

TEXTE

75/2016

# Überprüfung der Grenzwerte von Metallen in Abfällen, bei deren Überschreitung eine Verwertung mit Metallrückgewinnung der einfachen Abfallverwertung im Versatz oder auf Deponien vorgeht

Langfassung



TEXTE 75/2016

Umweltforschungsplan des  
Bundesministeriums für Umwelt,  
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Forschungskennzahl 3713 33 333  
UBA-FB 002345

## **Überprüfung der Grenzwerte von Metallen in Abfällen, bei deren Überschreitung eine Verwertung mit Metallrückgewinnung der einfachen Abfallverwertung im Versatz oder auf Deponien vorgeht**

von

Günter Dehoust, Peter Küppers, Markus Blepp, Wolfgang Jenseit  
Öko-Institut e.V., Freiburg

Daniel Goldmann, Boris Breitenstein  
Technische Universität Clausthal, Clausthal-Zellerfeld

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

# Impressum

**Herausgeber:**

Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
Fax: +49 340-2103-2285  
info@umweltbundesamt.de  
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

**Durchführung der Studie:**

Öko-Institut e.V.  
Office Berlin  
Schicklerstrasse 5-7  
10179 Berlin

**Abschlussdatum:**

November 2015

**Redaktion:**

Fachgebiet III 2.4 Abfalltechnik  
Bernd Engelmann

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, November 2016

Das diesem Bericht zu Grunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit unter der Forschungskennzahl 3713 33 333 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

## Zusammenfassung

Der effiziente und schonende Umgang mit den natürlichen Ressourcen ist ein zentrales umweltpolitisches Ziel. Aus diesem Grund wurde eine ausdrückliche Ermächtigungsgrundlage in das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) aufgenommen, um durch Rechtsverordnung nach § 43 Abs. 1 Nr. 3 die Deponierung von Abfällen, die bestimmte Metallgehalte aufweisen, ausschließen zu können. Damit sollen die in Abfällen enthaltenen Metalle in geringerem Umfang als bisher dem Stoffkreislauf entzogen werden. Außerdem soll damit dem Erfordernis, die natürlichen Ressourcen zu schonen, verstärkt Rechnung getragen werden. Um zu erkennen, ob dies im derzeit technisch möglichen und wirtschaftlich zumutbaren Umfang rechtlich vorgeschrieben ist, gilt es, das untergesetzliche Regelwerk daraufhin zu überprüfen.

Die Versatzverordnung enthält in Anlage 1 Konzentrationsgrenzwerte für die Metalle Zink, Blei, Kupfer, Zinn, Chrom, Nickel und Eisen. Abfälle, die diese Grenzwerte erreichen, dürfen weder zur Herstellung von Versatzmaterial noch unmittelbar als Versatzmaterial eingesetzt werden, es sei denn, die Rückgewinnung der enthaltenen Metalle ist technisch nicht möglich und wirtschaftlich unzumutbar. Die Deponieverordnung nimmt auf diese Grenzwerte bzgl. der Abfallverwertung auf Deponien ebenfalls Bezug (§ 14 Abs. 2 Nr. 2).

Im Jahr 2007 wurden die Grenzwerte bereits einmal überprüft und bestätigt. Die Überprüfung erfolgte aber nur hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen. In der vorliegenden Studie findet eine erneute Überprüfung statt. Sie beruht auf einem praxisnahen Ansatz, in dem die technische Machbarkeit und die wirtschaftliche Zuträglichkeit insbesondere auch hinsichtlich der Beseitigung und Verwertung auf Deponien zum heutigen Zeitpunkt Untersuchungsgegenstand sind.

## Summary

The efficient and careful use of natural resources is a central goal of environmental policy. For this reason, an explicit legal provision was added to the German Waste Management Act (KrWG) in order to prohibit the landfilling of waste containing certain metals under KrWG § 43 para. 1 no. 3. As a result, the metals contained in waste are to be excluded from the substance cycle to a lesser extent than previously. In addition, the need to conserve natural resources is to be taken into account to a greater degree. To establish whether this need is required by law to a currently technically feasible and economically reasonable degree, it is necessary to review the subsidiary regulatory framework.

The German Ordinance on Underground Waste Stowage (VersatzV) contains in, Appendix 1, maximum concentration levels for zinc, lead, copper, tin, chromium, nickel and iron. It is not permitted for waste that exceeds these concentration limits to be used for the production of backfill material or directly as backfill, unless the recovery of the metals contained therein is not technically possible and not economically reasonable. The German Landfill Ordinance (DepV) also includes these concentration limits in the context of waste recycling in landfills (§ 14 para. 2 no. 2).

These maximum concentration levels have already been reviewed and confirmed once in 2007. However, the review focused on their environmental impacts only. In the present study a new review is conducted, taking a practice-oriented approach which focuses on the technical feasibility and the economic effectiveness – particularly in view of disposal and recovery at landfills – at the current time.

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	10
Tabellenverzeichnis.....	12
1 Einleitung und Ziel.....	16
1.1 Einleitung.....	16
1.2 Ziele.....	16
2 Vorgehen.....	17
3 Auswahl der Metalle.....	18
3.1 Antimon.....	19
3.2 Kobalt.....	20
3.3 Stahlveredler – Molybdän / Mangan / Vanadium / Niob.....	20
3.3.1 Molybdän.....	20
3.3.2 Mangan.....	20
3.3.3 Vanadium.....	21
3.3.4 Niob.....	21
3.4 Tantal.....	21
3.5 Wolfram.....	22
4 Vorauswahl der Abfälle für die Befragung.....	23
4.1 Ermittlung der Massen und Metallgehalte.....	23
4.2 Auswahl.....	24
5 Recyclingverfahren.....	30
5.1 Übersicht.....	30
5.2 DK Prozess.....	35
5.3 Wälzverfahren im Drehrohrofen.....	36
5.4 Sekundärhütten Berzelius.....	36
5.5 Varta Recycling GmbH.....	37
5.6 Verfahren im Bereich der Verzinkung.....	38
5.6.1 Elektroreduktionsverfahren.....	38
5.6.2 Plasmaverfahren.....	38
5.6.3 Metallhütte von Umicore.....	39
5.7 Nickelhütte Aue.....	39
5.8 Sekundärkupferhütte in Lünen Aurubis.....	40
5.9 Drehherd-Direktreduktionsverfahren.....	41
5.10 Weitere Verfahren und Anlagen.....	41

6	Auswertung der eingeholten Informationen .....	44
6.1	Recycler.....	45
6.1.1	Wälzverfahren .....	45
6.1.2	DK-Prozess .....	47
6.1.3	Bleihütten.....	48
6.1.4	Elektroreduktionsverfahren .....	49
6.1.5	Plasmaverfahren.....	50
6.1.6	Nickelhütten.....	50
6.1.7	Kupferhütten.....	51
6.1.8	Mechanische Verfahren.....	52
6.2	Betreiber von Versatzbergwerken und Deponien.....	52
6.3	Vergleich derzeitige Grenzwerte und Annahmebegrenzungen .....	53
6.3.1	Eisen.....	53
6.3.2	Zink .....	53
6.3.3	Nickel .....	53
6.3.4	Molybdän.....	53
6.4	Hinweise bezüglich der Senkung bestehender und der Festlegung neuer Grenzwertkonzentrationen .....	53
6.5	Abgleich der Analysedaten aus der Abfrage mit denen aus ABANDA.....	54
7	Auswahl der Abfallarten, die für die Aufbereitungsversuche und Analysen in Frage kommen.....	55
7.1	Vorgehensweise .....	55
7.2	Ranking der Abfallarten mit den höchsten Frachten je Metall.....	55
7.2.1	Blei (Pb).....	56
7.2.2	Chrom (Cr).....	57
7.2.3	Eisen (Fe).....	57
7.2.4	Kupfer (Cu) .....	58
7.2.5	Nickel (Ni).....	59
7.2.6	Zink (Zn) .....	60
7.2.7	Zinn (Sn).....	62
7.2.8	Antimon (Sb) .....	62
7.2.9	Kobalt (Co).....	63
7.2.10	Mangan (Mn).....	64
7.2.11	Molybdän (Mo).....	65
7.2.12	Niob (Nb) .....	66

7.2.13 Tantal (Ta).....	66
7.2.14 Vanadium (V).....	66
7.2.15 Wolfram (W).....	67
7.3 Kurze Beschreibung der ausgewählten Abfallarten.....	67
7.3.1 AVV-Nr. 06 03 15* „Metalloxide <i>aus anorganisch-chemischen Prozessen</i> , die Schwermetalle enthalten“ .....	68
7.3.2 AVV-Nr. 10 01 01 „Rost- und Kesselasche, Schlacke und Kesselstaub <i>aus Kraftwerken und sonstigen Prozessen außer Abfallverbrennung</i> mit Ausnahme von Kesselstaub, der unter 10 01 04 (Ölfeuerung) fällt“ .....	69
7.3.3 AVV-Nr. 10 02 02 „unbearbeitete Schlacke <i>aus der Eisen- und Stahlindustrie</i> “ .....	70
7.3.4 AVV-Nr. 10 04 01* „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) <i>aus der thermischen Bleimetallurgie</i> “ .....	72
7.3.5 AVV-Nr. 10 05 01 „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) <i>aus der thermischen Zinkmetallurgie</i> “ .....	73
7.3.6 AVV-Nr. 10 06 01 „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) <i>aus der thermischen Kupfermetallurgie</i> “ .....	74
7.3.7 AVV-Nr. 10 09 10 „Filterstaub <i>vom Gießen von Eisen und Stahl</i> mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09* fällt“ .....	75
7.3.8 AVV-Nr. 11 01 08* „Phosphatierschlämme“ .....	78
7.3.9 AVV-Nr. 11 01 09* „Schlämme und Filterkuchen <i>aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten</i> “ .....	80
7.3.10 AVV-Nr. 11 02 02* „Schlämme <i>aus der Zink-Hydrometallurgie</i> (einschließlich Jarosit, Goethit)“ .....	82
7.3.11 AVV-Nr. 12 01 14* „Bearbeitungsschlämme <i>aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen, die gefährliche Stoffe enthalten</i> “ .....	83
7.3.12 AVV-Nr. 19 01 13* „Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält“ .....	86
7.3.13 AVV-Nr. 19 02 05* „Schlämme <i>aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten</i> “ .....	87
7.3.14 AVV-Nr. 19 10 04 „Schredderleichtfraktion und Staub <i>aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen</i> mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 03* fallen“ .....	90
8 Untersuchungen der ausgewählten Abfallarten.....	94
8.1 Analytik.....	94
8.1.1 AVV-Nr. 10 02 02, „Unbearbeitete Schlacke <i>aus der Eisen- und Stahlindustrie</i> “ .....	95
8.1.2 AVV-Nr. 10 04 01, „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) <i>aus der thermischen Bleimetallurgie</i> “ .....	97

8.1.3	AVV-Nr. 10 05 01, „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Zinkmetallurgie“ .....	99
8.1.4	AVV-Nr. 11 02 02, <i>Schlämme aus der Hydrometallurgie von Zink</i> .....	101
8.1.5	AVV-Nr. 11 01 09*, „Schlämme und Filterkuchen aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten“ (Abfall 1 - Schlamm).....	102
8.1.6	AVV-Nr. 11 01 09*, „Schlämme und Filterkuchen aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten“ (Abfall 2 – Filterkuchen) .....	104
8.1.7	AVV-Nr. 19 01 13*, „Filterstaub der gefährliche Stoffe enthält“ .....	106
8.2	Vergleich der Analyseergebnisse mit den bestehenden Grenzwerten.....	107
8.3	Vergleich der Analyseergebnisse mit der Abbauwürdigkeit von Erzen .....	108
8.4	Betrachtung der bisher nicht reglementierten Metalle.....	109
8.5	Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse .....	110
8.6	Zusammenfassung der Entsorgungssituationen bei den analysierten Abfällen .....	111
9	Neue Aufbereitungsstrategien .....	112
9.1	Entwicklung neuer Aufbereitungstechnologien.....	112
9.2	Elektrodynamische Fragmentierung.....	113
9.3	BIOLEACHING .....	113
9.4	Sortierverfahren.....	114
9.5	Fazit.....	115
10	Vorschlag für die Umsetzung der Untersuchungsergebnisse in ein Regelungskonzept.....	116
10.1	Grenzwertregelungen .....	116
10.1.1	Anpassung der Grenzwerte.....	116
10.1.2	Ausweitung der Regelung auf Abfälle, die auf Deponien beseitigt werden .....	119
10.1.3	Festlegung einer Positivliste.....	121
10.2	Regelung von Ausnahmen .....	121
10.3	Ergänzende Maßnahmen zur Steigerung des Recyclings.....	122
11	Ausblick.....	124
12	Quellenverzeichnis.....	125
13	Anhang 1: Statistische Daten zu den in Frage kommenden Abfällen .....	127
14	Anhang 2: Analysendaten aus ABANDA zu den geregelten Metallen in den in Frage kommenden Abfällen.....	139
15	Anhang 3: Analysendaten aus ABANDA zu den weiteren ausgewählten Metallen in den in Frage kommenden Abfällen .....	155
16	Anhang 4: Frachten der geregelten und der weiteren ausgewählten Metalle in den ausgewählten Abfällen je Jahr .....	169

17	Anhang 5: Begleitschreiben für den Versand der Fragebögen .....	178
18	Anhang 6: Fragebögen.....	181
	18.1 Fragebogen für Betreiber von Deponien und Versatzbergwerken.....	182
	18.2 Fragebogen für die Länder.....	191
	18.3 Fragebogen für Recycler und Aufbereiter .....	200
19	Anhang 7: Angeschriebene Beteiligte und Rückläufe .....	210
20	Anhang 8: Abgleich der Analysendaten aus der Abfrage mit denen aus ABANDA .....	211

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1:	Verbrauch und Import von relevanten Metallen [Angerer et al. 2009] .....	18
Abbildung 3-2:	Ökonomische Bedeutung und Versorgungsrisiko von 41 Materialien [EU 2013] .....	19
Abbildung 5-1:	Prozessflussbild Nickelhütte GmbH [Quelle: Nickelhütte GmbH] .	40
Abbildung 7-1:	Schematische Darstellung des Entstehungsprozesses von Abfällen vom Gießen von Eisen und Stahl (ABAG-itm nach IP@ 2014).....	77
Abbildung 7-2:	Schematische Darstellung des Entstehungsprozesses von Schlämmen und Filterkuchen <i>aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen</i> (ABAG-itm 2007 zitiert nach IP@ 2014).....	81
Abbildung 7-3:	Schematische Darstellung des Entstehungsprozesses von Schlämmen aus der Metallverarbeitung [ABAG-itm 2007, zitiert nach IP@ 2014] .....	85
Abbildung 7-4:	Schematische Darstellung des Entstehungsprozesses von Schlämmen aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen [IP@ 2014].....	89
Abbildung 7-5:	Schematische Darstellung des Entstehungsprozesses von Schredderleichtfraktion (SLF) und Staub <i>aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen</i> .....	92
Abbildung 8-1:	Kristalline Hauptphasen des Abfalls AVV-Nr. 10 02 02, „Unbearbeitete Schlacke aus der Eisen- und Stahlindustrie“ .....	96
Abbildung 8-2:	Kristalline Hauptphasen des Abfalls AVV-Nr. 10 04 01, „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Bleimetallurgie“	98
Abbildung 8-3:	kristalline Hauptphasen des Abfalls AVV-Nr. 10 05 01, „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Zinkmetallurgie“ .....	100
Abbildung 8-4:	Kristalline Hauptphasen des Abfalls AVV-Nr. 11 02 02, Schlämme aus der Hydrometallurgie von Zink.....	101
Abbildung 8-5:	Kristalline Hauptphasen des Abfalls AVV-Nr. 11 01 09*, „Schlämme und Filterkuchen aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten“ (Abfall 1 - Schlamm).....	103
Abbildung 8-6:	Kristalline Hauptphasen des Abfalls AVV-Nr. 11 01 09*, „Schlämme und Filterkuchen aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten“ (Abfall 2 – Filterkuchen).....	105
Abbildung 8-7:	Kristalline Hauptphasen des Abfalls 19 01 13*, „Filterstaub der gefährliche Stoffe enthält“ .....	106



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Aktuelle Preise der in die Vorauswahl aufgenommenen Metalle	19
Tabelle 4-1:	Grenzwertkonzentrationen und für die Abfrage verwendete Konzentrationen der geregelten Metalle .....	24
Tabelle 4-2:	Für die Abfrage verwendete Konzentrationen der nicht geregelten Metalle .....	24
Tabelle 4-3:	Für die Abfrage von Analysedaten ausgewählte Abfallarten .....	25
Tabelle 5-1:	Recyclingprozesse für die Aufbereitung von metallhaltigen Abfällen [vgl. auch Öko-Institut 2007 und IFEU 2007] .....	31
Tabelle 6-1:	Beschränkungen für Metallgehalte beim Wälzverfahren.....	45
Tabelle 6-2:	Annahmekriterien für den DK-Prozess .....	47
Tabelle 7-1:	Ranking der Abfallarten mit den höchsten Bleifrachten.....	56
Tabelle 7-2:	Ranking der Abfallarten mit den höchsten Chromfrachten .....	57
Tabelle 7-3:	Ranking der Abfallarten mit den höchsten Eisenfrachten .....	58
Tabelle 7-4:	Ranking der Abfallarten mit den höchsten Kupferfrachten.....	59
Tabelle 7-5:	Ranking der Abfallarten mit den höchsten Nickelfrachten .....	60
Tabelle 7-6:	Ranking der Abfallarten mit den höchsten Zinkfrachten.....	61
Tabelle 7-7:	Ranking der Abfallarten mit den höchsten Zinnfrachten .....	62
Tabelle 7-8:	Ranking der Abfallarten mit den höchsten Antimonfrachten .....	63
Tabelle 7-9:	Ranking der Abfallarten mit den höchsten Cobaltfrachten .....	64
Tabelle 7-10:	Ranking der Abfallarten mit den höchsten Manganfrachten .....	65
Tabelle 7-11:	Ranking der Abfallarten mit den höchsten Molybdänfrachten .....	66
Tabelle 7-12:	Ranking der Abfallarten mit den höchsten Vanadiumfrachten .....	67
Tabelle 7-13:	Ranking der Abfallarten mit den höchsten Wolframfrachten.....	67
Tabelle 7-14:	Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 06 03 15* „Metalloxide aus anorganisch-chemischen Prozessen, die Schwermetalle enthalten“ .....	69
Tabelle 7-15:	Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 10 01 01 „Rost- und Kesselasche, Schlacke und Kesselstaub aus Kraftwerken und sonstigen Prozessen außer Abfallverbrennung mit Ausnahme von Kesselstaub, der unter 10 01 04 fällt“ .....	70
Tabelle 7-16:	Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 10 02 02 „unbearbeitete Schlacke aus der Eisen- und Stahlindustrie“ .....	71
Tabelle 7-17:	Charakteristische Zusammensetzung von Elektroofenschlacke im Vergleich zu Hochofen- und LD-Schlacke sowie sonstige Schlacken.....	72

Tabelle 7-18:	Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 10 04 01* „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) <i>aus der thermischen Bleimetallurgie</i> “ .....73	73
Tabelle 7-19:	Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 10 05 01 „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) <i>aus der thermischen Zinkmetallurgie</i> “ .....74	74
Tabelle 7-20:	Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 10 06 01 „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Kupfermetallurgie“ .....75	75
Tabelle 7-21:	Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 10 09 10 „Filterstaub <i>vom Gießen von Eisen und Stahl</i> mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09* fällt“ .....76	76
Tabelle 7-22:	Charakteristische Zusammensetzung von Abfällen vom Gießen von Eisen und Stahl (IP@ 2014) .....78	78
Tabelle 7-23:	Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 11 01 08* „Phosphatierschlämme“ .....79	79
Tabelle 7-24:	Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 11 01 09* „Schlämme und Filterkuchen <i>aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen</i> , die gefährliche Stoffe enthalten“ .....80	80
Tabelle 7-25:	Charakteristische Zusammensetzung von Schlämmen und Filterkuchen <i>aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen</i> (IP@ 2014) .....82	82
Tabelle 7-26:	Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 11 02 02* „Schlämme aus der Zink-Hydrometallurgie (einschließlich Jarosit, Goethit)“ .....83	83
Tabelle 7-27:	Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 12 01 14* „Bearbeitungsschlämme <i>aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen</i> , die gefährliche Stoffe enthalten“ .....83	83
Tabelle 7-28:	Charakteristische Zusammensetzung von Bearbeitungsschlämmen <i>aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen</i> .....86	86
Tabelle 7-29:	Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 19 01 13* „Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält“ .....87	87
Tabelle 7-30:	Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 19 02 05* „Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten“ .....88	88
Tabelle 7-31:	Charakteristische Zusammensetzung von Schlämmen aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen [IP@ 2014] ...90	90

Tabelle 7-32:	Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 19 10 04 „Schredderleichtfraktion und Staub <i>aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen</i> mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 03* fallen“ .....91
Tabelle 7-33:	Charakteristische Zusammensetzung der Schredderleichtfraktion und des Staubes <i>aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen</i> .....93
Tabelle 8-1:	Übersicht der für die Untersuchungen ausgewählten Abfälle .....94
Tabelle 8-2:	Metallgehalte des Abfalls AVV-Nr. 10 02 02, „Unbearbeitete Schlacke aus der Eisen- und Stahlindustrie“ .....95
Tabelle 8-3:	Metallgehalte des Abfalls AVV-Nr. 10 02 02, „Unbearbeitete Schlacke aus der Eisen- und Stahlindustrie“ .....96
Tabelle 8-4:	Metallgehalte des Abfalls AVV-Nr. 10 04 01, „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Bleimetallurgie“ .....98
Tabelle 8-5:	Metallgehalte des Abfalls AVV-Nr. 10 05 01, „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Zinkmetallurgie“ .....99
Tabelle 8-6:	Metallgehalte des Abfalls AVV-Nr. 11 02 02, Schlämme aus der Hydrometallurgie von Zink..... 101
Tabelle 8-7:	Metallgehalte des Abfalls AVV-Nr. 11 01 09*, „Schlämme und Filterkuchen aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten“ (Abfall 1 - Schlamm)..... 103
Tabelle 8-8:	Metallgehalte des Abfalls AVV-Nr. 11 01 09*, „Schlämme und Filterkuchen aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten“ (Abfall 2 – Filterkuchen)..... 104
Tabelle 8-9:	Metallgehalte des Abfalls 19 01 13*, „Filterstaub der gefährliche Stoffe enthält“ ..... 106
Tabelle 8-10:	Gegenüberstellung der analysierten Metallgehalte mit den bestehenden Grenzwerten ..... 108
Tabelle 8-11:	Gegenüberstellung der analysierten Metallgehalte mit der Abbauwürdigkeit von Erzen (Untergrenze) ..... 109
Tabelle 8-12:	Übersicht der Metallgehalte der nicht reglementierten Metalle 110
Tabelle 10-1:	Gegenüberstellung der derzeitigen und der vorgeschlagenen Grenzwertkonzentrationen (die geänderten Werte sind fett gedruckt) ..... 117
Tabelle 10-2:	Potenziale an Metallfrachten für ein Recycling in Abhängigkeit der Grenzwertkonzentrationen unter Berücksichtigung der Durchschnittswerte der Datensätze aus ABANDA..... 118
Tabelle 10-3:	Potenziale an Metallfrachten für ein Recycling in Abhängigkeit der Grenzwertkonzentrationen unter Berücksichtigung der Durchschnittswerte der Datensätze aus ABANDA und der Daten aus der Fragenbogenaktion ..... 119

Tabelle 10-4:	Metallfrachten aus Abfällen zur Ablagerung auf Deponien und deren prozentualer Anteil aus den ermittelten Gesamtfrachten (Potenzial der ausgewählten Abfälle) für die bisher geregelten Metalle .....	120
Tabelle 10-5:	Metallfrachten aus Abfällen zur Ablagerung auf Deponien und deren prozentualer Anteil aus den ermittelten Gesamtfrachten (Potenzial der ausgewählten Abfälle) für die bisher noch nicht geregelten Metalle .....	120
Tabelle 1.1:	Auf Deponien verbrachte, im Deponiebau verwendete und in Bergwerken versetzte Abfallarten und ihre Massen in den Jahren 2011 und 2010 (Statistisches Bundesamt 2013) (Statistisches Bundesamt 2012).....	128
Tabelle 2.1:	Analysedaten (Mittelwerte und Anzahl der Analysen (N) der geregelten Metalle (Nordrhein-Westfalen 2013).....	140
Tabelle 3.1:	Analysedaten (Mittelwerte und Anzahl der Analysen (N) der ausgewählten weiteren Metalle (Nordrhein-Westfalen 2013)....	156
Tabelle 4.1:	Frachten der geregelten und der weiteren ausgewählten Metalle in den ausgewählten Abfällen je Jahr (Die größere jährliche Abfallmenge aus 2010 bzw. 2011, die in einem Jahr verloren gehen .....	170
Tabelle 8.1:	Blei .....	211
Tabelle 8.2:	Kupfer .....	217
Tabelle 8.3:	Nickel .....	223
Tabelle 8.4:	Eisen.....	228
Tabelle 8.5:	Chrom gesamt .....	233
Tabelle 8.6:	Zink .....	237
Tabelle 8.7:	Zinn.....	241
Tabelle 8.8:	Antimon .....	245
Tabelle 8.9:	Kobalt.....	250
Tabelle 8.10:	Mangan.....	254
Tabelle 8.11:	Molybdän .....	258
Tabelle 8.12:	Vanadium.....	258

# 1 Einleitung und Ziel

## 1.1 Einleitung

Die Bundesrepublik Deutschland unternimmt große Anstrengungen, den Schutz natürlicher Ressourcen zu optimieren. Der effiziente und schonende Umgang mit den natürlichen Ressourcen ist ein zentrales umweltpolitisches Ziel. Neben dem Schutz der Artenvielfalt, der Umweltmedien Wasser, Boden und Luft sowie der Fläche gehört hierzu auch die Schonung von Rohstoffquellen. Der Bundestag hat daher bei der Verabschiedung des Gesetzes zur Neuordnung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallrechts die EntschlieÙung 17/7505 (neu) angenommen, nach der die „Abfallwirtschaft wesentlich stärker in eine Ressourcen schonende Materialwirtschaft eingebunden“ werden soll. Der Abfallwirtschaft komme „eine immer stärkere Bedeutung als Lieferant von Rohstoffen zu“. Darüber hinaus wurde im Bundesratsverfahren eine ausdrückliche Ermächtigungsgrundlage in das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) aufgenommen, um durch Rechtsverordnung nach § 43 Abs. 1 Nr. 3 die Deponierung von Abfällen, die bestimmte wertvolle Metallgehalte aufweisen, ausschließen zu können. Damit sollen die in Abfällen enthaltenen Metalle in geringerem Umfang als bisher dem Stoffkreislauf entzogen werden. Außerdem soll damit dem Erfordernis, die natürlichen Ressourcen zu schonen, verstärkt Rechnung getragen werden. Um zu erkennen, ob dies im derzeit technisch möglichen und wirtschaftlich zumutbaren Umfang rechtlich vorgeschrieben ist, gilt es, das untergesetzliche Regelwerk daraufhin zu überprüfen.

Die Versatzverordnung enthält hierzu in Anlage 1 Konzentrationsgrenzwerte für die Metalle Zink, Blei, Kupfer, Zinn, Chrom, Nickel und Eisen. Abfälle, die diese Grenzwerte erreichen, dürfen weder zur Herstellung von Versatzmaterial noch unmittelbar als Versatzmaterial eingesetzt werden, es sei denn, die Rückgewinnung der enthaltenen Metalle ist technisch nicht möglich und wirtschaftlich unzumutbar. Die Deponieverordnung nimmt auf diese Grenzwerte bzgl. der Abfallverwertung auf Deponien ebenfalls Bezug (§ 14 Abs. 2 Nr. 2).

Im Jahr 2007 wurden die Grenzwerte bereits einmal überprüft und bestätigt. Die Überprüfung erfolgte aber nur hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen. Eine erneute Überprüfung soll daher auf einem praxisnahen Ansatz beruhen, in dem die technische Machbarkeit und die wirtschaftliche Zutraglichkeit insbesondere auch hinsichtlich der Beseitigung und Verwertung auf Deponien zum heutigen Zeitpunkt Untersuchungsgegenstand sind.

## 1.2 Ziele

Das Ziel des Forschungsvorhabens ist die Beantwortung folgender Fragen:

- Können die Grenzwerte für die Metallgehalte in der Versatzverordnung herabgesetzt werden, und wenn ja, auf welche Werte?
- Sollen für weitere Metalle Grenzwerte eingeführt werden, und wenn ja, in welcher Höhe und für welche Metalle?
- Sollen für die Verwertung von Abfällen auf Deponien weiterhin die gleichen Grenzwerte gelten wie für die Verwertung als Versatzmaterial, und wenn nein, welche Grenzwerte sollten eingeführt werden?
- Sollen entsprechende Grenzwerte auch für Abfälle vorgegeben werden, die auf Deponien abgelagert werden?

## 2 Vorgehen

Zur Beantwortung der aufgeworfenen Fragen wurde wie folgt vorgegangen:

- die Bestimmung der relevanten Abfallarten (Relevanz aufgrund der anfallenden Menge und/oder hoher Metallgehalte) mit höheren Gehalten an Zink, Blei, Kupfer, Zinn, Chrom, Nickel und Eisen, die im Bergversatz verwendet werden und Herleitung der Metallgehalte,
- die begründete Auswahl weiterer Metalle, z. B. aufgrund von Häufigkeit des Vorkommens, Nachfrage und Rückgewinnbarkeit, sowie die Bestimmung der relevanten Abfallarten, in denen diese vorkommen, Recherche der Metallgehalte, soweit notwendig durch Analysen,
- die Auswahl von sieben mengenmäßig relevanten mineralischen Abfallarten, die an Deponien angeliefert werden und die aufgrund ihrer Herkunft höhere Gehalte an Zink, Blei, Kupfer, Zinn, Chrom, Nickel und Eisen vermuten lassen, sowie Recherche der Mengen und der Metallgehalte, soweit notwendig durch Analysen,
- die Darlegung der Auftretens-/Bindungsformen der Metalle in den oben bestimmten Abfallarten,
- die Ermittlung der Aufbereitungsverfahren zur Aufkonzentration der Metalle und der metallurgischen Gewinnungsverfahren,
- für die vorher benannten Abfallarten die Bestimmung (Bergversatz) bzw. die Schätzung (Deponie) der heute technisch möglichen und der aufgrund der wirtschaftlichen Zumutbarkeit tatsächlichen Metallrückgewinnungsanteile und -mengen,

### 3 Auswahl der Metalle

Neben den bereits geregelten Metallen Blei, Chrom, Eisen, Kupfer, Nickel, Zink und Zinn werden zunächst weitere acht Metalle vorgeschlagen, für die eine Festsetzung von Recyclinggrenzwerten im Rahmen dieser Studie untersucht werden soll:

- Antimon,
- Kobalt,
- Mangan,
- Molybdän,
- Niob,
- Tantal,
- Vanadium und
- Wolfram.

Im Verlaufe der Studie werden daraus die drei bis vier am ehesten zur Festsetzung von Grenzwerten geeigneten Metalle ausgewählt, die im Rahmen von Analysen detaillierter betrachtet werden.

Die vorläufige Auswahl der weiteren Metalle orientiert sich an

- dem Wert der einzelnen Metalle,
- der Abhängigkeit von Importen,
- der Versorgungssicherheit und
- der Bedeutung als Rohstoff für die Industrie.

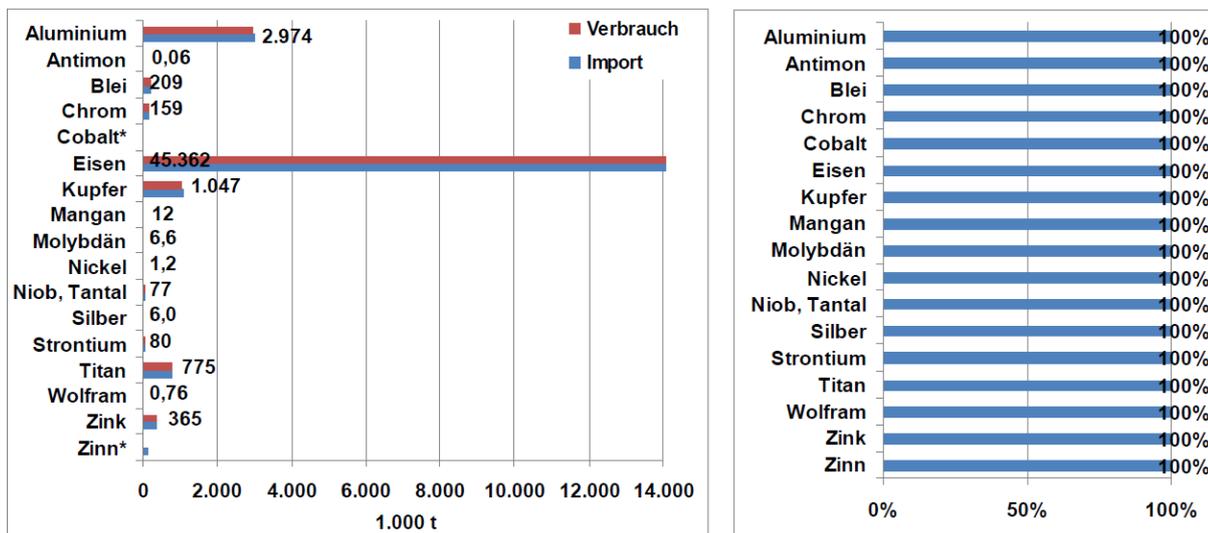


Abbildung 3-1: Verbrauch und Import von relevanten Metallen [Angerer et al. 2009]

Wie Abbildung 3-1 in der rechten Grafik zeigt, werden alle Elemente, die in die vorläufige Auswahl aufgenommen wurden, zu 100 % für die deutsche Wirtschaft importiert. In Abbildung 3-2 wurden die ausgewählten Metalle rot markiert. Die Grafik zeigt gut, dass diese alle in der Versorgungssicherheit als eher kritisch bis sehr kritisch eingestuft werden und eine hohe sehr hohe wirtschaftliche Bedeutung haben.

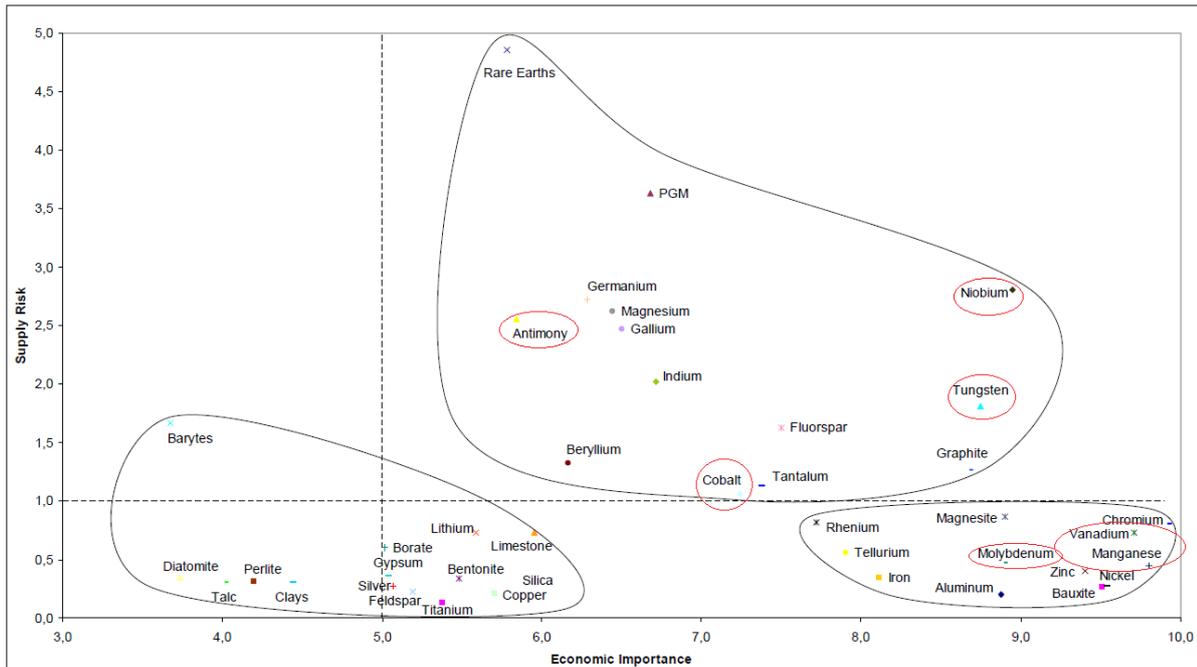


Abbildung 3-2: Ökonomische Bedeutung und Versorgungsrisiko von 41 Materialien [EU 2013]

Tabelle 3-1: Aktuelle Preise der in die Vorauswahl aufgenommenen Metalle

Stoff	Preis in €/kg (Stand November 2013)
Antimon	7,06
Kobalt	19,13
Mangan	1,69
Molybdän (Oxid)	15,62
Niob	(kein Preis abrufbar)
Tantal	390,01
Vanadium	18,03
Wolfram	34,21

### 3.1 Antimon

Der Verbrauch von Antimon in Deutschland ist zwischen 2004 und 2008 um über 30 % auf 13.000 – 15.000 Mg/a gestiegen. Antimon wird vorwiegend als Additiv bzw. Mittler (Synergist) halogenhaltiger Flammenschutzmittel in Kunststoffen und zur Härtung von Bleikomponenten in Starterbatterien eingesetzt. In Deutschland ist insbesondere die kunststoffverarbeitende Industrie abhängig von einer gesicherten Antimonversorgung aus dem Ausland. Besonders hoch ist das Länderrisiko für die globale Produktion wegen der starken Konzentration auf die VR China. Die Konsolidierung des Antimonsektors in der VR China (Schließung illegaler Minen, Verbesserung des Umweltschutzes) begrenzt derzeit und in naher Zukunft das auf dem Weltmarkt verfügbare Angebot. Es besteht daher kurz- bis mittelfristig dringender Handlungsbedarf, um eine weitere Versorgung mit Antimon sicherzustellen. Es ist davon auszugehen, dass die Produktionsketten mit den Anwendungen Flammenschutzmittel (insbesondere für Kunststoffe) und Antimonblei für Starterbatterien sehr sensibel auf Versorgungsstörungen reagieren [EU 2013, Angerer et al. 2009, Babies et al. 2010, Schmidt 2013].

## 3.2 Kobalt

Seine Verwendung als wichtiges Legierungselement, die Verwendung in Kobaltverbindungen und unterschiedlichsten Anwendungen macht Kobalt zu einem strategisch wichtigen Metall [EU 2013].

Die Abhängigkeit von Importen für Erze und Konzentrate ist gegeben. Dabei ist die Demokratische Republik (DR) Kongo der größte Exporteur von Kobalterzen, bzw. Kombinationserzen, die Kobalt enthalten. Kobalt wird überwiegend aus Kupfer- und Nickelerzen gewonnen. Die genaue Gewinnungsart ist von der Zusammensetzung des Ausgangserzes abhängig.

Die Versorgungskritikalität für Kobalt wird als hoch eingestuft. Des Weiteren ist eine Substitution nur in Teilen möglich [Angerer et al. 2009].

Ein Recycling findet in integrierten Prozessen schon teilweise statt, kann aber nur einen geringen Beitrag zur Versorgung leisten [EU 2013, Babies et al. 2010].

## 3.3 Stahlveredler - Molybdän / Mangan / Vanadium / Niob

Erze von Stahlveredlern werden in Deutschland nicht gewonnen. Da nur wenige Firmen auf dem Sektor Stahlveredlung tätig sind, werden Daten über die Produktion der Ferrolegierungswerke und anderer Hütten vertraulich behandelt. In geringen Mengen werden nur noch Ferromangan sowie Spezialsorten von Ferrochrom und Ferrosilizium im Elektroofen gewonnen. Der Bedarf an Ferrolegierungen für die bedeutende Edelstahlindustrie wurde 2010 fast vollständig durch Importe abgedeckt. Gegenüber 2009 sind die Importe um nahezu 30 % gestiegen.

Weltweit werden Recycling-Anlagen für Ferrolegierung und Edelstahlschrott betrieben, auch in Deutschland wird die Wiedergewinnung von Stahlveredlungsmetallen, vor allem aus Katalysatoren, betrieben [EU 2013, Angerer et al. 2009, Babies et al. 2010].

### 3.3.1 Molybdän

Die Nachfrage nach Molybdän wird hauptsächlich durch Importe von Erzen und Konzentraten sowie von Ferromolybdän gedeckt.

Deutschland ist neben China, den USA und Japan einer der größten Verbraucher von Molybdän.

Molybdän wird je zur Hälfte aus Molybdänerzen und als Nebenprodukt der Verhüttung von Kupfererzen gewonnen. Die Substitutionsmöglichkeiten für Molybdän sind gering, während das Recyclingpotenzial nicht ausgereizt ist. Der Rückfluss von Altschrott ins Stahlrecycling ist zwar erheblich, die gezielte Nutzung der Molybdän-spezifischen Eigenschaften ist jedoch nur selten das Ziel des Recyclings [EU 2013, Angerer et al. 2009, Babies et al. 2010].

### 3.3.2 Mangan

Für Mangan stieg die Wachstumsrate für die Bergwerksförderung um das Drei- bis Vierfache gegenüber dem langjährigen Trend (2011). Ähnlich wie die Erze der sonstigen Stahlveredler, werden auch die für Mangan nicht in Deutschland gewonnen. Die Nachfrage wurde 2011, wie auch in den Jahren zuvor, mit Ausnahme geringer Mengen von Ferromangan und manganhaltigem Schrott vollständig durch Importe gedeckt. Neben kleineren Mengen Manganerz und Metall wurden größtenteils manganhaltige Ferrolegierungen eingeführt. Weiterhin dienen Manganoxide und Manganmetall als Vorstoffe.

Die Steigerung der Einfuhren betrug im Vergleich zum Vorjahr 11,4 %. Wichtigste Lieferländer für Legierungen waren Südafrika, Norwegen, Spanien, Frankreich und Indien. Dabei werden die Importabhängigkeit und die wirtschaftliche Bedeutung als kritisch eingestuft [EU 2013].

Da nur wenige Firmen auf dem Sektor Stahlveredlung tätig sind, werden Daten über die Produktion der Ferrolegierungswerke und anderer Hütten vertraulich behandelt.

Die Wiedergewinnung erfolgt hauptsächlich im Kreislauf der Stahlindustrie und wird daher statistisch nicht erfasst [Babies et al. 2011].

### 3.3.3 Vanadium

Vorstoffe von Vanadium wurden hauptsächlich in Form von Ferrolegierungen (2010: 5.035 t) importiert. Wichtige Lieferländer waren Österreich, Südafrika und die Tschechische Republik [Babies et al. 2010]. In den Ländern der EU wird Vanadium nur aus vanadiumhaltigen Kraftwerksaschen gewonnen. Als Sekundärmaterial kommen vor allem gebrauchte Katalysatoren und in geringem Umfang auch Schrott aus Werkzeugstählen in Betracht [Babies et al. 2011].

### 3.3.4 Niob

Niob kommt vorwiegend als Legierungselement für Stahl zum Einsatz. Die entsprechenden Stähle werden großteils für Pipelines, den Automobilbau und als Konstruktionswerkstoff verwendet. Die Versorgung mit Niob hängt sehr stark von wenigen Minen in Brasilien ab. Niobkonzentrate werden nur direkt gehandelt und daher sind am Markt keine Preise abzufragen.

Allerdings gibt es für die Verbesserung der Niob-Versorgung nur wenige Möglichkeiten.

Die Materialeffizienz durch Substitution und Recycling kann nur unter weitreichenden Annahmen einen nennenswerten Beitrag zur Verringerung der Nachfrage nach primärem Niob beitragen: Weder ist ein gleichwertiges Substitut für Niob in leichten, hochfesten Stählen in Sicht, noch ist ein Altproduktrecycling angesichts der geringen Konzentrationen im Stahlschrott (weniger als 1 %) und anderer wertgebender Legierungsbestandteile (z. B. Chrom, Nickel) derzeit wirtschaftlich darstellbar [EU 2013, Angerer et al. 2009, Babies et al. 2010].

## 3.4 Tantal

Ca. 60 % der weltweiten Tantalproduktion (ca. 1.400 Mg/a) wird für die Herstellung von Hochleistungselektrolytkondensatoren verwendet, die insbesondere in Anwendungen eingesetzt werden, bei denen große Kapazitäten mit kleiner Bauform gefordert sind. Beispiele hierfür sind miniaturisierte Stromversorgungen sowie Schaltregler hoher Leistungsdichte, wie sie unter anderem auf PC-Motherboards, in Mobiltelefonen und Laptops zu finden sind.

Weiterhin wird es vor allem als Legierungselement in Superlegierungen sowie aufgrund seiner hohen Beständigkeit für verschiedene Anwendungen in der chemischen Industrie verwendet. Deutschland importiert derzeit 100 % seines Primärtantalbedarfs (ca. 11 % der Weltjahresproduktion). Für die kommenden Jahre wird mit einem erheblichen Anstieg der Tantalnachfrage gerechnet [Graedel 2011, Wiberg/Holleman 2007]. Zudem ist eine Substitution in den meisten Fällen bisher nicht möglich.

Trotz seines hohen Preises (ca. 530 US\$/kg (>99,8 %), Stand: Mai 2013) ist die Recyclingrate von Tantal insgesamt gering. Recycling im nennenswerten Umfang findet derzeit nur im Bereich der post-production-Abfälle (Produktionsausschuss der Kondensatorherstellung, Späne, die bei

der Bearbeitung von Legierungen anfallen etc.) statt. Im Bereich der post-consumer-Abfälle wird die Recyclingquote derzeit auf unter 1 % geschätzt [Graedel 2011].

### 3.5 Wolfram

Die Nachfrage nach Wolfram wird mit Ausnahme geringer Mengen von Sekundärmaterial durch Importe gedeckt. Bei den importierten Vorstoffen handelt es sich um Erze und Konzentrate, vor allem aber um Wolframate, Ferrowolfram und Schrott [Angerer et al. 2009, Babies et al. 2010].

Deutschland hat mit seiner metallverarbeitenden Industrie und dem Bausektor wichtige Branchen, die mit den speziellen Eigenschaften von Wolfram (Wolframcarbid-Schneidwerkzeuge) ihre Wettbewerbsfähigkeit sichern und verbessern [Angerer et al. 2009, Babies et al. 2010].

Das Recycling von Wolfram-haltigem Altschrott aus der Investitionsgüterindustrie ist weit verbreitet, aber sehr aufwendig und damit teuer.

## 4 Vorauswahl der Abfälle für die Befragung

Bei der Auswahl der Abfallarten, von denen bei den Betreibern von Versatzbergwerken und Deponien Analysendaten abgefragt werden sollen, wurde wie in den folgenden Unterkapiteln beschrieben, vorgegangen. Dabei wurden neben den im Deponiebau verwendeten (Verwertung) Abfallmassen auch die berücksichtigt, die auf Deponien beseitigt werden. Es erscheint nicht sinnvoll, bei den Abfallarten, die auf Deponien gelangen, bezüglich der für ein Recycling geeigneten Metallgehalte zwischen Beseitigung und Verwertung zu unterscheiden. Zudem ist ein Ziel der Studie zu prüfen, ob in den Abfällen, die auf Deponien abgelagert werden, relevante Metallfrachten enthalten sind.

In diesem Zusammenhang ist auch darauf hinzuweisen, dass wahrscheinlich sehr große Abfallmassen mit hohen Metallgehalten auf betriebseigenen Deponien oder in übertägigen Abbaustätten abgelagert werden. Zu einem großen Teil handelt es sich dabei um die gleichen Abfallarten, die auch in Bergwerken versetzt, auf Deponien abgelagert oder im Deponiebau verwendet werden. Eine Betrachtung dieser Abfälle ist aber nicht Bestandteil dieses Projekts.

### 4.1 Ermittlung der Massen und Metallgehalte

Als erstes wurden die Abfallarten und Massen ermittelt und zusammengestellt, die in den Jahren 2011 und 2010 auf Deponien verbracht, im Deponiebau verwendet oder in Bergwerken versetzt wurden [Statistisches Bundesamt 2013, S. 36 ff., 49 ff., 137'] [Statistisches Bundesamt 2012, S. 32 ff., 45 f., 133 f.]. Siehe hierzu Tabelle 1.1 im Anhang.

Für die Ermittlung der Analysedaten der bereits geregelten Metalle (Pb, Cu, Ni, Fe, Cr, Zn, Sn) aus der Abfallanalysendatenbank ABANDA des Landes Nordrhein-Westfalen [Nordrhein-Westfalen 2013] wurden Untergrenzen festgelegt. Die Festlegung erfolgte erst einmal anhand der derzeit gültigen Grenzwertkonzentrationen, indem – wie in der Ausschreibung genannt – 10 % dieser Werte zugrunde gelegt wurden. Nach unten abgewichen wurde davon, wenn Erze mit geringeren Konzentrationen als abbauwürdig angesehen werden oder mehrere Konzentrationsmittelwerte in ABANDA geringfügig darunter lagen (siehe Tabelle 4-1). Anschließend wurden die Mittelwerte aus ABANDA abgefragt und zusammengestellt (siehe Tabelle 2.1 im Anhang).

Tabelle 4-1: Grenzwertkonzentrationen und für die Abfrage verwendete Konzentrationen der geregelten Metalle

Metall	derzeitige Grenzwertkonzentration	10 % der derzeitigen Grenzwertkonzentration	Abbauwürdigkeit Erz	Festgelegte Untergrenze für die Abfrage (Mittelwert)
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Pb	≥ 100.000	≥ 10.000	40.000 - 60.000	10.000
Cr	≥ 150.000	≥ 15.000	35.000 - 60.000	15.000
Fe	≥ 500.000	≥ 50.000	350.000 - 450.000	45.000
Cu	≥ 10.000	≥ 1.000	4.000 - 6.000	1.000
Ni	≥ 25.000	≥ 2.500	4.000 - 6.000	2.500
Zn	≥ 100.000	≥ 10.000	ca. 50.000	9.000
Sn	≥ 15.000	≥ 1.500	500.000 und kleiner	1.000

Für die Ermittlung der Analysedaten weiterer Metalle wurden Antimon, Kobalt, Mangan, Molybdän, Niob, Tantal, Vanadium und Wolfram ausgewählt und zwar anhand der Kriterien „wirtschaftlich besonders relevant“ und „zukünftige Versorgung mit (hohen) Risiken behaftet“ (siehe Kapitel 3). Im Verlaufe des Projekts wird außerdem geprüft, wie hoch das zu erwartende Vorkommen in den auf Deponien verbrachten, im Deponiebau verwendeten oder in Bergwerken versetzten Abfällen ist. Die Untergrenzen wurden zunächst sehr niedrig gewählt, da diese Metalle nicht alleine vorkommen und abgebaut werden, sondern in Kombination mit anderen Metallen, so dass keine separate Abbauwürdigkeit ermittelt werden kann (siehe Tabelle 4-2). Anschließend wurden die Mittelwerte aus ABANDA abgefragt und zusammengestellt (siehe Tabelle 3.1 im Anhang).

Tabelle 4-2: Für die Abfrage verwendete Konzentrationen der nicht geregelten Metalle

Metall	Festgelegte Untergrenze für die Abfrage (Mittelwert)
	mg/kg
Sb	1.000
Co	1.000
Mn	1.000
Mo	1.000
Nb	100
Ta	100
V	1.000
W	1.000

## 4.2 Auswahl

Für die Auswahl derjenigen Abfallarten, deren Analysedaten bei den Betreibern von Versatzbergwerken und Deponien abgefragt werden sollen, wurden in einem ersten Schritt diejenigen ermittelt, von denen in einem Jahr (2010 oder 2011) mehr als 10.000 Mg versetzt, auf Deponien verbracht und/oder im Deponiebau verwendet wurden und bei denen bei mindestens einem der geregelten Metalle der Mittelwert größer ist als die festgelegte Untergrenze.

Im zweiten Schritt wurden diejenigen Abfallarten aus der Auswahl herausgenommen, bei denen nur der Gehalt eines geregelten Metalls die festgelegte Untergrenze geringfügig überschritt, sowie die Abfallarten der AVV-Nr. 17 „Bau- und Abbruchabfälle (einschließlich Aushub von verunreinigten Standorten)“, da hier davon ausgegangen werden kann, dass die Metallgehalte die festgelegten Untergrenzen zwar gelegentlich überschreiten können, aber in unterschiedlichen Bindungsformen vorliegen und daher keine Aussagen über die Wirtschaftlichkeit des Recyclings einer bestimmten Abfallart getroffen werden können.

Im dritten Schritt wurden aus den Abfallarten, von denen in einem Jahr (2010 oder 2011) 10.000 Mg oder weniger versetzt, auf Deponien verbracht und/oder im Deponiebau verwendet wurden, anhand folgender Überlegungen ausgewählt:

- Gehalts-Untergrenzen, bei den geregelten Metallen deutlich überschritten,
- Gehalts-Untergrenzen, bei den weiteren Metallen überschritten,
- eine Abfallart lässt aufgrund ihrer Herkunft (z. B. Metallindustrie) oder ihrer Art (z. B. gebrauchte Katalysatoren) vermuten, dass höhere Metallgehalte enthalten sein können.

Zum Schluss wurden die anhand der angelegten Kriterien und Überlegungen nicht ausgewählten Abfallarten daraufhin überprüft, ob Gründe vorliegen, die für eine Aufnahme in die Auswahlliste sprechen. Gründe für die Auswahl waren

- versetzte, auf Deponien abgelagerte oder im Deponiebau verwendete Massen sehr hoch oder hoch und
- gleichzeitiges Fehlen von Analysen oder Analysenzahl für Entscheidung zu gering, aber höhere Metallgehalte aufgrund der Herkunft (z. B. Metallindustrie) oder der Art (z. B. Metalloxide) wahrscheinlich, oder
- gleichzeitiges Überschreiten der Untergrenze bei mindestens einem der weiteren Metalle.

Das Gesamtergebnis ist in Tabelle 4-3 dargestellt.

Tabelle 4-3: Für die Abfrage von Analysedaten ausgewählte Abfallarten

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Grund für Abfrage
<b>6</b>	<b>Abfälle aus anorganisch-chemischen Prozessen</b>	
<b>06 03</b>	<b>Abfälle aus HZVA von Salzen, Salzlösungen und Metalloxiden</b>	
06 03 13*	feste Salze und Lösungen, die Schwermetalle enthalten	Gehalte Cu, Ni, Fe, Zn, Sn über Untergrenzen
06 03 15*	Metalloxide, die Schwermetalle enthalten	Gehalte Cu, Ni, Fe, Cr, Zn, Sb, Co, Mn, Mo, V, W über Untergrenzen
06 03 16	Metalloxide, mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 15* fallen	M > 50.000 Mg/a, aber keine Analysedaten in ABANDA
<b>06 04</b>	<b>Metallhaltige Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 fallen</b>	
06 04 05*	Abfälle, die andere Schwermetalle enthalten	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Cu, Ni, Fe, Cr, Zn, Mn, W über Untergrenzen
<b>06 05</b>	<b>Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung</b>	
06 05 02*	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Cu, Ni, Fe, Zn, Mn über Untergrenzen

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	Grund für Abfrage
06 05 03	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 05 02 fallen	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Ni, Zn über Untergrenzen
<b>10</b>	<b>Abfälle aus thermischen Prozessen</b>	
<b>10 01</b>	<b>Abfälle aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsprozessen (außer 19)</b>	
10 01 01	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub mit Ausnahme von Kesselstaub der unter 10 01 04 (Ölfeuerung) fällt	Masse > 4 Mio. Mg/a, Mn über Untergrenze
10 01 15	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub aus der Abfallmitverbrennung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 14 fallen	Masse 90.000 Mg/a, Mn deutlich über Untergrenze
10 01 16*	Filterstäube aus der Abfallmitverbrennung, die gefährliche Stoffe enthalten	Masse > 10.000 Mg/a und Gehalt Mn über Untergrenzen
10 01 18*	Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	Gehalte Ni, V über Untergrenzen
<b>10 02</b>	<b>Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie</b>	
10 02 02	unbearbeitete Schlacke	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Cu, Fe, Zn, Mn über Untergrenzen
10 02 07*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	Masse > 10.000 Mg/a und Gehalte Pb, Cu, Ni, Fe, Zn, Mn über Untergrenzen
10 02 08	Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 07 fallen	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Cu, Ni, Fe, Zn, Mn über Untergrenzen
10 02 13*	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Fe, Zn, Sn, Mn über Untergrenzen
10 02 14	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 13 fallen	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalt Zn über Untergrenzen
<b>10 04</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Bleimetallurgie</b>	
10 04 01*	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Pb, Cu, Zn über Untergrenzen
<b>10 05</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Zinkmetallurgie</b>	
10 05 01	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)	Masse > 10.000 Mg/a und Gehalte Cu, Zn, Co über Untergrenzen
<b>10 06</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Kupfermetallurgie</b>	
10 06 01	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)	Gehalte Cu, Zn über Untergrenzen
10 06 06*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung	Für fast alle Metalle keine Analyse-daten in ABANDA.
<b>10 08</b>	<b>Abfälle aus sonstiger thermischer Nichteisenmetallurgie</b>	
10 08 04	Teilchen und Staub	Keine oder nur Daten von einer Analyse in ABANDA. Zn über Untergrenzen
10 08 15*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	Daten nur von 1-5 Analysen in ABANDA. Cu, Ni, Cr, Zn, Sn, Sb, Co, Mo über Untergrenzen
<b>10 09</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Eisen und Stahl</b>	
10 09 06	Gießformen und -sande vor dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 09 05 fallen	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Cu, Fe über Untergrenzen

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	Grund für Abfrage
10 09 09*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	Höhere Gehalte an Pb, Cu, Zn
10 09 10	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09 fällt	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalt Zn über Untergrenze
<b>10 10</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Nichteisenmetallen</b>	
10 10 03	Ofenschlacke	Masse > 25.000 Mg/a, aber keine bzw. Daten nur von einer Analyse in ABANDA
<b>10 11</b>	<b>Abfälle aus der Herstellung von Glas und Glaserzeugnissen</b>	
10 11 11*	Glasabfall in kleinen Teilchen und Glasstaub, die Schwermetalle enthalten (z. B. Elektronenstrahlröhren)	Daten nur von 3 Analysen in ABANDA. Pb, Zn über Untergrenzen
<b>10 12</b>	<b>Abfälle aus der Herstellung von Keramikerzeugnissen und keramischen Baustoffen wie Ziegeln, Fliesen, Steinzeug</b>	
10 12 11*	Glasurabfälle, die Schwermetalle enthalten	Daten nur von 3 Analysen in ABANDA. Pb, Ni, Zn über Untergrenzen
<b>11</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen; Nichteisen-Hydrometallurgie</b>	
<b>11 01</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen (z. B. Galvanik, Verzinkung, Beizen, Ätzen, Phosphatieren, alkalisches Entfetten und Anodisieren)</b>	
11 01 08*	Phosphatierschlämme	Höhere Gehalte an Ni, Fe, Zn, Mn
11 01 09*	Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten	Masse > 10.000 Mg/a und Gehalte Cu, Ni, Fe, Cr, Zn, Sn, Mn über Untergrenzen
<b>11 02</b>	<b>Abfälle aus Prozessen der Nichteisen-Hydrometallurgie</b>	
11 02 02*	Schlämme aus der Zink-Hydrometallurgie (einschließlich Jarosit, Goethit)	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Cu, Fe, Zn, Mn über Untergrenzen
<b>12</b>	<b>Abfälle aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen</b>	
<b>12 01</b>	<b>Abfälle aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen</b>	
12 01 04	NE-Metallstaub und -teilchen	Daten nur von 1-2 Analysen in ABANDA. Ni, Co, V über Untergrenzen
12 01 14*	Bearbeitungsschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten	Gehalte Cu, Ni, Fe, Cr, Zn, Sn, Co, Mn über Untergrenzen
12 01 15	Bearbeitungsschlämme mit Ausnahme derjenigen, die unter 12 01 14 fallen	Bis auf eine Fe-Analyse keine Analysedaten in ABANDA. Diese extrem hoch
12 01 16*	Strahlmittelabfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	Masse > 10.000 Mg/a und Gehalte Fe, Mo über Untergrenzen
<b>16</b>	<b>Abfälle, die nicht anderswo im Verzeichnis aufgeführt sind</b>	
<b>16 08</b>	<b>Gebrauchte Katalysatoren</b>	
16 08 02*	gebrauchte Katalysatoren, die gefährliche Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten	Gehalte an Cu, Ni, Zn, Co, Mn, Mo, V, W über Untergrenzen

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	Grund für Abfrage
16 08 03	gebrauchte Katalysatoren, die Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten, a. n. g.	Daten nur von 2-6 Analysen in ABANDA. Cu, Ni, V über Untergrenzen
16 08 07*	gebrauchte Katalysatoren, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind	Daten nur von 2-5 Analysen in ABANDA. Ni, Co über Untergrenzen
<b>16 11</b>	<b>Gebrauchte Auskleidungen und feuerfeste Materialien</b>	
16 11 03*	andere Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus metallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten	Gehalte Cu, Sn über Untergrenzen
16 11 05*	Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus nichtmetallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten	Masse > 10.000 Mg/a und Gehalte Fe, Sb, Mn über Untergrenzen
<b>19</b>	<b>Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke</b>	
<b>19 01</b>	<b>Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen</b>	
19 01 05*	Filterkuchen aus der Abgasbehandlung	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Zn, Mn über Untergrenzen
19 01 11*	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken, die gefährliche Stoffe enthalten	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Cu, Zn über Untergrenzen
19 01 12	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Cu, Fe, Mn über Untergrenzen
19 01 13*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Cu, Zn, Mn über Untergrenzen
19 01 15*	Kesselstaub, der gefährliche Stoffe enthält	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Zn, Mn über Untergrenzen
<b>19 02</b>	<b>Abfälle aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen (einschließlich Dechromatisierung, Cyanidentfernung, Neutralisation)</b>	
19 02 04*	vorgemischte Abfälle, die wenigstens einen gefährlichen Abfall enthalten	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Cu, Zn, Sb, Mn über Untergrenzen
19 02 05*	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Cu, Ni, Fe, Zn, Mn über Untergrenzen
19 02 06	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 02 05 fallen	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Cu, Ni, Cr, Zn, Sb, V über Untergrenzen
19 02 11*	sonstige Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	Masse > 10.000 Mg/a und Gehalte Cu, Zn über Untergrenzen
<b>19 03</b>	<b>Stabilisierte und verfestigte Abfälle</b>	
19 03 05	stabilisierte Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 03 04 fallen	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Cu, Zn über Untergrenzen
19 03 06*	als gefährlich eingestufte verfestigte Abfälle	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Pb, Zn über Untergrenzen
19 03 07	verfestigte Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 03 06 fallen	Masse > 25.000 Mg/a, aber nur Daten von 2-3 Analysen in ABANDA. Cu über Untergrenze
<b>19 08</b>	<b>Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen a. n. g.</b>	
19 08 13*	Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Cu, Ni, Fe, Co, Mn über Untergrenzen

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	Grund für Abfrage
19 08 14	Schlämme aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 08 13 fallen	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Cu, Fe, Sn über Untergrenzen
<b>19 10</b>	<b>Abfälle aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen</b>	
19 10 04	Schredderleichtfraktion und Staub mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 03 fallen	Masse > 10.000 Mg/a und Gehalte Cu, Zn über Untergrenzen
<b>19 12</b>	<b>Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z. B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g.</b>	
19 12 11*	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Cu, Zn über Untergrenzen
19 12 12	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 12 11 fallen	Masse > 25.000 Mg/a und Gehalte Cu, Zn, Mn über Untergrenzen

Unter Zugrundelegung der höchsten Gesamtmassen der ausgewählten Abfallarten, die in einem Jahr (2011 oder 2010) versetzt, auf Deponien verbracht und im Deponiebau verwendet wurden, sind in Tabelle 4.1 im Anhang die dadurch verloren gegangenen Massen der einzelnen Metalle zusammengestellt. Dabei handelt es sich um sehr grobe Angaben, die mit großen Unsicherheiten behaftet sind, da keine Verknüpfung der jeweiligen Metallkonzentration mit der zugehörigen Masse vorliegt, sondern nur die Gesamtmasse der Abfallart mit dem jeweiligen Mittelwert der enthaltenen Metallkonzentration multipliziert werden konnte. Selbst wenn es sich um gesicherte Angaben handeln würde, könnten diese nur Anhaltspunkte für eine weitere Priorisierung der zu betrachtenden Abfallarten liefern. Denn für die Relevanz einer Abfallart ist zwar die verlorene Masse der enthaltenen Metalle von besonderer Bedeutung. Für die Wirtschaftlichkeit von Recyclingverfahren sind aber vor allem die Höhen der enthaltenen Metallkonzentrationen relevant. Mit einer Abfallart, von der beispielsweise mehr als eine Million Megagramm versetzt, auf Deponien verbracht oder im Deponiebau verwendet werden, gehen natürlich – auch bei „geringen“ Metallkonzentrationen - hohe Gesamtmassen einzelner Metalle verloren, was aber nicht heißt, dass das Recycling dieser Abfallart unter den derzeit herrschenden Bedingungen wirtschaftlich tragbar wäre. Hingegen kann das Recycling der in einer Abfallart enthaltenen Metalle durchaus wirtschaftlich sein, auch wenn von dieser Abfallart deutlich geringere Massen versetzt, auf Deponien verbracht oder im Deponiebau verwendet werden, wenn die enthaltenen Metallkonzentrationen entsprechend hoch sind.

