13. Baustoff-Recycling-Tag:

Folgenabschätzung der Ersatzbaustoff-verordnung auf die Verwertung von Boden-material und Bauschutt an Fallbeispielen

06.10.2010, Filderstadt-Bernhausen

Inhalt

- Ansatz des Forschungsvorhabens
- Vergleichsuntersuchungen an drei Entsorgungsprojekten
  a. Recycling-Baustoff aus einer stationären Baustoffrecycling-Anlage
  b. Bauschutt von einem Gebäuderückbau
  c. Bodenmaterial von einer ehemaligen Schießanlage
- Fazit

Ansatz des Forschungsvorhabens

Wesentliche Änderungen der Ersatzbaustoffverordnung (EBV)* im Vergleich zum bestehenden Regelwerk:

- Umstellung von Schütteleluat W/F 10:1 auf Säuleneluat W/F 2:1
- Änderung der Parameterlisten

→ Folgen der Umstellung nicht berechenbar

→ Vergleichsuntersuchungen an Materialproben erforderlich

- Weitere Änderungen, z. B.
  - Einbauweisen
  - Dokumentation

→ Vergleichsuntersuchungen an realen Projekten

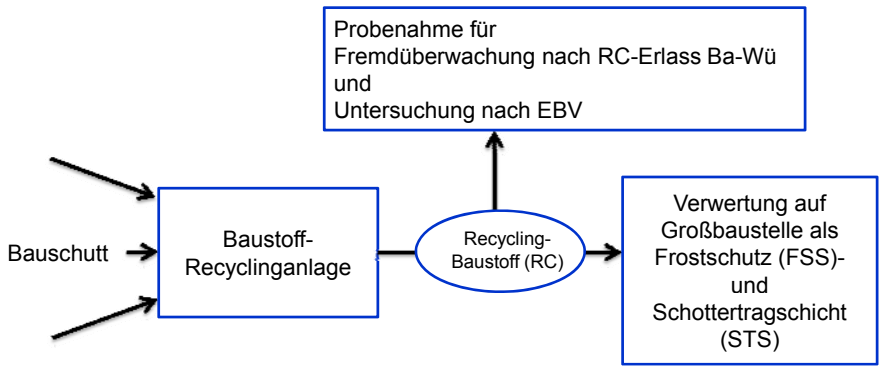
*Arbeitsentwurf Ersatzbaustoffverordnung – Stand: 20.05.2010, download unter *www.euwid- recycling.de/doku. am 21.06.2010*

Vergleichsuntersuchungen an realen Projekten

- Dokumentation von Verwertungs-/ Entsorgungsprojekten nach gültigen Landesregelungen
- Probennahme und Untersuchung projektbegleitend nach EBV
- Verwertungs-/ Entsorgungsplanung nach EBV

Projekt A: Stationäre Baustoff-Recyclinganlage

Systemskizze



Projekt A: Stationäre Baustoff-Recyclinganlage

Untersuchungsergebnisse RC - Erlass, BAWÜ

Nr.	Parameter	Dimension	Zuordnungswerte			Messwert			
			Z1.1	Z1.2	Z2	FSS 0/32	FSS 0/45	STS 0/32	STS 0/45
1	Kohlenwasserstoffe C10 – C25	mg/kg	300	300	1.000	< BG	< BG	< BG	< BG
1.1	Kohlenwasserstoffe C10 – C40	mg/kg	600	600	2.000	161	277	142	173
2	PAK nach EPA	mg/kg	10	15	35	10	13	4	4
3	EOX	mg/kg	3	5	10	< BG	< BG	1	< BG
4	PCB6	mg/kg	0	1	1	< BG	0	0	0
5	Arsen	µg/l	15	30	60	7	< BG	6	6
6	Blei	µg/l	40	100	200	< BG	< BG	< BG	< BG
7	Cadmium	µg/l	2	5	6	< BG	< BG	< BG	< BG
8	Chrom Gesamt	µg/l	30	75	100	9	9	9	10
9	Kupfer	µg/l	50	150	200	3	3	5	5
10	Nickel	µg/l	50	100	100	< BG	< BG	< BG	< BG
11	Quecksilber	µg/l	0,5	1	2	< BG	< BG	< BG	< BG
12	Zink	µg/l	150	300	400	< BG	< BG	< BG	< BG
13	Phenole	µg/l	20	50	100	< BG	< BG	11	< BG
14	Chlorid	mg/l	100	200	300	6	5	4	3
15	Sulfat	mg/l	250	400	600	62	52	37	44
16	pH-Wert	--------	6,5-12,5	6-12,5	5,5-12,5	11,5	11,5	11,6	11,4
17	el. Leitfähigkeit	µS/cm	2500	3000	5000	870	835	1035	716
18	Vanadium	µg/l	---	---	---	21	21	10	16

