

**Mobill Immobilien - Treuhand AG, Zürich**  
**Geschäftszentrum Oberfeld, Kloten**

---

15. März 1991

## **Entsorgungskonzept für das Aushubmaterial**

**Umweltverträglichkeitsbericht, Hauptuntersuchung**

**Ergänzungsbericht zum Kap. 5.3.2: Umweltbereich  
Biosphäre/Boden**

**Beilage 1:            Untersuchung des Aushubmaterials.  
Bericht Nr. 4843/3; Dr. von Moos AG, Zürich**

**enthaltend**

**Resultate der chemischen Untersuchung von Erd-  
und Wasserproben. Institut Bachema AG, Zürich**

**Basler & Hofmann**

---

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Ausgangslage, Zielsetzung</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Bestimmung von Art und Umfang des Aushubmaterials</b>	<b>2</b>
2.1	Untersuchungsprogramm	2
2.2	Besprechung der Resultate	3
2.3	Zuordnung der Aushubkategorien	9
<b>3.</b>	<b>Entsorgungs- und Sanierungsnachweis</b>	<b>10</b>
3.1	Aushub rein	12
3.2	Bauschutt/Mischabbruch	12
3.3	Bausperrgut	13
3.4	Bausonderabfälle	14
<b>4.</b>	<b>Generelles Vorgehenskonzept für den Aushub</b>	<b>15</b>

Anhang A: Definition des AGW für Baurestmassen

Anhang B: Abnahmegarantie für die Inertstoffdeponie Pfungen

Zürich, 15. 3. 1991, SB 1682.10 , JCG/CAN/WW

**Basler & Hofmann**

Ingenieure und Planer AG, Mitglied SIA / ASIC

Forchstrasse 395, CH-8029 Zürich, Telefon 01/55 11 22, Fax 01/53 58 07

## 1. Ausgangslage, Zielsetzung

Basler & Hofmann hat im Juni 1990 einen Umweltverträglichkeitsbericht zum geplanten Geschäftszentrum Oberfeld in Kloten erstellt. Das Geschäftszentrum wird grösstenteils im Bereich einer ehemaligen Kiesgrube zu liegen kommen, welche vorwiegend mit Aushubmaterial, Bauschutt und auch mit Bausperrgut verfüllt wurde. Während und nach der Abfassung des Hauptberichtes hat sich die Situation im Deponiebereich im Kanton Zürich so stark verschärft, dass es faktisch keine Möglichkeit mehr gibt, grössere Mengen von Bauschutt und Bausperrgut abzulagern. Das Amt für Gewässerschutz und Wasserbau (AGW) verlangt deshalb heute bereits im Umweltverträglichkeitsbericht einen Entsorgungsnachweis für alle anfallenden Aushubfraktionen. Auf Antrag des AGW muss deshalb zum bestehenden Umweltverträglichkeitsbericht ein Entsorgungskonzept für das Aushubmaterial nachgereicht werden. Dieses Konzept hat folgende Angaben zu liefern:

- Art und Umfang der einzelnen Aushubfraktionen gemäss Definition des AGW.
- Sanierungs- und Entsorgungsnachweis für alle Fraktionen
- Vorgehenskonzept für die Triage auf der Baustelle
- Verantwortlichkeiten

Die genauen Definitionen für die sog. Baurestmassen sind in Anhang A zusammengestellt. Die Bereitstellung der Informationen verlangte ein umfangreiches Untersuchungsprogramm. Durch Baggerschlitze wurden die Aushubfraktionen bestimmt und durch eine Anzahl von chemischen Analysen auf einzelne kritische Komponenten hin untersucht. Aufgrund dieser Daten wurden die zu erwartenden Mengen der einzelnen Aushubfraktionen abgeschätzt.

In Absprache mit dem Bauherrn, wurde davon ausgegangen, dass lediglich zwei Untergeschosse erstellt werden. Alle nachfolgend angegebenen Aushubkubaturen basieren auf dieser Annahme.

---

## 2. Bestimmung von Art und Umfang des Aushubmaterials

Die detaillierten Resultate der Feld- und Laboruntersuchungen sind im Schlussbericht des geologischen Büros Dr. von Moos AG, Zürich, und des Instituts Bachema, Zürich, zusammengestellt und als Beilage 1 diesem Bericht beigelegt.

### 2.1 Untersuchungsprogramm

**Baggerschlitz:** In einem Raster von ca. 20 x 30 m wurden total 24 Baggerschlitz bis in eine Tiefe von max. 8 m erstellt. Das Raster ergänzt bestehende Rammprofile und erlaubt somit Quervergleiche mit den vorhandenen Daten. In die Schlitz S7 und S9 wurden Piezometer versetzt um Grundwasserproben entnehmen zu können. Für jeden Schlitz wurde ein Tiefenprofil mit den angetroffenen Aushubfraktionen aufgenommen. Dies bildete die Grundlage für die Volumenabschätzungen der einzelnen Aushubfraktionen.

**Probenahme:** Pro Schlitz wurden normalerweise drei Bodenproben in Tiefen von 2, 4 und 6 m entnommen. Daneben wurden auch zusätzlich farblich oder geruchlich auffällige Bereiche beprobt. Die Probenahme erfolgte durch den anwesenden Geologen des geologischen Büros Dr. von Moos AG. Alle Proben sind noch für allfällige weitere Analysen zugänglich.

**Chemische Bodenanalysen:** In Absprache mit dem ausführenden Labor Institut Bachema, Zürich, wurde folgendes Analyseprogramm festgelegt:

- Schwermetallscreening (Blei, Cadmium, Kupfer, Zink)
- Gesamtkohlenwasserstoff
- Chlorierte Lösungsmittel (Überblick)
- pH, Leitfähigkeit

Insgesamt wurden 20 Bodenproben chemisch analysiert. Die Proben wurden so gewählt, dass einerseits die visuell am stärksten kontaminierten

Schlitz und solche mit Bauschutt in allen Tiefenbereichen analysiert wurden. Andererseits wurden auch drei Schlitz mit äusserlich reinem Aushub oder Bauschutt in Form je einer Mischprobe untersucht.