## 5 Recyclingverfahren

### 5.1 Übersicht

Die Beschreibung der Verfahren zur Aufkonzentration und/oder Abtrennung sowie die Möglichkeiten der mechanischen Aufbereitung von Altmetallen erfolgt in den folgenden Unterkapiteln.

Zunächst wurden die derzeit in Deutschland und angrenzenden Nachbarländern betriebenen Verfahren zur Metallaufbereitung recherchiert und beschrieben [vgl. auch Öko-Institut 2007 und IFEU 2007].

In einem zweiten Schritt wurden in Gesprächen (Telefonaten) mit den Betreibern der Anlagen Informationen zu dem Anlageninput (Art, Menge und Zusammensetzung der Abfälle) und den Voraussetzungen an Abfälle abgefragt, die für eine Aufbereitung erfüllt sein müssen (Metallgehalte, störende Verunreinigungen, chemische Bindungsformen u. ä.).

Tabelle 5-1 zeigt eine Übersicht der Anlagen.

Tabelle 5-1: Recyclingprozesse für die Aufbereitung von metallhaltigen Abfällen [vgl. auch Öko-Institut 2007 und IFEU 2007]

Name	Prozess	Aktiv	Standort	Bemerkung
DK Recycling und Roheisen GmbH	DK-Prozess	Ja	Duisburg Hochfeld	<a href="http://www.dk-duisburg.de/de/prozess/prozess.html">http://www.dk-duisburg.de/de/prozess/prozess.html</a> Rückführung von etwa jährlich 500.000 Mg eisenhaltiger Reststoffe in Form von hauptsächlich Gießereiroheisen und Nebenprodukten.
Citron AG	Oxyreducer - Prozess	Nein	Le Havre	Insolvenz 2011, weitere Nutzung der Methode unbekannt. Dieses Verfahren wird im Folgenden nicht weiter betrachtet. Zudem stehen in Deutschland andere etablierte metallurgische Verfahren zur Verfügung
Befesa Steel & Galvanization (Befesa S&G)				Das Industrieabfallmanagement von Befesa ist in drei Geschäftsbereiche eingeteilt: Integraler Umweltservice für die Industrie; Recycling von Aluminiumabfällen und Recycling von Stahl- und Galvanisierungsabfällen. In diesen letzteren Bereich wurden die ehemaligen Verfahren von der der B.U.S. Steel Services GmbH integriert. In 2011 wurden insgesamt 649.352 Mg Abfall bearbeitet, von denen 83,8 % (544.460 t) auf Staubabfälle aus der gewöhnlichen Stahlproduktion entfallen, eine Steigerung von 12,7 % gegenüber 2010, wodurch der Verbrauch von etwa 222.000 Mg Zink verhindert werden konnte und dem Produktionskreislauf fast 122.122 Mg wieder zugeführt wurden. Außerdem wurden 88.658 Mg von Stäuben aus der Produktion von rostfreiem Stahl verarbeitet (entspricht 3,5 % Zunahme gegenüber), unter Erhalt des Eisen- und Metallanteils mit hohem Wirtschaftswert wie Nickel und Chrom. <a href="http://www.befesa-steel.com/web/de/empresa/presentacion/localizacion/index.html">http://www.befesa-steel.com/web/de/empresa/presentacion/localizacion/index.html</a>
Befesa Zinc S.A.U.	Wälzverfahren	Ja	Befesa Zinc Aser	<a href="http://www.befesa-steel.com/web/de/servicios/tecnologia/horno_rotatorio/index.html">http://www.befesa-steel.com/web/de/servicios/tecnologia/horno_rotatorio/index.html</a>
		Ja	Befesa Zinc Duisburg	<a href="http://www.befesa-steel.com/web/de/servicios/tecnologia/horno_rotatorio/index.html">http://www.befesa-steel.com/web/de/servicios/tecnologia/horno_rotatorio/index.html</a>
		Ja	Befesa Zinc Freiberg	<a href="http://www.befesa-steel.com/web/de/servicios/tecnologia/horno_rotatorio/index.html">http://www.befesa-steel.com/web/de/servicios/tecnologia/horno_rotatorio/index.html</a>

Name	Prozess	Aktiv	Standort	Bemerkung
	Elektroreduktionsverfahren	Ja	Befesa Valera	Ehemals B.U.S. Steel Services GmbH, gehören seit 2007 Befesa Steel Services GmbH; 100 % von B.U.S. Steel Services GmbH aufgekauft <a href="http://www.befesa.com/web/en/prensa/historico_de_noticias/2007/20071122.html">http://www.befesa.com/web/en/prensa/historico_de_noticias/2007/20071122.html</a> Edelstahlwerkstäube, Walzenzunder sowie sonstige chrom- und nickelhaltigen Abfälle
	Plasmaverfahren	Ja	Befesa Scandust (Landskrona-Schweden)	Ehemals B.U.S. Steel Services GmbH, gehören seit 2007 Befesa Steel Services GmbH; 100 % von B.U.S. Steel Services GmbH aufgekauft <a href="http://www.befesa-steel.com/web/de/servicios/tecnologia/plasma/index.html">http://www.befesa-steel.com/web/de/servicios/tecnologia/plasma/index.html</a> Edelstahlwerkstäube, Walzenzunder sowie sonstige chrom- und nickelhaltigen Reststoffe
	Verfahren im Bereich der Verzinkung	Ja		Asche, Zinkrückstände aus der Feuerverzinkung, Zinkschrott oder andere Abfälle mit einem hohen metallischen Zinkgehalt <a href="http://www.befesa-steel.com/web/de/servicios/tecnologia/area_galvanizacion/index.html">http://www.befesa-steel.com/web/de/servicios/tecnologia/area_galvanizacion/index.html</a>
PRIMUS	Wälzverfahren	?	Luxemburg	Nicht mehr auffindbar! Wird nicht näher betrachtet, da alternativ das Wälzverfahren in Deutschland an drei Standorten betrieben wird.
Umicore	integrierter Edelmetallhütte in Hoboken	Ja	Hoboken bei Antwerpen (Belgien)	Insbesondere auf Edelmetalle spezialisiert. Kontakt zu Umicore hergestellt, um abzuklären, inwieweit dort auch metallhaltige Abfälle recycelt werden können.
Berzelius Metall GmbH	Sekundärbleihütten Berzelius	Ja	Stolberg, Braubach	<a href="http://www.berzelius.de/berzelius/bsb/?navid=3">http://www.berzelius.de/berzelius/bsb/?navid=3</a>
	Sekundärbleihütte mit integrierter Sonderabfallverbrennungsanlage	Ja	MRU Freiberg	<a href="http://www.berzelius.de/berzelius/mru/?navid=4">http://www.berzelius.de/berzelius/mru/?navid=4</a>
Nickelhütte Aue		Ja	Aue	Recycling von Abfällen aus der Oberflächentechnik und Metallverarbeitung(Schlamm / Filterkuchen, Stäuben, Aschen Salzen Säuren und Lösungen) mit vorwiegend folgenden Metallgehalte: Nickel; Kobalt; Kupfer; Zink; Vanadium; Molybdän; Wolfram. <a href="http://www.nickelhuette-aue.de">http://www.nickelhuette-aue.de</a>
Aurubis		Ja		Aurubis verarbeitet jährlich etwa 650.000 Mg Recyclingrohstoffe unter anderem: Blankdrahtschrotte, edelmetallhaltige Kupferschrotte, Kupfergranulate, NE-Metallschredder, Kupfer- und Aluminium-Kabelschrotte, Kupfer-Blei-Granulat, Zinn-/Bleihaltige Recyclingrohstoffe, Bleischrotte, Kupfer-Eisen-Material, Kupferhaltige Rückstände (Schlacken, Krätze, Aschen, Stäube, sonstige Schlämme), Metallhydroxid-Schlämme, Gießereisande, Katalysatoren Materialien aus der Entsorgungsindustrie

Name	Prozess	Aktiv	Standort	Bemerkung
				<a href="http://www.aurubis.com/de/geschaeftsfelder/rohstoffe/recycling/metallrecycling/">http://www.aurubis.com/de/geschaeftsfelder/rohstoffe/recycling/metallrecycling/</a> Neben Hamburg und Lünen werden weiterhin an den Standorten in Olen und Pirdop Kupferschrotte eingesetzt.
	Metall-Recycling Hamburg (ehemals Norddeutsche Affinerie AG (Kupfer))	Ja	Hamburg	
	Sekundärkupferhütte Aurubis (ehemals Hüttenwerke Kayser)	Ja	Lünen	<a href="http://www.aurubis.com/de/verantwortung/umweltschutz/standorte/luenen/">http://www.aurubis.com/de/verantwortung/umweltschutz/standorte/luenen/</a>
Harz-Metall GmbH Goslar (Zink) und NORZINCO GmbH - Harzer Zinkoxide	Wälzverfahren	Ja	Goslar	Gehört nun zur Recyclex Group zinkhaltige Einsatzstoffe <a href="http://www.recyclex-germany.com/">http://www.recyclex-germany.com/</a>
Siegfried Jacob Metallwerke GmbH		Ja	Ennepetal	Recycling von Abfällen aus der Oberflächentechnik und Metallverarbeitung (Schlämme / Filterkuchen, Stäuben, Aschen Salzen Säuren und Lösungen) mit vorwiegend folgenden Metallgehalte: Nickel; Kobalt; Kupfer; Zink; Vanadium; Molybdän; Wolfram
Weser Metall GmbH		Ja	Nordenham	Recyclex Group Blei und Zink Einsatzstoffe u.a. Asche
Norzinco GmbH	New Jersey-Verfahren	Ja	Goslar	<b>Einsatzstoffe:</b> Feinzink, Altzink, Umschmelzzink <b>Mindestkonzentrationen:</b> mit 1. Nebenelement: → Cadmiumgehalt ≤ 300 g/t mit 2. Nebenelement: → keine nuklearen Verunreinigungen <b>Endprodukte:</b> Zinkoxid, Zinkstaub <a href="http://www.recyclex-germany.com/de/norzinco/verfahren.html">http://www.recyclex-germany.com/de/norzinco/verfahren.html</a>
SRP Saarländische Rohprodukte GmbH		Ja	Homburg	<b>Eingangserzeugnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altschrotte und -metalle aus privater, gewerblicher und öffentlicher Sammlung,</li> <li>• Altschrotte und -metalle aus Demontage und Abbruchmaßnahmen,</li> <li>• Neuschrotte und -metalle aus Produktion sowie</li> <li>• Neuschrotte und -metalle aus Be- und Verarbeitungsprozessen</li> </ul> Aufnahmekapazität:

Name	Prozess	Aktiv	Standort	Bemerkung
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• 500.000 t/a Stahlschrott</li> <li>• 35.000 t/a Buntmetalle</li> </ul> <a href="http://www.srp-online.com/hmd.html">http://www.srp-online.com/hmd.html</a>
Thyssen-Krupp	OXYCUP – Roheisenerzeugung nach dem Zero-Waste-Prinzip	Nein		Verfahren, mit der sich Eisen aus Reststoffen zurückgewinnen lässt. Bisher wurde keine Firma recherchiert, die dieses Verfahren betreibt.
DESTIMET Green Services GmbH	EcoScan-Verfahren	Ja	Bitterfeld-Wolfen	Anlage zur Behandlung von mit organischen Verbindungen verunreinigten Metallen, Metallspänen, Walzzunder und Bohrschlämmen zum Zweck der Rückgewinnung von Metallen, Metallverbindungen und Ölen <a href="http://www.destimet.com/index.html#&amp;panel1-2">http://www.destimet.com/index.html#&amp;panel1-2</a>

Die Rückgewinnung von Metallen aus komplexen Reststoffen ist eine zentrale Herausforderung von zukünftigen Reststoff- und Materialflusstrategien. Das Recycling von Metallen aus metallischen Schrotten wird allerdings schon seit Jahrhunderten betrieben, da sich Metalle leicht schmelzen lassen bzw. die Fremdstoffe verschlackt werden können. Reststoffe mit mittlerem bis niedrigem Metallgehalt (oder Metalloxiden) stellen allerdings bedeutend höhere Herausforderungen dar.

Wie in den nachfolgenden Unterabschnitten ausgeführt, stellt sich die heutige Situation bzgl. der Aufbereitungsverfahren zur Aufkonzentration der verschiedenen Metalle, die im Rahmen dieser Untersuchung als relevant für die vier Produktgruppen identifiziert wurden, sehr unterschiedlich dar. Das Gleiche gilt für metallurgische Gewinnungsverfahren sowie metallurgische Aufbereitungskapazitäten in Deutschland und im nahen Ausland. Dies wird durch Untersuchungen des Öko-Instituts in dem Projekt [UNEP 2009] bestätigt.

Allerdings lassen sich in den letzten 2 - 3 Jahren Veränderungen erkennen und weitere Fortschritte sind zu erwarten (siehe im Detail hierzu in den folgenden Unterabschnitten).

Die Recherchen zeigen, dass derzeit in Deutschland gegenüber den Literaturstudien und Informationen aus 2007 scheinbar kaum neue Metallaufbereitungsanlagen in Betrieb sind.

## 5.2 DK Prozess

Die DK Recycling und Roheisen (DK), Duisburg betreibt ein Hüttenwerk, in dem besonders eisenhaltige Abfälle weiter verarbeitet werden\* und etwa jährlich 500.000 Mg Metalle rückgeführt werden. Der Gehalt an Eisen sollte möglichst um die 30 % und größer sein.

Folgende Reststoffe werden im DK-Verfahren eingesetzt

- Filterstäube und Schlämme aus Gasreinigungen,
- Gichtgasstäube und -schlämme,
- Abbrände,
- Grober Walzenzunder und Walzenzunderschlamm und
- Eisenhaltige Reststoffe aus der chemischen Industrie und der Nichteisenmetallindustrie.

Nebenbei können diese Abfälle auch Gehalte an Zink und Blei enthalten. Reststoffe mit Zinkgehalten unter 10 % können verwertet werden.

Das DK-Verfahren, das im Vergleich zum herkömmlichen Hochofenprozess in der Prozessführung den eingesetzten Sekundärrohstoffen angepasst wird, besteht aus sechs Prozessstufen:

- Mischen der eisenhaltigen Abfälle mit Koksruß zur Sintermischung,
- Agglomerieren der Mischung,
- Reduktionsschmelzen des Sinters mit Kalk und Koks (Hochofen zu Roheisen),
- Legierungseinstellung des Roheisen im Induktionsofen,
- Gichtgasentstaubung<sup>1</sup>,
- Reinigung in Trocken- und Nassreinigungsstufen.

---

<sup>1</sup> Das gereinigte Gichtgas wird im eigenen Kraftwerk verstromt und für das Vorwärmen der in den Hochofen eingeblasenen Luft verwendet.

Neben der Roheisenerzeugung ist die Zinkgewinnung von großer Bedeutung. Die hohen Zinkeinträge aus den Rohstoffen werden mit dem Abgas ausgetragen und in den Gichtgasschlammern abgeschieden. Es werden damit Zinkkonzentrate mit einem Zinkgehalt von 65 – 68 % hergestellt. Diese werden als Sekundärrohstoffe in der Verhüttung eingesetzt. Für Gichtgasschlämme stellt das Verfahren eine Alternative zur sonst üblichen Ablagerung dar. Folgende Produkte werden erzeugt:

- Gießereiroheisen (Verwendung in Gießereien),
- Hochofenschlacke (Verwendung als Baustoff),
- Gichtgas (Verwendung als Brennstoff),
- Zinkoxidkonzentrat mit über 60 % Zink (Einsatz in Metallhütten),
- geringe Mengen Rohblei.

Für Gichtgasschlämme gibt es nach derzeitigem Kenntnisstand kein anderes metallurgisches Verfahren, das größere Mengen wiederverwertet.

### 5.3 Wälzverfahren im Drehrohfen

Das Wälzverfahren wird als Prozess zur Zinkanreicherung von zinkhaltigen Reststoffen, insbesondere Stahlwerksstäuben, angewandt. Erzeugt wird ein Wälzoxid mit 58 – 65 % Zinkanteil und 2 – 6 % Bleianteil, das als Sekundärrohstoff in Zinkhütten (v. a. in der Zinkelektrolyse) eingesetzt wird [Öko-Institut 2007].

In Deutschland werden drei Anlagen betrieben, in denen überwiegend Stahlwerksstäube aufbereitet werden (Befesa Zinc Duisburg GmbH in Duisburg, Befesa Zinc GmbH in Freiberg und Harz-Metall GmbH, Goslar). Die beiden Anlagen der Befesa Zinc besitzen zusammen eine Kapazität von 310.000 Mg/a. Eine weitere Anlage wird in Fouquières-lès-Lens (Frankreich) von Rectech SA betrieben. Dort werden 45.000 Mg Wälzoxid im Jahr hergestellt.

Das Verfahren eignet sich vor allem für zinkhaltige Reststoffe mit Zinkgehalten über 20 %, angenommen werden aber auch Abfälle mit Zinkgehalten ab 5 %. Nachteilig ist, dass die Eisensfraktion nicht rückgewonnen wird. Das Wälzoxid enthält neben hohen Anteilen von Zink auch das Blei, das im Anlageninput enthalten war. In der Zinkherstellung wird dieses in der Elektrolytreinigung abgeschieden und als Bleikonzentrat der Bleiherstellung zugeführt.

Das Kernstück der Anlage ist der Drehrohr-Ofen, in dem die Rohstoffe mit Koks und Zuschlägen bei Temperaturen bis zu 1.200 °C aufgeheizt werden. Die Zink-, Blei- und Schwermetalloxide werden reduziert, verdampfen und werden in den nachfolgenden Prozessschritten aus dem Gasstrom abgeschieden und aufbereitet. Als Produkt entsteht ein Granulat mit einem hohen Anteil an Zinkoxid. Häufig findet auch eine Laugung statt, um den Chlorgehalt im Wälzoxid zu senken und den Zinkgehalt zu erhöhen (65 – 68 %). Bei den beiden Prozessen in Duisburg und Freiberg erreicht man eine höhere Zinkausbeute, bei gleichzeitiger Reduktion des Energieverbrauchs mittels des SDHL-Verfahrens (Nutzung der Energie aus der Oxidation des elementaren Eisens in der Schlacke). Die Schlacke wird u. a. als Deponiebaustoff genutzt.

### 5.4 Sekundärhütten Berzelius

Die Berzelius-Gruppe mit Hauptsitz im rheinischen Braubach ist eines der größten Bleirecycling-Unternehmen weltweit. In einer Sekundärbleihütte, die nach dem KTO-Verfahren arbeitet, werden verbrauchte Bleiakumulatoren, Altblei, bleihaltige Rückstände und Strahlsände sowie kaschierte Bleifolien und Bildschirmglas recycelt. Diese werden mittels Verhüttung bei ca.

1.200 °C in sog. Kurtrommelöfen eingeschmolzen. Es entsteht Werkblei oder Mischzinn sowie Schlacke. Als letzter Bearbeitungsschritt erfolgt die pyrometallurgische oder elektrolytische Raffination des gewonnenen Bleis. Dieses wird wiederum zum Teil für Bleilegierungen aufbereitet.

Am zweiten Standort Stolberg wird aus Konzentraten und Rückständen nach dem QSL-Verfahren<sup>2</sup> Blei erzeugt, das aus primären aber auch sekundären Quellen stammen kann.

Gegenüber dem herkömmlichen Verfahren der Bleierzeugung werden in diesem kontinuierlich arbeitenden Verfahren die getrennten Verfahrensschritte Rösten und Reduktion im QSL-Reaktor zusammenfasst.

Gleichzeitig bietet es die Möglichkeit, neben den Konzentraten problematische Bleirückstände wie Sulfide, Sulfate und Silikate zu verarbeiten [IFEU 2007]. Die Sekundärbleihütte in Freiberg hat zudem durch ihre integrierte Sonderabfallverbrennungsanlage für gefährliche Abfälle ein Alleinstellungsmerkmal in Deutschland. Neben nicht recycelbaren Kunststoffen aus der Akkuschrötaufbereitung werden hier schadstoffreiche Abfälle energetisch verwertet [Öko-Institut 2007].

## 5.5 Varta Recycling GmbH

Die VARTA Recycling GmbH in Krautscheid (Westerwald) betreibt eine Bleirecycling-Anlage. Sie wurde im Jahr 2002 von Johnson Controls übernommen. Im Schachtofen wird Werkblei aus Bleiakumulatoren, aus Rückständen der Akkumulatorenfertigung und sonstigen bleihaltigen Abfällen<sup>3</sup> zurückgewonnen. Hergestellt werden: Hartbleilegierungen (Blei-Antimon- und Blei-Calcium-Legierungen) und Weichblei; insgesamt rund 40 000 Tonnen pro Jahr; Bleioxide (Bartonsstaub/Batterieoxid und Bleimennige) werden durch Oxidation von Fein- und Weichblei produziert: etwa 21 000 Tonnen pro Jahr.

Die sogenannte Beschickung – Batterieschrott plus Zusatzstoffe – wandert im Schachtofen mit steigender Temperatur langsam nach unten. Dabei vollzieht sich in mehreren Stufen der Verhüttungsprozess. In einer Reihe chemisch-physikalischer Vorgänge wird das enthaltene Blei von den übrigen Stoffen getrennt.

Etwa 95 % der Schlacke, die im Schachtofen entsteht, wird als sogenannte Retourschlacke wieder in den Verhüttungsprozess zurückgegeben. Die überschüssige Schlacke ist nicht wasserlöslich und kann wegen ihrer guten bauphysikalischen Eigenschaften für spezielle Tiefbauzwecke eingesetzt werden. Nach Angaben von Johnson Controls wird die überschüssige Schlacke mittlerweile deponiert, da der Einsatz als Baumaterial nicht mehr erlaubt sei [Ortner 2014].

Der bleihaltige Filterstaub wird durch eine extern durchgeführte, hydrometallurgische Vorbehandlung in Bleikarbonat überführt, das wieder als Rohstoff in den Schachtofenprozess eingeführt wird.

---

<sup>2</sup> QSL-Verfahren, benannt nach seinen Erfindern Paul E. Queneau, Reinhard Schuhman und Lurgi AG.

<sup>3</sup> Nach Angaben von Johnson Controls ist die Hütte als Anlage zur Produktion von Blei aus Batterien genehmigt, aber nicht als Anlage zur (Mit-)Verbrennung von Abfällen. Daher können externe sonstige bleihaltige Abfälle nicht recycelt werden [Ortner 2014].

## 5.6 Verfahren im Bereich der Verzinkung

Unter dem Dach von Befesa werden auch Reststoffe aufbereitet, welche beim Verzinkungsprozess anfallen, wie Asche, Zinkrückstände aus der Feuerverzinkung, Zinkschrott oder andere Abfälle mit einem hohen metallischen Zinkgehalt.

Die Aschen und Oberschlacken werden einer Mahlung und Siebung zugeführt, um die metallischen von den nicht-metallischen Bestandteilen zu trennen.

Die metallreiche Fraktion aus der Mahlung und Siebung sowie der Zinkschrott werden im Drehofen geschmolzen, um weitere Unreinheiten aus dem Zink zu entfernen und somit Sekundärzink zu gewinnen.

Die beim Feuerverzinken entstehenden metallischen Zinkrückstände werden im indirekten Verfahren zu Zinkoxid verarbeitet. Zunächst werden sie im Drehofen geschmolzen und anschließend in Destillationsöfen überführt, in denen das Zink in einer Brennkammer zu Zinkoxid oxidiert wird.

### 5.6.1 Elektroreduktionsverfahren

Befesa betreibt in Gravelines/Frankreich eine Anlage zum Recycling von Stahlwerkstäuben, Walzzunder sowie sonstigen chrom- und nickelhaltigen Reststoffen. Insbesondere recycelt diese Anlage auch Stäube aus der Edelstahlherstellung. Das Verfahren gehörte ehemals der B.U.S. Steel Services GmbH und gehört seit 2007 der Befesa.

Kernstück der Anlage ist der Lichtbogenofen, dem die pelletierten Reststoffe gemeinsam mit Koks und Schlackebildnern zugeführt werden. Output des Prozesses sind die Staubfraktion mit hohen Gehalten an Zink- und Bleioxid und eine Metallfraktion mit hohen Gehalten an Eisen, Chrom, Nickel und Molybdän, die in der Edelstahlherstellung wieder verwendet [Öko-Institut 2007].

### 5.6.2 Plasmaverfahren

Das Plasmaverfahren basiert zwar auf einer anderen Technologie als das Elektroreduktionsverfahren, weist aber hinsichtlich des Inputs<sup>4</sup> und Outputs Ähnlichkeiten auf.

Zur Vorbereitung wird der Staub in Silos zwischengelagert und analysiert. Der Staub wird mit Wasser und Schlackebildnern gemischt und indirekt vorgetrocknet. Das so vorbereitete Material wird über drei Plasmageneratoren in den Ofen injiziert und geschmolzen.

Aufgrund der sehr hohen Temperaturen von bis zu 5.000°C können zu über 80 % Chrom, Nickel, Molybdän und Eisen zur Wiederverwendung in der Edelfertigung zurückgewonnen werden. Das abgestochene Recyclingmetall wird entweder in Form von Granalien bzw. größeren Blöcken wieder zurück in den Markt gebracht. Zink und Blei werden als Stäube abgeschieden und können ebenfalls recycelt werden. Die Schlacke wird z. B. im Straßen- und Wegebau eingesetzt.

In Schweden betreibt die Befesa eine Anlage nach dem Plasma-Verfahren zur Behandlung von Stahlwerkstäuben, v. a. aus der Edelstahlherstellung, Walzzunder sowie sonstigen chrom- und nickelhaltigen Reststoffen.

---

<sup>4</sup> Edelfertigungstäube, Walzzunder sowie sonstige chrom- und nickelhaltigen Reststoffe

### 5.6.3 Metallhütte von Umicore

In 2011 hat Umicore ([www.preciousmetals.umicore.com](http://www.preciousmetals.umicore.com)) am Standort Hoboken bei Antwerpen eine pyrometallurgische Anlage mit einer Inputkapazität von 7.000 Mg/a Lithium-Ionenbatterien und Nickelmetallhydrid Batterien in Betrieb genommen. Diese Anlage wird mit gemischtem Input von Kobalt- und nickelhaltigen Batterien gespeist. Eingesetzt werden zurzeit vor allem Batterien von Notebooks, Mobiltelefonen und Powertools. Die Anlage ist jedoch auch für die Verarbeitung von Batteriezellen aus dem Automobilbereich vorgesehen.

Aus dem Schmelzprozess wird bei hohen Temperaturen als Hauptprodukt eine kobalt-/nickel-/kupferreiche Legierung erhalten. Als wesentliches Nebenprodukt wird eine Schlacke produziert, die in der Baustoffindustrie (Zuschlagstoff für Zementproduktion) eingesetzt wird. Die aus dem Prozess gewonnene Legierung wird in einer bestehenden Kobalt/Nickel-Refininganlage im belgischen Olen von Verunreinigungen wie Eisen- und Mangan befreit. Als Hauptprodukte entstehen reine Nickel- und Kobaltsalze (z. B. Sulfate), die erneut für die Produktion von Kathodenmaterial für Batterien eingesetzt werden. Als wichtiges Nebenprodukt des Prozesses fällt sogenannter Kupferzement an, der in Antwerpen zu reinem Kupfer weiterverarbeitet wird.

Im Rahmen dieser Untersuchung wird die Metallhütte von Umicore am Standort Hoboken voraussichtlich nicht näher betrachtet, da das Hauptziel der Anlage die Erzeugung von Edelmetallen (v. a. Gold, Silber, Platin, Palladium, Rhodium) ist. Wenn man die Scheidekapazitäten in Relation zu den Rohstoffpreisen setzt, stellt man fest, dass mit den für dieses Projekt relevanten Stoffen wie Kupfer, Nickel und Blei weniger als 10 % der Wertschöpfung erzielt werden kann. Damit ist die Anlage von Umicore für die hier betrachteten Abfälle, die über keine relevanten Anteile an Edelmetallen verfügen, nicht von Bedeutung.

Interessant wäre die Anlage lediglich für die gebrauchten Katalysatoren (AVV-Nr. 16 08 02\*, 16 08 05\* und 16 08 07\*). Diese stellen jedoch eine äußerst heterogene Gruppe mit einer Gesamtmenge von nur rund 8.000 Mg dar, so dass eine Betrachtung im Rahmen dieses Projekts nicht zielführend ist.

## 5.7 Nickelhütte Aue

Die Nickelhütte Aue ([www.nickelhuette-aue.de](http://www.nickelhuette-aue.de)) recycelt Ni-, Cu-, Co-, Zn-, W-, Mo-, V- und Pb-haltige Katalysatoren, Stäube, Schlämme, Salze, Säuren und Lösungen sowie weitere Reststoffe. Die Nickelhütte Aue bezieht neben anfallenden Abfällen in Deutschland auch Sekundärrohstoffe aus dem Ausland.

Sie verfügt über eine Vielzahl von pyro-hydrometallurgischen Verbundanlagen, u. a. über Röstöfen, einen Schmelzofen und eine Elektrolyse. Je nach Stoffeigenschaften durchlaufen die eingesetzten Reststoffe eine oder mehrere dieser Prozessstufen. Neben der Sekundärstoffaufbereitung umfasst die Nickelhütte Aue auch die Produktion von Nickel-, Kupfer- und Cobaltchemikalien und verschiedene Legierungen (z. B. Rotguss-, Messing- und Bronzelegierungen). Rohstoffe hierfür sind u. a. die aufbereiteten Abfälle und Sekundärrohstoffe [Öko-Institut 2007].

End- oder Zwischenprodukte sind u. a.: Edelmetallkonzentrate, NE-Metall-Konzentrate (v.a. Ni, Co, Mo und V), Kupfersulfat, Nickelsulfat, Kobaltsulfat, verschiedene Legierungen und Reinelemente.

Nickel kann sowohl pyrometallurgisch als auch hydrometallurgisch aufbereitet werden. In der Pyrometallurgie werden vor allem Galvanikschlämme, Katalysatoren, Schleifschlämme und Stäube zu metallhaltigen Konzentraten aufbereitet, die dann intern oder extern weiter behan-

delt werden [Öko-Institut 2007]. Der pyrometallurgische Prozess erzeugt überdies Wärme, welche den Eigenbedarf der Nickelhütte selbst deckt und noch an andere Unternehmen in Aue abgeben werden kann.

In der Hydrometallurgie werden aus Katalysatoren, Nickelrohsulfaten, Schleifschlämmen und Galvanikschlämmen Nickel- und Kobaltchemikalien hergestellt, die wiederum in die Katalysator- oder Galvanikindustrie abgegeben werden [Öko-Institut 2007].

Die folgende Abbildung zeigt den Prozess der Nickelhütte in Aue.

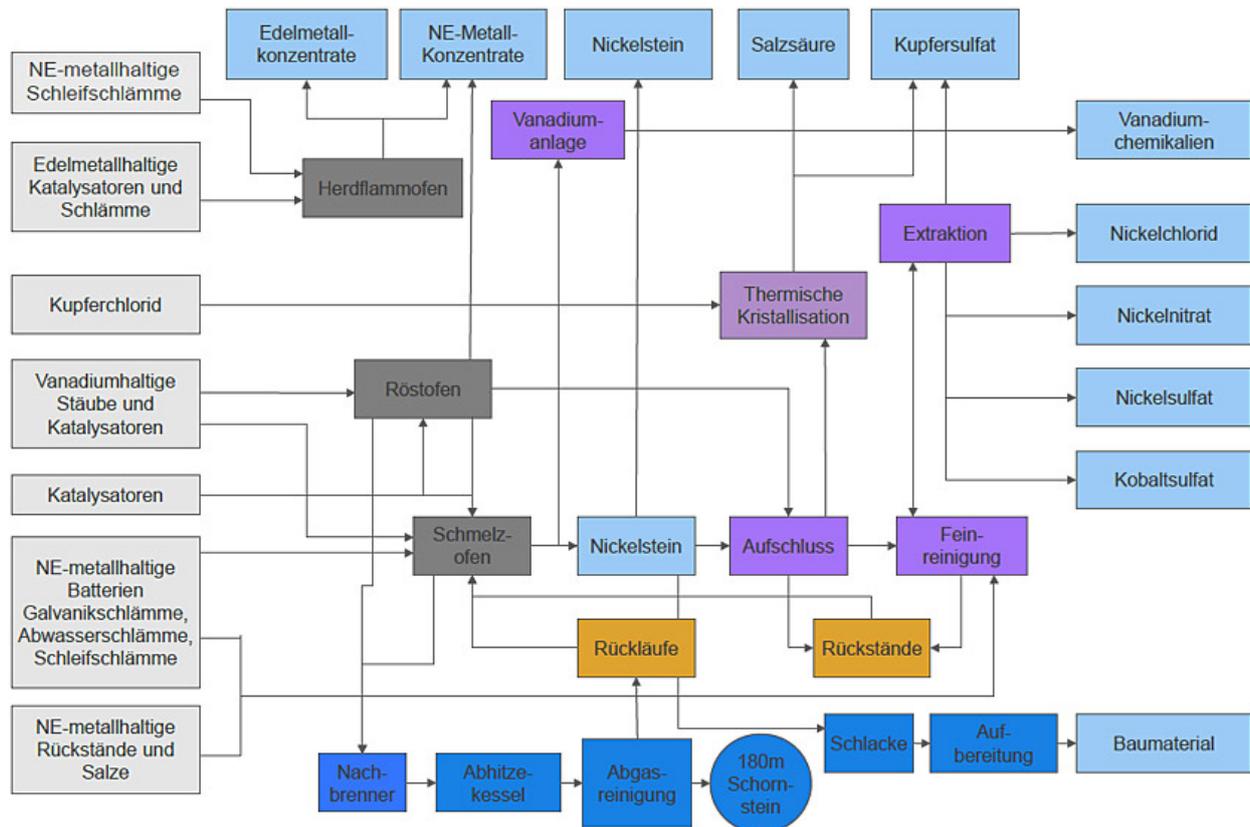


Abbildung 5-1: Prozessflussbild Nickelhütte GmbH [Quelle: Nickelhütte GmbH]

Die Nickelhütte Aue gehört zu der Unternehmensgruppe Siegfried Jacob Metallwerke (SJM).

## 5.8 Sekundärkupferhütte in Lünen Aurubis

Der deutsche Kupferkonzern Aurubis ([www.aurubis.com](http://www.aurubis.com)) hat in 2011 am Standort Lünen in Nordrhein-Westfalen seine gesamte Recyclingkapazität wegen der stark wachsenden Mengen von Elektronikschrott deutlich erhöht. Der Durchsatz im bestehenden KRS-Badsmelzofen<sup>5</sup> in Lünen kletterte von 275.000 auf 350.000 Mg pro Jahr (EUWID 2011). Die Anlage nimmt eine Vielzahl von Abfällen wie Elektroschrott, schwermetallhaltige Salze, Stäube und Schlämme zur Metallgewinnung oder als Schlackebildner, aber auch Sekundärrohstoffe mit niedrigen Kupferanteilen an.

<sup>5</sup> (KRS Kayser Recycling System)

Unter reduzierenden Bedingungen und hohen Temperaturen wird Rohkupfer mit einem durchschnittlichen Kupfergehalt von 95 % erzeugt. Zinn und Blei werden im Prozess als Oxid abgeschieden und im unmittelbar angeschlossenen Mischzinnofen zu einer Zinn-Blei-Legierung verarbeitet. Das Rohkupfer wird dann im Anodenofen raffiniert und anschließend einer Elektrolyse unterworfen [Öko-Institut 2007]. Nickelsulfat und Edelmetalle werden nach der Elektrolyse abgetrennt und aufbereitet.

Weitere Kapazitäten für das Recycling von Elektronikschrott befinden sich im Werk Hamburg von Aurubis.

## 5.9 Drehherd-Direktreduktionsverfahren

Die International Metals Reclamation Company, Inc. (Inmetco), eine Tochter des INCO-Konzerns, betreibt in Ellwood City, USA, das sogenannte Inmetco-Verfahren [UBA 2012].

Ziel dieses Verfahrens ist die Gewinnung von Eisenschwamm<sup>6</sup> und einer angereicherten NE-Metallfraktion durch Direktreduktion von hochmetallhaltigen Reststoffen der Eisen- und Stahlindustrie (seit einiger Zeit Schwerpunkt auf die Verwertung nickelhaltiger Batterien).

Hauptmotiv bei der Entwicklung dieser Verfahren war die Substitution des bei der klassischen Eisen- und Stahlproduktion erforderlichen Koks durch kostengünstigere Reduktionsmittel und Energieträger.

Das Verfahrensprinzip besteht darin, verschiedene Hüttenwerksreststoffe mit festen Reduktionsmitteln zu Pellets zu agglomerieren und anschließend in einem Drehherdofen zu Eisenschwamm zu reduzieren.

Der Eisenschwamm als Produkt des Prozesses kann an verschiedenen Stellen (Blasstahlwerk, Elektrolichtbogenofen) eingesetzt werden. Zur Anwendung kam das Verfahren zunächst in den USA bei der Verwertung von Reststoffen aus der Edelstahlindustrie (Cr/Ni).

So bietet das Inmetco-Verfahren die Möglichkeit einer einheitlichen Entsorgung und Verwertung einer Reihe eisenhaltiger Reststoffe aus integrierten Hüttenwerken, die ansonsten aufgrund ihrer Beschaffenheit und/oder ihrer hohen Gehalte an Zink, Blei, Alkalien oder Öl nur nach gesonderter Konditionierung oder teilweise gar nicht in die Hüttenwerksprozesse zurückgeführt werden können.

## 5.10 Weitere Verfahren und Anlagen

- VALDI-Prozess der Firma Valdi, besteht aus einem Gemeinschaftsunternehmen von AFE Metal und TREDI. Es wurde 1997 zur Verwertung komplexer metallhaltiger Kuppelprodukte und Abfälle wie Stäube, Oxide, Hydroxide, Schlämme, Katalysatoren und nicht zuletzt Batterien gegründet.
- Die Norzinco GmbH<sup>7</sup> gehört zur Recylex-Gruppe und setzt für die Erzeugung von Zinkoxid und Zinkstaub das New Jersey-Verfahren ein. Die Einsatzstoffe für das thermische Verfahren sind zinkhaltige Vorstoffe, wie z. B. Feinzink, aber auch Sekundärvorstoffe

---

<sup>6</sup> Als Eisenschwamm wird das feste Produkt von Verfahren bezeichnet, bei denen hoch metallhaltige (insbesondere Eisen), überwiegend oxidische Einsatzmaterialien unter Einsatz von Kohle, Erdgas oder Erdöl reduziert werden [VDEL 1989].

<sup>7</sup> <http://www.recylex-germany.com/de/norzinco/home.html>

wie Altzink oder Umschmelzzink. Die eingesetzten Reststoffe müssen frei von jeglichen nuklearen Verunreinigungen sowie frei von jeglicher ionisierender Strahlung sein. Zudem darf der Cadmiumgehalt 300 g/t (300 ppm) nicht überschreiten.

- Die Siegfried Jacob Metallwerke GmbH ([www.jacobmetall.de](http://www.jacobmetall.de)) verarbeitet in Ennepetal im Sauerland seit vielen Jahren NE-metallhaltige Schrotte und Rückstände in hydrometallurgische und pyrometallurgische Verfahren. Weiterhin konzentriert sich Jacob auf die Rückgewinnung von Rohstoffen aus Schrotten und Rückständen aus Nickel und Nickellegierungen, Edelstählen, Superlegierungen. Zudem werden NE-metallhaltige Abfälle in Form von Schlämmen, Lösungen und anderen Rückständen aufbereitet.
- Die Gerhard Lang GmbH & Co.KG ist spezialisiert auf die Herstellung großer Mengen an hochqualitativen Sekundärrohstoffen. Unter anderem besteht noch eine Anlage zur Konditionierung von legierungsmetallhaltigen Schlämmen und Stäuben mit hohen Anteilen von Molybdän, Cobalt, Wolfram, Nickel, Chrom und Titan mit einer Kapazität von rund 3.200 t.
- H.C. Starck konzentriert sich auf das Recycling von Technologiemetallen von Wolfram, Molybdän, Tantal, Niob und Rhenium.
- Lars WALCH GmbH & Co. KG<sup>8</sup>
- Wolfram Bergbau und Hütten AG<sup>9</sup>, mit zwei Standorten in Österreich (Mittersill - Bergbau und Aufbereitung sowie St. Martin – Hütte) konzentriert sich primär auf die Möglichkeiten zum Recycling wolframhaltiger Sekundärrohstoffe. Als Eingangsstoffe gelangen u. a. Rücklaufmaterial aus Schleifbearbeitung (mit Mindestkonzentrationen > 40 %), Pulverrücklauf und Pressbruch (mit Mindestkonzentrationen > 70 %), wolframhaltige Späne, Drähte, Bleche, Stücke mit min. 1 mm Dicke und einer Mindestkonzentration von 85 % inkl. einem Kupfergehalt < 2,5 % zum Einsatz. Hergestellt werden Wolframoxid-, Wolframmetall- und Wolframcarbidpulver für die pulvermetallurgische Industrie.
- WHS Sondermetalle<sup>10</sup> mit Sitz in Grünsfeld recycelt Schrotte aus Sondermetallen, wie z. B.: Tantal, Niob, Molybdän, Wolfram, Rhenium und Edelmetalle, sowie Blechschrott, Drahtschrott, Stangenendstücke, Späne, Pulver, Target-Schrott, defekte Bauteile oder sonstige Schrottförmungen.
- Die Saarländische Rohprodukte GmbH (SRP)<sup>11</sup> mit Sitz in Homburg konzentriert sich auf eisenhaltige Schrotte (Stahlschrott, Stahlspäne, Buntmetalle). Deren Aufnahmekapazitäten liegen jährlich bei ca. 500.000 t Stahlschrott und 35.000 t Buntmetallen.
- Die VALCARD RECYCLING SAS<sup>12</sup> konzentriert sich neben der Verwertung von Elektronikschrott auch auf die Rückgewinnung und Verwertung von Tantal.
- Die Plansee-Gruppe<sup>13</sup> am Standort Reutte bereitet Nebenprodukte der Fertigung und vom Kunden retournierte Altprodukte auf eigenen Recyclinganlagen chemisch und thermisch-mechanisch auf. Besonders wird auf das Recycling von Wolfram gesetzt. Für

---

<sup>8</sup> <http://www.walch-recycling.de/de>

<sup>9</sup> [http://www.wolfram.at/wolfram\\_at/wDeutsch/](http://www.wolfram.at/wolfram_at/wDeutsch/)

<sup>10</sup> <http://www.whs-sondermetalle.de/Metallrecycling.html>

<sup>11</sup> <http://www.srp-online.com/hmd.html>

<sup>12</sup> <http://www.valcard-recycling.com/ALL/2.html>

<sup>13</sup> <http://www.plansee.com/de/Unternehmen-Nachhaltigkeit-Recycling-550.htm>

das Recycling wird vor allem gesinterter Hartschrott aus Wolframkarbid, Weichschrotte wie Pulver und Schleifschlämme sowie weitere Sekundärrohstoffe verarbeitet, die einen Wolframanteil von mind. 60 % aufweisen. Auch Legierungen und andere Werkstoffe wie Kobalt, Nickel oder Tantal können recycelt werden.

- Die Buss & Buss Spezialmetalle GmbH<sup>14</sup> mit Sitz in Sagard konzentriert sich auf das Recycling und den Handel von Tantal, Niob, Rhenium, Hafnium, Gallium, Indium und Germanium.
- In Skandinavien verfügt der schwedische Bergbau- und Metallkonzern Boliden ([www.boliden.com](http://www.boliden.com)) ebenfalls über Kupferhütten, die Sekundärkupfer und Edelmetalle aus Elektronikschrotten gewinnen.
- Die DESTIMET Green Services GmbH betreibt in Bitterfeld-Wolfen eine Anlage nach dem EcoScan-Verfahren. Dabei handelt es sich um eine Vakuumdestillation, in der mit organischen Verbindungen verunreinigte Metalle, Metallspäne, Walzzunder und Bohrschlämme eingesetzt werden können. Zurückgewonnen werden Metalle, Metallverbindungen und Öle. In der Anlage können derzeit 20.000 Mg Abfälle pro Jahr verarbeitet werden.

---

<sup>14</sup> <http://www.buss-spezialmetalle.de/Unternehmen-Buss.html>

## 6 Auswertung der eingeholten Informationen

In einer Fragebogenaktion wurde versucht, die allgemeine Situation im Bereich Versatz, Ablagerung sowie Recycling von Abfällen, die noch Metallanteile in relevanten Mengen enthalten, bei den betroffenen Akteuren zu erfragen. Ein besonderes Anliegen war zusätzlich zu den Fragebögen die Bitte um Zusendung von Analysendaten zu den oben ausgewählten Abfallarten. Hierzu wurden jeweils angepasste Fragenbögen zusammen mit einem Anschreiben und einem Begleitschreiben des Bundesumweltministeriums (siehe Anhang 5 und 6) an die Betreiber von Recyclinganlagen für Metalle, Deponien und Versatzbergwerken sowie Landesumweltministerien (Bayern, NRW, Niedersachsen) versandt und um die Bereitstellung von Analysendaten gebeten. Der Versand der Fragebögen an die Recycler erfolgte überwiegend über die Wirtschaftsvereinigung Metalle e.V. Eine Liste der angeschriebenen Beteiligten mit der Angabe der Rückläufe zeigt Anhang 7. Nach der Auswertung der Fragebögen wurden insbesondere mit den Recycling-Unternehmen weitere Gespräche geführt und zusätzliche Informationen eingeholt.

Die Ergebnisse der erfolgten Rückläufe sowie der weiteren Gespräche und Informationen werden im Folgenden dargestellt. Die zur Verfügung gestellten Analysedaten werden bei der weiteren Auswertung genutzt.

Aus den Antworten der Landesumweltministerien bzw. -umweltämter ergaben sich keine auswertbaren Erkenntnisse zu Metallgehalten in Abfällen oder Recyclingkapazitäten. Es wurde lediglich angeregt, die Fragen zu Grenzwerten für Metalle in Bezug auf die Metallrückgewinnung in einer „Metallrückgewinnungsverordnung“ zu regeln, da es nicht sinnvoll sei, Grenzwerte für alle Abfallarten in gleicher Höhe festzulegen, sondern abfallartenspezifisch und gegebenenfalls unter Berücksichtigung weiterer Bedingungen. Wegen der Komplexität der Materie trage eher eine separate Verordnung zur Übersicht bei als eine umfassende Ergänzung in der Deponie- oder Versatzverordnung.

Ein Unternehmen hat seine Vorbehalte hinsichtlich der Teilnahme ausführlich begründet. Es schreibt:

„Aus unserer Erfahrung heraus ist es nicht möglich, für einen Abfall einen Inhalt an Wertstoff anzugeben, der als Grenzwert zwischen stofflicher Verwertung auf der einen Seite und anderen Entsorgungsverfahren (sonstige Verwertung oder Beseitigung) auf der anderen Seite herangezogen werden kann. Vielmehr ist die Entscheidung, ob ein Abfall wirtschaftlich wiedergewonnen werden kann, von einer Vielzahl an Rahmenbedingungen abhängig:

- Verbindungsform des Wertstoffes im Abfall,
- Begleitelemente im Abfall mit Verweis auf die mögliche Aufkonzentration im Rückstand aus dem Recyclingprozess, beispielsweise Arsen (As) oder auch Radioaktivität,
- Verhältnis zwischen Wertstoff und enthaltenen Begleitelementen wie Schwermetalle, die eine wirtschaftliche stoffliche Verwertung erschweren,
- physische Form des Abfalls,
- Wassergehalt (besonders bei Schlämmen und Filterkuchen),
- aktuelle Wertstoffnotierungen,
- Wechselkurs (bei weltweitem Bezug),
- Dargebot an Rohstoffen insgesamt unter Berücksichtigung der spezifischen Produktionskosten bei Einsatz der unterschiedlichen Sekundärrohstoffe.

Deshalb sehen wir es auch grundsätzlich als problematisch an, auf Basis prozentualer Wertstoffkonzentrationen in Abfällen eine unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit stoffliche Verwertung abzuleiten. O.g. Rahmenbedingungen müssen Berücksichtigung finden, vielfach handelt es sich in Bezug auf den Abfall um Einzelfallentscheidungen. Weiterhin ist es in der Folge daher auch nicht möglich, auf Basis prozentualer Wertstoffgehalte in Abfällen die Grenzwerte für die sonstige Verwertung im Bergversatz bzw. Beseitigung (Deponierung) anpassen zu wollen (siehe Schreiben vom BMU vom 11.11.2013 zum Thema). Das ist aus unserer Sicht aufgrund der Vielzahl an Einflussgrößen sowie vor dem Hintergrund der Deponienutzung als Schadstoffsenke (Schadstoffaufkonzentration in Recyclingprozessen) als kritisch zu bewerten.

[...] Für uns sind Produktionsrückstände wertvolle Rohstoffe, deshalb haben wir großes Interesse an derartigen Materialien. Auf der anderen Seite muss eine gesetzeskonforme Entsorgung nicht mehr weiter zu verwertender Rückstände aus den Prozessen aufrecht gehalten werden.“

## 6.1 Recycler

### 6.1.1 Wälzverfahren

Anhand der Angaben zu zwei Anlagen der Befesa Zinc zeigte sich, dass die erforderlichen Zinkgehalte, ab denen Abfälle angenommen werden, unterschiedlich sind:  $\geq 5\%$  bzw.  $\geq 10\%$ . Auch der Gehalt anderer Metalle, die in den Abfällen enthalten sein dürfen, schwankt bei den verschiedenen Abfallarten zum Teil deutlich (siehe Tabelle 6-1). Darüber hinaus wurden Beschränkungen für Chlor, Fluor, Schwefel, PCDD/PCDF und organische Stoffe genannt.

Tabelle 6-1: Beschränkungen für Metallgehalte beim Wälzverfahren

Metall	Beschränkung
Blei	Keine bis $\leq 10\%$
Kupfer	Keine bis $\leq 2\%$
Nickel*	$\leq 12\%$ bis $\leq 2\%$
Chrom	$\leq 12\%$ bis $\leq 2\%$
Kobalt	Keine bis $\leq 1\%$
Cadmium	$\leq 1\%$ bis $\leq 0,1\%$
Arsen	$\leq 0,1\%$ bis $< 0,06\%$
Quecksilber	$\leq 0,02\%$ bis $\leq 0,01\%$

\* Bei atemgängigen pulverförmigen Nickelverbinden (Nickelmonoxid, Nickeldioxid, Nickelsulfid, Trinickeldisulfid, Dinickeltrioxid) gab es außerdem die Beschränkung auf  $< 0,1\%$

In den Anlagen dürfen insgesamt 111 verschiedene Abfallarten angenommen werden. Die Anzahl ist je nach Anlage unterschiedlich. Von den für die weitere Untersuchung ausgewählten Abfallarten dürfen die folgenden angenommen werden:

- 06 03 15\*: Metalloxide, die Schwermetalle enthalten (aus anorganisch-chemischen Prozessen)
- 10 01 01: Rost- und Kesselasche, Schlacke und Kesselstaub mit Ausnahme von Kesselstaub, der unter 10 01 04 fällt (aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsanlagen außer Abfallverbrennung)
- 10 02 02: unbearbeitete Schlacke (aus der Eisen- und Stahlindustrie)

- 10 04 01\*: Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) (aus der thermischen Bleimetallurgie)
- 10 05 01: Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) (aus der thermischen Zinkmetallurgie)
- 10 06 01: Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) (aus der thermischen Kupfermetallurgie)
- 10 09 10: Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09\* fällt (vom Gießen von Eisen und Stahl)
- 11 01 08\*: Phosphatierschlämme
- 11 01 09\*: Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten (aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen)
- 11 02 02\*: Schlämme aus der Zink-Hydrometallurgie (einschließlich Jarosit, Goethit)
- 12 01 14\*: Bearbeitungsschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten (aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen)
- 19 02 05\*: Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten (aus der Abfallbehandlung)

Die Annahme ist abhängig von der jeweiligen Genehmigung und der Wirtschaftlichkeit. Zur Frage, ob Abfallarten bzw. Abfälle, die wirtschaftlich rückgewinnbare Metallanteile enthalten, an ihren Anlagen vorbei in den Bergversatz oder auf Deponien gelangen, wurden keine Angaben gemacht.

Von der Harz-Metall GmbH Goslar, die neben den beiden o.g. ebenfalls das Wälzverfahren betreibt, können von den für die weitere Untersuchung ausgewählten Abfallarten folgende angenommen werden:

- 10 04 01\*: Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) (aus der thermischen Bleimetallurgie)
- 10 05 01: Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) (aus der thermischen Zinkmetallurgie)
- 10 09 10: Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09\* fällt (vom Gießen von Eisen und Stahl)
- 11 01 08\*: Phosphatierschlämme
- 11 01 09\*: Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten (aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen)
- 11 02 02\*: Schlämme aus der Zink-Hydrometallurgie (einschließlich Jarosit, Goethit)
- 12 01 14\*: Bearbeitungsschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten (aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen)
- 19 01 13\*: Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält (aus der Verbrennung und Pyrolyse von Abfällen)
- 19 02 05\*: Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten (aus der Abfallbehandlung)

### 6.1.2 DK-Prozess

Von den für die weitere Untersuchung ausgewählten Abfallarten können von der DK Recycling und Roheisen GmbH in Duisburg die folgenden angenommen werden:

- 06 03 15\*: Metalloxide, die Schwermetalle enthalten (aus anorganisch-chemischen Prozessen)
- 10 02 02: unbearbeitete Schlacke (aus der Eisen- und Stahlindustrie)
- 10 09 10: Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09\* fällt (vom Gießen von Eisen und Stahl)
- 11 01 08\*: Phosphatierschlämme
- 11 01 09\*: Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten (aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen)
- 11 02 02\*: Schlämme aus der Zink-Hydrometallurgie (einschließlich Jarosit, Goethit)
- 12 01 14\*: Bearbeitungsschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten (aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen)
- 19 02 05\*: Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten (aus der Abfallbehandlung)

Dabei sind die in Tabelle 6-2 aufgeführten Annahmekriterien zu beachten.

Tabelle 6-2: Annahmekriterien für den DK-Prozess

Element	möglicher Gehalt [% TS]	optimaler Gehalt [% TS]
Fe	0 - 100	40 - 100
C	0 - 90	0 - 10
SiO <sub>2</sub>	0 - 100	0 - 20 oder 70 - 100
CaO	0 - 30	0 - 20
MgO	0 - 35	0 - 5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 - 25	0 - 5
P	0 - 30	0 - 0,1 oder 3 - 30*
Cr	0 - 0,5	0 - 0,1
Cu	0 - 2	0 - 0,5
Ti	0 - 3	0 - 0,3
Mn	0 - 12	0 - 1
As, Sb	0 - 0,10	0 - 0,010
Ni	0 - 4	0 - 0,1
Mo, V	0 - 1,5	0 - 0,1
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0 - 3	0 - 1,5
Zn	0 - 15	0 - 3
Pb	0 - 5	0 - 0,5
Cl	0 - 5	0 - 0,5
F	0 - 4	0 - 0,1
S	0 - 5	0 - 0,5

Element	möglicher Gehalt [% TS]	optimaler Gehalt [% TS]
Hg	< 0,0001	< 0,0001
Cd	0 - 0,10	0 - 0,10
Pb	0 - 0,035	0 - 0,035
Cr (VI)	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar
Öl/Fett	0 - 6	0 - 1

\* bei P >3 % sollten Cr/Cu niedrig liegen

### 6.1.3 Bleihütten

Die Sekundärbleihütte der BSB Recycling GmbH in Braubach kann von den für die weitere Untersuchung ausgewählten Abfallarten folgende zum Recycling von Blei und Zinn annehmen:

- 06 03 15\*: Metalloxide, die Schwermetalle enthalten (aus anorganisch-chemischen Prozessen)
- 10 04 01\*: Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) (aus der thermischen Bleimetallurgie)
- 11 01 09\*: Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten (aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen)
- 19 02 05\*: Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten (aus der Abfallbehandlung)

Die Bleihütte der Berzelius Stolberg GmbH in Stolberg nimmt von den für die weitere Untersuchung ausgewählten Abfallarten die folgenden zum Metallrecycling an:

- 10 04 01\*: Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) (aus der thermischen Bleimetallurgie)
- 10 05 01: Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) (aus der thermischen Zinkmetallurgie)
- 10 06 01: Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) (aus der thermischen Kupfermetallurgie)
- 11 01 09\*: Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten (aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen)
- 11 02 02\*: Schlämme aus der Zink-Hydrometallurgie (einschließlich Jarosit, Goethit)
- 12 01 14\*: Bearbeitungsschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten (aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen)
- 19 02 05\*: Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten (aus der Abfallbehandlung)

Die Muldenhütten Recycling und Umwelttechnik GmbH betreibt in Freiberg eine Sekundärbleihütte mit integrierter Sonderabfallverbrennungsanlage. Für das Blei-Recycling in der Sekundärbleihütte können von den für die weitere Untersuchung ausgewählten Abfallarten folgende angenommen werden:

- 06 03 15\*: Metalloxide, die Schwermetalle enthalten (aus anorganisch-chemischen Prozessen)
- 10 04 01\*: Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) (aus der thermischen Bleimetallurgie)

- 11 01 09\*: Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten (aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen)
- 12 01 14\*: Bearbeitungsschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten (aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen)

#### 6.1.4 Elektroreduktionsverfahren

Die von Befesa Valera in Gravelines/Frankreich betriebene Anlage besitzt eine Anlagenkapazität von 120.000 t/a. Sie ist mittlerweile als Seveso-Anlage klassifiziert. Aus diesem Grund bestehen hinsichtlich der Schadstoffgehalte keine maßgeblichen Einschränkungen. Es muss aber darauf geachtet werden, dass die Abfallinhaltsstoffe die Einhaltung der Grenzwerte für Ableitungen in Luft und Wasser nicht gefährden können.

Die Abfallarten, die angenommen werden dürfen, sind nicht nach einzelnen Abfallarten aufgeschlüsselt, sondern es sind die folgenden Abfallgruppen genehmigt:

- 06 03: Abfälle aus HZVA von Salzen, Salzlösungen und Metalloxiden
- 06 04: Metallhaltige Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 fallen
- 10 02: Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie
- 10 08: Abfälle aus sonstiger thermischer Nichteisenmetallurgie
- 10 09: Abfälle vom Gießen von Eisen und Stahl
- 10 10: Abfälle vom Gießen von Nichteisenmetallen
- 11 01: Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen
- 12 01: Abfälle aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen
- 16 06: Batterien und Akkumulatoren
- 16 08: Gebrauchte Katalysatoren
- 19 12: Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z. B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g.

Um die Produktionskosten zu decken, sind insbesondere die Gehalte an Nickel und Molybdän bedeutsam. Eingesetzt werden können Abfälle mit einem Ni- bzw. Mo-Gehalt von 1 % (technisch machbar). Dieser Gehalt ist aber nicht kostendeckend. Bei hohen Börsennotierungen können Ni- bzw. Mo-Gehalte ab 2 % kostendeckend sein. Zu beachten ist auch, dass eine angemessene Menge Eisen als Metallsammler im Abfall enthalten sein sollte, da ansonsten unverhältnismäßig viel Schlacke produziert wird und damit die anfallende Abfallmenge pro Tonne erzeugter Legierung steigen würde. Zur Zeit werden aus einer Tonne Abfall – je nach Zusammensetzung – ca. 500 kg Legierung erzeugt und es fallen ca. 500 kg Schlacke an. Bei geringen Summen-Metallgehalten in den eingesetzten Abfällen kann sich das Verhältnis verschieben und dadurch die spezifischen Strom- und Reduktionsmittelverbräuche steigen.

### 6.1.5 Plasmaverfahren

Die von Befesa ScanDust in Landskrona/Schweden betriebene Anlage hat eine Genehmigung, um ca. 60.000 t/a an eisen- und metallhaltigen Abfällen zu verarbeiten. Die Genehmigung bezieht sich nicht explizit auf Abfallschlüsselnummern. Limitierend sind die Abfallinhaltsstoffe, die die Einhaltung der Grenzwerte für Ableitungen in Luft und Wasser gefährden können. Angenommen werden dürfen

- Krätzen, Zunder und andere Abfälle aus der Eisen- und Stahlherstellung (Code AA010 nach der EG-Verordnung 1013/2006 [EU 2006]), wobei diese Aufzählung Abfälle in Form von Asche, Rückstand, Schlacke, Krätze, Abschaum, Zunder, Staub, Schlamm und Kuchen umfasst, sofern diese anderweitig nicht ausdrücklich aufgeführt sind,
- Abfälle aus industriellen Abgasreinigungsanlagen, ausgenommen die in Liste B aufgeführten Abfälle (Code A4100 nach der EG-Verordnung 1013/2006 [EU 2006]).

