

# Belastete Bauabfälle verwerten, Deponieressourcen schonen

Heute werden rund 70 Prozent der jährlich rund 0,8 Mio. Tonnen belasteter Bauabfälle deponiert, und das bei einem knappen, verfügbaren Deponievolumen. Der Kanton Zürich hat darum eine Verwertungsregel für die Entsorgung belasteter Bauabfälle aufgestellt. Die am 1. Mai 2005 in Kraft getretene Richtlinie zur Verwertungsregel richtet sich an Bauherren, Planer, Altlastenfachleute, Investoren und Entsorgungsunternehmen. Erarbeitet wurden Lösungsmöglichkeiten für eine Materialverwertung und haushälterische Nutzung des Deponievolumens. Ziel: Für jeden eingesetzten Franken soll eine möglichst hohe Umweltwirkung erreicht werden.

Jährlich fallen im Kanton Zürich bei Bauvorhaben auf belasteten Standorten rund 0,8 Mio. Tonnen schadstoffbelastete Bauabfälle an. Dazu zählen Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial, mineralische Bauabfälle, brennbare Bauabfälle (z. B. Holz) sowie andere Bauabfälle. In der Praxis wird zwischen leicht belasteten Bauabfällen (tolerierbares und Inertstoffmaterial) und stärker belasteten Bauabfällen (Rest-

stoffe, Reaktorstoffe und schlechter) unterschieden. Das tolerierbare Aushubmaterial wird gemäss Aushubrichtlinie (AHR) noch in T1–T4-Material gemäss ARV-Merkblatt «Bautechnische Anforderungen an T-Material» für die Verwertung aufgeteilt (www.arv.ch, siehe Kasten auf Seite 48). Das T1–T4-Material unterscheidet sich im Feinkornanteil sowie in den Anteilen an Bau-schutt und Fremdstoffen.

## Deponieraum ist beschränkt

Die Entsorgungskosten für die belasteten Bauabfälle betragen im Kanton Zürich rund 80 Mio. Franken pro Jahr. Untersuchungen zur Entwicklung der Massenflüsse zeigten, dass trotz Verwertungspflicht rund 70 Prozent der belasteten Bauabfälle deponiert werden. Auffallend ist der hohe Anteil der Ablagerung nur leicht belasteter Mate-

## Inhaltliche Verantwortung:

**Dr. Jörg Egestorff**  
**Projektleiter Ökoeffizienz von belasteten Bauabfällen**  
**Abteilung Abfallwirtschaft und Betriebe AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft**  
**Baudirektion Kanton Zürich**  
**Weinbergstrasse 34, Postfach, 8090 Zürich**  
**Telefon 043 259 39 26**  
**info.altlasten@bd.zh.ch**  
**www.altlasten.zh.ch**



Abfälle aus dem Hoch- und Tiefbau zu rezyklisieren spart Deponieraum.

Quelle: AWEL



Im Bericht zur Abfallplanung 2002–2006 wurde dargelegt wie der Kanton Zürich in den kommenden Jahren auf eine nachhaltige Abfallwirtschaft hinarbeitet.

Quelle aller Abbildungen: AWEL/AW

### Mögliche Verwertungswege:

#### Entsorgung

Die Entsorgung von Abfällen umfasst ihre Verwertung oder Ablagerung sowie die Vorstufen Sammlung, Beförderung, Zwischenlagerung und Behandlung.

#### Verwertung

Als Verwertung gilt die Rückführung von Abfällen in die industriellen oder natürlichen Stoffkreisläufe. Je nach Material und Art der Verwertung ist vorgängig eine entsprechende Behandlung der Abfälle erforderlich.

- Nassmechanische Behandlung

(Bodenwäsche, Nassfraktionierung)

Physikalisch-chemisches Trennverfahren für belastete Bauabfälle. Als Produkte resultieren Recycling-Baustoffe (Grobfraktion) und ein belasteter Filterkuchen (Feinfraktion) mit den aufkonzentrierten Schadstoffen. Je nach Art und Konzentration der Schadstoffe kann der Filterkuchen als Rohstoffersatz im Zementwerk oder in einer Ziegelei verwertet oder auf einer geeigneten Deponie abgelagert werden.

- Thermische Behandlung

Beispielsweise die Verwertung von Aushub oder mineralischen Bauabfällen als Ersatzrohstoff in Zementwerken oder Ziegeleien. Dabei werden die Schadstoffe vernichtet oder immobilisiert. Als thermische Behandlung gelten aber auch andere Verfahren, bei denen Schadstoffe durch Hitzebehandlung entfernt werden.

