

# Methodenentwicklung für die ökologische Bewertung der Entsorgung gefährlicher Abfälle unter und über Tage und Anwendung auf ausgewählte Abfälle

Darmstadt, den 30.11.2007

## Forschungsvorhaben

gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, Förderkennzeichen 02C1345, unterstützt durch Drittmittel von vier Versatzbergwerken und teilfinanziert aus Eigenmitteln des Öko-Instituts

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

**Öko-Institut e.V.**  
**Büro Darmstadt**  
Rheinstraße 95  
D-64295 Darmstadt  
**Telefon** +49 (0) 6151 - 8191 - 0  
**Fax** +49 (0) 6151 - 8191 - 33

**Geschäftsstelle Freiburg**  
Postfach 50 02 40  
D-79028 Freiburg  
**Hausadresse**  
Merzhauser Straße 173  
D-79100 Freiburg  
**Telefon** +49 (0) 7 61 - 4 52 95-0  
**Fax** +49 (0) 7 61 - 452 95-88

**Büro Berlin**  
Novalisstraße 10  
D-10115 Berlin  
**Telefon** +49 (0) 30 - 28 04 86-80  
**Fax** +49 (0) 30 - 28 04 86-88



# **Methodenentwicklung für die ökologische Bewertung der Entsorgung gefährlicher Abfälle unter und über Tage und Anwendung auf ausgewählte Abfälle**

## **Autoren, Bearbeiter:**

Dipl.-Ing.	Günter Dehoust
	Peter Küppers
Dipl.-Ing.	Julia Neles
Dr.	Doris Schüler
Ing.(grad.)	Gerhard Schmidt

Unter Mitarbeit von:

Peter Gebhardt

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	V
Tabellenverzeichnis .....	VII
Verzeichnis der Abkürzungen .....	X
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Auswahl der für den Versatz in Frage kommenden Abfallarten .....</b>	<b>4</b>
2.1 Vorauswahl von 50 Abfallarten .....	4
2.2 Beschreibung der Abfallarten .....	7
2.2.1 Schadstoffgehalte .....	8
2.2.2 Bewertung der Datenlage .....	15
2.2.3 Gefahrenmerkmale .....	16
2.2.4 Gasbildungspotenzial .....	17
2.3 Abfallaufkommen, Herkunft sowie Verwertungs- und Beseitigungswege .....	19
2.3.1 Abfälle aus HZVA von Salzen, Salzlösungen und Metalloxiden .....	20
2.3.2 Abfälle aus Kraftwerken und anderen Verbrennungsprozessen (außer 19) .....	21
2.3.3 Abfälle aus der Eisen- und Stahlindustrie .....	22
2.3.4 Abfälle aus der thermischen Zinkmetallurgie sowie sonstiger thermischer Nichteisenmetallurgie .....	23
2.3.5 Abfälle aus der Herstellung von Glas und Glaserzeugnissen .....	24
2.3.6 Abfälle aus der chemischen Oberflächenbehandlung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen .....	25
2.3.7 Abfälle aus Prozessen der Nichteisen-Hydrometallurgie .....	27
2.3.8 Abfälle aus Prozessen der mechanischen Formgebung und der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen .....	28
2.3.9 Gebrauchte Katalysatoren .....	28
2.3.10 Gebrauchte Auskleidungen und feuerfeste Materialien .....	29
2.3.11 Bau- und Abbruchabfälle .....	30
2.3.12 Abfälle aus der Verbrennung oder Pyrolyse von Abfällen .....	34
2.3.13 Abfälle aus der physikalisch-chemischen Behandlung von Abfällen, stabilisierte und verfestigte Abfälle sowie Deponiesickerwasser .....	37
2.4 Schwermetallstoffströme in den 50 ausgewählten Abfällen und ihre Relevanz im Vergleich zu Stoffströmen in Wirtschaft und Umwelt .....	39
<b>3 Ermittlung der relevanten Verwertungs- und Beseitigungstechnologien .....</b>	<b>46</b>
3.1 Bergversatz und Untertagedeponien .....	46
3.1.1 Allgemeine Angaben .....	46
3.1.2 Rechtliche Grundlagen .....	50

3.1.3	Technische Beschreibung von Versatzarten und Einlagerungstechniken.....	54
3.1.3.1	Hydraulischer Versatz (Spül-, Dickstoff- und Pumpversatz) .....	54
3.1.3.2	Gebindeeinlagerung / Stapelversatz .....	55
3.1.3.3	Schüttversatz (Kipp-, Sturz- oder Schiebeversatz) .....	56
3.1.3.4	Pneumatischer Versatz (Blasversatz) .....	57
3.1.4	Technische Beschreibung der Abläufe .....	57
3.2	Sonderabfallverbrennung und Mitverbrennung .....	58
3.3	Aufbereitung von Aschen aus der Hausmüllverbrennung.....	59
3.4	Aufbereitung von Filterstäuben aus der Müllverbrennung .....	59
3.5	Mechanische Aufbereitung von Strahlsanden .....	59
3.6	Verfahren zur Metallaufbereitung .....	60
3.6.1	Zinkanreicherung nach dem Wälzverfahren .....	60
3.6.2	DK Recycling und Roheisen GmbH.....	60
3.6.3	Anlage der Fa. Citron AG nach dem Oxyreducer-Prozess .....	62
3.6.4	Elektroreduktionsverfahren der B.U.S. Steel Services GmbH .....	62
3.6.5	Plasmaverfahren der B.U.S. Steel Services GmbH.....	62
3.6.6	PRIMUS-Prozess .....	62
3.6.7	Imperial-smelting-Prozess.....	63
3.6.8	Metallhütte von Umicore .....	63
3.6.9	Sekundärkupferhütte Hüttenwerke Kayser .....	63
3.6.10	Sekundärbleihütten .....	63
3.6.11	Nickelhütte Aue.....	64
3.7	Aufbereitung von Bau- und Abbruchabfällen .....	65
3.8	Konditionierungsverfahren.....	66
<b>4</b>	<b>Kombination beispielhafter Abfallarten und Verwertungsverfahren.....</b>	<b>71</b>
4.1	Auswahl der vertiefend zu betrachtenden Abfälle .....	71
4.2	Entsorgungsvarianten für Elektrostahlwerksstäube.....	73
4.3	Entsorgungsvarianten für Stäube aus der Edelstahlproduktion.....	74
4.4	Entsorgungsvarianten für Galvanikschlämme .....	75
4.5	Entsorgungsvarianten für Filterstäube aus der Abfallverbrennung .....	77
4.6	Entsorgungsvarianten für feste Abfälle aus der Abfallverbrennung .....	79
4.7	Entsorgungsvarianten für Rost- und Kesselaschen aus der Abfallverbrennung (19 01 12).....	81
4.8	Entsorgungsvarianten für Rost- und Kesselaschen sowie Schlacken, die gefährliche Stoffe enthalten (19 01 11*).....	83
4.9	Entsorgung von Böden und Steinen (17 05 03*) sowie Bauschutt (17 01 06*), die gefährliche Stoffe enthalten .....	84
<b>5</b>	<b>Entwicklung des Bewertungsschemas und Ermittlung der Bewertungsgrundlagen .....</b>	<b>86</b>
5.1	Methodik der Ökobilanz.....	86