Um die Produktionskosten zu decken, sind insbesondere die Gehalte an Nickel und Molybdän bedeutsam. Eingesetzt werden können Abfälle mit einem Ni- bzw. Mo-Gehalt von 1 % (technisch machbar). Dieser Gehalt ist aber nicht kostendeckend. Bei hohen Börsennotierungen können Ni- bzw. Mo-Gehalte ab 2 % kostendeckend sein. Zu beachten ist auch, dass eine angemessene Menge Eisen als Metallsammler im Abfall enthalten sein sollte, da ansonsten unverhältnismäßig viel Schlacke produziert wird und damit die anfallende Abfallmenge pro Tonne erzeugter Legierung steigen würde. Zur Zeit werden aus einer Tonne Abfall – je nach Zusammensetzung – ca. 500 kg Legierung erzeugt und es fallen ca. 500 kg Schlacke an. Bei geringen Summen-Metallgehalten in den eingesetzten Abfällen kann sich das Verhältnis verschieben und dadurch die spezifischen Strom- und Reduktionsmittelverbräuche steigen.

### 6.1.6 Nickelhütten

Von der Nickelhütte Aue können von den, für die weitere Untersuchung ausgewählten Abfallarten, folgende zur Verwertung im Schmelzbetrieb angenommen werden:

- 06 03 15\*: Metalloxide, die Schwermetalle enthalten (aus anorganisch-chemischen Prozessen)
- 10 02 02: unbearbeitete Schlacke (aus der Eisen- und Stahlindustrie)
- 10 05 01: Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) (aus der thermischen Zinkmetallurgie)
- 10 06 01: Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) (aus der thermischen Kupfermetallurgie)
- 10 09 10: Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09\* fällt (vom Gießen von Eisen und Stahl)
- 11 01 08\*: Phosphatierschlämme
- 11 01 09\*: Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten (aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen)
- 11 02 02\*: Schlämme aus der Zink-Hydrometallurgie (einschließlich Jarosit, Goethit)
- 12 01 14\*: Bearbeitungsschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten (aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen)
- 19 01 13\*: Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält (aus der Verbrennung und Pyrolyse von Abfällen)

- 19 02 05\*: Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten (aus der Abfallbehandlung)

Zusätzlich können die Abfallarten

- 06 03 15\*: Metalloxide, die Schwermetalle enthalten (aus anorganisch-chemischen Prozessen) und
- 11 02 02\*: Schlämme aus der Zink-Hydrometallurgie (einschließlich Jarosit, Goethit)

für die nasschemische Nickelgewinnung eingesetzt werden.

Grundsätzlich kann Nickel aus Rückständen wiedergewonnen werden, die einen Ni-Gehalt von mindestens 0,5 % i.O. aufweisen. Ab einem Ni-Gehalt von ca. 5 % i.O. und ohne Störelemente wie beispielsweise Zink oder Chrom ist Kostendeckung durch das Material selbst erreicht. Ansonsten muss der Abfallerzeuger zuzahlen.

Die Abfälle sollten frei von Cadmium, Arsen, Quecksilber, Antimon und PCB sein. Der Blei-Gehalt ist abhängig von den Gehalten an Nickel, Kobalt bzw. Kupfer. Der Cyanidgehalt sollte unter 1 % liegen, wobei Lösungen cyanidfrei sein müssen. Der mögliche Fluorgehalt wird auf Nachfrage mitgeteilt.

Die teilweise erforderliche Zuzahlung wird als Grund für die Deponierung von nickelhaltigen Schlämmen angesehen.

### 6.1.7 Kupferhütten

Von der Sekundärkupferhütte der Aurubis AG in Lünen (ehemals Hüttenwerke Kayser) können von den für die weitere Untersuchung ausgewählten Abfallarten folgende angenommen werden:

- 06 03 15\*: Metalloxide, die Schwermetalle enthalten (aus anorganisch-chemischen Prozessen)
- 10 04 01\*: Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) (aus der thermischen Bleimetallurgie)
- 10 05 01: Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) (aus der thermischen Zinkmetallurgie)
- 10 06 01: Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) (aus der thermischen Kupfermetallurgie)
- 10 09 10: Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09\* fällt (vom Gießen von Eisen und Stahl)
- 11 01 08\*: Phosphatierschlämme
- 11 01 09\*: Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten (aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen)
- 11 02 02\*: Schlämme aus der Zink-Hydrometallurgie (einschließlich Jarosit, Goethit)
- 12 01 14\*: Bearbeitungsschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten (aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen)
- 19 02 05\*: Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten (aus der Abfallbehandlung)

### 6.1.8 Mechanische Verfahren

Das Unternehmen, das mechanische Verfahren (Siebung, Wirbelstromabscheidung, Elektro- und Permanentmagnete) zur Metallrückgewinnung anwendet, nimmt vorwiegend Abfälle aus thermischen Prozessen an und stellt daraus Untertage- und Deponiebaustoffe her. Die in Müllverbrennungsaschen enthaltenen elementaren Eisen- und Nichteisenmetalle werden mit diesen Methoden zu ca. 92 % zurückgewonnen. An der Weiterentwicklung dieser Methoden und einer damit verbundenen Erhöhung der Metallrückgewinnung wird stetig gearbeitet. Spezielle Beschränkungen hinsichtlich des Gehalts von Metallen und anderen Stoffen gibt es nicht. Die Abfälle müssen lediglich für die Herstellung von Untertage- und Deponiebaustoffen geeignet sein. Abfallarten bzw. Abfälle, die wirtschaftlich rückgewinnbare Metallanteile enthalten, gehen nicht an dem Unternehmen vorbei.

## 6.2 Betreiber von Versatzbergwerken und Deponien

Bei Abfällen zum Versatz werden die Metallgehalte vor der behördlichen Zulassung durch unabhängige Fachstellen analysiert. Bei Metallgehalten über den derzeit gültigen Grenzwerten wird durch den Abfallerzeuger nachgewiesen, dass es derzeit technisch und wirtschaftlich nicht möglich ist, die in den betreffenden Abfall enthaltenen Metalle zurückzugewinnen. In Einzelfällen ist es schon vorgekommen, dass Abfälle aufgrund von Metallgehalten über den Grenzwerten von den Bergwerksbetreibern zurückgewiesen wurden. Verweigerungen der Zulassung eines Abfalls zum Versatz aufgrund von Metallgehalten über den Grenzwerten haben von Behördenseite bisher nicht stattgefunden, da die Prüfungen und Nachweise ausreichend waren.

Preise für die Annahme von Abfällen für den Versatz wurden nicht angegeben.

Bei Abfällen, die zum Deponiebau verwendet werden sollen, erfolgt die behördliche Überprüfung über den Entsorgungsnachweis mit Deklarationsanalysen. Zudem werden jährliche Kontrollen durchgeführt. In Einzelfällen wurden Abfälle, deren Metallgehalte über den Grenzwerten lagen, zum Deponiebau nicht angenommen. Nichtzulassungen von Abfällen durch die Behörden haben wie bei den Versatzbergwerken bisher nicht stattgefunden.

Von einem Betreiber wurde darauf hingewiesen, dass auch Misch- und Konditionierungsanlagen mit in die Betrachtung einbezogen werden sollten, da in diesen in großem Umfang für die Rückgewinnung interessante Metallgehalte gemischt und „verdünnt“ würden und damit einer wirtschaftlich tragfähigen Metallrückgewinnung entzogen würden<sup>15</sup>. Außerdem sei es erforderlich, ein Netz an Rückgewinnungsanlagen vorzuhalten, da gerade die für Metallrückgewinnung interessanten Abfälle nur in Mengen angeliefert würden, die unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten keine langen Transportwege zuließen.

Die Preise für die Annahme von Abfällen für den Deponiebau schwankten zwischen € 3,12 und € 21,50 pro Tonne. Die Preise für die Ablagerung von Abfällen auf einer Sonderabfalldéponie lagen zwischen € 150,- und € 220,- pro Tonne.

---

<sup>15</sup> Zu ähnlichen Ergebnissen führt auch die Auswertung der Metallfrachten in Abfällen (vgl. Kapitel 7).

### 6.3 Vergleich derzeitige Grenzwerte und Annahmefestlegungen

Angaben zu den Annahmefestlegungen für die Metallgehalte bei den verschiedenen Recyclingverfahren liegen nur für wenige Metalle vor. Grund hierfür ist, dass Mindestgehalte nur für das Hauptelement angegeben werden, nicht aber für die gleichzeitig zurückgewonnenen Nebenelemente. Die Angaben bei den Nebenelementen stellen überdies i.d.R. mögliche Höchstgehalte dar.

#### 6.3.1 Eisen

Die derzeitige Grenzwertkonzentration beträgt 50 % bzw. 500.000 mg/kg. Beim DK-Prozess können Abfälle mit einem Fe-Gehalt angenommen werden, der größer als 0 % ist. Als optimal werden Fe-Gehalte von > 40 % genannt.

#### 6.3.2 Zink

Die derzeitige Grenzwertkonzentration beträgt 10 % bzw. 100.000 mg/kg. Für das Wälzverfahren liegen hinsichtlich der Annahmefestlegungen zwei Angaben vor. Beim einen Verfahren beträgt der Annahmefestlegungswert 5 %, beim anderen 10 %.

#### 6.3.3 Nickel

Die derzeitige Grenzwertkonzentration beträgt 2,5 % bzw. 25.000 mg/kg.

Beim Elektroreduktionsverfahren und beim Plasmaverfahren können Abfälle mit Ni-Gehalten ab 1 % verarbeitet werden. Kostendeckend wird es aber – anhängig von der Börsennotierung – erst ab einem Ni-Gehalt von > 2 %.

Die Anlagen der Nickelhütte Aue können Nickel aus Abfällen mit Ni-Gehalten  $\geq 0,5$  % i.O. wiedergewinnen. Kostendeckend wird es aber erst bei Ni-Gehalten von etwa 5 % i.O.

#### 6.3.4 Molybdän

Für Molybdän existiert derzeit kein Grenzwert.

Beim Elektroreduktionsverfahren und beim Plasmaverfahren können Abfälle mit Mo-Gehalten ab 1 % verarbeitet werden. Kostendeckend wird es aber – anhängig von der Börsennotierung – erst ab einem Mo-Gehalt von > 2 %.

### 6.4 Hinweise bezüglich der Senkung bestehender und der Festlegung neuer Grenzwertkonzentrationen

Aus den Angaben der Recyclingbetriebe, insbesondere bezüglich der Annahmekriterien ergeben sich für Zink, Eisen und Nickel Hinweise auf Recyclingmöglichkeiten bei Konzentrationen unterhalb der bisher vorgegebenen Grenzwerte.

Die derzeit gültige Grenzwertkonzentration für Zink von  $\geq 100$  g/kg kann demnach auf  $\geq 50$  g/kg halbiert werden. Ob Zink aus Abfällen mit geringeren Gehalten derzeit technisch zurückgewonnen werden kann, liegen keine Hinweise vor.

Auch die derzeit gültige Grenzwertkonzentration für Eisen von  $\geq 500$  g/kg kann zumindest auf  $\geq 400$  g/kg gesenkt werden, da es ein Unternehmen gibt, das eine Konzentration ab diesem Wert bereits als optimal bezeichnet. Ohne Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit könnte die

Grenzwertkonzentration auch weiter gesenkt werden, da das gleiche Unternehmen die Annahme von Abfällen mit geringeren Gehalten nicht ausschließt.

Technisch ist es derzeit mit zwei Verfahren möglich, Nickel aus Abfällen mit Gehalten  $> 1\%$  zurückzugewinnen, so dass die Grenzwertkonzentration aus rein technischer Sicht von derzeit  $\geq 25$  g/kg auf  $\geq 10$  g/kg gesenkt werden könnte. Ob eine weitere Senkung möglich ist, kann nicht gesagt werden, da sich die Gehaltsangabe von  $\geq 0,5\%$  beim dritten Verfahren auf die Originalsubstanz bezieht. Bei Schlacken beispielsweise aus der Metallurgie könnte dies möglich sein, da die Wassergehalte nahe Null liegen.

Für den Gehalt an Molybdän wurde bisher keine Grenzwertkonzentration festgelegt. Mit zwei Verfahren ist es derzeit möglich, Molybdän aus Abfällen mit Gehalten  $\geq 1\%$  zurückzugewinnen, so dass rein technisch gesehen eine Grenzwertkonzentration von  $\geq 10$  g/kg festgelegt werden könnte.

Die oben gemachten Aussagen beziehen sich nur auf die Gehalte der Metalle, die mit dem jeweiligen Verfahren primär zurückgewonnen werden. Die technisch mögliche Metallrückgewinnung hängt aber nicht nur von den Konzentrationen dieser Metalle ab, sondern auch von den Konzentrationen der Metalle, die als Nebenprodukte zurückgewonnen werden, sowie von den Gehalten weiterer im jeweiligen Abfall enthaltenen Elemente und Stoffe. Da sowohl die möglichen Gehalte der Metalle, die als Nebenprodukte zurückgewonnen werden, als auch die möglichen Gehalte der übrigen im jeweiligen Abfall enthaltenen Elemente und Stoffe von Verfahren zu Verfahren unterschiedlich sind, wird es in jedem Fall eine Einzelfallentscheidung bleiben, ob eine Abfallcharge zur Metallrückgewinnung angenommen wird oder nicht.

## 6.5 Abgleich der Analysedaten aus der Abfrage mit denen aus ABANDA

Analysendaten wurden insgesamt von vier Teilnehmern der Abfrage bereitgestellt. Sie betrafen 25 Abfallarten und insgesamt 105 Einzelanalysen.

Ein Abgleich mit den ABANDA-Daten wurde insbesondere mit Blick auf die Auswahl der Abfallarten, die aufgeschlossen und analysiert werden sollen, durchgeführt. Demzufolge wurde geprüft, ob die aus der Auswertung der ABANDA-Daten vorliegende Erkenntnis zu Metallfrachten in Abfällen zwingend zu korrigieren ist. Dies ist nicht der Fall, deshalb erfolgt die Auswahl zunächst auf der Grundlage der ABANDA-Daten, die auf höheren Probenzahlen basiert und mehr Abfallarten einschließt. Die Gegenüberstellung der Daten erfolgt in Anhang 8.

## 7 Auswahl der Abfallarten, die für die Aufbereitungsversuche und Analysen in Frage kommen

### 7.1 Vorgehensweise

Im Rahmen des Projektes konnten durch intensive Literaturrecherche und die ausgegebenen Fragebögen weitreichende Informationen zu unterschiedlichen Abfällen zusammengetragen werden. Dabei wurde der Fokus auf die Sammlung von belastbaren Daten gelegt, die es erlauben, Schlüsse auf die jeweiligen Metallkonzentrationen in den einzelnen Abfällen zu ziehen. Des Weiteren wurde im ersten Ansatz versucht, aus der Herkunft der Abfälle und der enthaltenen Metallkonzentration zu kombinieren, in welcher Verbindungsform die Metalle in den einzelnen Abfällen vorliegen, soweit die Verbindungsform nicht durch die Namensgebung des Abfallschlüssels vorgegeben war.

Als weiteres Kriterium bei der Auswahl der weiter zu untersuchenden Abfälle wurde die besondere Gefährlichkeit von den Abfällen berücksichtigt, diese kann z. B. durch

- Quecksilber und Cadmium
- hohe Chlorgehalte
- starke Dioxin, Furan, PCB und PAK etc.

gegeben sein. Offensichtliche Belastungen mit solchen Gefahrstoffen haben dann im Rahmen dieser ersten Vorauswahl teilweise dazu geführt, dass diese Abfälle für weitere Behandlungen ausgeschlossen wurden, da eine weitere Behandlung wahrscheinlich massive Probleme im Recyclingprozess und Umweltgefährdungen mit sich bringen würde.

Die Abfallarten AVV 19 01 11\* „Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken, die gefährliche Stoffe enthalten“ und 19 01 12 „Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen“, jeweils Abfälle aus der Verbrennung von Abfällen, wurden ausgeschlossen, da sie gerade in einem parallelen UFOPLAN-Forschungsprojekt intensiv untersucht werden. Abfallarten, die aus der Vermischung und Immobilisierung von Abfällen stammen, dienen allenfalls als Anlass, die Betreiber der Misch- und Konditionierungsanlagen nach den Ausgangsabfällen zu befragen, die hohe Metallgehalte aufweisen. Es ist aber wahrscheinlich nicht sinnvoll, die Produkte aus Vermischung und Konditionierung zur Gewinnung von recycelbaren Metallen zu nutzen.

Nachgeschaltet wurde durch intensive Kommunikation mit assoziierten Partnern aus dem Projektkreis, welche ihre Unterstützung zugesagt hatten, ein Abgleich mit schon zum Recycling eingesetzten Materialien und Abfallschlüsselnummer durchgeführt und ein erster Beweis dafür gebracht, dass die ausgewählten Abfälle auch geeigneten Recyclingprozessen zugeführt werden könnten.

### 7.2 Ranking der Abfallarten mit den höchsten Frachten je Metall

Um die Abfallarten zu identifizieren, die für eine Abtrennung von recycelbaren Metallen interessant erscheinen, wurden dann je Metall die Abfallarten mit den höchsten Frachten gerankt und in Tabellen dargestellt. Falls für ein Metall mehr als 12 Abfallarten relevant sind<sup>16</sup>, werden

---

<sup>16</sup> Als relevant sind die Abfallarten eingestuft, deren Metallkonzentration über dem Auswahlkriterium nach Tabelle 4-1 liegt.

die ersten 12 einzeln aufgeführt und die Metallfrachten sowohl für diese 12 Abfallarten als auch für die Summe aller relevanten Abfallarten ausgewiesen. Andernfalls handelt es sich bei den dargestellten Abfallarten um alle als relevant eingestuft.

Zur Berechnung der Frachten wird die größte Masse aus den Jahren 2010 und 2011 mit den mittleren Metallgehalten aus ABANDA verrechnet. Besonders bei den derzeit noch nicht geregelten Abfällen ist zu berücksichtigen, dass die Probenzahlen sehr gering sind und die Daten deshalb lediglich als allererste Hinweise gesehen werden können.

Außerdem wurde berechnet, welcher Anteil der ermittelten Metallfrachten aus den Abfällen zur Ablagerung auf Deponien stammt.

### 7.2.1 Blei (Pb)

Die höchste Fracht stammt aus verfestigten Abfällen, die für eine weitere Untersuchung, wie oben beschrieben, nicht geeignet sind. Alle anderen Abfallarten, die Bleigehalte über 10.000 g/Mg aufweisen, stammen aus thermischen Prozessen. Erwartungsgemäß weisen die Schlacken aus der Bleimetallurgie und Abfälle aus der Herstellung von Glas und Glaserzeugnissen relevante Bleigehalte auf.

Tabelle 7-1: Ranking der Abfallarten mit den höchsten Bleifrachten

Blei (Pb)		Größte Masse	Blei Fracht	Blei Gehalt
AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	[Mg/a]	[Mg/a]	[g/Mg]
19 03 06*	als gefährlich eingestufte verfestigte Abfälle	165.900	2.116	12.756
10 04 01*	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) <i>aus der Bleimetallurgie</i>	64.900	1.851	28.522
10 02 13*	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung <i>aus der Eisen und Stahlindustrie</i> , die gefährliche Stoffe enthalten	130.200	1.447	11.112
10 02 07*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung <i>aus der Eisen und Stahlindustrie</i> , die gefährliche Stoffe enthalten	20.200	283	14.015
10 11 11*	Glasabfall in kleinen Teilchen und Glasstaub, die Schwermetalle enthalten (z. B. Elektronenstrahlröhren)	2.400	99	41.417
10 11 15*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	2.600	26	10.154
10 12 11*	Glasurabfälle, die Schwermetalle enthalten	200	18	89.500
10 09 09*	Filterstaub <i>vom Gießen von Eisen und Stahl</i> , der gefährliche Stoffe enthält	1.100	15	13.636
	<b>Mittelwert (8)</b>			<b>15.112</b>
	<b>Summe (8)</b>	<b>387.500</b>	<b>5.856</b>	

Die ermittelte Bleifracht stammt zu 73 % (4.270 Mg/a) aus Abfällen zur Ablagerung auf Deponien.

### 7.2.2 Chrom (Cr)

Für die Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 02 05 fallen ist ggf. zu prüfen, ob geeignete Abfallarten vor der Abfallbehandlung für ein Recycling geeignet wären.

Alle weiteren Abfallarten erscheinen für ein Recycling prinzipiell geeignet zu sein.

Tabelle 7-2: Ranking der Abfallarten mit den höchsten Chromfrachten

Chrom (Cr)		Größte Masse	Chrom Fracht	Chrom Gehalt
AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	[Mg/a]	[Mg/a]	[g/Mg]
19 02 06	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung <i>von Abfällen</i> mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 02 05 fallen	42.800	2.644	61.764
11 01 09*	Schlämme und Filterkuchen <i>aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen</i> , die gefährliche Stoffe enthalten	20.200	553	27.391
06 03 15*	Metalloxide, die Schwermetalle enthalten	5.900	345	58.542
12 01 14*	Bearbeitungsschlämme <i>aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen</i> , die gefährliche Stoffe enthalten	1.900	29	15.263
10 08 15*	Filterstaub <i>aus sonstiger thermischer Nichteisenmetallurgie</i> , der gefährliche Stoffe enthält	500	12	24.600
	<b>Mittelwert (5)</b>			<b>50.259</b>
	<b>Summe (5)</b>	<b>71.300</b>	<b>3.584</b>	

Die ermittelte Chromfracht stammt zu 100 % aus Abfällen zur Ablagerung auf Deponien.

### 7.2.3 Eisen (Fe)

Die Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken aus der Abfallverbrennung mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen, werden in einem parallelen UFOPLAN-Projekt gezielt untersucht und deshalb hier nicht in die engere Auswahl einbezogen.

Interessant erscheinen dagegen erwartungsgemäß die aufgeführten Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie.

Tabelle 7-3: Ranking der Abfallarten mit den höchsten Eisenfrachten

Eisen (Fe)		Größte Masse	Eisen Fracht	Eisen Gehalt
AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	[Mg/a]	[Mg/a]	[g/Mg]
19 01 12	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken <i>aus der Abfallverbrennung</i> mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen	3.367.300	153.556	45.602
10 02 02	unbearbeitete Schlacke <i>aus der Eisen- und Stahlindustrie</i>	842.400	131.575	156.190
10 02 08	Abfälle aus der Abgasbehandlung <i>aus der Eisen- und Stahlindustrie</i> mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 07 fallen	157.400	79.905	507.657
10 02 13*	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung <i>aus der Eisen- und Stahlindustrie</i> , die gefährliche Stoffe enthalten	130.200	27.928	214.500
19 02 05*	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung <i>von Abfällen</i> , die gefährliche Stoffe enthalten	290.600	26.292	90.475
19 08 13*	Schlämme <i>aus der Behandlung von Abfällen</i> , die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten	213.700	13.720	64.202
11 02 02*	Schlämme aus der Zink-Hydrometallurgie (einschließlich Jarosit, Goethit)	86.700	11.150	128.600
10 09 06	Gießformen und -sande vor dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 09 05 fallen	96.800	5.518	57.000
06 04 05*	Abfälle, die andere Schwermetalle enthalten	26.600	4.642	174.508
10 02 07*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	20.200	4.029	199.470
19 08 14	Schlämme aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 08 13 fallen	32.200	3.146	97.689
06 05 02*	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	30.200	3.083	102.099
	<b>Mittelwert (12)</b>			<b>87.744</b>
	<b>Summe (12)</b>	<b>5.294.300</b>	<b>464.543</b>	
	<b>Mittelwert (20)</b>			<b>87.870</b>
	<b>Summe (20)</b>	<b>5.359.500</b>	<b>470.942</b>	

Die ermittelte Eisenfracht stammt zu mind. 73 % (343.500 Mg/a) aus Abfällen zur Ablagerung auf Deponien.

#### 7.2.4 Kupfer (Cu)

Die zahlreichen Abfallarten aus der Abfallbehandlung erscheinen für die weiteren Untersuchungen nur vereinzelt interessant zu sein, da sie meist wenig spezifisch sind.

Eher erscheinen die Abfälle aus Metallurgischen Prozessen Aussicht auf Recyclingfolge zu bieten.

Tabelle 7-4: Ranking der Abfallarten mit den höchsten Kupferfrachten

Kupfer (Cu)		Größte Masse	Kupfer Fracht	Kupfer Gehalt
AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	[Mg/a]	[Mg/a]	[g/Mg]
19 01 12	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken <i>aus der Abfallverbrennung</i> mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen	3.367.300	20.251	6.014
10 02 02	unbearbeitete Schlacke <i>aus der Eisen- und Stahlindustrie</i>	842.400	8.108	9.625
19 02 05*	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung <i>von Abfällen</i> , die gefährliche Stoffe enthalten	290.600	4.594	15.807
19 12 12	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 12 11* fallen	416.700	2.905	6.971
10 09 06	Gießformen und -sande vor dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 09 05 fallen	96.800	1.840	19.004
19 02 11*	sonstige Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	19.600	1.667	85.041
19 01 11*	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken, die gefährliche Stoffe enthalten	487.600	1.446	2.966
19 03 05	stabilisierte Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 03 04 fallen	632.100	941	1.489
11 01 09*	Schlämme und Filterkuchen <i>aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen</i> , die gefährliche Stoffe enthalten	20.200	819	40.550
19 03 07	verfestigte Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 03 06 fallen	532.300	755	1.419
10 04 01*	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) <i>aus der thermischen Bleimetallurgie</i>	64.900	569	8.767
19 01 13*	Filterstaub <i>aus der Abfallverbrennung</i> , der gefährliche Stoffe enthält	372.600	563	1.511
	<b>Mittelwert (12)</b>			<b>6.224</b>
	<b>Summe (12)</b>	<b>7.143.100</b>	<b>44.458</b>	
	<b>Mittelwert (33)</b>			<b>5.732</b>
	<b>Summe (33)</b>	<b>8.451.100</b>	<b>48.444</b>	

Die ermittelte Kupferfracht stammt zu mind. 58 % (28.300 Mg/a) aus Abfällen zur Ablagerung auf Deponien.

### 7.2.5 Nickel (Ni)

Bei den nickelhaltigen Abfällen ist das toxische Potenzial von Nickel zu berücksichtigen, das hohe Anforderungen an mögliche Aufbereitungsverfahren stellt.

Tabelle 7-5: Ranking der Abfallarten mit den höchsten Nickelfrachten

Nickel (Ni)		Größte Masse	Nickel Fracht	Nickel Gehalt
AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	[Mg/a]	[Mg/a]	[g/Mg]
19 02 05*	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung <i>von Abfällen</i> , die gefährliche Stoffe enthalten	290.600	2.641	9.088
19 08 13*	Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten	213.700	1.123	5.255
06 05 03	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 05 02 fallen	67.400	829	12.301
11 01 09*	Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten	20.200	726	35.941
06 04 05*	<i>Metallhaltige</i> Abfälle, die andere Schwermetalle enthalten	26.600	552	20.737
06 03 15*	Metalloxide, die Schwermetalle enthalten	5.900	546	92.458
10 02 08	Abfälle aus der Abgasbehandlung <i>aus der Eisen- und Stahlindustrie</i> mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 07 fallen	157.400	459	2.916
19 02 06	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung <i>von Abfällen</i> mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 02 05 fallen	42.800	163	3.818
06 05 02*	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	30.200	137	4.540
12 01 04	NE-Metallstaub und -teilchen	500	91	181.600
16 08 02*	gebrauchte Katalysatoren, die gefährliche Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten	400	82	205.000
10 02 07*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung <i>aus der Eisen- und Stahlindustrie</i> , die gefährliche Stoffe enthalten	20.200	74	3.644
	<b>Mittelwert (12)</b>			<b>8.474</b>
	<b>Summe (12)</b>	<b>875.900</b>	<b>7.422</b>	
	<b>Mittelwert (20)</b>			<b>8.471</b>
	<b>Summe (20)</b>	<b>892.700</b>	<b>7.562</b>	

Die ermittelte Nickelfracht stammt zu mind. 92 % (7.000 Mg/a) aus Abfällen zur Ablagerung auf Deponien.

### 7.2.6 Zink (Zn)

Abfälle aus der thermischen Zinkmetallurgie werden offensichtlich bereits weitestgehend genutzt. Der v. a. im Deponiebau eingesetzte Abfall „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) *aus der Zinkmetallurgie*“ weist laut ABANDA Zinkgehalte von < 30.000 g/Mg auf und ist mit 3.300 Mg/a etwa zu 2,4 % an der Gesamtfracht beteiligt.

Nach ABANDA weisen die Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie und aus der Behandlung von Abfällen z. T. deutlich höhere Gehalte auf bzw. tragen deutlich mehr zu den deponierten und versetzten Frachten bei.

Tabelle 7-6: Ranking der Abfallarten mit den höchsten Zinkfrachten

Zink (Zn)		Größte Masse	Zink Fracht	Zink Gehalt
AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	[Mg/a]	[Mg/a]	[g/Mg]
10 02 02	unbearbeitete Schlacke <i>aus der Eisen- und Stahlindustrie</i>	842.400	26.943	31.983
10 02 13*	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung <i>aus der Eisen- und Stahlindustrie</i> , die gefährliche Stoffe enthalten	130.200	24.175	185.673
19 02 05*	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	290.600	10.282	35.382
10 02 08	Abfälle aus der Abgasbehandlung <i>aus der Eisen- und Stahlindustrie</i> mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 07 fallen	157.400	9.222	58.591
19 03 05	stabilisierte Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 03 04 fallen	632.100	8.380	13.257
19 01 13*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	372.600	7.445	19.980
19 01 11*	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken, die gefährliche Stoffe enthalten	487.600	4.835	9.916
19 12 12	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 12 11* fallen	416.700	4.765	11.435
19 01 07*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung	484.900	4.551	9.385
19 12 11*	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten	169.000	4.397	26.015
11 02 02*	Schlämme aus der Zink-Hydrometallurgie (einschließlich Jarosit, Goethit)	86.700	4.021	46.373
10 09 10	Filterstaub <i>aus der Eisen- und Stahlindustrie</i> mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09 fällt	31.200	3.926	125.817
	<b>Mittelwert (12)</b>			<b>27.537</b>
	<b>Summe (12)</b>	<b>4.101.400</b>	<b>112.939</b>	
	<b>Mittelwert (39)</b>			<b>26.082</b>
	<b>Summe (39)</b>	<b>5.327.600</b>	<b>138.952</b>	

Die ermittelte Zinkfracht stammt zu mind. 61 % (85.600 Mg/a) aus Abfällen zur Ablagerung auf Deponien.

### 7.2.7 Zinn (Sn)

Aufgrund der hohen Konzentrationen erscheinen insbesondere „Bearbeitungsschlämme aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen, die gefährliche Stoffe enthalten“ für ein Recycling von Zinn interessant zu sein, aufgrund der Fracht insbesondere „Schlämme und Filterkuchen aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten“.

Tabelle 7-7: Ranking der Abfallarten mit den höchsten Zinnfrachten

Zinn (Sn)		Größte Masse	Zinn Fracht	Zinn Gehalt
AW-Nr.	Abfallbezeichnung	[Mg/a]	[Mg/a]	[g/Mg]
11 01 09*	Schlämme und Filterkuchen aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten	20.200	398	19.678
12 01 14*	Bearbeitungsschlämme aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen, die gefährliche Stoffe enthalten	1.900	188	99.000
10 02 13*	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung aus der Eisen- und Stahlindustrie, die gefährliche Stoffe enthalten	130.200	147	1.132
19 08 14	Schlämme aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 08 13 fallen	32.200	92	2.870
06 03 13*	feste Salze und Lösungen, die Schwermetalle enthalten	1.900	66	34.684
10 08 15*	Filterstaub aus sonstiger thermischer Nichteisenmetallurgie, der gefährliche Stoffe enthält	500	15	30.200
16 11 03*	andere Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus metallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten	3.300	6	1.697
	<b>Mittelwert (7)</b>			<b>4.795</b>
	<b>Summe (7)</b>	<b>190.200</b>	<b>912</b>	

Die ermittelte Zinnfracht stammt zu 98 % aus Abfällen zur Ablagerung auf Deponien.

### 7.2.8 Antimon (Sb)

Für Antimon liegen wenige Analysendaten vor. Relativ hohe Konzentrationen wurden vereinzelt für „Filterstaub aus sonstiger thermischer Nichteisenmetallurgie, der gefährliche Stoffe enthält“ gemessen. Die höchste Fracht verursachen „vorgemischte Abfälle, die wenigstens einen gefährlichen Abfall enthalten“.

Tabelle 7-8: Ranking der Abfallarten mit den höchsten Antimonfrachten

Antimon (Sb)		Größte Masse	Antimon Fracht	Antimon Gehalt
AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	[Mg/a]	[Mg/a]	[g/Mg]
19 02 04*	vorgemischte Abfälle, die wenigstens einen gefährlichen Abfall enthalten	373.000	843	2.260
19 02 06	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 02 05 fallen	42.800	46	1.075
16 11 05*	Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus nichtmetallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten	16.500	39	2.388
06 03 15*	Metalloxide, die Schwermetalle enthalten	5.900	7	1.203
10 08 15*	Filterstaub aus sonstiger thermischer Nichteisenmetallurgie, der gefährliche Stoffe enthält	500	5	9.800
	<b>Mittelwert (5)</b>			<b>2.144</b>
	<b>Summe (5)</b>	<b>438.700</b>	<b>940</b>	

Die ermittelte Antimonfracht stammt zu 19 % (175 Mg/a) aus Abfällen zur Ablagerung auf Deponien.

### 7.2.9 Kobalt (Co)

Auch zu Kobalt ist die Datenbasis nicht zufriedenstellend.

Tabelle 7-9: Ranking der Abfallarten mit den höchsten Cobaltfrachten

<b>Cobalt (Co)</b>		<b>Größte Masse</b>	<b>Kobalt Fracht</b>	<b>Eisen Gehalt</b>
<b>AWV-Nr.</b>	<b>Abfallbezeichnung</b>	<b>[Mg/a]</b>	<b>[Mg/a]</b>	<b>[g/Mg]</b>
19 08 13*	Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten	213.700	4.404	20.608
10 05 01	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)	117.300	548	4.670
06 03 15*	Metalloxide, die Schwermetalle enthalten	5.900	55	9.339
10 08 15*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	500	15	30.800
16 08 07*	gebrauchte Katalysatoren, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind	400	12	30.000
16 08 02*	gebrauchte Katalysatoren, die gefährliche Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten	400	11	27.500
12 01 14*	Bearbeitungsschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten	1.900	5	2.421
12 01 04	NE-Metallstaub und -teilchen	500	1	2.000
	<b>Mittelwert (8)</b>			<b>14.829</b>
	<b>Summe (8)</b>	<b>340.600</b>	<b>5.051</b>	

Die ermittelte Kobaltfracht stammt zu 90 % (4.500 Mg/a) aus Abfällen zur Ablagerung auf Deponien.

### 7.2.10 Mangan (Mn)

Erwartungsgemäß finden sich die höchsten Metallfrachten bei den Abfällen aus der Eisen- und Stahlindustrie. Die Datenlage ist etwas besser als bei den restlichen neu aufgenommenen Metallen.

Tabelle 7-10: Ranking der Abfallarten mit den höchsten Manganfrachten

Mangan (Mn)		Größte Masse	Mangan Fracht	Mangan Gehalt
AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	[Mg/a]	[Mg/a]	[g/Mg]
10 01 01	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub mit Ausnahme von Kesselstaub der unter 10 01 04 (Ölfeuerung) fällt	4.495.500	16.624	3.698
10 02 02	unbearbeitete Schlacke <i>aus der Eisen- und Stahlindustrie</i>	842.400	12.570	14.921
19 01 12	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen	3.367.300	3.509	1.042
10 01 15	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub aus der Abfallmitverbrennung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 14 fallen	138.900	2.986	21.500
19 02 05*	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	290.600	2.128	7.324
19 12 12	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 12 11* fallen	416.700	1.113	2.671
10 02 13*	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung <i>aus der Eisen- und Stahlindustrie</i> , die gefährliche Stoffe enthalten	130.200	958	7.360
10 02 08	Abfälle aus der Abgasbehandlung <i>aus der Eisen- und Stahlindustrie</i> mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 07 fallen	157.400	948	6.024
06 04 05*	Abfälle, die andere Schwermetalle enthalten	26.600	844	31.729
19 02 04*	vorgemischte Abfälle, die wenigstens einen gefährlichen Abfall enthalten	373.000	747	2.003
19 01 13*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	372.600	467	1.253
10 02 07*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung <i>aus der Eisen- und Stahlindustrie</i> , die gefährliche Stoffe enthalten	20.200	454	22.485
	<b>Mittelwert (12)</b>			<b>4.077</b>
	<b>Summe (12)</b>	<b>10.631.400</b>	<b>43.349</b>	
	<b>Mittelwert (24)</b>			<b>3.999</b>
	<b>Summe (24)</b>	<b>11.123.300</b>	<b>44.483</b>	

Die ermittelte Manganfracht stammt zu mind. 78 % (34.900 Mg/a) aus Abfällen zur Ablagerung auf Deponien.

### 7.2.11 Molybdän (Mo)

Auch bei Molybdän liegen nur vereinzelte Daten vor.

Tabelle 7-11: Ranking der Abfallarten mit den höchsten Molybdänfrachten

Molybdän (Mo)		Größte Masse	Molybdän Fracht	Molybdän Gehalt
AW-Nr.	Abfallbezeichnung	[Mg/a]	[Mg/a]	[g/Mg]
06 03 15*	Metalloxide, die Schwermetalle enthalten	5.900	135	22.898
12 01 16*	Strahlmittelabfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	17.200	112	6.517
16 08 02*	gebrauchte Katalysatoren, die gefährliche Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten	400	5	13.250
10 08 15*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	500	1	1.600
	<b>Mittelwert (4)</b>			<b>10.554</b>
	<b>Summe (4)</b>	<b>24.000</b>	<b>253</b>	

Die ermittelte Molybdänfracht stammt zu 93 % (234 Mg/a) aus Abfällen zur Ablagerung auf Deponien.

#### 7.2.12 Niob (Nb)

Für Niob liegen keine Analysedaten vor.

#### 7.2.13 Tantal (Ta)

Für Tantal liegen keine Analysedaten vor.

#### 7.2.14 Vanadium (V)

Die vereinzelt Analysen für Vanadium zeigen z. T. erhebliche Konzentrationen auf. Dies kann als erster Hinweis auf relevante Frachten gedeutet werden, auch wenn die geringe Probenzahl und der fehlende Bezug zwischen gemessenen Konzentrationen und den damit verbundenen Massen, nur sehr eingeschränkte Aussagen zulässt.

Tabelle 7-12: Ranking der Abfallarten mit den höchsten Vanadiumfrachten

Vanadium (V)		Größte Masse	Vanadium Fracht	Vanadium Gehalt
AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	[Mg/a]	[Mg/a]	[g/Mg]
19 02 06	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 02 05 fallen	42.800	2.209	51.600
10 01 18*	Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	10.000	288	28.830
06 03 15*	Metalloxide, die Schwermetalle enthalten	5.900	9	1.508
16 08 02*	gebrauchte Katalysatoren, die gefährliche Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten	400	8	19.750
12 01 04	NE-Metallstaub und -teilchen	500	5	10.200
16 08 03	gebrauchte Katalysatoren, die Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten, a. n. g.	1.100	5	4.636
	<b>Mittelwert (6)</b>			<b>41.578</b>
	<b>Summe (6)</b>	<b>60.700</b>	<b>2.524</b>	

Die ermittelte Vanadiumfracht stammt zu 93 % (2.340 Mg/a) aus Abfällen zur Ablagerung auf Deponien.

### 7.2.15 Wolfram (W)

Die vereinzelt Daten zu Wolfram lassen keine Interpretationen zu.

Tabelle 7-13: Ranking der Abfallarten mit den höchsten Wolframfrachten

Wolfram (W)		Größte Masse	Wolfram Fracht	Wolfram Gehalt
AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	[Mg/a]	[Mg/a]	[g/Mg]
06 03 15*	Metalloxide, die Schwermetalle enthalten	5.900	1.260	213.593
06 04 05*	Abfälle, die andere Schwermetalle enthalten	26.600	40	1.500
	<b>Mittelwert (2)</b>			<b>40.003</b>
	<b>Summe (2)</b>	<b>32.500</b>	<b>1.300</b>	

Die ermittelte Wolframfracht stammt zu 100 % aus Abfällen zur Ablagerung auf Deponien.

## 7.3 Kurze Beschreibung der ausgewählten Abfallarten

Unter Berücksichtigung der o.g. Aspekte werden die Abfallarten ausgewählt, für die mit vertretbarem Aufwand die höchsten nutzbaren Frachten vermutet werden.

Bei der Darstellung in den folgenden Tabellen ist die Fracht das Produkt aus dem Mittelwert aller vorliegenden Daten aus der Umfrage sowie aus ABANDA und der höchsten je Jahr deponierten und versetzten Masse aus 2010 oder 2011 nach DeStatis. Sie gibt an, welche Masse eines

Metalls dem Wirtschaftskreislauf in einem Jahr möglicherweise entzogen wird. Der Wert kann nur zur Orientierung dienen, da die hinter den Analysen stehenden Massen nicht bekannt sind und deshalb den statistischen Daten nur bedingt zuordenbar sind. Zudem sind die Probenzahlen insbesondere bei den derzeit nicht geregelten Metallen sehr gering.

Von den hier ausgewählten Abfallarten werden je nach Verfügbarkeit, in Abstimmung mit dem UBA, die geeignetsten sechs Abfallproben für die Untersuchungen und Analysen ausgewählt. Die Reihenfolge stellt keine Priorisierung dar.

### **7.3.1 AVV-Nr. 06 03 15\* „Metalloxide *aus anorganisch-chemischen Prozessen*, die Schwermetalle enthalten“**

Erzeuger in NRW: 20

Metalloxide *aus anorganisch-chemischen Prozessen*, die Schwermetalle enthalten, werden von den assoziierten Partnern in bestehenden Recyclingprozessen eingesetzt. Es bestehen zudem Kapazitäten, in denen weitere Mengen nach einer vorgelagerten Einzelfallentscheidung aufgenommen werden könnten (Angaben: Telefongespräch Dr. Roth-Aurubis).

Für AVV-Nr. 06 03 16 „Metalloxide *aus anorganisch-chemischen Prozessen* mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 15\* fallen, liegen keine Analysendaten vor. In 2010 wurden davon 53.400 Mg, in 2011 31.500 Mg deponiert.

Nach Auswertung von Informationen zum konkreten Entstehungsprozess kann entweder AVV-Nr. 06 03 16 oder 06 03 15\* für die weiteren Untersuchungen gewählt werden.

Tabelle 7-14: Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 06 03 15\* „Metalloxide aus anorganisch-chemischen Prozessen, die Schwermetalle enthalten“

		2010 [Mg]	2011 [Mg]
Versatz		0	0
Ablagerung Deponie		5.900	2.600
Deponiebau		0	0
Gesamt-Masse		5.900	2.600
Höchste Masse in einem Jahr		5.900	
Metall	Mittelwert [mg/kg]	Anzahl Analysen	Fracht [Mg/a]
Blei	< 10.000	6	
Kupfer	6.445	5	38,0
Nickel	92.450	5	545,5
Eisen	182.905	3	1.079,1
Chrom ges.	58.537	5	345,4
Zink	23.564	6	139,0
Zinn	< 1.000	1	
Aluminium	10.000	2	59,0
Antimon	1.200	1	7,1
Kobalt	9.336	4	55,1
Mangan	4.326	3	25,5
Molybdän	22.900	2	135,1
Niob		0	
Tantal		0	
Vanadium	1.500	1	8,9
Wolfram	213.600	1	1.260,2

### 7.3.2 AVV-Nr. 10 01 01 „Rost- und Kesselasche, Schlacke und Kesselstaub aus Kraftwerken und sonstigen Prozessen außer Abfallverbrennung mit Ausnahme von Kesselstaub, der unter 10 01 04 (Ölfeuerung) fällt“

Erzeuger in NRW: 12

Ein Beispiel für solche Rückstände sind Biomasseaschen, die bei der thermischen Behandlung von Altholz entstehen.

Die chemische Zusammensetzung der Aschen aus der Biomasseverbrennung ist stark schwankend. Etwa 10 - 30 % der Aschen werden durch wasserlösliche Bestandteile, vornehmlich Hydroxide und Carbonate, dargestellt. Daher entstehen bei Wasserkontakt hohe pH-Werte. Typischerweise liegen trotz vergleichsweise geringer Schwermetallfrachten der Biomasseaschen hohe Schwermetalleluatwerte vor. Diese überschreiten die für die Ablagerung auf Deponien der Klasse II geltenden Grenzwerte. Blei stellt in den meisten Fällen den limitierenden Faktor für weitere Verwertungen dar. Dies wird durch die für Biomasseasche typische geringe Korngröße mit der daraus resultierenden großen Oberfläche verstärkt. Hinzu kommt, dass an den

gröberen Körnern feinste Partikel anhaften und somit auch im Grobkorn hohe Schwermetalle gemessen werden.

Zwar wird in Einzelfällen nach einer längeren Ablagerung, der damit verbundenen Alterung und Carbonatisierung der Aschen eine obertägige Verwertung als Deponieersatzbaustoff einer Deponie der Klasse II möglich. Dies stellt jedoch aus vielschichtigen Gründen keine gangbare Alternative zum untertägigen Versatz dar. Somit gehen große Mengen an Wertemetallen verloren.

**Tabelle 7-15: Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 10 01 01 „Rost- und Kesselasche, Schlacke und Kesselstaub aus Kraftwerken und sonstigen Prozessen außer Abfallverbrennung mit Ausnahme von Kesselstaub, der unter 10 01 04 fällt“**

		2010 [Mg]	2011 [Mg]
Versatz		61.500	16.200
Ablagerung Deponie		3.795.600	4.367.000
Deponiebau		152.400	112.300
Gesamt-Masse		4.009.500	4.495.500
Höchste Masse in einem Jahr		4.495.500	
Metall	Mittelwert [mg/kg]	Anzahl Ana- lysen	Fracht [Mg/a]
Blei	< 10.000	366	
Kupfer	< 1.000	343	
Nickel	< 2.500	352	
Eisen	< 45.000	78	
Chrom ges.	< 15.000	351	
Zink	< 9.000	360	
Zinn	< 1.000	22	
Aluminium	11.026	55	49.567,4
Antimon	< 1.000	55	
Kobalt	< 1.000	46	
Mangan	3.484	26	15.662,3
Molybdän	< 1.000	10	
Niob		0	
Tantal		0	
Vanadium	< 1.000	72	
Wolfram		0	

### 7.3.3 AVV-Nr. 10 02 02 „unbearbeitete Schlacke aus der Eisen- und Stahlindustrie“

Erzeuger in NRW: 3

Auf Basis der Analysen kann geschlossen werden, dass insbesondere Elektrostahlwerke Erzeuger der für die weitere Untersuchung interessanten Rückstände sind. Aufgrund der hohen Mengen handelt es sich um relevante Frachten, welche eine Metallrückgewinnung interessant erscheinen lassen.

Tabelle 7-16: Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 10 02 02 „unbearbeitete Schlacke aus der Eisen- und Stahlindustrie“

		<b>2010</b> <b>[Mg]</b>	<b>2011</b> <b>[Mg]</b>
Versatz		0	0
Ablagerung Deponie		574.500	615.800
Deponiebau		228.200	226.600
Gesamt-Masse		802.700	842.400
Höchste Masse in einem Jahr		842.400	
<b>Metall</b>	<b>Mittelwert</b> <b>[mg/kg]</b>	<b>Anzahl Analy-</b> <b>sen</b>	<b>Fracht</b> <b>[Mg/a]</b>
Blei	< 10.000	37	
Kupfer	9.418	38	7.933,7
Nickel	< 2.500	38	
Eisen	179.256	14	151.005,3
Chrom ges.	< 15.000	31	
Zink	31.209	38	26.290,5
Zinn	< 1.000	1	
Aluminium		0	
Antimon	< 1.000	1	
Kobalt	< 1.000	3	
Mangan	14.869	12	12.525,6
Molybdän	< 1.000	1	
Niob		0	
Tantal		0	
Vanadium	< 1.000	4	
Wolfram		0	

Die typischen Spannbreiten in der Zusammensetzung von Elektroofenschlacke in Abgrenzung zu weiteren Metallschlacken und sonstigen Schlacken zeigt Tabelle 7-17.

Tabelle 7-17: Charakteristische Zusammensetzung von Elektroofenschlacke im Vergleich zu Hochofen- und LD-Schlacke sowie sonstige Schlacken

Inhaltsstoffe	Gehalte / Konzentrationen	Erläuterungen
Abfälle aus der Verarbeitung von Schlacke 100201 und unbearbeitete Schlacke 100202		
Silizium als SiO <sub>2</sub>	3 - 40 %	35 - 40 % aus Hochofenschlacke 11 - 18 % aus LD-Schlacke 10 - 18 % aus Elektroofenschlacke 3 - 40 % aus sonstiger Schlacke
Calcium als CaO	20 - 60 %	34 - 43 % aus Hochofenschlacke 45 - 53 % aus LD-Schlacke 24 - 36 % aus Elektroofenschlacke 20 - 60 % aus sonstiger Schlacke
Eisen als Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1 - 60 %	0,1 - 1,0 % aus Hochofenschlacke 20 - 31 % aus LD-Schlacke 29 - 43 % aus Elektroofenschlacke < 1 - 60 % aus sonstiger Schlacke
metallisches Eisen bzw. Stahl entsprechend der Legierung	< 1 - 10 %	
Aluminium als Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1 - 40 %	8 - 12 % aus Hochofenschlacke 1 - 5 % aus LD-Schlacke 4 - 9 % aus Elektroofenschlacke 1 - 40 % aus sonstiger Schlacke
Magnesium als MgO	1 - 20 %	7 - 16 % aus Hochofenschlacke 1 - 6 % aus LD-Schlacke 3 - 7 % aus Elektroofenschlacke 1 - 20 % aus sonstiger Schlacke
Mangan als MnO	0,1 - 8 %	0,1 - 1,0 % aus Hochofenschlacke 2 - 5 % aus LD-Schlacke 4 - 8 % aus Elektroofenschlacke < 1 - 6 % aus sonstiger Schlacke
Chrom als Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1 - 7 %	< 0,5 % aus LD-Schlacke 1 - 3 % aus Elektroofenschlacke < 0,1 - 7 % aus sonstiger Schlacke
Phosphor als P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02 - 3 %	1 - 3 % aus LD-Schlacke 0,5 - 1 % aus Elektroofenschlacke 0,02 - 1 % aus sonstiger Schlacke
Schwefel als SO <sub>3</sub>	< 0,1 - 5 %	3 - 5 % aus Hochofenschlacke < 0,1 - 2 % aus Stahlwerksschlacke

### 7.3.4 AVV-Nr. 10 04 01\* „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Bleimetallurgie“

Erzeuger in NRW: 7

Diese Abfallart wurde zu den zu untersuchenden Abfällen aufgenommen, da es nur einen sehr kleinen Kreis an Erzeugern gibt und zu erwarten ist, dass diese Abfälle weitere Metalle enthalten können, die in die Rückstände ausgetragen werden. Üblicherweise werden solche Metalle mit den primären Erzen in die Verhüttungsprozesse gegeben.

Tabelle 7-18: Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 10 04 01\* „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Bleimetallurgie“

		2010 [Mg]	2011 [Mg]
Versatz		0	0
Ablagerung Deponie		64.900	48.400
Deponiebau		0	0
Gesamt-Masse		64.900	48.400
Höchste Masse in einem Jahr		64.900	
Metall	Mittelwert [mg/kg]	Anzahl Ana- lysen	Fracht [Mg/a]
Blei	28.523	9	1.851,1
Kupfer	8.768	7	569,0
Nickel	< 2.500	7	
Eisen	< 45.00	1	
Chrom ges.	< 15.00	6	
Zink	27.653	7	1.794,7
Zinn	35.030	2	2.273,4
Aluminium		0	
Antimon	< 1.000	5	
Kobalt	< 1.000	2	
Mangan		0	
Molybdän		0	
Niob		0	
Tantal		0	
Vanadium		0	
Wolfram		0	

Fracht: Produkt aus Mittelwert und höchster Masse eines Jahres. Sie gibt an, welche Masse eines Metalls dem Wirtschaftskreislauf in einem Jahr möglicherweise entzogen wird. Der Wert kann nur zur Orientierung dienen, da die hinter den Analysen stehenden Massen nicht bekannt sind.

### 7.3.5 AVV-Nr. 10 05 01 „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Zinkmetallurgie“

Erzeuger in NRW: 1

Diese Abfallart wurde zu den untersuchenden Abfällen aufgenommen, da es nur einen sehr kleinen Kreis an Erzeugern gibt und zu erwarten ist, dass diese Abfälle weitere Metalle enthalten können, die in die Rückstände ausgetragen werden. Üblicherweise werden solche Metalle mit den primären Erzen in die Verhüttungsprozesse gegeben.

Tabelle 7-19: Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 10 05 01 „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Zinkmetallurgie“

		2010 [Mg]	2011 [Mg]
Versatz		0	0
Ablagerung Deponie		0	11.000
Deponiebau		117.300	90.200
Gesamt-Masse		117.300	101.200
Höchste Masse in einem Jahr		117.300	
Metall	Mittelwert [mg/kg]	Anzahl Analy- sen	Fracht [Mg/a]
Blei	< 10.000	5	
Kupfer	3.003	3	352,3
Nickel	< 2.500	4	
Eisen	< 45.000	1	
Chrom ges.	< 15.000	3	
Zink	28.421	5	3.333,8
Zinn		0	
Aluminium		0	
Antimon	< 1.000	1	
Kobalt	4.670	1	547,8
Mangan		0	
Molybdän	< 1.000	1	
Niob		0	
Tantal		0	
Vanadium	< 1.000	1	
Wolfram		0	

### 7.3.6 AVV-Nr. 10 06 01 „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Kupfermetallurgie“

Erzeuger in NRW: 1

Dieses Material wurde schon und wird immer noch im Aurubis-Prozess am Standort Lünen eingesetzt. Zwar waren die eingesetzten Mengen bisher eher gering. Eine weitere Aufnahme eines solchen Materials ist erwünscht, muss aber im Einzelfall geklärt werden, da bestimmte Metallkombinationen zum Ausschluss führen können (Auskunft Herr Dr. Roth, Aurubis Lünen).

Da ein Recyclingweg besteht und die aus den Recherchen zu erkennenden Konzentrationen und Frachten hoch sind, wird dieser Abfallstrom trotz der sehr geringen Frachten als interessant angesehen.

Zudem entsteht dieses Material nicht bei den Betrieben der Aurubis. Werk Lünen produziert keine Abfälle, sämtliche entstehenden Rückstände sind als REACH-Produkte eingestuft.

Tabelle 7-20: Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 10 06 01 „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Kupfermetallurgie“

		2010 [Mg]	2011 [Mg]
Versatz		0	0
Ablagerung Deponie		0	700
Deponiebau		0	0
Gesamt-Masse		0	700
Höchste Masse in einem Jahr		700	
Metall	Mittelwert [mg/kg]	Anzahl Analysen	Fracht [Mg/a]
Blei	< 10.000	16	
Kupfer	5.280	17	3,7
Nickel	< 2.500	16	
Eisen	< 45.000	1	
Chrom ges.	< 15.000	15	
Zink	26.420	17	18,5
Zinn	< 1.000	6	
Aluminium	42.000	2	29,4
Antimon	< 1.000	13	
Kobalt	< 1.000	6	
Mangan	< 1.000	4	
Molybdän	< 1.000	6	
Niob		0	
Tantal		0	
Vanadium	< 1.000	7	
Wolfram		0	

### 7.3.7 AVV-Nr. 10 09 10 „Filterstaub vom Gießen von Eisen und Stahl mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09\* fällt“

Erzeuger in NRW: 2

Aufgrund der Abfallmengen und der Frachten an Eisen, Zink und insbesondere Mangan wird dieser Abfall in die nähere Auswahl für weitere Untersuchungen aufgenommen.

Tabelle 7-21: Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 10 09 10 „Filterstaub vom Gießen von Eisen und Stahl mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09\* fällt“

		2010 [Mg]	2011 [Mg]
Versatz		0	0
Ablagerung Deponie		19.500	25.100
Deponiebau		300	6.100
Gesamt-Masse		19.800	31.200
Höchste Masse in einem Jahr		31.200	
Metall	Mittelwert [mg/kg]	Anzahl Ana- lysen	Fracht [Mg/a]
Blei	< 10.000	13	
Kupfer	< 1.000	12	
Nickel	< 2.500	12	
Eisen	98.400	1	3.070,1
Chrom ges.	< 15.000	15	
Zink	112.465	20	3.508,9
Zinn	< 1.000	6	
Aluminium		0	
Antimon	< 1.000	10	
Kobalt	< 1.000	12	
Mangan	50.500	2	1.575,6
Molybdän		0	
Niob		0	
Tantal		0	
Vanadium		0	
Wolfram		0	

Die Filterstäube aus der Eisen- und Stahlgießerei stammen insbesondere aus der Reinigung der

- Ofenabgase und der
- Prozessabluft aus der Altsandaufbereitung

mittels Gewebefilter.

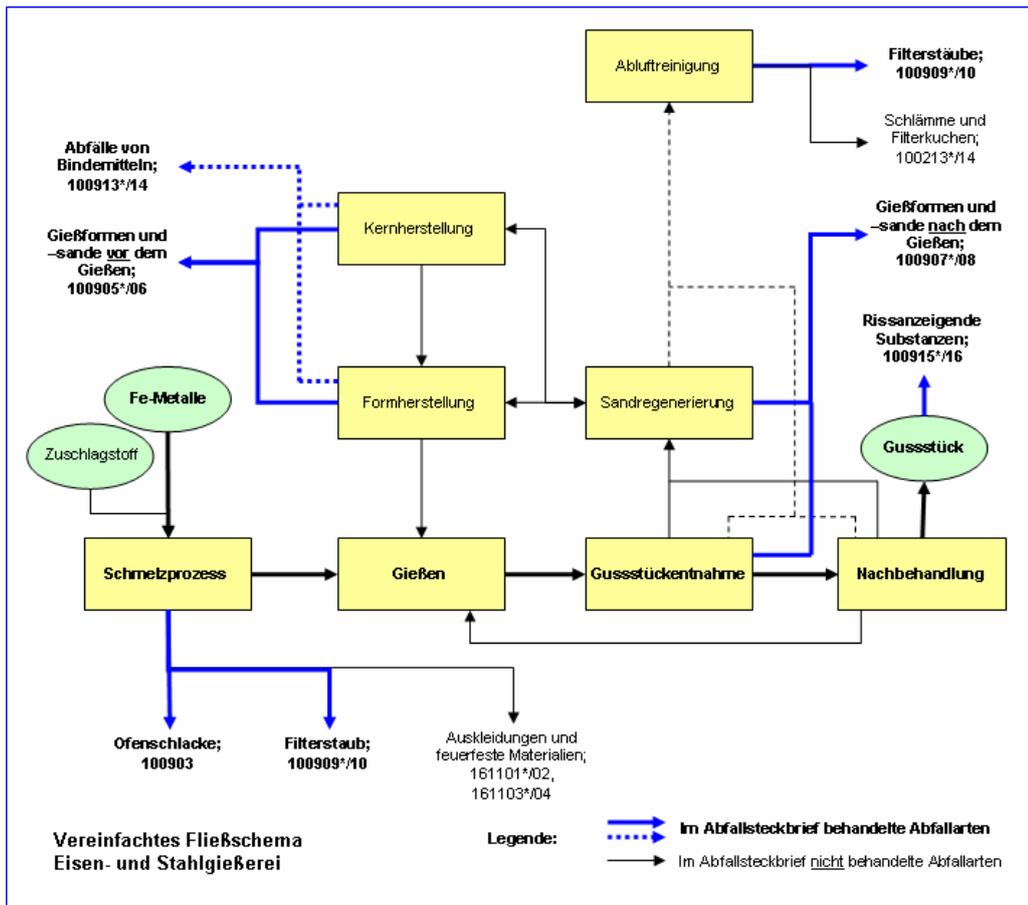


Abbildung 7-1. Schematische Darstellung des Entstehungsprozesses von Abfällen vom Gießen von Eisen und Stahl (ABAG-itm nach IP@ 2014)

Die Anfallstellen und nähere Bezeichnungen der Abfälle zeigt Abbildung 7-1: In den Stäuben aus der Reinigung der Ofenabgase findet man überwiegend Eisenoxid sowie Oxide der anderen eingesetzten Metalle. Außerdem sind Aschen des Brennstoffs zusammen mit Verunreinigungen, die dem Einsatzmaterial anhafteten und unverbrannte Zuschlagstoffe enthalten. In den Filterstäuben aus der Reinigung der Abluft aus Formen- und Kernherstellung, Sandregenerierung, Schleiferei und Entgraterie sind v. a. die Feinanteile der Sande, bis zu 50 % Eisenpartikel und ausgehärtete Reste des Bindemittels enthalten.

Je nach verwendeten Einsatzstoffen können Belastungen durch Dioxine und Furane in den Filterstäuben auftreten (IP@ 2014).

Tabelle 7-22: Charakteristische Zusammensetzung von Abfällen vom Gießen von Eisen und Stahl (IP@ 2014)

Inhaltsstoffe	Gehalte / Konzentrationen	Erläuterungen
<b>Filterstaub aus der Aufbereitung von anorganisch gebundenem Altsand 100909*/10</b>		
Quarzsand	85 - 98 %TS	Davon Feinkornanteil (< 63 µm) ca. 15 %TS
Kohlenstoff	0,2 - 9 %TS	
Schwefel	0,2 - 1 %TS	
Eisen gesamt	0,5 - 5 %TS	Abrieb von Gussteilen
pH-Wert im Eluat	7 - 10	
Leitfähigkeit		
Abdampfrückstand	600 - 5.000 mg/l	Erhöhte Chlorid-, Sulfat- und Ammoniumgehalte
TOC im Eluat	20 - 50 mg/l	
Summe NE-Metalle im Eluat	< 1 mg/l	NE-Metalle einzeln: je nach Herkunft, allgemein < 0,1 mg/l

### 7.3.8 AVV-Nr. 11 01 08\* „Phosphatierschlämme“

Erzeuger in NRW: 128

Die Rückstände entstehen u. a. bei der Phosphatierung (zum Korrosionsschutz) von Stahlblechen, vornehmlich für die Automobilindustrie. Dabei sammeln sich im Schlamm unterschiedliche Metalle, vornehmlich Eisen, Blei, Zink, Nickel und Mangan.

Für die Aufbereitung dieser Schlämme wurde am Institut ein Verfahren entwickelt, welches eine direkte Rückführung von Mn, Zn, und Ni ermöglicht. Zudem kann Eisenphosphat gewonnen werden, welches als Dünger eingesetzt werden kann.

Für eine Komplexierung der Aufbereitung der Schlämme kann Aluminium sorgen.

Aufgrund schon entwickelter Verfahren, die bisher noch nicht industriell umgesetzt worden sind, sollten weitere Untersuchungen durchgeführt werden und den Abfallerzeugern die passenden Verfahren an die Hand gelegt werden. Ein Schwerpunkt ist auf die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu legen.