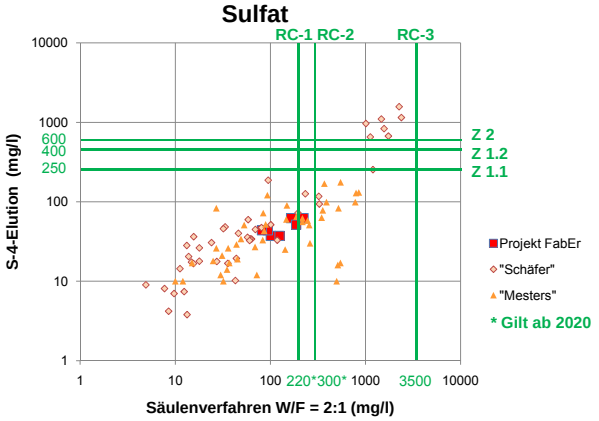
Projekt A: Stationäre Baustoff-Recyclinganlage

Untersuchungsergebnisse EBV

Nr.	Parameter	Dimension	Materialwerte			Messwerte							
			RC-1	RC-2	RC-3	FSS 0/32		FSS 0/45		STS 0/32		STS 0/45	
1	pH-Wert	--------	6,0-13,0	6,0-13,0	6,0-13,0	11,5	11,6	11,7	11,7	11,8	11,7	11,8	11,8
2	el. Leitfähigkeit	µS/cm	2.500	3.200	10.000	1060	1050	1156	1242	1040	957	1003	910
3	Sulfat	mg/l	220	300	3.500	223	165	187	187	101	125	94	82
4	PAK_{15}	µg/l	4,5	12	20	2,1	2,4	3,5	2,8	1,5	1,5	0,9	1,2
5	PAK_{16}	mg/kg	25	25	25	10	10	13	13	4	4	4	4
6	Chrom $_{ges.}$	µg/l	135	555	2.725	18	16	24	23	15	16	20	15
7	Kupfer	µg/l	110	185	300	29	23	38	38	33	35	37	27
8	Vanadium	µg/l	50	990	4.845	77	71	48	45	35	41	32	30

Projekt A: Stationäre Baustoff-Recyclinganlage

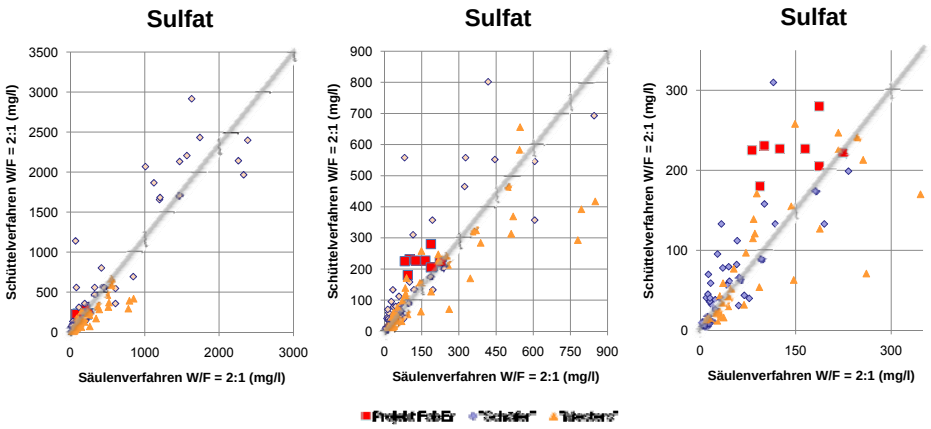
Vergleich S-4-Elution Schüttelverfahren W/F 10:1 mit Säulenverfahren W/F 2:1