- Trockenmechanische Behandlung

(Trockensiebung, Trockenfraktionierung)

Physikalisches Trennverfahren für leicht belastete Bauabfälle. Als Produkte resultieren Recycling-Baustoffe (Grobfraktion) und eine belastete Feinfraktion mit den aufkonzentrierten Schadstoffen. Je nach Art und Konzentration der Schadstoffe wird die Feinfraktion auf einer geeigneten Deponie abgelagert oder z. B. im Zementwerk verwertet.

rialien auf Inertstoffdeponien. Zurückzuführen ist dies vor allem auf tiefe Annahmepreise der Inertstoffdeponien im

Vergleich zu den Kosten für Verwertungsmassnahmen.

Im Kanton Zürich ist das Deponievolumen zunehmend beschränkt, insbesondere aufgrund des Widerstands gegen neue Deponiestandorte. In Übereinstimmung mit der Strategie und den Zielen der Abfallwirtschaft wurde entschieden (siehe Grafik auf Seite 47), Lösungsmöglichkeiten für eine ökoefiziente Wiederverwertung der belasteten Bauabfälle und eine häusliche Nutzung des verfügbaren Deponievolumens zu erarbeiten.

### Verwertung ist vorgeschrieben

Im Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) wird gefordert, dass Abfälle soweit möglich verwertet werden müssen. Die Technische Verordnung über Abfälle (TVA) präzisiert diese Vorgabe, wonach eine Behörde von Inhabern von Abfällen eine Verwertung verlangen kann, wenn dies technisch möglich und wirtschaftlich tragbar ist und die Umwelt dadurch weniger belastet wird. Die qualitative Ausgestaltung der Verwertung obliegt demnach den Kantonen.

Eine Verwertungsmöglichkeit ist zum Beispiel, belastete Bauabfälle zu behandeln und Recyclingbaustoffe herzustellen (siehe ZUP 38).

### Ökoeffizienz belasteter Bauabfälle wurde untersucht...

Vor diesen Hintergründen wurde vom AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft das Projekt «Ökoeffizienz bei der Entsorgung belasteter Bauabfälle» lanciert. Die Ziele lauteten:

- Übereinstimmung mit den strategischen Zielen der Abfallplanung.
- Optimierungspotenzial und Handlungsbedarf aufzeigen.
- Eine neue Verwertungsregel formulieren und in eine Richtlinie umsetzen.
- Erfolgskontrolle der Verwertung durch Erfassung und Auswertung der Güterflussdaten (entsorgte Abfallmenge

### Leicht belastete Bauabfälle

- Tolerierbares Material

Schwach belastetes Aushubmaterial, das gemäss Aushubrichtlinie unter bestimmten Voraussetzungen ohne weitere Behandlung verwertet werden darf.

Bei Aushubmaterial wird unterschieden zwischen T1–T4-Material (Feinkornanteil von <8 bis> 30 Massenprozent sowie unterschiedlichen Anteilen an Bauschutt und Fremdstoffen bis zusammen maximal 5 Massenprozent).

- Inertstoffe

Material, das die Anforderungen der TVA an Inertstoffe erfüllt und auf einer Inertstoffdeponie abgelagert werden darf (gesteinsähnlich).

### Stärker belastete Bauabfälle

- Reststoffe, Reaktorstoffe und schlechter

Reststoffe sind gemäss der TVA Abfälle mit bekannter Zusammensetzung und mit nur geringen organischen Anteilen, die weder Gase noch leicht wasserlösliche Stoffe abgeben können.

Reaktorstoffe haben einen höheren Organikanteil als Reststoffe und sind deshalb biologisch und chemisch reaktiv.

und -qualität etc.) spätestens vier Wochen nach Bauende.

In einem ersten Schritt wurde eine Bilanz des bisherigen abfall- und altlastenrechtlichen Vollzugs im Kanton Zürich erstellt. In einem zweiten Schritt wurden Vertreter der wichtigsten Akteurguppen befragt. Ziel dieser Untersuchung war es, Schwachstellen zu identifizieren und Verbesserungsmöglichkeiten aus Sicht der Akteure zu sammeln.

