

Untersuchung von belasteten Standorten:



Technische Untersuchung nach Altlastenverordnung "Ehemalige Kehrrechtdeponie Nr. 2", Celerina

Kataster der belasteten Standorte Kanton GR:
Objekt: 3782-23; Parzellen 285 und weitere, 7505 Celerina

Auftraggeber:
Gemeindeverwaltung Celerina

Verteiler:
Gemeindeverwaltung Celerina, Herr M. Rogantini
Amt für Natur und Umwelt Graubünden, Herr H.R. Aebli

Inhaltsverzeichnis

1. AUSGANGSLAGE / ZIELSETZUNG	3
1.1. Ausgangslage	3
1.2. Bisherige Untersuchungen	3
1.3. Zielsetzung	4
1.4. Verwendete Unterlagen	4
2. DURCHGEFÜHRTE ABKLÄRUNGEN	5
2.1. Sondierungen	5
2.2. Beprobung / Analyseprogramm	5
3. UNTERSUCHUNGSRÉSULTATE	7
3.1. Ergänzende Standortbeschreibung	7
3.2. Sensorische Befunde	8
3.3. Analysenergebnisse	9
3.4. Schutzgüter	14
4. GEFÄHRDUNGS ABSCHÄTZUNG	15
4.1. Art und Menge der Schadstoffe	15
4.2. Freisetzungsmöglichkeit	17
4.3. Beurteilung des Standortes gemäss AltIV	17
4.4. Verbleibende Kenntnislücken	19
5. ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG	19
6. WEITERES VORGEHEN	20

Anhang

- Anhang 1: Status nach Altlasten-Verordnung (Beurteilung Gutachter)
- Anhang 2: Plan der Sondierungen, Messstellen, Situation 1:2'000
- Anhang 3: Plan der Belastungen, Situation 1:2'000
- Anhang 4: Querprofile, 1:1'000 / 1:100
- Anhang 5: Plan der Massnahmen, Situation 1:2'000
- Anhang 6: Chemische Analysenberichte Labor Bachema
- Anhang 7: Gastechnische Untersuchung, Bericht Oester Messtechnik
- Anhang 8: Geologische Profile Baggersondierungen
- Anhang 9: Geologische Profile Bohrungen



1. **AUSGANGSLAGE / ZIELSETZUNG**



1.1. **Ausgangslage**

Auftraggeber:	Gemeinde Celerina, Via Maistra 97 7505 Celerina
Untersuchungsobjekt:	Kataster der belasteten Standorte Kt. Graubünden: Nr. 3782-23 Ehemalige Kehrrechtdeponie Nr. 2 (weitere Ortsbezeichnungen: Bain Suot, Hof Manella) (Gemäss Pflichtenheft TU)
Parzellen:	Nr. 285, 764, 308, 757, 762, 754, 841
Untersuchungsobjekt:	Auffüllungen

Im Bereich der Parzelle 285 im Gebiet Pradatsch Suot ist im Kataster der belasteten Standorte des Kantons Graubündens (KbS) mit Nr. 3782-23 das Objekt „ehemalige Kehrrechtdeponie Nr. 2“ eingetragen. Im Auftrag der Gemeinde Celerina wurde per 15.09.2014 eine historische Altlastuntersuchung nach Altlastenverordnung AltIV durchgeführt [1]. Das Amt Natur und Umwelt nahm mit Schreiben vom 22.04.2015 Stellung zur historischen Untersuchung [2]. Weil eine abschliessende Beurteilung des Standortes auf dieser Basis nicht möglich war, wurde eine technische Voruntersuchung vorgeschlagen. Diese wurde ab Herbst 2015 durchgeführt. Im vorliegenden Bericht werden die technischen Altlastuntersuchungen sowie deren Ergebnisse dargestellt und beurteilt.

Der Inhalt und die getroffenen Feststellungen in diesem Bericht basieren auf dem Kenntnisstand der zum Zeitpunkt der Abfassung zur Verfügung stehenden Informationen. Dieser Bericht ist ausschliesslich für den Auftraggeber bestimmt. Eine allfällige Haftung gegenüber Dritten, welche sich auf diesen Bericht berufen, wird abgelehnt.

1.2. **Bisherige Untersuchungen**

Am Standort wurden am 26.04.2012 zwei Baggerschlitze beidseits des Hofes "Manella" erstellt. Unter einer Rekultivierungsschicht von rund 1m Mächtigkeit wurden Kehrrecht und Bauschutt gefunden.

Weitere Untersuchungen betreffend Belastungen liegen nebst der historischen Untersuchung [1] nicht vor.

1.3. Zielsetzung

Zielsetzung der basierend auf der historischen Untersuchung [1] durchgeführten technischen Voruntersuchung war:

- die Ablagerung räumlich (seitlich, vertikal) und betreffend der Zusammensetzung zu untersuchen, damit das Schadstoffpotenzial ermittelt und eine Abschätzung der Kubaturen nach Materialtypen erfolgen kann,
- die Grundlagen schaffen für die Beurteilung, ob der belastete Standort überwachungsbedürftig oder sanierungsbedürftig ist oder ob kein Handlungsbedarf gemäss Altlastenverordnung (AltIV) [3] besteht.

Vorliegender Bericht hat nicht das Ziel, die Entsorgungsfrage von Aushubmaterial, welches bei einem allfälligen Bauvorhaben anfallen könnte, zu untersuchen bzw. eine durch Belastungen bedingte Wertminderung zu quantifizieren.

1.4. Verwendete Unterlagen

1. Sieber Cassina + Handke AG, 15.09.2014, Historische Untersuchung nach Altlastenverordnung und Pflichtenheft technische Untersuchung "Ehemalige Kehrrechtdeponie Nr. 2", Bericht GR705A-1; Gemeinde Celerina.
2. Amt für Natur und Umwelt, 22.04.2015, Stellungnahme zur historischen Untersuchung ehemalige Deponie Bain Suot.
3. Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung, AltIV), Bundesverordnung vom 26.08.1998.
4. Richtlinie für die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial (Aushubrichtlinie), BUWAL Juni 1999.
5. Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo), Bundesverordnung vom 01.07.1998.
6. Pflichtenheft für die technische Untersuchung von belasteten Standorten, BUWAL Januar 2000.
7. Analysenmethoden für Feststoff- und Wasserproben aus belasteten Standorten und Aushubmaterial, BAFU 2010.
8. KVO-Ost: Konferenz der Vorsteher der Umweltämter der Ostschweiz / FL: Faktenblatt AUS 1: Unverschmutzter Aushub, Definition der stofflichen Qualitätsanforderungen; 30.5.2007.
9. Verordnung über Abfälle (TVA), Bundesverordnung vom 10.12.1990.
10. Wegleitung Verwertung von ausgehobenem Boden (Wegleitung Bodenaushub). BAFU 2001.
11. Handbuch Gefährdungsabschätzung und Massnahmen bei schadstoffbelasteten Böden, BUWAL 2005.
12. Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (VVEA), Bundesverordnung vom 01.01.2006.



2. DURCHGEFÜHRTE ABKLÄRUNGEN

2.1. Sondierungen



Anpassungen gegenüber Pflichtenheft TU

Das Sondierkonzept wurde gegenüber dem Pflichtenheft TU [1] angepasst. Die Sondierbohrung PB1 musste aufgrund diverser Werkleitungen verschoben werden. Die Baggersondierungen BS 09 und BS 13 wurden nicht ausgeführt.

Die Ablagerungen auf den angrenzenden südlichen Parzellen wurden entsprechend der Stellungnahme des ANU ebenfalls untersucht. Es wurden zusätzlich 6 Baggersondierungen (BS 18 bis BS 23) und eine Sondierbohrung (SB 9) ausgeführt. Die Sondierungen erfolgten zwischen dem 29.09.2015 und 08.10.2015.

Baggersondierungen

Es wurden total 21 Baggersondierungen gemäss Situation Anhang 2 ausgeführt.

Sondierbohrungen

Es wurden 9 Sondierbohrungen gemäss Situation Anhang 2 mit je einer Tiefe von ca. 5 - 10 m ausgeführt.

Gasbrunnen

Die Untersuchungen sind im Bericht Anhang 7 dargestellt.

2.2. Beprobung / Analyseprogramm

Feststoffproben / Eluattest

Zu Charakterisierung der Belastungen des Auffüllmaterials wurden von ausgewählten Proben aus den Baggersondierungen und Sondierbohrungen Feststoffuntersuche durchgeführt. Folgende Parameter wurden durch das Labor Bachema untersucht: TOC, KW-Index, PAK, Schwermetalle (SM-Fingerprint).

Zusätzlich wurden an ausgewählten Proben durch das Labor Bachema TVA-Eluattests durchgeführt. Diese erlauben die Beurteilung der Überwachungsbedürftigkeit gemäss AltIV. Analysiert wurden die TVA-Eluate [9]:

Test 1:

pH-Wert, Al, As, Ba, Pb, Cd, Cr tot, Co Cu Ni Hg Zn Sn.

Test 2:

Anteile Wasserlösliche, Fluorid, Ammonium, Nitrit, ortho-Phosphat, Cyanid (frei), Sulfid, Sulfit, Chrom-VI, DOC.

Die Beprobungen fanden zwischen dem 29.09.2015 und 08.10.2015 statt. Es wurden Mischproben aus dem Tiefenbereich ab Haufwerk oder Bohrkern entnommen. Je Probe wurde je nach vorhandener Menge rund 10-30kg Material in Probensäcke oder Eimer abgefüllt und luftdicht verschlossen. Die Proben wur-

den kühl gelagert und am 08.10.2015 ins Labor Bachema versendet (Registrierung am 9.10.2015).

Grundwasser

Zur Untersuchung der Immissionen im Grundwasser wurden im Anstrom des Standorts eine Grundwassermessstelle (PB 01) und im Abstrom der belasteten Auffüllung drei Grundwasserpiezometer (PB 02 bis PB 04) erstellt. Das Grundwasser wurde am 04.11.2015 durch das Labor Bachema beprobt.

Zusätzlich wurde eine Grundwasserprobe innerhalb der Deponie aus Piezometer SB 07 entnommen.

Am 09.02.2016 wurde eine Grundwasserprobe aus dem Trinkwasserpumpwerk Champagnatscha Celerina entnommen und gleich wie die übrigen Grundwasserproben analysiert.

Am 07.07.2016 wurden die Grundwassermessstellen PB 01 bis PB 04 sowie SB 27 bei Grundwasserhochstand nochmals durch das Labor Bachema beprobt und chemisch analysiert. Der Grundwasserspiegel lag im Juli 2016 rund 1m höher als im Herbst 2015.

Die Grundwasserproben im Abstrom erlauben eine Beurteilung der Sanierungsbedürftigkeit gemäss AltIV [3].

Aufgrund des grossen Spektrums möglicher Schadstoffe in den Auffüllungen wurden die Wasserproben im Labor Bachema auf folgende umfangreiche Parameterliste untersucht:

Sinnenprüfung, Leitf, pH-Wert
Sauerstoff, Sauerstoffsättigung
Härten, Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium
Chlorid, Nitrat, Sulfat, Fluorid, Ammonium, Nitrit
ortho-Phosphat, Cyanid (frei), Sulfid
Bor (gelöst)
Eisen, Mangan (gelöst)
Sb, As, Pb, Cd, Cr, Cr-VI, Co, Cu, Ni, Hg, Ag, Zn, Sn
DOC, KW-Index, C5-C10-Aliphaten, Phenolindex, AOX
Flüchtige Verbindungen (PUT-Analytik)
Semivolatiles (PAK, Phenole, Nitroverbindungen, Aniline, Chloraniline)

Luft / Deponiegas

Die Gasemissionen wurden am 05.10.2015 durch die Firma Oester Messtechnik untersucht. Es wurden Messungen (FID) betreffend Methan auf der gesamten Deponiefläche durchgeführt. In Bohrungen wurde die Bodenluft nach Methan und Kohlendioxid untersucht. Zusätzlich wurde die Methan- und Kohlendioxidkonzentration im Keller des Wohngebäudes gemessen (Dokumentation im Anhang 7).

Boden

Zur Beurteilung der Belastung des Bodens nach AltIV [3] wurden an vier Teilflächen (Anhang 2) Oberbodenproben (ca. 1 Einstich/Are im Tiefenbereich 0-0.2m) entnommen und je Teilfläche eine Mischprobe hergestellt und durch das Labor Bachema nach VBBo [5] auf Pb, Cd, Cu, Zn und PAK untersucht. Die Proben



wurden am 09.10.2015 ins Labor Bachema versendet (Registrierung am 12.10.2015).



3. **UNTERSUCHUNGSRESULTATE**

3.1. **Ergänzende Standortbeschreibung**

Schichtaufbau

Das ursprünglich gewachsene Terrain, bestehend aus Bachschutt und Ablagerungen des Inn, wurde mit Auffüllmaterial mit einer Mächtigkeit von rund 2.5-4.5 m überschüttet. Die Aufschüttung erfolgte wohl zur besseren Nutzbarmachung der Inn-nahen, vernässten bis teils überschwemmten Flächen.

Boden

Der Boden ist geringmächtig, die Rekultivierung ist sehr flachgründig bis flachgründig. Der gesamte Boden besteht nur aus rund 10-20 cm Oberboden.

Deckschicht (Auffüllungen mit wenig Fremdstoffen)

Unter der Bodenschicht und über den Auffüllungen aus Bauschutt und Kehricht wurde bei den meisten Sondierungen eine rund 1 m mächtige Auffüllung aus Aushubmaterial mit nur wenigen Fremdstoffen angetroffen.

Auffüllungen (Aushubmaterial lokal mit viel Fremdstoffen/Kehricht)

Unter der Deckschicht wurden 1-2 m mächtige Auffüllungen aus Aushubmaterial vermischt mit Bauabfällen oder Kehricht angetroffen.

Gewachsener Untergrund

Unter den Auffüllungen wurde das ursprüngliche gewachsene Terrain angetroffen.

Der gewachsene Untergrund besteht aus einer geringmächtigen Schicht mit massgeblichen organischen Anteilen, welche als ehemalige Bodenbildung in einem Sumpfgebiet zu deuten ist. Die Schicht besteht Torf und silt-sandigen Alluvionen mit organischem Material (Gras, Wurzeln).

Darunter folgen Schwemmlagerungen und Schotter des Inns und Bachschuttablagerungen des Schlattains. Die Schwemmlagerungen bestehen aus siltigem Sand mit Kies und der Schotter aus schwach siltigem Kies mit Sand. Zum Hang hin wurden Bachschuttablagerungen aus siltigem Kies mit Sand angetroffen.

Ausdehnung

Auffüllungen aus Aushubmaterial vermischt mit Fremdstoffen sind auch auf den südlich angrenzenden Parzellen und nördlich des Schlattains vorhanden.

Nördlich des Schlattains ist neben Aushub mit Bauabfällen auch Kehricht vorhanden. Beim Bau der Leitung für das Trinkwasserpumpwerk "Champagnatscha" (auf dem Luftbild Anhang 2) wurden gemäss mündlicher Auskunft der damaligen Bauleitung (Herr M. Tschenett, Büro Caprez) im Leitungsgraben keine Fremdstoffe angetroffen. Somit könnte dieser Leitungsgraben die Grenze der Auffüllungen nach Norden darstellen.



Grundwasser

Betreffend deponieunabhängiger Belastungen ist auf folgende Umstände hinzuweisen. Auf der Altablagerung befindet sich der Bauernhof Manella mit Stallbauten, Güllekasten und Mistplatte. Es ist grundsätzlich nicht auszuschliessen, dass Undichtigkeiten im System zu Belastungen im untief zirkulierenden Grundwasser (insbesondere DOC, Ammonium) führen könnten. Gemäss Auskunft des Bewirtschafter, Herr Lampert, ergab die Dichtigkeitskontrolle des Güllekastens vom Herbst 2015 keine Mängel, hingegen war die Mistplatte schadhaft.

Weiter kann der Abbau des natürlichen organischen Inhalts des ehemaligen Bodens und der lokalen Torfablagerungen zu einer Beeinflussung des Grundwassers (Sauerstoffzehrung, Versauerung etc.) führen.

Der Grundwasserspiegel liegt im Bereich der Auffüllungen bei rund 2.5 m (05.10.2015) bzw. 4 m (23.12.2015) unter dem Terrain. Der Grundwasserspiegel im Gebiet liegt sommers rund 1m höher als im Herbst.

Das Grundwasser fliesst von Südwest nach Nordost. Die mittels Kleinpumpversuch ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte betrugen $k_f = 10^{-3} - 10^{-4} \text{ m/s}$. Die Durchlässigkeit des Untergrundes ist damit relativ gross.

3.2. Sensorische Befunde

In den Baggerschlitzten und Bohrungen wurden mit wenigen Ausnahmen im Deponiematerial Fremdstoffe in unterschiedlichem Ausmass gefunden (Bauschutt, Kehricht). Die Verbreitung der Belastungen ist in Anhang 3 dargestellt.

Boden

Im Boden wurden keine Fremdstoffe, keine Verfärbung und keine geruchlichen Besonderheiten festgestellt.

Deckschicht

In der Deckschicht aus Aushubmaterial wurden nur wenige Fremdstoffe (vorwiegend mineralische Bauabfälle) angetroffen.

