

TECH	TRIEBE
Eing 04. OKT. 2001	
Geschäftsu.: TRD 10 485	

Handwritten signature and date: 08/10

Forum Niederberg
in Velbert - Mitte

Altlastenuntersuchung

Auftraggeber:

Technische Betriebe Velbert
Betriebsleitung Geschäftsbereich
Verkehr-, Entwässerung- und
Abfallwirtschaft
Am Lindenkamp 31

42549 Velbert

26.09.2001
Bearb.-Nr. 01.04.26
Kü/Tp/no

INHALTSVERZEICHNIS

1.0 Veranlassung	3
2.0 Allgemeines	3
3.0 Vor-Ort-Arbeiten	4
4.0 Bodenaufbau	5
4.1 Gründungsmaßnahmen	7
4.2 Flachgründung ohne Unterkellerung	8
5.0 Analytik und Bewertung	9
5.1 Einzelbewertung der angeschütteten Bodenarten	12
5.2 Gesamtbewertung der Auffüllung nach LAGA Bauschutt	14
5.3 Bewertung hinsichtlich der Schutzgüter Boden, Wasser, Mensch	16
5.4 Arbeitsschutz	17
5.5 Altlastentechnische Begleitung	17
6.0 Zusammenfassung	18

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1:	Lageplan
Anlagen 2 und 3:	Ergebnisse der bodenmechanischen Ansprache
Anlage 4:	Analysenbefunde

1.0 Veranlassung

In der Stadt Velbert ist geplant, westlich des Kongresszentrums zwischen den Straßen Oststraße und Marktplatz - Forum ein eingeschossiges, unterkellertes Hotel zu errichten. Da dieses Grundstück in der Vergangenheit u.a. durch eine Gießerei genutzt wurde, besteht der Verdacht, dass die im Rahmen des Gießereibetriebes angefallenen Abfallstoffe wie Formsande, Kernsande und Gießereialsande - wie früher üblich - in unmittelbarer Nähe des Betriebs abgelagert wurden. Da im Rahmen der geplanten Umnutzung Tiefbauarbeiten durchgeführt werden, beauftragten die Technischen Betriebe Velbert das Ingenieurbüro Kügler mit der Durchführung einer Altlastenuntersuchung. Mit dieser Untersuchung soll insbesondere die Verwertbarkeit bzw. gegebenenfalls die Entsorgungsnotwendigkeit der im Rahmen der Auskofferungsarbeiten anfallenden Materialien geklärt werden.

2.0 Allgemeines

Das zu untersuchende Gelände grenzt im Norden an die Oststraße, im Westen an die Kolpingstraße, im Süden an den Marktplatz-Forum. Östlich des zu untersuchenden Grundstückes befindet sich das Kongresszentrum.

Bei den Grundstücken handelt es sich um die Flurstücke 812 und 790 auf Flur 38 der Gemarkung Velbert.

Das Grundstück ist weitestgehend eben und liegt zwischen den Höhenkoten 250,40 und 251,89 mNN.

Im Lageplan der Anlage 1 sind die örtlichen Verhältnisse dargestellt. Der Lageplan zeigt, dass sich auf dem zu untersuchenden Grundstück ein Wohngebäude im Lageplan bezeichnet mit Villa, an der Kolpingstraße 34, befindet.

Die Oberfläche des Untersuchungsgebietes ist verkrautet. Es gibt keine versiegelten Flächen.

Nach Informationen der Städtischen Betriebe Velbert wurde das Grundstück in der Vergangenheit u.a. durch den Gießereibetrieb Herminghaus (um 1911) und durch die Städtischen Badeanstalten genutzt.

3.0 Vor-Ort-Arbeiten

Da aufgrund der Vornutzung sowohl mit grobstückigem Bauschutt als auch mit grobstückigem Abfall gerechnet wurde, wurden die zur Altlastenerkundung erforderlichen Bohrungen mit einem hydraulisch angetriebenen Raupenbohrgerät niedergebracht, da nur mit dem hierbei gegebenen größeren Bohrdurchmesser und den größeren Antriebskräften eine repräsentative Probenahme auch grobstückigerer Auffüllungen möglich ist.

Die Lage aller Bohrpunkte ist im Lageplan der **Anlage 1** dargestellt. Die Bohrpunkte wurden im Bereich der geplanten Bebauung niedergebracht, damit neben Aussagen hinsichtlich des von der Ablagerung ausgehenden Gefährdungspotentials, insbesondere auch Aussagen bezüglich der Verwertungsmöglichkeit oder ggfls. der Entsorgungsnotwendigkeit der im Rahmen der Aushubarbeiten für den Keller anfallenden Materials gemacht werden können.

Zunächst wurden auf dem Grundstück verteilt 11 Rammkernbohrungen niedergebracht. Dabei wurden durchgehende Bohrkerne gewonnen. Die Bohrkerne wurden vor Ort hinsichtlich ihrer bodenmechanischen Eigenschaften an DIN 4022 sowie hinsichtlich ihrer organoleptischen Eigenschaften angesprochen. Danach wurde aus jeder durchteuften Bodenschicht - mindestens jedoch aus jedem Bohrmeter - eine Bodenprobe entnommen und in luftdicht verschließbare Glasgefäße abgefüllt.

Die Bodenproben wurden umgehend ins Erdbaulabor des Ingenieurbüros Kügler zur Kontrolle der bodenmechanischen Ansprache und zur Auswahl von Bodenproben zur chemischen Analyse geliefert.

Da die Ansprache dieser ersten Bohrungen einerseits in Teilbereichen eine relativ geringe Anfüllmächtigkeit, aber gleichzeitig eine sehr heterogene Zusammensetzung der Auffüllung aufwies und ein relativ hoch anstehender, aber unterschiedlich tief liegender Felshorizont angetroffen wurde, wurden zwischen den Rammkernbohrungen 1 bis 11 weitere Rammkernbohrungen (RKB 12 bis 21) niedergebracht. Mit Hilfe dieser Bohrungen sollten insbesondere aus den Bereichen, in denen die Bohrungen aufgrund von Bohrhindernissen, z. B. bei RKB 6, RKB 7 und RKB 9 aufgegeben werden mussten, Aufschluss über die darunter anstehenden Bodenschichten gewonnen und die Tiefenlage des Felshorizontes abgegrenzt werden.

4.0 Bodenaufbau

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Ansprachen sind in Form von Schichtenprofilen in den Anlagen 2 und 3 aufgetragen. Zur besseren Orientierung sind jeweils die im Lageplan eingetragenen geplanten Nutzungen zugeordnet, sowie die Schnitte der Bohrprofile im Lageplan gekennzeichnet.