Mit einer Grob-Ökobilanz wurde die Ökoeffizienz verschiedener Verwertungsverfahren und der zugehörigen Transporte ermittelt. Ausserdem wurde eine Gesamtbetrachtung zu den belasteten Bauabfällen angestellt und insbesondere ein Vergleich mit den nicht belasteten Bauabfällen gezogen. Schlussfolgernd wurde formuliert, wel-

che Voraussetzungen notwendig sind, um die Ziele der kantonalen Abfallwirtschaft massgeschneidert und effizient umsetzen zu können:

- Die Verwertungsregel muss dem Abfallleitbild des Bundes und der Abfallplanung des Kantons Zürich entsprechen.
- Die Deponieressourcen sollen geschont und die Entsorgungssicherheit gewährleistet werden.
- Um eine grosse Akzeptanz zu erreichen, müssen Investoren, Planer, Gutachter und Entsorgungsunternehmer einbezogen werden.
- Die Verwertungsregel muss bei unterschiedlichen Verhältnissen wirksam sowie volkswirtschaftlich vertretbar sein.



Triage belasteter Bauabfälle vor der weiteren Verwendung oder Deponierung.

### Auswirkungen der Verwertungsregel wurden modelliert

Um die Auswirkungen einer Verwertungsregel für belastete Bauabfälle abzuschätzen, wurden Modellrechnungen durchgeführt. Das Ziel war zu ermitteln, welche Verwertungsquote und Mehrkosten verschiedene Verwertungsvarianten ergeben würden. Zur Durchführung der Modellrechnungen wurde ein spezifisches Berechnungsmodell erarbeitet. Das zugehörige Vorgehensprinzip ist schematisch rechts dargestellt.

Für die Modellrechnungen wurden verschiedene Inputgrössen verwendet:

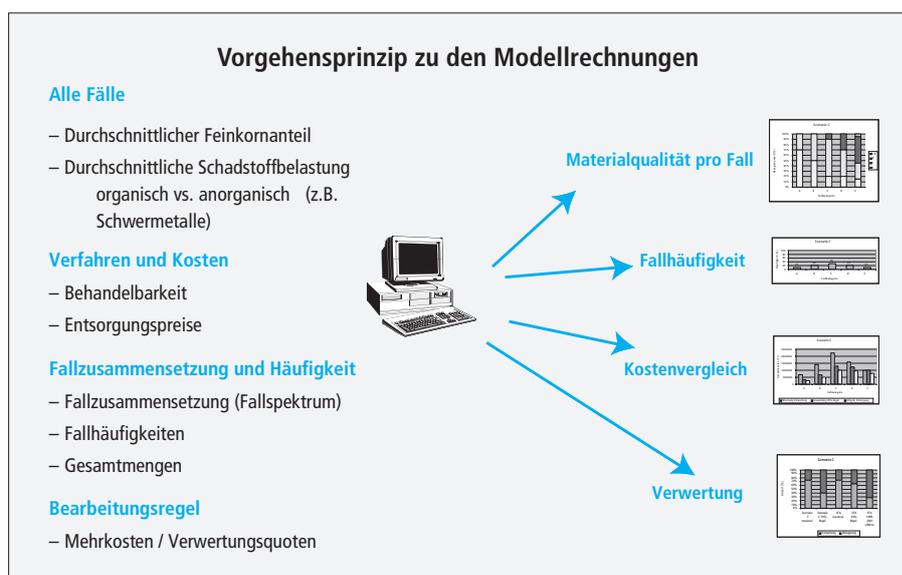
- Der durchschnittliche Anteil an bindigem und kiesigem Material im Kanton Zürich.
- Die durchschnittlichen Anteile an organisch bzw. anorganisch belastetem Material.
- Die Behandelbarkeit der Abfälle durch verschiedene Verfahren (z. B. Zement- und Ziegelindustrie, Bodenwaschanlage, Trockensiebung).
- Die durchschnittlichen Entsorgungspreise.

Weiterhin wurden für die Modellrechnungen Fallbeispiele aufgestellt, die sich nach den Anteilen der verwendeten Materialqualitäten pro Fall (Tolerierbares Material, Inertstoffe, Reststoffe, Re-

aktorstoffe und schlechter) und Häufigkeiten dieser einzelnen Fälle unterscheiden. Als Ergebnis liefert das Modell Angaben zu

- Materialqualitäten pro Fall.
- Fallhäufigkeiten.
- entstehenden Kosten und Mehrkosten gegenüber einer minimalen Verwertung.
- Verwertungsanteilen pro Einzelfall und über die gesamten im Kanton bearbeiteten Fälle.

Zu Vergleichszwecken berechnet das Modell ergänzend die Extremfälle minimale Verwertung (billigste Entsorgung) und maximale Verwertung (teuerste Entsorgung). Für die minimale Verwertung wurde angenommen, dass Materialien nur dann verwertet werden, wenn die Verwertungskosten billiger als die Deponierung sind. Für die maximale Verwertung wurde angenommen, dass alle Materialien, ungeachtet der Verwertungskosten, verwertet wer-



Um abzuschätzen, welche Verwertungsquote und Mehrkosten verschiedene Verwertungsvarianten ergeben würden, wurden Modellrechnungen an verschiedenen Fallbeispielen durchgeführt.