Bauabfälle

In fast allen Sondierungen wurden nebst Aushubmaterial Bauabfälle angetroffen. Neben den mineralischen Bauabfällen (Beton, Ziegel,...) waren oft auch Bauholz, Metall und Plastik vorhanden. Der Anteil Fremdstoffe / Bauabfälle im Aushubma-

terial wurde anhand von Schaubildern [8] abgeschätzt. Es handelt sich gemäss Aushubrichtlinie [4] um U- Material (unverschmutzter Aushub), T-Material (tolerierbarer Aushub) und verschmutzten Aushub mit Inertstoffqualität.



Kehrricht, Siedlungsabfall

In den Baggerschlitzten BS06, BS07, BS10, BS12 sowie in den Sondierbohrungen SB05 und SB07 im inneren Bereich beim Hof „Manella“ wurde neben Bauschutt auch Kehrricht angetroffen. Ebenfalls Kehrricht wurde im nördlichen Randbereich des Untersuchungsperimeters in BS17 (nördlich des Schlattains) angetroffen.

In Bohrung SB07, welche innerhalb der Kehrrichtablagerungen angeordnet wurde, konnte ein moderiger Geruch festgestellt werden. Ansonsten wurden keine besonderen geruchlichen Auffälligkeiten festgestellt.

In BS07 wurden schwarze und ockerrote verfärbte Auffüllungen angetroffen. In den übrigen Sondierungen sind keine Verfärbungen aufgefallen.

Gewachsener Untergrund

Für den gewachsenen Untergrund gab es keine sensorische Hinweise auf Belastungen. Die Bodenbildung der ehemaligen Terrainoberfläche wurde in den meisten Sondierungen angetroffen.

3.3. Analysenergebnisse

Die Untersuchungen lieferten folgende Resultate (vgl. Laborprotokolle und Untersuchungsberichte im Anhang 6 und 7):

Eluatuntersuche

Die Resultate der Analyse der TVA-Eluate sind mit dem Konzentrationswert gemäss AltIV [2] in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.



TVA-Eluate		39443 24h-Eluat SB5 07.10.2015	39445 24h-Eluat SB5 07.10.2015	39439 24h-Eluat SB7 07.10.2015	39441 24h-Eluat SB7 07.10.2015	AltIV Konz.- Wert
Material/Schicht		Bauabfälle und Kehrlicht	Bauabfälle und Kehrlicht	Kehrlicht	Kehrlicht	
Entnahmetiefe m ab OKT		1.2-2.7	2.7-3.8	1.7-2.0	2.0-2.7	
Parameter	Einheit	Resultat	Resultat	Resultat	Resultat	
Leitfähigkeit	µS/cm	358	432	345	578	
pH-Wert	pH	8.13	7.5	8.3	8.08	
Trockenrückstand	mg/l	232	278	219	406	
Fluorid	mg/l	0.3	0.2	0.6	0.6	1.5
Ammonium	mg/l	1.31	2.79	0.01	2.06	0.5
Ammonium-N	mg/l	1.02	2.17	<0.01	1.6	
Nitrit	mg/l	0.101	<0.005	<0.005	0.021	0.1
Phosphat (ortho)	mg/l	0.07	<0.01	<0.01	0.03	
Phosphat-P	mg/l	0.024	<0.005	<0.005	0.009	
Cyanid	mg/l	<0.005	0.007	0.012	0.016	0.05
Sulfid	mg/l	<0.01	<0.01	0.02	0.02	
Sulfit	mg/l	<0.1	<0.1	0.5	0.8	
Aluminium	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
Arsen	mg/l	0.028	0.034	0.063	0.018	0.01
Barium	mg/l	0.39	0.16	0.63	0.38	
Blei	mg/l	0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.05
Cadmium	mg/l	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.05
Chrom	mg/l	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	
Chrom-VI	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.02
Kobalt	mg/l	0.011	0.008	0.014	0.013	2
Kupfer	mg/l	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	1.5
Nickel	mg/l	0.013	<0.002	0.027	0.011	0.7
Quecksilber	mg/l	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.001
Zink	mg/l	0.32	0.14	0.13	0.25	5
Zinn	mg/l	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	20
DOC	mg/l	4.6	6.6	11	14	
Gesamtbeurteilung		AltIV Konz.- Wert überschritten	AltIV Konz.- Wert überschritten	AltIV Konz.- Wert überschritten	AltIV Konz.- Wert überschritten	
Gesamtbeurteilung ohne Arsen		AltIV Konz.- Wert überschritten	AltIV Konz.- Wert überschritten	AltIV Konz.- Wert eingehalten	AltIV Konz.- Wert überschritten	

Farblegende:

gelb: erfüllt Konzentrationswert gemäss AltIV [3]

rot: erfüllt Konzentrationswert nicht gemäss AltIV [3]

Die Eluate der Kehrrichtablagerungen zeigen betreffend Ammonium und Arsen deutliche, betreffend Nitrit in einer Probe eine sehr geringe Überschreitung der Konzentrationswerte gemäss AltIV [2]. Die Arsenbelastungen werden nicht anthropogenen Schadstoffquellen zugeschrieben.

Grundwasseruntersuche

Die Resultate (vgl. Laborprotokolle Anhang 6) wurden mit den Konzentrationswerten gemäss AltIV [2] verglichen. Der Standort liegt im Gewässerschutzbereich Au, deshalb gelten für die Standortbeurteilung als Grenzwert die 10%-Werte der Konzentrationswerte der AltIV.

Es wurden Grundwasserproben im Anstrom (PB01) sowie im Abstrom der Ablagerungen (PB02, PB03, PB04, SB27) entnommen. Die Anstromprobe repräsen-

tiert das vom Ablagerungsstandort Manella unbeeinflusste Grundwasser (Hangwasser).

Die Abstromproben zeigen das von den Ablagerungen beeinflusste Grundwasser. Die Beeinflussung des Grundwassers ist bei Grundwasserhochstand deutlich grösser als bei Grundwassertiefstand.

Die Grundwasserprobe aus PB07 - hier wurde das Grundwasser nur im Herbst 2015 untersucht - repräsentiert die Verhältnisse innerhalb des belasteten Standortes. Die Resultate aus PB07 sind nicht direkt für die Beurteilung nach AltIV verwendbar, erlauben aber Rückschlüsse auf mögliche freigesetzte Stoffe und sind vergleichbar mit einem Sickerwasser bzw. Eluat.

Alle Werte im Abstrom der Deponie ausser Ammonium, Arsen und Fluorid liegen unter 10% der Konzentrationswerte gemäss AltIV. Bei Grundwasserhochstand liegt Ammonium bei PB03 und Arsen bei SB 27 knapp über 10% des Konzentrationswerts. Bei Hochstand liegt ebenfalls Fluorid bei PB02, PB03 und PB04 leicht über 10% des Konzentrationswertes. Innerhalb der Deponie (SB07) liegen das Ammonium um Faktor 5 über und Arsen um Faktor 5 unter dem Konzentrationswert.

Im Abstrom liegt - aufgrund der Signatur von konservativen Parametern wie Chlorid - ein Mischwasser vor aus Hangwasser entsprechend PB01 und gewissen Anteilen an Talgrundwasser oder Hangwasser anderer Qualität.

Im Vergleich zwischen dem Anstrom und dem Abstrom zeigt sich

- eine deutlich höhere Mineralisierung (Leitfähigkeit, Härten) im Abstrom, die Mineralisierung ist in PB04 am grössten,
- leicht tiefere pH-Werte im Abstrom,
- eine praktisch vollständige Sauerstoffzehrung im Abstrom,
- Nitrat verringert sich von einer tiefen Vorbelastung auf noch tiefere Werte (Denitrifikation),
- Mangan nimmt von 0 auf 0.1m zu (Manganoxidation),
- Ammonium ist nur im Abstrom PB 03 leicht über 10% des Konzentrationswertes gemäss AltIV (Hinweis auf Nitratreduktion zu Ammonium),
- Eisen ist in Anstrom und Abstrom etwa vergleichbar (nur in PB03 klarer Hinweis auf Eisenreduktion),
- die Redoxsequenz verläuft bis und mit Sulfatreduktion, in Piezometer PB03 ist das Redoxpotenzial am geringsten,
- deponietypische Parameter wie Bor und DOC sind im Abstrom erhöht.
- PAK wurde nur innerhalb der Deponie in SB 07 nachgewiesen.
- Arsen liegt unter reduzierenden Verhältnissen als 3-wertiges Arsenit, unter oxidierenden Bedingungen als 5-wertiges Arsenat vor. Arsenit ist mobil, Arsenat adsorbiert an Festphasen.



- Arsen wurde nur im Abstrom nachgewiesen, ist in SB 27 leicht über 10% der Konzentrationswerte gemäss AltIV.

Die Untersuchung im Grundwasserpumpwerk Champagnatscha vom 09.02.2016 ergab eine einwandfreie Qualität und keine Hinweise auf Stoffe, die vom untersuchten belasteten Standort stammen.



Bodenuntersuche

Die Resultate der Bodenproben sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt und mit den Richt-, Prüf- und Sanierungswerten der VBBo [5] verglichen.

Bodenproben		39729 Fläche 1 Nord 07.10.2015	39730 Fläche 2 Innen 08.10.2015	39731 Fläche 3 Aussen 08.10.2015	39732 Fläche 4 Süd 08.10.2015	VBBo Richtwert	VBBo Prüfwert	VBBo Sanierungs- wert
Parameter	Einheit	Resultat	Resultat	Resultat	Resultat			
angelieferte Probenmenge	kg	1.9	<1.5	2.3	2			
Anteil >2mm	Gew.-%	17	19	15	19			
Blei	mg/kg TS	56	50	44	46	50	200	1000-2000
Cadmium	mg/kg TS	0.4	1.07	1.12	0.63	0.8	2	20-30
Kupfer	mg/kg TS	25	48	32	28	40	150	1000
Zink	mg/kg TS	89	179	131	108	150	300 P	2000
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0.35	0.19	0.1	0.14	0.2	1	10
Summe PAK	mg/kg TS	3.47	1.59	0.87	1.07	1	10	100
Gesamtbeurteilung		Prüfwert erfüllt	Prüfwert erfüllt	Prüfwert erfüllt	Prüfwert erfüllt			

Farblegende:

grün: erfüllt Richtwert gemäss VBBo [5]

gelb: erfüllt Prüfwert gemäss VBBo [5]

rot: erfüllt Sanierungswert gemäss VBBo [4]

In allen Bodenproben liegen einzelne chemische Parameter leicht über den Richtwerten, jedoch weit unter dem Prüfwert nach VBBo [5]

Die Resultate weisen auf einen schwach belasteten Oberboden gemäss Wegleitung Bodenaushub [9] hin.

Feststoffuntersuche

Die Resultate der chemischen Feststoffanalysen sind mit den Grenz- und Richtwerten gemäss AHR [3] und TVA [8] in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.



Feststoffproben		39447 SB7 07.10.2015	39450 BS14 30.09.2015	39448 SB9 07.10.2015	39446 SB7 07.10.2015	39449 BS17 01.10.2015	39438 SB7 07.10.2015	39440 SB7 07.10.2015	Grenzwert TVA U-Material	Richtwert AHR T-Material	Grenzwert TVA Inertstoffe	Grenzwert TVA R-Material
Material/Schicht		gewach- sener Untergr.	Aushub mit Bauabfälle	Aushub mit Bauabfälle	Aushub mit Bauabfälle	Bauabfälle und Kehricht	Kehricht	Kehricht				
Entnahmetiefe m ab OKT		2.8-4.2	0.6-3.0	1.7-3.4	0.1-1.4	1.5-2.5	1.7-2.0	2.0-2.7				
Parameter	Einheit	Resultat	Resultat	Resultat	Resultat	Resultat	Resultat	Resultat				
angelieferte Probenmenge	kg	19.9	15.5	26.6	28.7	16.1	8.9	10.7				
Kohlenstoff org.	% v. TS	1.7	0.92	0.7	0.48	2.89	2.09	6.87			2	
Antimon	mg/kg TS	2	3	3	2	4	<2	5			30	
Arsen	mg/kg TS	22	26	44	18	37	48	73	15	40	30	50
Blei	mg/kg TS	29	26	28	26	111	45	375	50	250	500	2000
Cadmium	mg/kg TS	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1	5	10	10
Chrom	mg/kg TS	27	24	28	15	32	25	26	50	250	500	1000
Kobalt	mg/kg TS	<10	12	11	<10	31	13	14				
Kupfer	mg/kg TS	29	26	23	17	302	40	68	40	250	500	5000
Molybdän	mg/kg TS	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2				
Nickel	mg/kg TS	33	28	27	18	54	27	27	50	250	500	1000
Quecksilber	mg/kg TS	0.2	0.1	<0.1	<0.1	0.4	16.1	20.5	0.5	1	2	5
Thallium	mg/kg TS	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2				
Zink	mg/kg TS	116	88	82	64	424	164	758	150	500	1'000	5000
Zinn	mg/kg TS	15	5	8	8	102	42	107				
Kohlenwasserstoff Index	mg/kg TS	21	19	12	14	57	796	719	50	250	500	5000
Anteil KW > C40	%	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20				
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0.05	0.05	0.78	0.11	0.83	0.14	2.13	0.3	1	3	10
Summe PAK	mg/kg TS	<0.50	<0.50	13.4	1.23	9.72	2.35	24.8	3	15	25	250
Gesamtbeurteilung Chemie		T-Material	T-Material	Reaktor- Material	T-Material	Reaktor- Material	über Grenzwert Reaktor- Material	über Grenzwert Reaktor- Material				
Gesamtbeurteilung Chemie ohne Arsen		U-Material	U-Material	T-Material	U-Material	Reaktor- Material	über Grenzwert Reaktor- Material	über Grenzwert Reaktor- Material				

Farblegende:

grün: U-Material, erfüllt Richtwert für unverschmutztes Aushubmaterial gemäss Aushubrichtlinie AHR [4] und TVA [9].

blau: T-Material, erfüllt Richtwert für tolerierbares Aushubmaterial gemäss Aushubrichtlinie [4]

gelb: Inertstoff, erfüllt Grenzwert für Inertstoffe gemäss TVA [9]

rot: Reaktorstoff / Sonderabfall, über Grenzwert für Inertstoffe gemäss TVA [9]

rosa: über Grenzwert für Reaktorstoff gemäss TVA [9]

Aushub mit Bauabfällen:

- Der Arsengehalt liegt im Bereich von T- und R-Material.
- Die Summe der PAK und die Benzo(a)pyren waren bei SB9 im Bereich von T-Material. Ansonsten liegen diese Parameter im Bereich von U-Material.
- Die übrigen chemischen Parameter erfüllen die Anforderungen für unverschmutzten Aushub.
- Arsen wird als geogen beurteilt.

Aushub mit Kehricht:

- Der Gehalt an organischem Kohlenstoff liegt über dem Grenzwert für Inertstoffe.
- Der Kohlenwasserstoffindex liegt (ausser bei BS17, nördlich vom Schlattain) im Bereich von Reaktorstoffen.
- Die Benzo(a)pyren und Summe der PAK liegen im Bereich von U-Material und Aushub mit Inertstoffqualität.
- Die Blei-, Kupfer-, Nickel-, Zink-Gehalte liegen im Bereich von U-Material und Aushub mit Inertstoffqualität.
- Quecksilber-Gehalt liegt (in SB7) über dem Grenzwert für Reaktorstoffe.

- Der Arsen-Gehalt erfüllt bei zwei Proben den Grenzwert für Reaktorstoffe, bei einer Probe ist der Arsengehalt über dem Grenzwert für Reaktorstoffe.
- Arsen wird als geogen beurteilt.

Gewachsener Untergrund:

- Alle chemischen Parameter, ausser dem Arsengehalt, erfüllen die Richtwerte für unverschmutzten Aushub.
- Der Arsengehalt ist aufgrund der geogenen Hintergrundbelastung erhöht.

Gasuntersuchungen

(vgl. Bericht Fa. Oester Messtechnik Anhang 7)

Oberflächenemissionen:

Auf der Deponieoberfläche konnten keine deponiebedingten Methanemissionen nachgewiesen werden. Der Emissionsmittelwert beträgt 1.10 ppm CH₄. Nur bei den offenen Sondierbohrungen SB05 (107 ppm CH₄) und SB09 (750 ppm CH₄) konnten geringe Methankonzentrationen gemessen werden.

Porenluft / Bodenluft:

Bei zwei Messstellen (SB05 18'000 ppm CH₄ und SB07 96'000 ppm CH₄) wurden Methankonzentrationen grösser als 10'000 ppm (Konzentrationswert AltIV = 10'000 ppm CH₄) gemessen.

Die Kohlendioxidkonzentrationen im Bereich der Ablagerungen waren zwischen 2'000 ppm CO₂ und 131'000 ppm CO₂ (Konzentrationswert AltIV = 5000 ppm). Die Werte lagen damit zumeist über dem Konzentrationswert.

Die Messwerte weisen auf Abbauprozesse in der Deponie hin. Die Deponie befindet sich in einem späten Stadium der Gasproduktion, bei dem Methan oxidiert wird (vgl. Anhang 6, Seite 33).