Die Bohrprofile zeigen, dass im Untersuchungsgebiet ab einer Tiefe von 0,8/2,6 m unter Geländeoberkante verwitterter Tonstein ansteht. Überlagert wird dieser Tonstein von einem sandigen Mittel- bis Grobschluff, in dem Tonsteinstücke vorkommen. Lokal wurde diese Schicht bis zum Tonstein abgegraben, so dass jetzt darüber Auffüllungen anstehen. Beispiele hierfür sind die Bohrungen RKB 11, RKB 16, RKB 17, RKB 18 und RKB 20.

Die Auffüllung ist sehr heterogen zusammengesetzt. Es gibt einzelne Partien, die ausschließlich aus anthropogenem Material (Ziegel, Beton und Mörtelreste), z. B. RKB 8 und RKB 20 bestehen, die Bodenmaterialien sind unterschiedlich verlehmt.

In RKB 7 wurde in der Tiefe von 0,9 bis 2,5 m unter GOK eine Auffüllung aus Formsand und Ziegel in einer Gesamtmächtigkeit von 1,6 m festgestellt.

Die oberen 0,2 bis 0,8 m der Auffüllung bestehen aus Oberboden mit Wurzelresten. Dieser Boden besteht zur Hauptsache aus Schluff, weist aber auch deutliche Gehalte an anthropogenen Bestandteilen, wie Gießereialtsand, Aschen, Ziegel und Tonsteinstücke, auf.

Mit Ausnahme der oberflächennahen Auffüllung aus Mutterboden weist die Auffüllung im Allgemeinen einen Anteil von > 10 Vol-% mineralische Fremdbestandteile (z.B. Bauschutt, Schlacke, Ziegelbruch, Gießereialtsand) auf.

In keiner der Bohrungen wurde Grundwasser oder Stau-/Schichtenwasser angetroffen.

Erfahrungsgemäß weisen die oben beschriebenen Auffüllungen eine sehr lockere und kleinräumig stark wechselnde Lagerungsdichte auf.

Nach den in **Anlage 2 und 3** beigefügten Bohrprofilen steht ab einer Tiefe von rund 0,8 m bis 2,6 m unter GOK der gewachsene, stark verwitterte Tonstein an.

Erst beim Aufsteigen der Rammkernbohrung ist mit dem Schichtbeginn des harten, geschichteten Tonsteins zu rechnen. Dieser liegt 1,5 m bis 4,5 m unter OK Gelände.

Die stark verwitterten Tonsteinschichten (Hoddel) verhalten sich hinsichtlich der Tragfähigkeit und des Setzungsverhaltens wie die darüber anstehenden Schluffschichten. Ihre Steifzahl schwankt zwischen $E_s = 16$ und 20 MN/m^2 , je nach Lagerungsdichte.

4.1 Gründungsmaßnahmen

Bauseits ist vorgesehen, die Bauwerke zu unterkellern, so dass, je nach Lage der EFH-Höhe zum Gelände, mit einer Gründungstiefe von 2,5 m bis 3,5 m unter Oberkante Gelände zu rechnen ist. Diese Unterschiede ergeben sich aufgrund der verschiedenen Geländehöhen mit Höhendifferenzen bis zu 1,3 m. Mit Beginn der gewachsenen Bodenschichten (Grobschluff und stark verwitterter Tonstein) steht hinsichtlich der Tragfähigkeit ein ausreichend guter Baugrund an, über welchem das Gebäude über Einzel- und Streifenfundamente gegründet werden kann. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Mächtigkeit der setzungsrelevanten Schichten aufgrund der sehr starken Unterschiede des Felshorizontes sehr verschieden sind und unterschiedliche Setzungen verursachen. Diesem könnte begegnet werden, indem grundsätzlich eine Gründung der Gebäude einheitlich auf dem harten Tonstein angestrebt wird. Hierfür ist es dann erforderlich, teilweise die Fundamente in Unterbeton bis zum harten Tonstein tieferzuführen.

Nach einheitlicher Gründung auf dem Tonstein können zur Bemessung der Fundamente folgende mittlere Bodenpressungen in Abhängigkeit der kleineren Fundamentbreite b gewählt werden:

b [m]	0,5	0,7	1,0
σ_0 [kN/m ²]	300	400	500

Die Ausnutzung der höheren Bodenpressungen und die damit verbundenen relativ gleichbleibend geringen Setzungen von $s \leq 1$ cm rechtfertigen auch hinsichtlich wirtschaftlicher Betrachtungen die einheitliche Tieferführung der Fundamente bis zum harten Tonstein in Unterbeton. Aufgrund der bisherigen Voruntersuchung steht dieser am Ende der Aufstandsebenen der Rammkernbohrungen an. Genauere Untersuchungen hierfür sind jedoch noch vorzunehmen. Sinnvoll hierfür ist die Anordnung schwerer Rammsonden in den Fundamentachsen der geplanten Gebäude.

4.2 Flachgründung ohne Unterkellerung

Sollen einzelne Gebäudeteile flach ohne Keller gegründet werden, sind hierfür folgende Gründungsmaßnahmen vorzusehen:

1. Das Gebäude ist von dem angrenzenden, auf Tonstein gegründeten Gebäude durch eine durchgehende Fuge zu trennen.
2. Von der tieferen Gründungssohle zur höheren Gründungssohle ist eine Fundamentabtreppung unter 30 ° vorgesehen.
3. Die angeschütteten und bindigen Bodenschichten sind unter dem gesamten Gebäude auszuheben. Im Anschluss daran sind die Bodenschichten durch Zugabe von Kalkersatzstoffen mittels Schaufelmischung zu durchmischen. Hierdurch wird erreicht, dass der Boden bei den überwiegend vorherrschenden wechselnden Witterungsverhältnissen gut verdichtungsfähig ist. Der Boden kann in Schüttlagen von 30 cm eingebaut und auf 100 % der einfachen Proctordichte verdichtet werden. Die Verwendung von Kalkersatzbaustoffen bezweckt darüber hinaus eine hydraulische Abbindung, wie bei Zement oder Kalk, so dass eine ausreichend hohe Bodenfestigkeit besteht und diese Böden nicht abgefahren werden müssen, was die wirtschaftlichste Lösung darstellt. Bei den Kalkersatzstoffen handelt es sich um aufbereitete Aschen, die die wasserrechtlichen Bestimmung gemäß der LAGA-Richtlinie einhalten und außerhalb von Grundwasserschutzgebieten und höher als 1,0 m über dem Grundwasser grundsätzlich einsatzfähig sind. Derartige Ersatzstoffe stehen zu sehr günstigen Bedingungen auf dem Markt zur Verfügung.

