



Auftrag: **14090-2 Kbs-Standort Nr. 0174/D.10, Ehemalige Deponie Langhag, Effretikon**

Aktennotiz: **BELASTUNGSSITUATION UND GROBSCHÄTZUNG ENTSORGUNGSKOSTEN**

Verfasser: **Stephan Lehmann und Maité Nietlispach**

Datum: **03.03.2022** erg: **26.04.2022** Visum: **Ni, MH**

Verteiler:

– W. Tobler, Stadt Illnau-Effretikon, Effretikon (walter.tobler@ilef.ch)

– M. Nietlispach, Dr. von Moos AG, Baden (nietlispach@geovm.ch)

## **1. Einleitung / Auftrag / Grundlagen**

Die Stadt Illnau-Effretikon beabsichtigt die Grundstücke Kat.-Nrn. IE426 und IE3510 in Illnau-Effretikon zu erwerben. Weil die Parzellen teilweise im Kataster der belasteten Standorte des Kantons Zürich (Ablagerungsstandort, wiederaufgefüllte Kiesgrube) eingetragen sind, sollen für die weiteren Verhandlungen die Zusatzkosten für die Entsorgung von belastetem Aushub geschätzt werden, die bei einem fiktiven Projekt mit einem Untergeschoss über beide Parzellen anfallen würden. Gemäss unserem Angebot vom 7. Januar 2022 und der Auftragsbestätigung vom 11. Januar 2022 wurden für die Abklärung der Belastungssituation und die Grobschätzung der Entsorgungskosten am 24. Januar 2022 vier Sondierschächte auf der dazwischen liegende Parzelle (Kat.-Nr. IE428; Eigentümer Stadt) abgeteuft. Die Parzellen Nrn. IE426 und IE3510 durften nicht betreten werden.

Gemäss der Besprechung vom 8. März 2022 und unserem Angebot vom 17. März 2022 und der Auftragsbestätigung vom 17. März 2022 sollen die beiden Parzellen Kat.-Nrn. IE427 und IE428, die bereits der Stadt gehören, ebenfalls in die Grobkostenschätzung einfließen. Die ebenfalls im Kataster der belasteten Standorte eingetragene Parzelle Nr. IE4168 ist nicht Bestandteil des Projektes.

Diese Aktennotiz ergänzt und ersetzt unsere Aktennotiz Nr. 14090 vom 3. März 2022.

## **2. Ausgangslage**

Die Parzellen Nrn. IE426, IE427, IE428 und IE3510 sind teilweise im Kbs des Kantons Zürich unter der Kbs-Nr. D.10 (0174/D.10) eingetragen (vgl. Anhang A1). Der Ablagerungsstandort Langhag ist bezüglich den Schutzgütern Grundwasser und Oberflächengewässer als belastet, weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig klassiert. Bezüglich des Schutzgutes Luft ist der Standort bei einer Überbauung sanierungsbedürftig (Deponiegasse).

Gemäss Prüfperimeter für Bodenverschiebung sind für die Projektparzellen keine weiteren Hinweise auf Belastungen im Boden vorhanden. Der Boden wurde – auftragsgemäss – nicht untersucht.

### 3. Sondierungen

Am 24. Januar 2022 wurden in Begleitung unseres Mitarbeiters S. Lehmann durch die Baggerfirma Martin Hübscher 4 Sondierschächte (S1 - S4) ausgehoben. Die Sondierstellen wurden von unserem Büro mittels GPS (Messgenauigkeit  $\pm 5$  cm) nach Lage und Höhe vermessen. Die Lage der Sondierungen ist im Anhang A1 (Situationsplan) ersichtlich. Die Sondierergebnisse sind in Form von Schachtprotokollen im Anhang A2 dokumentiert. Zusätzlich wurden vier Feststoffproben chemisch analysiert (vgl. Anhang A3) und 2 Kornverteilungen durchgeführt (vgl. Anhang A4).

Mit den 4 Sondierschächten auf der Parzelle Kat. Nr. IE428 soll einerseits die Abgrenzung der Grubenauffüllung überprüft werden und andererseits sollen diese Schächte einen Überblick über die Zusammensetzung und Qualität der künstlichen Auffüllung im südlichen Ablagerungsbereich des Standortes D.10 schaffen.

### 4. Befund

Im Projektareal liegen unter einer geringmächtigen Moränenschicht eiszeitliche Schotter und Seeablagerungen. Die Schotter wurden in den 60er Jahren im Projektareal teilweise abgebaut. In den darauf folgenden Jahren wurde die Grube mit teils verschmutztem Material dann wieder aufgefüllt.

**Der Sondierschacht S4 liegt ausserhalb des Ablagerungsstandortes.** Unter dem 40 cm mächtigen Boden steht direkt der gewachsene Untergrund an. Die eiszeitlichen Schotter sind hier nur rund 3 m mächtig und gehen gegen unten in eiszeitliche Seeablagerungen über.

**Die Sondierschächte S1 - S3** befinden sich innerhalb des Ablagerungsstandortes. Nur im Schacht S1 wurde die Unterkante der Auffüllung in 2.9 m Tiefe angetroffen (S2 >5.0 m und S3 >4.2 m).

Die Aufschüttung weist in den **Schächten S1 und S2** eine siltig-sandige Zusammensetzung mit einem variablen Anteil an Kies und Steinen auf und ist organoleptisch unauffällig resp. der Fremdkomponentenanteil liegt bei S1 unter 1 Gew.-% (Ziegel und Metalle). Die untersuchten Proben S1 (1.50-2.50 m) und S2 (0.40-1.40 m) sind **chemisch unverschmutzt** gemäss VVEA. Der künstlich aufgebraachte Boden erreicht Mächtigkeiten zwischen 20 und 30 cm.

Im **Schacht S3** liegt der Fremdkomponentenanteil deutlich höher (10-20 Gew.-%; Ziegel, Plastik, Eisen, Schwarzbelag, Holz, Brandschutt und Keramik). In 3.60 m Tiefe dominiert der Schwarzbelagsanteil (10-20 Gew.-%). Die Aufschüttung weist eine siltig-sandige Zusammensetzung mit einem variablen Anteil an Kies und Steinen auf. Die chemischen Analysen zeigen, dass das Material von 1.70-3.00 m sowie von 3.60-4.20 m Tiefe aufgrund der gemessenen BaP- (1.9 und 4.4 mg/kg) und PAK- (30 und 41 m/kg) Konzentrationen gemäss VVEA **stark verschmutzte** Aushubqualität aufweist.