Schäfer: Analytische Untersuchung von Bauschuttrecyclingmaterial in Baden-Württemberg 2007/2008
Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)
Mesters /Fischer: Auswirkungen der Materialwerte der EBV auf die Verwertung von RC-Baustoffen
(Stand 1.AE), Vortrag auf Tagung des Umweltkollegs zur Ersatzbaustoffverordnung am 23.04.2010
in Essen, Zeche Zollverein

Projekt A: Stationäre Baustoff-Recyclinganlage

Vergleich Schüttelverfahren W/F 2:1 mit Säulenverfahren W/F 2:1



Projekt A: Stationäre Baustoff-Recyclinganlage

Einbaubedingungen gemäß EBV

Ersatzbaustoff: RC-3							
Einbauweise		Eigenschaften der Grundwasserdeckschicht					
		außerhalb von Wasserschutzgebieten			innerhalb von Wasserschutzgebieten		
			günstig		günstig		
		un-günstig	Sand S	Lehm L / Schluff U Ton	WSG III A HSG III	WSG III B HSG IVI	WVG
		1	2	3	4	5	6
1	Decke bitumen- oder hydraul. gebunden	+	+	+	A	A	A
2	Tragschicht bitumengebunden	+	+	+	+	A	A
3	Unterbau unter Fundament-/Bodenplatten	+	+	+	+	+	+
4	Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln unter gebundener Deckschicht	+	+	+	+	+	+
5	Bodenverfestigung unter geb. Deckschicht	+	+	+	+	+	+
6	Verfüllung von Leitungsgräben unter geb. Decks.	+	+	+	-	+	+
7	Verfüllung von Baugruben unter geb. Deckschicht	+	+	+	-	+	+
8	Asphalttragschicht (teilwasserdurchlässig) unter Pflasterdecken und Plattenbelägen	+	+	+	U	+	+
9	Tragschicht hydraulisch gebunden (Dränbeton) unter Pflaster und Platten	+	+	+	U	+	+
10	Bettung unter Pflaster oder Platten jeweils mit wasserundurchlässiger Fugenabdichtung	+	+	+	+	+	+
11a	Schottertragschicht (ToB) unter geb. Deckschicht	+	+	+	+	+	+
11b	Frostschutzschicht (ToB) unter geb. Deckschicht	-	+[1)]	+	-	-	U
12	Bodenverbesserung unter geb. Deckschicht	-	+[1)]	+	-	-	U
13	Unterbau bis 1 m ab Planum unter gebundener Deckschicht	-	+[1)]	+	-	-	U
14	Dämme und Wälle gemäß Bauweisen A-D nach MTSE sowie Hinterfüllung von Bauwerken im	+	+	+	-	U	+

Legende

1) Zulässig, wenn
Chrom, ges ≤ 1255 µg/l
und wenn
Vanadium ≤ 425 µg/l

U Zugelassen auf
Lehm/Schluff/Ton
(Wasserschutzgebiete)

Einbauort 1

Einbauort 2

Projekt A: Stationäre Baustoff-Recyclinganlage

Projektspezifische Feststellungen

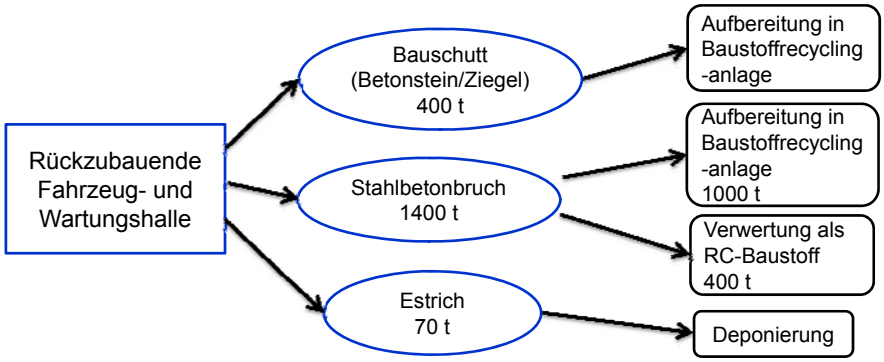
- Untersuchungsergebnisse vergleichbar mit Werten aus anderen Vergleichsuntersuchungen
  - Kritische Parameter: Sulfat, Vanadium
  - Keine Korrelation zw. Säulen- und Schütteleluat
- Auf Großbaustelle auch Einbau von RC-3-Material nach Einbauweisen der EBV möglich
  → Keine Einschränkung der Verwertung durch EBV im vorliegenden Fall
- Durch Dokumentationspflicht höherer Aufwand (für Bauherrn)