Auf den ordnungsgemäß verdichteten, angeschütteten und bindigen Bodenschichten kann dann ebenfalls das Bauwerk über Einzel- und Streifenfundamente gegründet werden.

Zur Bemessung der Fundamente sind folgende mittlere Bodenpressungen in Abhängigkeit der kleineren Fundamentbreite b zulässig:

b [m]	0,5	0,7	1,0
σ_0 [kN/m ²]	250	300	350

Bei Ausnutzung der Bodenpressungen ist je nach Größe und Belastung der Fundamente mit Setzungen von $s = 0,5$ bis $1,5$ cm zu rechnen. Die Setzungen sind nach Rohbauerstellung bis zu 60 % aufgetreten und brauchen in der Hochbaukonstruktion nicht weiter berücksichtigt werden.

Nach Fertigstellung der Architektenpläne wird empfohlen, vor Baubeginn noch eine genaue gründungstechnisch bezogene Untersuchung vorzunehmen sowie die Gründungsarbeiten bautechnisch überwachen und abnehmen zu lassen. Hierzu wird gegebenenfalls um rechtzeitige Benachrichtigung gebeten.

5.0 Analytik und Bewertung

Zur altlastentechnischen Beurteilung des o.g. Grundstückes wurden die Bohrkerns und die entnommenen Bodenproben zunächst organoleptisch angesprochen. Hierbei wurden keine geruchlichen Auffälligkeiten festgestellt.

Dies bedeutet insbesondere, dass keine Hinweise auf das Vorkommen von leichtflüchtigen, aromatischen oder halogenierten Kohlenwasserstoffen gefunden wurden. Eine Untersuchung des Grundstückes hinsichtlich einer Bodenluftbelastung ist daher nicht erforderlich.

In Anbetracht der geplanten neuen Nutzung - Errichtung und Betrieb eines unterkellerten Hotelgebäudes und der damit verbundenen Tiefbauarbeiten - wurden allen unterschiedlich zusammengesetzten Anschüttungsböden Einzelproben entnommen und zur chemischen Analyse in das Labor der TERRACHEM Essen GmbH überstellt. Es wurden folgende Bodenproben analysiert, die auch in die Schichtenverzeichnisse der Anlagen 2 und 3 zur besseren Übersicht eingetragen sind.

Proben-Nr.	Rammkern-bohrung	Tiefe [m]	Bodenart	untersuchte Parameter
1	RKB 13	0,0 - 0,8	Auffüllung, Asche, Gießereisand, Wurzelreste und Mutterboden	pH, Leitfähigkeit, Kohlenwasserstoffe, Phenolindex, PAK und Schwermetalle
2	RKB 7	0,9 - 1,8	Auffüllung, Formsand mit Ziegelschutt	
3	RKB 17	2,4 - 2,6	Auffüllung, Sand, Ziegel und Mörtel	pH, Leitfähigkeit, Kohlenwasserstoffe, Phenolindex und Schwermetalle
4	RKB 8	1,2 - 1,6	Auffüllung, Ziegel und Mörtel	pH, Leitfähigkeit, Kohlenwasserstoffe, Phenolindex und Schwermetalle (Schwermetalle Eluat)
5	RKB 20	0,7 - 0,9	Auffüllung, Schluff, sandig, Ziegelschutt	pH, Leitfähigkeit, Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle
6	RKB 10	0,7 - 0,8	Auffüllung, Industrieabfall mit Kalkrückständen	pH, Leitfähigkeit, Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle

Zur Deklaration des Aushubmaterials nach LAGA wurde aus den überwiegend anstehenden Bodenarten (Anschüttung, Bauschutt, Mörtelreste, Lehm, Tonstein) der Rammkernbohrung 9 (1,0 - 2,0 m), der Rammkernbohrung 10 (0,2 - 0,7 m), der Rammkernbohrung 16 (0,9 - 1,1 m) und der Rammkernbohrung 18 (0,8 - 1,1 m) eine Mischprobe erstellt, die Bodenprobe homogenisiert und die Inhaltsstoffe nach den in den LAGA-Mitteilungen „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen“ (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Technische Regeln vom 6.11.1997) genannten Parametern für Boden in der Originalsubstanz sowie für LAGA Bauschutt im Eluat untersucht.

Alle Proben wurden auf die Parameter pH-Wert und Leitfähigkeit, Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle (inkl. Arsen) untersucht. Darüber hinaus wurden einzelne ausgewählte Proben auch auf die Parameter PAK oder Phenolindex untersucht.

Die o.g. Parameter wurden vor dem Hintergrund der in der Vergangenheit erfolgten Nutzung und des vor Ort angetroffenen Bodenmaterials festgelegt. Alle Analysenbefunde sind in **Anlage 4** beigefügt.

Entsprechend der o.g. LAGA-Mitteilung kann die Auffüllung aufgrund des Anteils von > 10 Vol-% mineralischer Fremdbestandteile entsprechend der Vorschriften für Bauschutt / Recyclingbaustoffe bewertet werden.

Da jedoch vielerorts unabhängig vom Anteil der mineralischen Fremdbestandteile eine Einhaltung der Zuordnungswerte für LAGA Boden gefordert wird, sind in der Tabelle der Textanlage 1 die ermittelten Schadstoffkonzentrationen jeweils den Zuordnungswerten der LAGA Boden (Tabelle II.1.2-2 und II.1.2-3) gegenübergestellt.