Tabelle 7-23: Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 11 01 08\* „Phosphatierschlämme“

		<b>2010</b> <b>[Mg]</b>	<b>2011</b> <b>[Mg]</b>
Versatz		0	0
Ablagerung Deponie		700	800
Deponiebau		0	0
Gesamt-Masse		700	800
Höchste Masse in einem Jahr		800	
<b>Metall</b>	<b>Mittelwert</b> <b>[mg/kg]</b>	<b>Anzahl</b> <b>Analysen</b>	<b>Fracht</b> <b>[Mg/a]</b>
Blei	< 10.000	62	
Kupfer	< 1.000	56	
Nickel	3.609	70	2,9
Eisen	154.111	38	123,3
Chrom ges.	< 15.000	66	
Zink	62.206	72	49,8
Zinn	< 1.000	37	
Aluminium	3.333	8	2,7
Antimon	< 1.000	26	
Kobalt	< 1.000	38	
Mangan	9.492	29	7,6
Molybdän	< 1.000	6	
Niob	< 100	1	
Tantal	< 100	1	
Vanadium	< 1.000	10	
Wolfram	< 1.000	2	

### 7.3.9 AVV-Nr. 11 01 09\* „Schlämme und Filterkuchen aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten“

Erzeuger in NRW: 528

Die Abfälle sind je nach Prozess, wie beispielsweise Galvanik, Verzinkung, Beizen sehr verschieden. Es wird recherchiert, welcher Prozess konkret die für weitere Untersuchungen aussichtsreichsten Abfälle liefert und zur Verfügung gestellt werden kann.

Tabelle 7-24: Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 11 01 09\* „Schlämme und Filterkuchen aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten“

		2010 [Mg]	2011 [Mg]
Versatz		0	0
Ablagerung Deponie		19.100	20.200
Deponiebau		0	0
Gesamt-Masse		19.100	20.200
Höchste Masse in einem Jahr		20.200	
Metall	Mittelwert [mg/kg]	Anzahl Ana- lysen	Fracht [Mg/a]
Blei	< 10.000	393	
Kupfer	40.458	430	817,3
Nickel	35.868	438	724,5
Eisen	58.823	316	1.188,2
Chrom ges.	27.355	418	552,6
Zink	53.773	431	1.086,2
Zinn	19.677	185	397,5
Aluminium	27.855	214	562,7
Antimon	< 1.000	166	
Kobalt	< 1.000	254	
Mangan	1.430	246	28,9
Molybdän	< 1.000	41	
Niob		0	
Tantal		0	
Vanadium	< 1.000	139	
Wolfram	< 1.000	3	

Abfälle aus der galvanotechnischen Beschichtung werden meist in vier Herkunftsbereiche eingeteilt: Vorbehandlung, Beschichtung, Nachbehandlung und Abwasserbehandlung. Die Verfahrensvarianten in den vier Bereichen unterscheiden sich z. B. je nach Art des zu beschichtenden Werkstoffs, Qualitäts- und Reinheitsanforderungen.

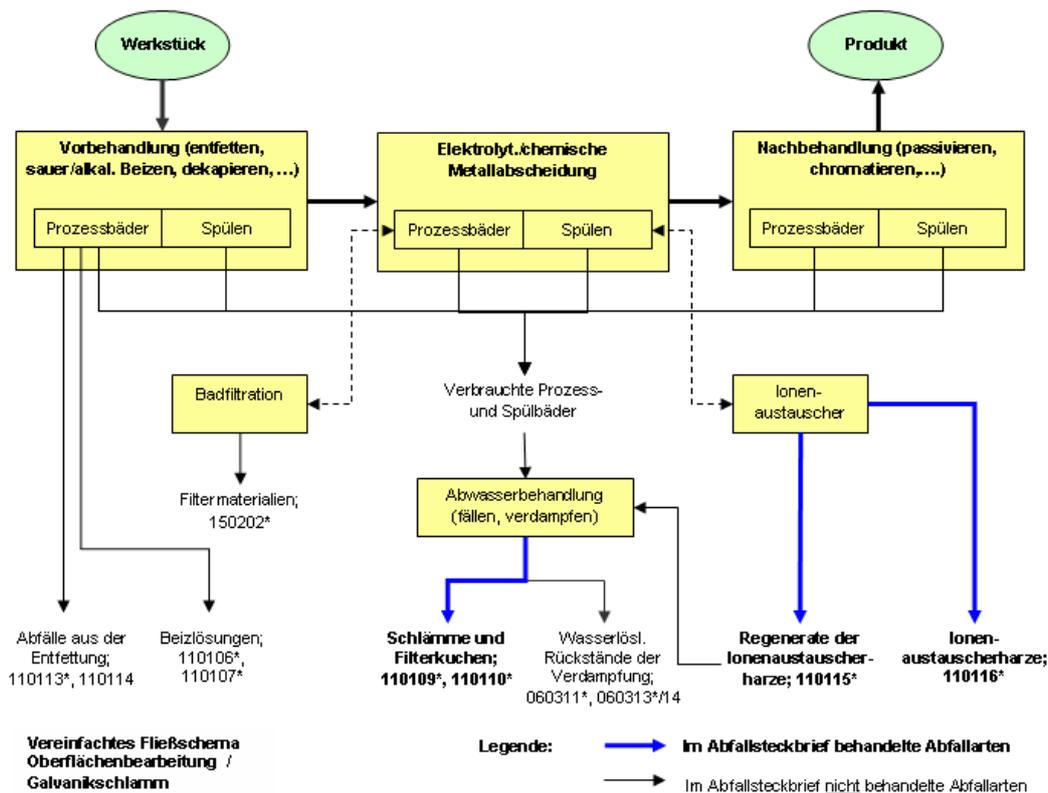


Abbildung 7-2: Schematische Darstellung des Entstehungsprozesses von Schlämmen und Filterkuchen *aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen* (ABAG-itm 2007 zitiert nach IP@ 2014)

Die Anfallstellen und nähere Bezeichnungen der Abfälle zeigt Abbildung 7-2: Galvanikschlämme fallen i. A. im Bereich der Abwasserbehandlung an, in der Konzentrate/Halbkonzentrate aus Entfettung, Beizen und Metallisierung sowie Spülwässer, in denen sich anorganische und organische Stoffe anreichern, behandelt werden (IP@ 2014).

„Die verbrauchten Konzentrate und Halbkonzentrate enthalten im Wesentlichen:

- Metallionen, z. B. Chrom, Eisen, Kupfer, Nickel, Zink,
- toxische Anionen, z. B. Cyanid oder Chromat,
- Neutralsalze, z. B. Sulfate, Chloride,
- vielfältige organische und anorganische Zusatzstoffe der einzelnen Bäder, z. B. Beizinhibitoren und Glanzzusätze, die ggf. auch sogenannte Komplexbildner enthalten, z. B. EDTA (Ethylendiamintetraessigsäure) oder Polyphosphate und
- mit den zu beschichtenden Werkstücken eingeschleppte organische Schadstoffe, z. B. Fette und Öle“ (IP@ 2014).

Die gelösten Metallionen werden meist durch chemische Fällung mit Natronlauge und/oder Kalkmilch in schwerlösliche Verbindungen, z. B. Hydroxide oder seltener Sulfide, umgewandelt. Die Niederschläge aus der Fällung werden zunächst im Dünnschlamm bei 3 bis 5 % Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt) abgeschieden. Dieser wird dann bis zu einem TS-Gehalt von 30 bis 40 % mechanisch entwässert. Mit thermischen Trocknungsverfahren können TS-Gehalte von über 70 % erreicht werden (IP@ 2014).

Tabelle 7-25: Charakteristische Zusammensetzung von Schlämmen und Filterkuchen *aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen* (IP@ 2014)

Inhaltsstoffe	Gehalte / Konzentrationen	Erläuterungen
Schlämme und Filterkuchen aus der Abwasserbehandlung 110109*/10		
<b>Feststoff</b>		
Feststoffgehalt	ca. 3 - 5 %TS	Sedimentationsschlamm
Feststoffgehalt	ca. 30 - 40 %TS	Schlamm aus Kammerfilterpresse; i. d. R. stichfest, brockig
Feststoffgehalt	> 70 %TS	Thermisch getrockneter Schlamm; i. d. R. trocken, bröselig
NE-Schwermetalle		Art und Gehalt abhängig vom galvanotechnischen Beschichtungsprozess und der Betriebsweise; am häufigsten sind Cr, Cu, Ni, Zn; Al bei Eloxalverfahren; Bindungsform abhängig von der Behandlung, z. B. Hydroxide
Eisen	0 - 10 %TS	Überwiegend vom Werkstück, Beizprozess und dessen Betriebsweise abhängig
sonstige anorganische Stoffe		Im Wesentlichen bestimmt durch den Fällungsprozess, z. B. Ca, Cl, Na, S, Si
organischer Kohlenstoffgehalt TOC	i. d. R. < 3 %TS	Öle und Fette
sonstige organische Schadstoffe	gering	Art und Gehalt abhängig vom Prozess und dessen Betriebsweise; z. B. PAK-EPA

### 7.3.10 AVV-Nr. 11 02 02\* „Schlämme aus der Zink-Hydrometallurgie (einschließlich Jarosit, Goethit)“

Erzeuger in NRW: 5

Goethit ist ein Eisenmineral, das zwar hohe Frachten an Eisen trägt, aber aufgrund von Verunreinigungen meistens nicht in der Eisenmetallurgie eingesetzt werden kann. Der Grund dafür ist, dass z. B. Chlor in das Gitter der Eisenkristalle eingebaut wird.

Jarosit ist ebenfalls ein Eisenmineral, welches hohe Eisenfrachten aufweist. Jedoch sind große Teile der Eisenbestandteile in Schwefelverbindungen vorhanden. Da in der Regel in Stahlanlagen keine Entschwefelung der Abgase vorhanden ist, kann dieses Mineral aufgrund hoher SO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Abgas schwer eingesetzt werden.

Die hohen Gehalte und Frachten an Aluminium, Eisen und Zink legen weitere Untersuchungen nahe.

Tabelle 7-26: Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 11 02 02\* „Schlämme aus der Zink-Hydrometallurgie (einschließlich Jarosit, Goethit)“

		2010 [Mg]	2011 [Mg]
Versatz		0	0
Ablagerung Deponie		74.300	86.700
Deponiebau		0	0
Gesamt-Masse		74.300	86.700
Höchste Masse in einem Jahr		86.700	
Metall	Mittelwert [mg/kg]	Anzahl Analysen	Fracht [Mg/a]
Blei	< 10.000	12	
Kupfer	4.225	4	366,3
Nickel	< 2.500	2	
Eisen	128.600	2	11.149,6
Chrom ges.	< 15.000	1	
Zink	46.372	17	4.020,5
Zinn		0	
Aluminium	130.000	1	11.271,0
Antimon		0	
Kobalt		0	
Mangan	4.400	1	381,5
Molybdän		0	
Niob		0	
Tantal		0	
Vanadium		0	
Wolfram		0	

### 7.3.11 AVV-Nr. 12 01 14\* „Bearbeitungsschlämme aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen, die gefährliche Stoffe enthalten“

Erzeuger in NRW: 154

Diese Abfallart kann in Lünen eingesetzt werden. In sehr geringen Mengen wurde es bereits eingesetzt. Weitere Aufnahme eines solchen Materials ist erwünscht, muss aber im Einzelfall geklärt werden (Auskunft Herr Roth, Aurubis Lünen).

Tabelle 7-27: Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 12 01 14\* „Bearbeitungsschlämme aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen, die gefährliche Stoffe enthalten“

	2010 [Mg]	2011 [Mg]

Versatz	0	0	
Ablagerung Deponie	1.700	1.900	
Deponiebau	0	0	
Gesamt-Masse	1.700	1.900	
Höchste Masse in einem Jahr	1.900		
Metall	Mittelwert [mg/kg]	Anzahl Analysen	Fracht [Mg/a]
Blei	< 10.000	29	
Kupfer	181.372	36	344,6
Nickel	18.895	25	35,9
Eisen	133.128	20	252,9
Chrom ges.	15.276	30	29,0
Zink	21.920	30	41,6
Zinn	99.014	7	188,1
Aluminium	30.878	8	58,7
Antimon	< 1.000	5	
Kobalt	2.399	10	4,6
Mangan	1.313	10	2,5
Molybdän		0	
Niob		0	
Tantal		0	
Vanadium	< 1.000	3	
Wolfram		0	

Die Anfallstellen und nähere Bezeichnungen der Abfälle zeigt Abbildung 7-3: Bearbeitungsschlämme fallen, häufig in Form von "Schleifschlämmen", meist bei der mechanischen Oberflächenbehandlung von Metallen an. Zum Austrag der sehr feinen Späne, die vom Werkstück abgetragen werden, kommen Prozesshilfsmittel (z. B. Gleitschleifcompound, Strahlmittel) zum Einsatz. Die Späne werden dann mittels Filtration soweit möglich entfernt.

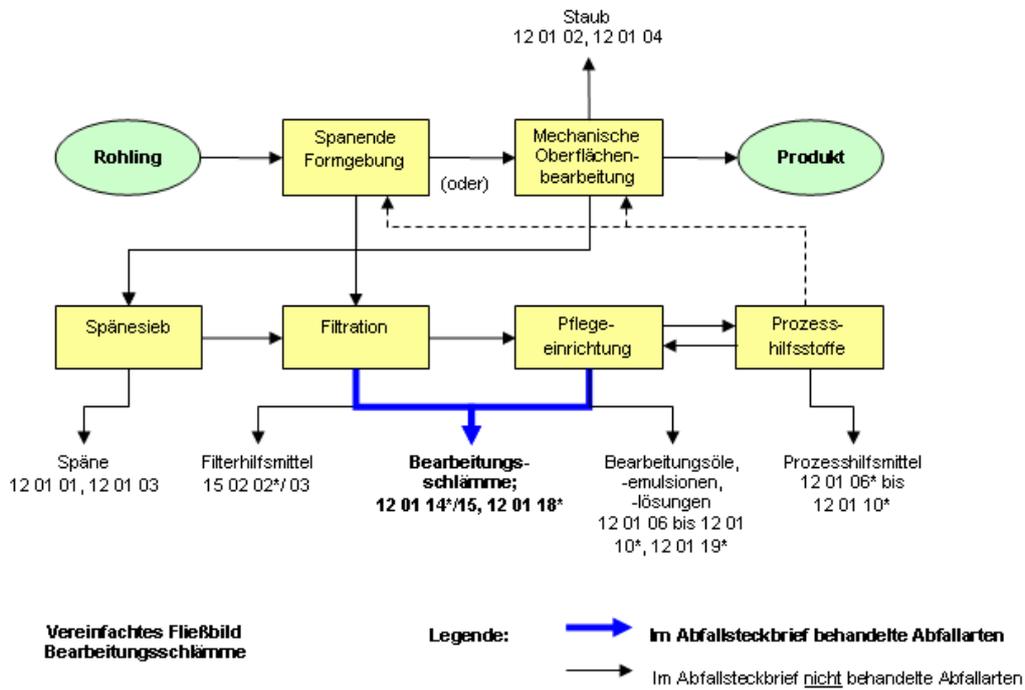


Abbildung 7-3: Schematische Darstellung des Entstehungsprozesses von Schlämmen aus der Metallverarbeitung [ABAG-itm 2007, zitiert nach IP@ 2014]

Die typischen Bestandteile von Bearbeitungsschlämmen *aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen* zeigt Tabelle 7-28.

Tabelle 7-28: Charakteristische Zusammensetzung von Bearbeitungsschlämmen *aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen*

Inhaltsstoffe	Gehalte / Konzentrationen	Erläuterungen
<b>Bearbeitungsschlämme 120114*/15</b>		
Metallgehalt	2 - 20 %	Gehalt abhängig vom Bearbeitungsverfahren; Art abhängig von den bearbeiteten Werkstoffen, Fe- oder NE-Metalle
Schleifmittelabrieb	2 - 50 %	Vorkommen insbesondere bei Gleitschleifschlämmen und nass abgeschiedenen Strahlstäuben; Anteil je nach Werkstoff und Verfahren; enthält insbesondere Korund, Siliciumcarbid, Bornitrid oder Aluminiumoxid, einschl. Bindemittel (Kunstharz, Kunststoff) sowie metallische und mineralische Strahlmittel (Schlacken, Glas, Hartguss)
Gehalt an KW	0 - 3 %	Nur geringe Anteile eingeschleppter Fremdöle
Filterhilfsmittel	0 - 20 %	Gehalt abhängig vom Filtrationsverfahren, z. B. Kieselgur bei Anschwemmfiltern, Filtervliese bei Bandfiltern, einschl. Verunreinigungen
Wassergehalt	5 - 75 %	Hohe Wassergehalte bei Gleitschleifschlämmen und Nassabscheidung von Aluminium-Stäuben

### 7.3.12 AVV-Nr. 19 01 13\* „Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält“

Erzeuger in NRW: 42

Diese Abfallströme entstehen bei der thermischen Behandlung (Verbrennung und Pyrolyse) von Abfällen. Durch die bei der thermischen Behandlung vorgeschriebenen Bedingungen, vor allem in Bezug auf die Temperatur, werden aus den Reststoffen ausgetriebene leichtflüchtige Stoffe aufkonzentriert. Besonders interessant erscheinen hierbei die Konzentrationen von Zink, Aluminium, Blei sowie in einzelnen Fällen Mangan und Antimon. Zudem sind unterschiedliche Aufbereitungsverfahren zur Rückgewinnung bestimmter Metalle bekannt bzw. in der Entwicklung und lassen daher ein Recycling interessant erscheinen. Probleme stellen die gleichzeitig hohen Gehalte an Schadstoffen dar. Z. T. hohe Entsorgungskosten begünstigen ggf. die Wirtschaftlichkeit von Recyclingverfahren.

Tabelle 7-29: Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 19 01 13\* „Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält“

		<b>2010</b> <b>[Mg]</b>	<b>2011</b> <b>[Mg]</b>
Versatz		280.100	306.900
Ablagerung Deponie		82.900	65.700
Deponiebau		0	0
Gesamt-Masse		363.000	372.600
Höchste Masse in einem Jahr		372.600	
<b>Metall</b>	<b>Mittelwert</b> <b>[mg/kg]</b>	<b>Anzahl Ana-</b> <b>lysen</b>	<b>Fracht</b> <b>[Mg/a]</b>
Blei	< 10.000	769	
Kupfer	1.480	420	551,4
Nickel	< 2.500	529	
Eisen	< 45.000	96	
Chrom ges.	< 15.000	385	
Zink	19.721	628	7.348,0
Zinn	< 1.000	321	
Aluminium	32.851	68	12.240,3
Antimon	< 1.000	462	
Kobalt	< 1.000	437	
Mangan	1.082	56	403,2
Molybdän	< 1.000	4	
Niob		0	
Tantal		0	
Vanadium	< 1.000	63	
Wolfram		0	

### 7.3.13 AVV-Nr. 19 02 05\* „Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten“

Erzeuger in NRW: 276

Diese Abfälle wurden schon und werden noch immer im Aurubis-Prozess am Standort Lünen eingesetzt. Zwar waren die eingesetzten Mengen bisher eher gering. Eine weitere Aufnahme solcher Abfälle ist erwünscht, muss aber im Einzelfall geklärt werden, da bestimmte Metallkombinationen zum Ausschluss führen können (Auskunft Herr Roth, Aurubis Lünen).

Da ein Recyclingweg besteht und die aus den Recherchen zu erkennenden Konzentrationen und Frachten hoch sind, wird dieser Abfallstrom als interessant für weitere Untersuchungen angesehen. Ggf. ist zu prüfen, ob geeignete Abfallarten vor der chemisch-physikalischen Behandlung für ein Recycling besser geeignet wären.

Tabelle 7-30: Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 19 02 05\* „Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten“

		<b>2010</b> <b>[Mg]</b>	<b>2011</b> <b>[Mg]</b>
Versatz		8.500	5.600
Ablagerung Deponie		169.700	248.100
Deponiebau		0	36.900
Gesamt-Masse		178.200	290.600
Höchste Masse in einem Jahr		290.600	
<b>Metall</b>	<b>Mittelwert</b> <b>[mg/kg]</b>	<b>Anzahl Ana-</b> <b>lysen</b>	<b>Fracht</b> <b>[Mg/a]</b>
Blei	< 10.000	341	
Kupfer	15.760	321	4.579,9
Nickel	9.071	358	2.636,0
Eisen	90.475	146	26.292,0
Chrom ges.	< 15.000	333	
Zink	35.430	365	10.296,0
Zinn	< 1.000	178	
Aluminium	38.326	95	11.137,5
Antimon	< 1.000	201	
Kobalt	< 1.000	223	
Mangan	7.324	101	2.128,4
Molybdän	< 1.000	31	
Niob		0	
Tantal		0	
Vanadium	< 1.000	79	
Wolfram	< 1.000	1	

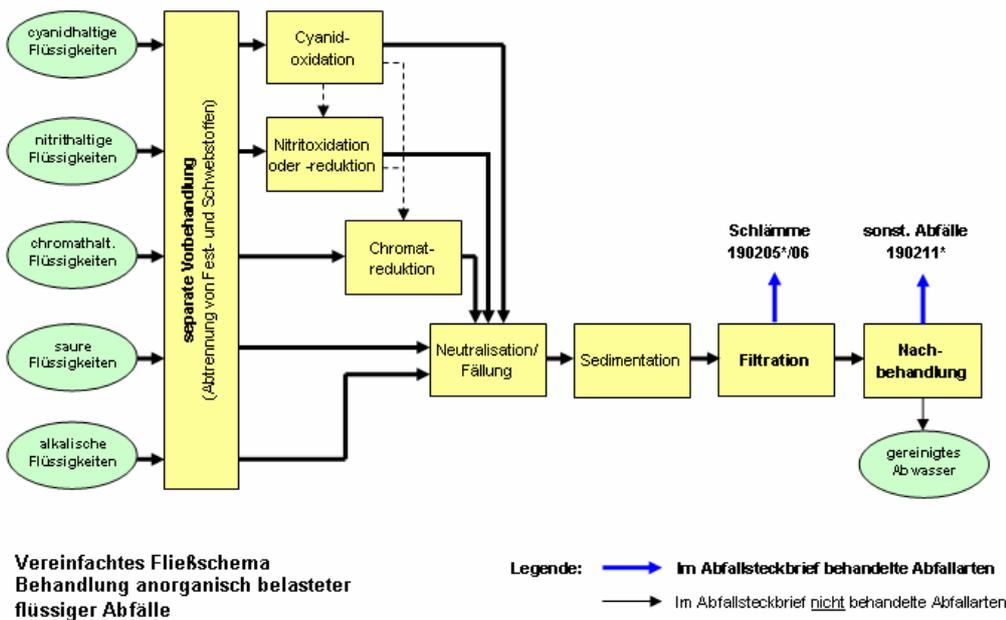


Abbildung 7-4: Schematische Darstellung des Entstehungsprozesses von Schlämmen aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen [IP@ 2014]

Ziele der chemisch-physikalischen Behandlung von flüssigen gefährlichen Abfällen sind:

- „die Zerstörung bzw. Umwandlung giftiger Verbindungen, z. B. Chromate oder Nitrite,
- die Neutralisation von Säuren und Laugen,
- die Überführung löslicher Verbindungen in unlösliche, abscheidbare Produkte,
- die problemlose Ableitung der gereinigten Abwässer und
- die umweltverträgliche Entsorgung der anfallenden Abfälle“ [IP@ 2014].

Chemisch-physikalische Behandlungsanlagen sollten bei der Behandlung von metallhaltigen Abfällen gezielt zur Rückgewinnung von den im Ausgangsmaterial befindlichen Wertstoffen eingesetzt werden.

Abbildung 7-4 zeigt, wo im Prozess die Schlämme und sonstigen Abfälle anfallen: „Die Schlämme aus der CPB entstehen i. N. bei der Fällung, in der Regel mit Natronlauge und/oder Kalkmilch, bei der die Metalle als Hydroxide bzw. Oxidhydrate ausfallen. Daneben finden sich - je nach spezifischen Bedingungen - schwerlösliche Sulfate, Phosphate, Silikate und Fluoride im Schlamm. Vereinzelt werden Metalle auch als Metallsulfide gefällt. Da die Niederschläge zum Teil feindisperser Natur sind, werden oftmals Flockungsmittel oder Flockungshilfsmittel zugegeben, die sich im Schlamm wiederfinden. In geringen Konzentrationen können organische Verbindungen aus den vorgelagerten Produktionsprozessen enthalten sein, z. B. Mineralöle, Fette, Komplexbildner oder Glanzzusätze“ [IP@ 2014].

Tabelle 7-31: Charakteristische Zusammensetzung von Schlämmen aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen [IP@ 2014]

Inhaltsstoffe	Gehalte / Konzentrationen	Erläuterungen
Schlämme aus der CPB 190205*/06		
<b>Originalsubstanz</b>		
Feststoffgehalt	ca. 3 - 5 %	Sedimentationsschlamm
Feststoffgehalt	ca. 30 - 40 %	Schlamm aus Kammerfilterpresse; i. d. R. stichfest
Feststoffgehalt	> 70 %	Thermisch getrockneter Schlamm; i. d. R. trocken, bröckelig
Nicht-Eisen-Metalle (bezogen auf Trockensubstanz)	i. d. R. < 15 %	Art und Gehalt abhängig vom Ausgangsmaterial und der Betriebsweise; am häufigsten sind Al, Cr, Cu, Fe, Ni, Zn; Bindungsform abhängig von der Behandlung, z. B. Hydroxide oder -sulfide
sonstige anorganische Stoffe		Im Wesentlichen bestimmt durch den Fällungsprozess, z. B. Ca, Cl, Na, S, Si
Gesamter organischer Kohlenstoffgehalt TOC	< 3 %	Art und Gehalt abhängig vom Ausgangsmaterial
sonstige organische Schadstoffe	gering	Art und Gehalt abhängig vom Ausgangsmaterial

### 7.3.14 AVV-Nr. 19 10 04 „Schredderleichtfraktion und Staub *aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen* mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 03\* fallen“

Erzeuger in NRW: 6

Diese Abfälle dürften eigentlich gar nicht auf deutschen Deponien auflaufen, da eine Verbringung mit dem Ablagerungsverbot für unbehandelte Abfälle untersagt wurde. Für die Aufbereitung von Schredderleichtfraktionen existieren geeignete Prozesse, wie das VW-Sicon-Verfahren. Jedoch entstehen auch bei der Aufbereitung von SLF nach dem VW-Sicon-Verfahren Rückstände, die einer Entsorgung zugeführt werden müssen, die sogenannten Schreddersande. Es gilt zu prüfen, ob es sich bei den hier deponierten SLF-Abfällen, um die genannten Sande handelt. In diesem Fall könnten im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme entwickelte Verfahren zur Aufbereitung eingesetzt werden.

Zur Einhaltung der Verwertungsquoten, die in der Altfahrzeugverordnung gefordert werden, wurde am Institut für Aufbereitung ein Aufbereitungsverfahren für Schreddersande entwickelt, das sowohl große Mengen der enthaltenen Buntmetalle zurückgewinnt und einen schwermetallabgereicherten Reststoff zur Verwertung hinterlässt, welcher als Bauzuschlagstoff eingesetzt werden kann.

Tabelle 7-32: Zusammenfassung der Ergebnisse für AVV-Nr. 19 10 04 „Schredderleichtfraktion und Staub *aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen* mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 03\* fallen“

		<b>2010</b>	<b>2011</b>
		<b>[Mg]</b>	<b>[Mg]</b>
Versatz		0	0
Ablagerung Deponie		23.200	9.600
Deponiebau		0	0
Gesamt-Masse		23.200	9.600
Höchste Masse in einem Jahr		23.200	
<b>Metall</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Anzahl Ana-</b>	<b>Fracht</b>
	<b>[mg/kg]</b>	<b>lysen</b>	<b>[Mg/a]</b>
Blei	< 10.000	8	
Kupfer	16.900	7	392,1
Nickel	< 2.500	7	
Eisen		0	
Chrom ges.	< 15.000	4	
Zink	21.999	5	510,4
Zinn	< 1.000	2	
Aluminium		0	
Antimon	< 1.000	2	
Kobalt	< 1.000	2	
Mangan		0	
Molybdän		0	
Niob		0	
Tantal		0	
Vanadium		0	
Wolfram		0	

„Um Eisen- und Stahlabfälle für Stahlwerke besser verwertbar zu machen und NE-Metalle zurückzugewinnen, werden Altfahrzeuge, Haushaltsgeräte ("Weiße Ware"), Bauschrott sowie industrielle und häusliche Apparate (z. B. Heizungsanlagen) in Schredderanlagen mechanisch zerkleinert. Schadstoffreiche Bestandteile (Batterien, Schalter, asbest- oder KMF-haltige Isolierungen) und Betriebsflüssigkeiten (z. B. Motoren-, Getriebe-, Hydrauliköle, Bremsflüssigkeiten, Kühl- und Kältemittel, Treibstoffreste) müssen vor der Zerkleinerung nach dem Stand der Technik entfernt werden“ (IP@ 2014).

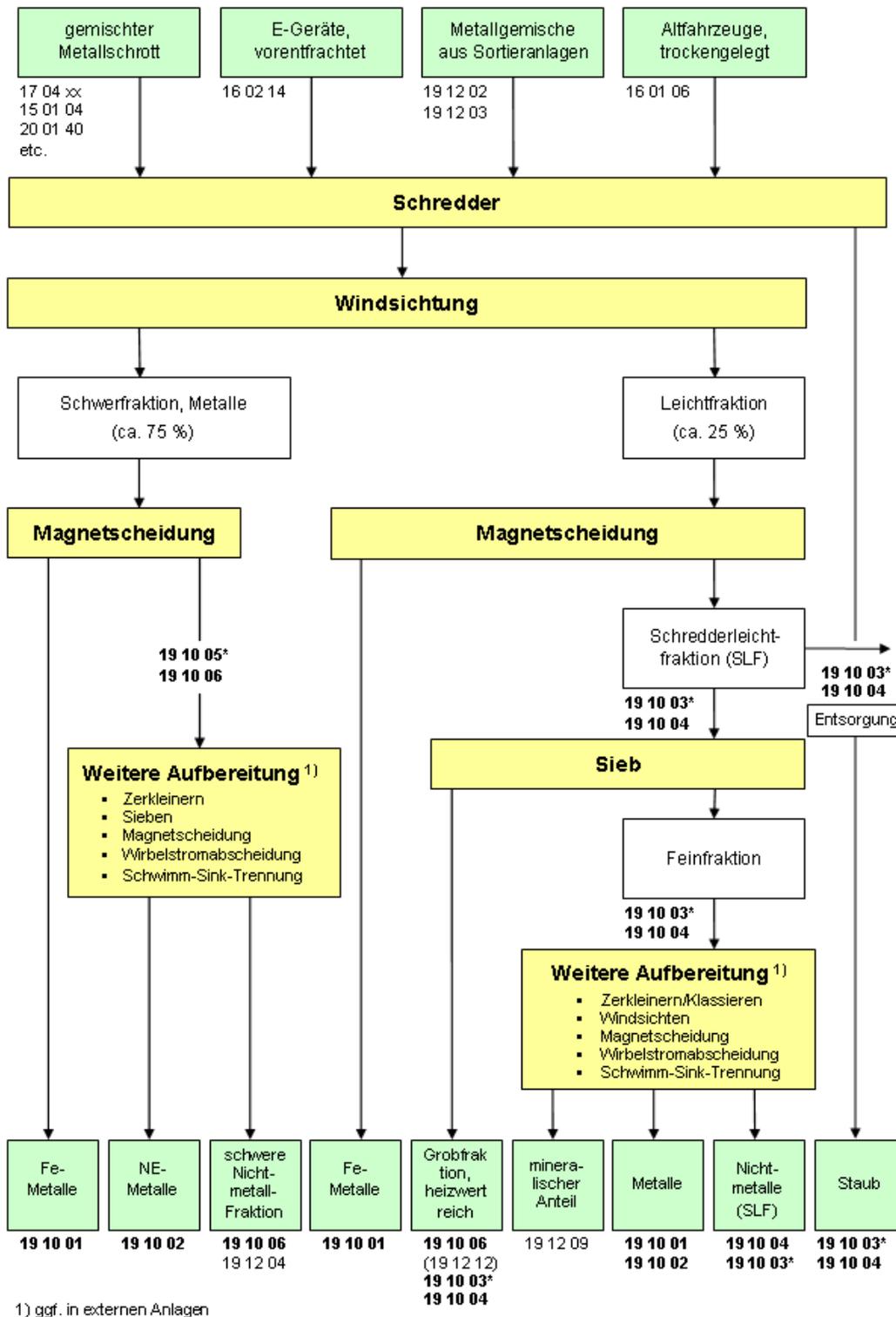


Abbildung 7-5: Schematische Darstellung des Entstehungsprozesses von Schredderleichtfraktion (SLF) und Staub aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen

Abbildung 7-5 zeigt neben dem Prozessschema und den entstehenden Produkten insbesondere die Reststoffe, die alle noch relevante Metallgehalte aufweisen können. Die Schredderleichtfraktion 191004 verteilt sich demzufolge auf die Reststoffe heizwertreiche Grobfraktion und Nichtmetalle aus der Aufbereitung der Leichtfraktion.

Die typische Zusammensetzung der SLF und des Staubes ist in Tabelle 7-33 dargestellt.

**Tabelle 7-33: Charakteristische Zusammensetzung der Schredderleichtfraktion und des Staubes *aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen***

Inhaltsstoffe	Gehalte / Konzentrationen	Erläuterungen
<b>Schredderleichtfraktionen und Staub - 191003*/191004</b>		
Kunststoffe	20-40%	Stoffströme aus Windsichtung bzw. Entstaubungsanlagen
Gummi	10-30%	Stoffströme aus Windsichtung bzw. Entstaubungsanlagen
Holz, Papier	bis 15%	Stoffströme aus Windsichtung bzw. Entstaubungsanlagen
Faser- und Bezugstoffe	bis 30%	Stoffströme aus Windsichtung bzw. Entstaubungsanlagen
Eisen, Kupfer, Aluminium	bis 23%	Stoffströme aus Windsichtung bzw. Entstaubungsanlagen
Lack	bis 15%	Stoffströme aus Windsichtung bzw. Entstaubungsanlagen
Glas	bis 16%	Stoffströme aus Windsichtung bzw. Entstaubungsanlagen
Rest (Sand, Rost, Blei, Zink)	bis 30%	Stoffströme aus Windsichtung bzw. Entstaubungsanlagen

## 8 Untersuchungen der ausgewählten Abfallarten

Nach Abschluss der Recherchen zu Abfallmengen und Metallkonzentrationen wurde eine Vorauswahl an Abfällen getroffen, um aus diesen, die zu untersuchenden Abfälle auszuwählen. Wie im vorigen Kapitel beschrieben konnten für die Abfälle unterschiedliche Parameter von der Herstellung über die chemische Zusammensetzung bis zu den Metallkonzentrationen bestimmt werden.

Durch eine Zusammenführung der bisherigen Ergebnisse zu den anfallenden Massen, den gemessenen Metallkonzentrationen, der Anzahl der vorliegenden Analysen, der Herkunft der Abfälle, den vorgeschalteten Prozessen und der zu erwartenden Heterogenität, konnte unter Berücksichtigung der bereits reglementierten Metalle die Auswahl für die zu untersuchenden Abfälle getroffen werden. Dabei wurde versucht, für möglichst jedes Metall einen Abfall auszuwählen, damit ein Dominieren eines bestimmten Metalls verhindert werden konnte.

Des Weiteren wurde der zu erwartenden Heterogenität eines Abfalls begegnet, indem von einer ausgewählten Abfallart zwei Proben unterschiedlicher Abfallerzeuger untersucht wurden (Tabelle 8-1).

Nach intensiven Abstimmungen mit einzelnen Abfallerzeugern wurden den Projektpartnern insgesamt 7 repräsentative Proben der ausgewählten Abfälle, kategorisiert nach AVV-Nr., zur Verfügung gestellt und untersucht.

Tabelle 8-1: Übersicht der für die Untersuchungen ausgewählten Abfälle

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Abfallerzeuger
10 02 02	Unbearbeitete Schlacke aus der Eisen- und Stahlindustrie	Fa. BSW Stahl-Nebenprodukte GmbH
10 04 01*	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Bleimetallurgie	Fa. Berzelius Stollberg
10 05 01	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Zinkmetallurgie	Fa. Harz-Metall GmbH
11 02 02*	Schlämme aus der Zinkhydrometallurgie (einschließlich Jarosit und Goethit)	Fa. Nordenhammer Zinkhütte
19 01 13*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	Fa. Main Taunus Recycling
11 01 09* (Abfall 1 - Schlamm)	Schlämme und Filterkuchen aus der chemischen Oberflächenbeschichtung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten	Fa. Zecher
11 01 09* (Abfall 2 - Filterkuchen)	Schlämme und Filterkuchen aus der chemischen Oberflächenbeschichtung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten	Fa. WHW-Hillebrandt

### 8.1 Analytik

Nach einer ersten Bestimmung der Abfallcharakteristika (Korngröße, Restfeuchte, allgemeiner Zustand der Proben) wurden die Metallgehalte und die kristallinen Hauptphasen der Abfälle bestimmt. Für die Bestimmung der Metallgehalte wurde ein Druckaufschluss mit Königswasser und Flußsäure als Aufschlussmittel in einem Mikrowellenaufschlussystem START der Firma

MLS durchgeführt. Die eigentliche Bestimmung der Metallgehalte erfolgte mittels ICP-OES Vista MPX der Firma Varian. Die Bestimmung der kristallinen Hauptphasen erfolgte mittels eines Röntgendiffraktometers X'Pert der Firma Phillips.

### 8.1.1 AVV-Nr. 10 02 02, „Unbearbeitete Schlacke aus der Eisen- und Stahlindustrie“

Abfallerzeuger: Firma BSW Stahl-Nebenprodukte (Hersteller von Mineralbaustoffen aus Elektro- ofenschlacke)

Abfallcharakteristika: Menge ca. 300.000 t/a, Restfeuchte < 2 %, Korndurchmesser 125/45 mm, 60/20 mm, 32/0 mm

Tabelle 8-2: Metallgehalte des Abfalls AVV-Nr. 10 02 02, „Unbearbeitete Schlacke aus der Eisen- und Stahlindustrie“

<b>Elektroofenschlacke mit einer Körnung von 125/45 mm</b>			
<b>Element</b>	<b>Konzentration in ppm</b>	<b>Element</b>	<b>Konzentration in ppm</b>
<b>Co</b>	<50	<b>Pb</b>	230
<b>Cr</b>	21.791	<b>Sb</b>	<50
<b>Cu</b>	254	<b>Sn</b>	<50
<b>Fe</b>	383.780	<b>Ta</b>	<50
<b>Mn</b>	41.389	<b>V</b>	747
<b>Mo</b>	<50	<b>W</b>	847
<b>Nb</b>	229	<b>Zn</b>	143
<b>Ni</b>	27		
<b>Elektroofenschlacke mit einer Körnung von 60/20 mm</b>			
<b>Element</b>	<b>Konzentration in ppm</b>	<b>Element</b>	<b>Konzentration in ppm</b>
<b>Co</b>	<50	<b>Pb</b>	37
<b>Cr</b>	23.948	<b>Sb</b>	<50
<b>Cu</b>	282	<b>Sn</b>	<50
<b>Fe</b>	357.854	<b>Ta</b>	<50
<b>Mn</b>	43.101	<b>V</b>	772
<b>Mo</b>	<50	<b>W</b>	895
<b>Nb</b>	260	<b>Zn</b>	229
<b>Ni</b>	52		

Tabelle 8-3: Metallgehalte des Abfalls AVV-Nr. 10 02 02, „Unbearbeitete Schlacke aus der Eisen- und Stahlindustrie“

Elektroofenschlacke mit einer Körnung von 32/0 mm			
Element	Konzentration in ppm	Element	Konzentration in ppm
Co	<50	Pb	37
Cr	21.892	Sb	<50
Cu	231	Sn	<50
Fe	352.740	Ta	<50
Mn	41.992	V	781
Mo	<50	W	1.335
Nb	302	Zn	335
Ni	26		

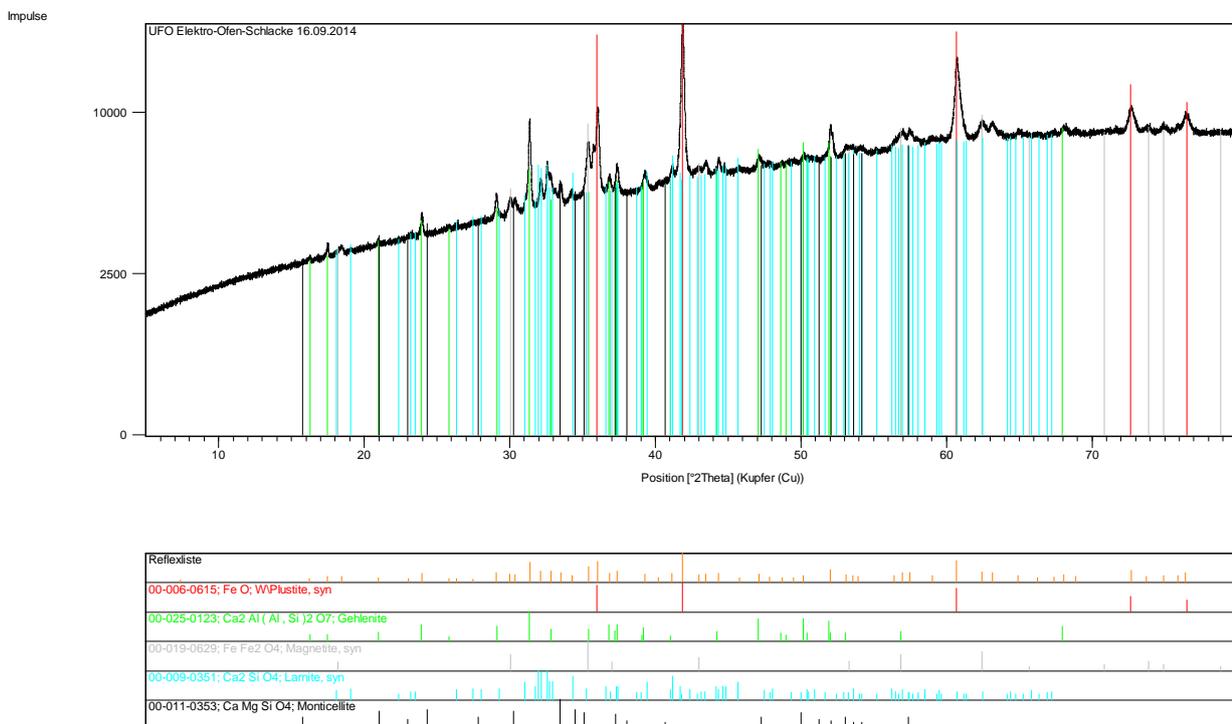


Abbildung 8-1: Kristalline Hauptphasen des Abfalls AVV-Nr. 10 02 02, „Unbearbeitete Schlacke aus der Eisen- und Stahlindustrie“

Von der Firma BSW Stahl-Nebenprodukte (Hersteller von Mineralbaustoffen aus Elektroofenschlacke) wurden drei repräsentative Proben unterschiedlicher Körnungen eines Abfalls zur Verfügung gestellt. Dieser Abfall fällt bei der Verhüttung von Stahl und Eisenschrotten in einem Elektrostahlwerk als sogenannte Elektroofenschlacke an. Bisher wird der entstehende Abfall nach AVV-Nr. 10 02 02, „Unbearbeitete Schlacke aus der Eisen- und Stahlindustrie“ klassifiziert und nach einer mechanischen Behandlung als mineralischer Baustoff vermarktet. Jährlich werden ca. 300.000 Tonnen des Rückstandes einer Vermarktung zugeführt, nur in äußerst seltenen Einzelfällen kann es zu einer Entsorgung aufgrund der Überschreitung von Grenzwerten kommen, diese Einzelfälle sind dann in der Regel Komplikationen im vorgeschalteten Verhüttungsprozess geschuldet.

Nach der Abkühlung liegt die Schlacke als künstliches, kristallines Gestein vor, ihre Entstehung ist mit den natürlichen magmatischen Gesteinen wie Granit oder Basalt vergleichbar. Aus der

erkalteten Schlacke wird zunächst mit Hilfe von Magneten metallisches Eisen entfernt. Anschließend wird sie, in gleicher Weise wie natürliche Gesteine gebrochen, gesiebt und klassiert. Auf diese Weise werden unterschiedliche Korngemische oder einzelne Körnungen des Mineralbaustoffs EOS gewonnen.

Die chemische Analyse des Abfalls (Tabelle 8-2, Tabelle 8-3) hat ergeben, dass erwartungsgemäß Eisen das Metall mit der höchsten Konzentration ist. Weiterhin konnten relevante Konzentrationen von Mangan, sowie eine geringere Konzentration Chrom nachgewiesen werden. Zwischen den drei untersuchten Körnungen konnten keine Unterschiede festgestellt werden. Die Strukturanalyse (Abbildung 8-1) mittels Röntgendiffraktometrie der vorliegenden Phasen hat ergeben, dass Eisenoxid die Hauptphase des vorliegenden Abfalls darstellt. Weiterhin wird die umgebende Matrix durch Gehlenite, weitere Eisen- und Kalziumminerale sowie Silikate gekennzeichnet. Es ist davon auszugehen, dass die weiteren nachgewiesenen Elemente Mangan und Chrom fest in die Kristallstrukturen eingebunden sind.

Der untersuchte Stoffstrom ist der Rückstand eines intensiven Recyclingprozesses, welcher als Hauptziel die Rückgewinnung der enthaltenen Eisen- und Stahllegiererfrachten verfolgt. Diesem thermischen Prozess wurden mechanische Trennverfahren nachgeschaltet, um weitere Metalle zurückzugewinnen. Folglich kann der untersuchte Stoffstrom als durchbehandelt betrachtet werden. Dennoch konnten relevante Metallfrachten gemessen werden. Eine Rückgewinnung der enthaltenen Metalle scheint an dieser Stelle zwar interessant, wird aber durch die starke Legierungsbildung und insgesamt ungünstigen Verbindungsformen verhindert. Aus aufbereitungstechnischer Sicht ist folglich nicht davon auszugehen, dass eine weitere Rückgewinnung von enthaltenen Metallen mit gängigen Verfahren oder Prozessen möglich ist. Weiterhin ist festzustellen, dass keine Verfahren am Markt vorhanden sind, mit denen aus diesem Material weitere Metalle zurückgewonnen werden könnten. Die Kosten, welche bei einer weitergehenden Aufbereitung und Rückgewinnung entstehen würden, können (derzeit) nicht beziffert werden.

### **8.1.2 AVV-Nr. 10 04 01, „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Bleimetallurgie“**

Abfallerzeuger: Firma Berzelius (Berzelius Blei Hütte, Stolberg))

Abfallcharakteristika: Menge ca. 70.000 – 90.000 t/a, Restfeuchte beträgt < 10 %, Korndurchmesser < 10 mm

Tabelle 8-4: Metallgehalte des Abfalls AVV-Nr. 10 04 01, „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Bleimetallurgie“

Element	Konzentration in ppm	Element	Konzentration in ppm
Co	82	Pb	62.029
Cr	1.066	Sb	14.655
Cu	699	Sn	4.256
Fe	239.731	Ta	<50
Mn	7.508	V	135
Mo	181	W	158
Nb	129	Zn	147.505
Ni	98		

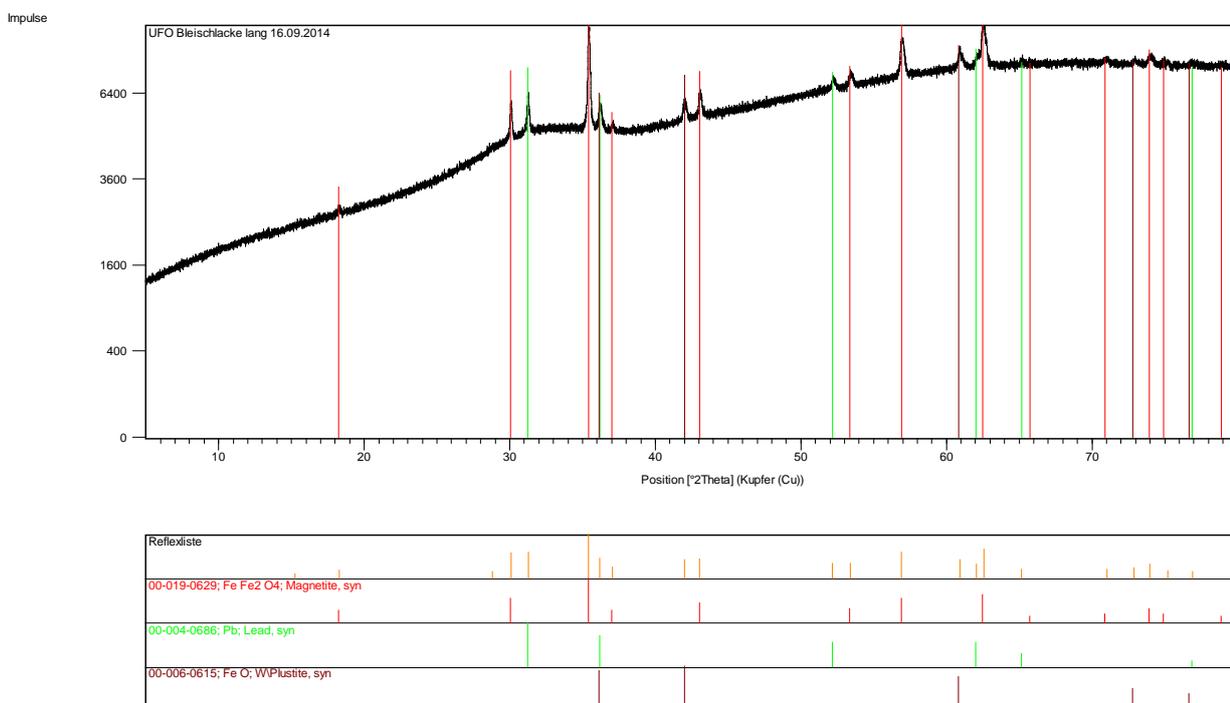


Abbildung 8-2: Kristalline Hauptphasen des Abfalls AVV-Nr. 10 04 01, „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Bleimetallurgie“

Von der Firma Berzelius (Berzelius Blei Hütte, Stolberg) wurde eine repräsentative Probe eines Abfalls zur Verfügung gestellt. Dieser Abfall fällt bei der Verhüttung von Flugstäuben im Wälzprozess zur Erzeugung von Zinkoxid an. Bisher wird der entstehende Abfall einer Entsorgung nach AVV-Nr. 10 04 01, „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Bleimetallurgie“ zugeführt. Bei der Fa. Berzelius fallen jährlich ca. 90.000 Tonnen des Rückstandes an und werden in der Regel auf einer Deponie der Klasse II entsorgt, in wenigen Fällen können, nach Integration einer begleitenden Analytik, bestimmte Chargen für Maßnahmen auf Deponien der Klasse I genutzt werden.

Die chemische Analyse des Abfalls (Tabelle 8-4) hat ergeben, dass Eisen das Metall mit der höchsten Konzentration ist. Weiterhin konnten relevante Konzentrationen von Zink und Blei, sowie eine geringere Konzentration Antimon nachgewiesen werden. Die Metallkonzentrationen lassen sich prozessbedingt nicht weiter reduzieren. Aufgrund der amorphen Struktur des

Materials konnten mittels Röntgendiffraktometrie (Abbildung 8-2) nur wenige kristalline Hauptphasen nachgewiesen werden. Die detektierten Phasen sind Magnetit, Blei sowie Eisen.

Der untersuchte Stoffstrom ist der Rückstand eines intensiven Recyclingprozesses, welcher als Hauptziel die Rückgewinnung der enthalten Bleifrachten verfolgt. Mit dem Ende des thermischen Prozesses kann das untersuchte Material momentan als durchbehandelt betrachtet werden. Dennoch konnten relevante Metallfrachten detektiert werden. Eine Rückgewinnung der enthaltenen Metalle scheint an dieser Stelle zwar interessant, wird aber durch die starke Legierungsbildung, die amorphe Struktur und insgesamt ungünstigen Verbindungsformen verhindert. Aus aufbereitungstechnischer Sicht ist folglich nicht davon auszugehen, dass eine weitere Rückgewinnung von enthaltenen Metallen mit gängigen Verfahren oder Prozessen möglich ist. Weiterhin ist festzustellen, dass zwar Verfahren mit denen weitere Metalle zurückgewonnen werden könnten schon vorentwickelt sind, aber bisher aufgrund wirtschaftlicher Zwänge nicht realisiert werden. Die Kosten, welche bei einer weitergehenden Aufbereitung und Rückgewinnung entstehen würden, können (derzeit) nicht beziffert werden.

### 8.1.3 AVV-Nr. 10 05 01, „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Zinkmetallurgie“

Abfallerzeuger: Firma Harz-Metall GmbH (Sekundärrohstoff Verhüttung, Wälzprozess)

Abfallcharakteristika: Menge ca. 60.000 t/a, Restfeuchte beträgt ca. 12%, Korndurchmesser < 10 mm

Tabelle 8-5: Metallgehalte des Abfalls AVV-Nr. 10 05 01, „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Zinkmetallurgie“

Element	Konzentration in ppm	Element	Konzentration in ppm
Co	94	Pb	1.956
Cr	4.541	Sb	<50
Cu	2441	Sn	593
Fe	269.237	Ta	<50
Mn	28.468	V	610
Mo	376	W	266
Nb	<50	Zn	75.176
Ni	948		

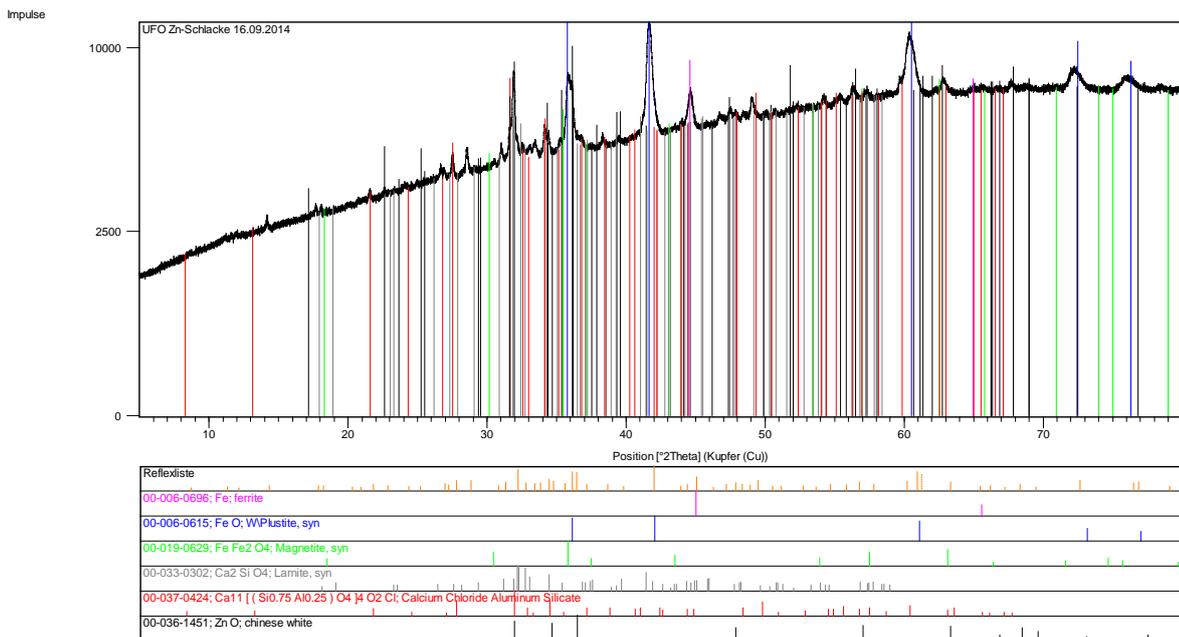


Abbildung 8-3: kristalline Hauptphasen des Abfalls AVV-Nr. 10 05 01, „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Zinkmetallurgie“

Von der Firma Harzmetall GmbH (Sekundärrohstoff Verhüttung, Wälzprozess) wurde eine repräsentative Probe eines Abfalls zur Verfügung gestellt. Dieser Abfall fällt bei der Verhüttung von Flugstäuben im Wälzprozess zur Erzeugung von Zinkoxid an. Bisher wird der entstehende Abfall einer Entsorgung nach AVV-Nr. 10 05 01, „Schlacken (Erst- und Zweitschmelze) aus der thermischen Zinkmetallurgie“ zugeführt. Bei der Firma Harz-Metall fallen jährlich ca. 60.000 Tonnen des Rückstandes an und werden auf der betriebseigenen Deponie abgelagert.

Die chemische Analyse des Abfalls (Tabelle 8-5) hat ergeben, dass erwartungsgemäß Eisen das Metall mit der höchsten Konzentration ist. Weiterhin konnten relevante Konzentrationen von Zink und Mangan, sowie eine geringere Konzentration Blei nachgewiesen werden. Die Metallkonzentrationen lassen sich prozessbedingt nicht weiter reduzieren. Aufgrund der amorphen Struktur des Materials konnten mittels Röntgendiffraktometrie (Abbildung 8-3) nur wenige kristalline Hauptphasen nachgewiesen werden. Die detektierten Phasen sind unterschiedliche Eisenminerale, insbesondere Eisenoxid und Magnetit sowie unterschiedliche Kalziumsilikate.

Der untersuchte Stoffstrom ist der Rückstand eines intensiven Recyclingprozesses, welcher als Hauptziel die Rückgewinnung der enthaltenen Zinkfrachten verfolgt. Mit dem Ende des thermischen Prozesses kann das untersuchte Material momentan als durchbehandelt betrachtet werden. Dennoch konnten relevante Metallfrachten detektiert werden. Eine Rückgewinnung der enthaltenen Metalle scheint an dieser Stelle zwar interessant, wird aber durch die starke Legierungsbildung, die amorphe Struktur und insgesamt ungünstigen Verbindungsformen verhindert. Aus aufbereitungstechnischer Sicht ist folglich nicht davon auszugehen, dass eine weitere Rückgewinnung von enthaltenen Metallen mit momentan gängigen Verfahren oder Prozessen möglich ist. Weiterhin ist festzustellen, dass keine Verfahren mit denen weitere Metalle zurückgewonnen werden könnten, bekannt sind. Die Kosten, welche bei einer weitergehenden Aufbereitung und Rückgewinnung entstehen würden, können (derzeit) nicht beziffert werden.

### 8.1.4 AVV-Nr. 11 02 02, *Schlämme aus der Hydrometallurgie von Zink*

Abfallerzeuger: Firma Nordenhammer Zinkhütte/Glencore (Zinkelektrolyse)

Abfallcharakteristika: Menge ca. 125.000 Jarosit t/a (2013), Restfeuchte beträgt ca. 25%, Korndurchmesser < 125 µm

Tabelle 8-6: Metallgehalte des Abfalls AVV-Nr. 11 02 02, Schlämme aus der Hydrometallurgie von Zink

Element	Konzentration in ppm	Element	Konzentration in ppm
Co	<50	Pb	53.332
Cr	80	Sb	747
Cu	6.761	Sn	449
Fe	201.990	Ta	<50
Mn	817	V	<50
Mo	<50	W	<50
Nb	<50	Zn	33.656
Ni	<10		

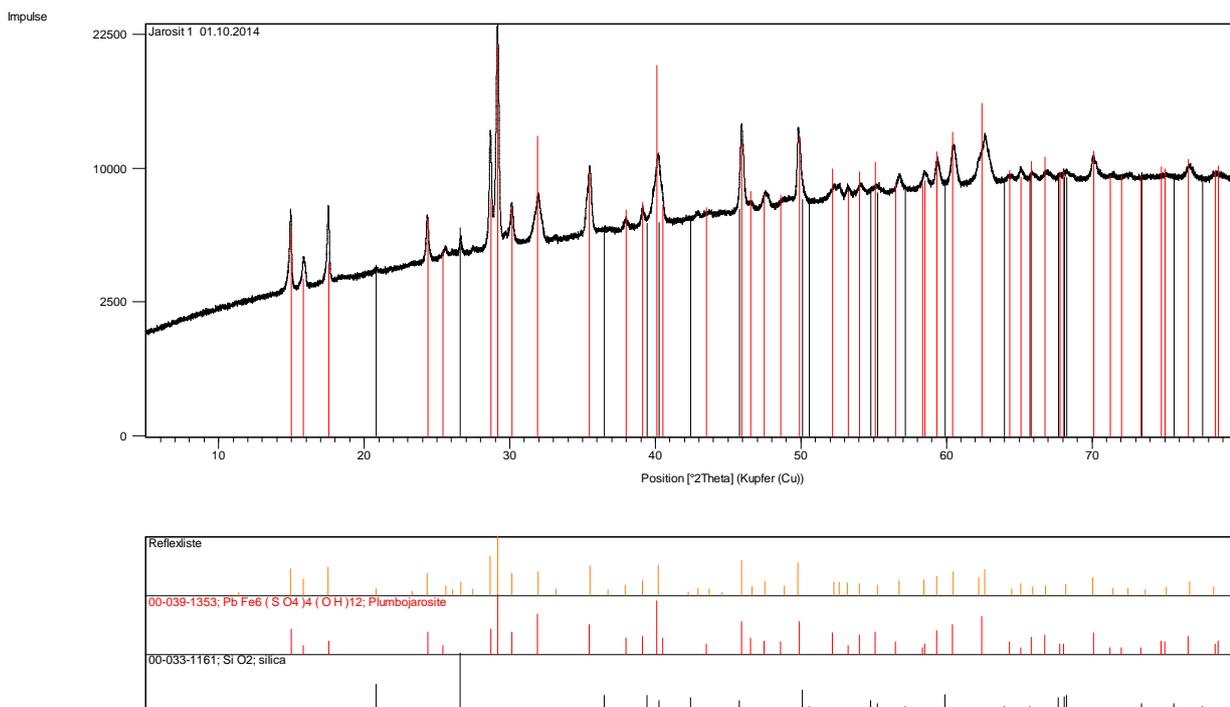


Abbildung 8-4: Kristalline Hauptphasen des Abfalls AVV-Nr. 11 02 02, Schlämme aus der Hydrometallurgie von Zink

Von der Firma Nordenhammer Zinkhütte (Glencore) wurde eine repräsentative Probe eines Abfalls zur Verfügung gestellt. Dieser Abfall fällt bei der Laugenreinigung vor der Elektrolyse von hochreinem Zink aus entsprechenden Vormaterialien an. Bisher wird der entstehende Abfall einer Entsorgung nach AVV-Nr. 11 02 02, „Schlämme aus der Hydrometallurgie von Zink (einschließlich Jarosit und Goethit)“ zugeführt. Bei der Fa. Glencore/Nordenhammer Zinkhütte fallen jährlich ca. 125.000 Tonnen des Rückstandes an. Diese werden mit Kalk und Zement zu „Jarofix“ umgewandelt und werden auf einer betriebseigenen Monodeponie der Deponieklasse 2 abgelagert. Durch die Umwandlung mit Kalk und Zement erhöht sich die abgelagerte Menge auf ca. 150.000 t/a (2013).

Die chemische Analyse des Abfalls (Tabelle 8-6) hat ergeben, dass Eisen das Metall mit der höchsten Konzentration ist. Weiterhin konnten relevante Konzentrationen von Blei und Zink, sowie eine geringere Konzentration Kupfer nachgewiesen werden. Die Metallkonzentrationen lassen sich prozessbedingt nicht weiter reduzieren. Mittels Röntgendiffraktometrie (Abbildung 8-4) konnten ein Bleijarosit sowie die umgebende Silikatmatrix als kristalline Hauptphasen nachgewiesen werden. Es ist davon auszugehen, dass das nachgewiesene Zink und Kupfer an die Kristallstrukturen gebunden sind.