Projekt B: Bauschutt von einem Gebäuderückbau

Systemskizze

Rückbau und Fraktionierung der mineralischen Bausubtanz anhand von Voruntersuchungen und Erfahrungswerten

Entsorgung

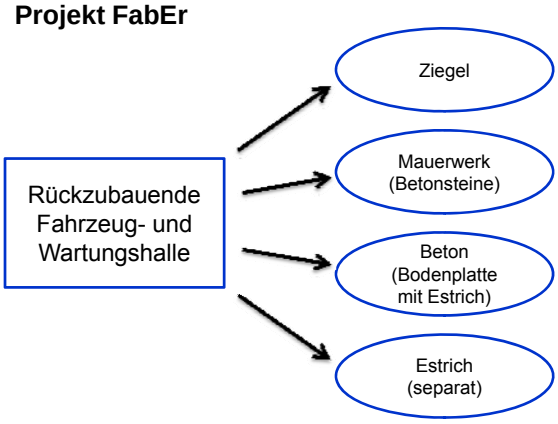


Projekt B: Bauschutt von einem Gebäuderückbau

Vergleichs-untersuchungen Projekt FabEr

Probennahme mittels Kernbohrungen

Analyse / Auswertung nach RC-Erlass Ba-Wü und EBV



Projekt B: Bauschutt von einem Gebäuderückbau

Untersuchungsergebnisse RC - Erlass, BAWÜ

Nr.	Parameter	Dimension	Zuordnungswerte			Messwerte			
			Z1.1	Z1.2	Z2	Ziegel	Mauerwerk	Beton	Estrich
1	Kohlenwasserstoffe C10 – C25	mg/kg	300	300	1.000	94	< BG	229	1.630
1.1	Kohlenwasserstoffe C10 – C40	mg/kg	600	600	2.000	141	< BG	796	5.960
2	PAK nach EPA	mg/kg	10	15	35	0	0	0	0
3	EOX	mg/kg	3	5	10	1	< BG	1	1
4	PCB6	mg/kg	0,15	0,5	1	< BG	< BG	< BG	0,05
5	Arsen	µg/l	15	30	60	< BG	< BG	< BG	< BG
6	Blei	µg/l	40	100	200	< BG	< BG	< BG	< BG
7	Cadmium	µg/l	2	5	6	< BG	< BG	< BG	< BG
8	Chrom Gesamt	µg/l	30	75	100	70	24	20	16
9	Kupfer	µg/l	50	150	200	1	< BG	2	6
10	Nickel	µg/l	50	100	100	< BG	< BG	< BG	< BG
11	Quecksilber	µg/l	0,5	1	2	< BG	< BG	< BG	< BG
12	Zink	µg/l	150	300	400	< BG	< BG	< BG	< BG
13	Phenole	µg/l	20	50	100	< BG	< BG	< BG	6
14	Chlorid	mg/l	100	200	300	2	11	2	16
15	Sulfat	mg/l	250	400	600	149	179	5	3
16	pH-Wert	--------	6,5-12,5	6,0-12,5	5,5-12,5	10,2	9,7	12,5	12,3
17	el. Leitfähigkeit	µS/cm	2.500	3.000	5.000	430	561	6.650	5.360
18	Vanadium	µg/l	---	---	---	66	17	8	< BG