Zuordnungswerte für Boden

Textanlage 1

Proben Parameter	Probe 1 RKB 13 0,0 - 0,8	Probe 2 RKB 7 0,9 - 1,8	Probe 5 RKB 20 0,7 - 0,9	Probe 6 RKB 10 0,7 - 0,9	Probe 3 RKB 17 2,4 - 2,6	Probe 4 RKB 8 1,2 - 1,6	Einbauklasse			
							Z0	Z1.1	Z1.2	
Untersuchung im Feststoff										
KW	11	21	<10	<10	109	<10	100	300	500	1000
EOX	-	-	-	-	-	-	1	3	10	15
Σ BTEX	-	-	-	-	-	-	<1	1	3	5
Σ LHKW	-	-	-	-	-	-	<1	1	3	5
Σ PAK (EPA)	4,9	16,28	-	-	-	-	1	5	15	20
Σ PCB	-	-	-	-	-	-	0,02	0,1	0,5	1
Arsen	25,7	16,6	10,1	11	21,6	34,6	20	30	50	150
Blei	544	142	137	115	166	1.460	100	200	300	1000
Cadmium	6,89	2,08	1,23	1,05	5,08	33,8	0,6	1	3	10
Chrom	45	25	24	23	39	23	50	100	200	600
Kupfer	182	74	145	125	244	313	40	100	200	600
Nickel	39	28	21	23	25	22	40	100	200	600
Quecksilber	2,09	0,45	0,58	0,58	0,69	1,57	0,3	1	3	10
Zink	1.530	748	415	263	1.580	12.400	120	300	500	1500
Cyanid	-	-	-	-	-	-	1	10	30	100
Phenolindex	n.n.	n.n.	-	-	n.n.	-	-	-	-	-
Untersuchung des Eluates:										
pH-wert	8,07	8,57	8,98	12,44	9,13	8,79	6,5-9	6,0-12,0	5,5-12	
Leitfähigkeit	96	131	89	7.850	101	148	500	500	1000	1500
Arsen	0,005	0,003	0,001			0,002	0,01	0,01	0,04	0,06
Blei	n.n.	n.n.	n.n.			n.n.	0,02	0,04	0,1	0,2
Cadmium	n.n.	n.n.	n.n.			n.n.	0,002	0,002	0,005	0,01
Chrom	n.n.	n.n.	n.n.			n.n.	0,015	0,03	0,075	0,15
Kupfer	n.n.	n.n.	n.n.			n.n.	0,05	0,05	0,15	0,3
Nickel	n.n.	n.n.	n.n.			n.n.	0,04	0,05	0,15	0,2
Quecksilber	n.n.	n.n.	n.n.			n.n.	0,0002	0,0002	0,001	0,002
Zink	n.n.	n.n.	n.n.			0,01	0,1	0,1	0,3	0,6

5.1 Einzelbewertung der angeschütteten Bodenarten

Mit den Proben aus RKB 13 und RKB 7 wurde die Auffüllung mit der Hauptkomponente Formsand untersucht. In beiden Proben ist sowohl der pH-Wert mit 8,07 bzw. 8,57 und die elektrische Leitfähigkeit mit 96 bzw. 131 $\mu\text{S}/\text{cm}$ als unauffällig zu beurteilen. Der Phenolindex liegt unter der Nachweisgrenze und die Kohlenwasserstoffkonzentration mit 11 bzw. 21 mg/kg nur knapp über der Nachweisgrenze.

Die Konzentrationen der polyzyklisch-aromatischen Kohlenwasserstoffe liegen bei 4,98 bzw. 16,28 mg/kg. Die Betrachtung des Verteilungsmusters der Einzelparameter zeigt, dass die leichter wasserlöslichen Zweikernaromaten, Naphthalin, Acenaphthylen, Acenaphthen und Fluoren, in beiden Proben unter der Nachweisgrenze liegen. Dies lässt den Schluss zu, dass die Kern- und Formsande mit Teeröl gebunden wurden, bzw. dass die im Probenmaterial enthaltenen Bauschuttbestandteile pechhaltige Schutzanstriche aufweisen, die keine wasserlöslichen Substanzen aufweisen. Die o.g. Konzentration 16,28 mg/kg ist entsprechend der o.g. LAGA-Mitteilung der Zuordnungsklasse Z 2 für Boden zuzuordnen. Die in der Probe RKB 13 ermittelte Konzentration von 4,9 mg/kg PAK ist der Einbauklasse Z 1.1 zuzuordnen.

Die Konzentrationen der Schwermetalle erreichen in der Probe aus RKB 13 Werte von 544 mg/kg Blei, 6,89 mg/kg Cadmium und 1.530 mg/kg Zink und liegen daher im Bereich des Zuordnungswertes Z 2.

Die Schwermetallkonzentrationen in der Probe aus RKB 7 liegen durchweg deutlich niedriger. Die gemessenen Konzentrationen sind aufgrund des Gehaltes von 748 mg/kg Zink jedoch auch dem Zuordnungswert Z 2 zuzuordnen.

Die aus RKB 20 entnommene Probe, bestehend aus den Komponenten Schluff und Ziegel, zeigt ebenfalls unauffällige pH-Werte und Leitfähigkeiten. Die Kohlenwasserstoffkonzentration liegt unter der Nachweisgrenze. Die Konzentrationen der Schwer-

metalle ist geringfügig erhöht, so dass dieses Material aufgrund der Schwermetallkonzentrationen dem Zuordnungswert Z 1.2 zuzuordnen ist.

In der Bohrung RKB 10 wurde eine weiße kalkhaltige Substanz gefunden. Die Analyse erbrachte mit 12,44 einen sehr basischen pH-Wert und mit 7.850 $\mu\text{S}/\text{cm}$ eine relativ hohe Leitfähigkeit. Diese Werte sind eindeutig auf die Kalkanteile zurückzuführen.

Die Kohlenwasserstoffkonzentration liegt hier ebenfalls unter der Nachweisgrenze. Aufgrund der gemessenen Konzentrationen bei den Parametern Blei und Kupfer ist diese Probe dem Zuordnungswert Z 1.2 zuzuordnen.

Die Untersuchung der mit den Rammkernbohrungen 17 und 8 erschlossenen Auffüllungen ausschließlich aus Bauschutt erbrachte bezüglich der Parameter pH, Leitfähigkeit, Kohlenwasserstoffe und Phenolindex keine Auffälligkeiten. Es wurden jedoch erhöhte Schwermetallgehalte festgestellt. Hier sind insbesondere in der Probe aus RKB 17 die Konzentrationen an Cadmium (5,08 mg/kg), Kupfer (244 mg/kg) und Zink (1.580 mg/kg) zu nennen. Diese Konzentrationen liegen im Bereich des Zuordnungswertes Z 2.

In der Probe aus RKB 8 wurde mit 1.460 mg/kg Blei, 33,8 mg/kg Cadmium und 12.400 mg/kg Zink der jeweilige Zuordnungswert Z 2 der LAGA deutlich überschritten. Da diese Probe ausschließlich aus Bauschutt besteht und für die Bewertung von Bauschutt / Recyclingbaustoff die Eluatkonzentrationen maßgeblich sind, wurden die hier festgestellten Schwermetallkonzentrationen auf ihre Eluierbarkeit untersucht.

Die Eluatuntersuchung der Schwermetalle zeigt, dass sämtliche Konzentrationen unter der Nachweisgrenze bzw. im Falle der Parameter Arsen und Zink nur knapp über der Nachweisgrenze liegen. Die Textanlage 1 zeigt, dass die Schwermetallkonzentration im Eluat den Zuordnungswert Z 0 einhalten.