Folgende Proben wurden ausgewählt (für die Lage der Proben siehe Figur 1):

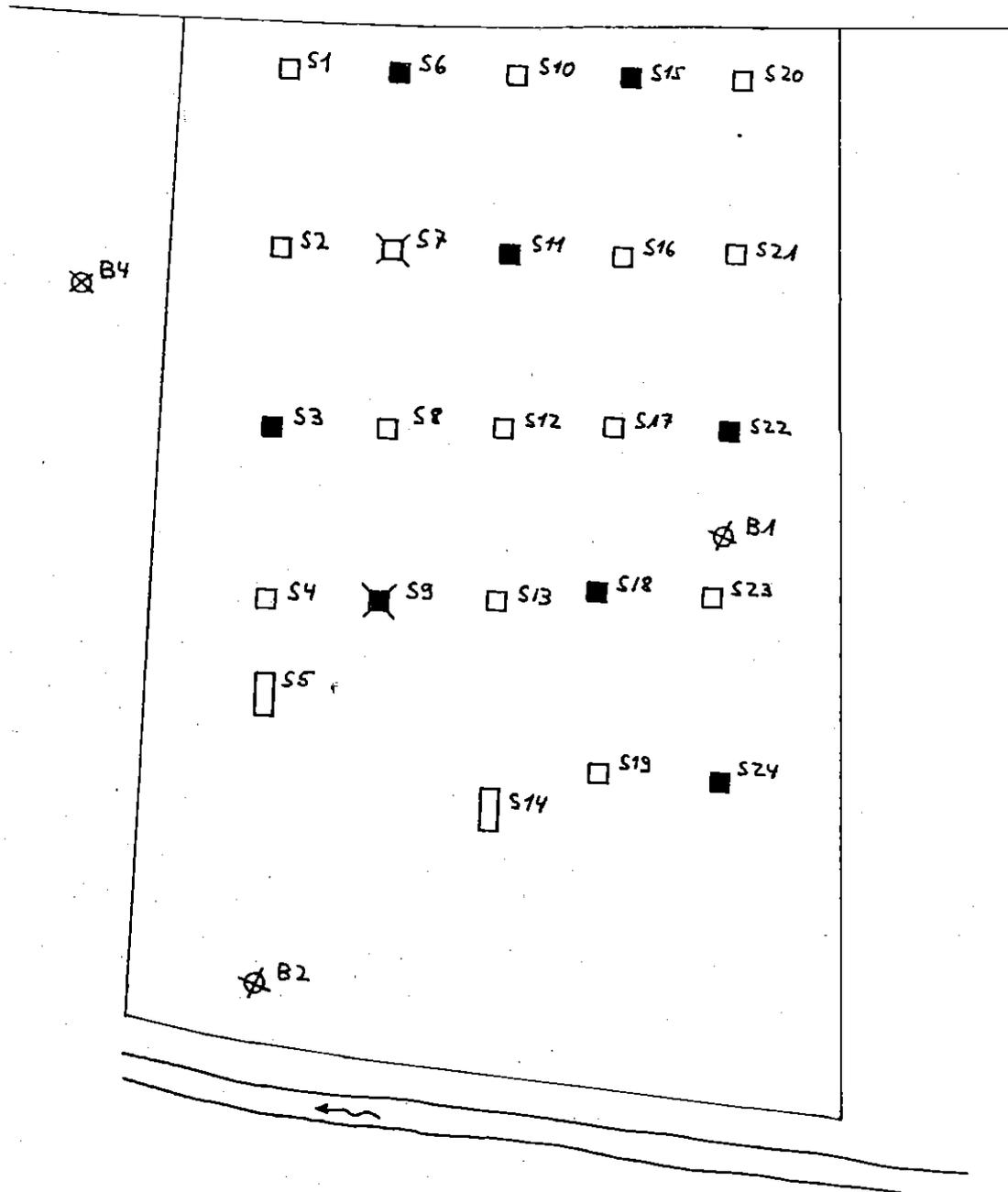
Schlitz Nr.	Art	Sinnesprobe	Beprobungstiefe
S3	vorw. Bauschutt	unkontaminiert	2, 4, 6 m
S6	vorw. Bauschutt	unkontaminiert	2, 4, 6 m
S9	vorw. Aushub	unkontaminiert	Mischprobe
S11	vorw. Bauschutt	ölhaltig	2, 4, 5.5 m
S15	vorw. Aushub	ölhaltig/Geruch	2, 4, 6 m
S18	vorw. Bauschutt	unkontaminiert	Mischprobe
S22	vorw. Aushub	schwarzer Brei	2, 4, 4.5, 6, 8 m
S24	vorw. Aushub	unkontaminiert	Mischprobe

Ergänzend wurde nachträglich bei den Proben mit erhöhten Schwermetallkonzentrationen (S6/4m, S11/2m, S22/2m) auf die Elemente Chrom, Nickel und Quecksilber analysiert sowie Eluattests nach TVA durchgeführt. Zudem wurde der Gesamtkohlenwasserstoff bei den Mischproben S9 und S18 in allen Probentiefen ermittelt.

**Chemische Wasseranalysen:** Wasserproben aus dem Deponiebereich entsprechen einem grossräumigen Eluattest und liefern ebenfalls wichtige Hinweise auf den Chemismus der Deponie. Wasserproben wurden aus den Piezometern B1, B2, B4 und S7 entnommen (Figur 1). Aus dem Rohr S9 konnte kein Wasser entnommen werden. Durchgeführt wurde eine Analyse auf die wichtigsten Wasserinhaltsstoffe sowie auf Schwermetalle und organische Spurenverunreinigungen.

## 2.2 Besprechung der Resultate

**Schlitz:** Die Resultate der Feldmessungen sind im Bericht des geologischen Büros Dr. von Moos zusammengestellt und diskutiert (Beilage 1). In tabellarischer Form sind die vorgefundenen



Legende:

- |   |                |   |                           |
|---|----------------|---|---------------------------|
| □ | Sondierschacht | □ | chemisch nicht analysiert |
| ▭ | Sondierschlitz | ■ | chemisch analysiert       |
| ○ | Bohrung        |   |                           |
| ⊗ | Piezometer     |   |                           |