Projekt B: Bauschutt von einem Gebäuderückbau

Untersuchungsergebnisse EBV

Nr.	Parameter	Dimension	Materialwerte			Messwerte			
			RC-1	RC-2	RC-3	Ziegel	Mauer-werk	Beton	Estrich
1	pH-Wert	--------	6,0-13,0	6,0-13,0	6,0-13,0	9,5	8,9	12,8	12,4
2	el. Leitfähigkeit	µS/cm	2.500	3.200	10.000	910	1217	7650	7860
3	Sulfat	mg/l	220	300	3.500	372	394	24	20
4	PAK_{15}	µg/l	4,5	12	20	5,7	5,3	2,2	1,0
5	PAK_{16}	mg/kg	25	25	25	0	0	0	0
6	Chrom $_{ges.}$	µg/l	135	555	2.725	162	50	36	36
7	Kupfer	µg/l	110	185	300	3	6	11	19
8	Vanadium	µg/l	50	990	4.845	75	8	6	< BG

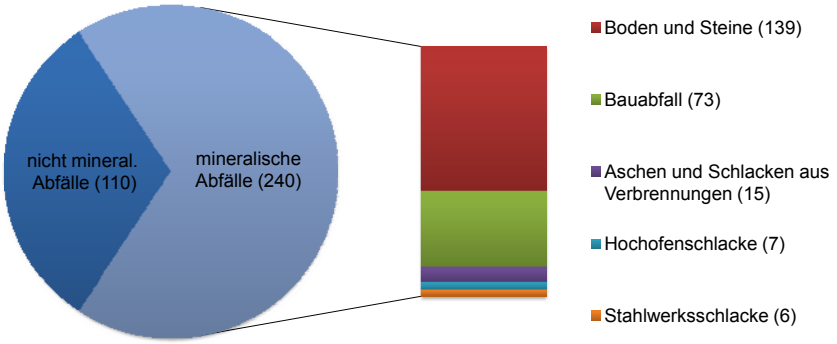
Projekt B: Bauschutt von einem Gebäuderückbau

Projektspezifische Feststellungen

- Kritische Parameter: MKW, Sulfat, PAK_{15}, Vanadium, $Chrom_{ges}$
- Einstufung des mineralölbelasteten Estrichs als RC-1-Material möglich, da
  - Untersuchung auf Kohlenwasserstoffe nach EBV im Säulenkurztest und im ausführlichen Säulenversuch nicht erforderlich
  - keine Regelung bei spezifischen Belastungen, für die EBV keine Materialwerte enthält
  - keine Auflistung der Ausgangsmaterialien für Recycling-Baustoff (RC)

Projekt C: Bodenmaterial ehemalige Schießanlage

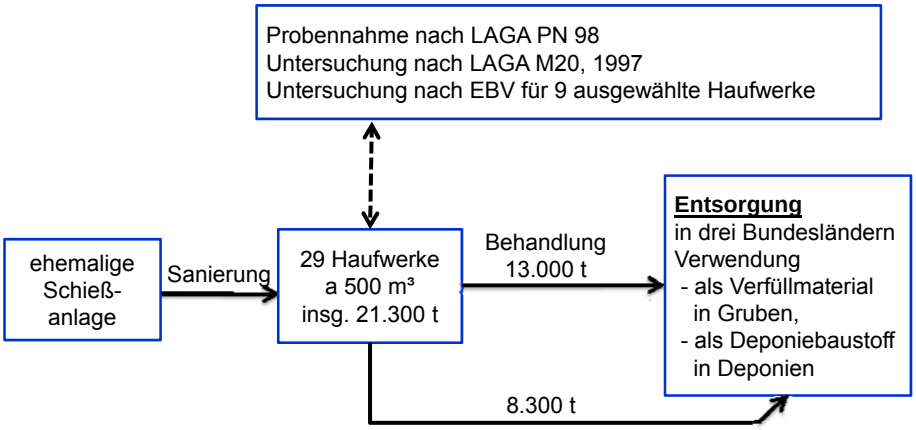
Relevanz von Bodenmaterial



Angaben in Mio. Tonnen

Projekt C: Bodenmaterial ehemalige Schießanlage

Systemskizze



Projekt C: Bodenmaterial ehemalige Schießanlage

LAGA M20 (1997) Untersuchungs-ergebnisse für zwei ausgewählte Haufwerke H6 und H12