Insgesamt sind die oben aufgeführten Proben hinsichtlich der untersuchten Parameter den Zuordnungswerten Z 1.2 bzw. Z 2 zuzuordnen. Damit ist prinzipiell eine Wiederverwertung dieser Materialien möglich. Entsprechend der o.g. LAGA-Mitteilung ist jedoch im Falle einer Wiederverwertung ein Abstand von mindestens 1,0 m zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand einzuhalten. Bei Belastungen bis zum Zuordnungswert Z 1.2 ist ein Erosionsschutz erforderlich. Materialien mit Belastungen im Bereich der Zuordnungswerte Z 2 können sowohl bei Erdbaumaßnahmen als auch im Straßen- und Wegebau unter einer entsprechenden Versiegelung wiederverwertet werden.

Das bedeutet, hinsichtlich der untersuchten Parameter können die Auffüllmaterialien sowohl vor Ort als auch anderweitig wiederverwertet werden.

5.2 Gesamtbewertung der Auffüllung nach LAGA Bauschutt

Da ein großer Teil der Auffüllung Bauschuttbeimengungen von ≥ 10 Vol-% enthält und das hier anstehende Material entsprechend der o.g. LAGA-Mitteilung als „Bauschutt“ zu beurteilen ist, wurden aus den Proben RKB 9 (1,0 - 2,0 m), RKB 10 (0,2 - 0,7 m), RKB 16 (0,9 - 1,1 m) und RKB 18 (0,8 - 1,1 m) eine Mischprobe zusammengestellt. Diese wurde auf die in den Tabellen II.1.4-5 und II.1.4-6 der o.g. LAGA-Mitteilungen genannten Parameter untersucht.

In der Tabelle der Textanlage 2 sind die ermittelten Konzentrationen den jeweiligen Zuordnungswerten Z 0 bis Z 2 der LAGA-Mitteilung (Bauschutt / Recyclingbaustoff) gegenübergestellt.

Die Tabelle zeigt hinsichtlich der Parameter pH, Leitfähigkeit, Chlorid und Sulfat keine Auffälligkeiten. Die Konzentration der Parameter PCB und EOX liegt unter der Nachweisgrenze. Die Schwermetallkonzentrationen im Original sind insbesondere hinsichtlich der Parameter Blei und Zink als erhöht zu bewerten. Die Eluatuntersuchungen ergaben

Proben Parameter		MP 1 *	Einbauklasse			
			Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Untersuchung im Feststoff						
KW	mg/kg	86	100	300	500	1000
EOX	mg/kg	n.n.	1	3	5	10
Σ BTEX	mg/kg	n.n.	-	-	-	-
Σ LHKW	mg/kg	n.n.	-	-	-	-
Σ PAK (EPA)	mg/kg	5,6	1	5 (20)	15 (50)	75 (100)
Σ PCB	mg/kg	n.n.	0,02	0,1	0,5	1
Arsen	mg/kg	19,9	20	-	-	-
Blei	mg/kg	286	100	-	-	-
Cadmium	mg/kg	2,06	0,6	-	-	-
Chrom	mg/kg	46	50	-	-	-
Kupfer	mg/kg	118	40	-	-	-
Nickel	mg/kg	32	40	-	-	-
Quecksilber	mg/kg	0,58	0,3	-	-	-
Zink	mg/kg	553	120	-	-	-
Cyanid	mg/kg	-	1	-	-	-
Untersuchung des Eluates:						
pH-wert		9,61	7 - 12,5			
Leitfähigkeit	µS/cm	112	500	1500	2500	3000
Chlorid	mg/l	< 1,0	10	20	40	150
Sulfat	mg/l	11	50	150	300	600
Cyanid	mg/l	-	-	-	-	-
Arsen	mg/l	0,009	0,01	0,01	0,04	0,005
Blei	mg/l	n.n.	0,02	0,04	0,1	0,1
Cadmium	mg/l	n.n.	0,002	0,002	0,005	0,005
Chrom	mg/l	n.n.	0,015	0,03	0,075	0,1
Kupfer	mg/l	0,01	0,05	0,05	0,15	0,2
Nickel	mg/l	n.n.	0,04	0,05	0,1	0,1
Quecksilber	mg/l	n.n.	0,0002	0,0002	0,001	0,002
Zink	mg/l	n.n.	0,1	0,1	0,3	0,4
Phenolindex	mg/l	n.n.	-	-	-	-

n.n. = nicht nachweisbar

* Mischprobe aus RKB 9 (1,0 - 2,0 m), RKB 10 (0,2 - 0,7), RKB 16 (0,9 - 1,1), RKB 18 (0,8 - 1,1)

jedoch für die Schwermetalle jeweils Konzentrationen unter bzw. (Arsen, Kupfer) im unmittelbaren Bereich der Nachweisgrenze. Damit entspricht diese Probe bezüglich der Schwermetallkonzentration dem Zuordnungswert Z 1.1.

Das bedeutet, die vorliegenden Schwermetalle sind nicht wasserlöslich. Dieser Befund deckt sich mit den Untersuchungsergebnissen des Eluats der Probe aus RKB 8.

Aufgrund der oben bestimmten Schadstoffkonzentrationen und der praktisch nicht gegebenen Eluierbarkeit ist eine Kontamination des gewachsenen Bodens (Schluff / Tonstein) nicht zu befürchten.

Für den Parameter PAK wurden Konzentrationen von 5,6 mg/kg gemessen. Diese Konzentration überschreitet knapp den Zuordnungswert für Z 1.1 (5 mg/kg). Das Verteilungsmuster der PAK zeigt, dass die leichter wasserlöslichen Zweikernaromaten Acenaphthylen, Acenaphthen und Fluoren unter der Nachweisgrenze liegen. Die Konzentration des Parameters Naphthalin liegt mit 0,12 mg/kg ganz knapp über der Nachweisgrenze. Die hier gemessenen Konzentrationen sind daher auf pechstämmige Anstriche bzw. pechstämmige Bindemittel in den Form- und Kernsandern zurückzuführen.

Einher mit dieser geringen PAK-Belastung geht eine ebenfalls geringe Kohlenwasserstoffbelastung von 86 mg/kg.

Aufgrund des PAK-Wertes von 5,60 mg/kg ist die Auffüllung dem Zuordnungswert Z 1.2 für Recyclingbaustoffe / nicht aufbereitetem Bauschutt zuzuordnen.

5.3 *Bewertung hinsichtlich der Schutzgüter Boden, Wasser, Mensch*

Die Einzelanalysenbefunde sowie die Mischprobenanalyse haben gezeigt, dass die Bodenmaterialien keine leichtflüchtigen Bestandteile enthalten, die zu einer Bodenausgasung führen. Die Eluatuntersuchungen zeigen überwiegend Gehalte der anorganischen Substanzen im Bereich der Nachweisgrenze. Die Untersuchung der organischen Parameter ergab, dass die PAK-Gehalte deutlich kleiner 20 mg/kg vorhanden sind. Die Betrachtung der Einzelparameter zeigt, dass die Konzentration der leichter wasserlöslichen Substanzen im Bereich der Nachweisgrenze liegen.

Bei allen Bohrungen wurde bis zur Bohrendteufe kein Wasser, auch kein Stauwasser angetroffen, so dass von einer Grundwassergefährdung der angeschütteten Bodenarten nicht auszugehen ist.

Da die Bodenmaterialien überwiegend anthropogene Beimengungen, wie Bauschutt, Ziegel, Mörtel, Beton, Gießereialsande, enthalten, eignen sie sich selbst nicht zur Anlage von Grünflächen. Nach Errichtung der Hotelgebäude ist somit ohnehin die Andeckung des Geländes mit rekultivierungsfähigem Boden erforderlich. Für Rekultivierungsböden eignen sich Lehmböden, gegebenenfalls mit Zumischung von Bodensubstraten und Mutterböden in einer Mächtigkeit ≥ 30 cm. Somit ist jeglicher Kontakt des Menschen zu den oben analysierten Anschüttungsböden unterbunden. Leicht lösliche Substanzen, die zu Bodenluftbildung führen, treten nicht auf, so dass nach Andeckung des Geländes mit Rekultivierungsböden die Anforderungen der Bundes-Bodenschutzverordnung erfüllt sind.

5.4 Arbeitsschutz

Entsprechend der vorliegenden Analysenbefunde sind bei den anstehenden Ausschachtungsarbeiten keine über das übliche Maß hinausgehende Arbeitsschutzmaßnahmen zu treffen. Im Zuge der Ausschachtungsarbeiten ist das arbeitende Personal lediglich mit Gummistiefeln und Handschuhen auszurüsten. Beim Abtransport der Böden ist eine tägliche Straßenreinigung vorzusehen. Bei warmer, trockener Witterung ist durch Berieseln der Böden eine Staubemission zu unterbinden.

5.5 Altlastentechnische Begleitung

Aufgrund der heterogenen Zusammensetzung der Auffüllung sollten die Auskofferungsarbeiten fachgutachterlich begleitet werden, damit gegebenenfalls kleinflächige vorhandene Belastungsherde rechtzeitig erkannt und separiert werden können. Wie bereits oben erwähnt, können die Aushubböden überwiegend nach LAGA Z 1.2 Boden sowie nach LAGA Bauschutt Z 1.2 deklariert und wieder verwertet werden.

Aufgrund der in den Auffüllmaterialien bestimmten Schadstoffkonzentrationen ist davon auszugehen, dass der gewachsene Boden dem Zuordnungswert Z 0 für Boden entspricht. Daher ist der Boden bei Auskofferungsmaßnahmen zu separieren. Mit einer Deklarationsanalyse aus dem separierten Material ist nachzuweisen, dass der Zuordnungswert Z 0 eingehalten wird.

6.0 Zusammenfassung

Westlich des Kongresszentrums zwischen den Straßen Oststraße und Markplatz soll ein Hotel errichtet werden. Aufgrund der alllastenrelevanten Vornutzung durch einen Gießereibetrieb und der damit möglicherweise einhergehenden Ablagerung von Produktionsabfällen -Gießereialsande, Form- und Kernsande- führte das Ingenieurbüro Kügler im Auftrag der Technischen Betriebe Velbert eine Alllastenerkundung durch. Ziel dieser Untersuchung war neben der Bewertung des hinsichtlich der geplanten Nutzung von dem Grundstück ausgehenden Gefährdungspotentials insbesondere die Beurteilung der im Rahmen der anstehenden Tiefbauarbeiten anfallenden Aushubs bezüglich seiner Verwertbarkeit bzw. seiner Entsorgungsnotwendigkeit. Zu diesem Zweck wurden insgesamt 20 Rammkernbohrungen bis in eine Tiefe von maximal 4,50 m unter GOK niedergebracht.

Die Untersuchung erbrachte, dass ab einer Tiefe von 0,6 m bis maximal 2,6 m gewachsener Boden (Mittel-Grobschluff und stark verwitterter Tonstein) ansteht. Der harte Tonsteinhorizont kommt in sehr unterschiedlichen Tiefen (1,5/4,5 m) vor. Die Auffüllung über dem gewachsenen Boden ist sehr heterogen zusammengesetzt. Die Auffüllung enthält erhebliche Beimengungen an anthropogenen Materialien. Hier sind insbesondere die Komponenten Bauschutt (Ziegel, Mörtel und Beton), Schlacke, Asche sowie Gießereialsande / Form- und Kernsande zu nennen.

Derartige Auffüllung sind aufgrund ihrer geringen und kleinräumig schnell wechselnden Lagerungsdichte nicht ohne weitere Maßnahmen für eine Gründung geeignet.

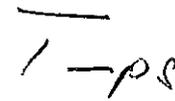
Da das geplante Bauwerk mit einer Unterkellerung ausgeführt werden soll und in einer Tiefe von 2,5/3,5 m unter Gelände, je nach Geländeniveau gegründet wird, wird vorgeschlagen, die Gründung einheitlich auf dem harten Tonstein vorzunehmen und teilweise die Fundamente mit Unterbeton auf den harten Tonstein tieferzuführen. Genaue Gründungsuntersuchungen hinsichtlich des harten Tonsteinhorizontes mit schweren Rammsonden sind noch erforderlich.

Zur Beurteilung der Verwertbarkeit der Aushubböden wurden Bodenproben von allen unterschiedlichen Anschüttungsmaterialien entnommen.

Die durchgeführten Analysen auf die Parameter Schwermetalle, Kohlenwasserstoffe, PAK und Phenol erbrachten Konzentrationen im Bereich der Zuordnungswerte Z 1.2 und Z 2 für Boden der LAGA-Mitteilungen. Aufgrund der anthropogenen Beimengungen (Bauschutt und Formsand) von ≥ 10 Vol-% kann der Gesamtaushub nach LAGA Z 1.2 für Bauschutt bewertet werden.

Aufgrund der heterogenen Zusammensetzung sollten die anstehenden Ausschachtungsarbeiten unter gutachterlicher Begleitung erfolgen, damit eine ordnungsgemäße Separierung der Aushubmaterialien zur Gewährleistung einer gesetzeskonformen Verwertung / Entsorgung gewährleistet ist.


- Kügler -


- Toups -

ANLAGE 4

ANALYSENERGEBNISSE

TERRACHEM Essen GmbH

Im Teelbruch 61 · 45219 Essen · Telefon (02054) 954040 · Fax (02054) 84269

Auftragsnr. : 0701038 Datum : 13.08.2001
Auftraggeber : Ing.-Büro Kügler
Projekt : Techn. Betriebe Velbert - Kongreßhotel
Sachbearbeiter: Herr Toups Fax-Nr: 02054 84269
Probeneingang : 09.07.2001

ANALYSENERGEBNISSE

Probe 1: Asche, Gießereisand, Wurzelreste u.
Mutterboden

		3644
		RKB 13
		0.0-0.8m
Trockenrückstand	[%]	83.0
pH		8.07
Leitfähigkeit	[µS/cm]	96
Kohlenwasserstoffe	[mg/kg]	11
Phenolindex	[mg/kg]	<0.5
PAK [mg/kg]		
Naphthalin	[mg/kg]	<0.10
Acenaphthylen	[mg/kg]	<0.10
Acenaphthen	[mg/kg]	<0.10
Fluoren	[mg/kg]	<0.10
Phenanthren	[mg/kg]	0.81
Anthracen	[mg/kg]	0.10
Fluoranthren	[mg/kg]	0.99
Pyren	[mg/kg]	0.61
Benz(a)anthracen	[mg/kg]	0.46
Chrysen	[mg/kg]	0.57
Benz(b+k)fluoranthren	[mg/kg]	0.49
Benzo(a)pyren	[mg/kg]	0.25
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg]	<0.10
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	[mg/kg]	0.10
Benz(g,h,i)perylen	[mg/kg]	<0.10
Σ PAK (EPA)	[mg/kg]	4.98
Σ PAK (TVO)	[mg/kg]	1.93
Schwermetalle		
Arsen	[mg/kg]	25.7
Blei	[mg/kg]	544
Cadmium	[mg/kg]	6.89
Chrom	[mg/kg]	45
Kupfer	[mg/kg]	182
Nickel	[mg/kg]	39
Quecksilber	[mg/kg]	2.09
Zink	[mg/kg]	1530

TERRACHEM Essen GmbH

Im Teelbruch 61 · 45219 Essen · Telefon (02054) 95 40 40 · Fax (02054) 8 42 69

Auftragsnr. : 0701038 Datum : 13.08.2001
Auftraggeber : Ing.-Büro Kügler
Projekt : Techn. Betriebe Velbert - Kongreßhotel
Sachbearbeiter: Herr Toups Fax-Nr: 02054 84269
Probeneingang : 09.07.2001

ANALYSENERGEBNISSE

Probe 2: Formsand mit Ziegelschutt

		3648
		RKB 4
		0.9-1.8m
Trockenrückstand	[%]	85.7
pH		8.57
Leitfähigkeit	[µS/cm]	131
Kohlenwasserstoffe	[mg/kg]	21
Phenolindex	[mg/kg]	<0.5
PAK [mg/kg]		
Naphthalin	[mg/kg]	<0.10
Acenaphthylen	[mg/kg]	<0.10
Acenaphthen	[mg/kg]	<0.10
Fluoren	[mg/kg]	<0.10
Phenanthren	[mg/kg]	3.46
Anthracen	[mg/kg]	0.39
Fluoranthren	[mg/kg]	4.00
Pyren	[mg/kg]	2.67
Benz(a)anthracen	[mg/kg]	1.18
Chrysen	[mg/kg]	1.64
Benz(b+k)fluoranthren	[mg/kg]	1.53
Benzo(a)pyren	[mg/kg]	0.63
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg]	<0.10
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	[mg/kg]	0.15
Benz(g,h,i)perylene	[mg/kg]	0.13
Σ PAK (EPA)	[mg/kg]	16.28
Σ PAK (TVO)	[mg/kg]	6.44
Schwermetalle		
Arsen	[mg/kg]	16.6
Blei	[mg/kg]	142
Cadmium	[mg/kg]	2.08
Chrom	[mg/kg]	25
Kupfer	[mg/kg]	74
Nickel	[mg/kg]	28
Quecksilber	[mg/kg]	0.45
Zink	[mg/kg]	748

TERRACHEM Essen GmbH

Im Teelbruch 61 · 45219 Essen · Telefon (02054) 954040 · Fax (02054) 84269

Auftragsnr. : 0701038 Datum : 13.08.2001
Auftraggeber : Ing.-Büro Kügler
Projekt : Techn. Betriebe Velbert - Kongreßhotel
Sachbearbeiter: Herr Toups Fax-Nr: 02054 84269
Probeneingang : 09.07.2001

ANALYSENERGEBNISSE

Probe 3: Sand, Ziegel u. Mörtel

		3645
		RKB 17
		2.4-2.6m
Trockenrückstand	[%]	89.7
pH		9.13
Leitfähigkeit	[µS/cm]	101
Kohlenwasserstoffe	[mg/kg]	109
Phenolindex	[mg/kg]	<0.5
Schwermetalle		
Arsen	[mg/kg]	21.6
Blei	[mg/kg]	166
Cadmium	[mg/kg]	5.08
Chrom	[mg/kg]	39
Kupfer	[mg/kg]	244
Nickel	[mg/kg]	25
Quecksilber	[mg/kg]	0.69
Zink	[mg/kg]	1580

15

TERRACHEM Essen GmbH

Im Teelbruch 61 · 45219 Essen · Telefon (02054) 95 40 40 · Fax (02054) 842 69

Auftragsnr. : 0701038

Datum : 13.08.2001

Auftraggeber : Ing.-Büro Kügler

Projekt : Techn. Betriebe Velbert - Kongreßhotel

Sachbearbeiter: Herr Toups

Fax-Nr: 02054 84269

Probeneingang : 09.07.2001

ANALYSENERGEBNISSE

Probe 4: Ziegel u. Mörtel

		3646
		RKB 8
		1.2-1.6m
Trockenrückstand	[%]	82.4
pH		8.79
Leitfähigkeit	[μ S/cm]	148
Kohlenwasserstoffe	[mg/kg]	<10
Schwermetalle		
Arsen	[mg/kg]	34.6
Blei	[mg/kg]	1460
Cadmium	[mg/kg]	33.8
Chrom	[mg/kg]	23
Kupfer	[mg/kg]	313
Nickel	[mg/kg]	22
Quecksilber	[mg/kg]	1.57
Zink	[mg/kg]	12400

TERRACHEM Essen GmbH

Im Teelbruch 61 · 45219 Essen · Telefon (02054) 954040 · Fax (02054) 84269

Auftragsnr. : 0901058 Datum : 26.09.2001
Auftraggeber : Ing.-Büro Kügler
Projekt : Techn. Betriebe Velbert - Kongreßhotel
Sachbearbeiter: Herr Toups Fax-Nr: 02054 84269
Probeneingang : 19.09.2001

ANALYSENERGEBNISSE

Probe 4: Ziegel u. Mörtel

3646
RKB 8
1.2-2.6m

Eluat nach DIN 38414-Teil 4:
Schwermetalle

Arsen	[mg/l]	0.002
Blei	[mg/l]	<0.01
Cadmium	[mg/l]	<0.001
Chrom	[mg/l]	<0.01
Kupfer	[mg/l]	<0.01
Nickel	[mg/l]	<0.01
Quecksilber	[mg/l]	<0.0002
Zink	[mg/l]	0.01

TERRACHEM Essen GmbH

Im Teelbruch 61 · 45219 Essen · Telefon (02054) 954040 · Fax (02054) 84269

Auftragsnr. : 0701038

Datum : 13.08.2001

Auftraggeber : Ing.-Büro Kügler

Projekt : Techn. Betriebe Velbert - Kongreßhotel

Sachbearbeiter: Herr Toups

Fax-Nr: 02054 84269

Probeneingang : 09.07.2001

ANALYSENERGEBNISSE

Probe 5: Schluff u. Ziegelschutt

		3647
		RKB 20
		0.7-0.9m
Trockenrückstand	[%]	89.0
pH		
Leitfähigkeit	[μ S/cm]	8.98
		89
Kohlenwasserstoffe	[mg/kg]	<10
Schwermetalle		
Arsen	[mg/kg]	10.1
Blei	[mg/kg]	137
Cadmium	[mg/kg]	1.23
Chrom	[mg/kg]	24
Kupfer	[mg/kg]	145
Nickel	[mg/kg]	21
Quecksilber	[mg/kg]	0.58
Zink	[mg/kg]	415

TERRACHEM Essen GmbH

Im Teelbruch 61 · 45219 Essen · Telefon (02054) 95 40 40 · Fax (02054) 8 42 69

Auftragsnr. : 0701038 Datum : 13.08.2001
Auftraggeber : Ing.-Büro Kügler
Projekt : Techn. Betriebe Velbert - Kongreßhotel
Sachbearbeiter: Herr Toups Fax-Nr: 02054 84269
Probeneingang : 09.07.2001

ANALYSENERGEBNISSE

Probe 6: Industrieabfall (verkalkt)

		3649
		RKB 10
		0.7-0.8m
Trockenrückstand	[%]	67.6
pH		
Leitfähigkeit	[μ S/cm]	12.44
		7850
Kohlenwasserstoffe	[mg/kg]	<10
Schwermetalle		
Arsen	[mg/kg]	11.0
Blei	[mg/kg]	115
Cadmium	[mg/kg]	1.05
Chrom	[mg/kg]	23
Kupfer	[mg/kg]	125
Nickel	[mg/kg]	23
Quecksilber	[mg/kg]	0.58
Zink	[mg/kg]	263

TERRACHEM Essen GmbH

Im Teelbruch 61 · 45219 Essen · Telefon (02054) 95 40 40 · Fax (02054) 8 42 69

Auftragsnr. : 0701038 Datum : 13.08.2001
 Auftraggeber : Ing.-Büro Kügler
 Projekt : Techn. Betriebe Velbert - Kongreßhotel
 Sachbearbeiter: Herr Toups Fax-Nr: 02054 84269
 Probeneingang : 09.07.2001

ANALYSENERGEBNISSE

A, S, Ziegel, Bauschutt

MP 1: RKB 9: 1.0-2.0m / RKB 10: 0.2-0.7m
 RKB 16: 0.9-1.1m / RKB 18: 0.8-1.1m

		3650
		MP 1
Eluat nach DIN 38414-Teil 4:		
pH		9.61
Leitfähigkeit	[µS/cm]	112
Chlorid	[mg/l]	<1.0
Sulfat	[mg/l]	11
Phenolindex	[mg/l]	<0.01
Schwermetalle		
Arsen	[mg/l]	0.009
Blei	[mg/l]	<0.01
Cadmium	[mg/l]	<0.001
Chrom	[mg/l]	<0.01
Kupfer	[mg/l]	0.01
Nickel	[mg/l]	<0.01
Quecksilber	[mg/l]	<0.0002
Zink	[mg/l]	<0.01
Untersuchung im Feststoff (TR):		
Trockenrückstand	[%]	90.4
EOX	[mg/kg]	<1.0
Kohlenwasserstoffe	[mg/kg]	86
PAK [mg/kg]		
Naphthalin	[mg/kg]	0.12
Acenaphthylen	[mg/kg]	<0.10
Acenaphthen	[mg/kg]	<0.10
Fluoren	[mg/kg]	<0.10
Phenanthren	[mg/kg]	0.94
Anthracen	[mg/kg]	0.12
Fluoranthren	[mg/kg]	1.04
Pyren	[mg/kg]	0.86
Benz(a)anthracen	[mg/kg]	0.49
Chrysen	[mg/kg]	0.65
Benz(b+k)fluoranthren	[mg/kg]	0.55
Benzo(a)pyren	[mg/kg]	0.23
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg]	<0.10
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	[mg/kg]	0.10
Benz(g,h,i)perylen	[mg/kg]	<0.10
Σ PAK (EPA)	[mg/kg]	5.60
Σ PAK (TVO)	[mg/kg]	2.02
PCB		
PCB - 28	[mg/kg]	<0.01
PCB - 52	[mg/kg]	<0.01
PCB - 101	[mg/kg]	<0.01
PCB - 153	[mg/kg]	<0.01

TERRACHEM Essen GmbH

Im Teelbruch 61 · 45219 Essen · Telefon (02054) 9540 40 · Fax (02054) 84269

Auftragsnr. : 0701038 Datum : 13.08.2001
Auftraggeber : Ing.-Büro Kügler
Projekt : Techn. Betriebe Velbert - Kongreßhotel
Sachbearbeiter: Herr Toups Fax-Nr: 02054 84269
Probeneingang : 09.07.2001

ANALYSENERGEBNISSE

A, S, Ziegel, Bauschutt

MP 1: RKB 9: 1.0-2.0m / RKB 10: 0.2-0.7m
RKB 16: 0.9-1.1m / RKB 18: 0.8-1.1m

		3650
		MP 1
PCB - 138	[mg/kg]	<0.01
PCB - 180	[mg/kg]	<0.01
Σ PCB (6Kongenere)	[mg/kg]	<0.06
Schwermetalle		
Arsen	[mg/kg]	19.9
Blei	[mg/kg]	286
Cadmium	[mg/kg]	2.06
Chrom	[mg/kg]	46
Kupfer	[mg/kg]	118
Nickel	[mg/kg]	32
Quecksilber	[mg/kg]	0.58
Zink	[mg/kg]	492