Figur 1: Lage der Proben für die chemischen Analysen

---

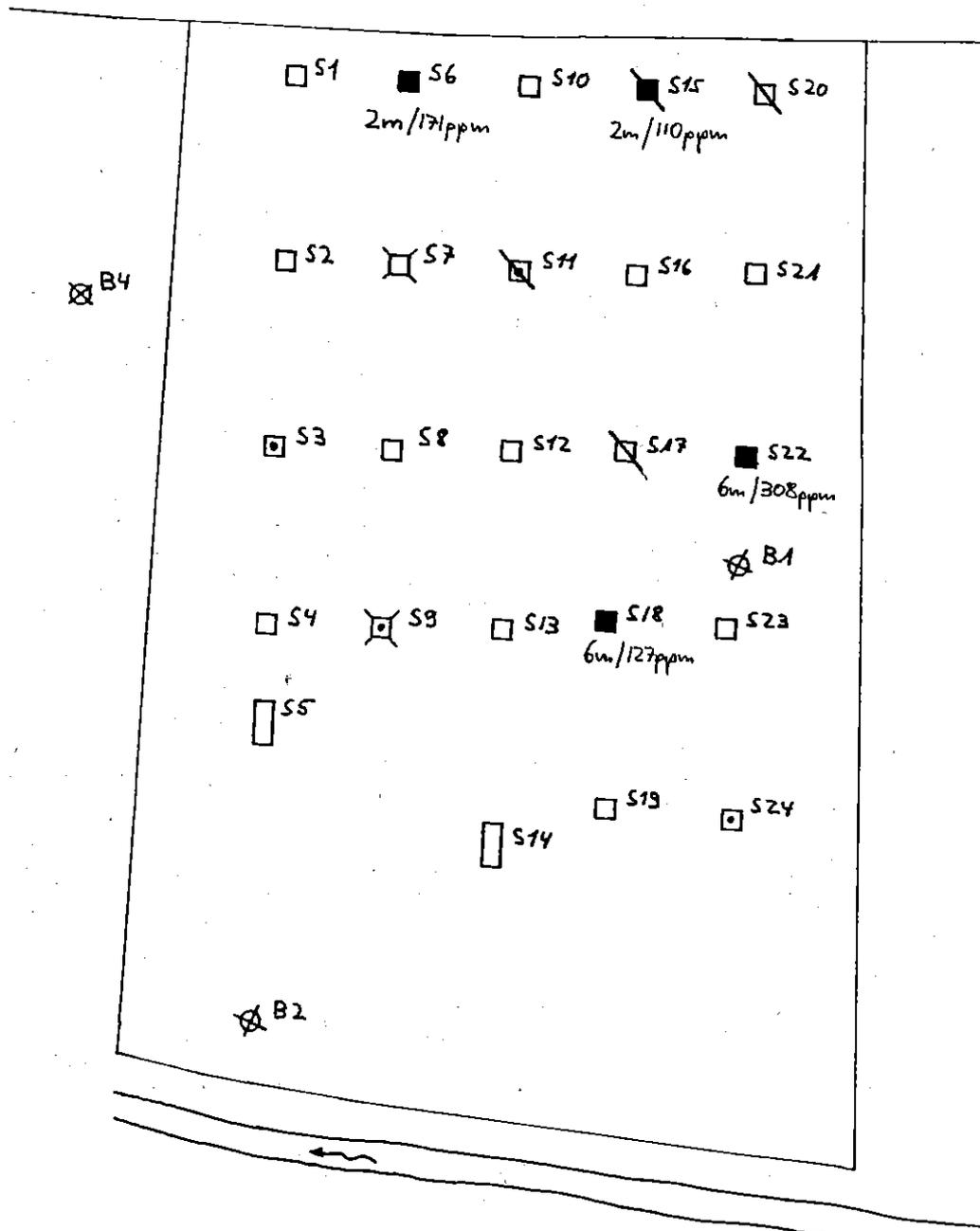
Anteile an Aushub, Bauschutt, Bausperrgut und kontaminiertem Boden aufgeführt (Beilage 1, Anhang A2).

**Chemische Analysen:** Die chemischen Analysen der **Bodenproben** geben Auskunft, wie das Aushubmaterial verwendet, deponiert oder aufbereitet werden muss. Zur Beurteilung stehen verschiedene Richt- und Grenzwerte zur Verfügung. Massgeblich sind in diesem Fall die provisorischen Richtwerte für "unverschmutzten Aushub" des AGW für den Kanton Zürich (siehe Anhang A) sowie die Grenzwerte für verschiedene Deponietypen gemäss der Technischen Verordnung über Abfälle (TVA). In der Resultatzusammenstellung der Firma Bachema in Beilage 1 sind die entsprechenden Werte angegeben.

Mit Ausnahme der Proben in S3 wurden in allen untersuchten Schlitzen eine oder mehrere Proben gefunden, die einen erhöhten Gehalt an Schwermetallen und/oder Kohlenwasserstoffen aufweisen. "Erhöht" bedeutet, dass die provisorischen Richtwerte des AGW für unverschmutzten Aushub erreicht oder überschritten sind. Keine Hinweise fanden sich dagegen auf die Existenz von chlorierten Kohlenwasserstoffen.

Figur 2 zeigt die Lage der Proben die einen Gesamtkohlenwasserstoff-Wert über 50 mg/kg NS (AGW-Richtwert für unverschmutzten Aushub) aufweisen. Die angetroffenen Maximalwerte liegen bei ca. 300 mg/kg Bodenmaterial. Zusammen mit den beobachteten Ölspuren muss deshalb davon ausgegangen werden, dass eine schwache aber relativ grosse und bezüglich Tiefenlage unregelmässig verteilte Kohlenwasserstoffbelastung des Bodens vorliegt. Dass bei diesen niedrigen Konzentrationen lokal starke Variationen auftreten zeigt der Umstand, dass bei der Mischprobe von S9 der Richtwert fast erreicht wurde, während bei den einzelnen Tiefenproben dieser Wert nicht mehr erreicht wurde.

In 3 von 8 Schlitzen wurden zudem Schwermetall-Belastungen vorgefunden (Figur 3), die die Richtwerte des AGW für unverschmutzten Aushub überschreiten. Mit einer Ausnahme liegen aber alle Werte innerhalb der Grenzwerte für Inertstoffe gemäss TVA. Die stärksten Belastungen treten beim Blei und beim Zink auf.