Der untersuchte Stoffstrom ist der Rückstand eines intensiven Recyclingprozesses, welcher als Hauptziel die Rückgewinnung der enthaltenen Zinkfrachten verfolgt. Mit dem Ausschleusen des Materials aus dem hydrometallurgischen Prozess durch feinjustierte Fällung kann das untersuchte Material momentan als durchbehandelt betrachtet werden. Dennoch konnten relevante Metallfrachten detektiert werden. Eine Rückgewinnung der enthaltenen Metalle scheint an dieser Stelle zwar interessant, wird aber durch die starke Legierungsbildung, die amorphe Struktur und die Einbindung verschiedener Metallionen in die Jarositstruktur verhindert. Aus aufbereitungstechnischer Sicht ist folglich nicht davon auszugehen, dass eine weitere Rückgewinnung von enthaltenen Metallen mit gängigen Verfahren oder Prozessen möglich ist. Weiterhin ist festzustellen, dass bisher keine Verfahren mit denen weitere Metalle zurückgewonnen werden könnten, entwickelt sind. Die Kosten, welche bei einer weitergehenden Aufbereitung und Rückgewinnung entstehen würden, können (derzeit) nicht beziffert werden.

#### **8.1.5 AVV-Nr. 11 01 09\*, „Schlämme und Filterkuchen aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten“ (Abfall 1 - Schlamm)**

Abfallerzeuger: Firma Zecher (Hersteller von Rasterwalzenrollen)

Abfallcharakteristika: Menge ca. 15-20 t/a, trocken, Korndurchmesser < 1 mm

Tabelle 8-7: Metallgehalte des Abfalls AVV-Nr. 11 01 09\*, „Schlämme und Filterkuchen aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten“ (Abfall 1 - Schlamm)

Element	Konzentration in ppm	Element	Konzentration in ppm
Co	<50	Pb	<25
Cr	265.469	Sb	<50
Cu	42	Sn	<50
Fe	38.742	Ta	<100
Mn	123	V	<50
Mo	4.315	W	<50
Nb	<50	Zn	<50
Ni	36.922		

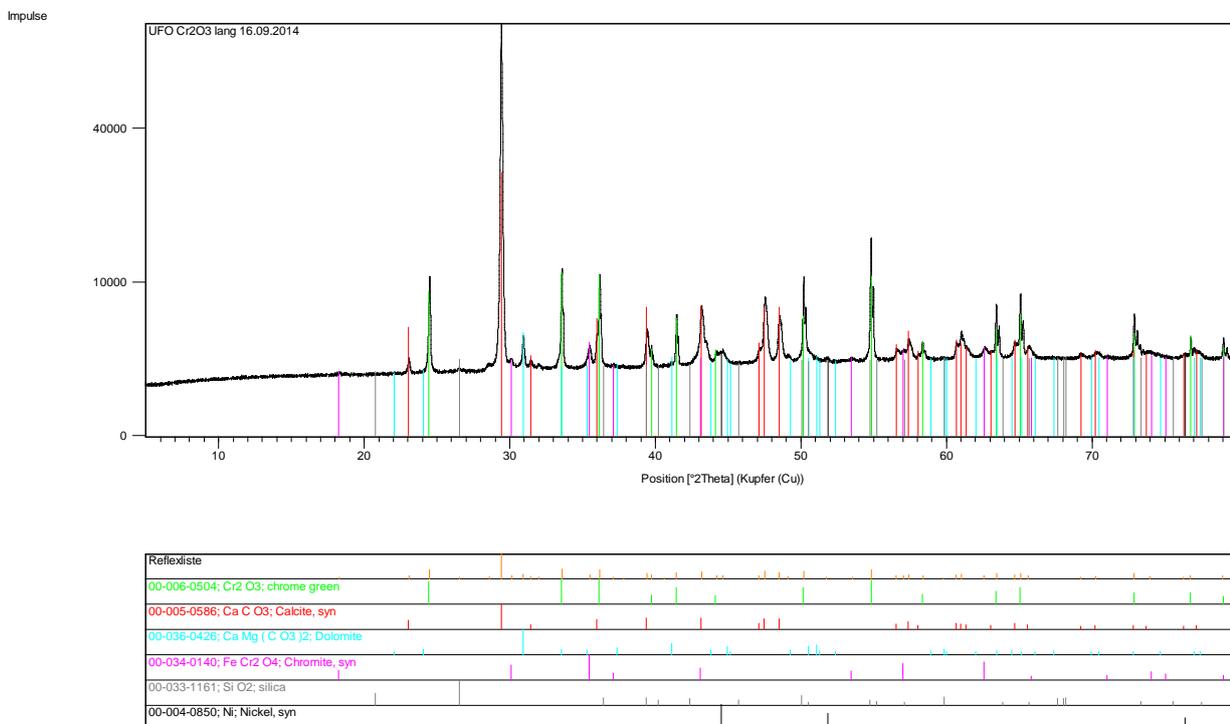


Abbildung 8-5: Kristalline Hauptphasen des Abfalls AVV-Nr. 11 01 09\*, „Schlämme und Filterkuchen aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten“ (Abfall 1 - Schlamm)

Von der Firma Zecher (Hersteller von Rasterwalzenrollen für die Druckereiindustrie) wurde eine repräsentative Probe eines Abfalls zur Verfügung gestellt. Dieser Abfall fällt bei der Beschichtung von Rasterwalzenrollen als Overspray im Rahmen von Korrosionsschutzmaßnahmen an. Bisher wird der entstehende Abfall einer Entsorgung nach AVV-Nr. 11 01 09\*, „Schlämme und Filterkuchen aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten“ zugeführt. Jährlich werden ca. 15-20 Tonnen des Rückstandes der Oberflächenbeschichtung entsorgt.

Die chemische Analyse des Abfalls (Tabelle 8-7) hat ergeben, dass Chrom das Metall mit der höchsten Konzentration ist. Weiterhin konnten relevante Konzentrationen von Eisen und Nickel, sowie eine geringere Konzentration Molybdän nachgewiesen werden. Die Strukturanalyse mittels Röntgendiffraktometrie (Abbildung 8-5) der vorliegenden Hauptphasen hat ergeben,

dass Chrom(III)oxid die Hauptphase des vorliegenden Abfalls darstellt. Weiterhin wird die umgebende Matrix durch Kalk, Dolomit und Silikate dargestellt. Das nachgewiesene Eisen ist an das Chrom gebunden, Nickel liegt wahrscheinlich als Legierungselement vor.

Der untersuchte Stoffstrom ist der Rückstand eines intensiven Prozesses zur Oberflächenbeschichtung. Der entstehende Stoffstrom kann nicht wiederverwendet werden und muss folglich einer Entsorgung zugeführt werden. Zwar konnten relevante Metallfrachten detektiert werden, eine Rückgewinnung der enthaltenen Metalle scheint an dieser Stelle zwar interessant, wird aber durch die starke Legierungsbildung und die ungünstigen Verbindungsformen verhindert. Aus aufbereitungstechnischer Sicht könnte sich das Material prinzipiell für einen Einsatz in der Stahlindustrie eignen, was aber aufgrund der geringen entstehenden Menge schwierig zu realisieren wäre.

Es gilt zu prüfen, ob andere Hersteller Abfälle mit ähnlicher Zusammensetzung einer Entsorgung zuführen müssen. Nur dann könnte die Möglichkeit einer gemeinsamen Vermarktung bestehen.

### **8.1.6 AVV-Nr. 11 01 09\* , „Schlämme und Filterkuchen aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten“ (Abfall 2 – Filterkuchen)**

Abfallerzeuger: Firma WHW-Hillebrand (Kathodischer Korrosionsschutz)

Abfallcharakteristika: Menge ca. 1600 t/a, Restfeuchte beträgt ca. 70 %, Korndurchmesser < 10 mm

Tabelle 8-8: Metallgehalte des Abfalls AVV-Nr. 11 01 09\* , „Schlämme und Filterkuchen aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten“ (Abfall 2 – Filterkuchen)

Element	Konzentration in ppm	Element	Konzentration in ppm
Co	4.633	Pb	1.646
Cr	11.353	Sb	< 50
Cu	87	Sn	< 50
Fe	132.257	Ta	<50
Mn	1.562	V	< 50
Mo	<50	W	< 50
Nb	<50	Zn	114.100
Ni	6.315		

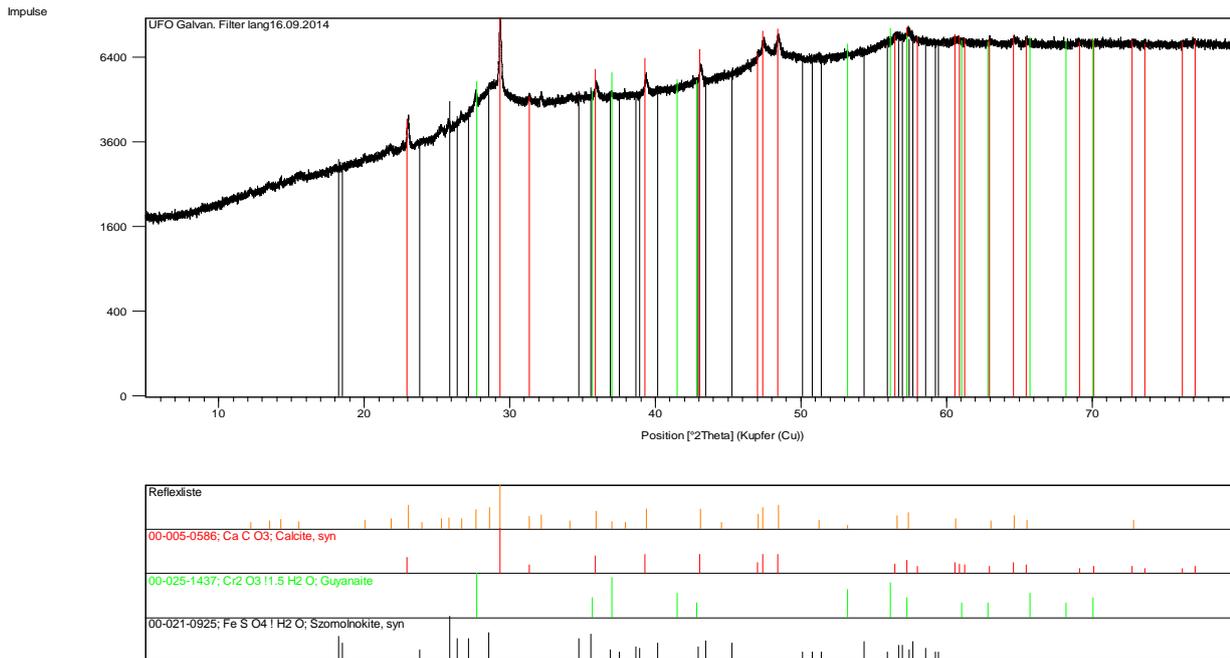


Abbildung 8-6: Kristalline Hauptphasen des Abfalls AVV-Nr. 11 01 09\*, „Schlämme und Filterkuchen aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten“ (Abfall 2 – Filterkuchen)

Von der Firma WHW-Hillebrand (Kathodischer Korrosionsschutz) wurde eine repräsentative Probe eines Abfalls zur Verfügung gestellt. Dieser Abfall fällt bei der Abwasserreinigung als Filterkuchen einer Kammerfilterpresse an. Die Abwasserreinigung ist den eigentlichen Prozessen, welche der Integration von Korrosionsschutz auf bestimmten Oberflächen dient, nachgeschaltet. In dieser Abwasserreinigung wird das während der Prozesse entstehende Spülwasser aufbereitet und gereinigt. Bisher wird der entstehende Abfall einer Entsorgung nach AVV-Nr. 11 01 09\*, „Schlämme und Filterkuchen aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen, die gefährliche Stoffe enthalten“ zugeführt. Jährlich werden ca. 1.600 Tonnen des Rückstandes der Oberflächenbeschichtung entsorgt. Die Entsorgung des Abfalls wird im Untertage Versatz durchgeführt.

Die chemische Analyse des Abfalls (Tabelle 8-8) hat ergeben, dass Eisen das Metall mit der höchsten Konzentration ist. Weiterhin konnten relevante Konzentrationen von Zink und Chrom, sowie eine geringere Konzentration Nickel nachgewiesen werden. Aufgrund der amorphen Struktur des Materials sind mittels Röntgendiffraktometrie (Abbildung 8-6) nur wenige kristalline Hauptphasen nachzuweisen. Die detektierten Phasen sind Kalk, hydratisiertes Chrom(III)oxid sowie hydratisiertes Eisen(II)sulfat. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das eigentliche Abfallprodukt, das Spülwasser des Galvanisierungsprozesses mit Eisen im neutralen pH-Wertbereich gefällt wurde; zur pH-Werteinstellung wurde Kalkmilch verwendet.

Der untersuchte Stoffstrom ist der Rückstand eines Prozesses zur Spülwasserreinigung, entsprechend einer vorhergehenden Abfallbehandlung. Durch die feinjustierte Fällung der enthaltenen Metallfrachten und die Neutralisation des Spülwassers mit Kalkmilch kann das untersuchte Material momentan als durchbehandelt betrachtet werden. Zwar konnten relevante Metallfrachten detektiert werden, eine Rückgewinnung der enthaltenen Metalle scheint an dieser Stelle zwar interessant, wird aber durch die ungünstigen Verbindungsformen verhindert. Aus aufbereitungstechnischer Sicht ist folglich nicht davon auszugehen, dass momentan eine wei-

tere Rückgewinnung von enthaltenen Metallen mit gängigen Verfahren oder Prozessen möglich ist. Weiterhin ist festzustellen, dass bisher keine Verfahren mit denen weitere Metalle zurückgewonnen werden könnten, entwickelt sind. Die Kosten, welche bei einer weitergehenden Aufbereitung und Rückgewinnung entstehen würden, können (derzeit) nicht beziffert werden.

**8.1.7 AVV-Nr. 19 01 13\*, „Filterstaub der gefährliche Stoffe enthält“**

Abfallerzeuger: Main Taunus Recycling, Probe aus MHKW Frankfurt

Abfallcharakteristika: trocken, Korndurchmesser < 10 mm

Tabelle 8-9: Metallgehalte des Abfalls 19 01 13\*, „Filterstaub der gefährliche Stoffe enthält“

Element	Konzentration in ppm	Element	Konzentration in ppm
Co	66	Pb	457
Cr	259	Sb	210
Cu	498	Sn	141
Fe	21.609	Ta	<50
Mn	657	V	<50
Mo	<50	W	<50
Nb	<50	Zn	4.388
Ni	106		

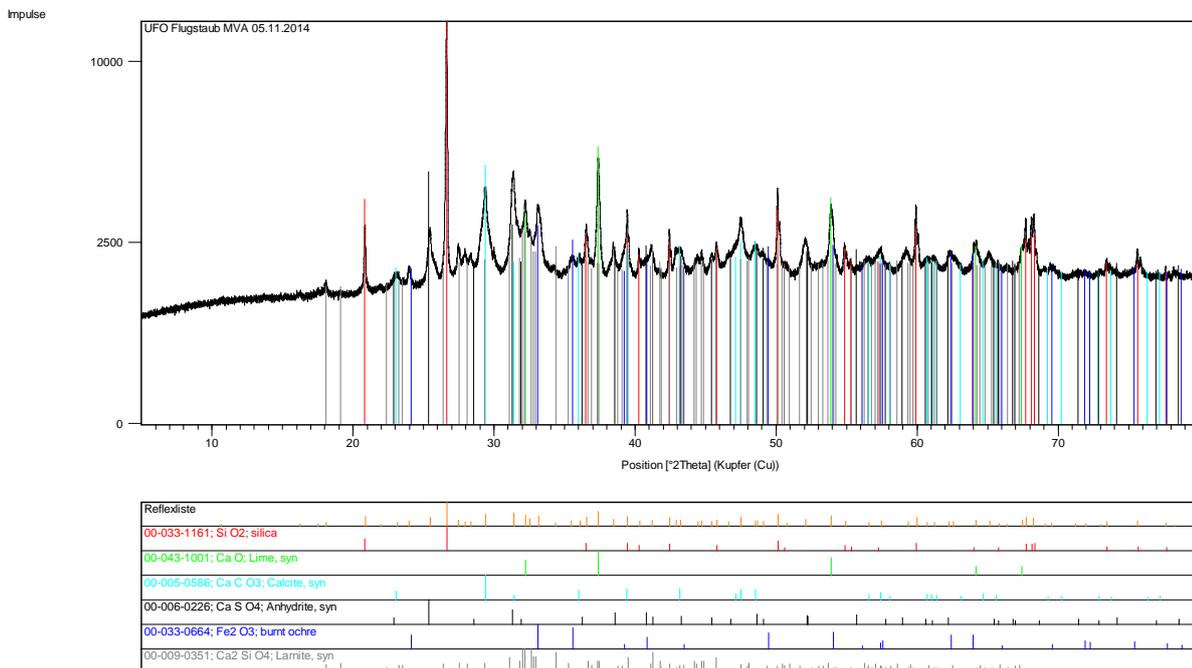


Abbildung 8-7: Kristalline Hauptphasen des Abfalls 19 01 13\*, „Filterstaub der gefährliche Stoffe enthält“

Von der Firma Main Taunus Recycling wurde eine repräsentative Probe eines Abfalls zur Verfügung gestellt. Dieser Abfall fällt bei der thermischen Behandlung von Abfällen in einer Müllverbrennungsanlage an. Bisher wird der entstehende Abfall einer Entsorgung nach AVV-Nr. 19 01 13\*, „Filterstaub der gefährliche Stoffe enthält“ zugeführt, welche in der Regel im Untertage Versatz erfolgt.

Die chemische Analyse des Abfalls (Tabelle 8-9) hat ergeben, dass Eisen das Metall mit der höchsten Konzentration ist. Weiterhin konnte insbesondere Zink nachgewiesen werden. Die Metallkonzentrationen lassen sich prozessbedingt nicht weiter reduzieren. Mittels Röntgendiffraktometrie (Abbildung 8-7) konnten Silikate sowie unterschiedliche Kalziumminerale nachgewiesen werden, analog zu der Metallgehaltsanalyse wurden keine relevanten Metallverbindungen detektiert.

Der untersuchte Stoffstrom ist der Rückstand einer vorhergehenden Abfallbehandlung und wird momentan als Schadstoffslenke genutzt. Im Gegensatz zu den übrigen Abfällen, die untersucht wurden, konnten de facto keine hohen Metallfrachten detektiert werden. Dementsprechend wird das Potenzial für eine Rückgewinnung der enthaltenen Metalle an dieser Stelle als eher gering eingeschätzt. Zudem würde diese wahrscheinlich durch ungünstige Verbindungsformen erschwert. Dennoch sind Aufbereitungsverfahren zur weiteren Rückgewinnung von Metallen für Filterstäube aus Müllverbrennungsanlagen aus der Schweiz bekannt [Schlumberger et al. 2013]. Diese arbeiten mit einer intensiven Wäsche des Materials, einer angeschlossenen Laugung sowie einer Solventextraktions-/Elektrolyse-Stufe mit der sich insbesondere das enthaltene Zink zurückgewinnen lässt. Betrieben wird dieses Verfahren anlagenintegriert, in Müllverbrennungsanlagen mit nasser Rauchgaswäsche ([www.bsh.ch](http://www.bsh.ch)). Die Kosten, welche bei einer weitergehenden Aufbereitung und Rückgewinnung entstehen würden, können (derzeit) nicht beziffert werden.

## 8.2 Vergleich der Analyseergebnisse mit den bestehenden Grenzwerten

Einer der Hauptgründe für die Überprüfung der Grenzwerte für die reglementierten Metalle ist, dass in der Zwischenzeit auch Abfälle mit geringeren Metallgehalten recycelbar sind und die Integration weiterer Prozesse wirtschaftlich vorteilhaft gegenüber der Entsorgung sein kann. Eine Gegenüberstellung der im Rahmen der Untersuchungen festgestellten Metallgehalte mit den bestehenden Grenzwerten zeigt, dass bei einigen dieser Abfälle die geltenden Grenzwerte überschritten werden.

Es wird diskutiert, ob die großen Mengen Metalle, die hierdurch mit den Abfällen aus dem Wirtschaftskreislauf ausgeschleust werden, für ein Recycling nutzbar wären. Tabelle 8-10 zeigt eine Übersicht der analysierten Abfälle in Gegenüberstellung zu den bisherigen Grenzwerten.

Tabelle 8-10: Gegenüberstellung der analysierten Metallgehalte mit den bestehenden Grenzwerten

	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Sn	Zn
	Angaben in ppm						
Grenzwert	≥150.000	≥10.000	≥500.000	≥25.000	≥100.000	≥15.000	≥100.000
10 02 02	22.544	256	364.791	35	102	<50	236
10 04 01*	1.066	699	239.731	98	62.029	4.256	147.505
10 05 01	4.541	2.441	269.237	948	1.956	593	75.176
11 01 09* Schlamm	265.469	42	38.742	36.922	<25	<50	<50
11 01 09* Fil- terkuchen	11.353	87	132.257	6.315	1.646	<50	114.100
11 02 02*	80	6.761	201.990	<10	53.332	449	33.656
19 01 13*	259	498	21.609	106	457	141	4.388

Es konnten bei drei Abfällen, 10 04 01\*, 11 01 09\* Schlamm und 11 01 09\* Filterkuchen insgesamt vier Überschreitung der bestehenden Grenzwerte festgestellt werden. Dennoch ist schlüssig darzustellen, warum die Abfälle bisher nicht weiterbehandelt werden.

Betrachtet man die Überschreitung des Grenzwertes für Zink beim Abfall 10 04 01\*, wird deutlich, dass dieser prozessbedingt ist. Der beschriebene Abfall entsteht als Rückstand eines thermischen Prozesses, welcher auch zum Recycling genutzt wird. Es wird deutlich, dass bereits ein hoher Aufwand für ein Recycling der Metalle betrieben wurde und es ist weiterhin davon auszugehen, dass der Abfallerzeuger eine hohe intrinsische Motivation besitzt, die im Abfall enthaltenen Wertmetallfrachten zu reduzieren. Zwar wurden Ansätze zur weiteren Rückgewinnung der enthaltenen Wertmetalle entwickelt, diese werden aber bisher aufgrund wirtschaftlicher Nachteile nicht eingesetzt.

Bei den Abfällen, welche unter 11 01 09\* aufgeführt sind, wurden Überschreitungen für Chrom, Nickel und Zink festgestellt. Dass bisher keine weiteren Maßnahmen zur Metallrückgewinnung ergriffen wurden, ist auf zwei Gründe zurückzuführen. Während 11 01 09\* Schlamm nur in extrem geringer Menge anfällt und somit für ein bisher nicht existierendes Recyclingverfahren keine geeignete Menge vorhanden ist, verhindert bei 11 01 09\* Filterkuchen die Verbindungsform des Zinks sowie die ebenfalls geringe Menge des Abfalls den Einsatz eines geeigneten Recyclingprozesses.

### 8.3 Vergleich der Analysenergebnisse mit der Abbauwürdigkeit von Erzen

In der Regel werden Abfälle dann für ein Recycling interessant, wenn die enthaltenen Wertstoffe in Konzentrationen vorliegen, die mit der Konzentration der Wertstoffe in Erzen vergleichbar sind oder die Wertstoffpartikel in einer solchen Form vorliegen, dass eine Separation mit einfachsten Mittel möglich ist. Tabelle 8-11 veranschaulicht die gemessenen Wertmetallkonzentrationen in Gegenüberstellungen mit typischen Abbauwürdigkeit von Erzen, wie sie bei der Metallgewinnung aus primären Rohstoffen eingesetzt werden.

Tabelle 8-11: Gegenüberstellung der analysierten Metallgehalte mit der Abbauwürdigkeit von Erzen (Untergrenze)

	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	Sn	Zn
	Angaben in ppm						
Abbauwürdigkeit Erz (Untergrenze)	35.000	4.000	350.000	4.000	40.000	25.000	50.000
10 02 02	22.544	256	364.791	35	102	<50	236
10 04 01*	1.066	699	239.731	98	62.029	4.256	147.505
10 05 01	4.541	2.441	269.237	948	1.956	593	75.176
11 01 09* Schlamm	265.469	42	38.742	36.922	<25	<50	<50
11 01 09* Filterkuchen	11.353	87	132.257	6.315	1.646	<50	114.100
11 02 02*	80	6.761	201.990	<10	53.332	449	33.656
19 01 13*	259	498	21609	106	457	141	4.388

Es konnten bei fünf Abfällen, 10 02 02, 10 04 01\*, 11 02 02, 11 01 09\* Schlamm und 11 01 09\* Filterkuchen insgesamt sieben Überschreitungen der unteren Abbauwürdigkeit von Erzen festgestellt werden. Dennoch ist schlüssig darzustellen, warum die Abfälle bisher nicht weiterbehandelt werden.

Ähnlich zum Vergleich mit den Grenzwerten stellen sich die Ergebnisse in der Gegenüberstellung mit der Abbauwürdigkeit von Erzen dar. Analog zur Gegenüberstellung der Untersuchungsergebnisse mit den bestehenden Grenzwerten verhindern bei den Abfällen 10 04 01\* und den beiden unter 11 01 09\* geführten der schon durchgeführte Recyclingprozess sowie die geringen Mengen und das Nichtvorhandensein von passenden Prozessen eine weitere Rückgewinnung von Metallen.

Bei 11 02 02\* ist die nicht durchgeführte weitere Rückgewinnung damit zu begründen, dass der enthaltene Wertstoff in einer sehr ungünstigen Verbindungsform vorliegt, die Menge recht gering ist und eine Rückgewinnung wahrscheinlich nur durch den Einsatz weiterer tiefgreifender Prozesse möglich wäre.

Für den Abfall 10 02 02 ist die ungünstige Verbindungsform als Begründung anzuführen, dass keine weiteren Schritte unternommen werden, um eine Rückgewinnung von Wertmetallen zu erreichen.

## 8.4 Betrachtung der bisher nicht reglementierten Metalle

Im Rahmen des Projektes wurden zu den Metallgehalten der reglementierten Metalle auch die Metallgehalte weiterer Metalle (Tabelle 8-12) bestimmt, die für ein weiteres Recycling interessant sein könnten.

Tabelle 8-12: Übersicht der Metallgehalte der nicht reglementierten Metalle

	Co	Mn	Mo	Nb	Sb	Ta	V	W
	Angaben in ppm							
10 02 02	<50	42.161	81	264	<50	<50	767	1.026
10 04 01*	82	7.508	181	129	14.655	<50	135	158
10 05 01	94	28.468	376	<50	<50	<50	610	266
11 02 02*	<50	817	54	<50	747	<50	<50	<50
11 01 09* Schlamm	<50	123	4.315	<50	<50	<50	<50	<50
11 01 09* Fil- terkuchen	4.633	1.562	<50	<50	<50	<50	<50	<50
19 01 13*	66	657	<50	<50	210	<50	<50	<50

Die Ergebnisse der Bestimmung der Metallgehalte zeigen, dass de facto keine Anreicherung von weiteren Metallen in einem der Abfälle stattgefunden hat. Die einzigen Ausnahmen bilden 10 02 02 in Bezug auf Mangan, welches wahrscheinlich als Stahllegierer in die Schlacke eingetragen wurde, 10 04 01\* in Bezug auf Antimon, welches als Legierungselement von Blei eingesetzt wird und 10 05 01 ebenfalls in Bezug auf Mangan, welches wahrscheinlich über Vorstoffe in den Abfall gelangt ist.

Jedoch erscheint an dieser Stelle eine Rückgewinnung der enthaltenen weiteren Metalle nicht sinnvoll, da die Konzentrationen gering, bzw. die Verbindungsformen sehr ungünstig sind und eine Rückgewinnung folglich verfahrenstechnisch sehr aufwendig wäre. Des Weiteren sind für die stoffstromspezifische Rückgewinnung der enthaltenen Metalle kaum Verfahren bekannt oder entwickelt.

## 8.5 Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

Die im Rahmen des Projektes durchgeführten Analysen der zur Verfügung gestellten Abfälle haben ergeben, dass die gemessenen Metallgehalte deckungsgleich zu Werten der Abfallerzeuger sind. Insgesamt konnten vier Überschreitungen der Grenzwerte festgestellt werden, welche jedoch begründete Ausnahmen darstellen. Trotz der Überschreitungen der Grenzwerte scheint eine weitere Behandlung der Abfälle zur Rückgewinnung bestimmter Metalle momentan nicht sinnvoll, da entweder die für ein Recycling zur Verfügung stehenden Mengen zu gering sind oder prozessbedingt ein weiteres Recycling nicht möglich ist.

Ähnlich gestaltet sich die Gegenüberstellung der gemessenen Metallgehalte mit der unteren Abbauwürdigkeit von Erzen. Zwar konnte siebenmal eine Konzentration der Metalle festgestellt werden, welche im Bereich der jeweiligen Abbauwürdigkeit eines Erzes liegt, eine Rückgewinnung der Metalle wird jedoch analog zu den Grenzwerten entweder mengen- oder prozessbedingt verhindert.

Für die weiteren gemessenen, aber bisher nicht reglementierten Metalle konnten keine relevanten Anreicherungen und Verbindungsformen festgestellt werden, welche vorteilhaft für eine Rückgewinnung wären. Die Rückgewinnung der enthaltenen weiteren Metalle würde sich folglich verfahrenstechnisch aufwendig gestalten, bzw. müsste noch entwickelt werden, da keine passenden Verfahren zur Rückgewinnung vorhanden sind. Bestenfalls befinden sich diese in einer frühen Phase der Entwicklung.

## 8.6 Zusammenfassung der Entsorgungssituationen bei den analysierten Abfällen

Im Rahmen der Untersuchungen wurden sieben Abfälle, welche sechs unterschiedlichen AVV-Nummern zugeordnet sind, untersucht. Vier der untersuchten Abfälle fallen als Rückstände von Recyclingprozessen, einer als Rückstand der Abfallbehandlung und zwei als Produktionsrückstände an. Für alle untersuchten Abfälle bestehen integrierte Entsorgungs- bzw. Verwertungswege, welche als zuverlässig für die Zukunft angesehen werden können. Aus Sicht der Abfallerzeuger wäre eine Rückgewinnung oder eine verbesserte Rückgewinnung der enthaltenen Metalle dennoch wünschenswert.

## 9 Neue Aufbereitungsstrategien

Innerhalb der letzten Jahre führte die Diskussion um die Abhängigkeit von strategischen Metallen zu einem neuen Bewusstsein und zu einer neuen Ressourcenstrategie. Das Recycling von Metallen wird vermehrt als eigenständige Quelle der Ressource betrachtet. Dieser Prozess wird, angestoßen durch neue Forschungsergebnisse, zu vertieften Recyclingsansätzen führen:

1. Vertieftes Wissen über den Verbleib von Materialien, insbesondere der strategischen Metalle, entlang des Lebensweges und damit spezifischere Ansätze zur Erfassung von Materialien.
2. Optimierung der Erfassung der Rohstoffpotentiale. Die bisherige Konzentration auf Massenwertstoffe und die Ausrichtung der Erfassung wird auch auf Wertstoffe geringerer Konzentration erweitert.
3. Kombination verschiedener Ansätze: Sammlung, Trennung, spezifische Aufbereitung und spezifische Verwertungswege.

Ziel der Anwendung dieses neuen Werkzeugkastens ist die frühzeitige Identifizierung, Separierung und weitere Aufbereitung von Wertstoffen. Dazu gehören, wie im Folgenden gezeigt, die Entwicklung neuer Aufbereitungstechnologien sowie neue Forschungsansätze. Diese Ansätze werden exemplarisch anhand der elektrodynamischen Fragmentierung, des Bioleaching sowie neuartiger Sortierverfahren illustriert.

### 9.1 Entwicklung neuer Aufbereitungstechnologien

Während die Technologien zur Verwertung von Massenwertstoffen wie Papier, Kunststoffe, Glas, Eisen, Aluminium oder Kupfer relativ weit entwickelt sind, besteht im Bereich von Sonder- und Technologiemetallen noch erheblicher Entwicklungsbedarf. Produktionsrückstände werden zwar bereits zu großen Teilen recycelt, eine Rückgewinnung von wirtschaftsstrategischen Metallen wie Antimon, Tantal oder den sogenannten Stahlveredlern aus Konsumabfällen findet aber praktisch nicht statt. Gerade in großen Massenströmen stellen selbst geringe Gehalte bestimmter Wertstoffe erhebliche Potentiale dar. Ein gutes Beispiel gibt die Studie des bifa-Umweltinstituts zum theoretischen und nutzbaren Wertstoffpotenzial im Restabfall [Rommel 2013]. So enden nach den Analysen der Studie, hochgerechnet für die Bundesrepublik Deutschland z. B. mehr als drei Prozent der Weltjahresproduktion an Tantal allein in den grauen deutschen Hausmülltonnen. Erste Verfahren zur Rückgewinnung von Sondermetallen aus Konsumabfällen sind in der Entwicklung. Die Rückgewinnung von Wertmetallen aus Schlacken von Abfallverbrennungsanlagen, Hüttenwerken und anderen thermischen Prozessen gerade aus solchen Abfallströmen, die nicht separat erfassbar oder ausreichend sortierbar sind, bilden das Pendant bzw. die Ergänzung für eine hocheffiziente Rückgewinnung der wirtschaftsstrategischen Rohstoffe.

#### Neue Forschungsansätze

In vielen Bereichen der Produktions- und Nutzungsketten sowie dem nachgeschalteten Recycling wird intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeit betrieben, um die Wertschöpfungen zu verbessern oder überhaupt erst zu ermöglichen. Exemplarisch sind an dieser Stelle die Fördermaßnahmen  $r^{\text{hoch}}$ -Innovationen (hoch=2,3,4,+impuls) des BMBFs zu nennen. Im Rahmen dieser

Förderprogramme wird und wurde auf vielen Gebieten ein neuer Stand von Technik und Forschung entwickelt. Dies ist für Deutschland als Industrienation mit breiter Produktionsbasis und hohem Exportanteil eine unabdingbare Voraussetzung zur Sicherung der Arbeitsplätze und des Wohlstands. Die Rohstoffverfügbarkeit muss gesichert werden, da die generelle Versorgungssicherheit der deutschen Industrie mit nichtenergetischen mineralischen Rohstoffen, Metallen und insbesondere wirtschaftsstrategischen Rohstoffen gefährdet ist. Die Verknappungen und damit Kostensteigerungen betreffen vor allem metallführende Ressourcen, wie zum Beispiel die sogenannten Stahlveredler und Technologiemetalle. Jedoch ist auch die Relevanz der Massemetalle nicht zu vernachlässigen. Diese Rohstoffe sind für die Entwicklung und den Ausbau von Zukunftstechnologien unentbehrlich.

### **Integrierte Recyclingstrategien**

Folglich sollten die gewonnenen Erkenntnisse, neu entwickelte Strategien, Verfahren und Prozesse möglichst schnell umgesetzt und integriert werden, damit die Ausschleusung von Rohstoffen aus dem Wirtschaftskreislauf gebremst und bestenfalls beendet wird. Denn nur mit innovativen Effizienztechnologien ist es möglich der deutschen Wirtschaft entscheidende Wettbewerbsvorteile zu verschaffen, sowie Ressourcen intelligenter und effizienter zu nutzen. Dies bedeutet erhebliche Kosteneinsparungen, eine erhöhte Versorgungssicherheit sowie größere Umweltverträglichkeit. Nur so kann langfristig der Ressourcenverbrauch vom Wirtschaftswachstum entkoppelt werden.

Exemplarisch sollen an dieser Stelle drei Neuentwicklungen genannt werden, welche das Potential aufweisen eine Verbesserung der Versorgungslage herbeizuführen.

Dabei wird jeweils ein Beispiel für Aufschlussverfahren, Aufkonzentrationsverfahren und Verfahrensneuentwicklung zur mechanischen Aufbereitung gegeben, da nur durch die Verkettung der Technologien ein hochwertiges Recycling der behandelten Wertstoffe möglich wird.

## **9.2 Elektrodynamische Fragmentierung**

Durch die in den letzten Jahren zunehmende Ressourcenknappheit von Rohstoffen gewinnt das Recycling von Verbundwerkstoffen immer mehr an Bedeutung. Dabei wird verstärkt auf eine echte Wiederverwertung der verschiedenen Bestandteile Wert gelegt. Mit der elektrodynamischen Fragmentierung [FHG 2015] ist es möglich verschiedenste Verbundmaterialien (z. B. Altbeton, Müllverbrennungsschlacke, kohlefaserverstärkte Kunststoffe) wieder selektiv aufzutrennen und zurückzugewinnen.

Das Verfahren beruht auf dem Prinzip, dass ultrakurze ( $< 500$  nsec) Unterwasserimpulse Festkörper selektiv fragmentieren, indem die Blitzentladung bevorzugt durch den Festkörper entlang von Phasengrenzen verläuft. Ein elektrischer Durchschlag erzeugt dabei Druckwellen ( $p = 1$  GPa), wodurch das Verbundmaterial in seine Komponenten zerlegt wird. Diese Technologie wird bereits großtechnisch eingesetzt, z. B. zur Zerkleinerung von hochreinem Silizium für die Silizium-Wafer-Industrie bzw. Solarzellen-Industrie oder zum Herauslösen von Lithium-Mineralien aus der umgebenden Gesteinsmatrix. Der Vorteil des Verfahrens liegt in der staub- sowie kontaminationsfreien Zerkleinerung, da im Vergleich zu einer mechanischen Aufbereitung kein Abrieb entsteht.

## **9.3 BIOLEACHING**

Aus dem unkontrollierten Kupferleaching aus aufgeschütteten Halden hat sich in den vergangenen 20 Jahren ein biotechnologisch fundierter Biomining-Zweig entwickelt, das sogenannte

Bioleaching [Dott 2013, Wellmer 1999, Olson 2003]. Mit einer Beteiligung von bis zu 25 % ist Bioleaching ein starker wirtschaftlicher Faktor für die Kupfergewinnung in Chile, Canada und den USA geworden. Die technische Anwendung des Prozesses ist die Überführung von unlöslichen Kupfer-, Zink- und Uranerzen in wasserlösliche Metallsulfate, die nach Drainage durch Einengen und Fällung dem Prozess wieder entzogen werden. Die Weiterentwicklung des kommerziellen Bioleachingverfahrens hat in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht. Die Vorteile des Bioleachings gegenüber konventioneller Metallgewinnung sind:

- ökonomisches Laugen gering konzentrierter oder unreiner Erze,
- Laugung verläuft bei niedrigen Temperaturen und atmosphärischem Druck,
- Zugabe von teuren Chemikalien entfällt durch die biogene Produktion von Schwefelsäure,
- einfache Handhabung,
- keine Emission von CO<sub>2</sub> (wenig Energieaufwand, Mikroorganismen fixieren CO<sub>2</sub>)

Die theoretische Grundlage des Bioleachings ist die Verwertung anorganischer Elektronendonatoren, in der Hauptsache reduzierte Schwefelverbindungen bis hin zu elementarem Schwefel, die durch schwefeloxidierende Bakterien zur Energiegewinnung herangezogen werden [Silverman 1959]. Bei den Bakterien handelt es sich um Acidithiobacillus-Arten, eine Gruppe gramnegativer, aerober, chemolithotropher Bakterien, die fähig sind, unter Produktion von Schwefelsäure reduzierte schwerlösliche Metallsulfide zu oxidieren und damit die Metalle in Lösung zu bringen. Durch die biogen produzierte Schwefelsäure geht auch Phosphor in Lösung und liegt als Phosphatanion vor. Das Leaching-Potential von Acidithiobacillus beruht auf zwei Reaktionen: Der Thiosulfat Mechanismus und der Polysulfid Mechanismus [Hollender 2002]. Beide Reaktionen führen zu einer Freisetzung, d.h. in Lösung bringen, der in der Asche chemisch fixierten Schwermetalle.

## 9.4 Sortierverfahren

Ein im Rahmen der Studie [TU Clausthal 2015] untersuchtes Metall ist Tantal. Tantal ist ein selten vorkommendes, duktiles, graphitgraues, glänzendes Übergangsmetall. Ca. 60 % der weltweiten Tantalproduktion wird für die Herstellung von Hochleistungselektrolytkondensatoren verwendet, insbesondere wenn große Kapazitäten mit kleiner Bauform gefordert sind. Beispiele hierfür sind miniaturisierte Stromversorgungen sowie Schaltregler hoher Leistungsdichte wie sie unter anderem auf PC-Motherboards, in Mobiltelefonen und Laptops zu finden sind.

Trotz seines hohen Preises von ca. 400 US\$/kg (bei Reinheitsgrad: 99,8 %) ist die Recyclingrate von Tantal insgesamt gering. Recycling im nennenswerten Umfang findet derzeit nur im Bereich der Produktionsabfälle statt. Im Bereich der Konsumentenabfälle wird die Recyclingquote derzeit auf unter 1 % geschätzt. Dies ist damit zu begründen, dass die Tantalfrachten in den genannten hochintegrierten Bauteilen lokalisiert sind. Deshalb ist die Tantalkonzentration in Bezug auf die Gesamtmasse und im Verhältnis zu anderen Wertträgern, z. B. Kupfer, relativ gering. Folglich steigen die verfahrenstechnischen Herausforderungen und es wird der Fokus in der Regel auf die Hauptwertträger - wie Kupfer - gelegt.

Jedoch ist es durch intelligente Verschaltung von Demontagestufen, intensiver Vorsortierung und feinjustierter mechanischer Aufbereitungstechnologie möglich, die in den Abfällen enthaltenen Tantalfrachten zurückzugewinnen.

Es konnte eine Verfahrensrouten erarbeitet werden, welche Tantalkonzentrate über neue mechanische Aufbereitungsverfahren in Kombination mit einer thermischen Vorbehandlung erzeugt.

Mit dem Verfahren ist es gelungen aus 1,5 t Laptops ein Konzentrat mit 21 % Tantal bei einer Ausbeute von ca. 50 % zu erzeugen.

Bisher sind die einzelnen Prozessschritte allerdings noch nicht optimal aufeinander abgestimmt, wodurch es in mehreren Prozessstufen zu vermeidbaren Tantalverlusten kommt. Um die Rückgewinnung des Tantals weiter zu verbessern und letztlich am Markt zu integrieren, könnten auch die oben genannten Verfahren zum Einsatz gebracht werden. Letztlich kann aber nur eine Kombination von neuen Verfahren die Rückgewinnung des Tantals und der weiteren in der Studie beschriebenen Metalle gewährleisten.

## 9.5 Fazit

Die aufgezeigten neuen Ansätze machen deutlich, dass mit zukünftigen Verfahren auch ein Recycling von bisher nicht erschlossenen Abfall-Ressourcen ermöglicht werden könnte. Hierzu muss neben der weiteren technischen Entwicklung aber auch der Informationsfluss zwischen Abfallerzeugern und potentiellen Recyclern entwickelt werden, um einen Markt zu etablieren, in dem Angebot und Nachfrage gestärkt werden.

Aus den bisherigen Überlegungen scheinen insbesondere Abfälle aus kleineren Betrieben der Oberflächenbearbeitung für ein Recycling geeignet zu sein. Die Abfälle sind potenziell wertstoffhaltig und beinhalten mehrere Metalle. Die Anzahl der Betriebe ist vergleichsweise groß, der Anfall je Betrieb jedoch klein.

Um einem weiteren Ausschleusen von Wertmetallen aus dem Wirtschaftskreislauf entgegenzuwirken bzw. deren Wiedereinschleusung zu erleichtern oder erst zu ermöglichen, sind die in Kapitel 10 beschriebenen Maßnahmen notwendig bzw. hilfreich.

## 10 Vorschlag für die Umsetzung der Untersuchungsergebnisse in ein Regelungskonzept

Nach der Auswertung aller Informationen und Zusammenführung der bewerteten Aussagen aus den rückgesandten Fragebögen, den Ergebnissen der Untersuchungen an den zur Verfügung gestellten Abfallproben und weiteren eigenen Erfahrungen wird folgendes Vorgehen empfohlen:

1. Grenzwertregelungen:
  - a) Anpassung der Grenzwerte bei Zink, Eisen und Nickel sowie Ergänzung der geregelten Metalle um Molybdän,
  - b) Anwendung der Regelung auch für Abfälle zur Beseitigung auf Deponien,
  - c) Festlegung einer Positivliste für Abfälle, für die die Prüfung der Recyclingfähigkeit von Metallen durchzuführen ist,
2. Festlegung eines Verfahrens für Ausnahmen bei der Überschreitung der Grenzwerte zur Zulassung von:
  - a) Zwischenlager bzw. Monodeponien,
  - b) Verwertung im Bergeversatz oder auf Deponien bzw. Ablagerung auf Deponien,
3. Ergänzende Maßnahmen

### 10.1 Grenzwertregelungen

#### 10.1.1 Anpassung der Grenzwerte

Es wird empfohlen, die heute geltenden Regeln zum Vorrang der Rückgewinnung von Metallen in der Versatzverordnung (§ 3 in Verbindung mit Anlage 1), auf die sich die Deponieverordnung hinsichtlich der Abfälle zur Verwertung bezieht, für Zink, Eisen und Nickel anzupassen und um einen Wert für Molybdän zu erweitern. Daraus ergeben sich die in der folgenden Tabelle beschriebenen konkreten Änderungen in Bezug auf die Festsetzung der Metallgehalte (Tabelle 10-1).

Die Grenzwerte sind nicht als unabdingliche Verhinderung der Verbringung von Abfällen zu verstehen, bei denen einzelne dieser Werte überschritten werden. Das wäre auch nicht sinnvoll, da, wie in Kapitel 10.2 ausgeführt, neben den tatsächlichen Metallgehalten eine Reihe weiterer Faktoren darüber entscheiden, ob ein Recycling technisch möglich oder wirtschaftlich mit vertretbarem Aufwand durchführbar ist. Gehalte über den Grenzwerten weisen aber auf ein prinzipiell bestehendes Ressourcenpotential hin, bei dem eine Prüfung angesagt ist. Auf dem Abschlussworkshop zu diesem Projekt herrschte bei den Teilnehmern aus der Praxis dagegen die Meinung vor, dass es keinen Grund gäbe, die Werte abzusenken und dass hierdurch der Aufwand für die Abfallentsorgung in den Betrieben unnötig ansteigen werde.

Im Zusammenhang mit der Einführung der Positivliste und Regelung von Ausnahmen wird sich der Aufwand für Analysen und Logistik nach Ansicht der Gutachter nicht wesentlich ändern.

Tabelle 10-1: Gegenüberstellung der derzeitigen und der vorgeschlagenen Grenzwertkonzentrationen (die geänderten Werte sind fett gedruckt)

Metall	derzeitige Grenzwertkonzentration	vorgeschlagene Grenzwertkonzentration	Differenz bzw. Neuaufnahme
	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Pb	≥ 100.000	≥ 100.000	-
Cr	≥ 150.000	≥ 150.000	-
Fe	≥ 500.000	≥ <b>400.000</b>	<b>- 100.000</b>
Cu	≥ 10.000	≥ 10.000	-
Ni	≥ 25.000	≥ <b>10.000</b>	<b>- 15.000</b>
Zn	≥ 100.000	≥ <b>50.000</b>	<b>- 50.000</b>
Sn	≥ 15.000	≥ 15.000	-
Mo	-	≥ <b>10.000</b>	<b>10.000</b>

Im Folgenden wird versucht, die Auswirkungen der vorgeschlagenen Anpassung der Grenzwerte auf die, für das Recycling zumindest potenziell erschließbaren, Metallfrachten zu beschreiben. Daneben werden noch die ganz pauschalen Absenkungen der Grenzwerte um die Hälfte und um Faktor 10 betrachtet. Letztere dienen ausschließlich einer theoretischen Potenzialbeschreibung, ohne dass die Grundlagen für eine entsprechende Absenkung der Grenzwerte seitens der Gutachter gesehen wird.

Bei diesen Stoffstrombetrachtungen handelt es sich aufgrund systematischer Datenunsicherheiten um sehr grobe Abschätzungen:

- Einen konkreten Bezug zwischen den statistischen Abfallmengen und verfügbaren Analysedaten (meist aus ABANDA) gibt es nicht. Eine korrekte Verknüpfung von Mengen und Analyseergebnissen ist daher nicht möglich.
- Die statistische Datenlage basiert einzig auf Abfallschlüsseln. Die Abfälle, die unter einem Abfallschlüssel zusammengefasst werden, sind bezüglich Wertstoff- und Störstoffgehalt, Bindungsformen, physische Form und damit Recyclingfähigkeit sehr unterschiedlich.
- Die Angaben zu den Metallgehalten in Abfällen enthalten selten ausreichende Aussagen zu den Bindungsformen und Gehalten an Störstoffen.
- Die verfügbare Probenzahl ist häufig gering. Dies gilt ganz besonders in Bezug auf die bisher nicht geregelten Metalle.

Die wünschenswerte Bewertung, welcher Anteil der in der Studie aufgeführten Abfallmengen tatsächlich einem Recycling zugeführt werden könnten, ist aufgrund der Datenlage deshalb nicht möglich.

Tabelle 10-2: Potenziale an Metallfrachten für ein Recycling in Abhängigkeit der Grenzwertkonzentrationen unter Berücksichtigung der Durchschnittswerte der Datensätze aus ABANDA

	bei derzeitige-m Grenz-wert	bei vorgeschlage-nem Grenzwert	bei halbier-tem Grenz-wert	bei um Faktor 10 reduziertem Grenz-wert
	Mg/a	Mg/a	Mg/a	Mg/a
<b>Blei</b>	<b>0</b>		<b>18</b>	<b>5.105</b>
<b>Kupfer</b>	<b>10.287</b>		<b>42.523</b>	<b>48.443</b>
<b>Nickel</b>	<b>1.474</b>	<b>2.929</b>	<b>2.100</b>	<b>7.562</b>
<b>Eisen</b>	<b>80.544</b>	<b>80.544</b>	<b>80.544</b>	<b>470.942</b>
<b>Chrom</b>	<b>0</b>		<b>0</b>	<b>3.349</b>
<b>Zink</b>	<b>30.288</b>	<b>41.630</b>	<b>41.630</b>	<b>134.374</b>
<b>Zinn</b>	<b>2.940</b>		<b>2.940</b>	<b>3.038</b>
<b>Molybdän</b>		<b>140</b>	<b>253*</b>	<b>253*</b>

\* Reduktion des vorgeschlagenen Grenzwertes

Unter Berücksichtigung der genannten Einschränkungen zeigen Tabelle 10-2 und Tabelle 10-3 insbesondere bei Zink und Nickel relevante Potenziale. Werden neben den ABANDA Daten auch die Datensätze aus der Fragebogenaktion herangezogen ändert sich die Situation bei Fe. Durch die zusätzlichen Analysewerte reduzieren sich die Durchschnittswerte beim Abfall 10 02 08 von knapp über 500.000 mg/kg auf etwa 430.000 mg/kg. Damit liegt diese Konzentration zwar noch über dem vorgeschlagenen, nicht mehr aber über dem derzeit geregelten Grenzwert. Eine pauschale Halbierung der Grenzwerte zeigte nur bei Kupfer relevante Auswirkungen. Eine pauschale Reduktion der Grenzwerte auf 10 % der geregelten Grenzwerte würde bei Fe zu einer deutlichen Steigerung der potenziellen Frachten auf knapp 500.000 Mg/a führen, bei Kupfer und Nickel etwa zu einer 5-fach höheren potenziellen Metallfracht.

Somit zeigt sich, dass durch die Ausweitung der Grenzwertregelung auf Abfälle, die auf Depo-nien beseitigt werden, auf der Basis dieser Auswertungen deutlich höhere Potenziale erzielt werden können als durch eine maßvolle Reduktion der Grenzwerte.

Tabelle 10-3: Potenziale an Metallfrachten für ein Recycling in Abhängigkeit der Grenzwertkonzentrationen unter Berücksichtigung der Durchschnittswerte der Datensätze aus ABANDA und der Daten aus der Fragebogenaktion

	bei derzeitigem Grenzwert	bei vorgeschlagenem Grenzwert	bei halbiertem Grenzwert	bei um Faktor 10 reduziertem Grenzwert
	Mg/a	Mg/a	Mg/a	Mg/a
<b>Blei</b>	<b>0</b>		<b>18</b>	<b>5.069</b>
<b>Kupfer</b>	<b>9.507</b>		<b>41.377</b>	<b>47.198</b>
<b>Nickel</b>	<b>1.472</b>	<b>2.927</b>	<b>2.927</b>	<b>7.521</b>
<b>Eisen</b>	<b>639</b>	<b>67.992</b>	<b>67.992</b>	<b>476.897</b>
<b>Chrom</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3.349</b>
<b>Zink</b>	<b>29.649</b>	<b>40.938</b>	<b>40.938</b>	<b>132.616</b>
<b>Zinn</b>	<b>2.940</b>		<b>2.940</b>	<b>3.038</b>
<b>Molybdän</b>		<b>140</b>		<b>253*</b>

\* Reduktion des vorgeschlagenen Grenzwertes

Bei den untersuchten Metallen, die derzeit nicht geregelt sind, waren die höchsten Frachten bei Mangan, gefolgt von Kobalt, zu erkennen (vgl. Kapitel 7.2):

### 10.1.2 Ausweitung der Regelung auf Abfälle, die auf Deponien beseitigt werden

Die Auswertung in Kapitel 7.2 hat insgesamt einen hohen Anteil der potenziell für das Recycling verfügbaren Metallfrachten in den Abfällen zur Ablagerung auf Deponien erbracht.

Tabelle 10-4: Metallfrachten aus Abfällen zur Ablagerung auf Deponien und deren prozentualer Anteil aus den ermittelten Gesamtfrachten (Potenzial der ausgewählten Abfälle) für die bisher geregelten Metalle

	%	Mg/a
<b>Blei</b>	<b>73</b>	<b>4.300</b>
<b>Chrom</b>	<b>100</b>	<b>36.000</b>
<b>Eisen</b>	<b>73</b>	<b>343.500</b>
<b>Kupfer</b>	<b>58</b>	<b>28.300</b>
<b>Nickel</b>	<b>92</b>	<b>7.000</b>
<b>Zink</b>	<b>61</b>	<b>139.000</b>
<b>Zinn</b>	<b>98</b>	<b>900</b>

Es zeigt sich, dass die ermittelten Metallfrachten bei den geregelten Abfällen ausnahmslos zu über 50 % in Abfällen enthalten sind, die deponiert werden. Bei Chrom, Nickel und Zinn lag der Anteil bei 90 % bis 100 %. Insbesondere die Abfälle, deren Metallgehalte die heutigen Grenzwerte überschreiten, werden bevorzugt auf Deponien beseitigt.

Tabelle 10-5: Metallfrachten aus Abfällen zur Ablagerung auf Deponien und deren prozentualer Anteil aus den ermittelten Gesamtfrachten (Potenzial der ausgewählten Abfälle) für die bisher noch nicht geregelten Metalle

	%	Mg/a
<b>Antimon</b>	<b>19</b>	<b>180</b>
<b>Kobalt</b>	<b>90</b>	<b>4.500</b>
<b>Mangan</b>	<b>78</b>	<b>34.900</b>
<b>Molybdän</b>	<b>93</b>	<b>230</b>
<b>Vanadium</b>	<b>93</b>	<b>2.300</b>
<b>Wolfram</b>	<b>100</b>	<b>1.300</b>

Bei den nicht geregelten Abfällen muss beachtet werden, dass die Anzahl der untersuchten Proben zum Teil keine belastbaren Aussagen zulassen. Es deutet sich jedoch ein ähnlich hoher Anteil der deponierten Metallfrachten an.

Deshalb wird empfohlen, die Grenzwertregelung auch auf die Abfälle zur Deponierung auszuweiten.

Beim Abschlussworkshop wurde seitens der Vertreter der Länder vor der Ausweitung gewarnt, da die Abwicklung der Verfahren zur Deponierung stark verzögern könnte und dadurch im Einzelfall Abfallchargen nicht rechtzeitig einer Entsorgung angeliefert werden könnten.

Die Vertreter der Bergversatzbergwerke wiesen darauf hin, dass die nicht Regelung bei Abfällen zur Beseitigung eine Wettbewerbsverzerrung darstellt, mit der die Beseitigung gegenüber der Verwertung begünstigt wird.

Prinzipiell wäre auch eine Ausweitung der Regelung auf weitere Abfallbehandlungsanlagen wie CPB, Stabilisierung und mechanische Behandlung sinnvoll, soweit diese nicht ohnehin das Recycling zum Ziel haben. Es war nicht Aufgabe dieser Studie dies zu prüfen. Es ergaben sich aber Hinweise, dass eine gezielte Prüfung dieses Sachverhalts empfehlenswert ist.

### 10.1.3 Festlegung einer Positivliste

Um den Analysenaufwand zu begrenzen, sollte die Prüfpflicht auf die Abfälle beschränkt werden, die potenziell hohe Metallgehalte aufweisen. Beispielsweise könnten gemäß dieser Studie hierfür Positivlisten erarbeitet und in regelmäßigen Abständen überarbeitet werden. Dabei sind auch die Abfälle zu berücksichtigen, die heute schon recycelt werden und deshalb derzeit nicht in den Statistiken zu Verwertung im Bergversatz und in Deponien bzw. zur Beseitigung in Deponien auftauchen.

Die Erstellung einer Positivliste hat außerdem den Vorteil, dass bestimmte Abfälle trotz hoher Potenziale gezielt ausgenommen bzw. direkt mit einer Ausnahmeregel versehen werden könnten. Dies sind beispielsweise Abfälle, die bereits einen gezielten Recyclingprozess zur Rückgewinnung von Metallen durchlaufen haben oder ggf. solche, die auf Monodeponien, rückholbar abgelagert werden sollen, weil für sie in absehbarer Zeit zu erwarten ist, dass sich die technischen und oder wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ändern werden.

## 10.2 Regelung von Ausnahmen

Da die Metallgehalte alleine nicht ausreichend sind, um zu klären, ob ein Recycling technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist, ist absehbar, dass auch zukünftig Abfälle im Bergversatz oder auf Deponien zu verwerten oder zu beseitigen sind, welche die genannten Grenzwertkonzentrationen für Metalle überschreiten.

Dem Abfallerzeuger muss deshalb die Möglichkeit gegeben werden, bei Überschreitung der Metallgehalte zu begründen, warum der Abfall trotzdem nicht für das Metallrecycling geeignet ist.

Es erscheint an dieser Stelle deshalb sinnvoll, die Fragen zur Regelung der Ausnahmen in einer eigenen Vorschrift festzuhalten, als Hilfe für den Abfallerzeuger bei der Begründung der Ausnahme und für die Vollzugsbehörde zu deren Prüfung.

Die Ausnahmeregelung sollte in einer Art Katalog abfallartenspezifisch und unter Berücksichtigung weiterer Bedingungen, insbesondere bezogen auf

- Massenanteil des Abfallstroms, Gehalte und Inhalte der potenziellen Wert- bzw. Schadstoffe,
- Bedeutung des Ressourcenpotenzials, bestimmt durch Inhalt (Masse) im Abfallstrom zur Rohstoffproduktion (global/ggfs. regional wenn entsprechende Grundstoffbetriebe vorhanden) und Konzentration (Vergleich zu Gehalten in Primärrohstoffen oder bereits verwerteten Abfallströmen ähnlicher Art),
- Bindungsarten der Wertstoffe/Schadstoffe im Abfall und Eluationspotenzial,
- Verhältnis zwischen Wertstoffen und enthaltenen Begleitelementen, die eine wirtschaftliche stoffliche Verwertung erschweren,

- physische Form des Abfalls (trocken, pastös, kompakt, staubförmig etc.) und resultierende Anforderungen/Aufwendungen für die Behandlung einschließlich Wassergehalt (besonders bei Schlämmen und Filterkuchen),
- aktuelle Wertstoffnotierungen der Zielmetalle, längerfristige Preisentwicklungen, Wechselkurse (bei weltweitem Bezug) und strategische Knappheitskriterien (Zuordnung zu wirtschaftsstrategischen Rohstoffen),
- Berücksichtigung der vorlaufenden Prozesstiefe und des Reifegrades der entsprechenden Prozesse (einfache Verfahren oder BAT etc.)

erfolgen.

Aufgrund der Komplexität der Materie und sich ändernder Rahmenbedingungen wäre eine Regelung im Sinne einer Technischen Anleitung oder eines LAGA-Merkblattes, welches eine regelmäßige Überarbeitung erlaubt, ohne durch neue Gesetzgebungsverfahren gehen zu müssen ggfs. zielführender, als eine umfassende Ergänzung in der Deponie- oder Versatzverordnung. Die Beurteilung müsste im Einzelfall durch Vollzugsbehörden erfolgen, könnte sich aber auf eine einheitliche Bewertungsmatrix stützen.

Es sollte dabei ein systematischer Abgleich der vielfältigen Rahmenbedingungen ermöglicht werden.

Wichtig erscheint dabei eine Differenzierung in

- Abfälle, die im Normalfall einer weiteren Verwertung zuzuführen sind,
- Abfälle, die rückholbar auf einer Monodeponie ab- bzw. zwischengelagert werden sollen, die voraussichtlich später verwertet werden können, für die heute jedoch eine Verwertung technisch noch nicht möglich oder wirtschaftlich nicht zumutbar ist<sup>17</sup> sowie
- Abfälle, die abschließend aus dem Wirtschaftskreislauf auszuschleusen sind (Funktion der Schadstoffsenske).

Für entsprechende Regelungen sollten die Entwicklungen der geplanten Zero-Waste-Richtlinie der EU beachten und ggfs. durch geeignete Beiträge beeinflusst werden.

### 10.3 Ergänzende Maßnahmen zur Steigerung des Recyclings

Einen hilfreichen Ansatz kann eine Differenzierung der betroffenen Abfälle nach ihrer Herkunft bieten.

Rückstände, die bei effizienten Produktions- und Recyclingprozessen entstehen, werden in der Regel nach dem Stand der Technik behandelt und die Unternehmen besitzen dabei eine hohe eigene Motivation, die enthaltenen Wertstoffe maximal zurückzugewinnen und die Rückgewinnungsprozesse stetig zu verbessern. Zudem werden in den genutzten Prozessen oftmals Materialien eingesetzt, welche schon viele vorgeschaltete Behandlungsprozesse mit dem Ziel einer Metallrückgewinnung durchlaufen haben. Sind diese Prozesse als BAT oder BAT-nah im Hinblick auf Rückgewinnung bzw. Abreicherung der Zielmetalle einzustufen, sind kurzfristig wirkende weitergehende Anforderungen nicht erforderlich.

---

<sup>17</sup> Im Abschlussworkshop wurde auf rechtliche Probleme einer Vorgabe zur Monodeponie bzw. Zwischenlagerung hingewiesen, für den Fall, dass die Alternative eine Verwertung, z.B. im Bergversatz wäre. Demzufolge wären zur Umsetzung dieses Vorschlags neben der genaueren Festlegung der betroffenen Abfälle ggf. auch noch die Schaffung notwendiger Voraussetzungen aus juristischer Sicht erforderlich.

Anders kann sich die Situation bei Produktionsrückständen und Teilströmen einer Abfallbehandlung gestalten, bei der die Zielmetalle nicht im Fokus der Behandlungsprozesse standen. Für Erzeuger solcher Abfälle ist die Entsorgungssicherheit für die entstehenden Abfälle von besonderer Relevanz und die Rückgewinnung der Metalle aus dem erzeugten Abfall meistens gar nicht Teil des eigentlichen Geschäftsfeldes. Oft sind zudem die Mengen der entstehenden Abfälle gering und es besteht daher nur eine eingeschränkte Möglichkeit, solche „Kleinstmengen“ in geeignete weiterführende Recyclingprozesse einzuschleusen. Im Gegensatz zu den Rückständen aus den effizienten Produktions- und Recyclingprozessen, bei denen eine Rückgewinnung eher durch verfahrenstechnische Hürden begrenzt wird, zeigt sich an dieser Stelle häufiger eine Organisations-, Informations- und Kommunikationslücke zwischen Abfallerzeuger und geeigneten Verwertern.

Zur Verbesserung der Organisations-, Informations- und Kommunikationssituation wäre die Schaffung einer zentralen Datenbank mit Annahmekriterien (Mindestmengen und -gehalte, Bindungsformen, physischen Abfalleigenschaften etc.) von Recyclern sinnvoll, damit bei einer Überschreitung von Grenzwerten ein erster Abgleich von Wertstoffgehalten im Abfall und Annahmekriterien für den Abfallerzeuger ermöglicht und die Anzahl von Ausnahmeregelungen reduziert wird. Dies müsste ggfs. über die derzeit bereits vorhandenen zugänglichen Informationen aus Abfallbörsen und -datenbanken hinausgehen. Es sollte geprüft werden, ob hierfür ein geschützter Datenraum geschaffen werden kann, mit der grundsätzlichen Frage, wer hierauf Zugriff haben soll. Dies ist im Bereich der Vollzugsbehörden zu diskutieren.

Um dort, wo technische Lösungen noch fehlen, eine Verbesserung der verfahrenstechnischen Problematik zu erreichen, sollten Anreize geschaffen werden die Recyclingprozesse weiter zu verbessern und teilweise existierende vorentwickelte Verfahren zur Verbesserung der Metallrückgewinnung, welche bisher aufgrund wirtschaftlicher Zwänge nicht realisiert wurden, zu integrieren. Grundsätzlich bieten sich hier unterstützende Informationen zu relevanten Fragestellungen in Richtung der beteiligten Organisationen und Firmen an, die durch öffentliche Fördermittel, Forschungsprojekte und innovative Pilotanlagen gefördert werden.

Bis zur Entwicklung und Integration von verbesserten Prozessen, sollte bei einer Überschreitung der Grenzwerte und Entscheidung, das Rohstoffpotenzial für die Zukunft zugänglich zu halten, eine getrennte und rückholbare Lagerung auf Deponien erfolgen, die ein Einbringen der Abfälle von heute als Rohstoffe von morgen in die modernen Prozesse möglich macht. Eine Monodeponierung, wie sie dazu heute in vielen Fällen schon angewendet wird, bietet sich an dieser Stelle als sinnvoll und erprobt an.

## 11 Ausblick

Weitere Potenziale zur Steigerung der Recyclingmengen aus den genannten Abfällen können durch Prüfungen der Prozesse selbst und durch eine gezielte Getrennthaltung von Abfällen erreicht werden. Insofern wäre es wünschenswert die Bemühungen aus den 1990er Jahren zu Abfallvermeidung und -recycling im Rahmen der Umsetzung von § 5.1.3 BImSchG wieder aufzugreifen, zu vertiefen und mit den Laufenden Programmen zur Ressourcenschonung zu verbinden.

Viele der betrachteten Abfälle stammen aus Abfallbehandlungsanlagen, in denen verschiedene Abfälle entgiftet und/oder für die weitere sichere Entsorgung, z. B. den Versatz oder die Depositionierung, vorbereitet wurden. Dabei erfolgt eine Vermischung unterschiedlicher Abfälle, die während dieser Behandlung aus mehr und weniger metallhaltigen Abfällen gemischt wurden und z. T. auch nach dieser Vermischung noch erhebliche Metallgehalte aufweisen. Dazu gehören

- 19 02: Abfälle aus der CPB, über 700.000 Mg/a mit insgesamt über 60.000 Mg Metallen
- 19 03: Stabilisierte und verfestigte Abfälle, 1,3 Mio. Mg/a mit insgesamt über 18.000 Mg Metallen
- 19 12: Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen, knapp 600.000 Mg/a mit insgesamt über 14.000 Mg Metallen

Deshalb wird eine Ausweitung der Regelung zum Vorrang der Rückgewinnung von Metallen insbesondere auf den Input in CPB- und ähnlichen Abfallbehandlungsanlagen empfohlen.

## 12 Quellenverzeichnis

- Angerer et al. 2009: Rohstoffe für Zukunftstechnologien, Einfluss des branchenspezifischen Rohstoffbedarfs in rohstoffintensiven Zukunftstechnologien auf die zukünftige Rohstoffnachfrage, Dr. Gerhard Angerer, Dr. Frank Marscheider-Weidemann, Arne Lüllmann, Lorenz Erdmann, Dr. Michael Scharp, Volker Handke, Max Marwedel; 15.05.2009: ISBN 978-3-8396-0014-6
- Babies et al. 2010: Deutschland Rohstoffsituation 2010, Hans-Georg Babies, Peter Buchholz, Doris Homberg-Heumann, Dieter Huy, Jürgen Messner, Wolfgang Neumann, Simone Röhling, Michael Schauer, Sandro Schmidt, Martin Schmitz, Hildegard Wilken; Dezember 2011: ISBN: 978-3-943566-00-0
- Babies et al. 2010: Deutschland Rohstoffsituation 2011, Hans-Georg Babies, Peter Buchholz, Doris Homberg-Heumann, Dieter Huy, Jolanta Kus, Jürgen Meßner, Wolfgang Neumann, Simone Röhling, Michael Schauer, Martin Schmitz, Hildegard Wilken; Dezember 2012; ISBN: 978-3-943566-03-1
- W.Dott; M. Dossin, B. Lewandowski, P. Schacht 2013; Bioleaching von Schwermetallen aus Aschen und Schlacken mit gleichzeitiger Rückgewinnung aus Phosphat, [http://www.vivis.de/phocadownload/2013\\_ass/2013\\_ass\\_555\\_564\\_lewandowski.pdf](http://www.vivis.de/phocadownload/2013_ass/2013_ass_555_564_lewandowski.pdf)
- Erdmann et al. 2011: Kritische Rohstoffe für Deutschland „Identifikation aus Sicht deutscher Unternehmen wirtschaftlich bedeutsamer mineralischer Rohstoffe, deren Versorgungslage sich mittel- bis langfristig als kritisch erweisen könnte“ Im Auftrag der KfW Bankengruppe Lorenz Erdmann Siegfried Behrendt Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT), Berlin Moira Feil adelphi, Berlin, September 2011
- EU 2006: Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates v. 14.06.2006 über die Verbringung von Abfällen, ABl. L 190/1 v. 12.07.2006
- EU 2013: Critical raw materials for the EU, The ad-hoc Working Group is a sub-group of the Raw Materials Supply Group and is chaired by the European Commission, 30.06.2010:
- EUWID 2011: KRS-Plus-Anlagen von Aurubis offiziell in Betrieb genommen, EUWID Recycling und Entsorgung, Ausgabe 28/2011 VOM 12.07.2011
- Fhg 2015: Fhg aktuelle Projekte; [http://www.ibp.fraunhofer.de/content/dam/ibp/de/documents/Informationsmaterial/Abteilungen/BBH/Produktblaetter/IBP\\_087\\_PB\\_Bauchemie\\_Fragmentierung\\_03\\_web\\_de.pdf](http://www.ibp.fraunhofer.de/content/dam/ibp/de/documents/Informationsmaterial/Abteilungen/BBH/Produktblaetter/IBP_087_PB_Bauchemie_Fragmentierung_03_web_de.pdf)
- Graedel 2011: Recycling Rates of Metals - A Status Report, Graedel, T. E.: United Nations Environmental Programme, Paris 2011.
- Hollender, J.; Dreyer, U.; Kronberger, L.; Kämpfer, P.; Dott, W. 2002: Applied Microbiology and Biotechnology 58: 106-111, 2002
- IFEU 2007: „Ableitung von Kriterien zur Beurteilung einer hochwertigen Verwertung gefährlicher Abfälle“, UFOPLAN-Projekt, Heidelberg, Dessau
- IP@ 2014: Informationsportal Abfallbewertung (IP@), <http://www.abfallbewertung.org/report-gen.php?report=ipa>, Abfrage 2014
- Nordrhein-Westfalen 2013: ABANDA – Die Abfallanalysendatenbank des Landes Nordrhein-Westfalen.

[https://www.abfall-nrw.de/abanda/script/luas\\_db\\_portal.php?application=abanda&run-mode=aida&initform=MK\\_Auswertemenue](https://www.abfall-nrw.de/abanda/script/luas_db_portal.php?application=abanda&run-mode=aida&initform=MK_Auswertemenue). Aufgerufen am 16.10.2013 (geregelt Metalle) und am 29.10.2013 (weitere Metalle).

- Öko-Institut 2007: „Methodenentwicklung für die ökologische Bewertung der Entsorgung gefährlicher Abfälle unter und über Tage und Anwendung auf ausgewählte Abfälle“, BMBF Forschungsvorhaben; Darmstadt
- Olson, G. J.; Brierley J. A.; Brierley, C. L. 2003: Bioleaching review part B. Applied Microbiology and Biotechnology 63: 249-257, 2003
- Ortner 2014: Ortner, Dorothee (Johnson Controls), E-Mail v. 09.09.2014
- Rommel, W. et al. 2011: Theoretisches und nutzbares Wertstoffpotenzial im Restabfall. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Goldmann, D. (Hrsg.): Recycling und Rohstoffe, Band 4. Neuruppin. TK-Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 113-126
- Schlumberger, S. Bühler, J. 2013: Metallrückgewinnung aus Filterstäuben der thermischen Abfallbehandlung nach dem FLUREC-Verfahren, Berliner Schlackenkonferenz, Berlin, 23.-24.09.2013, Veröffentlicht in: Aschen, Schlacken, Stäube aus Abfallverbrennung und Metallurgie, Hrsg. K.-J. Thome-Kozmiensky, TK-Verlag, S. 353-361
- Schmidt 2013: Rohstoffrisikobewertung – Antimon, Michael Schmidt; September 2013: ISBN: 978-3-943566-09-3
- Silverman, M.; Lundgren, D. 1959: Journal of Bacteriology 77: 642-647, 1959
- Statistisches Bundesamt 2012: Umwelt – Abfallentsorgung 2010, Fachserie 19 Reihe 1, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt 2013: Umwelt – Abfallentsorgung 2011, Fachserie 19 Reihe 1, Wiesbaden.
- TU Clausthal 2015: aktuelle Projekte aus dem Lehrstuhl für Rohstoffaufbereitung und -recycling, <http://www.ifa.tu-clausthal.de/lehrstuehle/lehrstuhl-fuer-rohstoffaufbereitung-und-recycling/forschung/aktuelle-projekte/tarec/>
- UBA 2012: Umweltbundesamt: Merkblatt über die Besten Verfügbare Techniken in der Eisen- und Stahlerzeugung nach der Industrie-Emissionen-Richtlinie 2010/75/EU März, Dessau
- VDEL 1989: Verein Deutscher Eisenhüttenleute: Stahlfibel; Verlag Stahleisen, Düsseldorf
- Wellmer, F. W.; Becker-Platten, J. D. 1999: Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1999
- Wiberg/Holleman 2007: Lehrbuch der Anorganischen Chemie, Wiberg, Nils, Wiberg, Egon und Holleman, Arnold Fr., 102. Auflage. Berlin : Walter de Gruyter, 2007. ISBN: 978-3110177701.

## **13 Anhang 1: Statistische Daten zu den in Frage kommenden Abfällen**

Tabelle 1.1: Auf Deponien verbrachte, im Deponiebau verwendete und in Bergwerken versetzte Abfallarten und ihre Massen in den Jahren 2011 und 2010 (Statistisches Bundesamt 2013) (Statistisches Bundesamt 2012)

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Versatz [Mg]		Ablagerung Deponie [Mg]		Deponiebau [Mg]	
		2011	2010	2011	2010	2011	2010
<b>1</b>	<b>Abfälle, die beim Aufsuchen, Ausbeuten und Gewinnen sowie bei der physikalischen und chemischen Behandlung von Bodenschätzen entstehen</b>						
<b>01 03</b>	<b>Abfälle aus der physikalischen und chemischen Verarbeitung von metallhaltigen Bodenschätzen</b>						
01 03 06	Aufbereitungsrückstände mit Ausnahme derjenigen, die unter 01 03 04 und 01 03 05 fallen				2.400		
01 03 07* 01 03 09	Rotschlamm aus der Aluminiumoxidherstellung						
<b>01 04</b>	<b>Abfälle aus der physikalischen und chemischen Verarbeitung von nichtmetallhaltigen Bodenschätzen</b>						
01 04 09	Abfälle von Sand und Ton			5.500	200		
01 04 10	staubende und pulverige Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 01 04 07 fallen			15.900	20.500		
01 04 11	Abfälle aus der Verarbeitung von Kali- und Steinsalz mit Ausnahme derjenigen, die unter 01 04 07 fallen	55.100	51.800	3.700	4.700		
<b>6</b>	<b>Abfälle aus anorganisch-chemischen Prozessen</b>						
<b>06 03</b>	<b>Abfälle aus HZVA von Salzen, Salzlösungen und Metalloxiden</b>						
06 03 13*	feste Salze und Lösungen, die Schwermetalle enthalten		500	1.300	1.400		
06 03 14	feste Salze und Lösungen mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 11 und 06 03 13 fallen	62.000	60.700	54.900	48.600		
06 03 15*	Metalloxide, die Schwermetalle enthalten			2.600	5.900		
06 03 16	Metalloxide, mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 15* fallen			31.500	53.400		
<b>06 04</b>	<b>Metallhaltige Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 fallen</b>						
06 04 03*	Arsenhaltige Abfälle			700	600		
06 04 04*	Quecksilberhaltige Abfälle			1.700	700		
06 04 05*	Abfälle, die andere Schwermetalle enthalten			26.600	25.000		

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	Versatz [Mg]		Ablagerung Deponie [Mg]		Deponiebau [Mg]	
		2011	2010	2011	2010	2011	2010
<b>06 05</b>	<b>Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung</b>						
06 05 02*	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten			28.000	30.200		
06 05 03	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 05 02 fallen			67.400	57.500		
<b>10</b>	<b>Abfälle aus thermischen Prozessen</b>						
<b>10 01</b>	<b>Abfälle aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsprozessen (außer 19)</b>						
10 01 01	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub mit Ausnahme von Kesselstaub der unter 10 01 04 (Ölfeuerung) fällt	16.200	61.500	4.367.000	3.795.600	112.300	152.400
10 01 02	Filterstäube aus Kohlefeuerung	73.200	42.300	231.200	220.400		
10 01 03	Filterstäube aus Torffeuerung und Feuerung mit (unbehandeltem) Holz			9.400	4.700		2.000
10 01 05	Reaktionsabfälle auf Calciumbasis aus der Rauchgasentschwefelung in fester Form	30.200	30.300	278.800	202.500		
10 01 07	Reaktionsabfälle auf Calciumbasis aus der Rauchgasentschwefelung in Form von Schlämmen			15.800	9.500		
10 01 14*	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub aus der Abfallmitverbrennung, die gefährliche Stoffe enthalten	5.900	5.800	29.000	30.500		
10 01 15	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub aus der Abfallmitverbrennung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 14 fallen		19.100	90.000	60.300	35.500	59.500
10 01 16*	Filterstäube aus der Abfallmitverbrennung, die gefährliche Stoffe enthalten	15.400	14.200		2.600		
10 01 17	Filterstäube aus der Abfallmitverbrennung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 16 fallen	25.300		191.300	175.800	28.400	
10 01 18*	Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	6.500	5.700	3.500	2.600		
10 01 19	Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 05, 10 01 07 und 10 01 18 fallen			3.800	7.900		
10 01 21	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 20 fallen			2.300			

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	Versatz [Mg]		Ablagerung Deponie [Mg]		Deponiebau [Mg]	
		2011	2010	2011	2010	2011	2010
<b>10 02</b>	<b>Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie</b>						
10 02 01	Abfälle aus der Verarbeitung von Schlacke			607.000	406.900	105.300	56.400
10 02 02	unbearbeitete Schlacke			615.800	574.500	226.600	248.200
10 02 07*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	5.700		14.500	12.100		
10 02 08	Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 07 fallen			157.400	140.400		
10 02 10	Walzzunder			4.100	2.500		
10 02 13*	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten			130.200	81.900		
10 02 14	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 13 fallen			129.600	124.600		
10 02 15	Andere Schlämme und Filterkuchen			15.200	12.900		
<b>10 03</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Aluminium-Metallurgie</b>						
10 03 20	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 03 19 fällt			1.100			
10 03 23*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten			12.500	5.400		
10 03 24*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 03 23 fallen			1.400	1.100		
<b>10 04</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Bleimetallurgie</b>						
10 04 01*	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)			48.400	64.900		
<b>10 05</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Zinkmetallurgie</b>						
10 05 01	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)			11.000		90.200	117.300
<b>10 06</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Kupfermetallurgie</b>						
10 06 01	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)			700			
10 06 06*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung			2.600	2.400		
<b>10 08</b>	<b>Abfälle aus sonstiger thermischer Nichteisenmetallurgie</b>						
10 08 04	Teilchen und Staub			1.200	1.300		
10 08 09	andere Schlacken			1.300			

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	Versatz [Mg]		Ablagerung Deponie [Mg]		Deponiebau [Mg]	
		2011	2010	2011	2010	2011	2010
10 08 15*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält			500	200		
<b>10 09</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Eisen und Stahl</b>						
10 09 03	Ofenschlacke			64.300	56.000	36.600	22.000
10 09 06	Gießformen und -sande vor dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 09 05 fallen			91.300	85.700	5.500	4.500
10 09 08	Gießformen und -sande nach dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 09 07 fallen	57.300	77.300	550.900	429.200	382.200	367.800
10 09 09*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält			1.100	700		
10 09 10	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09 fällt			25.100	19.500	6.100	300
<b>10 10</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Nichteisenmetallen</b>						
10 10 03	Ofenschlacke				28.100		
10 10 06	Gießformen und -sande vor dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 10 05 fallen			300	4.000	5.100	4.600
10 10 07*	Gefährliche Stoffe enthaltende Gießformen und -sande nach dem Gießen			1.900	2.000		
10 10 08	Gießformen und -sande nach dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 10 07 fallen			64.200	41.600	19.000	13.500
10 10 10	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 10 09 fällt			900			
<b>10 11</b>	<b>Abfälle aus der Herstellung von Glas und Glaserzeugnissen</b>						
10 11 05	Teilchen und Staub			100	400		
10 11 09*	Gemengeabfall mit gefährlichen Stoffen vor dem Schmelzen			500	300		
10 11 10	Gemengeabfall vor dem Schmelzen mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 11 09 fällt			2.300	600	1.300	
10 11 11*	Glasabfall in kleinen Teilchen und Glasstaub, die Schwermetalle enthalten (z. B. Elektronenstrahlröhren)			2.400	500		
10 11 12	Glasabfall mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 11 11* fällt			11.600	6.000	29.900	25.800
10 11 15*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	2.000	1.800	600	800		
10 11 19*	Feste Abfälle aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten			100			

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	Versatz [Mg]		Ablagerung Deponie [Mg]		Deponiebau [Mg]	
		2011	2010	2011	2010	2011	2010
<b>10 12</b>	<b>Abfälle aus der Herstellung von Keramikerzeugnissen und keramischen Baustoffen wie Ziegeln, Fliesen, Steinzeug</b>						
10 12 01	Rohmischungen vor dem Brennen			6.800	4.800		
10 12 03	Teilchen und Staub			3.700	4.000		
10 12 06	verworfenen Formen			1.800	2.100	2.700	2.400
10 12 08	Abfälle aus Keramikerzeugnissen, Ziegeln, Fliesen und Steinzeug (nach dem Brennen)			14.500	12.000	5.000	1.900
10 12 09*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten			600	1.600		
10 12 10	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 12 09 fallen			1.700	1.700		
10 12 11*	Glasurabfälle, die Schwermetalle enthalten			200			
<b>10 13</b>	<b>Abfälle aus der Herstellung von Zement, Branntkalk, Gips und Erzeugnissen aus diesen</b>						
10 13 06	Teilchen und Staub (außer 10 13 12 und 10 13 13)			15.100	3.600		
10 13 11	Abfälle aus der Herstellung anderer Verbundstoffe auf Zementbasis mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 13 09 und 10 13 10 fallen			8.400	10.700		
10 13 12*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten		400				
10 13 13	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 13 12 fallen				100		
10 13 14	Betonabfälle und Betonschlämme			6.200	8.200		
<b>11</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen; Nichteisen-Hydrometallurgie</b>						
<b>11 01</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen (z. B. Galvanik, Verzinkung, Beizen, Ätzen, Phosphatieren, alkalisches Entfetten und Anodisieren)</b>						
11 01 08*	Phosphatierschlämme			800	700		
11 01 09*	Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten			20.200	19.100		
11 01 10	Schlämme und Filterkuchen mit Ausnahme derjenigen, die unter 11 01 09 fallen			15.400	15.000		
<b>11 02</b>	<b>Abfälle aus Prozessen der Nichteisen-Hydrometallurgie</b>						
11 02 02*	Schlämme aus der Zink-Hydrometallurgie (einschließlich Jarosit, Goethit)			86.700	74.300		

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	Versatz [Mg]		Ablagerung Deponie [Mg]		Deponiebau [Mg]	
		2011	2010	2011	2010	2011	2010
<b>12</b>	<b>Abfälle aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen</b>						
<b>12 01</b>	<b>Abfälle aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen</b>						
12 01 02	Eisenstaub und -teile			12.200	13.900		
12 01 04	NE-Metallstaub und -teilchen			500			
12 01 13	Schweißabfälle			200	200		
12 01 14*	Bearbeitungsschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten			1.900	1.700		
12 01 15	Bearbeitungsschlämme mit Ausnahme derjenigen, die unter 12 01 14 fallen			800	400		
12 01 16*	Strahlmittelabfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	2.200	2.000	14.300	11.200	100	4.000
12 01 17	Strahlmittelabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 12 01 16 fallen			62.600	55.200	6.700	6.000
12 01 21	Gebrauchte Hon- und Schleifmittel mit Ausnahme derjenigen, die unter 12 01 20* fallen			1.500	1.000		
<b>13</b>	<b>Ölabfälle und Abfälle aus flüssigen Brennstoffen (außer Speiseöle und Ölabfälle, die unter 05, 12 und 19 fallen)</b>						
<b>13 05</b>	<b>Inhalte von Öl-/Wasserabscheidern</b>						
13 05 01	Feste Abfälle aus Sandfanganlagen und Öl-/ Wasserabscheidern			17.600	34.300		
<b>16</b>	<b>Abfälle, die nicht anderswo im Verzeichnis aufgeführt sind</b>						
<b>16 08</b>	<b>Gebrauchte Katalysatoren</b>						
16 08 02*	gebrauchte Katalysatoren, die gefährliche Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten			400	100		
16 08 03	gebrauchte Katalysatoren, die Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten, a. n. g.			700	1.100		
16 08 04	gebrauchte Katalysatoren von Crackprozessen (außer 16 08 07)				100		
16 08 07*	gebrauchte Katalysatoren, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind			400	200		

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	Versatz [Mg]		Ablagerung Deponie [Mg]		Deponiebau [Mg]	
		2011	2010	2011	2010	2011	2010
<b>16 11</b>	<b>Gebrauchte Auskleidungen und feuerfeste Materialien</b>						
16 11 01*	Auskleidungen und feuerfeste Materialien auf Kohlenstoffbasis aus metallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten			100	100		
16 11 02	Auskleidungen und feuerfeste Materialien auf Kohlenstoffbasis aus metallurgischen Prozessen mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 11 01 fallen			600	400		
16 11 03*	andere Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus metallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten			2.100	3.300		
16 11 04	Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus metallurgischen Prozessen mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 11 03 fallen			259.900	225.200	10.700	8.000
16 11 05*	Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus nichtmetallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten	2.600	6.200	13.900	6.500		
16 11 06	Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus nichtmetallurgischen Prozessen mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 11 05 fallen			10.000	18.200	10.200	5.000
<b>17</b>	<b>Bau- und Abbruchabfälle (einschließlich Aushub von verunreinigten Standorten)</b>						
<b>17 01</b>	<b>Beton, Ziegel, Fliesen und Keramik</b>						
17 01 01	Beton			184.700	206.800	98.100	199.100
17 01 02	Ziegel			45.400	112.100	131.400	209.300
17 01 03	Fliesen, Ziegel, Keramik			31.800	43.800	41.600	48.700
17 01 06*	Gemische aus oder getrennte Fraktionen von Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik, die gefährliche Stoffe enthalten		300	308.500	190.800	47.400	33.300
17 01 07	Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 01 06 fallen			2.751.100	2.104.500	1.642.800	1.455.800
<b>17 02</b>	<b>Holz, Glas Kunststoff</b>						
17 02 02	Glas			13.000	13.500	1.200	500
17 02 04*	Glas, Kunststoff und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind			300	300		

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	Versatz [Mg]		Ablagerung Deponie [Mg]		Deponiebau [Mg]	
		2011	2010	2011	2010	2011	2010
<b>17 03</b>	<b>Bitumengemische, Kohlenteer und teerhaltige Produkte</b>						
17 03 01*	Kohlenteerhaltige Bitumengemische			702.900	607.000	502.000	338.100
17 03 02	Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen			180.000	189.700	158.800	110.800
17 03 03*	Kohlenteer und teerhaltige Produkte			2.500	1.200		
<b>17 04</b>	<b>Metalle (einschließlich Legierungen)</b>						
17 04 09*	Metallabfälle, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind			700	300		
<b>17 05</b>	<b>Boden (einschließlich Aushub von verunreinigten Standorten), Steine und Baggergut</b>						
17 05 03*	Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten		3.600	777.700	791.300	184.900	140.700
17 05 04	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen			13.009.900	12.934.700	6.768.500	6.160.700
17 05 05*	Baggergut, das gefährliche Stoffe enthält			30.900	19.600		
17 05 06	Baggergut mit Ausnahme desjenigen, das unter 17 05 05 fällt			284.700	257.700	473.900	470.000
17 05 07*	Gleisschotter, der gefährliche Stoffe enthält			20.000	14.900	24.900	14.000
17 05 08	Gleisschotter mit Ausnahme desjenigen, der unter 17 05 07 fällt			60.400	107.400	154.500	153.300
<b>17 08</b>	<b>Baustoffe auf Gipsbasis</b>						
17 08 01*	Baustoffe auf Gipsbasis, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind			200	500		
17 08 02	Baustoffe auf Gipsbasis mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 08 01 fallen			200.300	152.200	14.500	11.000
<b>17 09</b>	<b>Sonstige Bau- und Abbruchabfälle</b>						
17 09 03*	Sonstige Bau- und Abbruchabfälle (einschließlich gemischte Abfälle), die gefährliche Stoffe enthalten			6.700	4.700		
17 09 04	gemischte Bau- und Abbruchabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 09 01*, 17 09 02* und 17 09 03* fallen			276.500	218.800	45.300	43.800
<b>19</b>	<b>Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke</b>						
<b>19 01</b>	<b>Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen</b>						
19 01 05*	Filterkuchen aus der Abgasbehandlung	14.100	18.100	21.800	21.100		
19 01 06*	wässrige flüssige Abfälle aus der Abgasbehandlung und andere wässrige flüssige Abfälle	16.400	35.800				

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	Versatz [Mg]		Ablagerung Deponie [Mg]		Deponiebau [Mg]	
		2011	2010	2011	2010	2011	2010
19 01 07*	festen Abfälle aus der Abgasbehandlung	428.900	424.100	56.000	34.300		
19 01 11*	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken, die gefährliche Stoffe enthalten	85.400	97.600	378.000	238.500	24.200	55.400
19 01 12	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen	217.000	340.100	1.605.700	1.604.200	1.544.600	994.600
19 01 13*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	306.900	280.100	65.700	82.900		
19 01 14	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 19 01 13 fällt		14.000	8.600	4.200		
19 01 15*	Kesselstaub, der gefährliche Stoffe enthält	38.000	47.600	13.700	12.000		
19 01 17*	Pyrolyseabfälle, die gefährliche Stoffe enthalten			100	100		
19 01 18	Pyrolyseabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 17 fallen				13.000		
19 01 19	Sande aus der Wirbelschichtfeuerung	2.300		17.300		6.300	
<b>19 02</b>	<b>Abfälle aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen (einschließlich Dechromatisierung, Cyanidentfernung, Neutralisation)</b>						
19 02 03	vorgemischte Abfälle, die ausschließlich aus nicht gefährlichen Abfällen bestehen			49.400	11.900		117.700
19 02 04*	vorgemischte Abfälle, die wenigstens einen gefährlichen Abfall enthalten	335.900	122.900	37.100	33.900		5.400
19 02 05*	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	5.600	8.500	248.100	169.700	36.900	
19 02 06	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 02 05 fallen			42.800	25.900		
19 02 11*	sonstige Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten			1.000	19.600		
<b>19 03</b>	<b>Stabilisierte und verfestigte Abfälle</b>						
19 03 04*	als gefährlich eingestufte teilweise stabilisierte Abfälle	74.000	30.600	13.200	1.100		
19 03 05	stabilisierte Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 03 04 fallen			137.300	259.600	201.300	372.500
19 03 06*	als gefährlich eingestufte verfestigte Abfälle			36.900	49.400	107.400	116.500
19 03 07	verfestigte Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 03 06 fallen			86.000	28.500	427.700	503.800
<b>19 08</b>	<b>Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen a. n. g.</b>						
19 08 02	Sandfangrückstände			21.600	18.800	2.900	3.100
19 08 05	Schlämme aus der Behandlung von kommunalem Abwasser					70.600	60.000

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	Versatz [Mg]		Ablagerung Deponie [Mg]		Deponiebau [Mg]	
		2011	2010	2011	2010	2011	2010
19 08 13*	Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten			174.100	213.700		
19 08 14	Schlämme aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 08 13 fallen			32.200	26.200		
<b>19 09</b>	<b>Abfälle aus der Zubereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch oder industriellem Brauchwasser</b>						
19 09 02	Schlämme aus der Wasserklärung			105.700	102.700	2.800	1.900
<b>19 10</b>	<b>Abfälle aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen</b>						
19 10 04	Schredderleichtfraktion und Staub mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 03 fallen			9.600	23.200		
<b>19 12</b>	<b>Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z. B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g.</b>						
19 12 05	Glas			17.000	10.700	10.200	1.300
19 12 09	Mineralien (z. B. Sand, Steine)			861.800	842.900	434.100	359.000
19 12 09 05	Erzeugnisse für sonstige Verwendung (z. B. Deponiebau, Sportplatzbau, Lärmschutzwände)					99.000	
19 12 11*	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten		34.900	100.100	134.100	13.000	
19 12 12	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 12 11* fallen			323.200	194.300	93.500	120.700
<b>19 13</b>	<b>Abfälle aus der Sanierung von Boden und Grundwasser</b>						
19 13 01*	Feste Abfälle aus der Sanierung von Boden, die gefährliche Stoffe enthalten			78.900	57.700	37.300	28.700
19 13 02	Feste Abfälle aus der Sanierung von Boden mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 13 01 fallen			155.100	40.300	113.500	108.700
19 13 03*	Schlämme aus der Sanierung von Boden, die gefährliche Stoffe enthalten			30.400	26.300		
<b>20</b>	<b>Siedlungsabfälle (Haushaltsabfälle, und ähnliche gewerbliche Abfälle sowie Abfälle aus Einrichtungen), einschließlich getrennt gesammelter Fraktionen</b>						
<b>20 02</b>	<b>Garten- und Parkabfälle (einschließlich Friedhofsabfälle)</b>						
20 02 02	Boden und Steine			92.200	107.300	18.400	13.200

AW-Nr.	Abfallbezeichnung	Versatz [Mg]		Ablagerung Deponie [Mg]		Deponiebau [Mg]	
		2011	2010	2011	2010	2011	2010
<b>20 03</b>	<b>Andere Siedlungsabfälle</b>						
20 03 03	Straßenkehrsicht			55.400	43.600	12.000	16.700
20 03 06	Abfälle aus der Kanalreinigung			4.600	3.900		1.300

## **14 Anhang 2: Analysendaten aus ABANDA zu den geregelten Metallen in den in Frage kommenden Abfällen**

Tabelle 2.1: Analysedaten (Mittelwerte und Anzahl der Analysen (N) der geregelten Metalle (Nordrhein-Westfalen 2013)

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	geregelte Metalle (Mittelwerte)													
		Blei		Kupfer		Nickel		Eisen		Chrom ges.		Zink		Zinn	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
<b>1</b>	<b>Abfälle, die beim Aufsuchen, Ausbeuten und Gewinnen sowie bei der physikalischen und chemischen Behandlung von Bodenschätzen entstehen</b>														
<b>01 03</b>	<b>Abfälle aus der physikalischen und chemischen Verarbeitung von metallhaltigen Bodenschätzen</b>														
01 03 06	Aufbereitungsrückstände mit Ausnahme derjenigen, die unter 01 03 04 und 01 03 05 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
01 03 07* 01 03 09	Rotschlamm aus der Aluminiumoxidherstellung	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>01 04</b>	<b>Abfälle aus der physikalischen und chemischen Verarbeitung von nichtmetallhaltigen Bodenschätzen</b>														
01 04 09	Abfälle von Sand und Ton	<10.000	22	< 1.000	2	< 2.500	2	k.A.		< 15.000	2	< 9.000	22	k.A.	
01 04 10	staubende und pulvrige Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 01 04 07 fallen	<10.000	9	< 1.000	5	< 2.500	7	k.A.		< 15.000	6	< 9.000	5	< 1.000	2
01 04 11	Abfälle aus der Verarbeitung von Kali- und Steinsalz mit Ausnahme derjenigen, die unter 01 04 07 fallen	<10.000	1	< 1.000	1	< 2.500	1	k.A.		< 15.000	1	< 9.000	1	k.A.	
<b>6</b>	<b>Abfälle aus anorganisch-chemischen Prozessen</b>														
<b>06 03</b>	<b>Abfälle aus HZVA von Salzen, Salzlösungen und Metalloxiden</b>														
06 03 13*	feste Salze und Lösungen, die Schwermetalle enthalten	<10.000	29	13.443	18	20.090	28	49.658	6	< 15.000	26	26.813	27	34.694	11
06 03 14	feste Salze und Lösungen mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 11 und 06 03 13 fallen	<10.000	21	< 1.000	17	< 2.500	21	< 45.000	2	< 15.000	20	< 9.000	20	< 1.000	9
06 03 15*	Metalloxide, die Schwermetalle enthalten	<10.000	6	6.445	5	92.450	5	182.905	3	58.537	5	23.564	6	< 1.000	1
06 03 16	Metalloxide, mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 15* fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	geregelt Metalle (Mittelwerte)													
		Blei		Kupfer		Nickel		Eisen		Chrom ges.		Zink		Zinn	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
<b>06 04</b>	<b>Metallhaltige Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 fallen</b>														
06 04 03*	Arsenhaltige Abfälle	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
06 04 04*	Quecksilberhaltige Abfälle	<10.000	6	4.987	6	< 2.500	5	<45.000	1	< 15.000	5	< 9.000	5	< 1.000	1
06 04 05*	Abfälle, die andere Schwermetalle enthalten	32.003	29	6.185	29	20.735	28	174.506	16	< 15.000	23*	15.128	36	< 1.000	3
<b>06 05</b>	<b>Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung</b>														
06 05 02*	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	20	15.893	17	4.541	20	102.100	4	< 15.000	18	18.807	18	< 1.000	13
06 05 03	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 05 02 fallen	<10.000	2	< 1.000	2	12.301	3	k.A.		< 15.000	2	21.827	3	< 1.000	2
<b>10</b>	<b>Abfälle aus thermischen Prozessen</b>														
<b>10 01</b>	<b>Abfälle aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsprozessen (außer 19)</b>														
10 01 01	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub mit Ausnahme von Kesselstaub der unter 10 01 04 (Ölfeuerung) fällt	<10.000	363	< 1.000	340	< 2.500	349	<45.000	76	< 15.000	348	< 9.000	357	< 1.000	19
10 01 02	Filterstäube aus Kohlefeuerung	<10.000	306	< 1.000	265	< 2.500	297	<45.000	36	< 15.000	283	< 9.000	284	< 1.000	73
10 01 03	Filterstäube aus Torffeuerung und Feuerung mit (unbehandeltem) Holz	<10.000	50	< 1.000	46	< 2.500	49	<45.000	1	< 15.000	46	12.903	46	k.A.	
10 01 05	Reaktionsabfälle auf Calciumbasis aus der Rauchgasentschwefelung in fester Form	<10.000	75	< 1.000	57	< 2.500	67	<45.000	28	< 15.000	60	< 9.000	59	< 1.000	19
10 01 07	Reaktionsabfälle auf Calciumbasis aus der Rauchgasentschwefelung in Form von Schlämmen	<10.000	17	< 1.000	10	< 2.500	16	<45.000	1	< 15.000	6	< 9.000	10	< 1.000	1

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	geregeltete Metalle (Mittelwerte)													
		Blei		Kupfer		Nickel		Eisen		Chrom ges.		Zink		Zinn	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
10 01 14*	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub aus der Abfallmitverbrennung, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	3	< 1.000	3	< 2.500	3	k.A.		< 15.000	4	< 9.000	4	< 1.000	2
10 01 15	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub aus der Abfallmitverbrennung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 14 fallen	<10.000	26	< 1.000	27	< 2.500	21	<45.000	1	< 15.000	24	< 9.000	30	< 1.000	6
10 01 16*	Filterstäube aus der Abfallmitverbrennung, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	19	< 1.000	14	< 2.500	15	<45.000	1	< 15.000	13	< 9.000	15	< 1.000	6
10 01 17	Filterstäube aus der Abfallmitverbrennung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 16 fallen	<10.000	14	< 1.000	9	< 2.500	7	k.A.		< 15.000	12	< 9.000	8	< 1.000	5
10 01 18*	Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	20	< 1.000	16	2.826	16	<45.000	2	< 15.000	19	< 9.000	24	< 1.000	12
10 01 19	Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 05, 10 01 07 und 10 01 18 fallen	<10.000	4	< 1.000	4	< 2.500	4	<45.000	1	< 15.000	3	< 9.000	4	< 1.000	1
10 01 21	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 20 fallen	<10.000	3	< 1.000	2	< 2.500	2	k.A.		< 15.000	3	< 9.000	3	< 1.000	1
<b>10 02</b>	<b>Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie</b>														
10 02 01	Abfälle aus der Verarbeitung von Schlacke	<10.000	2	< 1.000	2	< 2.500	2	k.A.		< 15.000	2	< 9.000	2	k.A.	
10 02 02	unbearbeitete Schlacke	<10.000	36	9.625	37	< 2.500	37	156.190	13	< 15.000	30	31.983	37	k.A.	
10 02 07*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	14.013	158	1.415	105	3.644	113	199.472	84	< 15.000	111	108.292	151	< 1.000	63
10 02 08	Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 07 fallen	<10.000	41	1.154	30	2.916	39	507.657	7	< 15.000	44	58.591	47	< 1.000	15

AVW-Nr.	Abfallbezeichnung	geregelt Metalle (Mittelwerte)													
		Blei		Kupfer		Nickel		Eisen		Chrom ges.		Zink		Zinn	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
10 02 10	Walzzunder	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 02 13*	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	11.112	11	< 1.000	7	< 2.500	7	214.500	3	< 15.000	6	185.673	11	1.132	3
10 02 14	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 13 fallen	<10.000	6	< 1.000	6	< 2.500	6	k.A.		< 15.000	6	19.418	6	< 1.000	6
10 02 15	Andere Schlämme und Filterkuchen	<10.000	1	< 1.000	1	< 2.500	1	k.A.		< 15.000	1	< 9.000	1	k.A.	
<b>10 03</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Aluminium-Metallurgie</b>														
10 03 20	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 03 19 fällt	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 03 23*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	24	1.415	24	< 2.500	24	<45.000	10	< 15.000	17	< 9.000	28	< 1.000	15
10 03 24*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 03 23 fallen	<10.000	1	< 1.000	1	< 2.500	1	k.A.		< 15.000	1	< 9.000	1	< 1.000	1
<b>10 04</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Bleimetallurgie</b>														
10 04 01*	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)	28.523	9	8.768	7	< 2.500	7	<45.000	1	< 15.000	6	27.653	7	35.030	2
<b>10 05</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Zinkmetallurgie</b>														
10 05 01	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)	<10.000	5	3.003	3	< 2.500	4	k.A.		< 15.000	3	28.421	5	k.A.	
<b>10 06</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Kupfermetallurgie</b>														
10 06 01	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)	<10.000	16	5.280	17	< 2.500	16	<45.000	1	< 15.000	15	26.420	17	< 1.000	6
10 06 06*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung	<10.000	1	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		< 9.000	1	k.A.	
<b>10 08</b>	<b>Abfälle aus sonstiger thermischer Nichteisenmetallurgie</b>														
10 08 04	Teilchen und Staub	<10.000	1	< 1.000	1	< 2.500	1	k.A.		< 15.000	1	17.300	1	k.A.	
10 08 09	andere Schlacken	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	geregeltete Metalle (Mittelwerte)													
		Blei		Kupfer		Nickel		Eisen		Chrom ges.		Zink		Zinn	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
10 08 15*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	<10.000	5	93.900	3	35.141	5	<45.000	3	24.684	5	13.465	5	30.100	1
<b>10 09</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Eisen und Stahl</b>														
10 09 03	Ofenschlacke	<10.000	48	< 1.000	65	< 2.500	61	69.591	16	< 15.000	71	< 9.000	64	k.A.	
10 09 06	Gießformen und -sande vor dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 09 05 fallen	<10.000	3	19.004	3	< 2.500	3	57.000	1	< 15.000	3	< 9.000	3	k.A.	
10 09 08	Gießformen und -sande nach dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 09 07 fallen	<10.000	327	< 1.000	341	< 2.500	344	<45.000	115	< 15.000	334	< 9.000	362	< 1.000	17
10 09 09*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	13.638	23	2.349	12	< 2.500	18	<45.000	1	< 15.000	14	48.612	16	< 1.000	5
10 09 10	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09 fällt	<10.000	10	< 1.000	9	< 2.500	9	k.A.		< 15.000	12	125.818	17	< 1.000	10
<b>10 10</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Nichteisenmetallen</b>														
10 10 03	Ofenschlacke	<10.000	1	k.A.		< 2.500	1	k.A.		< 15.000	1	< 9.000	1	k.A.	
10 10 06	Gießformen und -sande vor dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 10 05 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 10 07*	Gefährliche Stoffe enthaltende Gießformen und -sande nach dem Gießen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 10 08	Gießformen und -sande nach dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 10 07 fallen	<10.000	105	< 1.000	112	< 2.500	103	<45.000	2	< 15.000	103	< 9.000	108	k.A.	
10 10 10	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 10 09 fällt	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>10 11</b>	<b>Abfälle aus der Herstellung von Glas und Glaserzeugnissen</b>														
10 11 05	Teilchen und Staub	<10.000	1	< 1.000	1	< 2.500	1	k.A.		< 15.000	1	< 9.000	1	< 1.000	1

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	geregelt Metalle (Mittelwerte)													
		Blei		Kupfer		Nickel		Eisen		Chrom ges.		Zink		Zinn	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
10 11 09*	Gemengeabfall mit gefährlichen Stoffen vor dem Schmelzen	<10.000	3	< 1.000	2	< 2.500	2	k.A.		< 15.000	2	< 9.000	2	k.A.	
10 11 10	Gemengeabfall vor dem Schmelzen mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 11 09 fällt	<10.000	3	< 1.000	2	< 2.500	2	k.A.		< 15.000	2	< 9.000	2	k.A.	
10 11 11*	Glasabfall in kleinen Teilchen und Glasstaub, die Schwermetalle enthalten (z. B. Elektronenstrahlröhren)	41.400	3	< 1.000	3	< 2.500	3	k.A.		< 15.000	3	16.333	3	k.A.	
10 11 12	Glasabfall mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 11 11* fällt	<10.000	44	< 1.000	43	< 2.500	42	k.A.		< 15.000	42	< 9.000	43	k.A.	
10 11 15*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	10.151	39	< 1.000	26	< 2.500	27	k.A.		< 15.000	28	< 9.000	26	< 1.000	14
10 11 19*	Feste Abfälle aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	22.595	3	< 1.000	3	< 2.500	3	k.A.		< 15.000	2	< 9.000	3	k.A.	
<b>10 12</b>	<b>Abfälle aus der Herstellung von Keramikerzeugnissen und keramischen Baustoffen wie Ziegeln, Fliesen, Steinzeug</b>														
10 12 01	Rohmischungen vor dem Brennen	<10.000	1	< 1.000	1	< 2.500	1	k.A.		< 15.000	1	< 9.000	1	k.A.	
10 12 03	Teilchen und Staub	<10.000	10	< 1.000	6	< 2.500	10	k.A.		< 15.000	8	< 9.000	9	< 1.000	1
10 12 06	verworfenen Formen	<10.000	2	< 1.000	4	< 2.500	3	k.A.		< 15.000	4	< 9.000	10	k.A.	
10 12 08	Abfälle aus Keramikerzeugnissen, Ziegeln, Fliesen und Steinzeug (nach dem Brennen)	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 12 09*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	1	< 1.000	1	< 2.500	1	k.A.		< 15.000	1	< 9.000	1	k.A.	
10 12 10	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 12 09 fallen	<10.000	2	< 1.000	2	< 2.500	2	<45.000	1	< 15.000	2	< 9.000	2	k.A.	
10 12 11*	Glasurabfälle, die Schwermetalle enthalten	89.500	3	< 1.000	3	4.399	3	k.A.		< 15.000	3	22.357	3	k.A.	

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	geregelt Metalle (Mittelwerte)													
		Blei		Kupfer		Nickel		Eisen		Chrom ges.		Zink		Zinn	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
<b>10 13</b>	<b>Abfälle aus der Herstellung von Zement, Branntkalk, Gips und Erzeugnissen aus diesen</b>														
10 13 06	Teilchen und Staub (außer 10 13 12 und 10 13 13)	<10.000	28	< 1.000	30	< 2.500	28	<45.000	1	< 15.000	30	< 9.000	30	k.A.	
10 13 11	Abfälle aus der Herstellung anderer Verbundstoffe auf Zementbasis mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 13 09 und 10 13 10 fallen	<10.000	4	< 1.000	6	< 2.500	6	k.A.		< 15.000	5	< 9.000	6	k.A.	
10 13 12*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	3	< 1.000	2	< 2.500	2	k.A.		< 15.000	2	< 9.000	2	< 1.000	1
10 13 13	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 13 12 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 13 14	Betonabfälle und Betonschlämme	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>11</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen; Nichteisen-Hydrometallurgie</b>														
<b>11 01</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen (z. B. Galvanik, Verzinkung, Beizen, Ätzen, Phosphatieren, alkalisches Entfetten und Anodisieren)</b>														
11 01 08*	Phosphatierschlämme	<10.000	62	< 1.000	56	3.609	70	154.111	38	< 15.000	66	62.206	72	< 1.000	37
11 01 09*	Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	392	40.549	429	35.940	437	58.823	316	27.389	417	53.878	430	19.677	185
11 01 10	Schlämme und Filterkuchen mit Ausnahme derjenigen, die unter 11 01 09 fallen	<10.000	75	< 1.000	74	< 2.500	77	k.A.		< 15.000	68	< 9.000	74	k.A.	
<b>11 02</b>	<b>Abfälle aus Prozessen der Nichteisen-Hydrometallurgie</b>														
11 02 02*	Schlämme aus der Zink-Hydrometallurgie (einschließlich Jarosit, Goethit)	<10.000	12	4.225	4	< 2.500	2	128.600	2	< 15.000	1	46.372	17	k.A.	

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	geregelte Metalle (Mittelwerte)													
		Blei		Kupfer		Nickel		Eisen		Chrom ges.		Zink		Zinn	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
<b>12</b>	<b>Abfälle aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen</b>														
<b>12 01</b>	<b>Abfälle aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen</b>														
12 01 02	Eisenstaub und -teile	<10.000	2	< 1.000	8	< 2.500	7	272.245	6	< 15.000	2	< 9.000	8	< 1.000	1
12 01 04	NE-Metallstaub und -teilchen	<10.000	2	< 1.000	2	181.555	2	<45.000		< 15.000	2	< 9.000	2	k.A.	
12 01 13	Schweißabfälle	<10.000	1	< 1.000	1	< 2.500	1	k.A.		< 15.000	1	k.A.		< 1.000	1
12 01 14*	Bearbeitungsschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	29	181.372	36	18.895	25	133.128	20	15.276	30	21.920	30	99.014	7
12 01 15	Bearbeitungsschlämme mit Ausnahme derjenigen, die unter 12 01 14 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		799.000	1	k.A.		k.A.		k.A.	
12 01 16*	Strahlmittelabfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	150	< 1.000	137	< 2.500	138	128.087	42	< 15.000	143	< 9.000	146	< 1.000	20
12 01 17	Strahlmittelabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 12 01 16 fallen	<10.000	46	< 1.000	36	< 2.500	43	194.955	11	< 15.000	37	< 9.000	44	1.017	3
12 01 21	Gebrauchte Hon- und Schleifmittel mit Ausnahme derjenigen, die unter 12 01 20* fallen	<10.000	3	< 1.000	3	< 2.500	3	k.A.		< 15.000	3	< 9.000	3	k.A.	
<b>13</b>	<b>Ölabfälle und Abfälle aus flüssigen Brennstoffen (außer Speiseöle und Ölabfälle, die unter 05, 12 und 19 fallen)</b>														
<b>13 05</b>	<b>Inhalte von Öl-/Wasserabscheidern</b>														
13 05 01	Feste Abfälle aus Sandfanganlagen und Öl-/Wasserabscheidern	<10.000	10	< 1.000	11	< 2.500		k.A.		< 15.000	9	< 9.000	10	k.A.	
<b>16</b>	<b>Abfälle, die nicht anderswo im Verzeichnis aufgeführt sind</b>														
<b>16 08</b>	<b>Gebrauchte Katalysatoren</b>														
16 08 02*	gebrauchte Katalysatoren, die gefährliche Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten	<10.000	23	23.707	23	204.995	25	<45.000	24	< 15.000	22	18.552	22	< 1.000	1

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	geregelt Metalle (Mittelwerte)													
		Blei		Kupfer		Nickel		Eisen		Chrom ges.		Zink		Zinn	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
16 08 03	gebrauchte Katalysatoren, die Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten, a. n. g.	<10.000	4	6.960	6	3.700	4	k.A.		< 15.000	4	< 9.000	4	< 1.000	2
16 08 04	gebrauchte Katalysatoren von Crackprozessen (außer 16 08 07)	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
16 08 07*	gebrauchte Katalysatoren, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind	<10.000	4	< 1.000	4	30.311	5	<45.000	2	< 15.000	3	< 9.000	4	< 1.000	2
<b>16 11</b>	<b>Gebrauchte Auskleidungen und feuerfeste Materialien</b>														
16 11 01*	Auskleidungen und feuerfeste Materialien auf Kohlenstoffbasis aus metallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	8	2.295	8	< 2.500	8	<45.000	1	< 15.000	8	< 9.000	8	k.A.	
16 11 02	Auskleidungen und feuerfeste Materialien auf Kohlenstoffbasis aus metallurgischen Prozessen mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 11 01 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
16 11 03*	andere Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus metallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	14	11.638	12	< 2.500	13	<45.000	2	< 15.000	12	< 9.000	11	1.704	3
16 11 04	Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus metallurgischen Prozessen mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 11 03 fallen	<10.000	11	< 1.000	11	< 2.500	11	k.A.		< 15.000	12	< 9.000	11	k.A.	
16 11 05*	Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus nichtmetallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	110	< 1.000	109	< 2.500	108	49.640	5	< 15.000	119	< 9.000	111	< 1.000	12

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	geregeltete Metalle (Mittelwerte)													
		Blei		Kupfer		Nickel		Eisen		Chrom ges.		Zink		Zinn	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
16 11 06	Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus nichtmetallurgischen Prozessen mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 11 05 fallen	<10.000	40	< 1.000	35	< 2.500	35	k.A.		< 15.000	38	< 9.000	36	< 1.000	6
<b>17</b>	<b>Bau- und Abbruchabfälle (einschließlich Aushub von verunreinigten Standorten)</b>														
<b>17 01</b>	<b>Beton, Ziegel, Fliesen und Keramik</b>														
17 01 01	Beton	<10.000	51	< 1.000	50	< 2.500	50	k.A.		< 15.000	47	< 9.000	50	k.A.	
17 01 02	Ziegel	<10.000	4	< 1.000	4	< 2.500	4	k.A.		< 15.000	4	< 9.000	4	k.A.	
17 01 03	Fliesen, Ziegel, Keramik	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
17 01 06*	Gemische aus oder getrennte Fraktionen von Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	1.181	< 1.000	1.127	< 2.500	1.076	50.006	2	< 15.000	1.088	< 9.000	1.187	< 1.000	14
17 01 07	Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 01 06 fallen	<10.000	250	< 1.000	245	< 2.500	243	<45.000	9	< 15.000	237	< 9.000	246	k.A.	
<b>17 02</b>	<b>Holz, Glas Kunststoff</b>														
17 02 02	Glas	<10.000	3	< 1.000	3	< 2.500	3	k.A.		< 15.000	3	< 9.000	3	k.A.	
17 02 04*	Glas, Kunststoff und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind	<10.000	87	< 1.000	93	< 2.500	52	<45.000	5	< 15.000	97	< 9.000	69	< 1.000	17
<b>17 03</b>	<b>Bitumengemische, Kohlenteer und teerhaltige Produkte</b>														
17 03 01*	Kohlenteerhaltige Bitumengemische	<10.000	51	< 1.000	51	< 2.500	51	k.A.		< 15.000	51	< 9.000	51	k.A.	
17 03 02	Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen	<10.000	2	< 1.000	2	< 2.500	2	k.A.		< 15.000	2	< 9.000	2	k.A.	
17 03 03*	Kohlenteer und teerhaltige Produkte	<10.000	12	< 1.000	12	< 2.500	11	k.A.		< 15.000	12	< 9.000	12	< 1.000	3

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	geregelt Metalle (Mittelwerte)													
		Blei		Kupfer		Nickel		Eisen		Chrom ges.		Zink		Zinn	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
<b>17 04</b>	<b>Metalle (einschließlich Legierungen)</b>														
17 04 09*	Metallabfälle, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind	457.690	2	< 1.000	2	< 2.500	2	k.A.		< 15.000	1	< 9.000	2	< 1.000	1
<b>17 05</b>	<b>Boden (einschließlich Aushub von verunreinigten Standorten), Steine und Baggergut</b>														
17 05 03*	Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	1.786	< 1.000	1.738	< 2.500	1.696	<45.000	68	< 15.000	1.691	< 9.000	1.752	< 1.000	59
17 05 04	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen	<10.000	1.108	< 1.000	1.103	< 2.500	1.060	<45.000	15	< 15.000	1.026	< 9.000	1.138	< 1.000	87
17 05 05*	Baggergut, das gefährliche Stoffe enthält	<10.000	11	< 1.000	10	< 2.500	11	k.A.		< 15.000	11	< 9.000	10	k.A.	
17 05 06	Baggergut mit Ausnahme desjenigen, das unter 17 05 05 fällt	<10.000	113	< 1.000	114	< 2.500	114	k.A.		< 15.000	114	< 9.000	112	k.A.	
17 05 07*	Gleisschotter, der gefährliche Stoffe enthält	<10.000	82	< 1.000	82	< 2.500	82	k.A.		< 15.000	81	< 9.000	81	k.A.	
17 05 08	Gleisschotter mit Ausnahme desjenigen, der unter 17 05 07 fällt	<10.000	691	< 1.000	696	< 2.500	668	k.A.		< 15.000	668	< 9.000	691	k.A.	
<b>17 08</b>	<b>Baustoffe auf Gipsbasis</b>														
17 08 01*	Baustoffe auf Gipsbasis, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
17 08 02	Baustoffe auf Gipsbasis mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 08 01 fallen	<10.000	53	< 1.000	50	< 2.500	53	k.A.		< 15.000	51	< 9.000	52	k.A.	
17 09	Sonstige Bau- und Abbruchabfälle														
17 09 03*	Sonstige Bau- und Abbruchabfälle (einschließlich gemischte Abfälle), die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	16	< 1.000	14	< 2.500	14	119.000	1	< 15.000	14	< 9.000	14	< 1.000	1

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	geregelte Metalle (Mittelwerte)													
		Blei		Kupfer		Nickel		Eisen		Chrom ges.		Zink		Zinn	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
17 09 04	gemischte Bau- und Abbruchabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 09 01*, 17 09 02* und 17 09 03* fallen	<10.000	3	< 1.000	1	< 2.500	3	k.A.		< 15.000	3	< 9.000	3	k.A.	
<b>19</b>	<b>Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke</b>														
<b>19 01</b>	<b>Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen</b>														
19 01 05*	Filterkuchen aus der Abgasbehandlung	<10.000	173	< 1.000	114	< 2.500	121	<45.000	27	< 15.000	108	12.812	168	< 1.000	91
19 01 06*	wässrige flüssige Abfälle aus der Abgasbehandlung und andere wässrige flüssige Abfälle	<10.000	7	< 1.000	7	< 2.500	7	<45.000	1	< 15.000	7	< 9.000	7	< 1.000	5
19 01 07*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung	<10.000	447	< 1.000	305	< 2.500	341	<45.000	106	< 15.000	253	9.385	375	< 1.000	247
19 01 11*	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	54	2.966	47	< 2.500	54	<45.000	8	< 15.000	57	9.916	53	< 1.000	23
19 01 12	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen	<10.000	214	6.014	218	< 2.500	217	45.602	96	< 15.000	195	< 9.000	212	< 1.000	111
19 01 13*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	<10.000	727	1.511	378	< 2.500	487	<45.000	63	< 15.000	343	19.980	586	< 1.000	279
19 01 14	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 19 01 13 fällt	<10.000	22	1.890	13	< 2.500	14	k.A.		< 15.000	14	< 9.000	25	< 1.000	12
19 01 15*	Kesselstaub, der gefährliche Stoffe enthält	<10.000	54	< 1.000	37	< 2.500	39	<45.000	15	< 15.000	33	14.404	51	< 1.000	32
19 01 17*	Pyrolyseabfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	22	3.202	11	< 2.500	9	<45.000	1	< 15.000	10	15.724	10	< 1.000	5
19 01 18	Pyrolyseabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 17 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
19 01 19	Sande aus der Wirbelschichtfeuerung	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>19 02</b>	<b>Abfälle aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen (einschließlich Dechromatisierung, Cyanidentfernung, Neutralisation)</b>														

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	geregelt Metalle (Mittelwerte)													
		Blei		Kupfer		Nickel		Eisen		Chrom ges.		Zink		Zinn	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
19 02 03	vorgemischte Abfälle, die ausschließlich aus nicht gefährlichen Abfällen bestehen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
19 02 04*	vorgemischte Abfälle, die wenigstens einen gefährlichen Abfall enthalten	<10.000	59	1.348	58	<2.500	55	<45.000	8	<15.000	52	9.441	59	<1.000	33
19 02 05*	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	340	15.807	320	9.088	357	90.475	146	<15.000	332	35.382	364	<1.000	178
19 02 06	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 02 05 fallen	<10.000	5	1.288	5	3.818	4	k.A.		61.763	5	45.111	5	<1.000	4
19 02 11*	sonstige Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	3	85.042	4	<2.500	3	<45.000	1	<15.000	3	50.098	2	<1.000	1
<b>19 03</b>	<b>Stabilisierte und verfestigte Abfälle</b>														
19 03 04*	als gefährlich eingestufte teilweise stabilisierte Abfälle	<10.000	2	<1.000	2	<2.500	2	k.A.		<15.000	2	<9.000	2	<1.000	1
19 03 05	stabilisierte Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 03 04 fallen	<10.000	3	1.489	2	<2.500	2	k.A.		<15.000	2	13.257	3	<1.000	2
19 03 06*	als gefährlich eingestufte verfestigte Abfälle	12.756	4	<1.000	3	<2.500	3	k.A.		<15.000	3	22.554	8	<1.000	1
19 03 07	verfestigte Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 03 06 fallen	<10.000	2	1.419	2	<2.500	2	k.A.		<15.000	2	<9.000	3	k.A.	
<b>19 08</b>	<b>Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen a. n. g.</b>														
19 08 02	Sandfangrückstände	<10.000	173	<1.000	168	<2.500	170	k.A.		<15.000	167	<9.000	174	k.A.	
19 08 05	Schlämme aus der Behandlung von kommunalem Abwasser	<10.000	5.262	3.120	5.257	<2.500	5.260	<45.000	316	<15.000	4.982	<9.000	5.236	<1.000	13
19 08 13*	Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten	<10.000	55	2.576	51	5.255	53	64.202	12	<15.000	53	<9.000	56	<1.000	26

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	geregelt Metalle (Mittelwerte)													
		Blei		Kupfer		Nickel		Eisen		Chrom ges.		Zink		Zinn	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
19 08 14	Schlämme aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 08 13 fallen	<10.000	101	5.884	80	<2.500	83	97.689	63	<15.000	85	<9.000	100	2.868	6
<b>19 09</b>	<b>Abfälle aus der Zubereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch oder industriellem Brauchwasser</b>														
19 09 02	Schlämme aus der Wasserklärung	<10.000	21	<1.000	19	<2.500	21	119.385	3	<15.000	19	<9.000	22	<1.000	4
<b>19 10</b>	<b>Abfälle aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen</b>														
19 10 04	Schredderleichtfraktion und Staub mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 03 fallen	<10.000	7	18.213	6	<2.500	6	k.A.		<15.000	3	24.108	4	<1.000	1
<b>19 12</b>	<b>Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z. B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g.</b>														
19 12 05	Glas	<10.000	7	<1.000	9	<2.500	8	k.A.		<15.000	8	<9.000	10	k.A.	
19 12 09	Mineralien (z. B. Sand, Steine)	<10.000	3	<1.000	3	<2.500	3	k.A.		<15.000	3	<9.000	3	k.A.	
19 12 09 05	Erzeugnisse für sonstige Verwendung (z. B. Deponiebau, Sportplatzbau, Lärmschutzwände)	<10.000	3	<1.000	3	<2.500	3	k.A.		<15.000	3	<9.000	3	k.A.	
19 12 11*	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	55	1.038	50	<2.500	52	<45.000	2	<15.000	48	26.015	51	<1.000	21
19 12 12	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 12 11* fallen	<10.000	14	6.971	14	<2.500	11	k.A.		<15.000	13	11.435	10	<1.000	9
<b>19 13</b>	<b>Abfälle aus der Sanierung von Boden und Grundwasser</b>														
19 13 01*	Feste Abfälle aus der Sanierung von Böden, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	26	<1.000	23	<2.500	23	<45.000	1	<15.000	23	<9.000	25	<1.000	1

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	geregelt Metalle (Mittelwerte)													
		Blei		Kupfer		Nickel		Eisen		Chrom ges.		Zink		Zinn	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
19 13 02	Feste Abfälle aus der Sanierung von Boden mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 13 01 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
19 13 03*	Schlämme aus der Sanierung von Boden, die gefährliche Stoffe enthalten	<10.000	2	< 1.000	2	< 2.500	2	k.A.		< 15.000	2	< 9.000	2	k.A.	
<b>20</b>	<b>Siedlungsabfälle (Haushaltsabfälle, und ähnliche gewerbliche Abfälle sowie Abfälle aus Einrichtungen), einschließlich getrennt gesammelter Fraktionen</b>														
<b>20 02</b>	<b>Garten- und Parkabfälle (einschließlich Friedhofsabfälle)</b>														
20 02 02	Boden und Steine	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>20 03</b>	<b>Andere Siedlungsabfälle</b>														
20 03 03	Straßenkehricht	<10.000	450	< 1.000	457	< 2.500	449	k.A.		< 15.000	440	< 9.000	457	< 1.000	2
20 03 06	Abfälle aus der Kanalreinigung	<10.000	87	< 1.000	87	< 2.500	87	k.A.		< 15.000	86	< 9.000	87	k.A.	