Die ausgeführte Kornverteilung der Probe S3 (1.7 - 3.0 m) deutet auf einen hohen Grobkies/Steingehalt hin (Feinkornanteil ca. 15%). Dies ist darauf zurückzuführen, dass in der Kornverteilung auch die nicht verwertbaren Fremdkomponenten (bis zu 20 Gew.-%) mit berücksichtigt wurden und die ca. 15 kg Probe für die Siebanalyse von Material mit Grobkies und Steinen eher knapp ist. Das Material war rein optisch eher bindig/klebrig und nicht rieselfähig. Die Kornverteilung der Probe S1 (1.5 - 2.5 m) weist einem Feinkornanteil von > 30 Gew.-% auf. Wir gehen deshalb davon aus, dass der grösste Teil des angetroffenen Materials für die Behandlung in einer Bodenwaschanlage – ohne Vorbehandlung – zu feinkörnig ist.

In älteren Sondierungen nördlich der Projektparzellen (vgl. Anhang A1) wurde die Auffüllung als sandig-siltig mit mässig bis viel Kies beschrieben. Diese waren meist mit Fremdkomponenten durchsetzt (Holz, Ziegel und Schwarzbelag). Teils wurden auch Schichten mit viel Schwarzbelag dokumentiert. Es fehlen jedoch genaue Angaben zu dem Mengenanteilen.

Der Befund auf der Parzelle IE428 und der älteren Sondierungen aus der Nachbarschaft zeigen, dass im Ablagerungsstandort D.10 **unverschmutzte** (U-Material), **schwach- / wenig verschmutzte** (T-/B-Material) und **stark verschmutzte** (E-Material) Auffüllung vorhanden ist. Sonderabfall (chemisch, hoher Anteil an Fremdstoffen) kann nicht vollständig ausgeschlossen werden.

## 5. Grobkostenschätzung Entsorgung belastetes Material

Für die Kostenschätzung wurde ein fiktives Projekt angenommen, bei dem innerhalb des KbS-Standortes ein flächiger und 3 m tiefer Aushub stattfindet. In den Berechnungen wird der geringmächtige Boden nicht berücksichtigt bzw. zur Auffüllung dazugerechnet. Dies betrifft bei der Parzelle Kat.-Nr. IE426 lediglich 400 m<sup>2</sup> bei einer Gesamtfläche von 5'400 m<sup>2</sup> (7 %). Für die Parzelle Kat.-Nr. IE3510 sind es 7'300 m<sup>2</sup> von 10'600 m<sup>2</sup> (70 %). Bei der Parzelle Kat.-Nr. IE427 sind lediglich 300 m<sup>2</sup> bei einer Gesamtfläche von 4'600 m<sup>2</sup> (7 %) betroffen. Für die Parzelle Kat.-Nr. IE428 sind es 2'300 m<sup>2</sup> von 2'800 m<sup>2</sup> (85 %). Für das fiktive Projekt würden somit rund 30'900 m<sup>3</sup> fest Aushub anfallen (IE426: 1'200 m<sup>3</sup>, IE427: 900 m<sup>3</sup>, IE428: 6'900 m<sup>3</sup> und IE3510: 21'900 m<sup>3</sup>). Nicht berücksichtigt ist dabei anfallende Auffüllung für eine Tiefenfundation.

Die Parzellen Kat.-Nr. IE427 und IE428 gehören bereits der Stadt Illnau-Effretikon und werden im Folgenden zusammen behandelt. Gemäss Befund (vgl. Kapitel 4) wurden in der Tabelle im Anhang A6 die Kubaturen zu den verschiedenen Qualitäten der Auffüllung aufgrund der vorliegenden Sondier- und Analysenbefunden abgeschätzt. Bei der Parzelle Kat.-Nr. IE426 wird aufgrund der vorliegenden Sondierungen/chemischen Analysen angenommen, dass 25% unverschmutzt, 37.5% schwach resp. wenig verschmutzt und 37.5% stark verschmutzt sind. Auf der Parzelle IE3510 werden 40% unverschmutzt, 35% schwach resp. wenig verschmutzt und 25% stark verschmutzt erwartet. Auf den Parzellen

IE427 und IE428 werden ebenfalls 40% unverschmutzt, 35% schwach resp. wenig verschmutzt und 25% stark verschmutzt erwartet. Für die Entsorgungswege wurden die Vorgaben der kantonalen **Behandlungsregel** berücksichtigt – schwach bis wenig verschmutzter Aushub ist zu 50 % und stark verschmutzter Aushub zu 100 % zu verwerten. Wir gehen davon aus, dass vom schwach, wenig und stark verschmutzten Material rund 30% waschbar ist. Des Weiteren wird angenommen, dass rund 20% des stark verschmutzten Materials weder in einer Bodenwaschanlage noch in einem Zementwerk verwertet werden kann (Deponierung).

Bei den angegebenen Kubaturen handelt es sich um grobe Schätzungen, die ohne direkte Aufschlüsse auf den Kaufparzellen IE426 und IE3510 erstellt wurden. Für genauere Resultate wären Rasterbeprobungen mit chemischen Analysen notwendig. Zudem müssten die Grubenränder betreffend flächiger Ausdehnung verifiziert werden. Die Entsorgungskosten und Materialverteilung sind auch stark abhängig vom Triageaufwand sowie unterliegen starken Marktschwankungen.

Die vorliegende Kostenzusammenstellung basiert auf [REDACTED] Richtangebot [REDACTED]

## 6. Weitere abfallrechtliche Kosten

Aus Erfahrung können die **Triagekosten** mit rund 10.-- CHF/m<sup>3</sup> fest grob geschätzt werden, was Mehrkosten von rund **300'000 CHF exkl. MwSt.** verursacht (30'900 m<sup>3</sup> x 10.-- CHF/m<sup>3</sup>).