Info-Tipp:

**Richtlinie und Merkblatt**

Die AWEL-Richtlinie «Verwertungsregel für die Entsorgung von belasteten Bauabfällen» und das Merkblatt «Vorgehen bei der Entsorgung

von belasteten Bauabfällen» erhalten Sie unter Telefon: 043 259 39 73 oder [info.altlasten@bd.zh.ch](mailto:info.altlasten@bd.zh.ch).



den, welche aufgrund ihrer Zusammensetzung und Qualität verwertbar sind.

**Formulierung der Verwertungsregel**

Basierend auf den gesetzlichen Grundlagen, spezifischen Untersuchungen, Modellrechnungen und Abwägungen hinsichtlich der wirtschaftlichen Verhältnismässigkeit wurde die neue Verwertungsregel für den Kanton Zürich definiert (siehe Kasten unten).

*Verwertungsquote*

Für leicht belastete Bauabfälle, tolerierbares Material (T2–T4) und Inertstoffe

sind Verwertungsquoten von 30 Prozent bzw. 40 Prozent vorgeschrieben. Die effektiv erreichte Verwertungsquote hängt von der Verwertungseffizienz der Behandlungsanlage ab, d. h. davon wie «gut» die Anlage ist. Die Verwertungseffizienzen für verschiedene Entsorgungs- und Verwertungsverfahren sind in dem Merkblatt des Aushub-, Rückbau und Recycling-Verbandes Schweiz «Behandlung von belasteten Bauabfällen in Anlagen (ex situ)» vom Januar 2005 aufgeführt ([www.arv.ch](http://www.arv.ch)).

*Vollständige Behandlung*

Für T1-Material, Reststoffe und Reaktorstoffe oder schlechter werden dage-

gen keine Verwertungsquoten vorgegeben, sondern eine vollständige Behandlung gefordert. Das ist möglich, weil T1-Material aufgrund seines geringen Feinkornanteils und Bedarfs in der Bauindustrie sowie der niedrigen Kosten der Verwertung gegenüber einer Deponierung vollständig ins Baustoffrecycling geht.

Bei Reststoffen, Reaktorstoffen oder schlechter wird eine vollständige Behandlung gefordert, da die Kosten für eine Deponierung ähnlich hoch sind wie für eine Behandlung und damit eine Verwertung wirtschaftlich tragbar ist. Technisch sind der Behandlung dieser Materialqualitäten dagegen Grenzen gesetzt. Daher wird auch keine 100prozentige Verwertung, sondern nur soweit technisch machbar, eine vollständige Behandlung gefordert.

*Fazit:*

**Eine ganze Deponie einsparen**

Die neue Verwertungsregel ist wirtschaftlich tragbar und pro Materialqualität sind verschiedene Verwertungswege möglich, dies zeigt der Vergleich zwischen minimaler Verwertung (welche die Vorgaben der TVA nicht berücksichtigt) und maximaler Verwertung deutlich.

Durch diese flexible Ausgestaltung wird sich der vorhandene Markt weiter entwickeln und sich günstig auf die Behandlungspreise auswirken. Das Hauptziel der Überprüfung des altlasten- und abfallrechtlichen Vollzugs war, eine ökoeffiziente Bewirtschaftung belasteter Standorte zu erreichen, damit für jeden eingesetzten Franken eine möglichst hohe Umweltleistung erreicht wird.

Mit der Regelung der Verwertung können über die nächsten zehn Jahre Einsparungen von rund 1 Mio. Kubikmeter Deponievolumen erreicht und damit der Neubau einer Deponie vermieden werden. Diese Lösung konnte das AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft nur durch eine breite Unterstützung der vielen Akteure realisieren. Es sei an dieser Stelle allen Beteiligten für die gute Kooperation gedankt.

**Verwertungsregel**

1. Belastete Bauabfälle sind, gegebenenfalls nach einer geeigneten Behandlung, folgendermassen zu verwerten:

Qualität der belasteten Bauabfälle	Behandlungsvorgabe	Verwertungsquote
Reststoff, Reaktorstoff oder schlechter	vollständig	-
Inertstoff	-	40 %
T-Material, Kategorien T2, T3 und T4	-	30 %

2. Fallen beim selben Bauvorhaben Inertstoffe und T-Materialien der Kategorien T2 bis T4 an, sind die Inertstoffe bevorzugt zu verwerten.

3. T-Material der Kategorie T1 und Betonabbruch in T-Qualität müssen vollständig verwertet werden.