Exponierte Räume / Raumlufte Keller:

Das Wohnhaus ist mit Ausnahme eines Kellerraumes ebenerdig erstellt. Der Kellerraum hat einen Naturboden. Im Keller wurden 5'000 ppm Kohlendioxid gemessen. Dies entspricht dem Konzentrationswert AltIV. Methan wurde nicht nachgewiesen.

3.4. Schutzgüter

Boden

Auf dem Areal findet eine landwirtschaftliche Nutzung statt (Weide, Wiese). Es handelt sich um einen flachgründig bis sehr flachgründig rekultivierten, anthropogenen Boden. Das Schutzgut Boden ist relevant.

Luft

Die Auffüllung ist bebaut (Wohnhaus, Ställe). Das Schutzgut Luft ist deshalb relevant.





Grundwasser

Der Standort liegt im Gewässerschutzbereich Au (Gebiete mit Grundwasservorkommen) sowie im Anstrom des Trinkwasserpumpwerkes "Champagnatscha" der Gemeinde Celerina. Das Grundwasser fließt mit einem geringen Gefälle von Südwesten nach Nordosten. Der Grundwasserspiegel liegt nur wenige Meter unter der Oberfläche. Das Schutzgut Grundwasser ist relevant.

Oberflächengewässer

Grundwasser und Hangwasser können in den Inn exfiltrieren. Das Schutzgut ist relevant.

Landschaft

Nicht relevant.

4. GEFÄHRDUNGS ABSCHÄTZUNG

Für die Beurteilung der Gefährdung der Schutzgüter massgebend sind die Kriterien:

- Art, Konzentrationen, Verbreitung und Gesamtmenge an Schadstoffen,
- Mobilität, Freisetzungsmöglichkeit,
- Rückhalte- und Abbauvermögen der ungesättigten und gesättigten Zone.

4.1. Art und Menge der Schadstoffe

Organischer Kohlenstoff

Der Gehalt an organischem Kohlenstoff lag im Bereich der Kehrrichtablagerungen über dem Grenzwert für Aushub mit Inertstoffqualität und im Bereich der Bauschuttablagerungen unter dem Grenzwert für Aushub mit Inertstoffqualität.

Kohlenwasserstoffe gesamt KW-Index

In den Proben von den Kehrrichtablagerungen wurden KW im Bereich von tolerierbarem Aushubmaterial und Reaktorstoff vorgefunden. Die übrigen Proben sind im Bereich von unverschmutztem Aushubmaterial.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK

Die Belastungen lagen insgesamt unter dem Grenzwert für Inertstoffe.

Schwermetalle

Die Schwermetalle im Bereich der Bauschuttablagerungen lagen unterhalb des Grenzwertes für unverschmutztes Aushubmaterial. Im Bereich der Kehrrichtabla-

gerungen lagen einzelne Werte (Blei, Quecksilber, Zink, Kupfer und Nickel) über dem U-Wert. Alle ausser Quecksilber lagen unter dem Grenzwert Inertstoffe. Quecksilber lag über dem Grenzwert für Reaktorstoffe.

Mit Arsen muss im Oberengadin generell gerechnet werden. Auch im mineralischen Deponieinhalt kommt geogenes Arsen vor. Bei den im Kehrlicht-Bereich der Ablagerung herrschenden Redoxverhältnissen (reduzierendes Verhältnisse) zeigt das Arsen in 3-wertiger Form jedoch eine grössere Mobilität.

Fremdstoffe

In den Sondierungen wurden nebst Aushubmaterial auch Bauabfälle und Kehrlicht gefunden. Die Bauabfälle setzten sich vor allem aus mineralischen Bauabfällen (Beton, Ziegel,...), Bauholz, Plastik, Metall zusammen.

Die Belastungen der Auffüllung sind in Anhang 3 (Plan der Belastungen) und in Querprofilen durch die Auffüllung in Anhang 4 dargestellt. Die unterschiedlich belasteten Auffüllungen konnten nur ungefähr anhand der durchgeführten Untersuchungen abgegrenzt werden.

Die Auffüllung umfasst eine Fläche von rund 3 ha mit einer mittleren Mächtigkeit von rund 3 m. Die Auffüllung umfasst damit rund 90'000 m³ bzw. 160'000 t. Der Fremdstoffanteil im Aushubmaterial ist mit 1-50% sehr variabel.

In der folgenden Tabelle sind die abgeschätzten Kubaturen und Fremdstoffe aufgelistet. Es sind somit rund 3'000-10'000 t Bauabfälle, vermischt mit 100'000-140'000 t Aushubmaterial, und 5'000-15'000 t Kehrlicht, vermischt mit 10'000 t Aushubmaterial, am Standort vorhanden.

Auffüllungen	Kubatur [m ³]	Fremdstoffe [t]
Auffüllung Total	90'000	
Deckschicht (Aushubmaterial mit Bauabfällen) (ca. 1 m mächtig)	30'000	1'000
davon T-Material	15'000	800
davon U-Material	15'000	300
Kehrlicht, Siedlungsabfälle (ca. 1-2 m mächtig)	6'000-12'000	5'000-15'000
Aushubmaterial mit Bauabfällen (ca. 1-2 m mächtig)	25'000-50'000	2'000-10'000
davon mit Inertstoffqualität	10'000-20'000	1'000-7'000
davon T-Material	15'000-30'000	1'000-3'000
davon U-Material	1'000-2'000	20-100

Gas

Die Methanemissionen an der Oberfläche sind weit unter dem Konzentrationswert.



In der Porenluft Bereich Piezometer SB07 und SB05 wurden Kohlendioxid- und Methankonzentrationen über dem Konzentrationswert AltIV nachgewiesen. An weiteren Stellen lag Methan über dem Konzentrationswert AltIV.
Der Kohlendioxidgehalt im Keller entspricht dem Konzentrationswert.



4.2. Freisetzungsmöglichkeit

Schadstoff-Freisetzen in die Umgebung können über den Wasserpfad in das Grundwasser oder in Oberflächengewässer, über den Gaspfad in die Umgebungsluft oder in Raumluft und aus dem Boden über Verwehungen oder durch Aufnahme durch Pflanzen, Tiere oder Menschen erfolgen.

Schadstoffe im Wasser, wie sie im Zentrum der Kehrrechtdeponie mittels Eluattest und Grundwasseruntersuchung in PB07 ermittelt wurden, können wegen des durchlässigen und mutmasslich nur gering sorptionsfähigen geologischen Untergrundes mit dem Grundwasserstrom vom belasteten Standort abgeführt werden. Aufgrund von Abbau, Sorption und Verdünnung sind die relevanten freigesetzten Stoffe jedoch bereits am unteren Rand des belasteten Standortes nur in geringer Konzentration vorhanden. Die deutliche Belastung im Grundwasser ist somit lokal.

Eine Beeinträchtigung des Inn durch exfiltrierendes Grundwasser kann ausgeschlossen werden.

Gasemissionen über die Deponieoberfläche sind praktisch nicht vorhanden. In der Bodenluft und im Keller des Wohnhauses wurden erhöhte Kohlendioxidkonzentrationen gemessen. Hier ist unsicher, wie weit geogene Anteile vorhanden sind.

Methan wurde nur lokal in der Bodenluft der Sondierbohrungen festgestellt. Bei Grab- und Aushubarbeiten in der Deponie können somit erhöhte Gaskonzentrationen auftreten.

Aufgrund der nur schwachen Belastungen im Oberboden ist keine relevante Freisetzung zu erwarten.

4.3. Beurteilung des Standortes gemäss AltIV

Aufgrund der vorliegenden technischen Voruntersuchung kann der Sachverhalt hinsichtlich der Altlastenverordnung [2] wie folgt beurteilt werden:

Boden

Einzelne chemische Parameter der Bodenproben sind leicht über dem Richtwert gemäss VBBo. Alle Werte liegen unter dem Prüfwert und unter dem Sanierungswert nach AltIV. Entsprechend ist von keiner Gefährdung von Mensch/Tier

oder Pflanzen auszugehen. Es sind keine weiteren Massnahmen erforderlich, betreffend das Schutzgut Boden besteht kein Sanierungsbedarf.

Luft

Für Bereiche an der Erdoberfläche bzw. in ebenerdigen Räumen des Wohnhauses wurden keine Gasimmissionen festgestellt.

Die Konzentrationswerte in der Porenluft wurden lokal überschritten.

Im einzigen Kellerraum (mit Naturboden) wurde CO₂ im Bereich des Konzentrationswertes AltIV gefunden, jedoch keine Spuren von Methan.

Ob der Kellerraum als Raum gelten kann, wo sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten können, unterliegt einem gewissen Ermessensspielraum.

In der Beurteilung der Firma Oester Messtechnik begründen die Resultate der Gasuntersuche keinen Sanierungsbedarf nach AltIV.

Hingegen werden gewisse Massnahmen vorgeschlagen, für den möglicherweise exponierten Raum (nur CO₂) wird der Einbau einer Lüftung vorgeschlagen.

Grundwasser

Im Grundwasserabstrombereich unmittelbar beim belasteten Standort sind einzelne chemischen Parameter (Ammonium, Arsen, Fluorid) bei Grundwasserhochstand über 10 Prozent der Konzentrationswerte gemäss AltIV. Daher ist der belastete Standort hinsichtlich des Schutzes des Grundwassers überwachungsbedürftig.

In den Eluatn der untersuchten Proben der Kehrrichtauffüllungen sind einzelne chemische Parameter (Ammonium, Nitrit und Arsen) über den Konzentrationswerten gemäss AltIV. Daher ist der belastete Standort hinsichtlich des Schutzes des Grundwassers überwachungsbedürftig.

Im Grundwasser des Trinkwasserpumpwerkes Champagnatscha fehlen Hinweise auf Stoffe, welche auf den untersuchten Standort zurückzuführen sind.

Oberflächengewässer

In den Eluatn der Proben aus den Kehrrichtauffüllungen sind einzelne chemische Parameter (Ammonium, Nitrit und Arsen) über den Konzentrationswerten gemäss AltIV. Daher ist der belastete Standort hinsichtlich des Schutzes Oberflächengewässer überwachungsbedürftig. Eine Beeinträchtigung von Vorflutern kann ausgeschlossen werden, es besteht kein Sanierungsbedarf.

Gesamtbeurteilung

Die Beurteilung basiert auf zweimaliger Beprobung des Grundwassers bei Tief- bzw. Hochstand.

Der Standort ist mit umweltgefährdenden Stoffen belastet. Hinsichtlich der Schutzgüter Grundwasser und Oberflächengewässer ist der Standort überwachungsbedürftig.

Betreffend Gas besteht ein Ermessensspielraum. Gemäss Firma Öster Messtechnik besteht kein Sanierungsbedarf nach AltIV.

Der Standort ist im Kataster der belasteten Standorte beizubehalten.



Die Überwachungsbedürftigkeit ergibt sich für das Gebiet mit Kehricht Teilfläche A.



4.4. Verbleibende Kenntnislücken

- Die genauen Abgrenzungen der jeweiligen Material-Zonen der Auffüllungen sind nicht bekannt. Diese könnten erst mittels weiterer Untersuchungen bei einer allfälligen Sanierung durch Ausgraben der Deponie festgestellt werden. Für die Beurteilung nach Altlastenverordnung braucht es diesbezüglich keine weiteren Untersuchungen.
- Die räumliche Ausdehnung der Auffüllungen nach Norden ist nicht vollständig bekannt. Es kann davon ausgegangen werden, dass es sich nicht um Auffüllungen mit Kehricht handelt. Die Grenzen der Belastungen (Auffüllungen mit Nicht-U-Material) sind insgesamt nicht genau bekannt. Eine Verfeinerung ist vorderhand aber nicht nötig.

5. ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG

Die durchgeführten Sondierungen und Untersuchungen erlauben eine Aussage über Verbreitung und Ausmass der Belastungen in den Auffüllungen. Die Belastungen stammen hauptsächlich vom Kehricht und den Bauabfällen. Die Verbreitung der Belastungen ist in Anhang 3 und Anhang 4 dargestellt.

Betreffend notwendiger Massnahmen wird der Standort in zwei Teilflächen aufgeteilt. Die Teilfläche A umfasst Bereiche mit Kehrichtablagerungen, die Teilfläche B umfasst die Ablagerungen mit Aushub mit Bauabfällen (vgl. Anhang 5).

Es ergeben sich folgende Schlussfolgerungen und Massnahmen:

- Die Kehrichtablagerungen Teilfläche A sind bezüglich der Schutzgüter Grundwasser und Oberflächengewässer überwachungsbedürftig. Diese Flächen liegen auf der Parzelle 285.
- Für die Aushubablagerungen mit unterschiedlichem Anteil an Bauschutt bzw. Fremdstoffen auf der Teilfläche B besteht kein Handlungsbedarf.
- Betreffend Boden ergibt sich kein Handlungsbedarf.
- Betreffend Gas besteht ein gewisser Ermessensspielraum in der Beurteilung. Nach Auffassung der Gutachter ergibt sich kein Handlungsbedarf nach Altlastenverordnung.
- Der gesamte Standort ist mit umweltgefährdenden Stoffen (Abfällen) belastet und daher im Kataster der belasteten Standorte beizubehalten.
- Bei Bau- und Aushubarbeiten auf dem gesamten untersuchten Areal ist von Mehraufwand für besondere Massnahmen und Materialentsorgung zu rechnen.



6. WEITERES VORGEHEN

Die Ergebnisse der technischen Untersuchung (vorliegender Bericht) sollten der kantonalen Fachstelle zur Stellungnahme eingereicht werden. Standortbeurteilung und Handlungsbedarf nach Altlastenverordnung erfolgen durch die kantonalen Behörden.

Für die Gewässerüberwachung ist - nach entsprechender Standortbeurteilung durch die kantonale Fachstelle - ein Überwachungskonzept auszuarbeiten. Folgemessungen sollten unter unterschiedlichen hydrologischen Verhältnissen erfolgen.

Für den Keller des Wohngebäudes empfiehlt sich die Installation einer Raumlüftung.

Durch Überbauung oder Umnutzung des Standortes darf eine allfällige künftige Sanierung nicht verunmöglicht werden (Art. 3 AltIV). Ein Bauvorhaben auf dem Standort wäre altlastrechtlich durch die kantonale Fachstelle zu bewilligen.

Es muss sichergestellt werden, dass im Falle von Aushubarbeiten

- eine korrekte Entsorgung bzw. Verwertung von Aushubmaterial gemäss Aushubrichtlinie oder TVA (neu VVEA [12]) durchgeführt wird.
- die mögliche Deponiegasvorkommen berücksichtigt werden und entsprechende Massnahmen getroffen werden.

Eine Entlassung aus dem Kataster der belasteten Standorte wäre erst möglich, wenn die Belastungen vom Standort entfernt würden.

Sachbearbeitung:

Nina Zoller, MSc Erdwissenschaften ETH

Peter Berchtold, dipl. Geologe / NDS Siedlungswasserbau EAWAG

7000 Chur, den 31.08.2016

SC+H Sieber Cassina + Handke AG

Peter Berchtold

Andreas Handke

Anhang 1: Status gemäss AltIV (Beurteilung des Gutachters)

Status nach Altlasten-Verordnung				
Parzelle	Kantonale Nummer KbS	Teilfläche	Bezeichnung	Status nach Altlasten-Verordnung
285	3782-23	A	Auffüllung mit Kehricht	Belasteter Standort Überwachungsbedürftig aufgrund Gewässerschutz
225, 285, 308, 754, 757, 762, 764, 841	3782-23	B	Auffüllung mit Bauabfällen	Belasteter Standort Ohne Handlungsbedarf

ANHANG 2

Ehem. Kehrrechtdeponie Nr. 2
(Altablagerung Hof Manella)
Gemeinde Celerina:

Technische Untersuchung

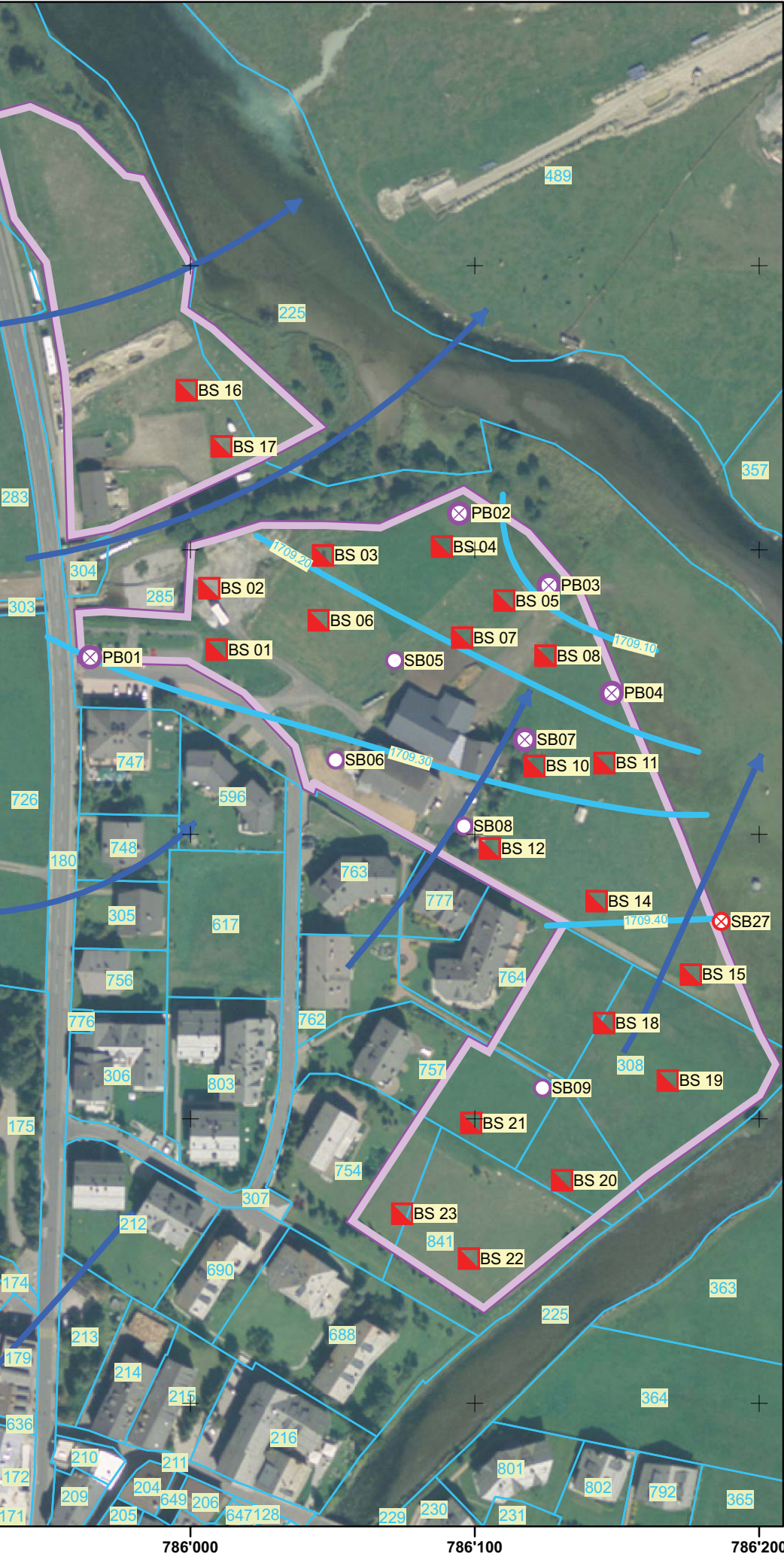
Plan der
Sondierungen,
Messstellen

1 : 2'000

LEGENDE

Sondierungen TU

- Baggersondierungen TU
- Bohrungen mit Piezometer TU
- Bohrungen TU
- Piezometer bestehend
- Grundwasser-Isohypsen 23.12.2015
- GW Strömungsrichtung (Modell ANU)
- Bodenproben
- Untersuchungsperimeter
- Parzellen



ANHANG 3

Ehem. Kehrrechtdeponie Nr. 2
(Altablagerung Hof Manella)
Gemeinde Celerina:

Technische Untersuchung

Plan der
Belastungen
Situation

1 : 2'000

LEGENDE

Belastungen

- Aushub mit Bauabfällen (U-Material)
- Aushub mit Bauabfällen (T-Material)
- Aushub mit Bauabf. (Inertstoff-Qualität)
- Aushub mit Kehrrecht und Bauabfällen

Sondierungen TU

- Baggersondierungen TU
- Bohrungen mit Piezometer TU
- Bohrungen TU
- Piezometer bestehend
- Grundwasser-Isophypsen 23.12.2015
- GW Strömungsrichtung (Modell ANU)
- Profilsuren
- Parzellen
- Untersuchungsperimeter



ANHANG 4

Ehem. Kehrrechtdeponie Nr. 2
(Altablagerung Hof Manella)
Gemeinde Celerina:

Technische Untersuchung

Querprofile

1 : 1'000 / 1: 100

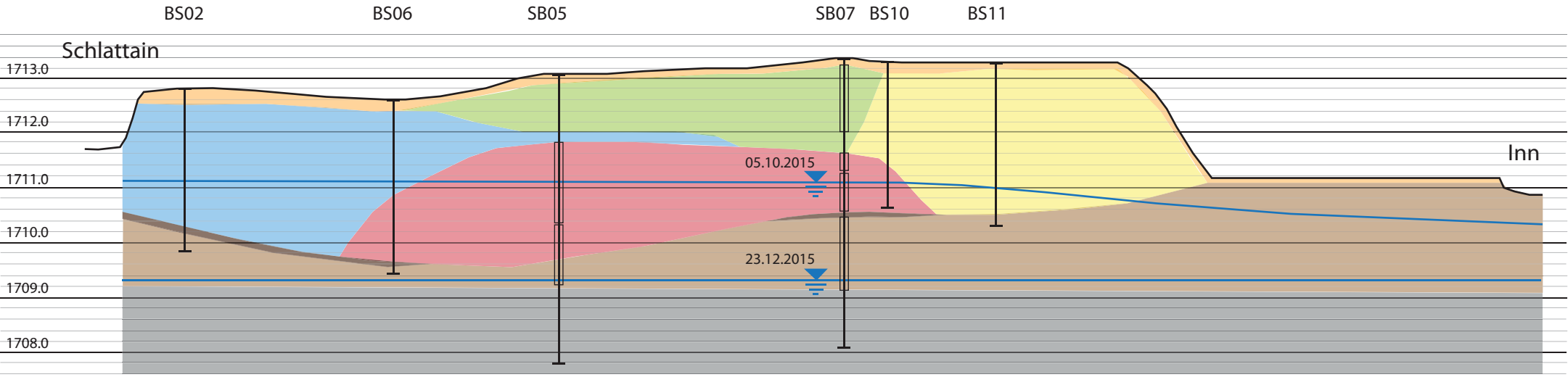
LEGENDE

- I Sondierungen
- Proben (Feststoffe, Eluate)
- O Oberboden
- Aushub mit Bauabfällen (U-Material)
- Aushub mit Bauabfällen (T-Material)
- Aushub mit Bauabfällen (Inertstoffe)
- Aushub mit Kehrrecht und Bauabfällen
- Torf, ehem. Boden
- Schwemmablagerungen (siltiger Sand)
- Schotter (Kies mit Sand)
- Grundwasserspiegel am
05.10.2015 und 23.12.2015

Querprofil A

Nordwest

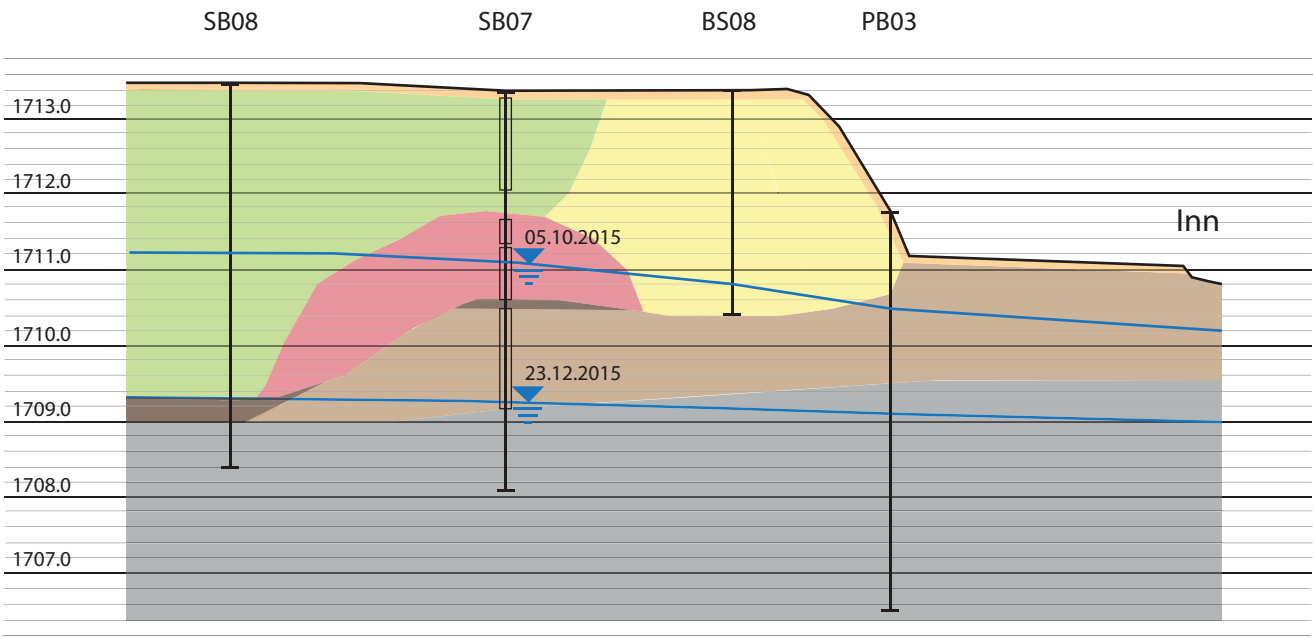
Südost



Querprofil B

Südwest

Nordost





ANHANG 5

Ehem. Kehrrechtdeponie Nr. 2
(Altablagerung Hof Manella)
Gemeinde Celerina:

Technische Untersuchung

Plan der
Massnahmen

Situation

1 : 2'000

LEGENDE

Massnahmen

- Teilfläche A: Überwachungsbedürftig
- Teilfläche B: Kataster Eintrag
- GW Strömungsrichtung
- Parzellen
- Untersuchungsperimeter

Sieber Cassina + Handke AG
Ingenieure Geologen Planer
CH-7000 Chur



Schlieren, 13. Januar 2016
EA

Gemeindeverwaltung Celerina /
Schlarigna
Via Maistra 97
7505 Celerina/Schlarigna

Untersuchungsbericht

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrdeponie Nr. 2, Celerina GR

Auftrags-Nr. Bachema	201508637
Proben-Nr. Bachema	39438-39450, 39729-39732, 41925-41929
Tag der Probenahme	30. September 2015 - 04. November 2015
Eingang Bachema	09. Oktober 2015 - 04. November 2015
Probenahmeort	Celerina/Schlarigna
Entnommen durch	G. Schacht, Bachema AG P. Berchtold, Sieber Cassina + Handke AG N. Zoller, Sieber Cassina + Handke AG
Auftraggeber	Gemeindeverwaltung Celerina / Schlarigna, Via Maistra 97, 7505 Celerina/Schlarigna
Rechnungsadresse	Gemeindeverwaltung Celerina / Schlarigna, Via Maistra 97, 7505 Celerina/Schlarigna
Rechnung zur Visierung	Sieber Cassina + Handke AG, Ingenieure Geologen Planer, Ringstrasse 203, 7000 Chur
Bericht an	Sieber Cassina + Handke AG, Ingenieure Geologen Planer, N. Zoller, Ringstrasse 203, 7000 Chur
Bericht per e-mail an	Sieber Cassina + Handke AG, Ingenieure Geologen Planer, N. Zoller, zoller@sch-chur.ch

Freundliche Grüsse
BACHEMA AG



Felix Bühler
Dr. sc. nat. / Dipl. chem. ETH

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Schlarigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Probenübersicht

Bachema-Nr.	Probenbezeichnung	Probenahme / Eingang Labor
39438	F SB7, 1.70-2.00 m	07.10.15 / 09.10.15
39440	F SB7, 2.00-2.70 m	07.10.15 / 09.10.15
39442	F SB5, 1.20-2.70 m (Rückstellprobe)	07.10.15 / 09.10.15
39444	F SB5, 2.70-3.80 m (Rückstellprobe)	07.10.15 / 09.10.15
39446	F SB7, 0.10-1.40 m	07.10.15 / 09.10.15
39447	F SB7, 2.80-4.20 m	07.10.15 / 09.10.15
39448	F SB9, 1.70-3.40 m	07.10.15 / 09.10.15
39449	F BS17, 1.50-2.50 m	01.10.15 / 09.10.15
39450	F BS14, 0.60-3.00 m	30.09.15 / 09.10.15
39729	F Fläche 1, 0.00-0.20 m	07.10.15 / 12.10.15
39730	F Fläche 2, 0.00-0.20 m	08.10.15 / 12.10.15
39731	F Fläche 3, 0.00-0.20 m	08.10.15 / 12.10.15
39732	F Fläche 4, 0.00-0.20 m	08.10.15 / 12.10.15
39439	W 24h-Eluat aus SB7, 1.70-2.00 m	07.10.15 / 09.10.15
39441	W 24h-Eluat aus SB7, 2.00-2.70 m	07.10.15 / 09.10.15
39443	W 24h-Eluat aus SB5, 1.20-2.70 m	07.10.15 / 09.10.15
39445	W 24h-Eluat aus SB5, 2.70-3.80 m	07.10.15 / 09.10.15
41925	W PB01	04.11.15 / 04.11.15
41926	W PB02	04.11.15 / 04.11.15
41927	W PB03	04.11.15 / 04.11.15
41928	W PB04	04.11.15 / 04.11.15
41929	W SB07	04.11.15 / 04.11.15

Bachema AG
Rutstrasse 22
Postfach
CH-6952 Schlieren
Telefon
+41 44 738 39 00
Fax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch
Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für
die Prüfung von
Umwasserproben
(Wasser,
Böden, Abfälle)
Akreditiert nach
ISO 17025/513
Nr.004

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Scharigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Legende zu den Referenzwerten

AHR/TVA Richtwert U	Richtwert für unverschmutztes Aushubmaterial nach der Richtlinie für Verwertung, Behandlung und Ablagerung von mineralischem Aushub-, Abraum- und Abbruchmaterial (Aushubrichtlinie AHR Stand 1999) und der technischen Verordnung über Abfälle (TVA). *Chrom-VI im Beton für Betonrecycling gemäss "Faktenblatt BAU 6: Beurteilung von schadstoffbelasteten mineralischen Bauabfällen (Beton, Asphalt)", KVV Ost.
AlIV	Konzentrationswert für Eluate aus Altlasten, Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten, Altlastenverordnung (AltIV).
Konz.-Wert	Indikatorwert für anthropogen nicht beeinflusstes Grundwasser nach der Wegleitung für Grundwasserschutz (BUWAL, heute BAFU). Werte nach dem Plus- Zeichen (+) bedeuten höchstens den Zahlenwert höher als der naturnahe Zustand.
GW	Inertstoff-Grenzvalue nach der technischen Verordnung über Abfälle (TVA).
BAFU	Inertstoff-Grenzvalue für Eluate nach der technischen Verordnung über Abfälle (TVA).
TVA Inert.	Reststoff-Grenzvalue für Eluate nach der technischen Verordnung über Abfälle (TVA).
TVA-E. Inert.	Prüfwerte für Schadstoffe im Boden nach Verordnung über Belastung des Bodens. P = Praktischer Vollzug nach der Wegleitung Verwertung von ausgehobenem Boden (Wegleitung Bodenaushub).
TVA-E. Rest.	Richtwerte für Schadstoffe im Boden nach Verordnung über Belastung des Bodens. P = Praktischer Vollzug nach der Wegleitung Verwertung von ausgehobenem Boden (Wegleitung Bodenaushub).
VBBö	Richtwert
Prüfwert	
VBBö	Richtwert

Abkürzungen

W	Wasserprobe
F	Feststoffprobe
TS	Trockensubstanz
<	Bei den Messresultaten ist der Wert nach dem Zeichen < (kleiner als) die Bestimmungsgrenze der entsprechenden Methode.
*	Die mit * bezeichneten Analysen fallen nicht in den akkreditierten Bereich der Bachema AG oder sind Fremdmessungen.

Akkreditierung

	Ausgangsweise Vervielfältigung der Analysenergebnisse 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).
---	--

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Scharigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Probenbezeichnung

Proben-Nr. Bachema	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3	Fläche 4	VBBö Richtwert	VBBö Prüfwert
Tag der Probenahme	39729	39730	39731	39732		
Entnahmehöhe [m]	07.10.15	08.10.15	08.10.15	08.10.15		
	0.00-0.20	0.00-0.20	0.00-0.20	0.00-0.20		

Probenparameter

Angelierte Probenmenge	kg	1.9	<1.5	2.3	2.0	
Aussortierte Anteile	Gew.-% TS	17	19	15	19	

Elemente und Schwermetalle

Blei (gesamt n. VBBö)	56	50	44	46	50	200
ICP-OES						
Cadmium (gesamt n. VBBö)	0.40	1.07	1.12	0.63	0.8	2
ICP-MS						
Kupfer (gesamt n. VBBö)	25	48	32	28	40	150
ICP-OES						
Zink (gesamt n. VBBö)	89	179	131	108	150	300 P
ICP-OES						

PAK

Benzo(a)pyren	0.35	0.19	0.10	0.14	0.2	1
Summe PAK	3.47	1.59	0.87	1.07	1	10

Probenbezeichnung

Proben-Nr. Bachema	BS14	BS17	SB7	SB7	AHR/TVA Richtwert U	TVA Inert.
Tag der Probenahme	39450	39449	39446	39438		
Entnahmehöhe [m]	30.09.15	01.10.15	07.10.15	07.10.15		
	0.60-3.00	1.50-2.50	0.10-1.40	1.70-2.00		

Probenparameter

Angelierte Probenmenge	kg	15.5	16.1	28.7	8.9	
Allgemeine und anorganische Parameter	% v. TS C	0.92	2.89	0.48	2.09	
Kohlenstoff org. (TOC)						2

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

Antimon	3	4	2	2	<2	30
Arsen	26	37	18	48	15	30
Blei	26	111	26	45	500	500
Cadmium	<0.5	<0.5	<0.5	1	10	10
Chrom	24	32	15	25	50	500
Kobalt	12	31	<10	13	40	500
Kupfer	26	302	17	<2	50	500
Molybdän	<2	<2	<2	27	0.5	2
Nickel	28	54	<0.1	16.1	<2	1'000
Quecksilber	0.1	0.4	<2	64	150	
Thallium	<2	<2	8	42		
Zinn	88	102				
Zink	5					

Organische Summenparameter

KW-Index (C10-C40)	mg/kg TS	19	57	14	796	500
Anteil KW > C40	%	<20	<20	<20	<20	

PAK

Benzo(a)pyren	0.05	0.83	0.11	0.14	0.3 (TVA)	3
Summe PAK	<0.50	9.72	1.23	2.35	3 (TVA)	25

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrrechtdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Scharigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Probenbezeichnung	SB7	SB7	SB9	AHR/TVA Richtwert U	TVA Inert.
Proben-Nr. Bachema	39440	39447	39448		
Tag der Probenahme	07.10.15	07.10.15	07.10.15		
Entnahmetiefe [m]	2.00-2.70	2.80-4.20	1.70-3.40		
Probenparameter					
Angelieferte Probenmenge	kg				
	10.7	19.9	26.6		
Allgemeine und anorganische Parameter					
(Kohlenstoff org. (TOC))	% v. TS C				
	6.87	1.70	0.70		2
Schwermetalle aus Schwermetall-Fingerprint (XRF, vollständig s. Anhang)					

Antimon	5	2	3	30
Arsen	73	22	44	30
Blei	375	29	28	500
Cadmium	<0.5	<0.5	<0.5	10
Chrom	26	27	28	500
Kobalt	14	<10	11	500
Kupfer	68	29	23	500
Molybdän	2	<2	<2	500
Nickel	27	33	27	500
Quecksilber	20.5	0.2	<0.1	2
Thallium	<2	<2	<2	1500
Zinn	758	116	82	
	107	15	8	

Organische Summenparameter

KW-Index (C10-C40)	719	21	12	50
Anteil KW > C40	<20	<20	<20	500
PAK				
Benzo(a)pyren	2.13	<0.05	0.78	0.3 (TVA)
Summe PAK	24.8	<0.50	13.4	3 (TVA)

Bachema AG
Ruststrasse 22
Postfach
CH-6952 Schönen
Telefon
+41 44 738 38 00
Fax
+41 44 738 38 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch
Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für
die Prüfung von
Anlagen (Wasser,
Böden, Abfälle)
Akreditiert nach
ISO 17025/515
Nr.004

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrrechtdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Scharigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Probenbezeichnung	24h-Eluat aus SB5	24h-Eluat aus SB5	24h-Eluat aus SB7	24h-Eluat aus SB7	TVA-E. Inert.	TVA-E. Rest.
Proben-Nr. Bachema	39443	39445	39439	39441		
Tag der Probenahme	07.10.15	07.10.15	07.10.15	07.10.15		
Entnahmetiefe [m]	1.20-2.70	2.70-3.80	1.70-2.00	2.00-2.70		
Physikalisch-chemische Parameter						
Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm					
	358	432	345	578		
pH-Wert (Test 1)	pH					
	6.56	6.65	6.78	6.20		6-12
pH-Wert (Test 2)	pH					
	8.13	7.50	8.30	8.08	500	3000
Trockenrückstand (in 0.1L, nach Filtration)	mg/L					
	232	278	219	406		

Anionen

Fluorid	0.3	0.2	0.6	0.6	2	10
N- und P-Verbindungen						
Ammonium	1.31	2.79	0.01	2.06	0.5 (N)	5 (N)
Ammonium-N	1.02	2.17	<0.01	1.60	0.5	5
Nitrit	0.101	<0.005	<0.005	0.021	1	1
ortho-Phosphat	0.07	<0.01	<0.01	0.03	10 (P)	10 (P)
Phosphat-P	0.024	<0.005	<0.005	0.009		10

Cyanide und Sulfide

Cyand (frei)	<0.005	0.007	0.012	0.016	0.02	0.1
Sulfid	<0.01	<0.01	0.02	0.02	0.1	0.1
Sulfit *	<0.1	<0.1	0.5	0.8		1

Elemente und Schwermetalle

Aluminium (gelöst) ICP-MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05		10
Arsen (gelöst) ICP-MS	0.028	0.034	0.063	0.018		0.1
Barium (gelöst) ICP-MS	0.39	0.16	0.63	0.38		5
Blei (gelöst) ICP-MS	0.001	<0.001	<0.001	0.001		1
Cadmium (gelöst) ICP-MS	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001		0.1
Chrom (gelöst) ICP-MS	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		2
Chrom-VI (gelöst) ICP-MS	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		0.1
Kobalt (gelöst) ICP-MS	0.011	0.008	0.014	0.013		0.5
Kupfer (gelöst) ICP-MS	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		0.5
Nickel (gelöst) ICP-MS	0.013	<0.002	0.027	0.011		2
Quecksilber (gelöst) AFS	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002		0.01
Zinn (gelöst) ICP-MS	0.32	0.14	0.13	0.25		10
Zinn (gelöst) ICP-MS	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002		2

Organische Summenparameter

DOC	4.6	6.6	11	14	20	20
-----	-----	-----	----	----	----	----

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Schlarigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Anhang: Element-Übersichtsanalyse XRF

Probenbezeichnung		BS14	BS17	SB7	SB7	AHR/TVA Richtwert U	TVA Inert.
Entnahmetiefe [m]		39450 0.60-3.00	39449 1.50-2.50	39446 0.10-1.40	39438 1.70-2.00		
Schwermetalle							
Antimon	mg/kg TS Sb	3	4	2	<2		30
Arsen	mg/kg TS As	26	37	18	48		30
Blei	mg/kg TS Pb	26	111	26	45		500
Cadmium	mg/kg TS Cd	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5		10
Chrom	mg/kg TS Cr	24	32	15	25		500
Kobalt	mg/kg TS Co	12	31	<10	13		500
Kupfer	mg/kg TS Cu	26	302	17	40		500
Molybdän	mg/kg TS Mo	<2	<2	<2	<2		500
Nickel	mg/kg TS Ni	28	54	18	27		500
Quecksilber	mg/kg TS Hg	0.1	0.4	<0.1	16.1		2
Thallium	mg/kg TS Tl	<2	<2	<2	<2		1'000
Zinn	mg/kg TS Zn	88	424	64	164		
Zink	mg/kg TS Sn	5	102	8	42		

Bachema AG
Ruttenesse 22
Postfach
CH-6952 Schönen

Telefon
+41 44 738 39 00
Fax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch
Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für
die Prüfung von
Umweltproben
(Boden, Abfall,
Abkondensat nach
ISO 17025/515,
NI 004)

Seltene Erden und übrige Elemente

Barium	mg/kg TS Ba	280	420	309	461		
Cäsium	mg/kg TS Cs	<10	<10	11	<10		
Cer	mg/kg TS Ce	63	54	60	43		
Gallium	mg/kg TS Ga	17	14	12	17		
Germanium	mg/kg TS Ge	<5	<5	<5	<5		
Lanthan	mg/kg TS La	37	27	33	24		
Neodym	mg/kg TS Nd	45	24	46	21		
Niob	mg/kg TS Nb	<10	10	<10	10		
Rubidium	mg/kg TS Rb	97	88	92	114		
Selen	mg/kg TS Se	<2	<2	<2	<2		
Silber	mg/kg TS Ag	<2	50	<2	<2		
Strontium	mg/kg TS Sr	182	180	177	246		
Uran	mg/kg TS U	<10	<10	<10	<10		
Vanadium	mg/kg TS V	66	71	49	56		
Wolfram	mg/kg TS W	<10	<10	<10	<10		
Zirkonium	mg/kg TS Zr	129	144	103	121		

Halogenide / Schwefel

Brom	mg/kg TS Br	<2	2	<2	<2		
Chlor	mg/kg TS Cl	<100	<100	<100	120		
Jod	mg/kg TS I	<10	<10	<10	<10		
Schwefel	mg/kg TS S	1'280	1'130	329	4'990		

Matrixelemente

Aluminium (als Oxid)	% v. TS Al ₂ O ₃	11	11	10	11		
Calcium (als Oxid)	% v. TS CaO	12	11	13	13		
Eisen (als Oxid)	% v. TS Fe ₂ O ₃	3.7	6.1	3.0	4.9		
Kalium (als Oxid)	% v. TS K ₂ O	2.3	2.0	2.1	2.2		
Magnesium (als Oxid)	% v. TS MgO	5.1	5.6	6.0	3.0		
Mangan (als Oxid)	% v. TS MnO	0.08	0.08	0.06	0.07		
Phosphor (als Oxid)	% v. TS P ₂ O ₅	0.15	0.22	0.15	0.13		
Silizium (als Oxid)	% v. TS SiO ₂	46	41	47	42		
Titan (als Oxid)	% v. TS TiO ₂	0.47	0.46	0.34	0.40		

Der Chlor- und Arsengehalt wurde auf Staurausschluss nach TVA umgerechnet (f: Cr 0.5, As 0.8).
Quecksilberbestimmung mit AAS-Anfangsmethode.
Bestimmungsgrenze von Kobalt ist matrixabhängig.
Die häufigste petrographische Bindungsform von Brom, Chlor, Iod und Schwefel sind Bromide, Chloride, Iodide und Sulfate.

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Schlarigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Anhang: Element-Übersichtsanalyse XRF

Probenbezeichnung		SB7	SB7	SB9	AHR/TVA Richtwert U	TVA Inert.
Entnahmetiefe [m]		39440 2.00-2.70	39447 2.80-4.20	39448 1.70-3.40		
Schwermetalle						
Antimon	mg/kg TS Sb	5	2	3		30
Arsen	mg/kg TS As	73	22	44		30
Blei	mg/kg TS Pb	375	29	28		500
Cadmium	mg/kg TS Cd	<0.5	<0.5	<0.5		10
Chrom	mg/kg TS Cr	26	27	28		500
Kobalt	mg/kg TS Co	14	<10	11		500
Kupfer	mg/kg TS Cu	68	29	23		500
Molybdän	mg/kg TS Mo	2	<2	<2		500
Nickel	mg/kg TS Ni	27	33	27		500
Quecksilber	mg/kg TS Hg	20.5	0.2	<0.1		2
Thallium	mg/kg TS Tl	<2	<2	<2		1'000
Zinn	mg/kg TS Zn	758	116	82		
Zink	mg/kg TS Sn	107	15	8		

Bachema AG
Ruttenesse 22
Postfach
CH-6952 Schönen

Telefon
+41 44 738 39 00
Fax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch
Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für
die Prüfung von
Umweltproben
(Boden, Abfall,
Abkondensat nach
ISO 17025/515,
NI 004)

Seltene Erden und übrige Elemente

Barium	mg/kg TS Ba	1'170	266	344		
Cäsium	mg/kg TS Cs	<10	11	<10		
Cer	mg/kg TS Ce	48	64	64		
Gallium	mg/kg TS Ga	11	15	17		
Germanium	mg/kg TS Ge	<5	<5	<5		
Lanthan	mg/kg TS La	29	35	39		
Neodym	mg/kg TS Nd	31	51	33		
Niob	mg/kg TS Nb	<10	<10	<10		
Rubidium	mg/kg TS Rb	72	85	104		
Selen	mg/kg TS Se	<2	<2	<2		
Silber	mg/kg TS Ag	<2	<2	<2		
Strontium	mg/kg TS Sr	303	153	175		
Uran	mg/kg TS U	<10	<10	<10		
Vanadium	mg/kg TS V	40	67	79		
Wolfram	mg/kg TS W	<10	<10	<10		
Zirkonium	mg/kg TS Zr	88	131	125		

Halogenide / Schwefel

Brom	mg/kg TS Br	2	<2	<2		
Chlor	mg/kg TS Cl	255	<100	<100		
Jod	mg/kg TS I	<10	<10	<10		
Schwefel	mg/kg TS S	8'520	2'270	502		

Matrixelemente

Aluminium (als Oxid)	% v. TS Al ₂ O ₃	8.2	11	12		
Calcium (als Oxid)	% v. TS CaO	14	13	12		
Eisen (als Oxid)	% v. TS Fe ₂ O ₃	5.2	3.6	4.0		
Kalium (als Oxid)	% v. TS K ₂ O	1.5	2.1	2.3		
Magnesium (als Oxid)	% v. TS MgO	2.3	6.8	5.3		
Mangan (als Oxid)	% v. TS MnO	0.09	0.06	0.08		
Phosphor (als Oxid)	% v. TS P ₂ O ₅	0.23	0.13	0.15		
Silizium (als Oxid)	% v. TS SiO ₂	36	43	47		
Titan (als Oxid)	% v. TS TiO ₂	0.28	0.47	0.44		

Der Chlor- und Arsengehalt wurde auf Staurausschluss nach TVA umgerechnet (f: Cr 0.5, As 0.8).
Quecksilberbestimmung mit AAS-Anfangsmethode.
Bestimmungsgrenze von Kobalt ist matrixabhängig.
Die häufigste petrographische Bindungsform von Brom, Chlor, Iod und Schwefel sind Bromide, Chloride, Iodide und Sulfate.

Schlieren, 13. Januar 2016
EA

Gemeindeverwaltung Celerina /
Schlarigna
Via Maistra 97
7505 Celerina/Schlarigna

Untersuchungsbericht

(inkl. Daten von früheren Aufträgen)

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrdeponie Nr. 2, Celerina GR

Auftrags-Nr. Bachema 201508637	Proben-Nr. Bachema 41925-41929
Tag der Probenahme 04. November 2015	Eingang Bachema 04. November 2015
Probenahmeort Celerina/Schlarigna	Entnommen durch G. Schacht, Bachema AG
Auftraggeber Rechnungsadresse Rechnung zur Visierung Bericht an Bericht per e-mail an	Gemeindeverwaltung Celerina / Schlarigna, Via Maistra 97, 7505 Celerina/Schlarigna Sieber Cassina + Handke AG, Ingenieure Geologen Planer, Ringstrasse 203, 7000 Chur Sieber Cassina + Handke AG, Ingenieure Geologen Planer, N. Zoller, Ringstrasse 203, 7000 Chur zoller@sch-chur.ch

Bachema AG
Rutstrasse 22
Postfach
CH-8952 Schlieren
Telefon
+41 44 728 39 00
Fax
+41 44 728 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch

Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für
die Prüfung von
Umweltproben (Wasser,
Boden, Abfall)
Akreditiert nach
ISO 17025/515
Nr. 004

Freundliche Grüsse
BACHEMA AG



Felix Bühler
Dr. sc. nat. / Dipl. chem. ETH

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Schlarigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Probenübersicht

Bachema-Nr.	Auftrags-Nr.	Probenbezeichnung	Probenahme / Eingang Labor
41925	W 201508637	PB01	04.11.15 / 04.11.15
41926	W 201508637	PB02	04.11.15 / 04.11.15
41927	W 201508637	PB03	04.11.15 / 04.11.15
41928	W 201508637	PB04	04.11.15 / 04.11.15
41929	W 201508637	PB07	04.11.15 / 04.11.15
4474	W 201601087	GWPW Campagnatscha, Spülbecken	09.02.16 / 10.02.16
23937	W 201605263	PB01	07.07.16 / 08.07.16
23938	W 201605263	PB02	07.07.16 / 08.07.16
23939	W 201605263	PB03	07.07.16 / 08.07.16
23940	W 201605263	PB04	07.07.16 / 08.07.16
23941	W 201605263	PB 27	07.07.16 / 08.07.16

Legende zu den Referenzwerten

Altiv	Konzentrationswert für Eluate aus Altlasten, Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten, Altlastenverordnung (AltV).
Konz.-Wert	Indikatorwert für anthropogen nicht beeinflusstes Grundwasser nach der Wegleitung für Grundwasserschutz (BUWAL, heute BAFU). Werte nach dem Plus-Zeichen (+) bedeuten höchstens den Zahlenwert höher als der naturnahe Zustand.
Indikatorwert	
GW	
unbeeinfl.	
BAFU	

W	Wasserprobe
F	Feststoffprobe
TS	Trockensubstanz
<	Bei den Messresultaten ist der Wert nach dem Zeichen < (kleiner als) die Bestimmungsgrenze der entsprechenden Methode.
*	Die mit * bezeichneten Analysen fallen nicht in den akkreditierten Bereich der Bachema AG oder sind Fremdmessungen.

Akkreditierung

	Auszugsweise Vervielfältigung der Analysenresultate 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).
---	---

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrichtdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Schlarigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Probenbezeichnung

Proben-Nr. Bachema	Tag der Probenahme	Einahmezeit	PB01	PB02	PB02	Indikatorwert GW unbeeinfl. BAFU	Aliv Konz.-Wert
23937	07.07.16	09:15	41925 04.11.15 09:15	23938 07.07.16 10:40	41926 04.11.15 12:05		

Feldparameter	m OKR	m	m OKR	L	°C	µS/cm	pH	%
Abstich Oberkante Rohr	4.84	5.91	0.62	1.53				
Entnahmetiefe	7.50	7.50	2.50	3.80				
Rohrtiefe	9.85	9.85	3.80	3.80				
Vorumpumpe / Vorlauf	420	440	420	440				
Temperatur	7.4	11.5	7.6	8.7				+/- 3
pH-Wert	436	346	718	494				+/- 0.5
Leitfähigkeit (25°C)	7.69	7.60	7.18	7.42				
Sauerstoff	6.8	4.2	0.6	0.2				
Sauerstoffsättigung (ber.)	57	39	5	2				>20%

Physikalisch-chemische Parameter

Aussehen	klar	leicht trüb	klar	leicht trüb
Farbe	farblos	farblos	farblos	farblos
Geruch	geruchlos	geruchlos	geruchlos	geruchlos
Trübung nephelometrisch	<0.1	1.9	<0.1	1.2

Härteparameter und Kationen

m-Wert (Säureverb. pH 4.3)	3.35	2.72	6.50	4.83
Karbonathärte (berechnet)	16.5	13.4	32.3	23.9
Gesamthärte (berechnet)	21.4	16.5	37.4	25.7
Gesamthärte (berechnet)	2.14	1.65	3.74	2.57
Calcium (gelöst)	60.5	46.7	115	78.8
Magnesium (gelöst)	15.3	11.7	21.2	14.7
Natrium (gelöst)	9.1	6.6	12.5	4.4
Kalium (gelöst)	1.6	2.4	4.8	3.7

Anionen

Chlorid	19.4	6.3	23.7	1.4
Nitrat	6.8	2.8	1.5	0.1
Sulfat	28.9	32.2	38.5	30.4
Fluorid	0.1	0.1	0.2	0.1

N- und P-Verbindungen

Ammonium	<0.01	0.02	0.01	0.01
Nitrit	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
ortho-Phosphat	0.02	0.03	0.03	0.02

Cyanide und Sulfide

Cyanid (frei)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Sulfid	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrichtdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Schlarigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Probenbezeichnung

Proben-Nr. Bachema	Tag der Probenahme	Einahmezeit	PB01	PB02	PB02	Indikatorwert GW unbeeinfl. BAFU	Aliv Konz.-Wert
23937	07.07.16	09:15	41925 04.11.15 09:15	23938 07.07.16 10:40	41926 04.11.15 12:05		

Elemente und Schwermetalle

Aluminium (gelöst) ICP-MS	mg/L Al	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.01
Antimon (gelöst) ICP-MS	mg/L Sb	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.005
Arsen (gelöst) ICP-MS	mg/L As	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	+0.5
Barium (gelöst) ICP-MS	mg/L Ba	0.051	0.051	0.069	0.049	0.05
Beryllium (gelöst) ICP-MS	mg/L Be	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.001
Blei (gelöst) ICP-MS	mg/L Pb	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	+0.05
Bor (gelöst) ICP-MS	mg/L B	<0.01	0.01	0.02	0.02	0.005
Cadmium (gelöst) ICP-MS	mg/L Cd	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	0.0005
Chrom (gelöst) ICP-MS	mg/L Cr	<0.0005	0.0005	<0.0005	<0.0005	0.002
Chrom-VI (gelöst) ICP-MS	mg/L Cr-VI	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.02
Eisen (gelöst) ICP-MS	mg/L Fe	<0.005	0.009	<0.005	<0.005	+0.3
Kobalt (gelöst) ICP-MS	mg/L Co	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	2
Kupfer (gelöst) ICP-MS	mg/L Cu	<0.001	<0.001	0.002	0.001	1.5
Lithium (gelöst) ICP-MS	mg/L Li	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.005
Mangan (gelöst) ICP-MS	mg/L Mn	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.026
Molybdän (gelöst) ICP-MS	mg/L Mo	0.001	0.002	<0.001	0.001	0.001
Nickel (gelöst) ICP-MS	mg/L Ni	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.005
Quecksilber (gelöst) AFS	mg/L Hg	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.001
Selen (gelöst) ICP-MS	mg/L Se	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.1
Silber (gelöst) ICP-MS	mg/L Ag	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.005
Strontium (gelöst) ICP-MS	mg/L Sr	0.439	0.411	0.546	0.416	0.005
Thallium (gelöst) ICP-MS	mg/L Tl	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.005
Uran (gelöst) ICP-MS	mg/L U	0.0020	0.0014	0.0052	0.0028	0.005
Vanadium (gelöst) ICP-MS	mg/L V	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	5
Zink (gelöst) ICP-MS	mg/L Zn	0.002	<0.001	0.002	<0.001	20
Zinn (gelöst) ICP-MS	mg/L Sn	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	

Organische Summenparameter

DOC	mg/L C	0.50	0.37	1.5	0.85	2 (GSchV)
KW-Index (C10-C40)	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	2 (GS-C10)
Anteil KW < C10	%	--	--	--	--	
Anteil KW > C40	%	--	--	--	--	
Phenol-Index	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.01 (FIV)
AOX (gelöst)	µg/L Cl	2	<2	3	<2	10 (GSchV)
Aliph. KW (C5-C10)	µg/L	<10	<10	<10	<10	2'000

Organische Parameter

Purge and Trap Wasser	s. Anhang	s. Anhang	s. Anhang	s. Anhang		
-----------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	--	--

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrrihtdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Schlarigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Probenbezeichnung	PB01	PB02	PB02	PB01	Indikatorwert GW unbeeinfl. BAFU	Alt/V Konz.-Wert
Proben-Nr. Bachema Tag der Probenahme Entnahmezeit	23937 07.07.16 09:15	41925 04.11.15 09:15	23938 07.07.16 10:40	41926 04.11.15 12:05		

Phenole und Nitroverbindungen

4-Chlor-3-methylphenol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	geruchlos	200
2-Chlorphenol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	geruchlos	100
2,4-Dichlorphenol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	geruchlos	100
2,4-Dimethylphenol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.5 (Summe)	50
2,4-Dinitrophenol	µg/L	<5	<5	<5	0.5 (Summe)	0.5 S.DNT
2,4-Dinitrotoluol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.5 (Summe)	0.5 S.DNT
2,6-Dinitrotoluol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.5 (Summe)	2'000
o-Kresol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1		2'000
m-Kresol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1		200
p-Kresol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1		10
Nitrobenzol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.5 (Summe)	2'000
2-Nitrophenol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.5 (Summe)	1
4-Nitrophenol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.5 (Summe)	10'000
Pentachlorphenol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	geruchlos	
Phenol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1		
2,4,6-Trichlorphenol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1		

Amine und Chloramine

Anilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	50
3-Chlor-2-Methylanilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
4/5-Chlor-2-Methylanilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
2-Chloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
3-Chloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
4-Chloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
2,3-Dichloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
2,4-Dichloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
2,6-Dichloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
2,4+2,6-Dimethylanilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
3,5-Dimethylanilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
N,N-Dimethylanilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
2-Nitrotoluol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
4-Nitrotoluol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
m-Toluidin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
o-Toluidin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
p-Toluidin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
2,4,6-Trichloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	

PAK

Naphthalin	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	1'000
Acenaphthylen	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	
Acenaphthen	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	2'000
Fluoren	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	1'000
Phenanthren	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	
Anthracen	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	10'000
Fluoranthren	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	1'000
Pyren	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	1'000
Chrysen	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	50
Benzo(a)anthracen	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	0.5
Benzo(b)fluoranthren	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	0.5
Benzo(k)fluoranthren	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	5
Benzo(a)pyren	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.05
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	0.5
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	0.05
Benzo(g,h,i)perylene	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	
Summe PAK EPA	µg/L	<0.10	<0.10	<0.10	(Einzelst.)	(Einzelst.)

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrrihtdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Schlarigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Probenbezeichnung	PB01	PB02	PB02	PB01	Indikatorwert GW unbeeinfl. BAFU	Alt/V Konz.-Wert
Proben-Nr. Bachema Tag der Probenahme Entnahmezeit	23937 07.07.16 09:15	41925 04.11.15 09:15	23938 07.07.16 10:40	41926 04.11.15 12:05		

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrrichtdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Scharigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Probenbezeichnung

Proben-Nr. Bachema
Tag der Probenahme
Entnahmezeit

PB03	PB04	PB04	Indikatorwert GW unbeeinfl. BAFU	Altiv Konz.-Wert
23939 07.07.16 15:45	41927 04.11.15 11:35	23940 07.07.16 11:40	41928 04.11.15 10:50	

Feldparameter

Absicht Oberkante Rohr	mOKR	0.68	1.66	0.85	1.89	
Entnahmetiefe	m	3.00	3.00	3.00	3.00	
Rohr tiefe	mOKR	4.40	4.45	4.85	4.85	
Vorpumpmenge / Vorlauf	L	420	440	440	440	
Temperatur	°C	9.7	9.1	9.0	8.3	+/- 3
Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	822	508	1'110	564	
pH-Wert	pH	7.01	7.35	6.95	7.24	+/- 0.5
Sauerstoff	mg/L	0.2	0.1	0.3	0.3	
Sauerstoffsättigung (ber.)	%	2	1	3	3	>20%

Physikalisch-chemische Parameter

Aussehen	klar	trüb/	klar	trüb	
Farbe	farblos	Bodensatz	farblos	gelblich	
Geruch	geruchlos	erdig	chemisch	geruchlos	
Trübung nephelometrisch	<0.1	8.4	<0.1	5.2	1

Härteparameter und Kationen

m-Wert (Säureverb. pH 4.3)	7.46	5.02	11.1	5.48	
Karbonathärte (berechnet)	37.1	24.9	55.2	27.2	
Gesamthärte (berechnet)	40.5	25.2	62.9	29.0	
Gesamthärte (berechnet)	4.05	2.52	6.29	2.90	
Calcium (gelöst)	126	75.3	175	82.8	+40
Magnesium (gelöst)	22.1	15.7	46.8	20.2	+10
Natrium (gelöst)	16.5	5.0	5.5	3.3	+25
Kalium (gelöst)	12.6	8.7	12.8	7.0	+5

Anionen

Chlorid	mg/L Cl	30.4	5.7	11.3	3.2	40	40 (GSchV)
Nitrat	mg/L NO ₃	1.0	0.8	1.1	0.7	25	25 (GSchV)
Sulfat	mg/L SO ₄	34.5	19.5	80.1	29.6	40	40 (GSchV)
Fluorid	mg/L F	0.2	0.1	0.2	<0.1	+0.5	1.5

N- und P-Verbindungen

Ammonium	mg/L NH ₄	0.12	0.04	0.05	0.01	0.1 ox./0.5	0.5
Nitrit	mg/L NO ₂	0.008	<0.005	<0.005	<0.005	+0.05	0.1
ortho-Phosphat	mg/L PO ₄	0.03	0.03	0.03	0.01	+0.15	

Cyanide und Sulfide

Cyanid (frei)	mg/L CN	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.025	0.05
Sulfid	mg/L S	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrrichtdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Scharigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Probenbezeichnung

Proben-Nr. Bachema
Tag der Probenahme
Entnahmezeit

PB03	PB04	PB04	Indikatorwert GW unbeeinfl. BAFU	Altiv Konz.-Wert
23939 07.07.16 15:45	41927 04.11.15 11:35	23940 07.07.16 11:40	41928 04.11.15 10:50	

Elemente und Schwermetalle

Aluminium (gelöst) ICP-MS	mg/L Al	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
Antimon (gelöst) ICP-MS	mg/L Sb	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.05
Arsen (gelöst) ICP-MS	mg/L As	0.001	0.001	0.002	0.001	0.005
Barium (gelöst) ICP-MS	mg/L Ba	0.141	0.059	0.127	0.576	+0.5
Beryllium (gelöst) ICP-MS	mg/L Be	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.05
Blei (gelöst) ICP-MS	mg/L Pb	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.001
Bor (gelöst) ICP-MS	mg/L B	0.03	0.03	0.07	0.03	+0.05
Cadmium (gelöst) ICP-MS	mg/L Cd	0.00019	<0.0005	0.00013	0.00007	0.0005
Chrom (gelöst) ICP-MS	mg/L Cr	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.002
Chrom-VI (gelöst) ICP-MS	mg/L Cr-VI	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.02
Eisen (gelöst) ICP-MS	mg/L Fe	<0.005	0.024	<0.005	0.011	+0.3
Kobalt (gelöst) ICP-MS	mg/L Co	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	2
Kupfer (gelöst) ICP-MS	mg/L Cu	0.005	0.001	0.005	0.001	1.5
Lithium (gelöst) ICP-MS	mg/L Li	0.006	<0.005	0.009	<0.005	
Mangan (gelöst) ICP-MS	mg/L Mn	<0.005	0.040	<0.005	0.114	+0.05
Molybdän (gelöst) ICP-MS	mg/L Mo	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.005
Nickel (gelöst) ICP-MS	mg/L Ni	0.003	<0.001	0.002	0.001	0.7
Quecksilber (gelöst) AFS	mg/L Hg	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.001
Selen (gelöst) ICP-MS	mg/L Se	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.1
Silber (gelöst) ICP-MS	mg/L Ag	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
Strontium (gelöst) ICP-MS	mg/L Sr	0.607	0.451	0.794	0.458	
Thallium (gelöst) ICP-MS	mg/L Tl	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
Uran (gelöst) ICP-MS	mg/L U	0.0066	0.0023	0.0099	0.0021	
Vanadium (gelöst) ICP-MS	mg/L V	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	5
Zink (gelöst) ICP-MS	mg/L Zn	0.050	<0.001	0.078	0.002	20
Zinn (gelöst) ICP-MS	mg/L Sn	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	

Organische Summenparameter

DOC	mg/L C	3.4	1.1	4.5	1.0	2	2 (GSchV)
KW-Index (C10-C40)	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	2	2 (C5-C10)
Anteil KW < C10	%	--	--	--	--	--	--
Anteil KW > C40	%	--	--	--	--	--	--
Phenol-Index	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.005 wf	0.01 (FIV)
AOX (gelöst)	µg/L Cl	7	2	6	<2	10	10 (GSchV)
Aliph. KW (C5-C10)	µg/L	<10	<10	<10	<10	1 (Einzelst.)	2'000

Organische Parameter

Purge and Trap Wasser	s. Anhang	s. Anhang	s. Anhang	s. Anhang		
-----------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	--	--

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrrihtdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Schlarigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Probenbezeichnung	PB03	PB04	PB04	PB04	Indikatorwert GW unbeeinfl. BAFU	Alt/V Konz.-Wert
Proben-Nr. Bachema Tag der Probenahme Entnahmezeit	23939 07.07.16 15:45	41927 04.11.15 11:35	23940 07.07.16 11:40	41928 04.11.15 10:50		

Phenole und Nitroverbindungen

4-Chlor-3-methylphenol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	geruchlos	200
2-Chlorphenol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	geruchlos	100
2,4-Dichlorphenol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	geruchlos	100
2,4-Dimethylphenol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.5 (Summe)	50
2,4-Dinitrophenol	µg/L	<5	<5	<5	0.5 (Summe)	0.5 S DNT
2,4-Dinitrotoluol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.5 (Summe)	0.5 S DNT
2,6-Dinitrotoluol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.5 (Summe)	2'000
o-Kresol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1		2'000
m-Kresol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1		200
p-Kresol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1		10
Nitrobenzol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.5 (Summe)	2'000
2-Nitrophenol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.5 (Summe)	1
4-Nitrophenol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.5 (Summe)	10'000
Pentachlorphenol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	geruchlos	
Phenol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1		
2,4,6-Trichlorphenol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1		

Amine und Chloramine

Anilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	50
3-Chlor-2-Methylanilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
4/5-Chlor-2-Methylanilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
2-Chloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
3-Chloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
4-Chloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
2,3-Dichloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
2,4-Dichloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
2,6-Dichloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
2,4+2,6-Dimethylanilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
3,5-Dimethylanilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
N,N-Dimethylanilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
2-Nitrotoluol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
4-Nitrotoluol	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
m-Toluidin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
o-Toluidin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
p-Toluidin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	
2,4,6-Trichloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	

PAK

Naphthalin	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	1'000
Acenaphthylen	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	
Acenaphthen	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	2'000
Fluoren	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	1'000
Phenanthren	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	
Anthracen	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	10'000
Fluoranthren	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	1'000
Pyren	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	1'000
Chrysen	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	50
Benzo(a)anthracen	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	0.5
Benzo(b)fluoranthren	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	0.5
Benzo(k)fluoranthren	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	5
Benzo(a)pyren	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.05
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	0.5
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	0.05
Benzo(g,h,i)perylene	µg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	
Summe PAK EPA	µg/L	<0.10	<0.10	<0.10	(Einzelst.)	(Einzelst.)

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrrihtdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Schlarigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Probenbezeichnung	PB03	PB04	PB04	PB04	Indikatorwert GW unbeeinfl. BAFU	Alt/V Konz.-Wert
Proben-Nr. Bachema Tag der Probenahme Entnahmezeit	23939 07.07.16 15:45	41927 04.11.15 11:35	23940 07.07.16 11:40	41928 04.11.15 10:50		

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrrichtdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Schlarigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Probenbezeichnung

SB 27	SB07	GWPW Campagna- Spül- becken	Indikatorwert GW unbeeinfl. BAFU	Altiv Konz.-Wert
23941 07.07.16 12:32	41929 04.11.15 10:15	4474 09.02.16		

Proben-Nr. Bachema
Tag der Probenahme

Feldparameter

Grundwasserspiegel	m ü. M.	1.21	2.92	
Absicht Oberkante Rohr	m OKR	5.00	4.00	
Entnahmetiefe	m	8.25	4.80	
Rohr tiefe	L	410	90	
Vorpumpmenge / Vorlauf	°C	5.5	8.7	+/- 3
Temperatur (Feld)*	°C	355	836	+/- 3
Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	7.41	7.00	+/- 0.5
pH-Wert	pH	2.3	0.1	>20%
Sauerstoff	mg/L	18	<1	
Sauerstoffsättigung (ber.)	%			

Physikalisch-chemische Parameter

Aussehen	klar	trüb/	klar	
Farbe	farblos	Bodensatz	farblos	
Geruch	geruchlos	gelblich	geruchlos	
Tribung nephelometrisch	<0.1	chemisch	50	1
Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm		214	
pH-Wert (Labor)	pH		7.60	+/- 0.5

Sauerstoff

Sauerstoff (nach Winkler)	mg/L O ₂	7.3		
Sauerstoffsättigung (ber.)	%	66		>20%

Härteparameter und Kationen

m-Wert (Säureverb. pH 4.3)	mmol/L	3.09	7.90	1.32
Karbonathärte (berechnet)	*H	15.2	39.3	6.4
Gesamthärte (berechnet)	*H	19.2	37.3	9.9
Gesamthärte (berechnet)	mmol/L	1.92	3.73	0.99
Calcium (gelöst)	mg/L Ca	55.1	113	29.9
Magnesium (gelöst)	mg/L Mg	13.2	22.1	6.0
Natrium (gelöst)	mg/L Na	3.4	6.6	2.4
Kalium (gelöst)	mg/L K	1.5	15.6	0.9

Anionen

Chlorid	mg/L Cl	3.8	9.8	2.6
Nitrat	mg/L NO ₃	2.3	<0.1	1.5
Sulfat	mg/L SO ₄	35.7	21.7	37.1
Fluorid	mg/L F	<0.1	0.1	<0.1

N- und P-Verbindungen

Ammonium	mg/L NH ₄	0.01	2.21	<0.01
Nitrit	mg/L NO ₂	<0.005	<0.005	<0.005
Ortho-Phosphat	mg/L PO ₄	0.07	<0.01	0.02

Cyanide und Sulfide

Cyanid (frei)	mg/L CN	<0.005	<0.005	<0.005
Sulfid	mg/L S	<0.01	0.04	<0.01

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrrichtdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Schlarigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Probenbezeichnung

SB 27	SB07	GWPW Campagna- Spül- becken	Indikatorwert GW unbeeinfl. BAFU	Altiv Konz.-Wert
23941 07.07.16 12:32	41929 04.11.15 10:15	4474 09.02.16		

Proben-Nr. Bachema
Tag der Probenahme

Elemente und Schwermetalle

Aluminium (gelöst) ICP-MS	mg/L Al	<0.01	<0.01	
Antimon (gelöst) ICP-MS	mg/L Sb	<0.001	<0.001	0.01
Arsen (gelöst) ICP-MS	mg/L As	0.006	0.012	0.05
Barium (gelöst) ICP-MS	mg/L Ba	0.023	0.009	
Beryllium (gelöst) ICP-MS	mg/L Be	<0.005	<0.005	
Blei (gelöst) ICP-MS	mg/L Pb	<0.0005	<0.0005	0.05
Bor (gelöst) ICP-MS	mg/L B	<0.01	0.05	
Cadmium (gelöst) ICP-MS	mg/L Cd	<0.00005	<0.00005	0.005
Chrom (gelöst) ICP-MS	mg/L Cr	<0.0005	0.0005	
Chrom-VI (gelöst) ICP-MS	mg/L Cr-VI	<0.001	<0.001	0.02
Eisen (gelöst) ICP-MS	mg/L Fe	<0.005	9.47	
Kobalt (gelöst) ICP-MS	mg/L Co	<0.001	<0.001	2
Kupfer (gelöst) ICP-MS	mg/L Cu	<0.001	<0.001	1.5
Lithium (gelöst) ICP-MS	mg/L Li	<0.005	0.006	
Mangan (gelöst) ICP-MS	mg/L Mn	<0.005	0.439	
Molybdän (gelöst) ICP-MS	mg/L Mo	0.001	0.001	
Nickel (gelöst) ICP-MS	mg/L Ni	<0.001	<0.001	0.7
Quecksilber (gelöst) AFS	mg/L Hg	<0.00001	<0.00001	0.0001
Selen (gelöst) ICP-MS	mg/L Se	<0.001	<0.001	0.1
Silber (gelöst) ICP-MS	mg/L Ag	<0.001	<0.001	
Strontium (gelöst) ICP-MS	mg/L Sr	0.374	0.584	
Thallium (gelöst) ICP-MS	mg/L Tl	<0.001	<0.001	
Uran (gelöst) ICP-MS	mg/L U	0.0026	0.0016	
Vanadium (gelöst) ICP-MS	mg/L V	<0.001	<0.001	
Zink (gelöst) ICP-MS	mg/L Zn	0.006	0.001	5
Zinn (gelöst) ICP-MS	mg/L Sn	<0.001	<0.001	20

Organische Summenparameter

DOC	mg/L C	0.78	3.0	0.16
KW-Index (C10-C40)	mg/L	<0.005	<0.005	2 (GSchV) 2 (C5-C10)
Anteil KW < C10	%	--	--	--
Anteil KW > C40	%	--	--	--
Phenol-Index	mg/L	<0.002	0.004	0.005 wf 10 (FIV) 10 (GSchV)
AOX (gelöst)	µg/L Cl	<2	5	1 (Einzelst.)
Aliph. KW (C5-C10)	µg/L	<10	<10	2'000

Organische Parameter

Purge and Trap Wasser	s. Anhang	s. Anhang	s. Anhang	
-----------------------	-----------	-----------	-----------	--

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Scharigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Probenbezeichnung	SB 27	SB07	GWPW Campagna- Spül- becken	Indikatorwert GW unbeeintr. BAFU	Alt/W Konz.-Wert
Proben-Nr. Bachema Tag der Probenahme Entnahmekzeit	23941 07.07.16 12:32	41929 04.11.15 10:15	4474 09.02.16		

Phenole und Nitroverbindungen

4-Chlor-3-methylphenol	µg/L	<0.1	<0.1	geruchlos	200
2-Chlorphenol	µg/L	<0.1	<0.1	geruchlos	100
2,4-Dichlorphenol	µg/L	<0.1	<0.1		
2,4-Dimethylphenol	µg/L	<0.1	<0.1	0.5 (Summe)	50
2,4-Dinitrophenol	µg/L	<5	<5	0.5 (Summe)	0.5 S DNT
2,4-Dinitrotoluol	µg/L	<0.1	<0.1	0.5 (Summe)	0.5 S DNT
2,6-Dinitrotoluol	µg/L	<0.1	<0.1		
o-Kresol	µg/L	<0.1	<0.1		2'000
m-Kresol	µg/L	<0.1	<0.1		2'000
p-Kresol	µg/L	<0.1	<0.1		200
Nitrobenzol	µg/L	<0.1	<0.1		10
2-Nitrophenol	µg/L	<0.1	<0.1	0.5 (Summe)	
4-Nitrophenol	µg/L	<0.1	<0.1	0.5 (Summe)	2'000
Pentachlorphenol	µg/L	<0.1	<0.1	0.1	1
Phenol	µg/L	<0.1	<0.1		10'000
2,4,6-Trichlorphenol	µg/L	<0.1	<0.1	geruchlos	

Amin und Chloramine

Anilin	µg/L	<0.1	<0.1	0.1	50
3-Chlor-2-Methylanilin	µg/L	<0.1	<0.1	0.1	
4/5-Chlor-2-Methylanilin	µg/L	<0.1	<0.1	0.1	
2-Chloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	0.1	
3-Chloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	0.1	100
4-Chloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	0.1	
2,3-Dichloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	0.1	
2,4-Dichloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	0.1	
2,6-Dichloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	0.1	
2,4+2,6-Dimethylanilin	µg/L	<0.1	<0.1	0.1	
3,5-Dimethylanilin	µg/L	<0.1	<0.1	0.1	
N,N-Dimethylanilin	µg/L	<0.1	<0.1	0.1	
2-Nitrotoluol	µg/L	<0.1	<0.1	0.1	
4-Nitrotoluol	µg/L	<0.1	<0.1	0.1	
m-Toluidin	µg/L	<0.1	<0.1	0.1	
o-Toluidin	µg/L	<0.1	<0.1	0.1	
p-Toluidin	µg/L	<0.1	<0.1	0.1	
2,4,6-Trichloranilin	µg/L	<0.1	<0.1	0.1	

Bachema AG
Ruststrasse 22
Postfach
CH-8952 Schönen
Telefon
+41 44 728 35 00
Fax
+41 44 728 35 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch
Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für
die Prüfung von
Umweltproben (Wasser,
Boden, Abfall)
Akreditiert nach
ISO 17025/515
Nr. 004

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Scharigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Probenbezeichnung	SB 27	SB07	GWPW Campagna- Spül- becken	Indikatorwert GW unbeeintr. BAFU	Alt/W Konz.-Wert
Proben-Nr. Bachema Tag der Probenahme	23941 07.07.16 12:32	41929 04.11.15 10:15	4474 09.02.16		

PAK

Naphthalin	µg/L	<0.01	<0.01	0.1	1'000
Acenaphthylen	µg/L	<0.01	<0.01	0.1	
Acenaphthen	µg/L	<0.01	0.20	0.1	2'000
Fluoren	µg/L	<0.01	0.21	0.1	1'000
Phenanthren	µg/L	<0.01	0.07	0.1	
Anthracen	µg/L	<0.01	0.02	0.1	10'000
Fluoranthren	µg/L	<0.01	0.05	0.1	1'000
Pyren	µg/L	<0.01	0.04	0.1	1'000
Chrysen	µg/L	<0.01	<0.01	0.1	50
Benzo(a)anthracen	µg/L	<0.01	<0.01	0.1	0.5
Benzo(b)fluoranthren	µg/L	<0.01	<0.01	0.1	0.5
Benzo(k)fluoranthren	µg/L	<0.01	<0.01	0.1	5
Benzo(a)pyren	µg/L	<0.01	<0.01	0.01	0.05
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/L	<0.01	<0.01	0.1	0.5
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/L	<0.01	<0.01	0.1	0.05
Benzo(g,h,i)perylene	µg/L	<0.01	<0.01	0.1	
Summe PAK EPA	µg/L	<0.10	0.77	(Einzelst.)	(Einzelst.)

Bachema AG
Ruststrasse 22
Postfach
CH-8952 Schönen
Telefon
+41 44 728 35 00
Fax
+41 44 728 35 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch
Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für
die Prüfung von
Umweltproben (Wasser,
Boden, Abfall)
Akreditiert nach
ISO 17025/515
Nr. 004

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrtrichtdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Schlarigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Anhang: Purge and Trap (flüchtige organische Verbindungen nach EPA 524.2)

Probenbezeichnung		PB01	PB02	PB03	PB04	Inkstarwert GW unbeinfl. BAFU	Aliv Konz-Wert
Proben-Nr. Bachema	23937	41925	23938	41926		1	
Tag der Probenahme	07.07.16	09.15	07.07.16	04.11.15		0,1	0,1
Entnahmezzeit	09.15	09.15	10.40	12.05		1	
01. Dichlordifluormethan (Freon R12)	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
02. Chloromethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
03. Trichloromethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
04. Dichloromethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
05. Chloroethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
06. Trichloroethan (Freon 11)	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
07. 1,1-Dichlorethen	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	30
08. Dichloromethan (Methylenchlorid)	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	20
09. trans-1,2-Dichlorethen	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	50
10. 1,1-Dichlorethen	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	3000
11. 2,2-Dichlorpropan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
12. cis-1,2-Dichlorethen	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	50
13. Trichloromethan (Chloroform)	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	40
14. Bromchloromethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
15. 1,1,1-Trichloroethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	2000
16. 1,1,1-Dichlorpropan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
17. Tetrachloroethen	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	2
18. 1,2-Dichloroethen	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	3
19. Bromoethen	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	10
20. Trichlorethen (Tri)	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	70
21. 1,2-Dichlorpropan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	5
22. Bromchloromethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
23. Dibromomethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
24. cis-1,3-Dichlorpropan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
25. Toluol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	7000
26. trans-1,3-Dichlorpropan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
27. 1,1,2-Trichloroethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
28. 1,3-Dichlorpropan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
29. Tetrachloroethen (Per)	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	40
30. Dibromochloromethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
31. 1,2-Dibromethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	0,05
32. Chlorbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	700
33. Ethylbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	3000
34. Ethylchlorid	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	10'000 S.Xyl
35. m-Xylol p-Xylol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	10'000 S.Xyl
37. o-Xylol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
38. Styrol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	1
39. Isopropylbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
40. Bromform	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
41. 1,1,2,2-Tetrachlorethen	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
42. 1,2,3-Trichlorpropan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
43. n-Propylbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
44. Brombenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
45. 1,3,5-Trimethylbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
46. 2-Chloroethanol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
47. 4-Chloroethanol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
48. tert-Butylbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
49. 1,2,4-Trichlorbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
50. sec-Butylbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
51. p-Isopropyltoluol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
52. 1,3-Dichlorbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	3000
53. 1,4-Dichlorbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	10
54. n-Butylbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
55. 1,2-Dichlorbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	3000
56. 1,2-Dibrom-3-chlorpropan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
57. 1,2,4-Trichlorbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	400
58. Hexachlorbutadien	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	1000
59. Naphthalin	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
60. 1,2,3-Trichlorbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
61. Freon 113	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
62. MTBE (Methyltertiärbutylenether)	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	2	200
63. ETE (Ethyltertiärbutylenether)	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
64. 3-Ethylchlorbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
Aliph. KW (C5-C10)	µg/L	<10	<10	<10	<10	1	2000

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrtrichtdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Schlarigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Anhang: Purge and Trap (flüchtige organische Verbindungen nach EPA 524.2)

Probenbezeichnung		PB03	PB04	PB03	PB04	Inkstarwert GW unbeinfl. BAFU	Aliv Konz-Wert
Proben-Nr. Bachema	23939	41927	23940	41928		1	
Tag der Probenahme	07.07.16	11.35	07.07.16	04.11.15		0,1	0,1
Entnahmezzeit	11.35	11.35	11.40	10.50		1	
01. Dichlordifluormethan (Freon R12)	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
02. Chloromethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
03. Trichloromethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
04. Dichloromethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
05. Chloroethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
06. Trichloroethan (Freon 11)	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
07. 1,1-Dichlorethen	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	30
08. Dichloromethan (Methylenchlorid)	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	20
09. trans-1,2-Dichlorethen	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	50
10. 1,1-Dichlorethen	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	3000
11. 2,2-Dichlorpropan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
12. cis-1,2-Dichlorethen	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	50
13. Trichloromethan (Chloroform)	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	40
14. Bromchloromethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
15. 1,1,1-Trichloroethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	2000
16. 1,1,1-Dichlorpropan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
17. Tetrachloroethen	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	2
18. 1,2-Dichloroethen	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	3
19. Bromoethen	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	10
20. Trichlorethen (Tri)	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	70
21. 1,2-Dichlorpropan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	5
22. Bromchloromethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
23. Dibromomethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
24. cis-1,3-Dichlorpropan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
25. Toluol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	7000
26. trans-1,3-Dichlorpropan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
27. 1,1,2-Trichloroethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
28. 1,3-Dichlorpropan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
29. Tetrachloroethen (Per)	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	40
30. Dibromochloromethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
31. 1,2-Dibromethan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	0,05
32. Chlorbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	700
33. Ethylbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	3000
34. Ethylchlorid	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	10'000 S.Xyl
35. m-Xylol p-Xylol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	10'000 S.Xyl
37. o-Xylol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
38. Styrol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	1
39. Isopropylbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
40. Bromform	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
41. 1,1,2,2-Tetrachlorethen	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
42. 1,2,3-Trichlorpropan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
43. n-Propylbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
44. Brombenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
45. 1,3,5-Trimethylbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
46. 2-Chloroethanol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
47. 4-Chloroethanol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
48. tert-Butylbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
49. 1,2,4-Trichlorbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
50. sec-Butylbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
51. p-Isopropyltoluol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
52. 1,3-Dichlorbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	3000
53. 1,4-Dichlorbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	10
54. n-Butylbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
55. 1,2-Dichlorbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	3000
56. 1,2-Dibrom-3-chlorpropan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
57. 1,2,4-Trichlorbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	400
58. Hexachlorbutadien	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	1000
59. Naphthalin	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
60. 1,2,3-Trichlorbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
61. Freon 113	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
62. MTBE (Methyltertiärbutylenether)	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	2	200
63. ETE (Ethyltertiärbutylenether)	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
64. 3-Ethylchlorbenzol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	
Aliph. KW (C5-C10)	µg/L	<10	<10	<10	<10	1	2000

Objekt: GR705, TU ehem. Kehrdeponie Nr. 2, Celerina GR
Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Celerina / Scharigna
Auftrags-Nr. Bachema: 201508637

Anhang: Purg- und Trap (flüchtige organische Verbindungen nach EPA 524.2)

Probenbezeichnung		SB 27	SB07	GWPG Campagna Spül- becken	Insk.storwert GW unbeinfl. BAFU	Aliv Konz.-Wert
Proben-Nr. Bachema		23941	41929			
Tag der Probenahme		07.07.16	04.11.15			
Entnahmekzeit		12:32	10:15			
01. Dichlordifluormethan (Freon R12)	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	0.1	0.1
02. V. Brommethan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
03. V. Bromethan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
04. Brommethan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
05. Chlorethan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
06. Trichlorfluormethan (Freon 11)	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
07. 1,1-Dichlorethen	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	30
08. Dichlormethan (Methylenchlorid)	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	20
09. trans-1,2-Dichlorethen	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	50
10. 1,1-Dichlorethen	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	3000
11. 2,2-Dichlorpropan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
12. cis-1,2-Dichlorethen	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	50
13. Trichlormethan (Chloroform)	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	40
14. Bromfluormethan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	2000
15. 1,1,1-Trichlorethen	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
16. 1,1-Dichlorpropan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
17. 1,1,2-Trichlorpropan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	2
18. 1,2-Dichlorethanol	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	3
19. Benzol	µg/L	<0.05	0.08	<0.05	1	10
20. Trichlorethen (Tri)	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	70
21. 1,2-Dichlorpropan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	5
22. Bromdichlormethan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
23. Dibrommethan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
24. cis-1,3-Dichlorpropan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
25. Toluol	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	7000
26. trans-1,3-Dichlorpropan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
27. 1,1,2-Trichlorethen	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
28. 1,3-Dichlorpropan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	40
29. Tetracloräthen (Per)	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
30. Dibromdichlormethan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
31. 1,2-Dibromethan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	0.05
32. 1,2-Dichloräthan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	700
33. 1,1,2-Trichloräthan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	3000
34. Ethylbenzol	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	10'000 S Xyl
35. m-Xylol	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	10'000 S Xyl
37. o-Xylol	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
38. Styrol	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
39. Isopropylbenzol	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
40. Bromoform	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
41. 1,1,2,2-Tetrachlorethen	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	1
42. 1,2,3-Trichlorpropan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
43. n-Propylbenzol	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
44. Brombenzol	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
45. 1,3,5-Trimethylbenzol	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
46. 2-Chloräthan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
47. 4-Chloräthan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
48. 1,2,4-Trimethylbenzol	µg/L	<0.05	0.06	<0.05	1	
50. sec-Butylbenzol	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
51. p-Isopropyltoluol	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
52. 1,3-Dichlorbenzol	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	3000
53. 1,4-Dichlorbenzol	µg/L	<0.05	0.38	<0.05	1	10
54. n-Butylbenzol	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
55. 1,2-Dichlorbenzol	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	3000
56. 1,2-Dibrom-3-chlorpropan	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
57. 1,2,4-Trichlorbenzol	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	400
58. Hexachlorbutadien	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
59. Naphthalin	µg/L	<0.05	0.14	<0.05	0.1	1000
60. 1,2,3-Trichlorbenzol	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
61. Freon 113	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
62. MTBE (Methylen-t-butyläther)	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	2	200
63. ETBE (Ethyl-methyl-äther)	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
64. 1,3,5-Trichlorbenzol	µg/L	<0.05	<0.05	<0.05	1	
Aliph. KW (C5-C10)	µg/L	<10	<10	<10	1	2000

Gastechnische Untersuchung
vom 05. Oktober 2015
V1.0 | 21.10.2015

Ehemalige Kehricht- deponie Nr. 2 (Hof Manella)

Gemeinde Celerina



VERTRAGSPARTNER

Auftraggeber

Deponie
Ehem. Kehrichtdeponie Nr. 2 (Hof Manella)
Gemeinde Celerina, Kanton Graubünden

Auftrag
Gastechnische Untersuchung

Eigentümerin
Gemeinde Celerina
Via Maistra 97
7505 Celerina

Vertretung
SC+H Sieber Cassina + Handke AG
Ringstrasse 203
7000 Chur

Verantwortlich
E-Mail
Peter Berchtold
berchtold@sch-chur.ch

Tel
081 257 02 60

Auftragnehmer

Verantwortlich
Umweltingenieur
Mitarbeiter
Oester Peter
Oester Samuel
Martin Vogel

Mobil
079 310 24 29

Anschrift
Oester Messtechnik
Bahnhofstrasse 3
3600 Thun

Tel
033 671 00 80

Internet
E-Mail
www.messtechnik.ch
oester@messtechnik.ch

ZUSAMMENFASSUNG

Zur Überprüfung der Situation bezüglich Deponiegas wurde auf dem belasteten Standort "Ehemalige Kehrdeponie Nr. 2" in Celerina am 05. Oktober 2015 eine Emissionskontrolle mit FID durchgeführt sowie die Gaszusammensetzung in der Bodenluft kontrolliert.

Emissionsmessung mit FID

Der Emissionsmittelwert an der Deponieoberfläche beträgt 1.1 ppm CH₄. Ausser an den im Rahmen der technischen Untersuchung neu erstellen Bohrungen konnten keine Emissionen aus dem Deponiekörper in die Atmosphäre festgestellt werden.

Bodenluft

Bei zwei Messstellen wurden Methankonzentrationen >10'000 ppm festgestellt. Im Bereich der vermuteten Ablagerung des Hauskehrichts wurden weit verbreitet erhöhte Kohlendioxidkonzentrationen nachgewiesen. Diese Messwerte weisen klar auf Abbauprozesse im Deponiekörper hin. Die Gaszusammensetzung der Bodenluft lässt jedoch auf ein relativ spätes Stadium in den Entwicklungsphasen einer Deponie schliessen.

Kellerraum Wohngebäude

Migration von Deponiegas aus den umliegenden Bereichen in den Kellerraum ist möglich. Die Kohlendioxidkonzentration in der Raumluft im Kellerraum liegt bei den Grenzwerten der SUVA (MAK-Werte) und der Altlastenverordnung. Im Engadin können Kohlendioxidkonzentrationen in dieser Grössenordnung auch natürlich auftreten. Eine Belüftung des Kellerraums wird dennoch empfohlen.

Massnahmen und Empfehlungen

- Belüftung Kellerraum Wohnhaus.
- Berücksichtigung Situation Deponiegas bei Nutzungsänderung oder baulichen Massnahmen bereits in der Planungsphase.
- Für Arbeiten in Schächten und anderen unterirdischen Bauwerken sowie bei Aushubarbeiten (Leitungsbau, Terrainverschiebungen usw.) sind die Richtlinien des Arbeitsschutzes zu beachten (SUVA MAK-Werte etc.).

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	7
1.1	Auftrag	7
1.2	Ausgangslage	8
1.3	Ausführung und meteorologische Bedingungen	9
2	METHODE	10
2.1	Beurteilung Auswirkungen Deponiegas	10
2.1.1	Gefährdung für Mensch und Umwelt	10
2.1.2	Klimawirkung	11
2.1.3	Emissionsklassen	11
2.1.4	Richtlinien und Grenzwerte	11
2.2	Meteorologische Bedingungen	12
2.2.1	Beeinflussung Messergebnisse	12
2.2.2	Datenbezug	12
2.3	Emissionskontrolle Deponieoberfläche (FID)	13
2.3.1	Messmethode Emissionen an der Deponieoberfläche	13
2.3.2	Verwendetes Messgerät Kohlenwasserstoff (FID)	14
2.3.3	Berechnung des mittleren CH ₄ -Werts	14
2.3.4	Berechnung der Gasaustrittsmenge an der Deponieoberfläche	15
2.4	Kontrolle Bodenluft und Bauwerke	16
2.4.1	Vorgehen Kontrolle Bodenluft	16
2.4.2	Vorgehen Kontrolle Bauwerke	16
2.4.3	Verwendete Messgeräte	17
3	RESULTATE	19
3.1	Emissionskontrolle Deponieoberfläche (FID)	19
3.1.1	Aktuelle Gasaustrittswerte und Emissionsmittelwert	19
3.1.2	Emissionskontrolle FID und Kontrolle Bodenluft	21
3.2	Kontrolle Bodenluft und Bauwerke	22
3.2.1	Messwerte Bodenluft	22
3.2.2	Fotodokumentation Bodenluft	23
3.2.3	Kontrolle Keller	28

4 DISKUSSION

- 4.1 Beurteilung Oberflächenemissionen
- 4.2 Beurteilung Bodenluft
- 4.3 Beurteilung Raumluft Keller
 - 4.3.1 Massnahmenvorschlag

5 EMPFEHLUNGEN UND MASSNAHMEN

6 GRUNDLAGEN

ANHANG 1: Gasproduktionsphasen

29
29
29
30
30
31
32
33

GLOSSAR / ABKÜRZUNGEN

C-Atome	Kohlenstoff-Atome
CH	Kohlenwasserstoff
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid
CO ₂ eq	Kohlendioxidäquivalent
DGM	Digitales Geländemodell
FID	Flammenionisations-Detektor
GB	Gasbrunnen / Gasabsaugstelle
GIS	Geografisches Informations-System
GNSS	Global Navigation Satellite System (globales Navigationssatellitensystem)
GLONASS	Russisches Satellitennavigationssystem
GPS	Amerikanisches Satellitennavigationssystem
h	Stunde
H ₂	Wasserstoff
KW	Kohlenwasserstoff
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
Mg	Megagramm (= Tonne)
Nm ³	Normkubikmeter
O ₂	Sauerstoff
ppm	Parts per million (10 ⁻⁶)
RTK	Real Time Kinematic (Verfahren zur Echtzeitbestimmung von Positionskoordinaten)
Vol.-%	Prozentualer Anteil bezogen auf das Volumen

1 EINLEITUNG

1.1 AUFTRAG

Im Rahmen der technischen Untersuchung wurde die Firma Oester Messtechnik Thun vom Ingenieurbüro Sieber Cassina + Handke AG beauftragt, die Gassituation der ehemaligen Kehrichtdeponie Nr. 2 (Hof Manella) in Celerina wie folgt zu untersuchen:

- FID Restemissionsmessungen über die gesamte ehemalige Deponiefläche, inkl. Messung im deponieangrenzenden Gebiet, an Baggerschlitzten und in einem Kellerraum
- Ablaufraster ca. 10 x 10 m (zusätzlich schrittweise Vermessung exponierter Austrittsstellen) mit einem Messbereich 0 – 14'000 ppm CH
- Flächeninterpretation der Messresultate
- Abschätzen der austretenden Gasmenge
- Kontrolle der Gaszusammensetzung (Gasanalyse von CH₄, CO₂, O₂) in der Bodenluft
- Praxisbezogene Erläuterung der Messwerte und ev. nötigen Sanierungsmassnahmen

1.2 AUSGANGSLAGE

Tabelle 1: Eintrag im Kataster der belasteten Standorte des Kantons Graubünden.

KbS Objekt Nummer	3782-23
Parzellennummer	285
Gemeinde	Celerina/Schlarigna
Bezeichnung	Ehemalige Kehrichtdeponie Nr. 2
Standorttyp	Abfallablagerung
Branche	Abfallablagerung, Deponie
Betrieb bis	1970
Deponieinhalt	Hausmüll
Deponievolumen	500 m³

Zustand der Deponie

Das ehemalige Deponiegelände wird hauptsächlich landwirtschaftlich genutzt (Pferdeweide). Ein Teil ist mit einem Wohngebäude und mit landwirtschaftlichen Bauten überbaut.



Abbildung 1: Ansicht Hof Manella, Ehemalige Kehrichtdeponie Nr. 2, Celerina. Blickrichtung Süd-Ost.

1.3 AUSFÜHRUNG UND METEOROLOGISCHE BEDINGUNGEN

Die Messkampagne vom 05. Oktober 2015 erfolgte während leicht fallenden Luftdruckverhältnissen. Während bei stark sinkendem Luftdruck an der Deponieoberfläche erhöhte Gasemissionen nachgewiesen werden, beeinflussen Luftdruckveränderungen in dieser Grössenordnung die Messergebnisse erfahrungsgemäss nicht. Die übrigen meteorologischen Bedingungen waren ebenfalls gut (kein Niederschlag, Tagestemperatur bis 16 °C, Wind max. 22 km/h).

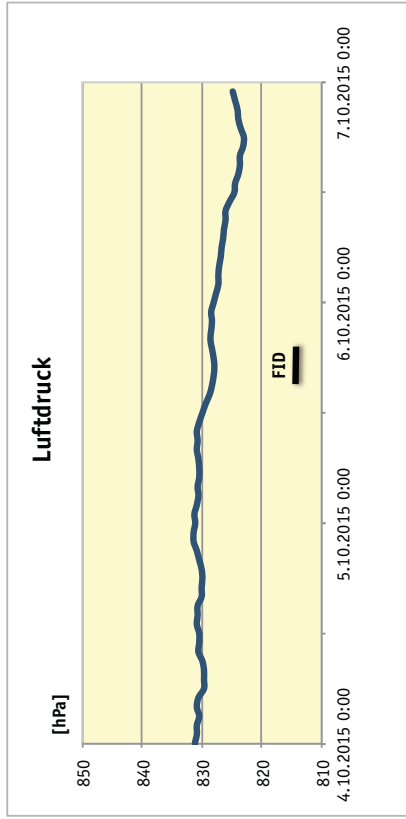


Abbildung 2: Luftdruckverhältnisse während der Messkampagne [1].

2 METHODE

2.1 BEURTEILUNG AUSWIRKUNGEN DEPONIEGAS

2.1.1 Gefährdung für Mensch und Umwelt

Durch Gasaustritte sind folgende Auswirkungen möglich:

- Erstickungsgefahr für Mensch (in Schächten und Bauwerken)
- Beeinträchtigung von Tieren und Pflanzen durch lokale Reduktion des lebensnotwendigen Sauerstoffgehaltes in der Bodenluft und ev. im bodennahen Bereich
- Brände und Explosionen (zündbare Gasmische)
- Geruchsbelästigungen
- Methan verstärkt den Treibhauseffekt und den Abbau der Ozonschicht



Abbildung 3: Deponiegas und mögliche Austrittsstellen.

2.1.2 Klimawirkung

Die methanbildenden Prozesse in einer Deponie sind erwünscht, da dabei langfristig eine Mineralisierung der organischen Inhaltsstoffe erfolgt. Methan ist in der Atmosphäre ein stark klimawirksames Gas. Es hat im Vergleich zu CO₂ eine 25-fache Wirkung auf das Klima. Eine Tonne Methan entspricht also 25 Tonnen CO₂eq [6]. Wird Methan verbrannt wird es in Kohlendioxid (CO₂) umgewandelt. Durch Oxidation des Methans wird der Treibhauseffekt somit stark reduziert.

2.1.3 Emissionsklassen

Es ist sinnvoll die einzelnen Messwerte verschiedenen Emissionsklassen zuzuordnen um Flächen mit ähnlichen oder gleichen Messwerten zu kennzeichnen:

Tabelle 2: Emissionsklassen gemäss Handlungsempfehlung Durchführung von Deponiegasmessungen bei Altlagerungen [3].

Klasse	Konzentrationsbereich FID, auf CH4 kalibriert [ppm]	Beurteilung der Emissionen
1	0 - 10	Hinweis auf vorhandene Gasemissionen
2	10 – 100	Leicht erhöhte Gasemissionen
3	100 – 1000	Starke Gasemissionen
4	>1000	Sehr starke Gasemissionen

2.1.4 Richtlinien und Grenzwerte

Altlastenverordnung

Werden in der Porenluft einer Deponie Grenzwerte überschritten und kann Deponiegas an Orte gelangen, wo sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten können, ist gemäss Altlastenverordnung [2] ein Sanierungsbedarf gegeben.

Gemäss AltIV (Anhang 2) gelten folgende Grenzwerte für die Bodenluft bei Schutzgütern:

- Max. 1 Vol.-% Methan (10'000 ppm) oder
- 20 % UEG (untere Explosionsgrenze)
- Max. 0.5 Vol.-% Kohlendioxid (5000 ppm)

Arbeitsschutz

Die minimalen Forderungen beim Arbeitsschutz [4] sind:

- 1 Vol.-% Methan, bzw. 20 % UEG Maximalwert
- 0.5 Vol.-% Methan, bzw. 10 % UEG Alarmwert bei Arbeiten
- 0.5 Vol.-% (5000 ppm) Kohlendioxid als MAK-Wert (Maximale Arbeitsplatzkonzentration)

Für Arbeiten in Schächten und im Sickersystem der Entwässerung sind die Richtlinien des Arbeitsschutzes zu beachten (u.A. SUVA MAK-Werte [4]).

2.2 METEOROLOGISCHE BEDINGUNGEN

2.2.1 Beeinflussung Messergebnisse

Die Absolutwerte der Emissionswerte, Deponiegaskonzentration und –zusammensetzung können sich aufgrund schwankender Faktoren wie Bodenfeuchte, Temperatur und Luftdruck verändern. Diese Schwankungen werden durch die aktuellen meteorologische Bedingungen und den Jahresverlauf beeinflusst. