



Bewertungsgrundlagen für mineralische Bausubstanz und relevante Schadstoffe beim Rückbau von Gebäuden

Anlage 8

Stand August 2021

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeines zur Verwertung und Entsorgung von Abfällen	5
2. Recycling mineralischer Bausubstanz	6
3. Verfüllung mineralischer Bausubstanz	8
4. Deponierung mineralischer Bausubstanz	10
5. Altholz	13
6. Gefährlicher Abfall	17
7. Asbest	18
8. Künstliche Mineralfasern – KMF	19
9. PAK-haltige Stoffe	21
10. PCB-haltige Stoffe	22
11. POP-haltige Stoffe (HBCD)	23
12. Biologische Gefährdungen	24

Tabellen:

Tabelle 1:	Zuordnungs- und Richtwerte gemäß Anhang 1 im Leitfaden „Anforderungen an die Verwertung von Bauschutt in technischen Bauwerken“
Tabelle 2:	Grenzwerte für Zuordnung gemäß dem Leitfaden zur „Verfüllung von Gruben und Brüche sowie Tagebauen“
Tabelle 3:	Deponieklassen nach Deponieverordnung
Tabelle 4:	Parameterumfang und Grenzwerte nach Deponieverordnung
Tabelle 5:	Verfahren für die stoffliche Verwertung von Altholz
Tabelle 6:	Grenzwerte gemäß Anhang II AltholzV
Tabelle 7:	Kategorien gemäß Altholzverordnung
Tabelle 8:	Grenzwerte ausgewählter Parameter für gefährlichen Abfall
Tabelle 9:	Kategorien des Kanzerogenitätsindex
Tabelle 10:	Einstufung von Straßenaufbruch

1. Allgemeines zur Verwertung und Entsorgung von Abfällen

Die Entsorgung von Abfällen wird durch zahlreiche Gesetze, Verordnungen und Satzungen auf Bundesebene, Länderebene und Kommunalebene geregelt.

Mit dem Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und zur Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz–KrWG) vom 24.02.2012 ist in § 1 festgeschrieben, dass der Zweck des Gesetzes ist, die Kreislaufwirtschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen zu fördern und den Schutz von Menschen und Umwelt bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen sicherzustellen.

Die Zielhierarchie dieses Gesetzes lautet gemäß § 6:

1. Vermeidung,
2. Vorbereitung zur Wiederverwendung,
3. Recycling,
4. sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung,
5. Beseitigung.

In § 9 wird das Getrennthalten von Abfällen zur Verwertung und ein Vermischungsverbot festgelegt. Dabei ist es in der Regel erforderlich, die Abfälle getrennt zu halten und zu behandeln.

2. Recycling mineralischer Bausubstanz

Mineralischer Bauschutt ist für die Verwertung in technischen Bauwerken in der Regel zu Recycling-Baustoffen aufzubereiten (vgl. Zielhierarchie gemäß § 6 KrWG: 3. Recycling). Recycling-Baustoffen dürfen in der Regel nur als geprüfte, güteüberwachte und zertifizierte Recycling-Baustoffe in Verkehr gebracht und in technischen Bauwerken eingesetzt werden. Der Nachweis der Bautaughkeit und der Umweltverträglichkeit erfolgt durch eine ständige qualitätssichernde Güteüberwachung nach Maßgabe des Leitfadens „Anforderungen an die Verwertung von Bauschutt in technischen Bauwerken“. Die umwelttechnischen Anforderungen sind abhängig von der Einbauweise, dem Einbauort und dem jeweiligen Verwendungszweck. Gemäß o. g. Leitfaden wird wie folgendermaßen definiert:

- Recycling-Baustoffe, die die Richtwerte 1 einhalten (RW1-Material), können in offener Einbauweise verwendet werden.
- Recycling-Baustoffe, die die Richtwerte 1 überschreiten und die Richtwerte 2 einhalten (RW2-Material), können nur mit begleitenden technischen Sicherungsmaßnahmen eingebaut werden.

In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die Zuordnungs- und Richtwerte zur Einstufung von Bauschuttmaterialien aufgeführt.

Ein Einbau von Recycling-Baustoffen ist grundsätzlich in folgenden Bereichen verboten:

- In festgesetzten oder geplanten Trinkwasserschutzgebieten und Heilquellenschutzgebieten, soweit sie bereits wasserwirtschaftlich positiv beurteilt sind,
- direkt im Grundwasser,
- in Karstgebieten ohne ausreichende Deckschichten.

Tabelle 1: Zuordnungs- und Richtwerte gemäß Anhang 1 im Leitfaden „Anforderungen an die Verwertung von Bauschutt in technischen Bauwerken“

	Parameter	Einheit	RW1	RW2	Toleranz (%)
Feststoff	Äußere Beschaffenheit		ist anzugeben		
	EOX	mg/kg	3	15	20
	MKW ¹⁾	mg/kg	300	1.000	20
	PAK EPA ²⁾	mg/kg	5	20	
Eluat	Färbung, Trübung, Geruch		ist anzugeben		
	pH-Wert ³⁾		ist anzugeben		
	el. Leitfähigkeit	mS/m	200	800	5
	Sulfat ⁴⁾	mg/l	250	1.000	10
	Chlorid	mg/l	125	300	10
	Arsen	µg/l	10	60	20
	Cadmium	µg/l	2	10	20
	Chrom (ges.)	µg/l	50	150	10
	Kupfer	µg/l	50	300	10
	Nickel	µg/l	50	200	10
	Blei	µg/l	40	200	10
	Zink	µg/l	100	600	10
	Quecksilber	µg/l	0,5	2	20
	Phenolindex ⁵⁾	µg/l	20	100	20
	MKW ⁶⁾	µg/l	100	600	20

