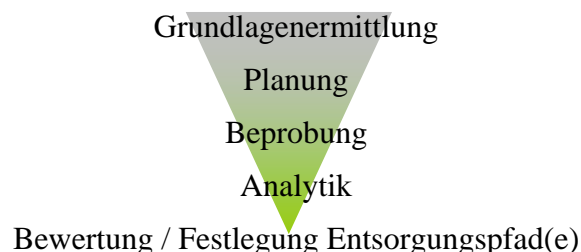
- indirekt via der Datenbank *Baustoff*.

Eine solch kombinierte Zugriffsmöglichkeit ist möglich, da die *Erkundungsstrategie* nicht baustoff- oder schadstoffspezifisch aufgebaut ist.

Eine Übersicht über die Stellung der *Erkundungsstrategie* im Kontext mit den übrigen Bausteinen des Baustoffkataloges verdeutlicht die Prinzipskizze in der Abbildung 1.

### 2.2 Aufbau der Erkundungsstrategie

Die einzelnen Textbausteine / Kapitel der *Erkundungsstrategie* decken die grundlegenden Einzelschritte in ihrer zeitlichen Abfolge der erforderlichen Entscheidungs- und Umsetzungsschritte bei der Baustoffuntersuchung ab:



Soweit Entscheidungsgänge in der vorliegenden *Erkundungsstrategie* vorgestellt werden, sind diese zusätzlich, in Form von schematisierten Fließschemata zusammengefasst bzw. verdeutlicht.

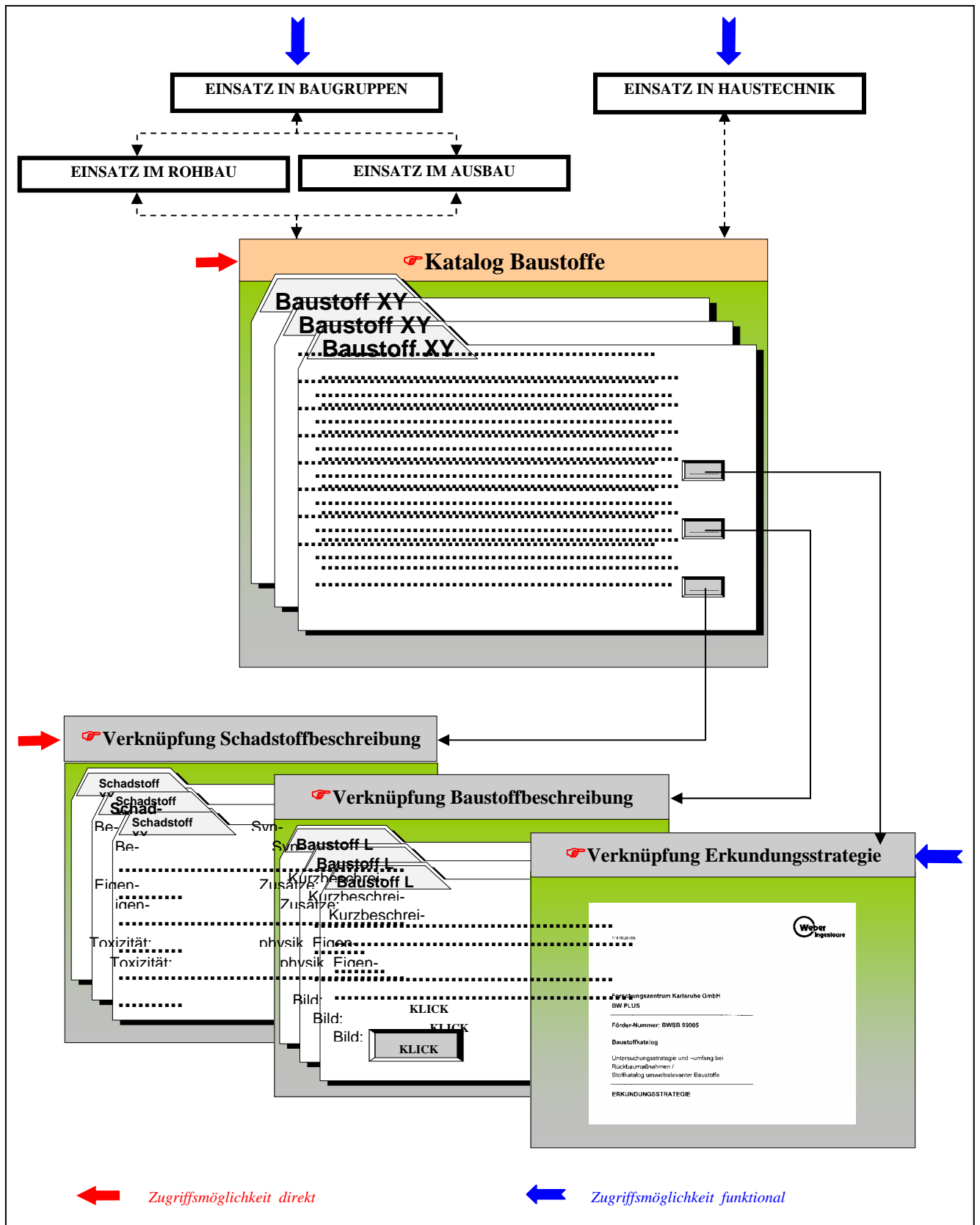


Abb. 1: Baustoffkatalog - Zugriffsschema

### 3 Grundlagenermittlung

Eine umfassende Grundlagenermittlung ist die Basis für eine effiziente Umsetzung der Baustoffuntersuchung hinsichtlich der Feststellung von Schadstoffen in der Bausubstanz.

Kernstück ist die **Inaugenscheinnahme** der betroffenen Baulichkeiten. Im Regelfall erfolgt diese im Zuge der Erstellung sog. Gebäudestücklisten, in welchen die jeweiligen Gebäudecharakteristika tabellarisch gesammelt werden. Ergänzend dienen Bauplanauswertungen (soweit vorhanden) der Massenermittlung. Gebäudestücklisten und Massenermittlungen stellen die Grundlagen für die Erstellung eines Rückbau- / Entsorgungskonzeptes dar.

Bereits während der Inaugenscheinnahme lässt sich im Regelfall ein Handlungsbedarf hinsichtlich einer Baustoffuntersuchung erkennen und zeitnah eine Grundlagenermittlung durchführen.

Der Verdacht oder die Feststellung eines Schadstoffbesatzes von Baustoffen ergibt sich entweder aus **Erfahrungen** des involvierten Planers oder aus der unmittelbaren **Anwendung des Baustoffkatalogs**.

Im Rahmen der Grundlagenermittlung ist grundsätzlich festzustellen:

- **wo** in einem Gebäude sind **verdächtige** Baustoffe eingesetzt (räumliche Lage) ?
- **wo** in einem Gebäude sind **gleiche** Baustoffe eingesetzt ?
- **welche Menge** derartiger Baustoffe ist verbaut ?
- **welche Schadstoffe** sind in den jeweiligen erkannten Baustoffen anzusetzen ?
- ist die **Präsenz** von Schadstoffen in den betreffenden Baustoffen **zu vermuten** oder als **gesichert** anzusetzen ?
- genügt die Anwesenheit **eines** Schadstoffes bereits zur Festlegung eines Entsorgungspfades ?

Beispiel: Die Identifizierung von Welleternitplatten zeigt per se die Anwesenheit von Asbest an. Hieraus ergibt sich für die meisten Entsorgerbehörden bereits ohne weitere Kenntnis der Asbestkonzentration der Entsorgungspfad auf eine Hausmülldeponie. Die Demontage erfolgt durch Spezialfirmen.



- wirkt sich die Schadstoff**konzentration** auf die Auswahl eines Entsorgungspfades aus ?

Beispiel: Zuordnung belasteter mineralischer Baustoffe in Entsorgungsklassen nach LAGA in Abhängigkeit von der Über-/Unterschreitung von Zuordnungswerten durch die Konzentrationen einzelner Schadstoffe ?

In der Praxis ist die Überprüfung, in wie weit **„versteckte“ Baustoffe mit potentiellen Schadstoffen** vorhanden sind, nicht immer zufriedenstellend zu bewerkstelligen (z. B. in oder unter mehrlagigen Verkleidungen, Isolierungen, Verfugungen unter Verblendungen etc.).

Die Erfolgsquote bei der Erkennung sogenannter „versteckter“ Baustoffe steigt und fällt mit der Erfahrung und nicht zuletzt mit der Sorgfältigkeit des jeweiligen Begutachters.

Für die Praxis gilt der Grundsatz - *„besser an einigen Stellen mehr und tiefer beproben“* – als sich späteren Überraschungen auszusetzen.

## 4 Planung

### 4.1 Allgemeines

Grundlegend für den Planungsprozess bei Baustoffuntersuchungen sind vor allem die Entscheidungen,

- für welche der Baustoffe die Inkorporation von Schadstoffen **gesichert** ist:
    - Art der Schadstoffe bekannt - Konzentrationen der Schadstoffe unbekannt;
  - für welche der Baustoffe die Inkorporation von Schadstoffen **vermutet** wird:
    - Art der Schadstoffe bekannt - Konzentrationen der Schadstoffe unbekannt;
- oder:
- Art der Schadstoffe unbekannt - Konzentrationen der Schadstoffe unbekannt;

Ist dem jeweiligen Planer für diagnostizierte Baustoffe deren Schadstoffpotential bekannt, bleibt nur noch die entsprechende Konzentration zu erheben - soweit konzentrationsabhängige Entsorgungspfade für den entsprechenden Baustoff existieren.

So genügt beispielsweise für Welleternitplatten die bloße Feststellung der Anwesenheit von Asbest (welche sich im Normalfall bereits aus der Diagnostizierung dieses Baustoffes ergibt), um eine Entsorgung auf eine Hausmülldeponie anzusetzen (i. d. R. andienungspflichtige Rückbaumassen). Chemisch-physikalische Kontrollanalysen sind in diesem Falle nicht erforderlich.

Demgegenüber können unterschiedliche Schadstoffgehalte beispielsweise von Mineralöl- und PAK-Summengehalten in Schwarzdecken darüber entscheiden, in wieweit der betroffene Baustoff, im Sinne der LAGA-Richtlinien im Straßenbau wieder eingebaut kann, einem Baustoffrecycling zuzuführen oder ggf. als Sondermüll einzustufen ist.

### 4.2 Probenahmestrategie

Vor Festlegung von Probenahmepunkten und Analysenumfängen sind im Zuge der Strategieerarbeitung immer die beiden folgenden Grundfragen zu klären:

- Häufigkeit gleichartiger, schadstoffverdächtiger Baustoffe
- Mechanische Trennbarkeit miteinander verbundener Baustoffe

#### **4.2.1 Häufigkeit gleichartiger, schadstoffverdächtiger Baustoffe**

Allein auf Grundlage des optischen Eindruckes ist festzustellen, ob sich einzelne schadstoffverdächtige Baustoffe artgleich an einer oder an mehreren Stellen im Gebäude befinden.

Abhängig von den Feststellungen zur Verteilung gleichartiger, schadstoffverdächtiger Baustoffe lässt sich die Anzahl möglicher Kontrollproben ggf. massiv reduzieren. Im Idealfall genügt dann eine einzige Kontrollprobe, um über die entsorgungstechnische Zuordnung eines Baustoffes zu entscheiden, der möglicherweise an vielen Stellen eines Gebäudes eingesetzt wurde (z. B. Wärmeisolierungen an Außen-/Innenwänden).

Einen Problemfall stellen allerdings sogenannte „versteckte“ Baustoffe dar. Es handelt sich dabei vor allem um Verkleidungen, Isolierungen, Klebstoffe oder Fugendichtungen die hinter weiteren Lagen von Farben oder Vertäfelungen etc. verborgen liegen.

Beispiele:

- Styroporplatten unter Putz an Außenmauern
- KMF-Matten oder Asbestfasermatten an Innenwänden hinter Paneelen
- PCB-haltige Fugendichtungen hinter Anstrichen

uva.

Die Diagnostizierung entsprechender Baustoffe setzt einen entsprechend „geschulten Blick“ des Planers voraus. Eine Regel, hinter welcher Verkleidung, unter welchem Anstrich sich weitere Lagen von entsorgungsrelevanten Verkleidungen oder Isolierungen befinden, oder ob Putz direkt auf Mauerwerk aufgetragen wurde, gibt es nicht.

Im Einzelfall müssen immer Verkleidungen zum Freilegen versteckter Baustoffe entfernt werden. Auch hier gilt die alte Faustregel: „Viel hilft viel“ – d. h. je mehr Kontrolllöcher geschlagen werden, desto sicherer werden die Aussagen hinsichtlich der Verbreitung besonders der „versteckten“ Baustoffe. Des Weiteren sollten diese Kontrolllöcher immer bis zum Rohbau, das heißt der jeweiligen Bodenplatte, Wand etc. vorangetrieben werden.

Hinsichtlich weiterführender Vorschläge zur Probenahmetechnik wird auf Kap. 4.5 verwiesen.

#### **4.2.2 Mechanische Trennbarkeit**

Bei jedem Bauteil ist immer zu berücksichtigen, inwieweit dessen schadstoffverdächtige Baustoffe im Zuge der späteren Rückbaumaßnahmen trennbar und entsprechend selektiv zu entsorgen sind.

Die „Trennbarkeit“ ist vor dem Hintergrund eines technisch und finanziell vertretbaren Aufwandes zu sehen.

Zur Verdeutlichung der Problemstellung sollen nachfolgende Beispiele dienen.

Beispiel 1:

- Sachlage: Dicker Zementestrich (2-3 cm) auf Betonbodenplatte in großen Lagerräumen;
- vermutete Schadstoffe: Phenole
- Feststellung: Estrich ist leicht herauszuschlagen, getrennt aufzunehmen und zu entsorgen.  
Eine Trennung bei Rückbau ist unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten einfach vorzunehmen: d. h. es ist absehbar, dass der Estrich beim Aufnehmen der Betonbodenplatte abbröckelt. Spezielle Arbeitsschutzmaßnahmen sind nicht erforderlich. Auf Grund der großen Flächen können die Arbeitsgänge gleichmäßig fortgeführt werden.
- Beprobung: Beschränkung auf Estrich zwecks Überprüfung auf Schadstoffe

Beispiel 2:

- Sachlage: Dünner Parkettkleber (< 1mm bis wenige mm) auf Betonbodenplatte unter Parkettfußboden in einem kleinem Büroraum.
- vermutete Schadstoffe: PAK, Asbest
- Feststellung: Kleber ist von Betonoberfläche nur durch Fräsen zu entfernen. Spezielle Arbeitsschutzmaßnahmen sind vor allem wegen des Asbestverdachts erforderlich (Einhausung der Räumlichkeit, Arbeiten unter Vollschutz). Der Parkettfußboden wird einer thermischen Verwertung zugeführt (Thematik der Holzverwertung wird in diesem Beispiel nicht weiter dargestellt).

- Beprobungsoption 1:

Stehen die abzuschätzenden Kosten für die Fräs- und damit verbundenen Arbeitsschutzmaßnahmen in einer vertretbaren Relation zum Gesamtkostenrahmen, ist der oberste Zentimeter (durch Fräsen werden im Durchschnitt nur die obersten 10 bis 15 mm entfernt) zu beproben.

- Beprobungsoption 2:

Stehen die abzuschätzenden Kosten für die Fräs- und damit verbundenen Arbeitsschutzmaßnahmen **nicht** in einer vertretbaren Relation zum Gesamtkostenrahmen (d. h. Kosten für Trennung ggf. > Entsorgungskosten), wird im Regelfall die Bodenplatte je Räumlichkeit komplett entfernt. In einem solchen Fall sind Betonbodenplatte und anhaftender Klebstoff als Einheit zu betrachten, entsprechend repräsentativ zu beproben und entsorgungstechnisch zu bewerten. Im Regelfalle werden hier Proben mittels Kernbohrung über den gesamten betroffenen Querschnitt der jeweiligen Bodenplatte entnommen.

Eine Übersicht über diesen grundlegenden Entscheidungsgang soll die Prinzipskizze in Abbildung 2 verdeutlichen.

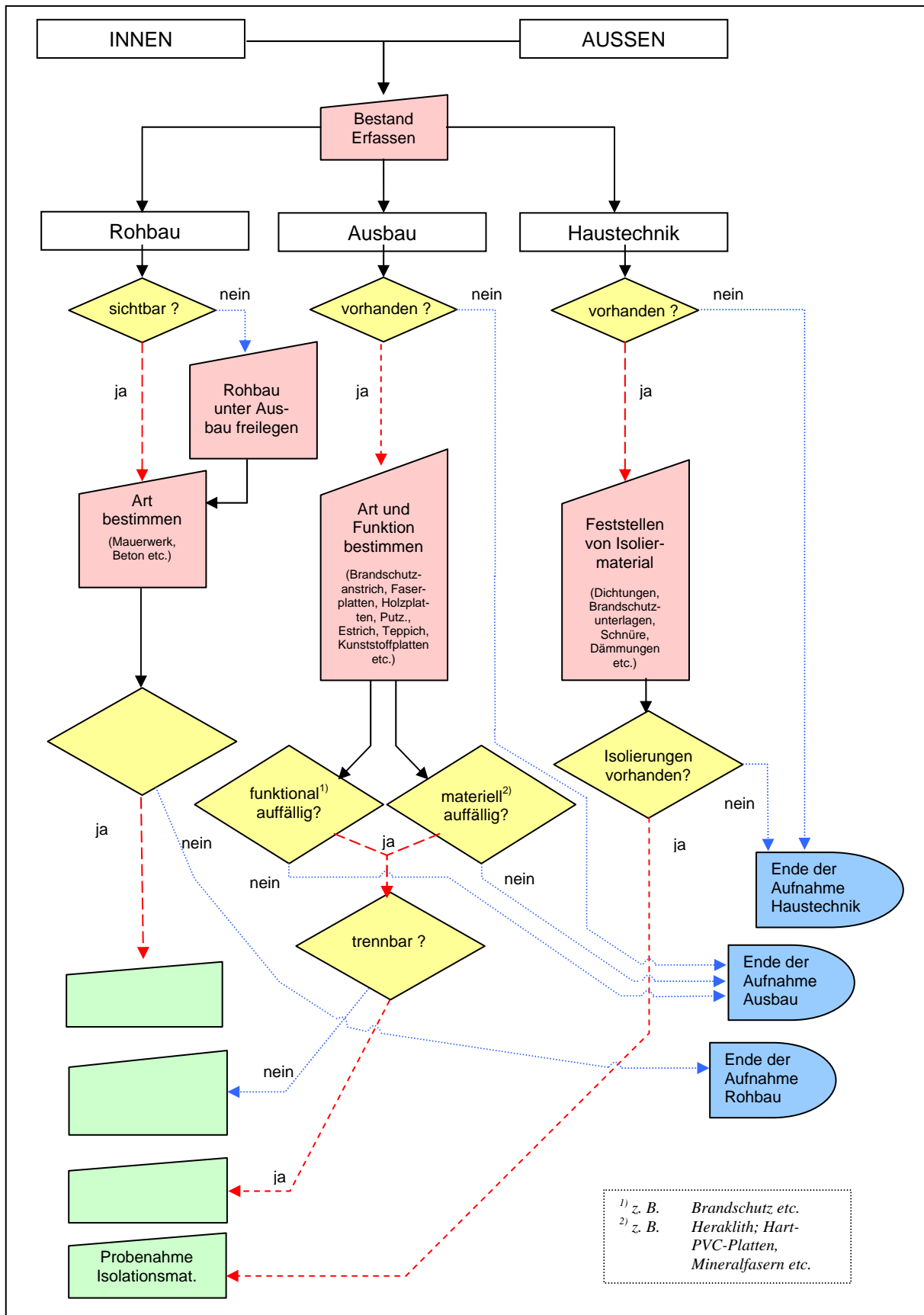


Abb. 2: Vorgehen bei Probenahmefestlegung (schematisiert)

### 4.3 Festlegung der Probenahmepunkte

Im Zusammenhang mit der Festlegung der Probenahmepunkte ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen

**Baustoffbeprobungen  
zur Überprüfung  
primärer, produktionsspezifischer  
Schadstoffgehalte**

≠

**Baustoffbeprobungen  
zur Überprüfung  
sekundärer, nutzungs- / havarie-  
bedingter Schadstoffeinträge**

Sekundäre Schadstoffgehalte können bedingt durch verschiedenste Randbedingungen räumlich in unterschiedlichen Konzentrations- und / oder Parameterspektren auftreten (Schadensherd – Randbereich). Im Gegensatz dazu gilt für primäre Schadstoffgehalte die vereinfachende, in der Praxis bewährte Faustformel:

*ein Baustoff – ein Schadstoff (-spektrum) – ein Konzentrationsbereich.*

Der Begriff *ein Baustoff* ist idealisiert zu präzisieren als *ein Baustoff, gleichen Produktionszeitraumes vom gleichen Hersteller*. Allerdings wird in der Praxis der Produktionszeitraum bzw. der Hersteller (noch dazu vor Ort) nur in Ausnahmefällen identifizierbar sein.

Aus den vorgenannten Gründen sind flächendeckende, nach statistischen Gesichtspunkten angeordnete Beprobungspunkte, wie sie vor allem zur Abgrenzung von Schadensbereichen erforderlich sind, zur Ermittlung der primären Schadstoffe nicht notwendig.

Wird ein bestimmter Baustoff (mit vermuteten oder bekannten Schadstoffumfängen) in einem Gebäude in seiner räumlichen Verteilung festgestellt, genügt im Regelfall eine einzige Stichprobe je Baustoff zur Klärung der Fragen nach Schadstoff- und Konzentrationsspektren.

Die Lage der Probenahmepunkte ist zur späteren Dokumentation und Beweissicherung in Planunterlagen zu dokumentieren.

Einer präzise Grundlagenermittlung ist für diese im Prinzip sehr einfache Festlegung von Probenahmepunkten allerdings unabdingbare Voraussetzung !

#### 4.4 Festlegung des Analysenumfanges

Die Entscheidung über die Festlegung eines bestimmten Untersuchungsumfanges setzt **spezifische Vorkenntnisse** oder einen **Verdacht** auf bestimmte Schadstoffe im jeweils betrachteten Baustoff voraus.

Es bestehen drei grundsätzliche Herangehensweisen an die Festlegung der Analysenumfänge:

- Für den Planer - unerfahren oder interdisziplinär (fachfremd) - besteht im Bedarfsfall sofort die Möglichkeit, entsprechende Informationen über die **Datenbank Baustoffe** per Laptop beizuziehen. Der potentielle Schadstoffbesatz ist für jeden in der Datenbank berücksichtigten Baustoff mit im jeweiligen Stammdatenblatt aufgeführt.
- Besteht Kenntnis oder Verdacht hinsichtlich eines bestimmten Schadstoffinhaltes, ergibt sich im Regelfall hieraus ohnehin zugleich der Analysenumfang.
- Besteht ein allgemeiner, jedoch nicht spezifisch eingrenzbarer Verdacht, bietet sich eine Breitbandüberprüfung an.  
Realistisch gesehen stellt diese Situation die Standardsituation dar. Die gängige Praxis ist die Kontrolle des Parameterumfanges, wie er gemäß Länderarbeitsgemeinschaft Abfall - LAGA (aktuelle Fassung 1997) für nicht aufbereiteten Bauschutt bzw. Altholz vorgeschlagen wird. Siehe Tabellen 1 bis 3.

Eine Bewertung des Stoffinhaltes nach Zuordnungswerten gemäß der LAGA-Mitteilung 20 „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln“ ist ohnehin für die Mehrheit der mineralischen Baurestmassen die Grundlage zur Festlegung von Entsorgungswegen – vor allem bei unspezifischem Verdacht auf Schadstoffe.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Berufung auf die LAGA-Richtlinie im Rahmen der Entsorgung mineralischer Baurestmassen nicht gesetzlich legitimiert ist. Bei der Anwendung der LAGA-Richtlinien handelt es sich im Prinzip um ein „Gewohnheitsrecht“, dessen Berechtigung aus dem Grundprinzip der LAGA-Richtlinien zur Rückführung von Reststoffen bzw. Abfällen in den volkswirtschaftlichen Stoffkreislauf abgeleitet wird. Das Grundprinzip der stofflichen Kreislaufführung deckt sich inhaltlich mit mehreren Gesetzen, wie z. B.

- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG in der Fassung vom 27.Sept.1994),
- Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG in der Fassung vom 14.Mai 1990),
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG in der Fassung vom 12.November 1996) etc..



Tab. 1: Zuordnungswerte Feststoff für Recyclingbaustoffe/nicht aufbereiteten Bauschutt

Parameter	Dimension	Zuordnungswert			
		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Arsen <sup>1</sup>	mg/kg	20	30	50	
Blei <sup>1</sup>	mg/kg	100	200	300	
Cadmium <sup>1</sup>	mg/kg	0,6	1	3	
Chrom (ges.) <sup>1</sup>	mg/kg	50	100	200	
Kupfer <sup>1</sup>	mg/kg	40	100	200	
Nickel <sup>1</sup>	mg/kg	40	100	200	
Quecksilber	mg/kg	0,3			
Zink <sup>1</sup>	mg/kg	120	300	500	
Kohlenwasserstoffe	mg/kg	100	300 <sup>3</sup>	500 <sup>3</sup>	1.000 <sup>3</sup>
ΣPAK n. EPA	mg/kg	1	5(20) <sup>2</sup>	15(50) <sup>2</sup>	75 (100) <sup>2</sup>
EOX	mg/kg	1	3	5	10
PCB	mg/kg	0,02	0,1	0,5	1

<sup>1</sup> Bei Rekultivierungszwecken und Geländeauffüllungen (Einbauklasse 1) gelten die Zuordnungswerte Z 1.1 und Z 1.2 der Technischen Regeln Boden.

<sup>2</sup> Im Einzelfall kann bis zu den in den Klammern genannten Werten abgewichen werden.

<sup>3</sup> Überschreitungen, die auf Asphaltanteile zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.

Quelle: LAGA-Mitteilung M 20

Tab. 2: Zuordnungswerte Eluat für Recyclingbaustoffe/nicht aufbereiteten Bauschutt

Parameter	Dimension	Zuordnungswert			
		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert		7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5
elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	500	1.500	2.500	3.000
Chlorid	mg/l	10	20	40	150
Sulfat	mg/l	50	150	300	600
Arsen	µg/l	10	10	40	50
Blei	µg/l	20	40	100	100
Cadmium	µg/l	2	2	5	5
Chrom (ges.)	µg/l	15	30	75	100
Kupfer	µg/l	50	50	150	200
Nickel	µg/l	40	50	100	100
Quecksilber	µg/l	0,2	0,2	1	2
Zink	µg/l	100	100	300	400
Phenolindex	µg/l	<10	10	50	100

Quelle: LAGA-Mitteilung M 20

Für Holzabfälle wird inzwischen üblicherweise die „Altholz-Verordnung“ (derzeit im Entwurf, Stand 20.09.2000) zu Orientierungszwecken herangezogen.

Der Entwurf der Altholzverordnung beschreibt vier Altholzkategorien (A I – A IV). Es werden Probenahme- und Analytikverfahren sowie Grenzwerte für die stoffliche Verwertung in Form von Holzhackschnitzeln und Holzspänen zur Herstellung von Holzwerkstoffen benannt (Tab. 3).

Zur Gewährleistung einer schadlosen energetischen Verwertung ist für jede Altholzkategorie geregelt, welche Verbrennungsanlage dafür gemäß BImSchG zugelassen ist und wie gewährleistet werden soll, dass nur die zugelassenen Altholzkategorien der jeweiligen Anlage zugeführt werden.

PCB-Holz, das heißt Holz, das im Sinne der PCB/PCT-Verbotsverordnung PCB enthält, ist zu beseitigen.

Es ist sicherzustellen, dass bei der vorgesehenen Verwertung nur hierfür zugelassene Altholzkategorien eingesetzt werden. Dabei sind Störstoffe auszusortieren, und bei nicht eindeutiger Zuordnung zu einer Altholzkategorie hat eine Zuordnung in die jeweils höhere Altholzkategorie zu erfolgen. Eine Zuordnung gängiger Altholzsortimente im Regelfall gibt Anhang IV der Altholzverordnung (Entwurf). Siehe Tabelle 4.

*Tab. 3: Grenzwerte für Holzhackschnitzel und Holzspäne zur Herstellung von Holzwerkstoffen*

<b>Element / Verbindung</b>	<b>Konzentration [mg/ kg Trockenmasse]</b>
Arsen	2
Blei	30
Cadmium	2
Chrom	30
Kupfer	20
Quecksilber	0,4
Chlor	800
Fluor	100
Pentachlorphenol	3
Polychlorierte Biphenyle	3

Ebenfalls im Entwurf ist das LAGA-Merkblatt „Anforderungen an die Entsorgung von Holzabfällen“. Üblicherweise wird zur Beurteilung jedoch die Altholzverordnung (Entwurf) herangezogen.

Tab. 4: Zuordnung gängiger Altholzsortimente im Regelfall

Gängige Altholzsortimente		Zuordnung im Regelfall	Abfallschlüssel	
Holzabfälle aus der Holzbe- und -verarbeitung	Verschnitt, Abschnitte, Späne von naturbelassenem Vollholz	A I	03 01 03	
	Verschnitt, Abschnitte, Späne von Holzwerkstoffen und sonstigem behandeltem Holz (ohne schädliche Verunreinigungen)	A II	03 01 03	
Verpackungen	Paletten	Europaletten	A I	15 01 03
		Einwegpaletten, Industriepaletten aus Vollholz	A I	15 01 03
		Sonstige Paletten, mit Verbundmaterialien	A II	15 01 06
	Transportkisten, Verschlüge aus Vollholz	A I	15 01 03	
	Obstkisten aus Vollholz	A I	15 01 03	
	Munitionskisten	A IV	15 01 99 D1	
	Kabeltrommeln aus Vollholz (Herstellung vor 1989)	A IV	15 01 99 D1	
	Kabeltrommeln aus Vollholz (Herstellung nach 1989)	A I	15 01 03	
Altholz aus dem Baubereich	Baustellensortimente	naturbelassenes Vollholz	A I	17 02 01
		Holzwerkstoffe, Schalhälzer, behandeltes Vollholz (ohne schädliche Verunreinigungen)	A II	17 02 01
	Bau- und Abbruchholz ohne schädliche Verunreinigungen	A II	17 02 01	
	Altholz aus dem Abbruch und Rückbau	Dielen, Fehlböden, Bretterschalungen aus dem Innenausbau (ohne schädliche Verunreinigungen)	A II	17 02 01
		Türblätter und Zargen von Innentüren (ohne schädliche Verunreinigungen)	A II	17 02 01
		Profilblätter für die Raumaustattung, Deckenpaneele, Zierbalken usw. (ohne schädliche Verunreinigungen)	A II	17 02 01
		Dämm- und Schallschutzplatten, die mit Mitteln behandelt wurden, die polychlorierte Biphenyle enthalten	Beseitigung	17 02 99 D1
		Bauspanplatten	A II	17 02 01
		Konstruktionshölzer für tragende Teile	A IV	17 02 99 D1
		Fenster, Fensterstöcke, Außentüren	A IV	17 02 99 D1
		Bauhölzer aus dem Außenbereich	A IV	17 02 99 D1
	Bau- und Abbruchholz mit schädlichen Verunreinigungen (Mischsortiment)	A IV	17 02 99 D1	
	Imprägniertes Altholz aus dem Außenbereich	Bahnschwellen	A IV	17 02 99 D1
		Leitungsmasten	A IV	17 02 99 D1
Sortimente aus dem Garten- und Landschaftsbau, Gartenmöbel		A IV	17 02 99 D1	
Sortimente aus der Landwirtschaft		A IV	17 02 99 D1	
Möbel, Küchen und sonstige Inneneinrichtungen	Möbel, Küchen und sonstige Inneneinrichtungen, naturbelassenes Vollholz	A I	20 01 07	
	Möbel, Küchen und sonstige Inneneinrichtungen, beschichtet, gestrichen, lackiert	A III	20 01 07	
Altholz aus dem Sperrmüll (Mischsortiment)		A III	20 01 07	

Quelle: Altholzverordnung (Entwurf)

Tabelle 5 gibt die in dem Entwurf des genannten LAGA-Merkblattes festgelegten Zuordnungswerte zur Identifikation von gängigen Holzschutzmitteln (HSM) wieder.

Tab. 5: Zuordnungswerte zur Identifikation von gängigen Holzschutzmittelbehandlungen (Oberflächenbeprobung) zur Abgrenzung von Holzabfällen mit schädlichen Verunreinigungen

Parameter	Maßeinheit	keine HSM-Behandlung	durch HSM schädlich verunreinigt
Bor	mg/kg	≤ 70	-
Arsen	mg/kg	≤ 4	> 20
Fluor	mg/kg	≤ 50	-
Kupfer	mg/kg	≤ 30	> 100
Chrom (ges.)	mg/kg	≤ 40	-
Quecksilber	mg/kg	≤ 0,3	> 1
PCB	mg/kg	≤ 5	> 5
Lindan	mg/kg	≤ 3	-
Teeröle (Benzo-a-pyren)	mg/kg	≤ 0,5	> 1

Quelle: Länder Arbeitsgemeinschaft Abfall LAGA: Anforderungen an die Entsorgung von Holzabfällen / Teil 1: Zuordnung von Holzabfällen. – Entwurf nach mündlicher Erörterung ; Stand: 16.12.1997]

#### 4.5 Festlegung der Probenahmemethode – Probenkonservierung - Arbeitsschutz

Die **Methode** der Probenahme und der Probenkonservierung (zwecks Transport zum Labor) richtet sich

- nach dem zu beprobenden Medium
- und
- nach den gesuchten Schadstoffen.

Im Regelfall werden Feststoffproben mechanisch entnommen durch

- oberflächiges Abkratzen, randliches Abbrechen oder Abschlagen
- oder
- Kernbohrungen.

Es ist immer darauf zu achten, dass durch die Probenahmeinstrumente keine Schadstoffe auf die zu überprüfende Materialprobe gelangen können. So kann z. B. Öl über Tropfverluste über den Ölfilm entlang von Bohrkronen in Kernproben gelangen.

Weiter sind Einschleppungen von Schwer- oder Buntmetallen über metallische Probenahmegeräte (Bohrkronen; Hammer, Stemmeisen) möglich.

Ist der Einsatz entsprechender Gerätschaften unumgänglich, sind entsprechende Schadstoffeinträge bei der Bewertung der Analysenwerte zu berücksichtigen und zu vermerken.

Zur **Minimierung der Einflüsse äußerer Faktoren** auf die Analytik, müssen die zu beprobenden Baustoffe von Anhaftungen (vor allem Staub / Ölspritzer etc.) möglichst noch vor der Beprobung gereinigt werden.

Außerdem ist auf entsprechende **Sortenreinheit** zu achten. So sollten weder Bindemittel (Klebstoffe, Estriche etc.) oder Verfugungen an den Baustoffen haften. Abhängig von den Trennungsmöglichkeiten vor der Probenahme kann auch bei der Laboraufbereitung ggf. eine Materialtrennung im kleineren Maßstab erfolgen.

Ist absehbar, dass auch beim späteren Rückbau eine **Materialtrennung nicht möglich** ist (z. B. Teerpappe zwischen zwei Betonlagen in Bodenplatten von Gebäuden, bei welchen frühere Renovierungs- oder Umnutzungsarbeiten durchgeführt wurden), so sind Baustoffkombinationen im Sinne einer **stofflichen Repräsentanz** wie eine stoffliche Einheit zu beproben.

Es ist in diesen Fällen darauf zu achten, dass Baustoffkombinationen derart beprobt werden, wie diese nach dem Rückbau als zu entsorgende Baurestmassen anfallen. Dies heißt, dass die Probenmengenverhältnisse der betroffenen Einzelkomponenten von Baustoffkombinationen den Verhältnissen im beprobten Querschnitt entsprechen.

Als Beispiel sei die oben erwähnte Beton-Teerpappe-Beton-Kombination betrachtet. Erfahrungsgemäß liegt in einem solchen Fall eine Teerpappenlage von durchschnittlich 1 cm Dicke zwischen zwei jeweils 10 cm – 30 cm starken Betonlagen. Das Massenverhältnis Beton : Teerpappe (bezogen auf 1 m<sup>3</sup> Baumasse) bewegt sich entsprechend zwischen 20 : 1 bis 60 : 1. Dieses Mengenverhältnis von Beton und Teerpappe muss in der Probe entsprechend enthalten sein. Die Analysergebnisse repräsentieren in diesem Falle einen Belastungsquerschnitt durch die betrachtete Baustoffkombination.

Ein Verstoß gegen das Vermischungsverbot im Sinne KrW-/AbfG liegt nicht vor, da eine Trennung von Materialien (wie im vorliegenden hypothetischen Fall) als unverhältnismäßig einzustufen ist.

Die Proben sind prinzipiell luftdicht zu **verpacken**. Neben Glasgefäßen mit Schraubverschluss für kleine Probenstücke (Typ „Marmeladenglas“; Braun- oder Weißglas; handelsübliche Netto-Füllvolumina zwischen 380 ml bis 1000 ml) bieten sich Gefrierbeutel aus Kunststoff für größere bzw. sperrigere Probenstücke an (geeignet für die Lagerung von Lebensmitteln zwischen 1 bis 5 l). Für Asbestproben eignen sich Kunststoffdosen wie z. B. kleine Salbendosen aus der Apotheke.

Die Proben sind so zu behandeln, dass eine Beeinträchtigung der chemischen, physikalischen und biologischen Beschaffenheit des Probenmaterials so weit wie möglich ausgeschlossen wird.

Die Probennahme ist zu **dokumentieren** (Datum der Probennahme, Angabe der Probenahmestelle, Art der Probe und der Entnahme sowie Unterschrift des Probennehmers, mit der er die Ordnungsmäßigkeit der Probennahme versichert. Die LAGA-Mitteilung 20 „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln“ stellt in Teil III Anforderungen an die Probennahme.

Die Probenahmestelle ist vor Ort eindeutig zu **kennzeichnen**. Im Falle, dass Schadstoffe durch die Probennahme freigesetzt werden können, wie z. B. bei asbesthaltigen Baustoffen, sind die Probenahmestellen zu **verschließen** und zu **sichern** (Folie, Klebeband).

Da die gesuchten Schadstoffe im Regelfall fest gebunden vorliegen, sind zumeist keine besonderen stoffspezifischen **Arbeitsschutzvorkehrungen** erforderlich. In diesem Zusammenhang wird auf die **Gefahrstoffverordnung**, die entsprechenden **TRGS** sowie auf die ZH 1/183 bzw. **BGR 128** verwiesen.

Beim Umgang mit asbesthaltigen Stoffen (vor allem schwach gebundener Asbest wie Mineralfaserisolierungen) sind prinzipiell die Vorgaben gemäß **TRGS 519** - „Asbest - Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten“ zu berücksichtigen. Für flüchtige Stoffe wie PCB sind **TRGS 402** – „Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen“ und **TRGS 900** – „Grenzwert in der Luft am Arbeitsplatz – Luftgrenzwerte“ zu beachten.

## 4.6 Analytik

Art und Umfang der Analytik sind abhängig, wie mit dem Material aus den Rückbaumaßnahmen weiter verfahren werden soll. Es sind zwei Möglichkeiten gegeben:

- Für die Festlegung von Entsorgungspfaden:
  - Analyseverfahren gemäß Teil III der LAGA-Mitteilung 20 „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln“

- Analyseverfahren gemäß Anhang A der TA Siedlungsabfall
- Analyseverfahren gemäß Anhang B der TA Abfall
- Analyseverfahren gemäß der Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (Altholzverordnung) - Entwurf  
oder  
Analyseverfahren gemäß des LAGA-Merkblatts „Anforderungen an die Entsorgung von Holzabfällen“ – Entwurf.
- Analyseverfahren hinsichtlich besonderer Bauinhaltsstoffe wie Asbest, PCP etc.
- Für den Wiedereinbau:
  - Analyseverfahren gemäß Anhang I der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV).

Eine auf den Abgleich mit den Maßnahmen und Vorsorgewerten der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) ausgelegte Analytik ist nur dann in Betracht zu ziehen, wenn beim Rückbau anfallendes, gebrochenes Material vor Ort oder an anderer Stelle wieder eingebaut werden soll.

#### **4.7 Bewertungsgrundlagen**

Auf der Grundlage der analysierten Schadstoffspektren werden entsprechend den Einteilungen nach LAGA, TA Siedlungsabfall, TA Abfall, Altholzverordnung, BBodSchV etc. Entsorgungspfadvorschläge oder Wiedereinbaumaßnahmen zugeordnet.

Die Auswertung der Analysen lassen auch die Zuordnung der zu erwartenden Abbruchmaterialien zu Abfallschlüsselnummern zu.

Als Grundlagen für die Bewertung der Analysenergebnisse der mineralischen Baustoffen hinsichtlich des Entsorgungspfad wurden Zuordnungswerte gemäß

*Z 0 bis Z 2:*

Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Bd. 20: „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen - Technische Regeln“ - Stand: September 1997.

*Z 3 bis Z 4:*

Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz - Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen (TA Si) - Stand: Mai 1993.

Z 5:

Zweite Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz - Teil 1: Technische Anleitung zur Lagerung, chemisch/physikalischen und biologischen Behandlung und Verbrennung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen (TA Abf.) - Stand: August 1986.

herangezogen.

Gemäß LAGA werden folgende Entsorgungsarten definiert, deren Obergrenzen die entsprechenden Zuordnungswerte Z 0 bis Z 5 festlegen:

- bis Z 0: Einbau von Rückbaumassen uneingeschränkt gestattet.
- bis Z 1: Einbau von Rückbaumassen ist auf Flächen mit unempfindlicher Nutzung (Straßenbau, Rekultivierungsflächen, Lagerflächen, Parkanlagen, ökologische Brachflächen) gestattet:
  - bis Z 1.1: Einbau von Rückbaumassen in hydrogeologisch ungünstigen Gebieten gestattet.
  - bis Z 1.2: Einbau von Rückbaumassen in hydrogeologisch günstigen Gebieten gestattet; Erosionsschutz (z.B. Vegetationsdecke) erforderlich.
- bis Z 2: Einbau von Rückbaumassen mit definierten Sicherungsmaßnahmen (Oberflächenabdeckung, wasserundurchlässige Deckschicht im Straßenbau etc.) gestattet.
- bis Z 3: Ablagerung auf Deponieklasse I (Erdaushub/Bauschutt) gestattet.
- bis Z 4: Ablagerung auf Deponieklasse II (Hausmüll) gestattet.
- bis Z 5: Ablagerung auf Sondermülldeponie erforderlich.
- > Z 5: keine Ablagerung auf Deponie gestattet; stattdessen Verbrennung oder Untertageeinbringung etc..