Nr.	Parameter	Dimension	Materialwerte				Messwerte	
			Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	H 6	H 12
	Eluate							
1	Arsen	µg/l	10	10	40	60	<BG	<BG
2	Blei	µg/l	20	40	100	200	43	470
3	Cadmium	µg/l	2	2	5	10	<BG	<BG
4	Chrom Gesamt	µg/l	15	30	75	150	<BG	<BG
5	Kupfer	µg/l	50	50	150	300	6	22
6	Nickel	µg/l	40	50	150	200	<BG	<BG
7	Quecksilber	µg/l	0,2	0,2	1	2	<BG	<BG
8	Zink	µg/l	100	100	300	600	<BG	<BG
9	Phenole	µg/l	< 10	10	50	100	<BG	<BG
10	Chlorid	mg/l	10	10	20	30	1	3
11	Sulfat	mg/l	50	50	100	150	<BG	18
12	pH-Wert	-------	6,5-9	6,5-9,5	6-12	5,5-12,5	8,2	8,4
13	elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	500	500	1.000	1.500	112	72
	Feststoffe							
1	Cyanide gesamt	mg/kg TS	1	10	30	100	<BG	<BG
2	EOX	mg/kg TS	1	3	10	15	<BG	<BG
3	Arsen	mg/kg TS	20	30	50	150	20	9,4
4	Blei	mg/kg TS	100	200	300	1.000	3.400	2.400
5	Cadmium	mg/kg TS	0,6	1	3	10	0,3	0,2
6	Chrom Gesamt	mg/kg TS	50	100	200	600	16	15
7	Kupfer	mg/kg TS	40	100	200	600	36	37
8	Nickel	mg/kg TS	40	100	200	600	21	20
9	Quecksilber	mg/kg TS	0,3	1	3	10	0,1	0,12
10	Thallium	mg/kg TS	0,5	1	3	10	0,1	0,1
11	Zink	mg/kg TS	120	300	500	1.500	41	38
12	Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	< 1	300	500	1.000	170	93
13	PCB 6	mg/kg TS	0,06	0,1	0,5	1	<BG	<BG
14	PAK nach EPA (=PAK16)	mg/kg TS	1	5	15	20	17	<BG
15	Benzo(a)pyren	mg/kg TS		0,5	1		1,9	<BG

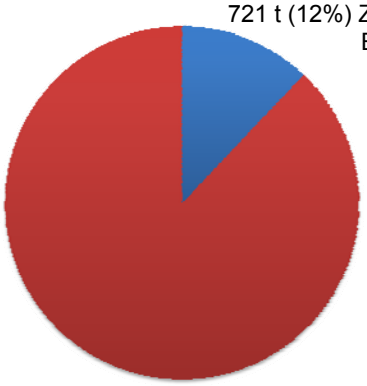
Projekt C: Bodenmaterial ehemalige Schießanlage

EBV Untersuchungs-ergebnisse für zwei ausgewählte Haufwerke H6 und H12

Nr.	Parameter	Dimension	Materialwerte				Messwerte	
			BM-0	BM-1	BM-2	BM-3	H 6	H 12
	Eluate							
1	pH-Wert (20°C)	-	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	5,5-12	8,1	8,1
2	el. Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	350	350	350	2.000	284	298
3	Arsen	µg/l	15	15	15	30	<BG	<BG
4	Blei	µg/l	35	90	250	470	<BG	<BG
5	Cadmium	µg/l	3	3	7,5	15	<BG	<BG
6	Chrom, ges.	µg/l	15	135	300	450	2	1
7	Kupfer	µg/l	30	110	185	350	4	5
8	Nickel	µg/l	30	30	185	350	<BG	<BG
9	Quecksilber, gesamt	µg/l	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	<BG	<BG
10	Zink	µg/l	150	155	850	1.580	<BG	<BG
11	Vanadium	µg/l	30	50	500	1.000	<BG	<BG
12	Molybdän	µg/l	55	55	55	110	<BG	<BG
13	PAK_{15}	µg/l	0,3	4,5	7	20	<BG	<BG
	Feststoffe							
1	Arsen	mg/kg	45	45	45	150	20	9
2	Blei	mg/kg	210	210	210	700	3400	2400
3	Cadmium	mg/kg	3	3	3	10	0	0
4	Chrom, ges	mg/kg	180	180	180	600	16	15
5	Kupfer	mg/kg	120	120	120	400	36	37
6	Nickel	mg/kg	150	150	150	500	21	20
7	Quecksilber	mg/kg	1,5	1,5	1,5	5	0,1	0,1
8	Thallium	mg/kg	2,1	2,1	2,1	7	0,1	0,1
9	Zink	mg/kg	450	450	450	1.500	41	38
10	Cyanide	mg/kg	3	3	3	10	<BG	<BG
11	TOC	mg/kg	5	5	5	5	<BG	<BG
12	EOX	mg/kg	3	3	3	10	<BG	<BG
13	Kohlenwasserstoffe C_{10-22}	mg/kg	300 (600)	300 (600)	300 (600)	1.000 (2.000)	170	93
14	PAK nach EPA (=PAK16)	mg/kg	3	3	9	30	17	<BG

Projekt C: Bodenmaterial ehemalige Schießanlage

Einstufung der 9 Haufwerke, die in Vergleichsuntersuchungen analysiert wurden



721 t (12%) Z2 LAGA M20 (1997)
BM-3 EBV

5.266 t (88%) > Z2 LAGA M20 (1997)
> BM-3 EBV

Projekt C: Bodenmaterial ehemalige Schießanlage

Projektspezifische Feststellungen

- für Einstufung Feststoffwerte maßgebend,
  daher kein Unterschied zwischen Einstufung nach LAGA M20 (1997) und EBV
- Eluatwerte sehr gering,
  wären nur Eluatwerte relevant (Säuleneluat W/F 2/1, 1. Arbeitentwurf EBV),
  Einstufung in BM-0 (8 Haufwerke) bzw. BM-1 (1 Haufwerk) möglich
- ggf. Doppeluntersuchungen erforderlich
  für Verwertung nach EBV bzw. als Verfüllmaterial Säuleneluat W/F 2/1,
  für Verwertung nach Abfallrecht Schütteleluat W/F 10/1

Fazit 1

Elutionsverfahren:

- keine Korrelation zwischen den Ergebnissen der verschiedenen Elutionsverfahren
- Säulenverfahren zur Zeit (noch) aufwendiger und teurer als Schüttelverfahren
- im Abfallrecht weiterhin Schüttelverfahren W/F 10/1

RC-Material:

- seit der Veröffentlichung des 1. Arbeitsentwurfs EBV 2007 eine Reihe von Vergleichsuntersuchungen,
  Datenbasis für Ermittlung von Massenverschiebungen verbessert
- keine Regelung bei spezifischen Belastungen, für die EBV keine Materialwerte enthält
  → Einzelfallregelung wie für Bodenmaterial (EBV § 4, Abs. 3)

Fazit 2

Bodenmaterial:

- Einführung von Feststoffwerten in EBV
  BM-0 = BM-1 = BM-2 = Z1, BM-3 = Z2
  (Z1, Z2 aus LAGA M20, Teil Boden, 2004)
- Die jährlich in Deutschland anfallenden 140 Mio-t Bodenmaterial werden derzeit zu einem erheblichen Teil als Verfüll- und Auffüllmaterial für Abgrabungen und Tagebaue und im Landschaftsbau verwertet.
- Der Änderung der BBodSchV kommt große Bedeutung zu, insbesondere dem neuen § 12 b „Zusätzliche Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Material unterhalb und außerhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht“
- Im Entwurf BBodSchV, §12 b Eluatwerte als wesentliches Kriterium, keine Anforderungen an den Schadstoffgehalt im Feststoff
  (Teil-Arbeitsentwurf einer Verordnung zur Änderung der BBodSchV, Stand 25.05.2010, download unter www.proenvi.de/recht/Recht.php)

Dank

Wir danken

- **der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF)**
  für die finanzielle Förderung des Projekts mit Mitteln des
  Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF)

und den Projektpartnern

- **Ecosoil Süd GmbH, Ulm**
- **Gewerbliches Institut für Umweltanalytik (GIU), Teningen**
- **Industrieverband Steine und Erden Baden-Württemberg e. V. (ISTE),**
- **Landeshauptstadt Stuttgart,**
- **Qualitätssicherungssystem Recycling-Baustoffe Baden-Württemberg e. V. (QRB),**
- **Scherer+Kohl GmbH & Co. KG, Ludwigshafen**
- **Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung vom Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart (VEGAS)**

für die ideelle und materielle Unterstützung