- 1) Bei bitumenhaltigen Recycling-Baustoffen kann die Bestimmung der Mineralölkohlenwasserstoffe im Feststoff entfallen, maßgebend ist hier der Eluatgehalt der Mineralölkohlenwasserstoffe.
- 2) Bei bitumenhaltigen Recycling-Baustoffen ist eine uneingeschränkte Verwertung bis zu einem Wert von 10 mg/kg zulässig.
- 3) Für Recycling-Baustoffe typischer Bereich: 7,0 - 12,5 (kein Richtwert); bei Abweichungen im Rahmen von Eigenüberwachungsprüfungen ist der Fremdüberwacher einzuschalten.
- 4) Bei Bauschutt für gipshaltiges Material ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte bis zu den jeweils höheren Werten zulässig, unter der Bedingung, dass die Ca-Konzentration im Eluat mindestens die 0,43-fache Sulfat-Konzentration erreicht.
- 5) Bei bitumenhaltigen Recycling-Baustoffen ist eine uneingeschränkte Verwertung bis zum RW 2-Wert zulässig. Nur so bestimmen bei bitumenhaltigen Recycling-Baustoffen oder wenn die Feststoffanalyse mehr als 300 mg/kg ergibt.

3. Verfüllung mineralischer Bausubstanz

Gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz vom 24.02.2012 ist die Verwertung von Bauschuttmaterial anzustreben. Eine Verwertung kann in Bayern in technischen Bauwerken für den Erd-, Straßen- und Wegebau sowie bei der Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen erfolgen. Eine Verfüllung ist nur anzustreben, sofern kein Recycling des Materials möglich ist.

Für die Verfüllung von Bauschutt in Gruben, Brüchen oder Tagebauen ist der „Leitfaden zu den Eckpunkten Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen“ („Leitfaden Verfüllung“/„Eckpunkte-Papier“) anzuwenden. Die Obergrenzen der Richtwerte für technische Bauwerke („RC-Leitfaden“) liegen hier teils etwas höher als die entsprechenden Zuordnungswerte bei der Verfüllung. Die Grenzwerte für die Zuordnung gemäß dem „Leitfaden Verfüllung“ sind in Tabelle 1 dargestellt.

Die Zuordnungswerte gemäß LAGA M20 (1997) sind in Bayern für Bauschutt nicht eingeführt und daher nicht zur Einstufung von Bauschutt heranzuziehen.

Tabelle 2: Grenzwerte für Zuordnung gemäß dem Leitfaden zur „Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen“

Parameter	Feststoff:	Zuordnungswert					
		Z 0			Z 1.1	Z 1.2	Z 2
		Sand	Schluff	Ton			
EOX	mg/kg TR	1	1	1	3	10	15
Kohlenwasserstoffe, GC	mg/kg TR	100	100	100	300	500	1000
Cyanide, gesamt	mg/kg TR	1	1	1	10	30	100
Summe PAK (EPA)	mg/kg TR	3	3	3	5	15	20
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1
Summe PCB (7)	mg/kg TR	0,05	0,05	0,05	0,1	0,5	1
Arsen	mg/kg TR	20	20	20	30	50	150
Blei	mg/kg TR	40	70 ¹⁾	100 ¹⁾	140	300	1000
Cadmium	mg/kg TR	0,4	1 ¹⁾	1,5 ¹⁾	2	3	10
Chrom, gesamt	mg/kg TR	30	60	100	120	200	600
Kupfer	mg/kg TR	20	40	60	80	200	600
Nickel	mg/kg TR	15	50 ¹⁾	70 ¹⁾	100	200	600
Quecksilber	mg/kg TR	0,1	0,5	1	1	3	10
Zink	mg/kg TR	60	150 ¹⁾	200 ¹⁾	300	500	1500
Parameter Eluat:							
pH-Wert (20 °C) ⁷⁾	-	6,5 - 9,0			6,5 - 9,0	6 - 12	5,5 - 12
el. Leitfähigkeit (25 °C) ⁷⁾	µS/cm	500			500/2000 ²⁾	1000/2500 ²⁾	1500/3000 ²⁾
Chlorid	mg/L	250			250	250	250
Sulfat	mg/L	250			250	250/300 ²⁾	250/600 ²⁾
Cyanide, gesamt	µg/L	10			10	50	100 ³⁾
Phenolindex ⁴⁾	µg/L	10			10	50	100
Arsen	µg/L	10			10	40	60

Blei	µg/L	20	25	100	200
Cadmium	µg/L	2,0	2,0	5,0	10
Chrom, gesamt	µg/L	15	30/50 ²⁾⁵⁾	75	150
Kupfer	µg/L	50	50	150	300
Nickel	µg/L	40	50	150	200
Quecksilber ⁶⁾	µg/L	0,20	0,20/0,50 ²⁾	1,0	2,0
Zink	µg/L	100	100	300	600

1) Bei pH-Werten < 6,0 gelten für Cd, Ni und Zn und bei pH-Werten < 5,0 für Pb jeweils die Werte der nächst, niedrigeren Kategorie. Werden im Rahmen der Fremdüberwachung bei den Parametern EOX und MKW Überschreitungen der jeweiligen Zuordnungswerte um nicht mehr als 20 % festgestellt, kann auf die Wiederholungsprüfung verzichtet werden.

2) Im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt (vgl. Abschnitt A-5) ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte für Sulfat, die elektr. Leitfähigkeit, Chrom (ges.) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Für die genannten Parameter dürfen die genannten Werte auch gleichzeitig bei allen dieser Parameter auftreten. Die höheren Werte beziehen sich ausschließlich auf den erlaubten Bauschuttanteil und haben keine Gültigkeit für den mitverfüllten Boden. Bei Untersuchung von Bodenaushub- und Bauschuttgemenge im Rahmen der Fremdüberwachung gelten die für die erlaubte Verfüllung zulässigen höheren Werte.

3) Verwertung für Z 2 > 100 µg/l ist zulässig, wenn Z 2 Cyanid (leicht freisetzbar < 50 µg/l

4) Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen. Höhere Gehalte, die auf Huminstoffe zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.

5) Bei Überschreitung des Z1.1-Wertes für Chrom (ges.) von 30 µg/l ist der Anteil an Cr(VI) (Chromat) zu bestimmen. Der Cr(VI)-Gehalt darf für eine Z 1.1-Einstufung 8 µg/l nicht überschreiten. Diese Regel gilt bis zu einem maximalen Chrom (ges.)-Wert von 50 µg/l. Überschreitet das Material den Cr (VI)-Wert von 8 µg/l, ist das Material als Z 1.2 einzustufen. Für das Material der Klasse Z 1.2 und Z 2 ist eine Bewertung des Cr (VI)-Eluatwertes nicht vorgesehen und nicht einstufigsrelevant, es genügt die Bestimmung von Chrom (ges.).

6) Bezogen auf anorganisches Quecksilber. Organisches Quecksilber (Methyl-Hg) darf nicht enthalten sein (Nachweis).

7) Abweichungen von den Bereichen der Zuordnungswerte für den pH-Wert oder die Überschreitung der Zuordnungswerte für Sulfat, die el. Leitfähigkeit im Eluat stellen allein kein Ausschlusskriterium dar, die Ursache ist im Einzelfall zu prüfen und zu dokumentieren.

4. Deponierung mineralischer Bausubstanz

Eine Beseitigung auf einer Deponie ist die letzte Möglichkeit einer Entsorgung von mineralischem Bauschutt. Erst wenn eine Wiederverwertung als Recycling-Baustoff und eine Verfüllung in einer Grube nicht mehr möglich ist, so ist die Deponierung des Materials anzuwenden.

Bei Überschreitungen des höchsten Richt-/ Zuordnungswerte gemäß dem „RC-Leitfaden“, dem „Leitfaden zu Verfüllung“/“Eckpunktepapier“ (in Bayern) oder der LAGA M 20 Bauschutt (1997) ist eine Verwertung auf diesem Wege nicht möglich. Es wird zur Einstufung des Materials die Deponieverordnung (2009) herangezogen. Weiterhin gelten in Bayern zusätzlich die ergänzenden Richtwerte für Deponien der Deponieklasse I und II gemäß Bayerischem Landesamt für Umwelt (2009).

Deponien werden in nachfolgende Klassen unterschieden:

Tabelle 3: Deponieklassen nach Deponieverordnung

DK 0	Oberirdische Deponie für Inertabfälle, die die Zuordnungskriterien nach Anhang 3 Nummer 2 für die Deponieklasse 0 einhalten.
DK I	Oberirdische Deponie für Abfälle, die die Zuordnungskriterien nach Anhang 3 Nummer 2 für die Deponieklasse I einhalten.
DK II	Oberirdische Deponie für Abfälle, die die Zuordnungskriterien nach Anhang 3 Nummer 2 für die Deponieklasse II einhalten.
DK III	Oberirdische Deponie für nicht gefährliche und gefährliche Abfälle, die die Zuordnungskriterien nach Anhang 3 Nummer 2 für die Deponieklasse III einhalten.
DK IV	a) Untertagedeponie in einem Bergwerk mit eigenständigen Ablagerungsbereich, oder b) Untertagedeponie in einer Kaverne die vollständig von Gestein eingeschlossen ist.

Zur Entsorgung von mineralischem Bauschutt in einer Deponie muss der Parameterumfang nach DepV anhand von chemischen Analysen durchgeführt worden sein. Überschreitet ein Parameter den Grenzwert einer Deponieklasse, so wird die nächst höhere Deponieklasse zugewiesen. Wird ein Grenzwert der DK III überschritten, so ist eine oberirdische Deponierung nicht mehr möglich und die Deponieklasse IV wird zugewiesen.

In folgender Tabelle sind die Grenzwerte der einzelnen Parameter nach DepV dargestellt:

Tabelle 4: Parameterumfang und Grenzwerte nach Deponieverordnung

		DK 0	DK I	DK II	DK III
Trockenrückstand (TR)	Masse %				
Glühverlust ¹⁾	Masse %	3	3	5	10 ⁴⁾⁵⁾
TOC ¹⁾	Masse %	1	1	3	6
pH-Wert					
EOX	mg/kg TR				
Kohlenwasserstoffe (KW-GC)	mg/kg TR	500	4000 ²⁾	8000 ²⁾	
extrahierbare lipophile Stoffe	Masse %	0,1	0,4 ⁵⁾	0,8 ⁵⁾	4 ⁵⁾
Summe BTEX	mg/kg TR	6			
Summe LHKW	mg/kg TR				
PAK (Summe nach EPA 610)	mg/kg TR	30	500 ²⁾	1000 ²⁾	
Naphthalin	mg/kg TR				
Benzo(a)pyren	mg/kg TR				
PCB	mg/kg TR	1	2 ²⁾	2 ²⁾	
ELUAT:					
pH-Wert		5,5 - 13	5,5 - 13	5,5 - 13	4,0 - 13
elektr. Leitfähigkeit	µS/cm				
Gesamtgehalt gelöste Feststoffe ¹⁾	mg/l	400	3000	6000	10000
Chlorid ¹⁾	mg/l	80	1500	1500	2500
Sulfat ¹⁾	mg/l	100	2000	2000	5000
Fluorid	mg/l	1	5	15	50
DOC	mg/l	50	50	80	100
Cyanide	mg/l				
Cyanide l. freis.	mg/l	0,01	0,1	0,5	1
Phenolindex	mg/l	0,1	0,2	50	100
Antimon	mg/l	0,006	0,03	0,07	0,5
Arsen (As)	mg/l	0,05	0,2	0,2	2,5
Barium	mg/l	2	5	10	30
Blei (Pb)	mg/l	0,05	0,2	1	5
Cadmium (Cd)	mg/l	0,004	0,05	0,1	0,5
Chrom _{gesamt} (Cr)	mg/l	0,05	0,3	1	7
Kupfer (Cu)	mg/l	0,2	1	5	10
Molybdän	mg/l	0,05	0,3	1	3
Nickel (Ni)	mg/l	0,04	0,2	1	4
Quecksilber (Hg)	mg/l	0,001	0,005	0,02	0,2
Selen	mg/l	0,01	0,03	0,05	0,7
Thallium (Tl)	mg/l				
Zink (Zn)	mg/l	0,4	2	5	20

1) Kann gleichwertig angewandt werden.

2) Gilt nur für Bayern

3) Niedrige pH-Werte stellen gemäß LAGA M20 und Abfallablagerungsverordnung kein Ausschlusskriterium bei der Zuordnung dar. Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.

4) Der Zuordnungswert gilt nicht für Aschen aus der Braunkohlefeuerung sowie für Abfälle oder Deponieersatzbaustoffe aus Hochtemperaturprozessen; zu Letzteren gehören insbesondere Abfälle aus

der Verarbeitung von Schlacke, unbearbeitete Schlacke, Stäube und Schlämme aus der Abgasreinigung von Sinteranlagen, Hochöfen, Schachtöfen und Stahlwerken der Eisen- und Stahlindustrie. Bei gemeinsamer Ablagerung mit gipshaltigen Abfällen darf der TOC-Wert der in Satz 1 genannten Abfälle oder Deponieersatzbaustoffe maximal 5 Masseprozent betragen. Eine Überschreitung dieses TOC-Wertes ist zulässig, wenn der DOC-Wert maximal 80 mg/l beträgt.

- 5) Gilt nicht für Asphalt auf Bitumen- oder auf Teerbasis.

Vor der endgültigen Anlieferung an einer Deponie ist diesem nach §8 DepV eine grundlegende Charakterisierung des Abfalls vorzulegen. Der Betreiber einer Deponie darf nur die Abfallarten nach AVV annehmen, für die er in der behördlichen Genehmigung zugelassen ist.

5. Altholz

Seit 01.03.2003 ist die bundeseinheitliche Altholzverordnung in Kraft. In der so genannten Altholzverordnung erfolgt eine Zuordnung in vier verschiedene Altholzkategorien im Wesentlichen aufgrund des Einsatzzweckes der angetroffenen Althölzer. Den vier Altholzkategorien zur Verwertung wird in der AltholzV ausdrücklich PCB-Altholz im Sinne der PCB-Abfallverordnung mit einem PCB-Gehalt von mehr als 50 mg/kg gegenübergestellt, das einer Entsorgung bedarf. Eine chemische Analyse der Althölzer ist im Regelfall nicht mehr vorgesehen. Mit chemischen Analysen kann jedoch eine Einstufung in eine geringere Kategorie begründet oder abgesichert werden.

Die Verfahren für die stoffliche Verwertung von Altholz sind in Anhang I zur Altholzverordnung dargestellt, welche nachfolgend aufgeführt sind.

Tabelle 5: Verfahren für die stoffliche Verwertung von Altholz

Verfahren für die stoffliche Verwertung von Altholz						
Anhang I (zu § 3 Abs. 1)						
Spalte 1		Spalte 2				Spalte 3
Nr.	Verwertungsverfahren	Zugelassene Altholzkategorien				Besondere Anforderungen
		AI	AII	AIII	AIV	
1	Aufbereitung von Altholz zu Holzhackschnitzeln und Holzspänen für die Herstellung von Holzwerkstoffen	ja	ja	(ja)		Die Aufbereitung von Altholz der Altholzkategorie AIII ist nur zulässig, wenn Lackierungen und Beschichtungen durch eine Vorbehandlung weitgehend entfernt wurden oder im Rahmen des Aufbereitungsprozesses entfernt werden.
2	Gewinnung von Synthesegas zur weiteren chemischen Nutzung	ja	ja	ja	ja	Eine Verwertung ist nur in hierfür nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes genehmigten Anlagen zulässig.
3	Herstellung von Aktivkohle/ Industrieholzkohle	ja	ja	ja	ja	Eine Verwertung ist nur in hierfür nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes genehmigten Anlagen zulässig.
Zuordnung gängiger Altholzsortimente im Regelfall						
Anhang III (zu § 5 Abs. 1)						

Gemäß der Intention der AltholzV ist im Regelfall keine Analytik zur Kategorisierung vorgesehen. Durch die Grenzwerte für Holzhackschnitzel und Holzspäne zur Herstellung von Holzwerkstoffen, gemäß Anhang II der AltholzV ergibt sich jedoch durch die Grenzwerte eine klare Abgrenzung der Verwertungsklassen A I und A II zu der Verwertungsklasse AIV mit schädlichen Verunreinigungen. Da insbesondere bei Altholz aus dem Baubereich bei der Kategorie A II als Zusatz stets „ohne schädliche Verunreinigungen“ angeführt wird, ist hier zur Abgrenzung zur Verwertungsklasse A IV im Bedarfs- oder Zweifelsfall eine analytische Absicherung zu empfehlen, zumal die AltholzV vorsieht, dass, falls Material nicht eindeutig einer Kategorie zuzuordnen ist, es eine Altholzkategorie höher einzustufen ist.

Die Grenzwerte gemäß Anhang II sind in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet

Tabelle 6: Grenzwerte gemäß Anhang II AltholzV

Grenzwerte für Holzhackschnitzel und Holzspäne zur Herstellung von Holzwerkstoffen Anhang II (zu § 3 Abs. 1)	
Spalte 1	Spalte 2
Element/Verbindung	Konzentration (mg je kg Trockenmasse)
Arsen	2
Blei	30
Cadmium	2
Chrom	30
Kupfer	20
Quecksilber	0,4
Chlor	600
Fluor	100
Pentachlorphenol	3
Polychlorierte Biphenyle	5

Die Althölzer werden gemäß AltholzV in die nachfolgenden Kategorien eingestuft:

- Altholzkategorie AI: naturbelassenes oder lediglich mechanisch bearbeitetes Altholz, das bei seiner Verwendung nicht mehr als unerheblich mit holz-fremden Stoffen verunreinigt wurde.
- Altholzkategorie AII: verleimtes, gestrichenes, beschichtetes, lackiertes oder anderweitig behandeltes Altholz ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung und ohne Holzschutzmittel.
- Altholzkategorie AIII: Altholz mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung ohne Holzschutzmittel.
- Altholzkategorie AIV: Mit Holzschutzmitteln behandeltes Altholz, das aufgrund seiner Schadstoffbelastung nicht den Altholzkategorien AI bis AIII zugeordnet werden kann, ausgenommen PCB-Altholz
- PCB-Altholz: Altholz zur Entsorgung mit einem PCB-Gehalt von mehr als 50 mg/kg im Sinne der PCB-AbfallV

Gemäß nachfolgendem gekürztem Auszug aus der Altholzverordnung ist bei Altholzmaterial aus Abbruchgebäuden in der Regel eine Einstufung in folgende Kategorien vorgesehen:

Tabelle 7: Kategorien gemäß Altholzverordnung

Altholz aus dem Baubereich	Baustellen-sortimente	naturbelassenes Vollholz	AI	17 02 01
		Holzwerkstoffe, Schalhälzer, behandeltes Vollholz (ohne schädliche Verunreinigungen)	AII	17 02 01
	Altholz aus dem Abbruch und Rückbau	Dielen, Fehlböden, Bretterschalungen aus dem Innenausbau (ohne schädliche Verunreinigungen)	AII	17 02 01
		Türblätter und Zargen von Innentüren (ohne schädliche Verunreinigungen)	AII	17 02 01
		Profilblätter für die Raumausstattung, Deckenpaneel, Zierbalken usw. (ohne schädliche Verunreinigungen)	AII	17 02 01
		Dämm- und Schallschutzplatten, die mit Mitteln behandelt wurden, die polychlorierte Biphenyle enthalten	Beseitigung	17 06 03*
		Bauspanplatten	AII	17 02 01
		Konstruktionshölzer für tragende Teile	AIV	17 02 04*
		Holzfachwerk und Dachsparren	AIV	17 02 04*
		Fenster, Fensterstöcke, Außentüren	AIV	17 02 04*
		Imprägnierte Bauhölzer aus dem Außenbereich	AIV	17 02 04*
	Bau- und Abbruchholz	mit schädlichen Verunreinigungen	AIV	17 02 04*
	Imprägniertes Altholz aus dem Außenbereich	Bahnschwellen	AIV	17 02 04*
Leitungsmasten		AIV	17 02 04*	
Sortimente aus dem Garten- und Landschaftsbau, imprägnierte Gartenmöbel		AIV	17 02 04*	
Sortimente aus der Landwirtschaft		AIV	17 02 04*	
Möbel	Möbel, naturbelassenes Vollholz	AI	20 01 38	
	Möbel, ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung	AII	20 01 38	
	Möbel, mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung	AIII	20 01 38	
Altholz aus dem Sperrmüll (Mischsortiment)			AIII	20 03 07
Altholz aus industrieller Anwendung (z. B. Industriefußböden, Kühltürme)			AIV	17 02 04*

6. Gefährlicher Abfall

Abfälle sind als gefährlich einzustufen, wenn sie eine oder mehrere gefahrenrelevante Eigenschaften HP 1 bis HP 15 aufweisen (Nr. 2.2.1 der Einleitung des Abfallverzeichnisses der AVV) oder bestimmte persistente organische Schadstoffe (POP) oberhalb der Konzentrationsgrenzen nach Anhang IV der POP-Verordnung enthalten. (vgl. Nr. 2.2.3 der Einleitung des Abfallverzeichnisses der AVV).

Für die Bewertung der gefahrenrelevanten Eigenschaften von Abfällen gelten die Kriterien des Anhangs III der Abfall-Rahmen-Richtlinie.

Tabelle 8: Grenzwerte ausgewählter Parameter für gefährlichen Abfall

Parameter (Feststoff)	Grenzwert	Parameter (Eluat)	Grenzwert
Arsen Cadmium Chrom-VI Kobalt Nickel Beryllium	jeweils 1.000 mg/kg	Phenol	50 mg/l
		Arsen	0,2 mg/l
		Blei	1 mg/l
		Cadmium	0,1 mg/l
		Kupfer	5 mg/l
		Nickel	1 mg/l
Blei Kupfer Organozinnverbindungen Selen Zink Silber	Summenwert-HP14 2.500mg/kg (Konzentrationen der sechs Parameter werden summiert)	Quecksilber	0,02 mg/l
		Zink	5 mg/l
		Cyanide, lt. freisetzbar	0,5 mg/l
		Barium	10 mg/l
		Chrom, gesamt	1 mg/l
		Molybdän	1 mg/l
		Antimon	0,07 mg/l
Selen	0,05 mg/l		
Antimon	10.000 mg/kg	Org. Parameter (Feststoff)	Grenzwert
Thallium	2.500 mg/kg	PAK nach EPA	1.000 mg/kg
Vanadium	10.000 mg/kg	Benzo[a]pyren	50 mg/kg
Quecksilber	80 mg/kg	MKW [C10 – C40]	2.500 mg/kg
Parameter POP (Feststoff)	Grenzwert	BTEX	1.000 mg/kg
		LHKW	1.000 mg/kg
Endosulfan	2.500 mg/kg	PCB (gesamt)	50 mg/kg
PCN	2.500 mg/kg	Aldrin	50 mg/kg
PFOS	3.000 mg/kg	DDT	50 mg/kg
PCP	2.500 mg/kg	Lindan	50 mg/kg
HBCD	30.000 mg/kg (ab 1.000 mg/kg nachweispflichtig)		

Quelle: „Technische Hinweise zur Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit“, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall, Stand Dezember 2018

7. Asbest

Freigesetzte Asbestfasern können beim Einatmen Krebs auslösen. Asbestfasern sind in der Luft unsichtbar. Es fehlen sofortige, eindeutige Warnreaktionen des Körpers bei Kontakt.

Insofern gilt nach den Vorgaben der Gefahrstoffverordnung und der TRGS 519 für gewerbliche und private Besitzer ein Vermittlungs- bzw. Wiederverwendungsverbot für Erzeugnisse, die Asbest mit einem Gehalt > 0,1 Gew.-% enthalten.

Asbesthaltige Abfälle werden nach AVV bei untrennbaren Gemischen ab einem Anteil von 0,1 Gew.-% Asbest als gefährlicher Abfall eingestuft. Sie erhalten die Abfallschlüsselnummern 170601* „Dämmmaterial das Asbest enthält“ bzw. 170605* „asbesthaltige Baustoffe“.

Bei der Beseitigung der asbesthaltigen Abfälle ist die Überlassungspflicht an die entsorgungspflichtige Gebietskörperschaft oder die Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH (GSB) zu beachten.

Bei einer Verwertung muss gewährleistet sein, dass die Asbestfasern zuverlässig zerstört oder dauerhaft aus der Umwelt entfernt werden. Nach Auffassung und Kenntnis des LfU wird derzeit in Deutschland kein Verwertungsverfahren eingesetzt, das dies sicherstellt. Verwertet wird aber in Bergversatz nach Versatzverordnung (VersatzV). (Informationen entnommen aus Infoblatt Abfallwirtschaft des Bayerischen Landesamtes für Umwelt „Asbest in Abfällen“ vom Mai 2013).

Es sind die Hinweise für Arbeitnehmer und die umweltverträgliche Entsorgung zu beachten, die in der TRGS 519 sowie dem LAGA-Merkblatt 23 „Entsorgung asbesthaltiger Abfälle“ enthalten sind.

8. Künstliche Mineralfasern - KMF

Anorganische Synthesefasern werden unter dem Oberbegriff „künstliche Mineralfasern“ (im folgenden KMF genannt) zusammengefasst. Hierunter fallen mineralische Wollen (in der handelsüblichen Bezeichnung Glas-, Stein- und Schlackenwollen) sowie keramische Wollen, Textilglasfasern, Endlofasern (so genannte Whisker) und polykristalline Fasern.

Bezüglich des Fasergehalts entspricht eine Länge $> 5 \mu\text{m}$, ein Durchmesser $< 3 \mu\text{m}$ und ein Verhältnis von Länge zu Durchmesser > 3 der Definition von Faserstäuben gemäß TRGS 521. Diese Fasern werden auch „WHO-Fasern“ genannt, da nur sie für die kanzerogene Einstufung von bestimmten KMF entscheidend sind.

Eigenschaften und Anwendungsbereiche von künstlichen Mineralfasern

KMF dienen in erster Linie als Materialien zur Wärmedämmung, zum Kälteschutz, zum Brandschutz und zur Schallisolation. Ihr Einsatz erfolgt in Form von Platten, Matten, Filzen, losen Schüttungen oder Schichtungen an Dächern, Decken, Wänden, Rohr- und Lüftungsleitungen.

Gesundheitliche Bewertung

Gegenwärtig lässt sich keine präzise und wissenschaftlich ausreichend begründete Definition der Faktoren, die eine kanzerogene Wirkung von Fasern ausmachen, formulieren.

Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass im Prinzip jede Art hinreichend biobeständiger sowie langer und dünner Staubteilchen eine tumorbildende Wirkung besitzt.

Im Tierversuch wurde für Fasern mit folgenden Abmessungen eine positive Korrelation zwischen Faserzahl und Tumorraten ermittelt:

Verhältnis Länge zu Durchmesser $> 3:1$: Länge $> 5 \mu\text{m}$ und Durchmesser $< 3 \mu\text{m}$. Die kritische Abmessung für die Aufnahme in die menschliche Lunge ist eine Länge von $100 \mu\text{m}$ bis $250 \mu\text{m}$ und ein Durchmesser $\leq 3 \mu\text{m}$.

Aus den bisher vorliegenden Studien lässt sich eine kanzerogene Wirkung von KMF für den Menschen weder bestätigen noch widerlegen. Allerdings wurde in Tierversuchen für nahezu alle anorganischen Fasern eine kanzerogene Wirkung nachgewiesen.

In der MAK- und BAT-Werte-Liste 2001 werden zunächst die verschiedenen Materialien, aus denen Faserstäube bestehen können, zu Gruppen zusammengefasst und diese dann eingestuft. Dabei werden aus Vorsorgegründen alle anorganischen Fasern als krebserregend angesehen.

Ein weiteres Konzept für die gesundheitliche Bewertung von Faserstäuben enthält die TRGS 905. Mit Hilfe einer semi-empirischen Formel wird ein Kanzerogenitätsindex (KI) berechnet, der für die einzelne Faserart charakteristisch ist. Es stellt ein Maß für die Biolöslichkeit einer Faser dar; je kleiner der KI, desto größer das krebserregende Potential der Faser.

Seit dem 01.01.2002 werden KMF-Abfälle grundsätzlich als gefährlicher Abfall eingestuft.

Die Stoffe sind demnach nach der Abfallverzeichnisverordnung (AVV) unter dem Abfallschlüssel 170603* eingestuft. Der Abfallschlüssel hat die Bezeichnung: „anderes Dämmmaterial, das aus gefährlichen Stoffen besteht oder solche Stoffe enthält“.

Künstliche Mineralfasern sind im Rahmen eines Gebäudeabbruchs unter Berücksichtigung der in der TRGS 521 vorgegebenen Arbeitsschutzmaßnahmen auszubauen. Sie sind vom

übrigen Bauschutt getrennt zu halten. Liegt schon eine Mischfraktion vor, darf dies nicht mehr als Bauschutt entsorgt werden. Die Abfälle müssen in reißfeste und staubdichte Big-Bags (Säcke) verpackt werden und sind auf Deponien der Klasse 1 oder 2 abzulagern (Zuordnungswerte beachten!).

KMF, die nachweislich als nicht krebserzeugend eingestuft werden (neue KMF aus dem kontrollierten Rückbau, Verschnitte, etc., KMF mit den RAL-Gütezeichen) werden als nicht gefährlich eingestuft. Diese Abfälle können unter der AVV-Nr. 101103 „Glasfaserabfall“ und 170604 „Dämmmaterial mit Ausnahme desjenigen, das unter 170601 und 170603 fällt“ verwertet werden.

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand erfolgt eine Bewertung der Fasern bezüglich der Einstufung in die Kategorien der krebserzeugenden Stoffe gemäß Anhang 1 der Gefahrstoffverordnung auf der Grundlage des Kanzerogenitätsindexes KI. Der Kanzerogenitätsindex wird mittels folgender Formel berechnet:

$$KI = \sum Na, K, B, Ca, Mg, Ba\text{-Oxide} - 2 \times Al\text{-Oxide}$$

(Na: Natrium, K: Kalium, B: Bor, Ca: Calcium, Mg: Magnesium, Ba: Barium, Al: Aluminium)

Für die Zuordnung des Kanzerogenitätsindexes zu den Kategorien der krebserzeugenden Stoffe gelten gemäß TRGS 905 (Ausgabe 04/2016) folgende Festlegungen:

Tabelle 9: Kategorien des Kanzerogenitätsindexes

Kategorie:	KI	Bedeutung
1B	≤ 30	wahrscheinlich beim Menschen karzinogen.
2	> 30 bis < 40	Verdacht auf karzinogene Wirkung beim Menschen.
keine Einstufung	≥ 40	keine Einstufung als karzinogen

Der mit Hilfe der oben angeführten semi-empirischen Formel berechnete Kanzerogenitätsindex (KI) stellt somit ein Maß für die Biolöslichkeit einer Faser und damit für das krebserzeugende Potential der Faser dar.

Ist die krebserzeugende Wirkung einer Faser festgestellt, gelten zur Entsorgung von Mineralfaserabfällen die Bestimmungen der TRGS 521 - Faserstäube.

9. PAK-haltige Stoffe

Dachbahnen (Dachpappe, Teerpappe, Dachdichtungsbahnen) dienen der Abdichtung von Dächern vor allem von Flachbauten. Sie sind Straßenaufbruchmaterial ähnlich und können nach dem Sortieren bzw. Abtrennen von Fremdstoffen einer energetischen Verwertung als Ersatzbrennstoff z. B. in Zementwerken oder Kohlekraftwerken eingesetzt werden. Zudem ist eine stoffliche Verwertung bei der Herstellung von Straßenbaustoffen möglich. Eine Deponierung ist nicht mehr zulässig.

Die Einstufung erfolgt bei einer unterstellten stofflichen Verwertung analog zu Straßenaufbruch. Zur Einstufung von Straßenaufbruch bzw. Dachbahnen des Merkblatt Nr. 3.4/1 „umweltfachliche Beurteilung der Lagerung, Aufbereitung und Verwertung von Straßenaufbruch“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt vom März 2019 herangezogen, das nachfolgend abschnittsweise zitiert ist.

Straßenaufbruch, der einen PAK-Gehalt von ≤ 10 mg/kg aufweist, wird als Ausbauasphalt bezeichnet. Bei Ausbauasphalt wurden keine Bindemittel eingesetzt, die Pech oder kohlestämmige Öle enthalten. Bei PAK-Gehalten von > 10 bis ≤ 25 mg/kg liegt gering belasteter Ausbauasphalt vor. Ab einer Belastung von > 25 mg/kg PAK ist Straßenaufbruch als pechhaltig einzustufen. Bezüglich Verwertungsverfahren und Einbauweisen sind dann erhöhte Anforderungen zu beachten. Die Einstufung als gefährlicher Abfall erfolgt erst ab einer deutlich höheren PAK-Konzentration von ≥ 1.000 mg/kg (und/oder einem Gehalt an Benzo(a)pyren von ≥ 50 mg/kg). Solches Material erhält den AVV-Abfallschlüssel 170301* kohlenteeerhaltige Bitumengemische. Soweit diese Gehalte unterschritten werden, wird der Abfallschlüssel 170302 „Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 170301 fallen“ zugewiesen.

Gemäß dem Merkblatt 3.4/1 des Bay. LfU kann Straßenaufbruch in folgende verschiedene Klassen an Ausbauasphalt und pechhaltigem Straßenaufbruch unterschieden werden, die nachfolgend aufgeführt sind:

Tabelle 10: Einstufung von Straßenaufbruch

PAK-Gehalt in mg/kg	Bezeichnung	Folge
≤ 10	Ausbauasphalt	Kann i.W. ohne besondere Anforderungen bzgl. -, Boden- und Gewässerschutz verwertet werden
> 10 bis ≤ 25	Ausbauasphalt, gering verunreinigt	Einsatz in ungebundener Form nur unter wasserundurchlässiger Schicht
> 25	Pechhaltiger Straßenaufbruch	Aufbereitung nur im Kaltmischverfahren zulässig. Erhöhte Anforderungen / Einschränkungen bzgl. Verwertung
≥ 1.000	Gefährlicher pechhaltiger Straßenaufbruch	Zuordnung zu Abfallschlüssel 17 03 01*, Einstufung als gefährlicher Abfall nach der AVV

10. PCB-haltige Stoffe

Polychlorierte Biphenyle sind giftige und krebserregende organische Chlorverbindungen. Sie wurden bis in die 1980er Jahre vor allem in Transformatoren, elektrischen Kondensatoren, in Hydraulikanlagen als Hydraulikflüssigkeit sowie als Weichmacher in Lacken, Dichtungsmassen, Isoliermitteln und Kunststoffen verwendet.

In der Verordnung über die Entsorgung polychlorierter Biphenyle, polychlorierter Terphenyle und halogener Monomethyl-Diphenylmethane vom 26.06.2002, also der PCB-Abfallverordnung, erfolgt die grundsätzliche Definition für PCB-haltige Abfälle. Danach bezeichnet PCB im Sinne dieser Verordnung Stoffe, die mehr als 50 mg PCB enthalten.

Die Entsorgung von PCB-haltigen Materialien mit einem PCB-Gehalt von mehr als 50 mg/kg darf nur in einer hierfür nach § 4 Bundesimmissionsschutzgesetz oder § 30 Abs. 2 des KrW-/AbfG zugelassenen Anlage erfolgen.

Besonders zu beachten ist hierbei, dass Stoffe und Materialien, bei denen der Verdacht besteht, dass sie mehr als 50 mg/kg PCB enthalten, als PCB-haltige Stoffe im Sinne dieser Verordnung einzustufen sind, so lange, bis das Gegenteil durch den Abfallerzeuger oder Abfallbesitzer bewiesen ist.

Die Entsorgung von PCB-haltigem Material aus Bau- und Abbrucharbeiten erfolgt unter dem AVV-Abfallschlüssel 17 09 02* „Bau- und Abbruchabfälle, die PCB enthalten.“

11. POP-haltige Stoffe (HBCD)

Persistente organische Schadstoffe (POP) rücken in den letzten Jahren in den Fokus der Umweltbehörden. POP sind chemische Substanzen, die nach ihrer Freisetzung lange in der Umwelt verbleiben, über Nahrungsketten, insbesondere im Fettgewebe, stark akkumulieren und so schließlich Konzentrationen erreichen, welche schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt haben.

Die EU-POP-Verordnung 2019/1021 vom 15.06.2019 schreibt vor, dass POP-haltige Abfälle so beseitigt werden, „dass die darin enthaltenen persistenten organischen Schadstoffe zerstört oder unumkehrbar umgewandelt werden“. Mit einer thermischen Entsorgung dieser Abfälle ist dies gewährleistet. POP-haltige Abfälle sind gesondert zu lagern. Die Anlage zur thermischen Vernichtung muss gemäß der POP-Verordnung dafür geeignet sein.

Zu dieser Stoffgruppe gehört auch das Flammenschutzmittel **Hexabromcyclododecan (HBCD)**, das im Baubereich vor allem in EPS- und XPS-Hartschaumplatten enthalten ist. Ab einem Grenzwert von **1000 mg/kg** gilt HBCD-haltiges Material als POP-Stoff und muss thermisch entsorgt werden. Dies dient dem endgültigen Ausschluss der POP-Stoffe aus der Umwelt. Hierbei ist bei anfallenden POP-Abfällen die POP-Abfall-Überwachungsverordnung zu berücksichtigen, die seit dem 01.08.2017 gilt und ein Verbot und eine Nachweispflicht von HBCD-haltigen Abfällen ab diesem Grenzwert festlegt.

Seit dem 23. März 2016 ist das Inverkehrbringen von Dämmmaterialien mit mehr als 100 mg/kg HBCD in der EU verboten. Übergangsregelungen hierzu liefen 2018 aus.

Gemäß dem Anhang III der Abfall-Rahmenrichtlinie gilt Abfall ab der Konzentrationsgrenze von **30.000 mg/kg** als **gefährlicher Abfall** und ist dementsprechend zu entsorgen.

12. Biologische Gefährdungen

Tierkot, Tierkadaver

Ausscheidungen und Kadaver von Nagetieren, Vögeln und anderen Lebewesen stellen beim Rückbau oder der Sanierung von Gebäuden ein Risiko für die Arbeiter dar. Mit Tierkot verschmutzte Räume sind vor den Arbeiten zu reinigen und zu desinfizieren.

Der Mensch kann sich durch Bakterien, Viren und Schimmelpilze in den Ausscheidungen und den Kadavern mit Krankheitserregern infizieren. Die Aufnahme erfolgt in der Regel über Tröpfchen oder Schmierinfektion, wobei bei Rückbau- und Sanierungsarbeiten aufgewirbelter Staub als besonders gefährlich gilt. Auch können Parasiten auf den Menschen übergehen und in Fall von Taubenkot besteht eine Gefährdung hinsichtlich der ätzenden Wirkung.

Tierkot und Tierkadaver gelten gemäß TRGS 907 „Verzeichnis sensibilisierende Stoffe und von Tätigkeiten mit sensibilisierenden Stoffen“ als sensibilisierende Stoffe. Die Reinigungsarbeiten müssen unter möglichst geringer Staubfreisetzung erfolgen.

Zu beachten sind die Richtlinien:

- TRGS 401“ Gefährdung durch Hautkontakt - Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen“
- TRGS 406 „Sensibilisierende Stoffe für die Atemwege“
- DGUV-Information 201-031 „Gesundheitsgefährdungen durch Taubenkot - Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung nach Biostoffverordnung (BioStoffV)“

Schimmelpilzsporen

Bauteile von Gebäuden die über den Untergrund, die Raumluft oder über defekte Fenster Feuchtigkeit aufnehmen, können in kurzer Zeit von Schimmel befallen werden. Die Schimmelpilze nutzen Holz, Tapeten oder organische Stoffe in Farben und Lacken als Nährstoffe.

Anzeichen eines Schimmelbefalls kann ein muffiger Geruch und farbliche Veränderungen sein.

Das Einatmen von Schimmelpilzsporen kann besonders bei immungeschwächten Menschen, Allergien oder Infektionskrankheiten auslösen.