Eine Beurteilung der Gehalte der untersuchten Bestandteile von Holzschutzmitteln (HSM), wie Lindan, PCP, Teeröle (PAK-Einzelparameter Benzo(a)pyren) und Schwermetalle hinsichtlich des Entsorgungspfades kann unter Vorbehalt gemäß:

Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Anforderungen an die Entsorgung von Holzabfällen - Teil 1: Zuordnung von Holzabfällen, Entwurf nach mündlicher Erörterung - Stand: Dezember 1997.

oder

Verordnung über die Entsorgung von Altholz, Entwurf - Stand 20.09.2000.

erfolgen.

Nach dem LAGA-Entwurf ist zwischen folgenden Holzabfällen zu unterscheiden:

Gruppe H1: nichtbehandeltes, naturbelassenes Holz,

Gruppe H2: behandeltes Holz ohne schädliche Verunreinigungen:



- H2.1: Holzabfälle oberflächlich bearbeitet (lackiert, beschichtet etc.) aber ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung und ohne HSM,
- H2.2: Holzabfälle mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung aber ohne HSM,
- H2.3: mit HSM behandelte und sonstige mit Verunreinigungen belastete Holzabfälle,
- Gruppe H3: Holzabfälle mit schädlichen Verunreinigungen
- mit HSM behandelte Holzabfälle, die Wirkstoffe mit Quecksilber-, Arsen- und/oder Kupferverbindungen, Pentachlorphenol oder Pentachlorphenolverbindungen oder Teeröle enthalten, sowie
  - verunreinigte Holzabfälle, die bei deren Entsorgung nach Art, Beschaffenheit und Menge in besonderem Maße gesundheits-, luft- oder wassergefährdend sein können.

Nach dem Entwurf der Altholzverordnung ist zwischen folgenden Holzabfällen zu unterscheiden:

- Kategorie AI: nichtbehandeltes, naturbelassenes Altholz,
- Kategorie AII: behandeltes Altholz (verleimt, beschichtet, lackiert oder anderweitig behandelt),
- Kategorie AIII: belastetes Altholz (mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung ohne Holzschutzmittel),
- Kategorie AIV: besonders belastetes Altholz (mit Holzschutzmitteln behandelt).

Als Grundlagen für die Bewertung der Analysenergebnisse der mineralischen Baustoffe hinsichtlich des Wiedereinbaus sind die Vorsorge- und Maßnahmenwerte gemäß

Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) – Stand 16.06.1999

heranzuziehen.

Es werden folgende Nutzungsarten unterschieden:

- Kinderspielflächen,
- Wohngebiete,
- Park- und Freizeitanlagen,
- Industrie- und Gewerbegrundstücke.

Die Analysenbewertung erfolgt außer in Bezug auf die Nutzungsweise des Einbaubereiches auch in Bezug auf die Grundwasserflurabstände und deren Schwankungen, auf die Eluierbarkeit des einzubauenden Materials und auf die Austragsituation und deren Veränderung durch bauliche Rahmenbedingungen.

## 5 Entsorgungspfade – Rückbau-/Entsorgungskonzept

In der *Erkundungsstrategie* wird die Vorgehensweise bei der Beprobung, der Untersuchung und der Bewertung der rückzubauenden Gebäudesubstanz dargelegt. Die beim Rückbau zu erwartenden Abbruchmaterialien können anhand der dabei gewonnenen Erkenntnisse stoffgruppenspezifisch aufgeteilt und zu Entsorgungspfaden (LAGA, TA Siedlungsabfall, TA Abfall, Altholzverordnung) bzw. zu Wiedereinbaumöglichkeiten (BBodSchV) gemäß der genannten Regelwerke sowie zu entsprechenden Abfallschlüsselnummern zugeordnet werden.

Diese Bewertungen und die damit verbundene Zuordnungen sind Grundlage eines Rückbau- und Entsorgungskonzeptes.

Das Rückbau- und Entsorgungskonzept ist als wichtiger Teil des Leistungsverzeichnisses für die durchzuführende Rückbaumaßnahme zu erstellen. Auf der Grundlage der Angaben über Art und Umfang von Verunreinigungen der jeweils anfallenden Baustoffe wird eine prinzipielle und schlüssige Vorgehensweise beim Rückbau erarbeitet, durch die die abfallrechtlichen Vorgaben erfüllt werden.

Die Gestaltung und spätere Umsetzung des Rückbau- und Entsorgungskonzeptes wird wesentlich durch die Erfahrung des einzelnen Bearbeiters bestimmt.

Das Rückbau- und Entsorgungskonzept sollte möglichst im zeitlich ausreichendem Vorfeld einer Rückbaumaßnahme mit der zuständigen Erzeuger- und Umweltbehörde abgestimmt werden. Dies gilt besonders für die vorgeschlagenen Entsorgungspfade.

Dies macht die Wichtigkeit der sorgfältigen und gewissenhaften Erkundung deutlich.

**Die *Erkundungsstrategie* ersetzt aber das Rückbau- und Entsorgungskonzept nicht.**

Die vorliegende *Erkundungsstrategie* entspricht auch keiner Bearbeitungshilfe für ein Rückbau- und Entsorgungskonzept, da hier lediglich die Datenerhebung erfasst ist, und nutzungs- oder schadensbedingte Sekundäreinträge von Schadstoffen keine Berücksichtigung finden.

## 6 Ausblick

Mit der vorliegenden *Erkundungsstrategie* werden bewährte Vorschläge zur möglichst effektiven Grundlagenermittlung – hier nur die baustoffimmanenten Belastungen – gemacht.

Zu beachten ist, dass die *Erkundungsstrategie* aber keine Allgemeingültigkeit für alle Problemfälle aufweist.

Die Angaben zu Festlegung der Probenahmestellen, der Probenahmetechnik und der Probenbehandlung, die Hinweise auf die Analytik und die Bewertungsgrundlagen entsprechen dem derzeitigen Kenntnisstand sowie den vorhandenen Erfahrungswerten und Recherchenergebnissen.

Änderungen im Bereich der Baustoffproduktion oder der Bautechnik müssen zwangsläufig auch Korrekturen oder Ergänzungen des Baustoffkataloges und der *Erkundungsstrategie* nach sich ziehen (Datenpflege).

Ebenso sind die Vorgaben, wie die abfallrechtlichen Anforderungen zu erfüllen sind, im Wandel.

Den Spezialisten vor Ort sowie dessen Sachkenntnis und Erfahrung kann und soll die *Erkundungsstrategie* nicht ersetzen.

Ein Anspruch auf Vollständigkeit besteht daher zwangsläufig nicht.