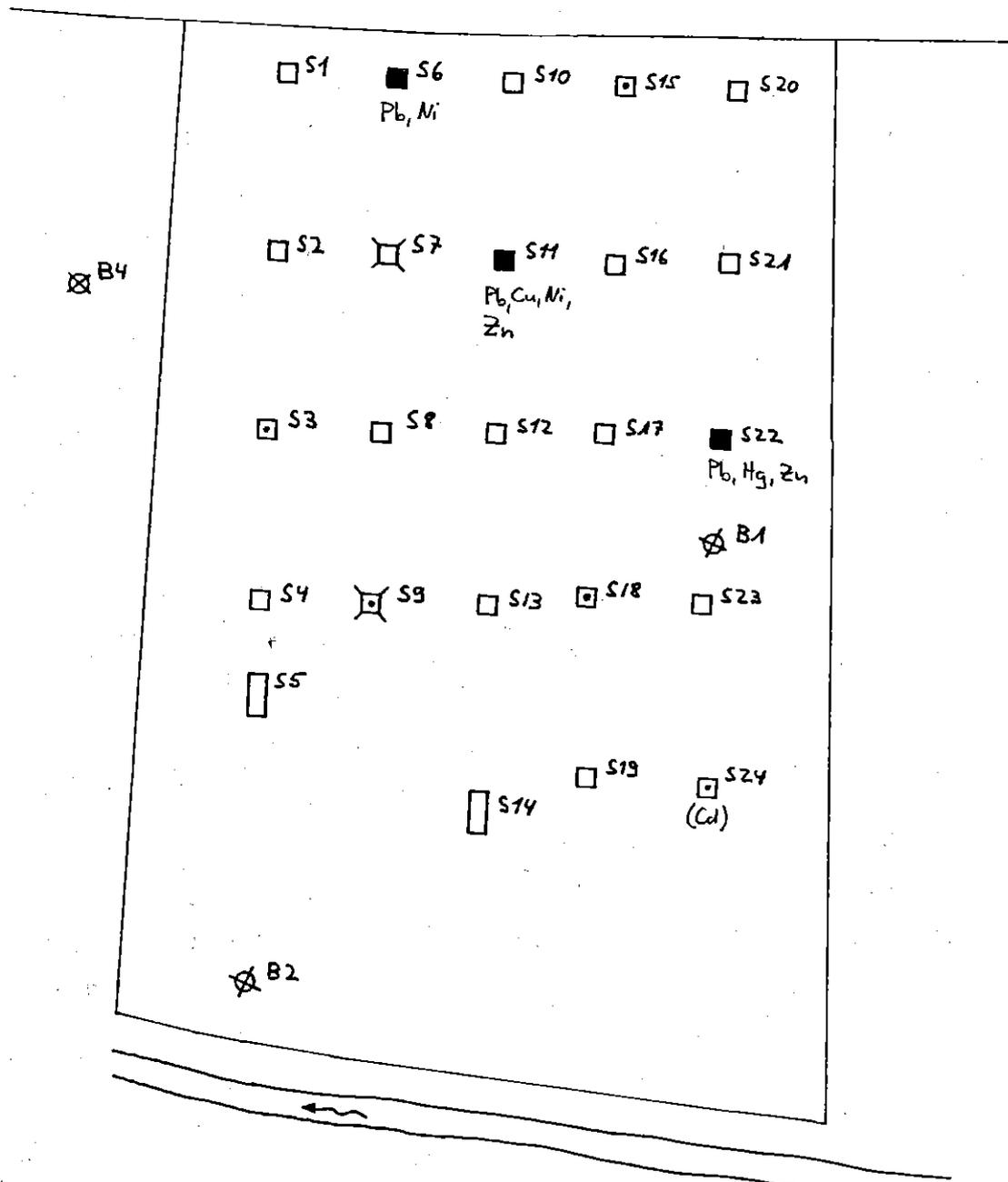


Legende:

- |   |                |   |                                   |
|---|----------------|---|-----------------------------------|
| □ | Sondierschacht | ✓ | Ölspuren festgestellt             |
| □ | Sondierschlitz | □ | AGW-Richtwert nicht überschritten |
| ○ | Bohrung        | ■ | AGW-Richtwert überschritten       |
| X | Piezometer     | □ | nicht beprobt                     |

50m

Figur 2: Kohlenwasserstoffgehalt: Lage, Tiefenbereich und Gehalt der Bodenproben mit mehr als 50 mg Gesamtkohlenwasserstoff/kg Bodenmaterial.



Figur 3: Schwermetallgehalt: Lage und Art der Schwermetallbelastung der Bodenproben mit einem Schwermetallgehalt grösser als die AGW-Richtwerte für unverschmutzten Aushub.

---

Bei den Proben mit den erhöhten Schwermetall-Belastungen wurden die Analysen auf die Metalle Chrom, Nickel und Quecksilber ausgedehnt sowie ein Eluattest gemäss TVA durchgeführt. Es zeigte sich, dass die Bodenproben z.T. auch bei Nickel und in einem Fall auch bei Quecksilber erhöhte Werte aufwiesen. Die Grenzwerte für Inertstoffe gemäss TVA wurden aber nicht erreicht.

Alle drei Proben mit erhöhtem Schwermetallgehalt, die einem Eluattest nach TVA unterzogen wurden, erfüllten bezüglich der geprüften Parameter im Eluat die Anforderungen an Inertstoffe. Einzige Ausnahme bildet der Stickstoffgehalt in Form von Ammoniak und/oder Ammonium, welcher in den Proben S6/4m und S22/2m leicht überschritten ist. Eine Umrechnung der Ammoniumgehalte der auf den reinen Stickstoffanteil ergibt bei der Probe S6 1.31 mg N/l und bei der Probe S22 0.65 mg N/l. Nach Aussage der Firma Bachema (Dr. Schurter) dürften diese Gehalte in einer Inertstoffdeponie keine Probleme verursachen, zumal die Proben S6 und S22 die chemisch an stärksten kontaminierten Bereiche darstellen.

In den **Wasseranalysen** wurden keine gelösten Kohlenwasserstoffe und chlorierten Kohlenwasserstoffe vorgefunden. Ebenso fanden sich keine erhöhten Werte für gelöste Schwermetalle. In den Piezometern B1, B2, S7 fanden sich erniedrigte Nitrat- und Sauerstoff-Gehalte sowie z.T. erhöhte Gehalte an Ammoniak und DOC (gelöster organischer Kohlenstoff). Dies deutet ebenfalls auf eine organische Belastung des durchflossenen Bodenmaterials und auf einen damit verbundenen biologischen Abbau hin. Das Wasser aus dem Piezometer B4 zeigte die geringste Beeinflussung durch den Deponiebereich mit einem niedrigen Sauerstoff- und einem leicht erhöhten DOC-Gehalt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass im untersuchten Areal die Aushubverschmutzung primär von Kohlenwasserstoffen stammt, wobei die Kontamination relativ gering ist. Die Belastung mit Schwermetallen liegt weitgehend unter den Grenzwerten für Inertstoffdeponien und dürfte mengenmässig geringer sein, als die Kohlenwasserstoff-Kontamination.

Das AGW erlaubt eine Deponierung des kontaminierten Aushubes in einer Inertstoffdeponie im Kanton Zürich, falls das Material die Grenzwerte für Inertstoffe gemäss TVA einhält und der Gesamtkohlenwasserstoffgehalt

kleiner als 500 mg/kg NS ist. Aufgrund der vorliegenden ersten Analysen sind diese Anforderungen weitestgehend erfüllt. Die Analysen haben gezeigt, dass auch bei äusserlich reinen Proben mit Kohlenwasserstoff- resp. Schwermetall-Belastungen gerechnet werden muss und dass diese Kontaminationen sehr unregelmässig verteilt sind. Dies bedingt, dass während des Aushubs in regelmässigen Abständen chemische Analysen durchgeführt werden sollten, um eine richtige Triage und Behandlung des Aushubmaterials zu ermöglichen.

### 2.3 Zuordnung der Aushubkategorien

Das totale Aushubvolumen beträgt ca. 135'000 m<sup>3</sup>. Natürlich gewachsener Boden hat daran einen Anteil von 25'000 bis 40'000 m<sup>3</sup> und die künstliche Auffüllung einen solchen von 95'000 bis 110'000 m<sup>3</sup> (ohne Auflockerung). Für die Entsorgung der künstlichen Auffüllung wurde mit einem aufgelockerten Volumen von 110'000 bis 130'000 m<sup>3</sup> gerechnet (Auflockerungsgrad 20 %). Beim gewachsenen Boden handelt es sich vorwiegend um Kies, Sand und Ton, welcher vor Ort oder für die Auffüllung von Kiesgruben verwendet werden kann.

Aufgrund der Auswertung der geologischen Aufnahmen der Bagger-schlitzte und der chemischen Analysen sind nach Beilage 1 für das Areal Oberfeld in der künstlichen Auffüllung folgende Aushubkategorien (gemäss Definition des AGW) mit den dazugehörenden geschätzten Volumen zu erwarten:

Aushubkategorien	Volumenanteil	Menge m <sup>3</sup>
Aushub rein / weniger als 1%		
Bauschutt / Holz:	52 %	60 - 70'000
Bauschutt/Mischabbruch		
vermischt mit Aushub:	25 %	25 - 30'000
Aushubmaterial leicht kontaminiert:	19 %	20 - 25'000
Bausperrgut:	4 %	5'000
Bausonderabfälle	-	-

---

Leicht kontaminierter Aushub bedeutet, dass eine Deponierung in einer Inertstoffdeponie möglich ist.

### **3. Entsorgungs- und Sanierungsnachweis**

Jede einzelne Aushubfraktion muss individuell entsorgt resp. weiter verwendet werden. Nachfolgend werden die Entsorgungsmöglichkeiten jeder angetroffenen Fraktion dargestellt. Figur 4 zeigt schematisch die Entsorgungswege und möglichen Entsorgungsfirmen auf. Zusätzlich sind approximative Entsorgungskosten angegeben.

#### **3.1 Aushub rein**

Reiner Aushub allenfalls vermischt mit sehr wenig Bauschutt, welcher sinnvollerweise von Hand kaum heraussortiert werden kann (z. B. einzelne Ziegel oder Betonstücke), können für Rekultivierungen und Wiederauffüllungen von Materialentnahmestätten verwendet werden. In den ehemaligen Kiesgruben des Zürcher Unterlandes hat der Kanton Zürich grosse Deponierungsmöglichkeiten für reinen Aushub. Die Deponierung der erwarteten Aushubmenge von 60'000 bis 70'000 m<sup>3</sup> ist gesichert und bedarf auch keines Endentsorgungsnachweises.

Aushub rein	Bauschutt / Bausperrgut gemischt mit Aushub	Aushub leicht kontaminiert	Aushub stark kontaminiert
Kubaturen:			
60'000 - 70'000 m <sup>3</sup>	30'000 - 35'000 m <sup>3</sup>	20'000 - 25'000 m <sup>3</sup>	...
Sortierung auf der Baustelle			
Aushub		Bausperrgut	Aufbereitung
Recycling			
Rekultivierung von Kiesgruben		Inertstoffdeponie	
Toggenburger, Winterthur - eigene Gruben - Deponierung Fr. 17.80/m <sup>3</sup> (incl. Transport ab Klotten)  Briener, Winterthur - Deponie Horgen, TG - Deponie Marthalen - Deponierung Fr. 5.50-/m <sup>3</sup> - Transport ab Klotten: Fr. 10-/m <sup>3</sup>		Debag, Zürich Sortag, Rümliang	Ebiox, Sursee - biol. Aufbereitung  Kosten: Aufber. und Deponierung Fr. 410-430-/m <sup>3</sup>  Neovac - biologische Aufbereitung  Kosten: Fr. 340-450-/m <sup>3</sup>  Schneider Dämmtechnik, Winterthur - phys., chem.-biol. Aufbereitung - Kosten - Fr. 260-/m <sup>3</sup> (ohne Deponierung) - Kapazität 20 t/h (11.6 m <sup>3</sup> /h)
Toggenburger Stadel  Kertag, Regensdorf - Kosten Fr 25.-/t		Briener Deponie Pfungen - Kosten: Deponierung Fr. 50-/m <sup>3</sup> Transport ab Klotten Fr 13-/m <sup>3</sup>	

Figur 4: Zusammenstellung der Entsorgungsmöglichkeiten der einzelnen Aushubfraktionen

---

### 3.2 Bauschutt/Mischabbruch

Auf dem Areal Oberfeld existieren Zonen, welche vorwiegend aus reinem Bauschutt bestehen und solche mit einer mehr oder weniger starken Vermischung von Bauschutt/Mischabbruch und Aushub. Es wird mit ca. 25'000 bis 30'000 m<sup>3</sup> bauschutthaltigem Aushub gerechnet, wobei das Gesamtvolumen des Bauschutts 10'000 m<sup>3</sup> nicht überschreiten dürfte. Um den Bauschutt soweit als möglich vom Aushub zu trennen ist eine Triagierung vor Ort notwendig. Eine Sortierung und Aufbereitung von Bauschutt/Mischabbruch in einer Rezyklieranlage ist erst sinnvoll, wenn er weniger als 20% Aushub enthält. Die Triagierung erfolgt durch einen Triagetrupp mit Kleinbaggern und Personal für die Handverlesung. Die Tagesleistung beträgt ca. 250 m<sup>3</sup>/Tag. Die Aushubkosten mit Triagierung betragen ca. Fr. 24.-- /m<sup>3</sup>. Der Bauschutt/Mischabbruch kann bei der Kertag in Regensdorf rezykliert werden (Fr. 25.-- /t). Die aussortierten Bestandteile werden wiederverwertet. Prinzipiell besteht keine Restriktion in der Menge des angelieferten Materials. Die Anlieferung ist aber so zu staffeln, dass die Kapazität der Anlage nicht überschritten wird.

Ab ca. 10'000 m<sup>3</sup> Bauschutt würde sich auch der Einsatz einer mobilen Sortier- und Brechanlage vor Ort lohnen wie sie z.B. von der Firma Eberhard, Kloten, angeboten wird. Das rezyklierte Material könnte auf der Baustelle z.B. als Wandkies oder für den Kieskoffer verwendet werden. Aushub mit geringen Mengen von Bauschutt, welcher sich aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nicht separieren lässt, kann vor Ort für Auffüllungen, welche nicht setzungskritisch sind (z.B. Böschungen), verwendet werden. Maximal werden dafür etwa 5'000 m<sup>3</sup> Material benötigt. Im Rahmen des von der Deponie Pfungen zugesicherten Deponievolumens für Inertstoffmaterial von 30'000 m<sup>3</sup> (Anhang B), können auch etwa 5'000 bis 10'000 m<sup>3</sup> dort abgelagert werden. Die Entsorgung des Bauschutts aus dem Areal Oberfeld primär durch Sortierung und Auffüllungen vor Ort und allenfalls auch durch Deponierung ist somit gesichert.

Leicht kontaminiertes Aushubmaterial wird gemäss Einteilung des AGW (Anhang A) dem Bauschutt zugeordnet. Die bei den Analysen ange- troffenen Schwermetallkontaminationen genügen den Anforderungen an eine Einlagerung in Inertstoffdeponien. Auch der angetroffene Kohlen-

---

wasserstoffgehalt ist geringer als 500 mg/kg NS, was vom AGW als provisorischen Grenzwert für eine Deponierung in einer Inertstoffdeponie angesehen wird. Der vorgefundene, leicht schwermetall- und kohlenwasserstoffhaltige Aushub und Bauschutt (ca. 20-25'000 m<sup>3</sup>) kann somit in einer Inertstoffdeponie des Kantons Zürich abgelagert werden. Z.Z. ist im Kanton lediglich die Deponie Pfungen als Inertstoffdeponie zugelassen. Vom Betreiber der Deponie, der Briner Kieswerke AG, Winterthur, konnte eine Abnahmebestätigung über 30'000 m<sup>3</sup> erhalten werden (Anhang B). Die aus Beilage 1 erwartete Menge von 20'000 bis 25'000 m<sup>3</sup> leicht kontaminierten Aushubs und Bauschutts sind konservative Annahmen, da den kontaminierten Bereichen grosse Mächtigkeiten zugeordnet wurden. Der geologische Bericht des Büros Dr. von Moos rechnet realistischerweise mit weniger als 10'000 m<sup>3</sup> dieses Materials. Durch das garantierte Deponievolumen ist die Entsorgung dieses Materials gesichert. Auf eine ausserkantonale Deponierung kann bei den erwarteten Mengen verzichtet werden.

### **3.3 Bausperrgut**

Gemäss Beilage 1 werden ca. 5'000 m<sup>3</sup> Bausperrgut vermischt mit Aushub erwartet. Dieses Material ist ebenfalls im Rahmen der Triagierung vor Ort auszusortieren. Im Kanton Zürich existieren verschiedene Bausperrgutsortier-Anlagen: z.B. Debag, Zürich und Sortag, Rümlang. Die Kosten für Sortierung und Entsorgung liegen z.Z. bei ca. Fr. 80.-- /m<sup>3</sup>. Eine Mengenbeschränkung bei der Annahme besteht nicht, soweit die Leistungsfähigkeit der Sortieranlage (bei der Firma Debag ca. 600 m<sup>3</sup>/Tag) nicht überschritten wird. Die Entsorgung des Bausperrgutes ist dadurch gesichert.

### **3.4 Bausonderabfälle**

Bausonderabfälle gemäss Definition des AGW (Anhang A) wurden nicht angetroffen. Am ehesten wäre mit lokal stark kontaminiertem Bodenmaterial zu rechnen, welches aufgrund der chemischen Zusammensetzung nicht in einer Inertstoffdeponie abgelagert werden darf. Je nach Art und Stärke der Verunreinigung ist eine Deponierung in einer Reststoffdeponie gemäss TVA

---

oder eine Aufbereitung des Materials möglich. Da die Kapazitäten von Reststoffdeponien beschränkt sind, würde eine Aufbereitung des stark kontaminierten Aushubs im Vordergrund stehen. Z.Z. werden in der Schweiz verschiedene Dekontaminationsmethoden erprobt.

Für Kontaminationen mit Kohlenwasserstoffen (Öle, Treibstoffe) stehen heute biologische Sanierungsverfahren zur Verfügung. Die Firma Ebiox AG, Sursee, verwendet das sog. ABR-Verfahren (Augmented Bioreclamation). Standortspezifische Mikroorganismen, welche die Kohlenwasserstoffe abbauen, werden selektiv isoliert und in genügend grossen Mengen zum Wachsen gebracht. Der ausgegrabene kontaminierte Boden wird unter Sauerstoffzufuhr mit nährstoffhaltigem Wasser besprüht, das diese Mikroorganismen enthält. Der Behandlung des Bodens wird so lange fortgeführt, bis der gewünschte Reinheitsgrad erreicht ist. Die Reinigung kostet ca. Fr. 410.-- - 430.-- /m<sup>3</sup> inkl. Transport und Deponierung des gereinigten Materials. Ein ähnliches Reinigungsverfahren bietet die Firma Neovae, Zürich, an, welche ein Verfahren der Umweltschutz Nord GmbH, Bremen, anwendet. Der Reinheitsgrad hängt auch hier von der Dauer der Behandlung ab. Ab Herbst 1991 steht eine stationäre Behandlungsanlage zur Verfügung. Die Kosten der Sanierung belaufen sich ebenfalls auf ca. Fr. 400.-- /m<sup>3</sup>.

Für stark schwermetallhaltige Böden existieren spezielle Bodenwaschverfahren. Die Firma Schneider Dämmtechnik, Winterthur, bietet das sog. SoLiTec -Verfahren der Firma MVP Umwelttechnik, Gmünden, Österreich, an. Es handelt sich um ein mehrstufiges, chemisch-physikalisches Waschverfahren, dem auch eine biologische Waschstufe für organische Verunreinigungen nachgeschaltet werden kann. Die Reinigung des Materials erfolgt in Österreich. Die Kosten hängen von der Körnigkeit des Materials ab und werden auf ca. Fr. 250 - 300.-- /m<sup>3</sup> geschätzt (Deponierung des gereinigten Materials nicht inbegriffen). Reinigungskapazität ca. 20 t/h.

Welche Methode im konkreten Fall zu Anwendung käme, hängt weitgehend von der chemischen Zusammensetzung und der aktuellen Verfügbarkeit der Methoden ab.

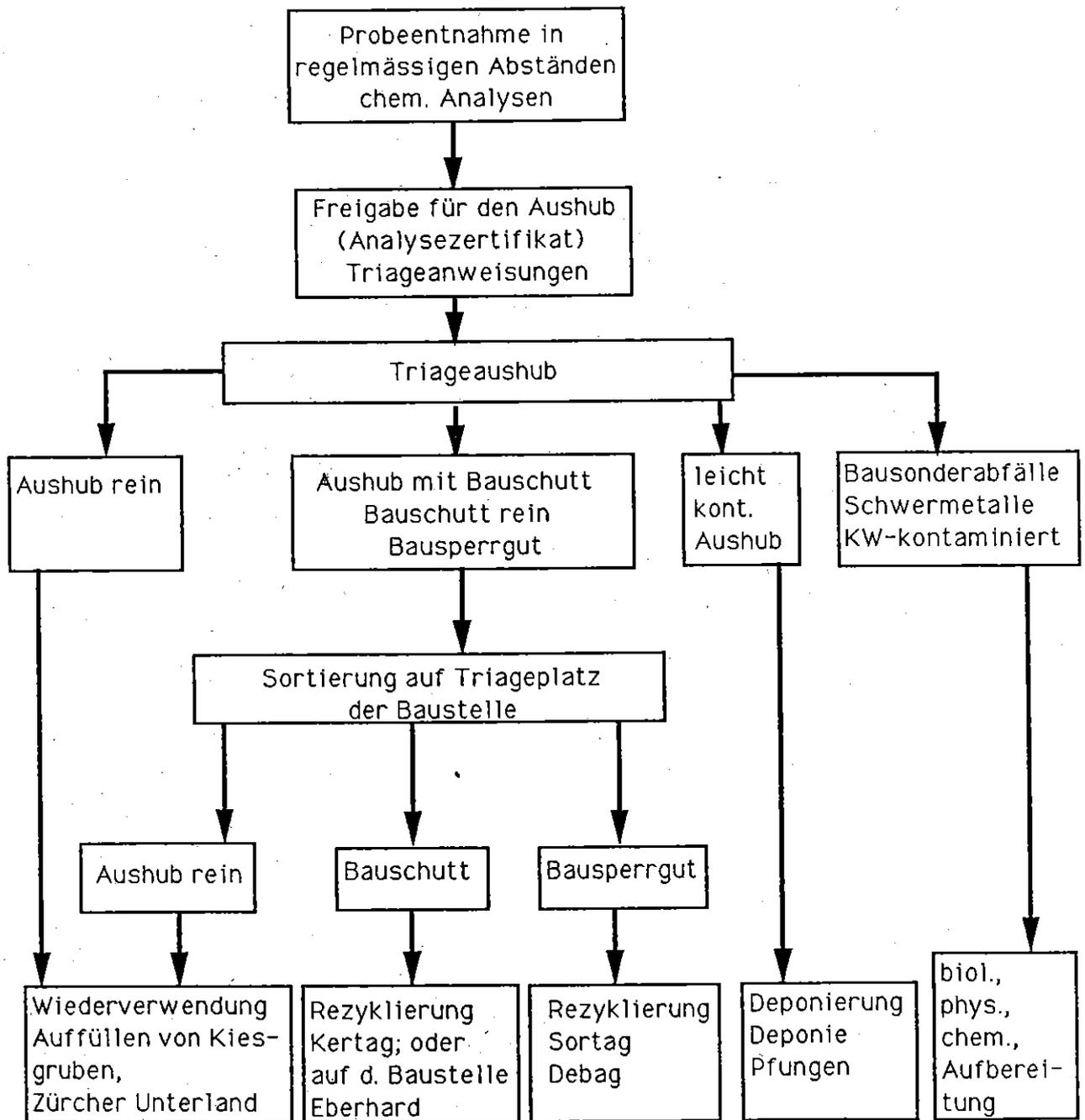
---

#### 4. Generelles Vorgehenskonzept für den Aushub

Die Resultate der Felduntersuchungen erlauben es, ein generelles Vorgehenskonzept für die Durchführung des Aushubs zu erstellen (Figur 5). Ein definitives Aushub- und Entsorgungsprojekt kann erst vorgelegt werden, wenn die Detailprojektierung des Bauwerkes weiter fortgeschritten ist und wenn die definitiven Unternehmer bestimmt sind. Vor Baubeginn muss das definitive Aushubprojekt vom AGW bewilligt werden. Für das Aushubprojekt, inkl. Notkonzept für die Handhabung von Bausonderabfällen, die Aushubzuweisung und -überwachung sollte eine spezialisierte Firma beigezogen werden. In der Region Zürich bietet sich dafür z.B. die Firma SIUM in Steinmaur an. Sie macht mit einem Feldlabor die chemischen Analysen vor Ort, gibt die Triageanweisungen und überwacht die Triagierung.

Um die Vermischung verschiedener Aushubfraktionen zu vermindern, ist es notwendig, den Aushub schichtweise abzutragen und in einem weiteren Arbeitsgang, falls notwendig, zu triagieren. Um eine bestmögliche Entwässerung des Aushubmaterials zu erreichen, ist frühzeitig eine Absenkung des Grundwassers im Bereich der Baugrube einzuleiten.

**Aushubzuweisung und -überwachung:** Die Feld- und Laboruntersuchungen haben gezeigt, dass das Aushubmaterial sowohl von seiner chemischen wie von seiner strukturellen Zusammensetzung recht inhomogen ist. Da auch optisch reine Aushubpartien z.T. chemisch belastet sind, ist es notwendig, in einem regelmässigen Raster chemische Analysen des Bodenmaterials durchzuführen. Die Dichte der Beprobung hat sich nach der Art des zu erwartenden Aushubmaterials und den bereits vorhandenen Kenntnissen in diesem Bereich zu richten und kann deshalb recht unterschiedlich sein. Die Analysen sind so zu wählen, dass sie mindestens einen Tiefenbereich von 1 -1.5 m repräsentieren. Aufgrund der chemi-



Figur 5: Generelles Aushubkonzept

---

schen Analysen wird ein bestimmter Bereich für den Aushub freigegeben werden, wobei gleichzeitig die Zuweisung in die einzelnen Aushubfraktionen zu erfolgen hat. Die Verantwortung für die Zuweisung liegt bei der Spezialfirma vor Ort. Zu jeder freigegebenen Aushubfraktion ist ein Zertifikat mit Angaben zu Art und chemischer Zusammensetzung zu erstellen.

**Triage:** Die Triage in Aushub, Bauschutt und Bausperrgut muss von der Aushubfirma vor Ort vorgenommen werden. Zu diesem Zweck ist ein Triageplatz einzurichten, auf welchem die Aufteilung mit Kleinbaggern und von Hand erfolgt. Erfahrungen bei der Triagierung vor Ort hat z.B. die Firma Eberhard, Kloten. Es wäre sinnvoll auf oder neben dem Bauplatz zusätzlich Zwischenlagerplätze für Bauschutt und Bausperrgut vorzusehen, um zeitweilige Verarbeitungsengpässe bei der Bauschutt- und Bausperrgutaufbereitung zu überbrücken.

**Wiederverwertung, Deponierung:** Der reine Aushub kann direkt abgeführt und deponiert werden, soweit er nicht auf der Baustelle benötigt wird. Der Bauschutt und das Bausperrgut wird zu spezialisierten Recycling-Firmen abgeführt. Schlecht trennbares Gemisch von Aushub mit wenig Bauschutt kann auch in nicht setzungsempfindlichen Bereichen des Areals für Auffüllungen verwendet werden (max. ca. 5'000 m<sup>3</sup>). Für den leicht mit Kohlenwasserstoffen und Schwermetallen kontaminierte Aushub sowie für nicht aufbereitbare Anteile der Bauschuttfraktion sind 30'000 m<sup>3</sup> Deponieraum in der nahegelegenen Inertstoffdeponie Pfungen reserviert. Eine vollständige Entsorgung der heute bekannten Aushubfraktionen ist demzufolge gewährleistet.

Sollten stark kontaminierte Bausonderabfälle angetroffen werden, dürfte es notwendig sein, zwecks genauerer Entsorgungsabklärung, dieses Material zuerst auf dem Baugelände zwischenzulagern. Bei kleineren Mengen ist eine Aufbewahrung in gedeckten Containern möglich. Grössere Mengen müssten auf speziell präparierten Flächen, von der Witterung geschützt, zwischengelagert werden.

Im Rahmen der Hauptuntersuchung wurde die Möglichkeit eines Aushubtransportes per Bahn untersucht. Ein solcher würde während der Bauphase zu geringeren Lärm- und Luftschadstoffbelastungen führen. Dies

---

hätte jedoch erhebliche Mehrkosten zur Folge, da ein spezielles Verladegleis zu erstellen wäre (ca. Fr. 300'000.--) und die Transportkosten per Bahn rund 40 % höher liegen als auf der Strasse.

Wie die vorliegende Studie zeigt, sind den verschiedenen Fraktionen des Aushubs verschiedene Entsorgungswege zuzuweisen. Dies ist kaum vereinbar mit einem Bahntransport oder würde zumindest grosse logistische Probleme verursachen. Zudem ist die Aushubmenge, die tatsächlich per Bahn transportiert werden könnte, bedeutend kleiner als in der Hauptuntersuchung angenommen wurde, was die notwendigen Investitionen für den Bau des Verladegleises in Frage stellt.

---

**Anhang A: Definition des AGW für Baurestmassen**



## DEFINITIONEN FÜR BAURESTMASSEN

### 1. AUSHUB

#### \* Definition

Unverschmutztes Aushubmaterial (Erdmaterial, Felsausbruch), das ohne Einschränkungen einer Wiederverwendung zugeführt oder für die Rekultivierung von Materialentnahmestellen verwendet werden kann.

- \* Ablagerungsmöglichkeiten im Kanton Zürich: In Materialentnahmestellen auch über Grundwasserträger.

#### Provisorische Richtwerte für "unverschmutzten Aushub"

Gehalt (ppm)	Gehalt (ppm)
As Arsen.....10	Mineralöl.....50
Cd Cadmium.....1	Kohlenwasserstoffe (ohne Benzin)....20
Co Cobalt.....20	Benzin.....10
Cr Chrom.....75	einfache Aromaten.....0.05
Cu Kupfer.....50	polyaromatische Kohlenwasserstoffe...0.1
Hg Quecksilber.....0.5	chlorierte Kohlenwasserstoffe.....0.1
Ni Nickel.....25	CKW schwer (Cl-Phenole-PHC).....0.01
Pb Blei.....50	Organochlorpestizide.....0.1
Sn Zinn.....50	
Zn Zink.....150	

### 2. BAUSCHUTT

#### \* Definition

Material von Baustellen, das ohne Aufbereitung in einer Inertstoffdeponie gemäss TVA abgelagert oder mit einer spezifischen Aufbereitung einer Wiederverwendung als Kiesersatzmaterial zugeführt werden kann.

#### \* Materialgruppen

- 2.1 Asphaltbelag (Aufbruch- und Fräsmaterial)
- 2.2 Strassenaufbruch (Kies, geringe Mengen von anorganischem Erdmaterial, Pflästerungen, Abschlüsse, Beton)
- 2.3 Beton
- 2.4 Mischabbruch (mineralische Fraktionen von Massivbauteilen wie Beton, Backstein-, Kalksandsteintein- und Natursteinmauerwerk)
- 2.5 Aushubmaterial leicht kontaminiert (Erd- und Felsmaterial von Alllasten)

#### \* Aufbereitung

- Belagsrecycling
- Brechen und Sortieren

### 3. BAUSPERRGUT

#### \* Definition

Materialien aller Art von Baustellen, die keiner der anderen drei Gruppen zugeteilt werden können und die unvermischt ausgebaut oder sortiert werden müssen, damit sie einer Wiederverwertung, der Verbrennung oder einer Reaktordeponie zugeführt werden können.

#### \* Stoffgruppen (nach einem Sortierprozess)

- 3.1 Mineralische Fraktion (nichttragende Zwischenwände, Verputze, keramische Wand- und Bodenbeläge etc.)
- 3.2 Altholz (Konstruktionsholz, Holzabfälle aus Innenausbau und von Baustellen für direkte Wiederverwertung oder Energienutzung)
- 3.3 Brennbare Materialien (diese werden, sofern keine Wiederverwendung möglich ist, einer Kehrichtverbrennungsanlage zugeführt.)
- 3.4 Metalle (Schrott, Nichteisenmetalle)

#### 4. BAUSONDERABFÄLLE

\* Definition

Materialien von Baustellen, die der Verordnung über Verkehr mit Sonderabfällen (VVS) unterstehen, oder Materialien von Baustellen, die wesentlich mit Stoffen kontaminiert sind, die der VVS unterstehen.

\* Stoffgruppen

- 4.1 Wiederkehrende Sonderabfälle (Farben, Lösungsmittel, Gebinde etc.)
- 4.2 Altlasten
  - 4.2.1 stark kontaminiertes Bodenmaterial
    - Kohlenwasserstoffe (KW)
    - chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW)
    - polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
    - Schwermetalle
  - 4.2.2 stark kontaminiertes Baumaterial (z.B. von Feuerungsanlagen, galvanischen Anstalten etc.)

\* Entsorgung

- 4.1 Separate Entsorgung über berufsspezifische Organisationen.
- 4.2 Entsorgung muss in jedem Einzelfall abgeklärt und organisiert werden.

AMT FÜR GEWÄSSERSCHUTZ UND WASSERBAU  
Abt. Abfallwirtschaft

1. Januar 1991  
Kr/bp

---

**Anhang B: Abnahmegarantie für die Inertstoffdeponie  
Pfungen**

## BRINER KIESWERKE AG

Römerstrasse 37  
8400 Winterthur  
Tel. 052/27 99 22  
Fax 052/27 39 33

Basler & Hofmann AG  
Ingenieure und Planer  
z.H. Herrn Griesser  
Forchstrasse 395

8029 Z ü r i c h

Winterthur, 13. Februar 1991  
PO/bl

### Transport und Deponiegebühr für Inertstoff Aushubmaterial ab Steinackerstrasse in Kloten

Sehr geehrter Herr Griesser

Wir bestätigen Ihnen gerne, dass wir bereit sind, ab Herbst 1991 in unserer Grube in Pfungen 25'000 - 30'000 m<sup>3</sup> Aushubmaterial, welches die Anforderungen an Inertstoffe gemäss TVA erfüllt, aufzunehmen.

Um einen reibungslosen Ablauf zu garantieren, wird der Transport des Materials von der Firma Briner Kieswerke übernommen.

Deponiegebühr	Fr. 55.--/m <sup>3</sup> lose
Transport 3-4-Achser	Fr. 12.--/m <sup>3</sup> lose

Eine schriftliche Bewilligung vom Amt für Gewässerschutz, Herrn Kreidler, muss vorhanden sein.

Wir hoffen, für Sie diesen Auftrag ausführen zu können und stehen für weitere Fragen jederzeit gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüssen

BRINER KIESWERKE AG

  
M. Reifler

  
P. Obrist