Für die **Zwischenlagerung** des triagierten Materials muss ein Zwischenlagerplatz erstellt werden. Die Grösse des Zwischenlagerplatzes ist abhängig von der Tagesleistung des Unternehmers während den Aushubarbeiten. Bei einer Tagesleistung von 1'000 m<sup>3</sup> fest/Tag und unter der Annahme, dass Haufen à 200 m<sup>3</sup> erstellt werden und dass 5 Arbeitstage zwischen Beprobung und Freigabe nötig sind, muss der Zwischenlagerplatz für min. 25 Haufen à 200 m<sup>3</sup> bieten bzw. mindestens 3'000 m<sup>2</sup> aufweisen. In der Regel wird der Zwischenlagerplatz mit einer rund 0.5 m mächtige Kiesschüttung erstellt. Somit wären rund 1'500 m<sup>3</sup> fest Kies nötig. Aus Erfahrung kostet der Kies rund 50.-- CHF/m<sup>3</sup> fest, insgesamt ist somit mit min. **75'000.-- CHF exkl. MwSt.** zu rechnen. Der Kies muss im Anschluss an die Bauarbeiten wieder zumindest teilweise entsorgt werden. Die Arbeiten für die Erstellung des Kiesplatzes können zum aktuellen Zeitpunkt nicht geschätzt werden. Dieser wird aber durch die Zwischenlagerung von verschmutztem Aushub ebenfalls teilweise verschmutzt sein und muss zumindest als wenig verschmutzt abgeführt werden: Kostenpunkt: Bodenwaschanlage 89 CHF.--/m<sup>3</sup> fest rund 1'500 m<sup>3</sup> fest = rund **135'000.-- CHF exkl. MwSt.**

Insgesamt werden rund 200 Haufen anfallen. Die Haufen müssen jeweils beprobt und chemisch untersucht werden. Die **Analysenkosten** für 200 Proben betragen rund **100'000.-- CHF exkl. MwSt.**

Die Arbeiten müssen durch ein **Altlastenbüro** abfallrechtlich begleitet und dokumentiert werden. Insgesamt ist für Begehungen, Teilnahme an Sitzungen, Nachführung ALIS etc. mit rund **80'000.-- CHF exkl. MwSt.** zu rechnen.

Für die **Bauleitung** und **baulichen Massnahmen** (u.a. Arbeitssicherheit Deponiegase, Abdichtungsmassnahmen, Entsorgung von Baustellenabwasser, Fundationserschwernisse, Baugrubenabschlüsse, etc.) können momentan **keine Kosten geschätzt** werden.

Die obigen Kosten sind nicht abschliessend und müssen beim Vorliegen eines konkreten Projektes überprüft werden.

Als Variante könnte ein Neubau **ohne Untergeschoss** realisiert werden, wobei die zu entsorgenden Kubaturen deutlich reduziert werden könnten.

## **7. Zusammenfassung**

Auf den Parzellen Kat.-Nrn. IE426, IE427, IE428 und IE3510 ist gemäss heutigem Kenntnisstand auf einer Fläche von rund 10'300 m<sup>2</sup> mit künstlichen Deponieauffüllungen zu rechnen. Diese sind gemäss Befund auf den Nachbarparzellen unverschmutzt bis stark verschmutzt. Für die Entsorgung bei einem flächigen und 3 m tiefen Aushub würden grob geschätzt **Zusatzkosten für die Entsorgung von verschmutzten Material** in der Grössenordnung von rund **3.5 Mio. CHF exkl. MwSt.** anfallen. Die geschätzten Kosten sind bei einem konkreten Projekt zu verifizieren (ergänzende Sondagen/chemische Analysen, Offerten Entsorgung, etc.).

In dieser Kostenschätzung sind die "Ohnehinkosten" für die Entsorgung von unverschmutztem Aushub bereits eingerechnet.

Die **zusätzlichen Kosten für Triagearbeiten, chemische Analysen, abfallrechtliche Begleitung** werden mit rund **0.7 Mio. CHF exkl. MwSt.** geschätzt. Nicht eingerechnet sind Aufwendungen für die Honorare Bauleitung sowie allfällige bauliche Massnahmen (Arbeitssicherheit Deponiegase, Abdichtungsmassnahmen Untergeschosse gegen Deponiegase, Wasserhaltung und Entsorgung von Baustellenabwasser, Fundationserschwernisse, Baugrubenabschlüsse, etc.).

Baden, 26.4.2022

Dr. von Moos AG

  
Michel Henzen

  
Maité Nietlispach

**Anhang:**

A1 Situation 1:1'000

A2 Schachtprotokolle S1 - S4

A3 Feststoffanalysen Bachema AG

A4 Kornverteilung F. Steiger Beratender Ingenieur

[REDACTED]

A6 Tabelle Materialqualitäten, Kubaturen, Entsorgungswege und Kosten



## Schachtprotokolle

Aufnahme: S. Lehmann  
Datum: 24.01.2022  
Bagger: M. Hübscher, Traktorbagger 7 to  
Witterung: bewölkt

### Schacht S1 OKT = 528.0 m ü.M.

0.00 – 0.20 m Humus, siltig - sandig, schwach kiesig, braungrau  
0.20 – 0.80 m Kies, siltig, sandig, <1 Gew.-% Fremdkomponenten (Ziegel), beige  
0.80 – 2.90 m Silt, kiesig, schwach sandig, schwach tonig, vereinzelt Steine und  
Blöcke bis  $\varnothing$  30 cm, <1 Gew.-% Fremdkomponenten (Ziegel, Metalle)  
2.90 – 3.50 m Kies, sandig, vereinzelt Steine und Blöcke bis  $\varnothing$  50 cm, kantengerun-  
det, grau

Schachtwände bis 2.9 m kurzzeitig standfest, kiesiges Material rollt nach, kein freies  
Wasser

Probe: 1.50 - 2.50 m

*Geologische Identifikation:* 0.00 – 2.90 m: künstliche Auffüllung  
2.90 – 3.50 m: eiszeitliche Schotter

### Schacht S2 OKT = 528.4 m ü.M.

0.00 – 0.20 m Humus, siltig - sandig, schwach kiesig, braungrau  
0.20 – 0.40 m Sand, siltig, kiesig, beige, organoleptisch unauffällig  
0.40 – 1.40 m Sand, kiesig, mit Silt-Sand-Linsen, beige, organoleptisch unauffällig  
1.40 – 5.00 m Silt, sandig bis Sand, siltig, schwach tonig und variabler Kies- und  
Steinanteil, beige-braun, organoleptisch unauffällig

Schachtwände kurzzeitig standfest, kein freies Wasser

Probe: 0.40 - 1.40 m

*Geologische Identifikation:* 0.00 – 5.00 m: künstliche Auffüllung

<b>Schacht S3</b>	OKT = 528.5 m ü.M.
0.00 – 0.30 m	Humus, siltig - sandig, schwach kiesig, kantengerundet bis angerundet, braungrau
0.30 – 1.10 m	Silt, sandig, kiesig, schwach tonig, <1 Gew.-% Fremdkomponenten (Metall), ocker-beige
1.10 – 1.70 m	Silt, sandig, kiesig, schwach tonig, verwitterte Molassekomponenten, beige, organoleptisch unauffällig
1.70 – 4.20 m	Silt, sandig, kiesig, schwach tonig, 5-20 Gew.-% Fremdkomponenten (Ziegel, Brandschutt, Plastik, Metalle, Schwarzelbelag, Keramik, Holz), beige-ocker-dunkelgrau-schwarz, ab 3.60 m: 10-20 Gew.-% Schwarzelbelag

Eine Schachtwand brach leicht nach, kein freies Wasser

Probe: 1.70 - 3.00 m und 3.60 - 4.20 m

*Geologische Identifikation:* 0.00 – 4.20 m: *künstliche Auffüllung*

<b>Schacht S4</b>	OKT = 529.9 m ü.M.
0.00 – 0.40 m	Humus, siltig - sandig, schwach kiesig, kantengerundet bis angerundet, braungrau
0.40 – 2.10 m	Sand, kiesig bis Kies, sandig, siltig, vereinzelt Steinen und Blöcken bis ø 40 cm, v.a. dunkle Kalksteine und Konglomerate, beige-ocker
2.10 – 2.80 m	Kies, stark sandig, schwach siltig, vereinzelt Steinen und Blöcken bis ø 70 cm, v.a. dunkle Kalksteine und Konglomerate, beige
2.80 – 3.50 m	Kies, stark siltig, sandig, vereinzelt Steinen und Blöcken bis ø 30 cm, v.a. dunkle Kalksteine und Konglomerate, beige
3.50 – 4.00 m	Silt, sandig, kiesig, vereinzelt Steine, v.a. dunkle Kalksteine und Konglomerate, beige

Schachtwände kurzzeitig standfest, kein freies Wasser

*Geologische Identifikation:* 0.00 – 3.50 m: *eiszeitliche Schotter*  
3.50 – 4.00 m: *eiszeitliche Seeablagerungen*

Schlieren, 14. Februar 2022  
EA

Dr. von Moos AG  
Beratende Geologen und Ingenieure  
Bachofnerstrasse 5  
8037 Zürich

# Untersuchungsbericht

Objekt: Nr. 14090, Flugenrainweg, Effretikon

Bachema AG  
Rütistrasse 22  
CH-8952 Schlieren

Telefon  
+41 44 738 39 00  
Telefax  
+41 44 738 39 90  
info@bachema.ch  
www.bachema.ch

Chemisches und  
mikrobiologisches  
Labor für die Prüfung  
von Umweltproben  
(Wasser, Boden, Abfall,  
Recyclingmaterial)  
Akkreditiert nach  
ISO 17025  
STS-Nr. 0064

<b>Auftrags-Nr. Bachema</b>	202200680
<b>Proben-Nr. Bachema</b>	3141-3144
<b>Tag der Probenahme</b>	24. Januar 2022
<b>Eingang Bachema</b>	24. Januar 2022
<b>Probenahmeort</b>	Effretikon
<b>Entnommen durch</b>	S. Lehmann, Dr. von Moos AG
<b>Auftraggeber</b>	Dr. von Moos AG, Beratende Geologen und Ingenieure, Bachofnerstrasse 5, 8037 Zürich
<b>Rechnungsadresse</b>	Dr. von Moos AG, Beratende Geologen und Ingenieure, Bachofnerstrasse 5, 8037 Zürich
<b>Rechnung zur Visierung</b>	Dr. von Moos AG, Beratende Geologen und Ingenieure, S. Lehmann, Mäderstrasse 8, 5400 Baden
<b>Bericht an</b>	Dr. von Moos AG, Beratende Geologen und Ingenieure, S. Lehmann, Mäderstrasse 8, 5400 Baden
<b>Bericht per e-mail an</b>	Dr. von Moos AG, Beratende Geologen und Ingenieure, M. Nietlispach, nietlispach@geovm.ch
<b>Bericht per e-mail an</b>	Dr. von Moos AG, Beratende Geologen und Ingenieure, S. Lehmann, lehmann@geovm.ch

Freundliche Grüsse  
BACHEMA AG



Olaf Haag  
Dipl. Natw. ETH

**Objekt:** Nr. 14090, Flugenrainweg, Effretikon  
**Auftraggeber:** Dr. von Moos AG  
**Auftrags-Nr. Bachema:** 202200680

**Probenübersicht**

Bachema-Nr.	Probenbezeichnung	Probenahme / Eingang Labor
3141 F	<b>S1, 1.50-2.50 m</b>	24.01.22 / 24.01.22
3142 F	<b>S2, 0.40-1.40 m</b>	24.01.22 / 24.01.22
3143 F	<b>S3, 1.70-3.00 m</b>	24.01.22 / 24.01.22
3144 F	<b>S3, 3.60-4.20 m</b>	24.01.22 / 24.01.22

**Legende zu den Referenzwerten**

VVEA Typ A (U)	Grenzwert für unverschmutztes Aushub- und Ausbruchmaterial gemäss der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA), Artikel 19, Absatz 1 (Wiederverwertung oder auf Deponie Typ A zugelassen). *Chrom-VI im Beton für Betonrecycling gemäss "Faktenblatt BAU 6: Beurteilung von schadstoffbelasteten mineralischen Bauabfällen (Beton, Asphalt)", KVV Ost.
VVEA Typ B	Grenzwert für auf Deponien des Typs B zugelassene Abfälle gemäss der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA).

Bachema AG  
Rütistrasse 22  
CH-8952 Schlieren

Telefon  
+41 44 738 39 00  
Telefax  
+41 44 738 39 90  
info@bachema.ch  
www.bachema.ch

Chemisches und mikrobiologisches Labor für die Prüfung von Umweltproben (Wasser, Boden, Abfall, Recyclingmaterial)  
Akkreditiert nach ISO 17025  
STS-Nr. 0064

**Abkürzungen**

W	Wasserprobe
F	Feststoffprobe
TS	Trockensubstanz
<	Bei den Messresultaten ist der Wert nach dem Zeichen < (kleiner als) die Bestimmungsgrenze der entsprechenden Methode.
{1}	Die Analysenmethode liegt zurzeit nicht im akkreditierten Bereich der Bachema AG.
{2}	Externe Analyse von Unterauftragnehmer / Fremdlabor.
{3}	Feldmessung von Kunde erhoben.

**Akkreditierung**

	<p>Die Resultate der Untersuchungen beziehen sich auf die im Prüfbericht aufgeführten Proben und auf den Zustand der Proben bei der Entgegennahme durch die Bachema AG. Der vollständige Prüfbericht steht dem Kunden zur freien Verfügung. Die Verwendung von Auszügen (einzelne Seiten) oder Ausschnitten (Teile einzelner Seiten) des Prüfberichts sowie Hinweise auf den Prüfbericht (z.B. zu Werbezwecken oder bei Präsentationen) sind nur mit Genehmigung der Bachema AG gestattet. Detailinformationen zu Messmethode, Messunsicherheiten und Prüfdaten sind auf Anfrage erhältlich (s. auch Dienstleistungsverzeichnis oder www.bachema.ch)</p>
---	--



**Objekt:** Nr. 14090, Flugenrainweg, Effretikon  
**Auftraggeber:** Dr. von Moos AG  
**Auftrags-Nr. Bachema:** 202200680

Probenbezeichnung	S1	S2	S3	S3	Referenzwert	
					VVEA Typ A (U)	VVEA Typ B
Proben-Nr. Bachema	3141	3142	3143	3144		
Tag der Probenahme	24.01.22	24.01.22	24.01.22	24.01.22		
Entnahmetiefe [m]	1.50-2.50	0.40-1.40	1.70-3.00	3.60-4.20		

**Probenparameter**

Angelieferte Probemenge	kg	2.3	2.0	2.0	2.6		
-------------------------	----	-----	-----	-----	-----	--	--

**Allgemeine und anorganische Parameter**

Kohlenstoff org. (TOC400)	% TS C			0.5	0.8		2 (TOC)
---------------------------	--------	--	--	-----	-----	--	---------

**Schwermetalle aus Schwermetall-Fingerprint (XRF, Hg (AAS), vollständig s. Anhang)**

Antimon	mg/kg TS Sb	<2	<2	5	<2	3	30
Arsen	mg/kg TS As	12	8	8	5	15	30
Blei	mg/kg TS Pb	16	10	38	24	50	500
Cadmium	mg/kg TS Cd	<0.5	<0.5	0.5	<0.5	1	10
Chrom	mg/kg TS Cr	41	25	29	29	50	500
Kobalt	mg/kg TS Co	<30	<30	<30	<30		
Kupfer	mg/kg TS Cu	12	10	140	16	40	500
Molybdän	mg/kg TS Mo	<10	<10	<10	<10		
Nickel	mg/kg TS Ni	23	14	25	21	50	500
Quecksilber	mg/kg TS Hg	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.5	2
Thallium	mg/kg TS Tl	<2	<2	<2	<2		
Zink	mg/kg TS Zn	47	30	340	54	150	1'000
Zinn	mg/kg TS Sn	<2	<2	24	10		

**Organische Summenparameter**

KW-Index (C10-C40)	mg/kg TS	<10	<10	89	130	50	500
--------------------	----------	-----	-----	----	-----	----	-----

**PAK**

Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0.05	<0.05	1.9	4.4	0.3	3
Summe PAK	mg/kg TS	<0.50	<0.50	30	41	3	25

Bachema AG  
Rütistrasse 22  
CH-8952 Schlieren

Telefon  
+41 44 738 39 00  
Telefax  
+41 44 738 39 90  
info@bachema.ch  
www.bachema.ch

Chemisches und  
mikrobiologisches  
Labor für die Prüfung  
von Umweltproben  
(Wasser, Boden, Abfall,  
Recyclingmaterial)  
Akreditiert nach  
ISO 17025  
STS-Nr. 0064

**Objekt:** Nr. 14090, Flugenrainweg, Effretikon  
**Auftraggeber:** Dr. von Moos AG  
**Auftrags-Nr. Bachema:** 202200680

**Anhang: Element-Übersichtsanalyse XRF**

Probenbezeichnung	S1	S2	S3	S3	VVEA Typ A (U)	VVEA Typ B
Entnahmetiefe [m]	3141 1.50-2.50	3142 0.40-1.40	3143 1.70-3.00	3144 3.60-4.20		

**Schwermetalle**

Antimon	mg/kg TS Sb	<2	<2	5	<2	3	30
Arsen	mg/kg TS As	12	8	8	5	15	30
Blei	mg/kg TS Pb	16	10	38	24	50	500
Cadmium	mg/kg TS Cd	<0.5	<0.5	0.5	<0.5	1	10
Chrom	mg/kg TS Cr	41	25	29	29	50	500
Kobalt	mg/kg TS Co	<30	<30	<30	<30		
Kupfer	mg/kg TS Cu	12	10	140	16	40	500
Molybdän	mg/kg TS Mo	<10	<10	<10	<10		
Nickel	mg/kg TS Ni	23	14	25	21	50	500
Quecksilber	mg/kg TS Hg	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.5	2
Thallium	mg/kg TS Tl	<2	<2	<2	<2		
Zink	mg/kg TS Zn	47	30	340	54	150	1'000
Zinn	mg/kg TS Sn	<2	<2	24	10		

**Seltene Erden und übrige Elemente**

Barium	mg/kg TS Ba	180	120	130	120		
Cäsium	mg/kg TS Cs	<10	<10	<10	<10		
Cer	mg/kg TS Ce	57	41	32	33		
Gallium	mg/kg TS Ga	8	5	4	5		
Germanium	mg/kg TS Ge	<5	<5	<5	<5		
Lanthan	mg/kg TS La	32	26	<20	23		
Neodym	mg/kg TS Nd	<50	<50	<50	<50		
Niob	mg/kg TS Nb	<10	<10	<10	<10		
Rubidium	mg/kg TS Rb	58	33	40	31		
Selen	mg/kg TS Se	<2	<2	<2	<2		
Silber	mg/kg TS Ag	<2	<2	<2	<2		
Strontium	mg/kg TS Sr	110	270	290	370		
Uran	mg/kg TS U	<10	<10	<10	<10		
Vanadium	mg/kg TS V	53	25	26	25		
Wolfram	mg/kg TS W	<10	<10	<10	<10		

**Halogenide / Schwefel**

Brom	mg/kg TS Br	2	<2	<2	<2		
Chlor	mg/kg TS Cl	<100	<100	<100	<100		
Jod	mg/kg TS I	<10	<10	<10	<10		
Schwefel	mg/kg TS S	130	120	900	890		

**Matrizelemente**

Aluminium (als Oxid)	% TS Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.3	4.5	4.4	4.2		
Calcium (als Oxid)	% TS CaO	4.1	15	18	19		
Eisen (als Oxid)	% TS Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.1	2.3	2.9	2.2		
Kalium (als Oxid)	% TS K <sub>2</sub> O	1.3	0.67	0.76	0.65		
Magnesium (als Oxid)	% TS MgO	1.2	1.3	4.4	3.7		
Mangan (als Oxid)	% TS MnO	0.10	0.07	0.06	0.06		
Phosphor (als Oxid)	% TS P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2		
Silizium (als Oxid)	% TS SiO <sub>2</sub>	81	45	33	34		
Titan (als Oxid)	% TS TiO <sub>2</sub>	0.46	0.21	0.22	0.20		

Der Chromgehalt wurde auf Säureaufschluss nach VVEA umgerechnet (Faktor 0.5).