## **15 Anhang 3: Analysendaten aus ABANDA zu den weiteren ausgewählten Metallen in den in Frage kommenden Abfällen**

Tabelle 3.1: Analysedaten (Mittelwerte und Anzahl der Analysen (N) der ausgewählten weiteren Metalle (Nordrhein-Westfalen 2013)

AVW-Nr.	Abfallbezeichnung	weitere Metalle (Mittelwerte)													
		Antimon		Kobalt		Mangan		Molybdän		Niob		Vanadium		Wolfram	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
<b>1</b>	<b>Abfälle, die beim Aufsuchen, Ausbeuten und Gewinnen sowie bei der physikalischen und chemischen Behandlung von Bodenschätzen entstehen</b>														
<b>01 03</b>	<b>Abfälle aus der physikalischen und chemischen Verarbeitung von metallhaltigen Bodenschätzen</b>														
01 03 06	Aufbereitungsrückstände mit Ausnahme derjenigen, die unter 01 03 04 und 01 03 05 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
01 03 07* 01 03 09	Rotschlamm aus der Aluminiumoxidherstellung	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>01 04</b>	<b>Abfälle aus der physikalischen und chemischen Verarbeitung von nichtmetallhaltigen Bodenschätzen</b>														
01 04 09	Abfälle von Sand und Ton	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
01 04 10	staubende und pulvrige Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 01 04 07 fallen	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
01 04 11	Abfälle aus der Verarbeitung von Kali- und Steinsalz mit Ausnahme derjenigen, die unter 01 04 07 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>6</b>	<b>Abfälle aus anorganisch-chemischen Prozessen</b>														
<b>06 03</b>	<b>Abfälle aus HZVA von Salzen, Salzlösungen und Metalloxiden</b>														
06 03 13*	feste Salze und Lösungen, die Schwermetalle enthalten	< 1.000		< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
06 03 14	feste Salze und Lösungen mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 11 und 06 03 13 fallen	< 1.000		< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
06 03 15*	Metalloxide, die Schwermetalle enthalten	1.200	1	9.336	4	4.326	3	22.900	2	k.A.		1.500	1	213.600	1
06 03 16	Metalloxide, mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 15* fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>06 04</b>	<b>Metallhaltige Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 fallen</b>														
06 04 03*	Arsenhaltige Abfälle	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
06 04 04*	Quecksilberhaltige Abfälle	k.A.		k.A.		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	weitere Metalle (Mittelwerte)													
		Antimon		Kobalt		Mangan		Molybdän		Niob		Vanadium		Wolfram	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
06 04 05*	Abfälle, die andere Schwermetalle enthalten	< 1.000		< 1.000		31.730	8	< 1.000		k.A.		< 1.000		1.500	1
<b>06 05</b>	<b>Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung</b>														
06 05 02*	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		< 1.000		1.341	6	< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
06 05 03	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 05 02 fallen	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>10</b>	<b>Abfälle aus thermischen Prozessen</b>														
<b>10 01</b>	<b>Abfälle aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsprozessen (außer 19)</b>														
10 01 01	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub mit Ausnahme von Kesselstaub der unter 10 01 04 (Ölfeuerung) fällt	< 1.000		< 1.000		3.698	24	< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
10 01 02	Filterstäube aus Kohlefeuerung	< 1.000		< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
10 01 03	Filterstäube aus Torffeuerung und Feuerung mit (unbehandeltem) Holz	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 01 05	Reaktionsabfälle auf Calciumbasis aus der Rauchgasentschwefelung in fester Form	< 1.000		< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
10 01 07	Reaktionsabfälle auf Calciumbasis aus der Rauchgasentschwefelung in Form von Schlämmen	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		< 1.000		k.A.	
10 01 14*	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub aus der Abfallmitverbrennung, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 01 15	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub aus der Abfallmitverbrennung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 14 fallen	< 1.000		< 1.000		21.500	1	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 01 16*	Filterstäube aus der Abfallmitverbrennung, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		< 1.000		5.215	1	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	weitere Metalle (Mittelwerte)													
		Antimon		Kobalt		Mangan		Molybdän		Niob		Vanadium		Wolfram	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
10 01 17	Filterstäube aus der Abfallmitverbrennung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 16 fallen	< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		< 1.000		k.A.	
10 01 18*	Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		28.832	4	k.A.	
10 01 19	Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 05, 10 01 07 und 10 01 18 fallen	< 1.000		< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
10 01 21	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 20 fallen	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		< 1.000		k.A.	
<b>10 02</b>	<b>Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie</b>														
10 02 01	Abfälle aus der Verarbeitung von Schlacke	< 1.000		< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
10 02 02	unbearbeitete Schlacke	k.A.		< 1.000		14.921	11	k.A.		k.A.		< 1.000		k.A.	
10 02 07*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		< 1.000		22.484	27	< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
10 02 08	Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 07 fallen	< 1.000		< 1.000		6.024	4	k.A.		k.A.		< 1.000		k.A.	
10 02 10	Walzzunder	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 02 13*	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		< 1.000		7.360	1	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 02 14	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 13 fallen	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 02 15	Andere Schlämme und Filterkuchen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>10 03</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Aluminium-Metallurgie</b>														
10 03 20	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 03 19 fällt	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	weitere Metalle (Mittelwerte)													
		Antimon		Kobalt		Mangan		Molybdän		Niob		Vanadium		Wolfram	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
10 03 23*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		< 1.000		k.A.	
10 03 24*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 03 23 fallen	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>10 04</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Bleimetallurgie</b>														
10 04 01*	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>10 05</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Zinkmetallurgie</b>														
10 05 01	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)	< 1.000		4.670	1	k.A.		< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
<b>10 06</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Kupfermetallurgie</b>														
10 06 01	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)	< 1.000		< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
10 06 06*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>10 08</b>	<b>Abfälle aus sonstiger thermischer Nichteisenmetallurgie</b>														
10 08 04	Teilchen und Staub	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 08 09	andere Schlacken	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 08 15*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	9.877	3	30.800	1	< 1.000		1.670	1	k.A.		k.A.		k.A.	
<b>10 09</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Eisen und Stahl</b>														
10 09 03	Ofenschlacke	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 09 06	Gießformen und -sande vor dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 09 05 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 09 08	Gießformen und -sande nach dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 09 07 fallen	< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		< 1.000		k.A.	
10 09 09*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		< 1.000		k.A.	
10 09 10	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09 fällt	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>10 10</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Nichteisenmetallen</b>														
10 10 03	Ofenschlacke	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	weitere Metalle (Mittelwerte)													
		Antimon		Kobalt		Mangan		Molybdän		Niob		Vanadium		Wolfram	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
10 10 06	Gießformen und -sande vor dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 10 05 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 10 07*	Gefährliche Stoffe enthaltende Gießformen und -sande nach dem Gießen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 10 08	Gießformen und -sande nach dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 10 07 fallen	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 10 10	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 10 09 fällt	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>10 11</b>	<b>Abfälle aus der Herstellung von Glas und Glaserzeugnissen</b>														
10 11 05	Teilchen und Staub	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 11 09*	Gemengeabfall mit gefährlichen Stoffen vor dem Schmelzen	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 11 10	Gemengeabfall vor dem Schmelzen mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 11 09 fällt	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		< 1.000		k.A.	
10 11 11*	Glasabfall in kleinen Teilchen und Glasstaub, die Schwermetalle enthalten (z. B. Elektronenstrahlröhren)	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 11 12	Glasabfall mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 11 11* fällt	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 11 15*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 11 19*	Feste Abfälle aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	k.A.		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>10 12</b>	<b>Abfälle aus der Herstellung von Keramikerzeugnissen und keramischen Baustoffen wie Ziegeln, Fliesen, Steinzeug</b>														
10 12 01	Rohmischungen vor dem Brennen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 12 03	Teilchen und Staub	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		< 1.000		k.A.	
10 12 06	verworfenen Formen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	weitere Metalle (Mittelwerte)													
		Antimon		Kobalt		Mangan		Molybdän		Niob		Vanadium		Wolfram	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
10 12 08	Abfälle aus Keramikerzeugnissen, Ziegeln, Fliesen und Steinzeug (nach dem Brennen)	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 12 09*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 12 10	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 12 09 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 12 11*	Glasurabfälle, die Schwermetalle enthalten	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>10 13</b>	<b>Abfälle aus der Herstellung von Zement, Branntkalk, Gips und Erzeugnissen aus diesen</b>														
10 13 06	Teilchen und Staub (außer 10 13 12 und 10 13 13)	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 13 11	Abfälle aus der Herstellung anderer Verbundstoffe auf Zementbasis mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 13 09 und 10 13 10 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 13 12*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 13 13	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 13 12 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
10 13 14	Betonabfälle und Betonschlämme	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>11</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen; Nichteisen-Hydrometallurgie</b>														
<b>11 01</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen (z. B. Galvanik, Verzinkung, Beizen, Ätzen, Phosphatieren, alkalisches Entfetten und Anodisieren)</b>														
11 01 08*	Phosphatierschlämme	< 1.000		< 1.000		9.492	29	< 1.000		< 100		< 1.000		< 1.000	
11 01 09*	Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		< 1.000		1.430	246	< 1.000		k.A.		< 1.000		< 1.000	
11 01 10	Schlämme und Filterkuchen mit Ausnahme derjenigen, die unter 11 01 09 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	weitere Metalle (Mittelwerte)													
		Antimon		Kobalt		Mangan		Molybdän		Niob		Vanadium		Wolfram	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
<b>11 02</b>	<b>Abfälle aus Prozessen der Nichteisen-Hydrometallurgie</b>														
11 02 02*	Schlämme aus der Zink-Hydrometallurgie (einschließlich Jarosit, Goethit)	k.A.		k.A.		4.400	1	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>12</b>	<b>Abfälle aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen</b>														
<b>12 01</b>	<b>Abfälle aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen</b>														
12 01 02	Eisenstaub und -teile	< 1.000		< 1.000		1.190	4	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
12 01 04	NE-Metallstaub und -teilchen	k.A.		2.000	1	< 1.000		k.A.		k.A.		10.200	1	k.A.	
12 01 13	Schweißabfälle	k.A.		< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		< 1.000		k.A.	
12 01 14*	Bearbeitungsschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		2.399	10	1.313	10	k.A.		k.A.		< 1.000		k.A.	
12 01 15	Bearbeitungsschlämme mit Ausnahme derjenigen, die unter 12 01 14 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
12 01 16*	Strahlmittelabfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		< 1.000		< 1.000		6.519	6	< 100		< 1.000		< 1.000	
12 01 17	Strahlmittelabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 12 01 16 fallen	< 1.000		< 1.000		1.087	3	k.A.		k.A.		< 1.000		k.A.	
12 01 21	Gebrauchte Hon- und Schleifmittel mit Ausnahme derjenigen, die unter 12 01 20* fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>13</b>	<b>Ölabfälle und Abfälle aus flüssigen Brennstoffen (außer Speiseöle und Ölabfälle, die unter 05, 12 und 19 fallen)</b>														
<b>13 05</b>	<b>Inhalte von Öl-/Wasserabscheidern</b>														
13 05 01	Feste Abfälle aus Sandfanganlagen und Öl-/ Wasserabscheidern	k.A.		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>16</b>	<b>Abfälle, die nicht anderswo im Verzeichnis aufgeführt sind</b>														
<b>16 08</b>	<b>Gebrauchte Katalysatoren</b>														
16 08 02*	gebrauchte Katalysatoren, die gefährliche Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten	< 1.000		27.401	21	4.620	21	13.220	8	k.A.		19.663	8	1.078	5

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	weitere Metalle (Mittelwerte)													
		Antimon		Kobalt		Mangan		Molybdän		Niob		Vanadium		Wolfram	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
16 08 03	gebrauchte Katalysatoren, die Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten, a. n. g.	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		4.609	4	k.A.	
16 08 04	gebrauchte Katalysatoren von Crackprozessen (außer 16 08 07)	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
16 08 07*	gebrauchte Katalysatoren, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind	< 1.000		30.030	3			k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>16 11</b>	<b>Gebrauchte Auskleidungen und feuerfeste Materialien</b>														
16 11 01*	Auskleidungen und feuerfeste Materialien auf Kohlenstoffbasis aus metallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		< 1.000		k.A.	
16 11 02	Auskleidungen und feuerfeste Materialien auf Kohlenstoffbasis aus metallurgischen Prozessen mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 11 01 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
16 11 03*	andere Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus metallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
16 11 04	Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus metallurgischen Prozessen mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 11 03 fallen	k.A.		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
16 11 05*	Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus nicht-metallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten	2.386	28	< 1.000		2.898	4	< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
16 11 06	Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus nicht-metallurgischen Prozessen mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 11 05 fallen	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>17</b>	<b>Bau- und Abbruchabfälle (einschließlich Aushub von verunreinigten Standorten)</b>														
<b>17 01</b>	<b>Beton, Ziegel, Fliesen und Keramik</b>														
17 01 01	Beton	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	weitere Metalle (Mittelwerte)													
		Antimon		Kobalt		Mangan		Molybdän		Niob		Vanadium		Wolfram	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
17 01 02	Ziegel	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
17 01 03	Fliesen, Ziegel, Keramik	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
17 01 06*	Gemische aus oder getrennte Fraktionen von Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
17 01 07	Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 01 06 fallen	< 1.000		< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
<b>17 02</b>	<b>Holz, Glas Kunststoff</b>														
17 02 02	Glas	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
17 02 04*	Glas, Kunststoff und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind	< 1.000		< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
<b>17 03</b>	<b>Bitumengemische, Kohlenteer und teerhaltige Produkte</b>														
17 03 01*	Kohlenteerhaltige Bitumengemische	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
17 03 02	Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
17 03 03*	Kohlenteer und teerhaltige Produkte	< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		< 1.000		k.A.	
<b>17 04</b>	<b>Metalle (einschließlich Legierungen)</b>														
17 04 09*	Metallabfälle, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind	< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>17 05</b>	<b>Boden (einschließlich Aushub von verunreinigten Standorten), Steine und Baggergut</b>														
17 05 03*	Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
17 05 04	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen	< 1.000		< 1.000		< 1.000		< 1.000		< 100		< 1.000		< 1.000	
17 05 05*	Baggergut, das gefährliche Stoffe enthält	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
17 05 06	Baggergut mit Ausnahme desjenigen, das unter 17 05 05 fällt	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	weitere Metalle (Mittelwerte)													
		Antimon		Kobalt		Mangan		Molybdän		Niob		Vanadium		Wolfram	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
17 05 07*	Gleisschotter, der gefährliche Stoffe enthält	k.A.		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
17 05 08	Gleisschotter mit Ausnahme desjenigen, der unter 17 05 07 fällt	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>17 08</b>	<b>Baustoffe auf Gipsbasis</b>														
17 08 01*	Baustoffe auf Gipsbasis, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
17 08 02	Baustoffe auf Gipsbasis mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 08 01 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>17 09</b>	<b>Sonstige Bau- und Abbruchabfälle</b>														
17 09 03*	Sonstige Bau- und Abbruchabfälle (einschließlich gemischte Abfälle), die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
17 09 04	gemischte Bau- und Abbruchabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 09 01*, 17 09 02* und 17 09 03* fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>19</b>	<b>Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke</b>														
<b>19 01</b>	<b>Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen</b>														
19 01 05*	Filterkuchen aus der Abgasbehandlung	< 1.000		< 1.000		1.081	23	< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
19 01 06*	wässrige flüssige Abfälle aus der Abgasbehandlung und andere wässrige flüssige Abfälle	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		< 1.000		k.A.	
19 01 07*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung	< 1.000		< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
19 01 11*	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
19 01 12	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen	< 1.000		< 1.000		1.042	99	< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
19 01 13*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	< 1.000		< 1.000		1.253	41	< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	weitere Metalle (Mittelwerte)													
		Antimon		Kobalt		Mangan		Molybdän		Niob		Vanadium		Wolfram	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
19 01 14	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 19 01 13 fällt	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
19 01 15*	Kesselstaub, der gefährliche Stoffe enthält	< 1.000		< 1.000		1.020	16	< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
19 01 17*	Pyrolyseabfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		< 1.000		k.A.	
19 01 18	Pyrolyseabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 17 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
19 01 19	Sande aus der Wirbelschichtfeuerung	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>19 02</b>	<b>Abfälle aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen (einschließlich Dechromatisierung, Cyanidentfernung, Neutralisation)</b>														
19 02 03	vorgemischte Abfälle, die ausschließlich aus nicht gefährlichen Abfällen bestehen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
19 02 04*	vorgemischte Abfälle, die wenigstens einen gefährlichen Abfall enthalten	2.260	37	< 1.000		2.003	18	< 1.000		< 100		< 1.000		< 1.000	
19 02 05*	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		< 1.000		7.324	101	< 1.000		k.A.		< 1.000		< 1.000	
19 02 06	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 02 05 fallen	1.074	5	< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		51.600	1	k.A.	
19 02 11*	sonstige Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	k.A.		< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		< 1.000		k.A.	
<b>19 03</b>	<b>Stabilisierte und verfestigte Abfälle</b>														
19 03 04*	als gefährlich eingestufte teilweise stabilisierte Abfälle	< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		< 1.000		k.A.	
19 03 05	stabilisierte Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 03 04 fallen	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
19 03 06*	als gefährlich eingestufte verfestigte Abfälle	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
19 03 07	verfestigte Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 03 06 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>19 08</b>	<b>Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen a. n. g.</b>														

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	weitere Metalle (Mittelwerte)													
		Antimon		Kobalt		Mangan		Molybdän		Niob		Vanadium		Wolfram	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
19 08 02	Sandfangrückstände	k.A.		< 1.000	2	< 1.000	3	< 1.000	2	k.A.		< 1.000	2	k.A.	
19 08 05	Schlämme aus der Behandlung von kommunalem Abwasser	< 1.000	289	< 1.000	288	< 1.000	318	< 1.000	278	k.A.		< 1.000	292	k.A.	
19 08 13*	Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten	< 1.000		20.608	29	1.904	18	< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
19 08 14	Schlämme aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 08 13 fallen	< 1.000		< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
<b>19 09</b>	<b>Abfälle aus der Zubereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch oder industriellem Brauchwasser</b>														
19 09 02	Schlämme aus der Wasserklärung	< 1.000		< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		< 1.000		k.A.	
<b>19 10</b>	<b>Abfälle aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen</b>														
19 10 04	Schredderleichtfraktion und Staub mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 03 fallen	< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>19 12</b>	<b>Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z. B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g.</b>														
19 12 05	Glas	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
19 12 09	Mineralien (z. B. Sand, Steine)	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
19 12 09 05	Erzeugnisse für sonstige Verwendung (z. B. Deponiebau, Sportplatzbau, Lärmschutzwände)	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
19 12 11*	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		< 1.000		k.A.		< 1.000		< 100		< 1.000		< 1.000	
19 12 12	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 12 11* fallen	< 1.000	9	< 1.000	7	2.671	7	< 1.000	5	k.A.		< 1.000	5	k.A.	
<b>19 13</b>	<b>Abfälle aus der Sanierung von Boden und Grundwasser</b>														

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	weitere Metalle (Mittelwerte)													
		Antimon		Kobalt		Mangan		Molybdän		Niob		Vanadium		Wolfram	
		mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N	mg/kg	N
19 13 01*	Feste Abfälle aus der Sanierung von Boden, die gefährliche Stoffe enthalten	< 1.000		< 1.000		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
19 13 02	Feste Abfälle aus der Sanierung von Boden mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 13 01 fallen	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
19 13 03*	Schlämme aus der Sanierung von Boden, die gefährliche Stoffe enthalten	k.A.		< 1.000		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>20</b>	<b>Siedlungsabfälle (Haushaltsabfälle, und ähnliche gewerbliche Abfälle sowie Abfälle aus Einrichtungen), einschließlich getrennt gesammelter Fraktionen</b>														
<b>20 02</b>	<b>Garten- und Parkabfälle (einschließlich Friedhofsabfälle)</b>														
20 02 02	Boden und Steine	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
<b>20 03</b>	<b>Andere Siedlungsabfälle</b>														
20 03 03	Straßenkehrschutt	< 1.000	2	< 1.000	1	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
20 03 06	Abfälle aus der Kanalreinigung	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	

## **16 Anhang 4: Frachten der geregelten und der weiteren ausgewählten Metalle in den ausgewählten Abfällen je Jahr**

Tabelle 4.1: Frachten der geregelten und der weiteren ausgewählten Metalle in den ausgewählten Abfällen je Jahr (Die größere jährliche Abfallmenge aus 2010 bzw. 2011, die in einem Jahr verloren gehen)

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	Größte Masse* <sup>1</sup> [Mg]	Damit verlorene Massen in einem Jahr [Mg]													
			Pb	Cu	Ni	Fe	Cr	Zn	Sn	Sb	Co	Mn	Mo	Nb	V	W
<b>6</b>	<b>Abfälle aus anorganisch-chemischen Prozessen</b>															
<b>06 03</b>	<b>Abfälle aus HZVA von Salzen, Salzlösungen und Metalloxiden</b>															
06 03 13*	festen Salze und Lösungen, die Schwermetalle enthalten	1.900		25,5	38,2	94,4		50,9	65,9							
06 03 15*	Metalloxide, die Schwermetalle enthalten	5.900		38,0	545,5	1.079,1	345,4	139,0		7,1	55,1	25,5	135,1		8,9	1.260,2
06 03 16	Metalloxide, mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 15* fallen	53.400														
<b>06 04</b>	<b>Metallhaltige Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 fallen</b>															
06 04 05*	Abfälle, die andere Schwermetalle enthalten	26.600	851,3	164,5	551,6	4.641,9		402,4				844,0				39,9
<b>06 05</b>	<b>Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung</b>															
06 05 02*	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	30.200		480,0	137,1	3.083,4		568,0				40,5				
06 05 03	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 05 02 fallen	67.400			829,1			1.471,1								
<b>10</b>	<b>Abfälle aus thermischen Prozessen</b>															
<b>10 01</b>	<b>Abfälle aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsprozessen (außer 19)</b>															
10 01 01	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub mit Ausnahme von Kesselstaub der unter 10 01 04 (Ölfeuerung) fällt	4.495.500										16.624,4				

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	Größte Masse* <sup>1</sup> [Mg]	Damit verlorene Massen in einem Jahr [Mg]													
			Pb	Cu	Ni	Fe	Cr	Zn	Sn	Sb	Co	Mn	Mo	Nb	V	W
10 01 15	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub aus der Abfallmitverbrennung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 14 fallen	138.900										2.986,4				
10 01 16*	Filterstäube aus der Abfallmitverbrennung, die gefährliche Stoffe enthalten	16.800										87,6				
10 01 18*	Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	10.000			28,3										288,3	
<b>10 02</b>	<b>Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie</b>															
10 02 02	unbearbeitete Schlacke	842.400		8.108,1		131.574,5		26.942,5				12.569,5				
10 02 07*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	20.200	283,1	28,6	73,6	4.029,3		2.187,5				454,2				
10 02 08	Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 07 fallen	157.400		181,6	459,0	79.905,2		9.222,2				948,2				
10 02 13*	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	130.200	1.446,8			27.927,9		24.174,6	147,4			958,3				
10 02 14	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 13 fallen	129.600						2.516,6								
<b>10 04</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Bleimetallurgie</b>															
10 04 01*	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)	64.900	1.851,1	569,0				1.794,7								
<b>10 05</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Zinkmetallurgie</b>															

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	Größte Masse* <sup>1</sup> [Mg]	Damit verlorene Massen in einem Jahr [Mg]													
			Pb	Cu	Ni	Fe	Cr	Zn	Sn	Sb	Co	Mn	Mo	Nb	V	W
10 05 01	Schlacken (Erst- und Zweit-schmelze)	117.300		352,3					3.333,8			547,8				
<b>10 06</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Kupfermetallurgie</b>															
10 06 01	Schlacken (Erst- und Zweit-schmelze)	700		3,7					18,5							
10 06 06*	feste Abfälle aus der Abgasbe-handlung	2.600														
<b>10 08</b>	<b>Abfälle aus sonstiger thermischer Nichteisenmetallurgie</b>															
10 08 04	Teilchen und Staub	1.300							22,5							
10 08 15*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	500		47,0	17,6			12,3	6,7	15,1	4,9	15,4		0,8		
<b>10 09</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Eisen und Stahl</b>															
10 09 06	Gießformen und -sande vor dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 09 05 fallen	96.800		1.839,6		5.517,6										
10 09 09*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	1.100	15,0	2,6					53,5							
10 09 10	Filterstaub mit Ausnahme desjeni-gen, der unter 10 09 09 fällt	31.200							3.925,5							
<b>10 10</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Nichteisenmetallen</b>															
10 10 03	Ofenschlacke	28.100														
<b>10 11</b>	<b>Abfälle aus der Herstellung von Glas und Glaserzeugnissen</b>															
10 11 11*	Glasabfall in kleinen Teilchen und Glasstaub, die Schwermetalle ent-halten (z. B. Elektronenstrahlröh-ren)	2.400	99,4						39,2							

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	Größte Masse* <sup>1</sup> [Mg]	Damit verlorene Massen in einem Jahr [Mg]												
			Pb	Cu	Ni	Fe	Cr	Zn	Sn	Sb	Co	Mn	Mo	Nb	V
<b>10 12</b>	<b>Abfälle aus der Herstellung von Keramikerzeugnissen und keramischen Baustoffen wie Ziegeln, Fliesen, Steinzeug</b>														
10 12 11*	Glasur-Abfälle, die Schwermetalle enthalten	200	17,9		0,9			4,5							
<b>11</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen; Nichteisen-Hydrometallurgie</b>														
<b>11 01</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen (z. B. Galvanik, Verzinkung, Beizen, Ätzen, Phosphatieren, alkalisches Entfetten und Anodisieren)</b>														
11 01 08*	Phosphatierschlämme	800			2,9	123,3		49,8				7,6			
11 01 09*	Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten	20.200		819,1	726,0	1.188,2	553,3	1.088,3	397,5			28,9			
<b>11 02</b>	<b>Abfälle aus Prozessen der Nichteisen-Hydrometallurgie</b>														
11 02 02*	Schlämme aus der Zink-Hydrometallurgie (einschließlich Jarosit, Goethit)	86.700		366,3		11.149,6		4.020,5				381,5			
<b>12</b>	<b>Abfälle aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen</b>														
<b>12 01</b>	<b>Abfälle aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen</b>														
12 01 04	NE-Metallstaub und -teilchen	500			90,8						1,0				5,1
12 01 14*	Bearbeitungsschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten	1.900		344,6	35,9	252,9	29,0	41,7	188,1		4,6	2,5			
12 01 15	Bearbeitungsschlämme mit Ausnahme derjenigen, die unter 12 01 14 fallen	800				639,2									
12 01 16*	Strahlmittelabfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	17.200				2.203,1							112,1		
<b>16</b>	<b>Abfälle, die nicht anderswo im Verzeichnis aufgeführt sind</b>														
<b>16 08</b>	<b>Gebrauchte Katalysatoren</b>														

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	Größte Masse* <sup>1</sup> [Mg]	Damit verlorene Massen in einem Jahr													
			[Mg]													
			Pb	Cu	Ni	Fe	Cr	Zn	Sn	Sb	Co	Mn	Mo	Nb	V	W
16 08 02*	gebrauchte Katalysatoren, die gefährliche Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten	400		9,5	82,0			7,4			11,0	1,9	5,3		7,9	0,4
16 08 03	gebrauchte Katalysatoren, die Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten, a. n. g.	1.100		7,7	4,01										5,1	
16 08 07*	gebrauchte Katalysatoren, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind	400			12,1						12,0					
<b>16 11</b>	<b>Gebrauchte Auskleidungen und feuerfeste Materialien</b>															
16 11 03*	andere Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus metallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten	3.300		38,4					5,6							
16 11 05*	Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus nichtmetallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten	16.500				819,1				39,4		47,8				
<b>19</b>	<b>Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke</b>															
<b>19 01</b>	<b>Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen</b>															
19 01 05*	Filterkuchen aus der Abgasbehandlung	39.200						502,2				42,4				
19 01 11*	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken, die gefährliche Stoffe enthalten	487.600		1.446,2				4.835,0								

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	Größte Masse* <sup>1</sup> [Mg]	Damit verlorene Massen in einem Jahr [Mg]													
			Pb	Cu	Ni	Fe	Cr	Zn	Sn	Sb	Co	Mn	Mo	Nb	V	W
19 01 12	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen	3.367.300		20.250,9		153.555,6						3.508,7				
19 01 13*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	372.600		563,0					7.444,6			466,9				
19 01 15*	Kesselstaub, der gefährliche Stoffe enthält	59.600							858,5			60,8				
<b>19 02</b>	<b>Abfälle aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen (einschließlich Dechromatisierung, Cyanidentfernung, Neutralisation)</b>															
19 02 04*	vorgemischte Abfälle, die wenigstens einen gefährlichen Abfall enthalten	373.000		502,8					3.521,5		843,0	747,1				
19 02 05*	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	290.600		4.593,5	2.641,0	26.292,0			10.282,0			2.128,4				
19 02 06	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 02 05 fallen	42.800		55,1	163,4			2.643,5	1.930,8		46,0				2.208,5	
19 02 11*	sonstige Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	19.600		1.666,8					981,9							
<b>19 03</b>	<b>Stabilisierte und verfestigte Abfälle</b>															
19 03 05	stabilisierte Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 03 04 fallen	632.100		941,2					8.379,8							
19 03 06*	als gefährlich eingestufte verfestigte Abfälle	165.900	2.116,2						3.741,7							

AWV-Nr.	Abfallbezeichnung	Größte Masse* <sup>1</sup> [Mg]	Damit verlorene Massen in einem Jahr [Mg]													
			Pb	Cu	Ni	Fe	Cr	Zn	Sn	Sb	Co	Mn	Mo	Nb	V	W
19 03 07	verfestigte Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 03 06 fallen	532.300		755,3												
<b>19 08</b>	<b>Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen a. n. g.</b>															
19 08 02	Sandfangrückstände	24.500														
19 08 13*	Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten	213.700		550,5	1.123,0	13.720,0					4.403,9	406,9				
19 08 14	Schlämme aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 08 13 fallen	32.200		189,5		3.145,6				92,4						
<b>19 10</b>	<b>Abfälle aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen</b>															
19 10 04	Schredderleichtfraktion und Staub mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 03 fallen	23.200		422,5					559,3							
<b>19 12</b>	<b>Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z. B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g.</b>															
19 12 11*	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten	169.000		175,4					4.396,5							
19 12 12	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 12 11* fallen	416.700		2.904,8					4.765,0			1.113,0				

\*1: Größte Masse = größte Masse die in einem Jahr (2010 oder 2011) versetzt, auf Deponien verbracht und im Deponiebau verwendet wurde.



## **17 Anhang 5: Begleitschreiben für den Versand der Fragebögen**



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Postfach 12 06 29, 53048 Bonn

An  
Verteiler

TEL +49 22899 305-2580

FAX +49 22899 305-2398

karl.biedermann@bmu.bund.de

www.bmu.de

**UFO-Plan Projekt "Metallrückgewinnung aus Abfällen"**  
Besprechung im Bundesumweltministerium, Berlin, am 05.12.2013

Aktenzeichen: WA II 5 - 46043/81

Bonn, 11.11.2013

Sehr geehrte Damen und Herren,

das Bundesumweltministerium lässt derzeit in mehreren Projekten die Möglichkeiten zu einer effizienten Nutzung von Rohstoffen erforschen. Ein Schwerpunkt liegt dabei auch auf der Steigerung der Bereitstellung sekundärer Rohstoffe aus dem Recycling.

In diesem Zusammenhang hat das Bundesumweltministerium zusammen mit dem Umweltbundesamt das Öko-Institut e.V. und das Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik der TU Clausthal (IFAD) mit dem Projekt „Überprüfung der Grenzwerte von Metallen in Abfällen, bei deren Überschreitung eine Verwertung mit Metallrückgewinnung der einfachen Abfallverwertung im Versatz oder auf Deponien vorgeht“ (Kurztitel „Metallrückgewinnung aus Abfällen“) beauftragt. Darin soll geprüft werden, ob der aktuelle Stand der Technik zur Gewinnung von Metallen aus Abfällen, die im Bergversatz oder auf Deponien entsorgt werden, sich in den Konzentrationsgrenzwerten der Anlage 1 der Versatzverordnung noch richtig widerspiegelt. Zusätzlich soll nunmehr auch eine entsprechende Prüfung der in Rede stehenden Grenzwerte für Abfälle erfolgen, die auf Depo-

Zustell- und Lieferadresse: Robert-Schuman-Platz 3, Zufahrt über Heinrich-von-Stephan-Straße, 53175 Bonn  
Verkehrsbindung: Haltestelle Robert-Schuman-Platz, Stadtbahnlinien 66 und 68





Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

Seite 2

nien beseitigt werden. Dabei sollen insgesamt auch die Erfahrungen und Erkenntnisse aus der Praxis und die aktuellen Marktverhältnisse berücksichtigt werden.

Ich bitte Sie, das Öko-Institut und die TU Clausthal bei diesem Projekt zu unterstützen. Sie können das Projekt insbesondere dadurch unterstützen, dass Sie Ihre Praxiskenntnisse im Projektbegleitkreis oder in Gesprächen mit den Auftragnehmern einbringen und Daten zu den Metallgehalten der Abfälle, z.B. aus Deklarationsanalysen, zur Verfügung stellen.

Ich bedanke mich bei Ihnen vorab für die Unterstützung des Projekts und freue mich auf interessante Diskussionen im Projektbegleitkreis.

Mit freundlichen Grüßen

Im Auftrag

Dr. Karl Biedermann



Thema: Fragen an Betreiber von Deponien und Versatzbergwerken

Datum: 06.02.2014

## **18 Anhang 6: Fragebögen**

## 18.1 Fragebogen für Betreiber von Deponien und Versatzbergwerken

### Überprüfung der Grenzwerte von Metallen in Abfällen, bei deren Überschreitung eine Verwertung mit Metallrückgewinnung der einfachen Abfallverwertung im Versatz oder auf Deponien vorgeht

#### F&E Projekt (FKZ 3713 33 333) im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA)

Das Öko-Institut e.V. und das Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik der TU Clausthal (IFAD) bearbeiten im Auftrag des Umweltbundesamtes das Projekt „Überprüfung der Grenzwerte von Metallen in Abfällen, bei deren Überschreitung eine Verwertung mit Metallrückgewinnung der einfachen Abfallverwertung im Versatz oder auf Deponien vorgeht“ (Kurztitel „Metallrückgewinnung aus Abfällen“). Projektstart war im Oktober 2013. (Sehen Sie hierzu auch beiliegendes Anschreiben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.)

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Klärung folgender Fragen:

- Sind die Grenzwerte für die **geregelten Metallgehalte** in der Versatzverordnung dem Stand der Aufbereitungstechnik anzupassen? Dabei sind die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen und konkrete Vorschläge für die festzusetzenden Werte zu erarbeiten.
- Sollen für **weitere Metalle** Grenzwerte eingeführt werden, und wenn ja, in welcher Höhe und für welche Metalle?
- Sollen für die Verwertung von Abfällen auf Deponien weiterhin die gleichen Grenzwerte gelten wie für die Verwertung als Versatzmaterial, und wenn nein, welche abweichenden Grenzwerte sollten für Deponien eingeführt werden?
- Welche der in Rede stehenden Grenzwerte sollten in welcher Höhe für die Beseitigung von Abfällen auf Deponien festgelegt werden?

Aufbauend auf die vorhandenen Informationen und dem Zwischenbericht werden mit strategisch ausgewählten Akteuren qualitative Experteninterviews anhand eines Fragebogens durchgeführt. Diese Interviews haben zum Ziel, die Situation der ausgewählten Abfallarten vertiefend zu analysieren und mit bestehenden Informationen abzugleichen.

Das Interview führen wir per Telefonat. Falls dieses nicht stattfinden kann, wären wir Ihnen sehr dankbar, wenn Sie den Fragebogen bis zum 21. Februar 2014 an [p.kueppers@oeko.de](mailto:p.kueppers@oeko.de) oder [m.blepp@oeko.de](mailto:m.blepp@oeko.de) zurücksenden könnten.

Falls Sie noch Fragen haben, wenden Sie sich bitte an Peter Küppers (Tel. +49 / (0)6151 / 8191-129) oder Markus Blepp (Tel. +49 / (0)761 / 45295-237).

Wenn Sie noch weitere Informationen zu diesem Thema in Form von Berichten, Broschüren, etc. vorliegen haben, würden wir uns freuen, wenn Sie uns diese zusammen mit dem ausgefüllten Fragebogen zukommen lassen könnten.

**Die angegebenen Daten werden ausschließlich im Rahmen des Projekts verwendet und werden vertraulich behandelt. Datenschutz wird zugesichert, ausschließlich aggregierte Daten werden veröffentlicht.**

## 1. Allgemeine Informationen

---

Unternehmen/Organisation: \_\_\_\_\_

---

Branche: \_\_\_\_\_

---

Kontaktperson: \_\_\_\_\_

---

Telefonnummer: \_\_\_\_\_

---

E-Mail: \_\_\_\_\_

---

Kernkompetenz: \_\_\_\_\_

---

In Anlage 1 der gültigen Versatzverordnung sind folgende Grenzwertkonzentrationen für Metalle im Abfall aufgeführt:

Geregelte Metalle	Grenzwertkonzentration (g/kg) im Abfall
Zink	≥ 100
Blei	≥ 100
Kupfer	≥ 10
Zinn	≥ 15
Chrom	≥ 150
Nickel	≥ 25
Eisen	≥ 500

Neben den bereits geregelten Metallen werden zunächst weitere acht Metalle vorgeschlagen, für die eine Festsetzung von Recyclinggrenzwerten im Rahmen dieser Studie untersucht werden soll:

**Antimon, Kobalt, Mangan, Molybdän, Niob, Tantal, Vanadium und Wolfram.**

Im Verlauf der Studie werden daraus die drei bis vier am ehesten zur Festsetzung von Grenzwerten geeigneten Metalle ausgewählt, die im Rahmen von Analysen detaillierter betrachtet werden.

## 2. Auswahl der Abfallarten

Anhand einer ermittelten Auswahl von Abfallarten bitten wir Sie, zu den folgenden Punkten Angaben in unten stehender Tabelle zu machen:

- Welche Abfallarten wurden bei Ihnen versetzt oder auf Deponien verbracht bzw. für den Deponiebau verwendet?
- Wie hoch ist die Menge an Tonnagen oder Trockenmasse in Tonnen (bei Schlämmen)?
- Liegen für die angekreuzten Abfallarten Analysendaten über Metallgehalte vor?
  - Wenn ja, liegen Ihnen diese Analysen auf Datenträger und/oder auf Papier vor?
  - Wie hoch sind die Preise pro Tonne?

Thema: Fragen an Betreiber von Deponien und Versatzbergwerken

Datum: 06.02.2014

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Abfalltyp zutreffend		Menge pro Jahr Tonnen	Analyse von Metallgehalten vorhanden?			Preise pro Tonne Euro	
		Ja	Nein		Ja	DT	P		Nein
<b>6</b>	<b>Abfälle aus anorganisch-chemischen Prozessen</b>								
<b>06 03</b>	<b>Abfälle aus HZVA von Salzen, Salzlösungen und Metalloxiden</b>								
06 03 13*	Feste Salze und Lösungen, die Schwermetalle enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
06 03 15*	Metalloxide, die Schwermetalle enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
06 03 16	Metalloxide, mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 15* fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>06 04</b>	<b>Metallhaltige Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 fallen</b>								
06 04 05*	Abfälle, die andere Schwermetalle enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>06 05</b>	<b>Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung</b>								
06 05 02*	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
06 05 03	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 05 02 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>10</b>	<b>Abfälle aus thermischen Prozessen</b>								
<b>10 01</b>	<b>Abfälle aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsprozessen (außer 19)</b>								
10 01 01	Rost- und Kesselasche, Schlacken und Kesselstaub mit Ausnahme von Kesselstaub, der unter 10 01 04 (Ölfeuerung) fällt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
10 01 15	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub aus der Abfallmitverbrennung m. Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 14 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
10 01 16*	Filterstäube aus der Abfallmitverbrennung, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Abfalltyp zu- treffend		Menge pro Jahr Tonnen	Analyse von Metallgehalten vorhanden? (Ja => auf Datenträger (DT) und/oder auf Papier (P)? Mehrfachnennung möglich)				Preise pro Tonne Euro
		Ja	Nein		Ja	DT	P	Nein	
10 01 18*	Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>10 02</b>	<b>Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie</b>								
10 02 02	Unbearbeitete Schlacke	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
10 02 07*	Feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
10 02 08	Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 07 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
10 02 13*	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
10 02 14	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 13 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>10 04</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Bleimetallurgie</b>								
10 04 01*	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>10 05</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Zinkmetallurgie</b>								
10 05 01	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>10 06</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Kupfermetallurgie</b>								
10 06 01	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
10 06 06*	Feste Abfälle aus der Abgasbehandlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>10 08</b>	<b>Abfälle aus sonstiger thermischer Nichteisenmetallurgie</b>								
10 08 04	Teilchen und Staub	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Abfalltyp zu- treffend		Menge pro Jahr Tonnen	Analyse von Metallgehalten vorhanden? (Ja => auf Datenträger (DT) und/oder auf Papier (P)? Mehrfachnennung möglich)				Preise pro Tonne Euro
		Ja	Nein		Ja	DT	P	Nein	
10 08 15*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>10 09</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Eisen und Stahl</b>								
10 09 06	Gießformen und -sande vor dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 09 05 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
10 09 09*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
10 09 10	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09 fällt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>10 10</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Nichteisenmetallen</b>								
10 10 03	Ofenschlacke	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>10 11</b>	<b>Abfälle aus der Herstellung von Glas und Glaserzeugnissen</b>								
10 11 11*	Glasabfall in kleinen Teilchen und Glasstaub, die Schwermetalle enthalten (z.B. Elektronenstrahlröhren)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>10 12</b>	<b>Abfälle aus der Herstellung von Keramikerzeugnissen und keramischen Baustoffen wie Ziegeln, Fliesen, Steinzeug</b>								
10 12 11*	Glasurabfälle, die Schwermetalle enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>11</b>	<b>Abfälle aus d. chemischen Oberflächenbearbeitung u. Beschichtung v. Metallen u. anderen Werkstoffen; Nichteisen-Hydrometallurgie</b>								
<b>11 01</b>	<b>Abfälle aus d. chemischen Oberflächenbearbeitung u. Beschichtung v. Metallen u. anderen Werkstoffen (z.B. Galvanik, Verzinkung, Beizen, Ätzen, Phosphatieren, alkalisches Entfetten und Anodisieren)</b>								
11 01 08*	Phosphatierschlämme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
11 01 09*	Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>11 02</b>	<b>Abfälle aus Prozessen der Nichteisen-Hydrometallurgie</b>								

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Abfalltyp zutreffend		Menge pro Jahr Tonnen	Analyse von Metallgehalten vorhanden? (Ja => auf Datenträger (DT) und/oder auf Papier (P)? Mehrfachnennung möglich)				Preise pro Tonne Euro
		Ja	Nein		Ja	DT	P	Nein	
11 02 02*	Schlämme aus der Zink-Hydrometallurgie (einschl. Jarosit, Goe-thit)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>12</b>	<b>Abfälle aus Prozessen d. mechan. Formgebung sowie d. physikal. u. mechan. Oberflächenbearbeitung v. Metallen u. Kunststoffen</b>								
<b>12 01</b>	<b>Abfälle aus Prozessen d. mechan. Formgebung sowie d. physikal. u. mechan. Oberflächenbearbeitung v. Metallen u. Kunststoffen</b>								
12 01 04	NE-Metallstaub und -teilchen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
12 01 14*	Bearbeitungsschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
12 01 15	Bearbeitungsschlämme mit Ausnahme derjenigen, die unter 12 01 14 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
12 01 16*	Strahlmittelabfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>16</b>	<b>Abfälle, die nicht anderswo im Verzeichnis aufgeführt sind</b>								
<b>16 08</b>	<b>Gebrauchte Katalysatoren</b>								
16 08 02*	Gebrauchte Katalysatoren, die gefährliche Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
16 08 03	Gebrauchte Katalysatoren, die Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten, a. n. g.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
16 08 07*	Gebrauchte Katalysatoren, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>16 11</b>	<b>Gebrauchte Auskleidungen und feuerfeste Materialien</b>								
16 11 03*	Andere Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus metallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Abfalltyp zutreffend		Menge pro Jahr Tonnen	Analyse von Metallgehalten vorhanden? (Ja => auf Datenträger (DT) und/oder auf Papier (P)? Mehrfachnennung möglich)				Preise pro Tonne Euro
		Ja	Nein		Ja	DT	P	Nein	
16 11 05*	Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus nicht-metallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>19</b>	<b>Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke</b>								
<b>19 01</b>	<b>Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen</b>								
19 01 05*	Filterkuchen aus der Abgasbehandlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
19 01 11*	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
19 01 12	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
19 01 13*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
19 01 15*	Kesselstaub, der gefährliche Stoffe enthält	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>19 02</b>	<b>Abfälle aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen (einschl. Dechromatisierung, Cyanidentfernung, Neutralisation)</b>								
19 02 04*	Vorgemischte Abfälle, die wenigstens einen gefährlichen Abfall enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
19 02 05*	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
19 02 06	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 02 05 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
19 02 11*	Sonstige Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>19 03</b>	<b>Stabilisierte und verfestigte Abfälle</b>								

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Abfalltyp zutreffend		Menge pro Jahr Tonnen	Analyse von Metallgehalten vorhanden? (Ja => auf Datenträger (DT) und/oder auf Papier (P)? Mehrfachnennung möglich)				Preise pro Tonne Euro
		Ja	Nein		Ja	DT	P	Nein	
19 03 05	Stabilisierte Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 03 04 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
19 03 06*	Als gefährlich eingestufte verfestigte Abfälle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
19 03 07	Verfestigte Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 03 06 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>19 08</b>	<b>Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen a. n. g.</b>								
19 08 13*	Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
19 08 14	Schlämme aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 08 13 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>19 10</b>	<b>Abfälle aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen</b>								
19 10 04	Schredderleichtfraktion und Staub mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 03 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
<b>19 12</b>	<b>Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z.B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g.</b>								
19 12 11*	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
19 12 12	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 12 11 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Thema: Fragen an Betreiber von Deponien und Versatzbergwerken

Datum: 06.02.2014

### 3. Weitere Fragen

„Gibt es zu einzelnen Abfallarten bereits statistische Auswertungen?“

\_\_\_\_\_

„Wird die Einhaltung der Metallgrenzwerte vor Einsatz im Versatz oder im Deponiebau von Behörden kontrolliert? Wenn ja, wie oft?“

\_\_\_\_\_

„Wurden von Behördenseite in der Vergangenheit schon einmal Abfälle zum Versatz oder Deponiebau nicht zugelassen, weil die Metallgrenzwerte überschritten waren?“

\_\_\_\_\_

„Wurden von ihnen in der Vergangenheit schon einmal Abfälle nicht angenommen oder zurückgewiesen, weil die Metallgrenzwerte überschritten waren?“

\_\_\_\_\_

Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung!

Markus Blepp, Peter Küppers

## 18.2 Fragebogen für die Länder

### Überprüfung der Grenzwerte von Metallen in Abfällen, bei deren Überschreitung eine Verwertung mit Metallrückgewinnung der einfachen Abfallverwertung im Versatz oder auf Deponien vorgeht

#### F&E Projekt (FKZ 3713 33 333) im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA)

Das Öko-Institut e.V. und das Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik der TU Clausthal (IFAD) bearbeiten im Auftrag des Umweltbundesamtes das Projekt „Überprüfung der Grenzwerte von Metallen in Abfällen, bei deren Überschreitung eine Verwertung mit Metallrückgewinnung der einfachen Abfallverwertung im Versatz oder auf Deponien vorgeht“ (Kurztitel „Metallrückgewinnung aus Abfällen“). Projektstart war im Oktober 2013. (Sehen Sie hierzu auch beiliegendes Anschreiben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.)

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Klärung folgender Fragen:

- Sind die Grenzwerte für die **geregelten Metallgehalte** in der Versatzverordnung dem Stand der Aufbereitungstechnik anzupassen? Dabei sind die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen und konkrete Vorschläge für die festzusetzenden Werte zu erarbeiten.
- Sollen für **weitere Metalle** Grenzwerte eingeführt werden, und wenn ja, in welcher Höhe und für welche Metalle?
- Sollen für die Verwertung von Abfällen auf Deponien weiterhin die gleichen Grenzwerte gelten wie für die Verwertung als Versatzmaterial, und wenn nein, welche abweichenden Grenzwerte sollten für Deponien eingeführt werden?
- Welche der in Rede stehenden Grenzwerte sollten in welcher Höhe für die Beseitigung von Abfällen auf Deponien festgelegt werden?

Aufbauend auf die vorhandenen Informationen und dem Zwischenbericht werden mit strategisch ausgewählten Akteuren qualitative Experteninterviews anhand eines Fragebogens durchgeführt. Diese Interviews haben zum Ziel, die Situation der ausgewählten Abfallarten vertiefend zu analysieren und mit bestehenden Informationen abzugleichen.

Das Interview führen wir per Telefonat. Falls dieses nicht stattfinden kann, wären wir Ihnen sehr dankbar, wenn Sie den Fragebogen bis zum 21. Februar 2014 an [p.kueppers@oeko.de](mailto:p.kueppers@oeko.de) oder [m.blepp@oeko.de](mailto:m.blepp@oeko.de) zurücksenden könnten.

Falls Sie noch Fragen haben, wenden Sie sich bitte an Peter Küppers (Tel. +49 / (0)6151 / 8191-129) oder Markus Blepp (Tel. +49 / (0)761 / 45295-237).

Wenn Sie noch weitere Informationen zu diesem Thema in Form von Berichten, Broschüren, etc. vorliegen haben, würden wir uns freuen, wenn Sie uns diese zusammen mit dem ausgefüllten Fragebogen zukommen lassen könnten.

**Die angegebenen Daten werden ausschließlich im Rahmen des Projekts verwendet und werden vertraulich behandelt. Datenschutz wird zugesichert, ausschließlich aggregierte Daten werden veröffentlicht.**

Thema: Fragen an Länderbehörden  
 Datum: 06.02.2014

#### 4. Allgemeine Informationen

---

Behörde/Organisation: \_\_\_\_\_

---

Abteilung: \_\_\_\_\_

---

Kontaktperson: \_\_\_\_\_

---

Telefonnummer: \_\_\_\_\_

---

E-Mail: \_\_\_\_\_

---

Kernkompetenz: \_\_\_\_\_

---

In Anlage 1 der gültigen Versatzverordnung sind folgende Grenzwertkonzentrationen für Metalle im Abfall aufgeführt:

Geregelte Metalle	Grenzwertkonzentration (g/kg) im Abfall
Zink	≥ 100
Blei	≥ 100
Kupfer	≥ 10
Zinn	≥ 15
Chrom	≥ 150
Nickel	≥ 25
Eisen	≥ 500

Neben den bereits geregelten Metallen werden zunächst weitere acht Metalle vorgeschlagen, für die eine Festsetzung von Recyclinggrenzwerten im Rahmen dieser Studie untersucht werden soll:

**Antimon, Kobalt, Mangan, Molybdän, Niob, Tantal, Vanadium und Wolfram.**

Im Verlauf der Studie werden daraus die drei bis vier am ehesten zur Festsetzung von Grenzwerten geeigneten Metalle ausgewählt, die im Rahmen von Analysen detaillierter betrachtet werden.

#### 5. Auswahl der Abfallarten

Anhand einer ermittelten Auswahl von Abfallarten bitten wir Sie, zu den folgenden Punkten Angaben in unten stehender Tabelle zu machen:

- Für welche Abfallarten liegen Ihnen statistische Daten vor?
- Liegen Ihnen Analysedaten von den unten genannten Abfallarten vor?
  - Wenn ja, liegen Ihnen diese Analysen auf Datenträger und/oder auf Papier vor?

Thema: Fragen an Länderbehörden

Datum: 06.02.2014

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Abfalltyp zutreffend?		Analyse von Metallgehalten vorhanden? (Ja => auf Datenträger (DT) und/oder auf Papier (P)? Mehrfachnennung möglich)			
		Ja	Nein	Ja	DT	P	Nein
<b>6</b>	<b>Abfälle aus anorganisch-chemischen Prozessen</b>						
<b>06 03</b>	<b>Abfälle aus HZVA von Salzen, Salzlösungen und Metalloxiden</b>						
06 03 13*	Feste Salze und Lösungen, die Schwermetalle enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06 03 15*	Metalloxide, die Schwermetalle enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06 03 16	Metalloxide, mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 15* fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>06 04</b>	<b>Metallhaltige Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 fallen</b>						
06 04 05*	Abfälle, die andere Schwermetalle enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>06 05</b>	<b>Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung</b>						
06 05 02*	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06 05 03	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 05 02 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>10</b>	<b>Abfälle aus thermischen Prozessen</b>						
<b>10 01</b>	<b>Abfälle aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsprozessen (außer 19)</b>						
10 01 01	Rost- und Kesselasche, Schlacken und Kesselstaub mit Ausnahme von Kesselstaub, der unter 10 01 04 (Ölfeuerung) fällt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 01 15	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub aus der Abfallmitverbrennung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 14 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 01 16*	Filterstäube aus der Abfallmitverbrennung, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 01 18*	Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Abfalltyp zutreffend?		Analyse von Metallgehalten vorhanden? (Ja => auf Datenträger (DT) und/oder auf Papier (P)? Mehrfachnennung möglich)			
		Ja	Nein	Ja	DT	P	Nein
<b>10 02</b>	<b>Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie</b>						
10 02 02	Unbearbeitete Schlacke	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 02 07*	Feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 02 08	Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 07 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 02 13*	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 02 14	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 13 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>10 04</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Bleimetallurgie</b>						
10 04 01*	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>10 05</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Zinkmetallurgie</b>						
10 05 01	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>10 06</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Kupfermetallurgie</b>						
10 06 01	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 06 06*	Feste Abfälle aus der Abgasbehandlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>10 08</b>	<b>Abfälle aus sonstiger thermischer Nichteisenmetallurgie</b>						
10 08 04	Teilchen und Staub	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 08 15*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Thema: Fragen an Länderbehörden

Datum: 06.02.2014

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Abfalltyp zutreffend?		Analyse von Metallgehalten vorhanden? (Ja => auf Datenträger (DT) und/oder auf Papier (P)? Mehrfachnennung möglich)			
		Ja	Nein	Ja	DT	P	Nein
<b>10 09</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Eisen und Stahl</b>						
10 09 06	Gießformen und -sande vor dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 09 05 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 09 09*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 09 10	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09 fällt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>10 10</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Nichteisenmetallen</b>						
10 10 03	Ofenschlacke	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>10 11</b>	<b>Abfälle aus der Herstellung von Glas und Glaserzeugnissen</b>						
10 11 11*	Glasabfall in kleinen Teilchen und Glasstaub, die Schwermetalle enthalten (z.B. Elektronenstrahlröhren)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>10 12</b>	<b>Abfälle aus der Herstellung von Keramikerzeugnissen und keramischen Baustoffen wie Ziegeln, Fliesen, Steinzeug</b>						
10 12 11*	Glasurabfälle, die Schwermetalle enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>11</b>	<b>Abfälle aus d. chemischen Oberflächenbearbeitung u. Beschichtung v. Metallen u. anderen Werkstoffen; Nichteisen-Hydrometallurgie</b>						
<b>11 01</b>	<b>Abfälle aus d. chemischen Oberflächenbearbeitung u. Beschichtung v. Metallen u. anderen Werkstoffen (z.B. Galvanik, Verzinkung, Beizen, Ätzen, Phosphatieren, alkalisches Entfetten und Anodisieren)</b>						
11 01 08*	Phosphatierschlämme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11 01 09*	Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>11 02</b>	<b>Abfälle aus Prozessen der Nichteisen-Hydrometallurgie</b>						
11 02 02*	Schlämme aus der Zink-Hydrometallurgie (einschl. Jarosit, Goethit)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Thema: Fragen an Länderbehörden

Datum: 06.02.2014

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Abfalltyp zutreffend?		Analyse von Metallgehalten vorhanden? (Ja => auf Datenträger (DT) und/oder auf Papier (P)? Mehrfachnennung möglich)			
		Ja	Nein	Ja	DT	P	Nein
<b>12</b>	<b>Abfälle aus Prozessen d. mechan. Formgebung sowie d. physikal. u. mechan. Oberflächenbearbeitung v. Metallen u. Kunststoffen</b>						
<b>12 01</b>	<b>Abfälle aus Prozessen d. mechan. Formgebung sowie d. physikal. u. mechan. Oberflächenbearbeitung v. Metallen u. Kunststoffen</b>						
12 01 04	NE-Metallstaub und -teilchen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12 01 14*	Bearbeitungsschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12 01 15	Bearbeitungsschlämme mit Ausnahme derjenigen, die unter 12 01 14 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12 01 16*	Strahlmittelabfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>16</b>	<b>Abfälle, die nicht anderswo im Verzeichnis aufgeführt sind</b>						
<b>16 08</b>	<b>Gebrauchte Katalysatoren</b>						
16 08 02*	Gebrauchte Katalysatoren, die gefährliche Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16 08 03	Gebrauchte Katalysatoren, die Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten, a. n. g.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16 08 07*	Gebrauchte Katalysatoren, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>16 11</b>	<b>Gebrauchte Auskleidungen und feuerfeste Materialien</b>						
16 11 03*	Andere Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus metallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16 11 05*	Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus nicht-metallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Abfalltyp zutreffend?		Analyse von Metallgehalten vorhanden? (Ja => auf Datenträger (DT) und/oder auf Papier (P)? Mehrfachnennung möglich)			
		Ja	Nein	Ja	DT	P	Nein
<b>19</b>	<b>Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke</b>						
<b>19 01</b>	<b>Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen</b>						
19 01 05*	Filterkuchen aus der Abgasbehandlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19 01 11*	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19 01 12	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19 01 13*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19 01 15*	Kesselstaub, der gefährliche Stoffe enthält	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>19 02</b>	<b>Abfälle aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen (einschl. Dechromatisierung, Cyanidentfernung, Neutralisation)</b>						
19 02 04*	Vorgemischte Abfälle, die wenigstens einen gefährlichen Abfall enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19 02 05*	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19 02 06	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 02 05 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19 02 11*	Sonstige Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>19 03</b>	<b>Stabilisierte und verfestigte Abfälle</b>						
19 03 05	Stabilisierte Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 03 04 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19 03 06*	Als gefährlich eingestufte verfestigte Abfälle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19 03 07	Verfestigte Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 03 06 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Thema: Fragen an Länderbehörden

Datum: 06.02.2014

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Abfalltyp zutreffend?		Analyse von Metallgehalten vorhanden? (Ja => auf Datenträger (DT) und/oder auf Papier (P)? Mehrfachnennung möglich)			
		Ja	Nein	Ja	DT	P	Nein
<b>19 08</b>	<b>Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen a. n. g.</b>						
19 08 13*	Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19 08 14	Schlämme aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 08 13 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>19 10</b>	<b>Abfälle aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen</b>						
19 10 04	Schredderleichtfraktion und Staub mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 03 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>19 12</b>	<b>Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z.B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g.</b>						
19 12 11*	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19 12 12	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 12 11 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Thema: Fragen an Länderbehörden

Datum: 06.02.2014

## 6. Weitere Fragen

„Gibt es zu einzelnen Abfallarten bereits statistische Auswertungen?“

\_\_\_\_\_

„Wird die Einhaltung der Metallgrenzwerte vor Einsatz im Versatz oder im Deponiebau von Behörden kontrolliert? Wenn ja, wie oft?“

\_\_\_\_\_

„Wurden von Behördenseite in der Vergangenheit schon einmal Abfälle zum Versatz oder Deponiebau nicht zugelassen, weil die Metallgrenzwerte überschritten waren? Wenn ja:

„Wurde der Abfall einem Recycler zugewiesen oder wurden dem Abfallbesitzer mögliche Recycler genannt?“

\_\_\_\_\_

„Wurde die Andienung an den Recycler kontrolliert?“

\_\_\_\_\_

„Wurde es dem Abfallbesitzer überlassen, ob er seinen Abfall zum Recycling gibt oder auf einer Deponie entsorgt?“

\_\_\_\_\_

„Liegen auf Behördenseite Erkenntnisse darüber vor, dass Abfallarten/Abfälle aufgrund ihrer sonstigen Inhaltsstoffe oder Eigenschaften beim Recycling Probleme bereiten oder zum Recycling nicht angenommen werden, auch wenn ihr Metallgehalt über dem Grenzwert lag?“

\_\_\_\_\_

„Wenn ja, um welche Inhaltsstoffe oder Eigenschaften handelte es sich?“

\_\_\_\_\_

„Liegen der Behörde Begründungen von Abfallbesitzern für Abfallarten/Abfälle mit Metallgehalten über den Grenzwerten zur Anwendung der Ausnahmeregelung aufgrund der technischen Möglichkeiten und der wirtschaftlichen Zumutbarkeit vor?“

\_\_\_\_\_

Wenn ja, können wir diese bekommen? Wenn nein, welche Gründe wurden im Einzelnen genannt?

\_\_\_\_\_

Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung!

Markus Blepp, Peter Küppers

## 18.3 Fragebogen für Recycler und Aufbereiter

### Überprüfung der Grenzwerte von Metallen in Abfällen, bei deren Überschreitung eine Verwertung mit Metallrückgewinnung der einfachen Abfallverwertung im Versatz oder auf Deponien vorgeht

#### F&E Projekt (FKZ 3713 33 333) im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA)

Das Öko-Institut e.V. und das Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik der TU Clausthal (IFAD) bearbeiten im Auftrag des Umweltbundesamtes das Projekt „Überprüfung der Grenzwerte von Metallen in Abfällen, bei deren Überschreitung eine Verwertung mit Metallrückgewinnung der einfachen Abfallverwertung im Versatz oder auf Deponien vorgeht“ (Kurztitel „Metallrückgewinnung aus Abfällen“). Projektstart war im Oktober 2013. (Sehen Sie hierzu auch beiliegendes Anschreiben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.)

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Klärung folgender Fragen:

- Sind die Grenzwerte für die **geregelten Metallgehalte** in der Versatzverordnung dem Stand der Aufbereitungstechnik anzupassen? Dabei sind die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen und konkrete Vorschläge für die festzusetzenden Werte zu erarbeiten.
- Sollen für **weitere Metalle** Grenzwerte eingeführt werden, und wenn ja, in welcher Höhe und für welche Metalle?
- Sollen für die Verwertung von Abfällen auf Deponien weiterhin die gleichen Grenzwerte gelten wie für die Verwertung als Versatzmaterial, und wenn nein, welche abweichenden Grenzwerte sollten für Deponien eingeführt werden?
- Welche der in Rede stehenden Grenzwerte sollten in welcher Höhe für die Beseitigung von Abfällen auf Deponien festgelegt werden?

Aufbauend auf die vorhandenen Informationen und dem Zwischenbericht werden mit strategisch ausgewählten Akteuren qualitative Experteninterviews anhand eines Fragebogens durchgeführt. Diese Interviews haben zum Ziel, die Situation der ausgewählten Abfallarten vertiefend zu analysieren und mit bestehenden Informationen abzugleichen.

Das Interview führen wir per Telefonat. Falls dieses nicht stattfinden kann wären wir Ihnen sehr dankbar, wenn Sie den Fragebogen bis zum 21. Februar 2014 an [p.kueppers@oeko.de](mailto:p.kueppers@oeko.de) oder [m.blepp@oeko.de](mailto:m.blepp@oeko.de) zurücksenden könnten.

Falls Sie noch Fragen haben, wenden Sie sich bitte an Peter Küppers (Tel. +49 / (0)6151 / 8191-129) oder Markus Blepp (Tel. +49 / (0)761 / 45295 237).

Wenn Sie noch weitere Informationen zu diesem Thema in Form von Berichten, Broschüren, etc. vorliegen haben, würden wir uns freuen, wenn Sie uns diese zusammen mit dem ausgefüllten Fragebogen zukommen lassen könnten.

**Die angegebenen Daten werden ausschließlich im Rahmen des Projekts verwendet und werden vertraulich behandelt. Datenschutz wird zugesichert, ausschließlich aggregierte Daten werden veröffentlicht.**

Thema: Fragen an Recycler/Aufbereiter  
 Datum: 06.02.2014

## 7. Allgemeine Informationen

---

Unternehmen/Organisation: \_\_\_\_\_

---

Branche: \_\_\_\_\_

---

Kontaktperson: \_\_\_\_\_

---

Telefonnummer: \_\_\_\_\_

---

E-Mail: \_\_\_\_\_

---

Kernkompetenz: \_\_\_\_\_

---

In Anlage 1 der gültigen Versatzverordnung sind folgende Grenzwertkonzentrationen für Metalle im Abfall aufgeführt:

Geregelte Metalle	Grenzwertkonzentration (g/kg) im Abfall
Zink	≥ 100
Blei	≥ 100
Kupfer	≥ 10
Zinn	≥ 15
Chrom	≥ 150
Nickel	≥ 25
Eisen	≥ 500

Neben den bereits geregelten Metallen werden zunächst weitere acht Metalle vorgeschlagen, für die eine Festsetzung von Recyclinggrenzwerten im Rahmen dieser Studie untersucht werden soll:

**Antimon, Kobalt, Mangan, Molybdän, Niob, Tantal, Vanadium und Wolfram.**

Im Verlauf der Studie werden daraus die drei bis vier am ehesten zur Festsetzung von Grenzwerten geeigneten Metalle ausgewählt, die im Rahmen von Analysen detaillierter betrachtet werden.

## 8. Auswahl der Abfallarten

Anhand einer ermittelten Auswahl von Abfallarten bitten wir Sie, zu den folgenden Punkten Angaben in unten stehender Tabelle zu machen:

- Welche Abfallarten werden bei Ihnen zum Recycling angenommen?
- Wie hoch ist die Menge an Tonnagen oder Trockenmasse in Tonnen (bei Schlämmen)?
- Liegen für die angekreuzten Abfallarten Analysendaten über Metallgehalte vor?
  - Wenn ja, liegen Ihnen diese Analysen auf Datenträger und/oder auf Papier vor?
- Wie hoch sind die Preise pro Tonne?
- Welche Aufnahmekapazitäten sind dafür vorhanden?

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Abfallart zutreffend?		Menge pro Jahr Tonnen	Analyse von Metallgehalten vorhanden? (Ja => auf Datenträger (DT) und/oder auf Papier (P)? Mehrfachnennung möglich)				Preise pro Tonne Euro	Aufnahme-Kapazitäten? Tonnen
		Ja	Nein		Ja	DT	P	Nein		
<b>6</b>	<b>Abfälle aus anorganisch-chemischen Prozessen</b>									
<b>06 03</b>	<b>Abfälle aus HZVA von Salzen, Salzlösungen und Metalloxiden</b>									
06 03 13*	Feste Salze und Lösungen, die Schwermetalle enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
06 03 15*	Metalloxide, die Schwermetalle enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
06 03 16	Metalloxide, mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 15* fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>06 04</b>	<b>Metallhaltige Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 fallen</b>									
06 04 05*	Abfälle, die andere Schwermetalle enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>06 05</b>	<b>Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung</b>									
06 05 02*	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
06 05 03	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 05 02 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>10</b>	<b>Abfälle aus thermischen Prozessen</b>									
<b>10 01</b>	<b>Abfälle aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsprozessen (außer 19)</b>									
10 01 01	Rost- und Kesselasche, Schlacken und Kesselstaub mit Ausnahme von Kesselstaub, der unter 10 01 04 (Ölfeuerung) fällt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
10 01 15	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub aus der Abfallmitverbrennung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 14 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Abfallart zutreffend?		Menge pro Jahr Tonnen	Analyse von Metallgehalten vorhanden? (Ja => auf Datenträger (DT) und/oder auf Papier (P)? Mehrfachnennung möglich)				Preise pro Tonne Euro	Aufnahme- Kapazitäten? Tonnen
		Ja	Nein		Ja	DT	P	Nein		
10 01 16*	Filterstäube aus der Abfallmitverbrennung, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
10 01 18*	Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>10 02</b>	<b>Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie</b>									
10 02 02	Unbearbeitete Schlacke	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
10 02 07*	Feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
10 02 08	Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 07 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
10 02 13*	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
10 02 14	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 13 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>10 04</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Bleimetallurgie</b>									
10 04 01*	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>10 05</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Zinkmetallurgie</b>									
10 05 01	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>10 06</b>	<b>Abfälle aus der thermischen Kupfermetallurgie</b>									
10 06 01	Schlacken (Erst- und Zweitschmelze)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
10 06 06*	Feste Abfälle aus der Abgasbehandlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____

Thema: Fragen an Recycler/Aufbereiter

Datum: 06.02.2014

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Abfallart zutreffend?		Menge pro Jahr Tonnen	Analyse von Metallgehalten vorhanden? (Ja => auf Datenträger (DT) und/oder auf Papier (P)? Mehrfachnennung möglich)				Preise pro Tonne Euro	Aufnahme-Kapazitäten? Tonnen
		Ja	Nein		Ja	DT	P	Nein		
<b>10 08 Abfälle aus sonstiger thermischer Nichteisenmetallurgie</b>										
10 08 04	Teilchen und Staub	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
10 08 15*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>10 09 Abfälle vom Gießen von Eisen und Stahl</b>										
10 09 06	Gießformen und -sande vor dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 09 05 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
10 09 09*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
10 09 10	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09 fällt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>10 10 Abfälle vom Gießen von Nichteisenmetallen</b>										
10 10 03	Ofenschlacke	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>10 11 Abfälle aus der Herstellung von Glas und Glaserzeugnissen</b>										
10 11 11*	Glasabfall in kleinen Teilchen und Glasstaub, die Schwermetalle enthalten (z.B. Elektronenstrahlröhren)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>10 12 Abfälle aus der Herstellung von Keramikerzeugnissen und keramischen Baustoffen wie Ziegeln, Fliesen, Steinzeug</b>										
10 12 11*	Glasurabfälle, die Schwermetalle enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>11 Abfälle aus d. chemischen Oberflächenbearbeitung u. Beschichtung v. Metallen u. anderen Werkstoffen; Nichteisen-Hydrometallurgie</b>										
<b>11 01 Abfälle aus d. chemischen Oberflächenbearbeitung u. Beschichtung v. Metallen u. anderen Werkstoffen (z.B. Galvanik, Verzinkung, Beizen, Ätzen, Phosphatieren, alkalisches Entfetten und Anodisieren)</b>										
11 01 08*	Phosphatierschlämme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Abfallart zutreffend?		Menge pro Jahr Tonnen	Analyse von Metallgehalten vorhanden? (Ja => auf Datenträger (DT) und/oder auf Papier (P)? Mehrfachnennung möglich)				Preise pro Tonne Euro	Aufnahme-Kapazitäten? Tonnen
		Ja	Nein		Ja	DT	P	Nein		
11 01 09*	Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>11 02</b>	<b>Abfälle aus Prozessen der Nichteisen-Hydrometallurgie</b>									
11 02 02*	Schlämme aus der Zink-Hydrometallurgie (einschl. Jarosit, Goethit)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>12</b>	<b>Abfälle aus Prozessen d. mechan. Formgebung sowie d. physikal. u. mechan. Oberflächenbearbeitung v. Metallen u. Kunststoffen</b>									
<b>12 01</b>	<b>Abfälle aus Prozessen d. mechan. Formgebung sowie d. physikal. u. mechan. Oberflächenbearbeitung v. Metallen u. Kunststoffen</b>									
12 01 04	NE-Metallstaub und -teilchen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
12 01 14*	Bearbeitungsschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
12 01 15	Bearbeitungsschlämme mit Ausnahme derjenigen, die unter 12 01 14 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
12 01 16*	Strahlmittelabfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>16</b>	<b>Abfälle, die nicht anderswo im Verzeichnis aufgeführt sind</b>									
<b>16 08</b>	<b>Gebrauchte Katalysatoren</b>									
16 08 02*	Gebrauchte Katalysatoren, die gefährliche Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
16 08 03	Gebrauchte Katalysatoren, die Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten, a. n. g.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
16 08 07*	Gebrauchte Katalysatoren, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>16 11</b>	<b>Gebrauchte Auskleidungen und feuerfeste Materialien</b>									

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Abfallart zutreffend?		Menge pro Jahr Tonnen	Analyse von Metallgehalten vorhanden? (Ja => auf Datenträger (DT) und/oder auf Papier (P)? Mehrfachnennung möglich)				Preise pro Tonne Euro	Aufnahme-Kapazitäten? Tonnen
		Ja	Nein		Ja	DT	P	Nein		
16 11 03*	Andere Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus metallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
16 11 05*	Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus nicht-metallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>19</b>	<b>Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke</b>									
<b>19 01</b>	<b>Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen</b>									
19 01 05*	Filterkuchen aus der Abgasbehandlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
19 01 11*	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
19 01 12	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
19 01 13*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
19 01 15*	Kesselstaub, der gefährliche Stoffe enthält	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>19 02</b>	<b>Abfälle aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen (einschl. Dechromatisierung, Cyanidentfernung, Neutralisation)</b>									
19 02 04*	Vorgemischte Abfälle, die wenigstens einen gefährlichen Abfall enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
19 02 05*	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
19 02 06	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 02 05 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____

AVV-Nr.	Abfallbezeichnung	Abfallart zutreffend?		Menge pro Jahr Tonnen	Analyse von Metallgehalten vorhanden? (Ja => auf Datenträger (DT) und/oder auf Papier (P)? Mehrfachnennung möglich)				Preise pro Tonne Euro	Aufnahme-Kapazitäten? Tonnen
		Ja	Nein		Ja	DT	P	Nein		
19 02 11*	Sonstige Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>19 03</b>	<b>Stabilisierte und verfestigte Abfälle</b>									
19 03 05	Stabilisierte Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 03 04 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
19 03 06*	Als gefährlich eingestufte verfestigte Abfälle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
19 03 07	Verfestigte Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 03 06 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>19 08</b>	<b>Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen a. n. g.</b>									
19 08 13*	Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
19 08 14	Schlämme aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 08 13 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>19 10</b>	<b>Abfälle aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen</b>									
19 10 04	Schredderleichtfraktion und Staub mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 03 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>19 12</b>	<b>Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z.B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g.</b>									
19 12 11*	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
19 12 12	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 12 11 fallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____

Thema: Fragen an Recycler/Aufbereiter  
Datum: 06.02.2014

Thema: Fragen an Recycler/Aufbereiter

Datum: 06.02.2014

## 9. Weitere Fragen

„Welche Aufbereitungsverfahren zur Aufkonzentration der Metalle und der metallurgischen Gewinnungsverfahren werden für die jeweiligen Abfallarten angewandt?“

\_\_\_\_\_

„Zu welchen Bedingungen werden Abfälle zum Recycling angenommen?“

\_\_\_\_\_

„Ab welchem Gehalt an Pb, Cu, Ni, Fe, Cr, Zn, Sn, Sb, Co, Mn, Mo, Nb, Ti, V und/oder W wird ein Abfall zum Recycling angenommen?“

Geregeltes Metall	Metallgehalt	Geregeltes Metall	Metallgehalt
Zink	_____	Kobalt	_____
Blei	_____	Mangan	_____
Kupfer	_____	Molybdän	_____
Zinn	_____	Niob	_____
Chrom	_____	Tantal	_____
Nickel	_____	Vanadium	_____
Eisen	_____	Wolfram	_____
Antimon	_____		

„Welche Abfallarten gehen aus Ihrer Sicht an Ihnen vorbei, obwohl das enthaltene Metall / die enthaltenen Metalle rückgewinnbar wären? Bitte benennen Sie die AVV-Nr. aus obiger Liste der ausgewählten Abfallarten.“

\_\_\_\_\_

„Gibt es Abfallarten/Abfälle, die aufgrund ihrer sonstigen Inhaltsstoffe oder Eigenschaften zum Recycling nicht angenommen werden, auch wenn sie aufgrund ihres Metallgehalts interessant wären? Wenn ja, um welche Inhaltsstoffe oder Eigenschaften handelt es sich?“

\_\_\_\_\_

Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung!

Markus Blepp, Peter Küppers

Thema: Fragen an Recycler/Aufbereiter

Datum: 06.02.2014

## 19 Anhang 7: Angeschriebene Beteiligte und Rückläufe

Unternehmen	Antwort	Analysen
C.C. Unternehmensgruppe, Krefeld zus. mit NDHE GmbH, Bleicherode	Fragebogen ausgefüllt	Geliefert
UEV Umwelt, Entsorgung und Verwertung, Heilbronn	Fragebogen ausgefüllt Weitere Infos per E-Mail	Geliefert
Kali und Salz Entsorgung GmbH, Kassel	Fragebogen ausgefüllt Weitere Infos per E-Mail	
GSES GmbH, Sondershausen	Absage aus organisatorischen Gründen	
GTS GmbH & Co. KG, Teutschenthal	Absage per E-Mail	
AML Abfallentsorgungsbetrieb Kreis Minden- Lübbecke	Fragebogen ausgefüllt	
GSB Sonderabfallentsorgung Bayern GmbH, Baar	Fragebogen ausgefüllt Weitere Infos per E-Mail	
AWN Abfallwirtschafts GmbH Kreis Neckar- Odenwald	Fragebogen ausgefüllt Weitere Infos per E-Mail	
ASF Abfallwirtschaft u. Stadtreinigung Frei- burg GmbH	Fragebogen ausgefüllt	Geliefert
Albert Huthmann GnbH & Co. KG, Stuttgart	Fragebogen ausgefüllt Weitere Infos per E-Mail	Geliefert
H.C. Starck, Goslar	Infos per E-Mail	
CDM Smith Consult GmbH, Alsbach	keine	
Dillinger Hütte	Absage per E-Mail	
Strabag, Schkopau	Absage wegen mangelnder Datenlage	
Aurubis AG, Lünen	keine	
Recyclex GmbH, Goslar	keine	
Salzgitter AG, Salzgitter	Absage per E-Mail	
Salzgitter Flachstahl GmbH, Salzgitter	keine	
Deutsche Erz- und Metallunion GmbH	keine	
Wirtschaftsvereinigung Metalle	Hat Fragebögen an die Mitgliedsunternehmen weitergeleitet, Antworten siehe folgende	
Befesa Zinc Duisburg GmbH	Fragebogen ausgefüllt Weitere Infos per E-Mail	
Befesa Zinc Freiberg GmbH	Fragebogen ausgefüllt Weitere Infos per E-Mail	
Ministerium für Klimaschutz, Landschaft, Na- tur- und Verbraucherschutz NRW	keine	
Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz	Fragebogen ausgefüllt Weitere Infos per E-Mail	
Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz	Infos per E-Mail	

## 20 Anhang 8: Abgleich der Analysendaten aus der Abfrage mit denen aus ABANDA

Tabelle 8.1: Blei

Abfall-schlüssel	Abfallbe-zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>10</b>	<b>Abfälle aus thermischen Prozessen</b>								
<b>10 01</b>	<b>Abfälle aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsprozessen (außer 19)</b>								
10 01 01	Rost- u. Kesselsche, Schlacken u. Kesselstaub mit Ausnahme von Kesselstaub der unter 10 01 04 (Ölfeuerung) fällt		442	363	698	3	< 10.000	366	
10 01 15	Rost- u. Kesselsche, Schlacken u. Kesselstaub aus der Abfallmitverbrennung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 14 fallen		449	26	1.260	2	< 10.000	28	
10 01 16*	Filterstäube aus der Abfallmitverbrennung, die gefährliche Stoffe enthalten		2.677	19	3.510	4	< 10.000	23	
10 01 18*	Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten		1.672	20	5.844	4	< 10.000	24	

Abfall- schlüs- sel	Abfallbe- zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>10 02</b>	<b>Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie</b>								
10 02 02	unbearbei- tete Schla- cke		5.028	36	93	1	< 10.000	37	
10 02 07*	feste Ab- fälle aus der Abgas- behand- lung, die gefährliche Stoffe ent- halten	20.200	14.013	158	810	2	13.848	160	279,7
10 02 08	Abfälle aus der Abgas- behand- lung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 07 fallen		6.381	41	2.053	2	< 10.000	43	
10 02 13*	Schlämme und Filter- kuchen aus der Abgas- behand- lung, die gefährliche Stoffe ent- halten	130.200	11.112	11	8.160	1	10.866	12	1.414,8
10 02 14	Schlämme und Filter- kuchen aus der Abgas- behand- lung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 13 fallen		3.301	6	25	1	< 10.000	7	

Abfall- schlüs- sel	Abfallbe- zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>10 09</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Eisen und Stahl</b>								
10 09 06	Gießfor- men und - sande vor dem Gie- ßen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 09 05 fallen		2.803	3	35	2	< 10.000	5	
10 09 09*	Filterstaub, der gefähr- liche Stoffe enthält	700	13.638	23	6.684	1	13.348	24	9,3
10 09 10	Filterstaub mit Aus- nahme desjenigen, der unter 10 09 09 fällt		1.068	10	1.547	3	< 10.000	13	
<b>11</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werk- stoffen; Nichteisen-Hydrometallurgie</b>								
<b>11 01</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werk- stoffen (z.B. Galvanik, Verzinkung, Beizen, Ätzen, Phosphatieren, alkalisches Entfetten und Anodisieren)</b>								
11 01 09*	Schlämme und Filter- kuchen, die gefährliche Stoffe ent- halten		1.209	392	13.000	1	< 10.000	393	
<b>16</b>	<b>Abfälle, die nicht anderswo im Verzeichnis aufgeführt sind</b>								
<b>16 08</b>	<b>Gebrauchte Katalysatoren</b>								
16 08 03	gebrauchte Katalysato- ren, die Übergangs- metalle o- der deren Verbindun- gen enthal- ten, a. n. g.		82	4	21	1	< 10.000	5	
<b>16 11</b>	<b>Gebrauchte Auskleidungen und feuerfeste Materialien</b>								

Abfall-schlüssel	Abfallbe-zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
16 11 05*	Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus nichtmetallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten		337	110	40	2	< 10.000	112	
<b>19</b>	<b>Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke</b>								
<b>19 01</b>	<b>Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen</b>								
19 01 05*	Filterkuchen aus der Abgasbehandlung		2.793	173	2.426	8	< 10.000	181	
19 01 11*	Rost- und Kesselschen sowie Schlacken, die gefährliche Stoffe enthalten		2.530	54	2.826	4	< 10.000	58	
19 01 12	Rost- und Kesselschen sowie Schlacken mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen		1.542	214	673	4	< 10.000	218	
19 01 13*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält		5.539	727	4.578	42	< 10.000	769	
19 01 15*	Kesselstaub, der gefährliche Stoffe enthält		7.230	54	5.547	11	< 10.000	65	

Abfall-schlüssel	Abfallbe-zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>19 02</b>	<b>Abfälle aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen (einschließlich Dechromatisierung, Cyanidfernung, Neutralisation)</b>								
19 02 04*	vorge-mischte Abfälle, die wenigstens einen ge-fährlichen Abfall ent-halten		3.891	59	1.750	2	< 10.000	61	
19 02 05*	Schlämme aus der physika-lisch-chemischen Behand-lung, die gefährliche Stoffe ent-halten		3.308	340	690	1	< 10.000	341	
<b>19 08</b>	<b>Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen a. n. g.</b>								
19 08 13*	Schlämme, die gefähr-liche Stoffe aus einer anderen Behand-lung von in-dustriellem Abwasser enthalten		846	55	45	1	< 10.000	56	
<b>19 10</b>	<b>Abfälle aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen</b>								
19 10 04	Schredder-leichtfrak-tion und Staub mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 03 fallen		1.695	7	3.630	1	< 10.000	8	

Abfall-schlüssel	Abfallbe-zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>19 12</b>	<b>Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z.B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g.</b>								
19 12 11*	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten		1.476	55	1.300	1	< 10.000	56	

Tabelle 8.2: Kupfer

Abfall-schlüssel	Abfallbe-zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>10</b>	<b>Abfälle aus thermischen Prozessen</b>								
<b>10 01</b>	<b>Abfälle aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsprozessen (außer 19)</b>								
10 01 01	Rost- u. Kesselsche, Schlacken u. Kesselstaub mit Ausnahme von Kesselstaub der unter 10 01 04 (Ölfeuerung) fällt		< 1.000	340	456	3	< 1.000	343	
10 01 15	Rost- u. Kesselsche, Schlacken u. Kesselstaub aus der Abfallmitverbrennung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 14 fallen		332	27	2.505	2	< 1.000	29	
10 01 16*	Filterstäube aus der Abfallmitverbrennung, die gefährliche Stoffe enthalten	16.800	774	14	2.037	4	1.055	18	17,7

Abfall-schlüssel	Abfallbe-zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
10 01 18*	Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten		252	16	1.344	4	< 1.000	20	
<b>10 02</b>	<b>Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie</b>								
10 02 02	unbearbeitete Schlacke	842.400	9.625	37	1.770	1	9.418	38	7.934,0
10 02 07*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	20.200	1.415	105	470	2	1.397	107	28,2
10 02 08	Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 07 fallen	157.400	1.154	30	920	2	1.139	32	179,3
10 02 13*	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten		583	7	1.040	1	< 1.000	8	

Abfall-schlüssel	Abfallbe-zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
10 02 14	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 13 fallen		< 1.000	6	27	1	< 1.000	7	
<b>10 09</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Eisen und Stahl</b>								
10 09 06	Gießformen und -sande vor dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 09 05 fallen	96.800	19.004	3	57	2	11.425	5	1.105,9
10 09 09*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	700	2.349	12	699	1	2.222	13	1,6
10 09 10	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09 fällt		< 1.000	9	993	3	< 1.000	12	
<b>11</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen; Nichteisen-Hydrometallurgie</b>								
<b>11 01</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen (z.B. Galvanik, Verzinkung, Beizen, Ätzen, Phosphatieren, alkalisches Entfetten und Anodisieren)</b>								

Abfall-schlüssel	Abfallbe-zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
11 01 09*	Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten	20.200	40.549	429	1.500	1	40.458	430	817,3
<b>16</b>	<b>Abfälle, die nicht anderswo im Verzeichnis aufgeführt sind</b>								
<b>16 08</b>	<b>Gebrauchte Katalysatoren</b>								
16 08 03	ge-brauchte Katalysatoren, die Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten, a. n. g.	1.100	6.960	6	67	1	5.975	7	6,6
<b>16 11</b>	<b>Gebrauchte Auskleidungen und feuerfeste Materialien</b>								
16 11 05*	Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus nicht-metallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten		< 1.000	109	69	2	< 1.000	111	
<b>19</b>	<b>Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke</b>								
<b>19 01</b>	<b>Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen</b>								
19 01 05*	Filterkuchen aus der Abgasbehandlung		< 1.000	114	519	8	< 1.000	122	

Abfall-schlüssel	Abfallbe-zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
19 01 11*	Rost- und Kessela-schen so-wie Schla-cken, die gefährliche Stoffe ent-halten	487.600	2.966	47	820	4	2.798	51	1.364,1
19 01 12	Rost- und Kessela-schen so-wie Schla-cken mit Ausnahme derjeni-gen, die unter 19 01 11 fal-len	3.367.300	6.014	218	2.860	4	5.957	222	20.059,6
19 01 13*	Filter-staub, der gefährliche Stoffe ent-hält	372.600	1.511	378	1.199	42	1.480	420	551,4
19 01 15*	Kessel-staub, der gefährliche Stoffe ent-hält		< 1.000	37	836	11	< 1.000		
<b>19 02</b>	<b>Abfälle aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen (einschließlich Dechromatisierung, Cyanidentfernung, Neutralisation)</b>								
19 02 04*	vorge-mischte Abfälle, die we-nigstens einen ge-fährlichen Abfall ent-halten	373.000	1.348	58	545	2	1.321	60	492,8

Abfall- schlüs- sel	Abfallbe- zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
19 02 05*	Schlämme aus der physika- lisch-che- mischen Behand- lung, die gefährliche Stoffe ent- halten	290.600	15.807	32 0	840	1	15.760	321	4.580,0
<b>19 08</b>	<b>Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen a. n. g.</b>								
19 08 13*	Schlämme , die ge- fährliche Stoffe aus einer an- deren Be- handlung von indust- riellem Ab- wasser enthalten	213.700	2.576	51	170	1	2.530	52	540,6
<b>19 10</b>	<b>Abfälle aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen</b>								
19 10 04	Schredder- leichtfrak- tion und Staub mit Ausnahme derjeni- gen, die unter 19 10 03 fallen	23.200	18.213	6	9.022	1	16.900	7	392,1
<b>19 12</b>	<b>Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z.B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g.</b>								

Abfall-schlüssel	Abfallbe-zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
19 12 11*	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten	169.000	1.038	50	1.000	1	1.037	51	175,3

Tabelle 8.3: Nickel

Abfall-schlüssel	Abfallbe-zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>10</b>	<b>Abfälle aus thermischen Prozessen</b>								
<b>10 01</b>	<b>Abfälle aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsprozessen (außer 19)</b>								
10 01 01	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub mit Ausnahme von Kesselstaub der unter 10 01 04 (Ölfeuerung) fällt		< 2.500	349	52	3	< 2.500	352	

Abfall- schlüssel	Abfallbe- zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
10 01 15	Rost- u. Kes- selasche, Schlacken u. Kesselstaub aus der Ab- fallmitver- brennung mit Aus- nahme der- jenigen, die unter 10 01 14 fallen		< 2.500	21	107	2	< 2.500	23	
10 01 16*	Filterstäube aus der Ab- fallmitver- brennung, die gefährli- che Stoffe enthalten		< 2.500	15	51	4	< 2.500	19	
10 01 18*	Abfälle aus der Abgas- behandlung, die gefährli- che Stoffe enthalten	10.000	2.826	16	121	4	2.285	20	22,9
<b>10 02</b>	<b>Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie</b>								
10 02 02	unbearbei- tete Schla- cke		< 2.500	37	821	1	< 2.500	38	
10 02 07*	feste Abfälle aus der Ab- gasbehand- lung, die ge- fährliche Stoffe ent- halten	20.200	3.644	113	136	2	3.583	115	72,4
10 02 08	Abfälle aus der Abgas- behandlung mit Aus- nahme der- jenigen, die unter 10 02 07 fallen	157.400	2.916	39	307	2	2.789	41	438,9

Abfall- schlüs- sel	Abfallbe- zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
10 02 13*	Schlämme und Filterku- chen aus der Abgasbe- handlung, die gefährli- che Stoffe enthalten		< 2.500	7	155	1	< 2.500	8	
10 02 14	Schlämme und Filterku- chen aus der Abgasbe- handlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 13 fallen		< 2.500	6	8	1	< 2.500	7	
<b>10 09</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Eisen und Stahl</b>								
10 09 06	Gießformen und -sande vor dem Gie- ßen mit Aus- nahme der- jenigen, die unter 10 09 05 fallen		< 2.500	3	18	2	< 2.500	5	
10 09 09*	Filterstaub, der gefährli- che Stoffe enthält		< 2.500	18	29	1	< 2.500	19	
10 09 10	Filterstaub mit Aus- nahme des- jenigen, der unter 10 09 09 fällt		< 2.500	9	88	3	< 2.500	12	
<b>11</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen; Nichteisen-Hydrometallurgie</b>								
<b>11 01</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen (z.B. Galvanik, Verzinkung, Beizen, Ätzen, Phosphatieren, alkalisches Entfetten und Anodisieren)</b>								
11 01 09*	Schlämme und Filterku- chen, die ge- fährliche Stoffe ent- halten	20.200	35.940	437	4.500	1	35.868	438	724,5

Abfall- schlüssel	Abfallbe- zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>16</b>	<b>Abfälle, die nicht anderswo im Verzeichnis aufgeführt sind</b>								
<b>16 08</b>	<b>Gebrauchte Katalysatoren</b>								
16 08 03	gebrauchte Katalysatoren, die Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten, a. n. g.	1.100	3.700	4	8	1	2.962	5	3,3
<b>16 11</b>	<b>Gebrauchte Auskleidungen und feuerfeste Materialien</b>								
16 11 05*	Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus nichtmetallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten		< 2.500	108	34	2	< 2.500	110	
<b>19</b>	<b>Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke</b>								
<b>19 01</b>	<b>Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen</b>								
19 01 05*	Filterkuchen aus der Abgasbehandlung		< 2.500	121	35	8	< 2.500	129	
19 01 11*	Rost- und Kesselschen sowie Schlacken, die gefährliche Stoffe enthalten		< 2.500	54	269	3	< 2.500	57	
19 01 12	Rost- und Kesselschen sowie Schlacken mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen		< 2.500	217	389	4	< 2.500	221	

Abfall- schlüs- sel	Abfallbe- zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
19 01 13*	Filterstaub, der gefährli- che Stoffe enthält		< 2.500	487	122	42	< 2.500	529	
19 01 15*	Kesselstaub, der gefährli- che Stoffe enthält		< 2.500	39	190	11	< 2.500	50	
<b>19 02</b>	<b>Abfälle aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen (einschließlich Dechromatisierung, Cyanid-entfernung, Neutralisation)</b>								
19 02 04*	vorge- mischte Ab- fälle, die we- nigstens ei- nen gefährli- chen Abfall enthalten		< 2.500	55	135	2	< 2.500	57	
19 02 05*	Schlämme aus der phy- sikalisch- chemischen Behandlung, die gefährli- che Stoffe enthalten	290.600	9.088	357	3.100	1	9.071	358	2.636,1
<b>19 08</b>	<b>Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen a. n. g.</b>								
19 08 13*	Schlämme, die gefährli- che Stoffe aus einer an- deren Be- handlung von industri- ellem Ab- wasser ent- halten	213.700	5.255	53	3.400	1	5.221	54	1.115,7
<b>19 10</b>	<b>Abfälle aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen</b>								
19 10 04	Schredder- leichtfrak- tion und Staub mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 03 fallen		1.990	6	2.310	1	< 2.500	7	

Abfall-schlüssel	Abfallbe-zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>19 12</b>	<b>Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z.B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g.</b>								
19 12 11*	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten		< 2.500	52	110	1	< 2.500	53	

Tabelle 8.4: Eisen

Abfall-schlüssel	Abfallbe-zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>10</b>	<b>Abfälle aus thermischen Prozessen</b>								
<b>10 01</b>	<b>Abfälle aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsprozessen (außer 19)</b>								
10 01 01	Rost- u. Kesselschlacke, Schlacken u. Kesselstaub mit Ausnahme von Kesselstaub der unter 10 01 04 (Ölfeuerung) fällt		< 45.000	76	17.200	2	< 45.000	78	

Abfall- schlüs- sel	Abfallbe- zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
10 01 15	Rost- u. Kessela- sche, Schlacken u. Kessel- staub aus der Abfall- mitver- brennung mit Aus- nahme derjeni- gen, die unter 10 01 14 fal- len		< 45.000	1	26.000	2	< 45.000	3	
10 01 16*	Filter- stäube aus der Abfall- mitver- brennung, die gefähr- liche Stoffe ent- halten		< 45.000	1	10.233	3	< 45.000	4	
10 01 18*	Abfälle aus der Abgasbe- handlung, die gefähr- liche Stoffe ent- halten		< 45.000	2	14.067	3	< 45.000	5	
<b>10 02</b>	<b>Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie</b>								
10 02 02	unbearbei- tete Schla- cke	842.400	156.190	13	479.110	1	179.256	14	151.005, 0
10 02 07*	feste Ab- fälle aus der Abgas- behand- lung, die gefährli- che Stoffe enthalten	20.200	199.472	84	174.900	1	199.183	85	4.023,5

Abfall- schlüs- sel	Abfallbe- zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
10 02 08	Abfälle aus der Abgasbe- handlung mit Aus- nahme derjeni- gen, die unter 10 02 07 fallen	157.400	507.657	7	148.800	2	427.911	9	67.353,2
10 02 13*	Schlämme und Filter- kuchen aus der Abgasbe- handlung, die gefähr- liche Stoffe ent- halten	130.200	214.500	3	112.600	1	189.025	4	24.611,1
<b>10 09</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Eisen und Stahl</b>								
10 09 09*	Filter- staub, der gefährli- che Stoffe enthält	700	18.850	1	139.900	1	79.375	2	55,6
10 09 10	Filterstaub mit Aus- nahme desjeni- gen, der unter 10 09 09 fällt	31.200		0	98.400	1	98.400	1	3.070,1
<b>16</b>	<b>Abfälle, die nicht anderswo im Verzeichnis aufgeführt sind</b>								
<b>16 08</b>	<b>Gebrauchte Katalysatoren</b>								
16 08 03	ge- brauchte Katalysa- toren, die Über- gangsme- talle oder deren Ver- bindungen enthalten, a. n. g.			0	6.300	1	< 45.000	1	

Abfall- schlüs- sel	Abfallbe- zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>19</b>	<b>Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke</b>								
<b>19 01</b>	<b>Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen</b>								
19 01 05*	Filterku- chen aus der Abgas- behand- lung		< 45.000	27	16.722	9	< 45.000	36	
19 01 11*	Rost- und Kessela- schen so- wie Schla- cken, die gefährli- che Stoffe enthalten		< 45.000	8	26.233	3	< 45.000	11	
19 01 12	Rost- und Kessela- schen so- wie Schla- cken mit Ausnahme derjeni- gen, die unter 19 01 11 fal- len	3.367.30 0	45.602	96	27.600	1	45.416	97	152.930, 7
19 01 13*	Filter- staub, der gefährli- che Stoffe enthält		< 45.000	63	16.963	33	< 45.000	96	
19 01 15*	Kessel- staub, der gefährli- che Stoffe enthält		< 45.000	15	27.878	9	< 45.000	24	

Abfall- schlüs- sel	Abfallbe- zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>19 02</b>	<b>Abfälle aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen (einschließlich Dechromatisierung, Cyanidentfernung, Neutralisation)</b>								
19 02 04*	vorge- mischte Abfälle, die we- nigstens einen ge- fährlichen Abfall ent- halten		< 45.000	8	30.000	2	< 45.000	10	
<b>19 08</b>	<b>Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen a. n. g.</b>								
19 08 13*	Schlämme , die ge- fährliche Stoffe aus einer an- deren Be- handlung von indust- riellem Ab- wasser enthalten	213.700	64.202	12	58.000	1	63.725	13	13.618,0
<b>19 12</b>	<b>Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z.B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g.</b>								
19 12 11*	Sonstige Abfälle (ein- schließlich Material- mischun- gen) aus der me- chani- schen Be- handlung von Abfäl- len, die ge- fährliche Stoffe ent- halten		< 45.000	2	36.000	1	< 45.000	3	

Tabelle 8.5: Chrom gesamt

Abfall- schlüs- sel	Abfallbezeich- nung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>10</b>	<b>Abfälle aus thermischen Prozessen</b>								
<b>10 01</b>	<b>Abfälle aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsprozessen (außer 19)</b>								
10 01 01	Rost- u. Kes- selasche, Schlacken u. Kesselstaub mit Ausnahme von Kessel- staub der unter 10 01 04 (Ölfeuerung) fällt		< 15.000	348	101	3	< 15.000	351	
10 01 15	Rost- u. Kes- selasche, Schlacken u. Kesselstaub aus der Abfall- mitverbren- nung mit Aus- nahme derjeni- gen, die unter 10 01 14 fal- len		< 15.000	24	175	2	< 15.000	26	
10 01 16*	Filterstäube aus der Abfall- mitverbren- nung, die ge- fährliche Stoffe enthal- ten		< 15.000	13	172	3	< 15.000	16	
10 01 18*	Abfälle aus der Abgasbehand- lung, die ge- fährliche Stoffe enthal- ten		< 15.000	19	156	4	< 15.000	23	
<b>10 02</b>	<b>Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie</b>								
10 02 02	unbearbeitete Schlacke		< 15.000	30	464	1	< 15.000	31	
10 02 07*	feste Abfälle aus der Abgas- behandlung, die gefährliche Stoffe enthal- ten		< 15.000	111	396	2	< 15.000	113	

Abfall-schlüssel	Abfallbezeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
10 02 08	Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 07 fallen		< 15.000	44	2.764	2	< 15.000	46	
10 02 13*	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten		< 15.000	6	407	1	< 15.000	7	
10 02 14	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 13 fallen		< 15.000	6	12	1	< 15.000	7	
<b>10 09</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Eisen und Stahl</b>								
10 09 06	Gießformen und -sande vor dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 09 05 fallen		< 15.000	3	6	2	< 15.000	5	
10 09 09*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält		< 15.000	14	138	1	< 15.000	15	
10 09 10	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09 fällt		< 15.000	12	233	3	< 15.000	15	
<b>11</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen; Nichteisen-Hydrometallurgie</b>								
<b>11 01</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen (z.B. Galvanik, Verzinkung, Beizen, Ätzen, Phosphatieren, alkalisches Entfetten und Anodisieren)</b>								
11 01 09*	Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten	20.200	27.389	417	13.170	1	27.355	418	552,6

Abfall-schlüssel	Abfallbezeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>16</b>	<b>Abfälle, die nicht anderswo im Verzeichnis aufgeführt sind</b>								
<b>16 08</b>	<b>Gebrauchte Katalysatoren</b>								
16 08 03	gebrauchte Katalysatoren, die Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten, a. n. g.		< 15.000	4	6	1	< 15.000	5	
<b>16 11</b>	<b>Gebrauchte Auskleidungen und feuerfeste Materialien</b>								
16 11 05*	Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus nichtmetallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten		< 15.000	119	212	2	< 15.000	121	
<b>19</b>	<b>Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke</b>								
<b>19 01</b>	<b>Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen</b>								
19 01 05*	Filterkuchen aus der Abgasbehandlung		< 15.000	108	52	8	< 15.000	116	
19 01 11*	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken, die gefährliche Stoffe enthalten		< 15.000	57	227	4	< 15.000	61	
19 01 12	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen		< 15.000	195	284	8	< 15.000	203	
19 01 13*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält		< 15.000	343	200	42	< 15.000	385	
19 01 15*	Kesselstaub, der gefährliche Stoffe enthält		< 15.000	33	215	10	< 15.000	43	
<b>19 02</b>	<b>Abfälle aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen (einschließlich Dechromatisierung, Cyanidentfernung, Neutralisation)</b>								

Abfall-schlüssel	Abfallbezeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
19 02 04*	vorgemischte Abfälle, die wenigstens einen gefährlichen Abfall enthalten		< 15.000	52	220	2	< 15.000	54	
19 02 05*	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten		< 15.000	332	820	1	< 15.000	333	
<b>19 08</b>	<b>Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen a. n. g.</b>								
19 08 13*	Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten		< 15.000	53	53	1	< 15.000	54	
<b>19 10</b>	<b>Abfälle aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen</b>								
19 10 04	Schredderleichtfraktion und Staub mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 03 fallen								
<b>19 12</b>	<b>Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z.B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g.</b>								
19 12 11*	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten		< 15.000	48	150	1	< 15.000	49	

Tabelle 8.6: Zink

Abfall- schlüs- sel	Abfallbe- zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>10</b>	<b>Abfälle aus thermischen Prozessen</b>								
<b>10 01</b>	<b>Abfälle aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsprozessen (außer 19)</b>								
10 01 01	Rost- u. Kessela- sche, Schla- cken u. Kes- selstaub mit Ausnahme von Kessel- staub der unter 10 01 04 (Ölfeue- rung) fällt		< 9.000	357	2.583	3	< 9.000	360	
10 01 15	Rost- u. Kessela- sche, Schla- cken u. Kes- selstaub aus der Abfall- mitverbren- nung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 14 fallen		< 9.000	30	7.285	2	< 9.000	32	
10 01 16*	Filterstäube aus der Ab- fallmitver- brennung, die gefährli- che Stoffe enthalten	16.800	6.748	15	16.449	4	8.790	19	147,7
10 01 18*	Abfälle aus der Abgas- behandlung, die gefährli- che Stoffe enthalten		4.985	24	14.232	4	< 9.000	28	
<b>10 02</b>	<b>Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie</b>								
10 02 02	unbearbei- tete Schla- cke	842.400	31.983	37	2.580	1	31.209	38	26.290,7

Abfall-schlüssel	Abfallbe-zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
10 02 07*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	20.200	108.292	151	198.650	2	109.473	153	2.211,4
10 02 08	Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 07 fallen	157.400	58.591	47	50.645	2	58.267	49	9.171,2
10 02 13*	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	130.200	185.673	11	163.000	1	183.784	12	23.928,6
10 02 14	Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 13 fallen	129.600	19.418	6	170	1	16.668	7	2.160,2
<b>10 09</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Eisen und Stahl</b>								
10 09 06	Gießformen und -sande vor dem Gießen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 09 05 fallen		< 9.000	3	90	2	< 9.000	5	
10 09 09*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	700	48.612	16	28.256	1	47.415	17	33,2

Abfall-schlüssel	Abfallbe-zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
10 09 10	Filterstaub mit Aus-nahme des- jenigen, der unter 10 09 09 fällt	31.200	125.818	17	36.800	3	112.465	20	3.508,9
<b>11</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werk- stoffen; Nichteisen-Hydrometallurgie</b>								
<b>11 01</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werk- stoffen (z.B. Galvanik, Verzinkung, Beizen, Ätzen, Phosphatieren, alkalisches Entfetten und Anodisieren)</b>								
11 01 09*	Schlämme und Filterku- chen, die gefährliche Stoffe ent- halten	20.200	53.878	430	8.500	1	53.773	431	1.086,2
<b>16</b>	<b>Abfälle, die nicht anderswo im Verzeichnis aufgeführt sind</b>								
<b>16 08</b>	<b>Gebrauchte Katalysatoren</b>								
16 08 03	gebrauchte Katalysato- ren, die Übergangs- metalle oder deren Ver- bindungen enthalten, a. n. g.		< 9.000	4	35	1	< 9.000	5	
<b>16 11</b>	<b>Gebrauchte Auskleidungen und feuerfeste Materialien</b>								
16 11 05*	Auskleidun- gen und feu- erfeste Ma- terialien aus nichtmetal- lurgischen Prozessen, die gefährli- che Stoffe enthalten		< 9.000	111	325	2	< 9.000	113	
<b>19</b>	<b>Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke</b>								
<b>19 01</b>	<b>Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen</b>								
19 01 05*	Filterkuchen aus der Ab- gasbehand- lung	39.200	12.812	168	9.145	8	12.645	176	495,7

Abfall- schlüs- sel	Abfallbe- zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
19 01 11*	Rost- und Kessela- schen sowie Schlacken, die gefährli- che Stoffe enthalten	487.600	9.916	53	14.275	4	10.222	57	4.984,2
19 01 12	Rost- und Kessela- schen sowie Schlacken mit Aus- nahme der- jenigen, die unter 19 01 11 fallen		< 9.000	212	5.220	4	< 9.000	216	
19 01 13*	Filterstaub, der gefährli- che Stoffe enthält	372.600	19.980	586	16.104	42	19.721	628	7.348,0
19 01 15*	Kessel- staub, der gefährliche Stoffe ent- hält	59.600	14.404	51	13.473	11	14.239	62	848,6
<b>19 02</b>	<b>Abfälle aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen (einschließlich Dechromatisierung, Cyanid-entfernung, Neutralisation)</b>								
19 02 04*	vorge- mischte Ab- fälle, die wenigstens einen ge- fährlichen Abfall ent- halten	373.000	9.441	59	7.050	2	9.363	61	3.492,3
19 02 05*	Schlämme aus der phy- sikalisch- chemischen Behand- lung, die ge- fährliche Stoffe ent- halten	290.600	35.382	364	53.000	1	35.430	365	10.296,0

Abfall-schlüssel	Abfallbezeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>19 08</b>	<b>Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen a. n. g.</b>								
19 08 13*	Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten		< 9.000	56	5.100	1	< 9.000	57	
<b>19 10</b>	<b>Abfälle aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen</b>								
19 10 04	Schredderleichtfraktion und Staub mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 03 fallen	23.200	24.108	4	13.563	1	21.999	5	510,4
<b>19 12</b>	<b>Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z.B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g.</b>								
19 12 11*	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten	169.000	26.015	51	6.400	1	25.638	52	4.332,8

Tabelle 8.7: Zinn

Abfall-schlüssel	Abfallbezeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>10</b>	<b>Abfälle aus thermischen Prozessen</b>								
<b>10 01</b>	<b>Abfälle aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsprozessen (außer 19)</b>								

Abfall- schlüs- sel	Abfallbezeich- nung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
10 01 01	Rost- u. Kes- selasche, Schlacken u. Kesselstaub mit Ausnahme von Kessel- staub der un- ter 10 01 04 (Ölfeuerung) fällt		< 1.000	19	14	3	< 1.000	22	
10 01 15	Rost- u. Kes- selasche, Schlacken u. Kesselstaub aus der Ab- fallmitver- brennung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 14 fallen		< 1.000	6	93	2	< 1.000	8	
10 01 16*	Filterstäube aus der Ab- fallmitver- brennung, die gefährliche Stoffe enthal- ten		< 1.000	6	157	3	< 1.000	9	
10 01 18*	Abfälle aus der Abgasbe- handlung, die gefährliche Stoffe enthal- ten		< 1.000	12	415	3	< 1.000	15	
<b>10 02</b>	<b>Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie</b>								
10 02 02	unbearbeitete Schlacke		k.A.		84	1	< 1.000	1	
10 02 07*	feste Abfälle aus der Ab- gasbehand- lung, die ge- fährliche Stoffe enthal- ten		< 1.000	63	110	1	< 1.000	64	

Abfall- schlüs- sel	Abfallbezeich- nung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
10 02 08	Abfälle aus der Abgasbe- handlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 07 fal- len		< 1.000	15	165	2	< 1.000	17	
10 02 13*	Schlämme und Filterku- chen aus der Abgasbe- handlung, die gefährliche Stoffe enthal- ten	130.200	1.132	3	1.960	1	1.339	4	174,3
<b>10 09</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Eisen und Stahl</b>								
10 09 09*	Filterstaub, der gefährli- che Stoffe enthält		< 1.000	5	268	1	< 1.000	6	
10 09 10	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09 fällt		< 1.000	10	486	1	< 1.000	11	
<b>16</b>	<b>Abfälle, die nicht anderswo im Verzeichnis aufgeführt sind</b>								
<b>16 08</b>	<b>Gebrauchte Katalysatoren</b>								
16 08 03	gebrauchte Katalysato- ren, die Über- gangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten, a. n. g.		< 1.000	2	2	1	< 1.000	3	
<b>19</b>	<b>Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke</b>								
<b>19 01</b>	<b>Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen</b>								
19 01 05*	Filterkuchen aus der Ab- gasbehand- lung		< 1.000	91	254	8	< 1.000	99	

Abfall-schlüssel	Abfallbezeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
19 01 11*	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken, die gefährliche Stoffe enthalten		721	23	1.014	3	< 1.000	26	
19 01 12	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen		< 1.000	111	219	1	< 1.000	112	
19 01 13*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält		< 1.000	279	531	42	< 1.000	321	
19 01 15*	Kesselstaub, der gefährliche Stoffe enthält		< 1.000	32	491	9	< 1.000	41	
<b>19 02</b>	<b>Abfälle aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen (einschließlich Dechromatisierung, Cyanidentfernung, Neutralisation)</b>								
19 02 04*	vorgemischte Abfälle, die wenigstens einen gefährlichen Abfall enthalten		< 1.000	33	195	2	< 1.000	35	
<b>19 08</b>	<b>Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen a. n. g.</b>								
19 08 13*	Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten		< 1.000	26	460	1	< 1.000	27	
<b>19 10</b>	<b>Abfälle aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen</b>								

Abfall-schlüssel	Abfallbezeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
19 10 04	Schredderleichtfraktion und Staub mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 03 fallen		< 1.000	1	229	1	< 1.000	2	
<b>19 12</b>	<b>Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z.B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g.</b>								
19 12 11*	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten		< 1.000	21	200	1	< 1.000	22	

Tabelle 8.8: Antimon

Abfall-schlüssel	Abfallbezeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>10</b>	<b>Abfälle aus thermischen Prozessen</b>								
<b>10 01</b>	<b>Abfälle aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsprozessen (außer 19)</b>								
10 01 01	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub mit Ausnahme von Kesselstaub der unter 10 01 04 (Ölfeuerung) fällt		< 1.000	52	69	3	< 1.000	55	

Abfall-schlüssel	Abfallbezeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
10 01 15	Rost- u. Kesselasche, Schlacken u. Kesselstaub aus der Abfallmitverbrennung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 14 fallen		< 1.000	6	115	2	< 1.000	8	
10 01 16*	Filterstäube aus der Abfallmitverbrennung, die gefährliche Stoffe enthalten		< 1.000	10	240	4	< 1.000	14	
10 01 18*	Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten		< 1.000	13	570	3	< 1.000	16	
<b>10 02</b>	<b>Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie</b>								
10 02 02	unbearbeitete Schlacke			0	34	1	< 1.000	1	
10 02 07*	feste Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten		< 1.000	74	119	1	< 1.000	75	
10 02 08	Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 07 fallen		< 1.000	26	60	2	< 1.000	28	

Abfall- schlüs- sel	Abfallbezeich- nung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
10 02 13*	Schlämme und Filterku- chen aus der Abgasbe- handlung, die gefährliche Stoffe enthal- ten		< 1.000	5	127	1	< 1.000	6	
<b>10 09</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Eisen und Stahl</b>								
10 09 09*	Filterstaub, der gefährli- che Stoffe enthält		< 1.000	10	761	1	< 1.000	11	
10 09 10	Filterstaub mit Ausnahme desjenigen, der unter 10 09 09 fällt		< 1.000	9	64	1	< 1.000	10	
<b>11</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen; Nichteisen-Hydrometallurgie</b>								
<b>11 01</b>	<b>Abfälle aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen (z.B. Galvanik, Verzinkung, Beizen, Ätzen, Phosphatieren, alkalisches Entfetten und Anodisieren)</b>								
11 01 09*	Schlämme und Filterku- chen, die ge- fährliche Stoffe enthal- ten		< 1.000	165	170	1	< 1.000	166	
<b>16</b>	<b>Abfälle, die nicht anderswo im Verzeichnis aufgeführt sind</b>								
<b>16 08</b>	<b>Gebrauchte Katalysatoren</b>								
16 08 03	gebrauchte Katalysatoren, die Über- gangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten, a. n. g.		< 1.000	4	2	1	< 1.000	5	

Abfall-schlüssel	Abfallbezeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>16 11</b>	<b>Gebrauchte Auskleidungen und feuerfeste Materialien</b>								
16 11 05*	Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus nicht-metallurgischen Prozessen, die gefährliche Stoffe enthalten	16.500	2.386	28	41	2	2.230	30	36,8
<b>19</b>	<b>Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke</b>								
<b>19 01</b>	<b>Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen</b>								
19 01 05*	Filterkuchen aus der Abgasbehandlung		< 1.000	110	353	8	< 1.000	118	
19 01 11*	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken, die gefährliche Stoffe enthalten		< 1.000	34	462	4	< 1.000	38	
19 01 12	Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen		< 1.000	134	86	4	< 1.000	138	
19 01 13*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält		< 1.000	420	693	42	< 1.000	462	
19 01 15*	Kesselstaub, der gefährliche Stoffe enthält		< 1.000	34	527	11	< 1.000	45	
<b>19 02</b>	<b>Abfälle aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen (einschließlich Dechromatisierung, Cyanidentfernung, Neutralisation)</b>								

Abfall-schlüssel	Abfallbezeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
19 02 04*	vorgemischte Abfälle, die wenigstens einen gefährlichen Abfall enthalten	373.000	2.260	37	245	2	2.157	39	804,4
19 02 05*	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten		< 1.000	200	100	1	< 1.000	201	
<b>19 08</b>	<b>Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen a. n. g.</b>								
19 08 13*	Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten		< 1.000	25	79	1	< 1.000	26	
<b>19 10</b>	<b>Abfälle aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen</b>								
19 10 04	Schredderleichtfraktion und Staub mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 03 fallen		< 1.000	1	905	1	< 1.000	2	
<b>19 12</b>	<b>Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z.B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g.</b>								
19 12 11*	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten		< 1.000	25	190	1	< 1.000	26	

Tabelle 8.9: Kobalt

Abfall- schlüs- sel	Abfallbe- zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>10</b>	<b>Abfälle aus thermischen Prozessen</b>								
<b>10 01</b>	<b>Abfälle aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsprozessen (außer 19)</b>								
10 01 01	Rost- u. Kes- selasche, Schlacken u. Kesselstaub mit Aus- nahme von Kesselstaub der unter 10 01 04 (Ölfeu- erung) fällt		< 1.000	43	22	3	< 1.000	46	
10 01 15	Rost- u. Kes- selasche, Schlacken u. Kesselstaub aus der Ab- fallmitver- brennung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 14 fallen		< 1.000	9	27	2	< 1.000	11	
10 01 16*	Filterstäube aus der Ab- fallmitver- brennung, die gefährli- che Stoffe enthalten		< 1.000	10	12	3	< 1.000	13	
10 01 18*	Abfälle aus der Abgasbe- handlung, die gefährliche Stoffe enthal- ten		< 1.000	12	12	3	< 1.000	15	
<b>10 02</b>	<b>Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie</b>								
10 02 02	unbearbei- tete Schlacke		< 1.000	2	73	1	< 1.000	3	
10 02 07*	feste Abfälle aus der Ab- gasbehand- lung, die ge- fährliche Stoffe enthal- ten		< 1.000	66	19	2	< 1.000	68	

Abfall-schlüssel	Abfallbe-zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
10 02 08	Abfälle aus der Abgasbe-handlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 07 fal-len		< 1.000	17	30	2	< 1.000	19	
10 02 13*	Schlämme und Filterku-chen aus der Abgasbe-handlung, die gefährliche Stoffe enthal-ten		< 1.000	5	17	1	< 1.000	6	
10 02 14	Schlämme und Filterku-chen aus der Abgasbe-handlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 13 fallen		< 1.000	6	8	1	< 1.000	7	
<b>10 09</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Eisen und Stahl</b>								
10 09 06	Gießformen und -sande vor dem Gie-ßen mit Aus-nahme derje-nigen, die un-ter 10 09 05 fallen			0	3	1	< 1.000	1	
10 09 10	Filterstaub mit Aus-nahme desje-nigen, der unter 10 09 09 fällt		< 1.000	9	19	3	< 1.000	12	
<b>16</b>	<b>Abfälle, die nicht anderswo im Verzeichnis aufgeführt sind</b>								
<b>16 08</b>	<b>Gebrauchte Katalysatoren</b>								

Abfall- schlüs- sel	Abfallbe- zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
16 08 03	gebrauchte Katalysato- ren, die Über- gangsmetalle oder deren Verbindun- gen enthal- ten, a. n. g.		< 1.000	3	7	1	< 1.000	4	
<b>16 11</b>	<b>Gebrauchte Auskleidungen und feuerfeste Materialien</b>								
16 11 05*	Auskleidun- gen und feu- erfeste Mate- rialien aus nichtmetal- lurgischen Prozessen, die gefährli- che Stoffe enthalten		< 1.000	37	7	2	< 1.000	39	
<b>19</b>	<b>Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke</b>								
<b>19 01</b>	<b>Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen</b>								
19 01 05*	Filterkuchen aus der Ab- gasbehand- lung		< 1.000	109	13	8	< 1.000	117	
19 01 11*	Rost- und Kesselaschen sowie Schla- cken, die ge- fährliche Stoffe enthal- ten		< 1.000	30	39	4	< 1.000	34	
19 01 12	Rost- und Kesselaschen sowie Schla- cken mit Aus- nahme derje- nigen, die un- ter 19 01 11 fallen		< 1.000	121	37	4	< 1.000	125	
19 01 13*	Filterstaub, der gefährli- che Stoffe enthält		< 1.000	396	24	41	< 1.000	437	

Abfall-schlüssel	Abfallbe-zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
19 01 15*	Kesselstaub, der gefährliche Stoffe enthält		< 1.000	34	33	10	< 1.000	44	
<b>19 02</b>	<b>Abfälle aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen (einschließlich Dechromatisierung, Cyanid-entfernung, Neutralisation)</b>								
19 02 04*	vorgemischte Abfälle, die wenigstens einen gefährlichen Abfall enthalten		< 1.000	35	26	2	< 1.000	37	
<b>19 08</b>	<b>Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen a. n. g.</b>								
19 08 13*	Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten	213.700	20.608	29	14	1	19.922	30	4.257,2
<b>19 10</b>	<b>Abfälle aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen</b>								
19 10 04	Schredderleichtfraktion und Staub mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 03 fallen		< 1.000	1	133	1	< 1.000	2	
<b>19 12</b>	<b>Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z.B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g.</b>								
19 12 11*	Sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen, die gefährliche Stoffe enthalten		< 1.000	22	38	1	< 1.000	23	

Tabelle 8.10: Mangan

Abfall- schlü- sel	Abfallbe- zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>10</b>	<b>Abfälle aus thermischen Prozessen</b>								
<b>10 01</b>	<b>Abfälle aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsprozessen (außer 19)</b>								
10 01 01	Rost- u. Kessela- sche, Schlacken u. Kessel- staub mit Ausnahme von Kes- selstaub der unter 10 01 04 (Ölfeue- rung) fällt	4.495.50 0	3.698	24	914	2	3.484	26	15.661, 6
10 01 15	Rost- u. Kessela- sche, Schlacken u. Kessel- staub aus der Abfall- mitver- brennung mit Aus- nahme derjenigen, die unter 10 01 14 fallen	138.900	21.500	1	1.180	2	7.953	3	1.104,7
10 01 16*	Filter- stäube aus der Abfall- mitver- brennung, die gefähr- liche Stoffe ent- halten	16.800	5.215	1	1.012	2	2.413	3	40,5
10 01 18*	Abfälle aus der Abgas- behand- lung, die gefährliche Stoffe ent- halten			0	863	1	< 1.000	1	

Abfall- schlüs- sel	Abfallbe- zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>10 02</b>	<b>Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie</b>								
10 02 02	unbearbei- tete Schla- cke	842.400	14.921	11	14.300	1	14.869	12	12.525, 9
10 02 07*	feste Ab- fälle aus der Abgas- behand- lung, die gefährliche Stoffe ent- halten	20.200	22.484	27	33.050	2	23.213	29	468,9
10 02 14	Schlämme und Filter- kuchen aus der Abgasbe- handlung mit Aus- nahme derjenigen, die unter 10 02 13 fallen			0	300	1	< 1.000	1	
<b>10 09</b>	<b>Abfälle vom Gießen von Eisen und Stahl</b>								
10 09 06	Gießfor- men und - sande vor dem Gie- ßen mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 09 05 fallen		k.A.		27	1	< 1.000	1	
10 09 10	Filterstaub mit Aus- nahme desjeni- gen, der unter 10 09 09 fällt	31.200		0	50.500	2	50.500	2	1.575,6
<b>16</b>	<b>Abfälle, die nicht anderswo im Verzeichnis aufgeführt sind</b>								
<b>16 08</b>	<b>Gebrauchte Katalysatoren</b>								

Abfall-schlüssel	Abfallbe-zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
16 08 03	ge-brauchte Katalysatoren, die Übergangsmetalle oder deren Verbindungen enthalten, a. n. g.			0	83	1	< 1.000	1	
<b>19</b>	<b>Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke</b>								
<b>19 01</b>	<b>Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen</b>								
19 01 05*	Filterkuchen aus der Abgasbehandlung	39.200	1.081	23	595	3	1.025	26	40,2
19 01 11*	Rost- und Kesselschen sowie Schlacken, die gefährliche Stoffe enthalten	487.600	832	5	1.616	4	1.180	9	575,6
19 01 12	Rost- und Kesselschen sowie Schlacken mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen	3.367.300	1.042	99	1.017	3	1.041	102	3.506,2
19 01 13*	Filterstaub, der gefährliche Stoffe enthält	372.600	1.253	41	615	15	1.082	56	403,2
19 01 15*	Kesselstaub, der gefährliche Stoffe enthält	59.600	1.020	16	1.462	7	1.155	23	68,8

Abfall-schlüssel	Abfallbe-zeichnung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>19 02</b>	<b>Abfälle aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen (einschließlich Dechromatisierung, Cyanidentfernung, Neutralisation)</b>								
19 02 04*	vorge-mischte Abfälle, die we-nigstens einen ge-fährlichen Abfall ent-halten	373.000	2.003	18	1.395	2	1.942	20	724,4
<b>19 08</b>	<b>Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen a. n. g.</b>								
19 08 13*	Schlämme , die ge-fährliche Stoffe aus einer an-deren Be-handlung von indust-riellem Ab-wasser enthalten	213.700	1.904	18	3.200	1	1.972	19	421,5
<b>19 12</b>	<b>Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z.B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g.</b>								
19 12 11*	Sonstige Abfälle (ein-schließlich Material-mischun-gen) aus der me-chani-schen Be-handlung von Abfäl-len, die ge-fährliche Stoffe ent-halten	169.000		0	1.000	1	1.000	1	169,0

Tabelle 8.11: Molybdän

Abfall- schlüs- sel	Abfallbezeich- nung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>10</b>	<b>Abfälle aus thermischen Prozessen</b>								
<b>10 02</b>	<b>Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie</b>								
10 02 02	unbearbeitete Schlacke			0	226	1	< 1.000	1	
<b>19</b>	<b>Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufberei- tung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke</b>								
<b>19 01</b>	<b>Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen</b>								
19 01 05*	Filterkuchen aus der Abgas- behandlung		< 1.000	6	91	1	< 1.000	7	
19 01 12	Rost- und Kes- selaschen so- wie Schlacken mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 01 11 fallen		< 1.000	19	22	1	< 1.000	20	

Tabelle 8.12: Vanadium

Abfall- schlüs- sel	Abfallbezeich- nung	Größte Masse	MW ABANDA	N	MW neu	N neu	MW ges.	N ges.	Fracht
		Mg	mg/kg		mg/kg		mg/kg		Mg
<b>10</b>	<b>Abfälle aus thermischen Prozessen</b>								
<b>10 02</b>	<b>Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie</b>								
10 02 02	unbearbeitete Schlacke		< 1.000	3	8	1	< 1.000	4	
<b>19</b>	<b>Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufberei- tung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke</b>								
<b>19 01</b>	<b>Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen</b>								
19 01 15*	Kesselstaub, der gefährliche Stoffe enthält		< 1.000	15	41	1	< 1.000	16	