Quecksilberbestimmung mit AAS-Amalgammethode.

Bestimmungsgrenze von Kobalt ist matrixabhängig.

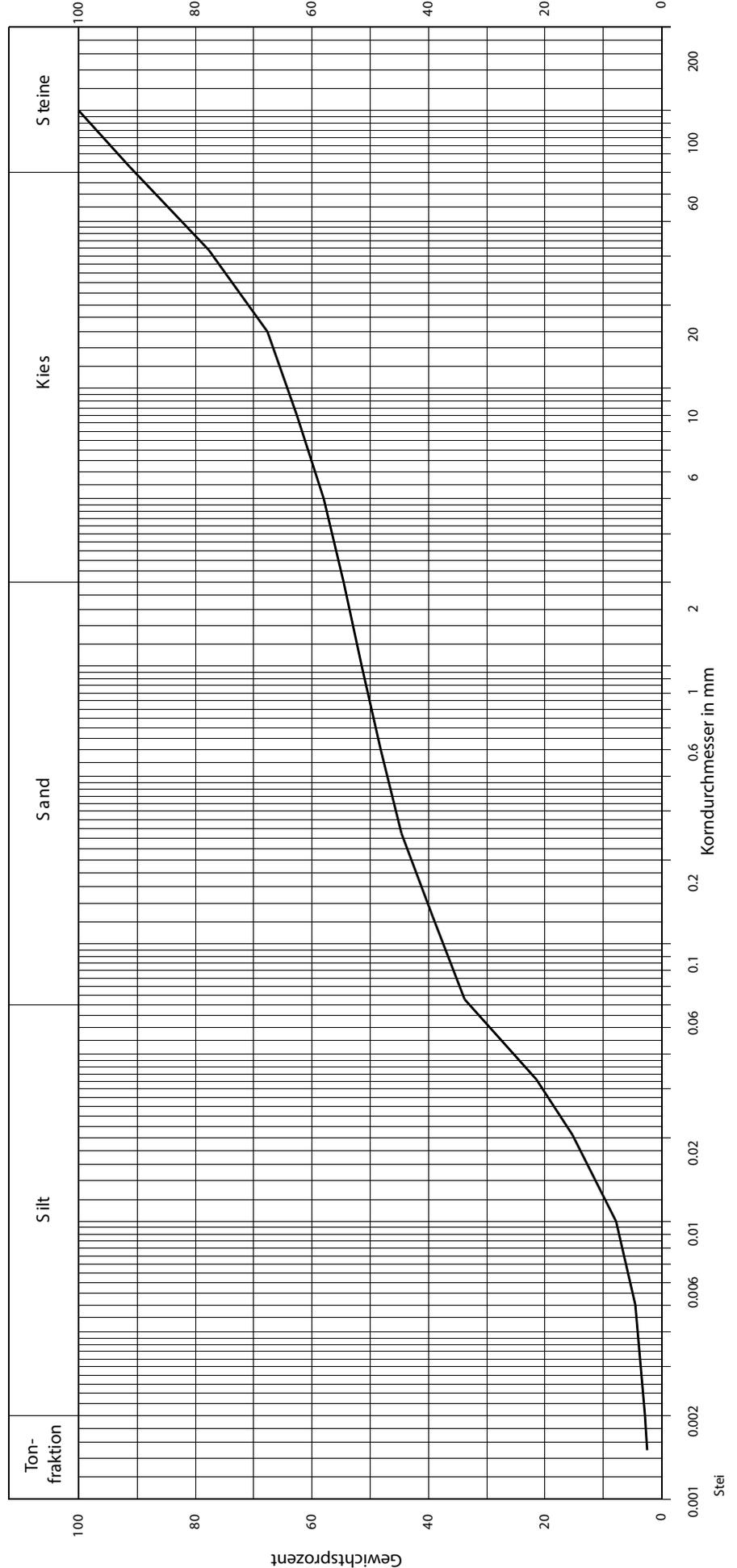
Die häufigste petrografische Bindungsform von Brom, Chlor, Iod und Schwefel sind Bromide, Chloride, Iodide und Sulfate.

# Kornverteilung in Summationskurven

Auftrag: 11061

Deponie Langhag, 8703 Effretikon

Bohrung	Material- und Feldbezeichnung			Anlieferungszustand				Konsistenz			USCS
	Labor Nr.	Tiefe m	Signatur	w %	p g/cm <sup>3</sup>	p <sub>d</sub> g/cm <sup>3</sup>	p <sub>s</sub> g/cm <sup>3</sup>	w <sub>L</sub> %	w <sub>p</sub> %	I <sub>p</sub> %	
S 1	18840	1.5-2.5	_____	15.1			2.72	26.3	18.8	7.6	GC



Zusammenstellung der Versuchsergebnisse

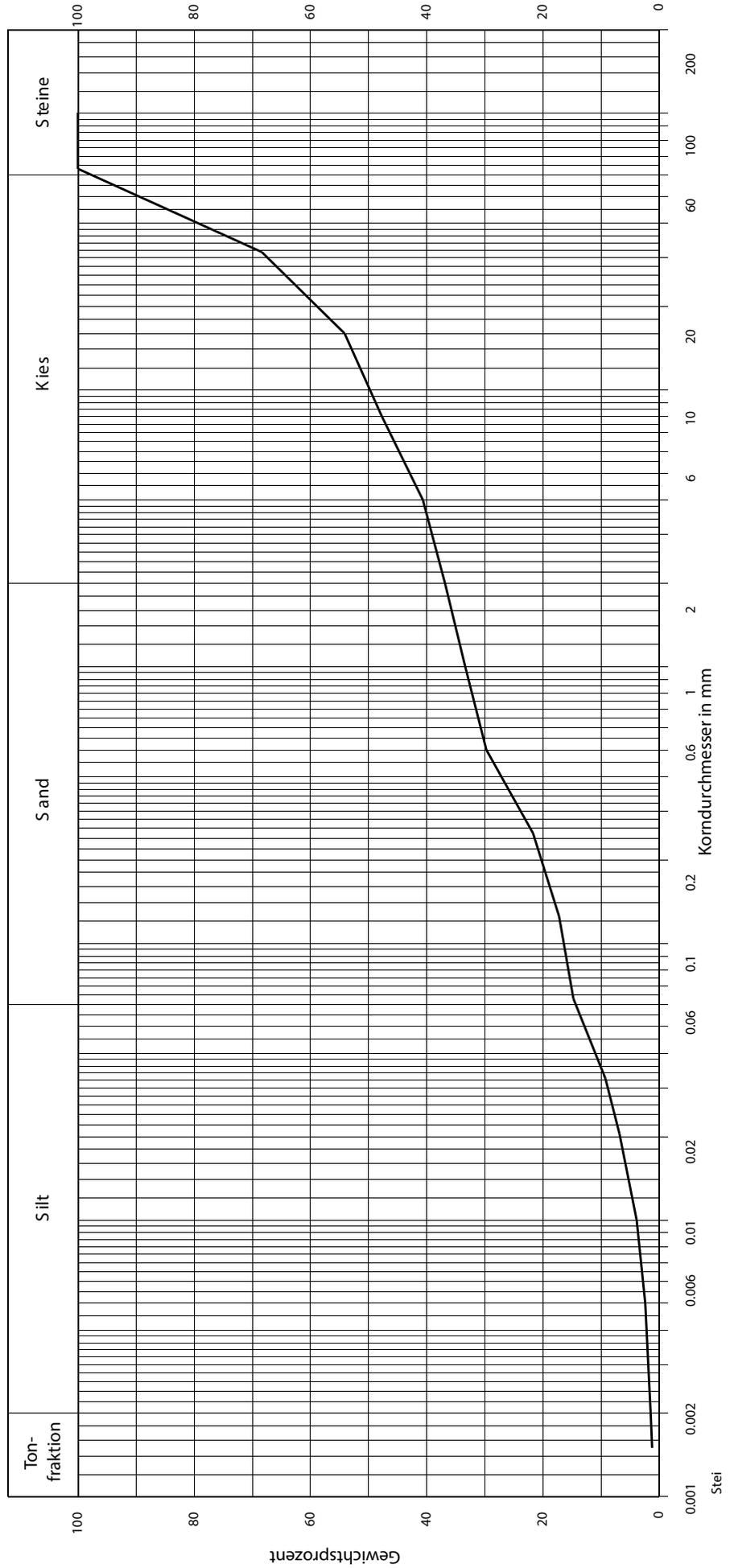
Auftrag:	11061	Deponie Langhag, 8703 Effretikon			
Material- und Feldbezeichnung					
Labor Nr.		18840			
Bohrung Nr.		S1			
Feldbezeichnung der Probe					
Entnahmekote (Tiefe) m		1.5-2.5			
USCS-Klassifikation		GC			
Anlieferungszustand					
Wassergehalt	W %	15.1			
Dichte (feucht)	$\rho$ g/cm <sup>3</sup>				
Trockendichte	$\rho_d$ g/cm <sup>3</sup>				
Dichte der Festsubstanz	$\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.72			
Porosität	n %				
Sättigungsgrad	Sr %				
Carbonatgehalt	Ca %				
Druckfestigkeit	$d_c$ kPa				
Konsistenz					
Fliessgrenze	$W_L$ %	26.3			
Ausrollgrenze	$W_P$ %	18.8			
Plastizitätszahl	$I_p = W_L - W_P$ %	7.6			
Liquiditätsindex	$I_L = (W - W_P) / I_p$				
Kornverteilung					
D max	mm	100.0			
> 90 mm	%	2.0			
< 90 mm	%	98.0			
< 63 mm	%	91.3			
< 31.5 mm	%	77.7			
< 16 mm	%	67.6			
< 8 mm	%	62.6			
< 4 mm	%	58.0			
< 2 mm	%	54.5			
< 1 mm	%	51.44			
< 0.5 mm	%	48.19			
< 0.25 mm	%	44.65			
< 0.125 mm	%	39.28			
< 0.063 mm	%	33.81			
< 0.02 mm	%	15.05			
< 0.002 mm	%	2.87			

# Kornverteilung in Summationskurven

Auftrag: 11061

Deponie Langhag, 8703 Effretikon

Bohrung	Material- und Feldbezeichnung		Anlieferungszustand				Konsistenz			USCS	
	Labor Nr.	Tiefe m	Signature	w %	p g/cm <sup>3</sup>	p <sub>d</sub> g/cm <sup>3</sup>	p <sub>s</sub> g/cm <sup>3</sup>	w <sub>L</sub> %	w <sub>p</sub> %		I <sub>p</sub> %
S 3	18841	1.7-3.0	_____	12.3			2.71	35.7	29.0	6.7	GM



Zusammenstellung der Versuchsergebnisse

Auftrag:	11061	Deponie Langhag, 8703 Effretikon			
Material- und Feldbezeichnung					
Labor Nr.		18841			
Bohrung Nr.		S3			
Feldbezeichnung der Probe					
Entnahmekote (Tiefe) m		1.7-3.0			
USCS-Klassifikation		GM			
Anlieferungszustand					
Wassergehalt	W %	12.3			
Dichte (feucht)	$\rho$ g/cm <sup>3</sup>				
Trockendichte	$\rho_d$ g/cm <sup>3</sup>				
Dichte der Festsubstanz	$\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.71			
Porosität	n %				
Sättigungsgrad	Sr %				
Carbonatgehalt	Ca %				
Druckfestigkeit	$d_c$ kPa				
Konsistenz					
Fliessgrenze	$W_L$ %	35.7			
Ausrollgrenze	$W_P$ %	29.0			
Plastizitätszahl	$I_p = W_L - W_P$ %	6.7			
Liquiditätsindex	$I_L = (W - W_P) / I_p$				
Kornverteilung					
D max	mm	63.0			
> 90 mm	%	0.0			
< 90 mm	%	100.0			
< 63 mm	%	100.0			
< 31.5 mm	%	68.4			
< 16 mm	%	54.1			
< 8 mm	%	47.7			
< 4 mm	%	40.6			
< 2 mm	%	36.8			
< 1 mm	%	33.39			
< 0.5 mm	%	29.76			
< 0.25 mm	%	21.70			
< 0.125 mm	%	17.22			
< 0.063 mm	%	14.75			
< 0.02 mm	%	6.75			
< 0.002 mm	%	1.46			

### Materialqualitäten, Kubaturen, Entsorgungswege und Kosten

Parzelle Kat.-Nr. IE426

Material	mögliche Schadstoffe	Qualität	Menge [m <sup>3</sup> fest]	Behandlungsregel [min. Menge Behandlung] / Entsorgungs- weg	Entsorgungspreis <sup>3</sup> [CHF/t]	Entsorgungskosten <sup>4</sup>	Ohnehin- kosten <sup>6</sup>	Zusatzkos- ten wegen Belastung <sup>7</sup>
						Total exkl. MwSt [CHF]		
Silt, kiesig, schwach sandig, FK: <1 Gew.-% (Ziegel & Metall)	--	U-Material	300	Deponie <sup>5</sup>	15	9'000	9'000	0
Silt, kiesig, schwach sandig (FA: meist >30%), FK: 1-10 Gew.-% (Bauschutt, Schwarzbelag, Plastik, etc.)	SM, KW & PAK	T-/B-Material	450	≥50%	Bodenwaschanlage <sup>2</sup>	89	12'015	2'025
				≤50%	Zementwerk <sup>2</sup>	121	38'115	4'725
siltig-sandig bis sandig-siltig, schwach bis stark kiesig, (FA: meist >30%), FK: 10-20 Gew.-% (Bauschutt, Schwarzbelag, Plastik, Brandschutt & Metalle)	SM, KW & PAK	E-Material	450	80% <sup>1</sup>	Bodenwaschanlage <sup>2</sup>	99	21'384	3'240
				20% <sup>1</sup>	Zementwerk <sup>2</sup>	129	65'016	7'560
<b>Total</b>					<b>Total</b>	<b>200'250</b>	<b>36'000</b>	<b>164'250</b>

Parzelle Kat.-Nr. IE427 und IE428

Material	mögliche Schadstoffe	Qualität	Menge [m <sup>3</sup> fest]	Behandlungsregel [min. Menge Behandlung] / Entsorgungs- weg	Entsorgungspreis <sup>3</sup> [CHF/t]	Entsorgungskosten <sup>4</sup>	Ohnehin- kosten <sup>6</sup>	Zusatzkos- ten wegen Belastung <sup>7</sup>
						Total exkl. MwSt [CHF]		
Silt, kiesig, schwach sandig, FK: <1 Gew.-% (Ziegel & Metall)	--	U-Material	3'100	Deponie <sup>5</sup>	15	93'000	93'000	0
Silt, kiesig, schwach sandig (FA: meist >30%), FK: 1-10 Gew.-% (Bauschutt, Schwarzbelag, Plastik, etc.)	SM, KW & PAK	T-/B-Material	2'700	≥50%	Bodenwaschanlage <sup>2</sup>	89	72'090	12'150
				≤50%	Zementwerk <sup>2</sup>	121	228'690	28'350
siltig-sandig bis sandig-siltig, schwach bis stark kiesig, (FA: meist >30%), FK: 10-20 Gew.-% (Bauschutt, Schwarzbelag, Plastik, Brandschutt & Metalle)	SM, KW & PAK	E-Material	2'000	80% <sup>1</sup>	Bodenwaschanlage <sup>2</sup>	99	95'040	14'400
				20% <sup>1</sup>	Zementwerk <sup>2</sup>	129	288'960	33'600
<b>Total</b>					<b>Total</b>	<b>1'068'580</b>	<b>234'000</b>	<b>834'580</b>

Parzelle Kat.-Nr. IE3510

Material	mögliche Schadstoffe	Qualität	Menge [m <sup>3</sup> fest]	Behandlungsregel [min. Menge Behandlung] / Entsorgungs- weg	Entsorgungspreis <sup>3</sup> [CHF/t]	Entsorgungskosten <sup>4</sup>	Ohnehin- kosten <sup>6</sup>	Zusatzkos- ten wegen Belastung <sup>7</sup>
						Total exkl. MwSt [CHF]		
Silt, kiesig, schwach sandig, FK: <1 Gew.-% (Ziegel & Metall)	--	U-Material	8'700	Deponie <sup>5</sup>	15	261'000	261'000	0
Silt, kiesig, schwach sandig (FA: meist >30%), FK: 1-10 Gew.-% (Bauschutt, Schwarzbelag, Plastik, etc.)	SM, KW & PAK	T-/B-Material	7'700	≥50%	Bodenwaschanlage <sup>2</sup>	89	205'590	34'650
				≤50%	Zementwerk <sup>2</sup>	121	652'190	80'850
siltig-sandig bis sandig-siltig, schwach bis stark kiesig, (FA: meist >30%), FK: 10-20 Gew.-% (Bauschutt, Schwarzbelag, Plastik, Brandschutt & Metalle)	SM, KW & PAK	E-Material	5'500	80% <sup>1</sup>	Bodenwaschanlage <sup>2</sup>	99	261'360	39'600
				20% <sup>1</sup>	Zementwerk <sup>2</sup>	129	794'640	92'400
<b>Total</b>					<b>Total</b>	<b>2'993'180</b>	<b>657'000</b>	<b>2'336'180</b>

FA: Feinkornanteil (< 2mm)

FK: Fremdkomponentenanteil

SM: Schwermetalle; KW: Kohlenwasserstoffe; PAK: polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

<sup>1</sup> Generell zu 100% zu verwerten/behandeln; Deponierung nur mit Begründung (z.B. >3 Gew.-% Schwarzbelag, vgl. Punkt 3)

<sup>2</sup> Annahme: 30% des verwertbaren schwach, wenig sowie stark verschmutzten Material ist waschbar, 70% muss im Zementwerk entsorgt werden

<sup>3</sup> Entsorgungswege und -preise gemäss Richtofferte

<sup>4</sup> m<sup>3</sup> fest x 2 = t

<sup>5</sup> Preis pro Tonne: Erfahrungswert 20 - 40 CHF/m<sup>3</sup> -> 10 - 20 CHF/t

<sup>6</sup> Ohnehinkosten: Entsorgung von unverschmutzten Aushub -> 15 CHF/t

<sup>7</sup> Zusatzkosten wegen Belastung: Entsorgungskosten abzüglich Ohnehinkosten resp. Entsorgungskosten für unverschmutzten Aushub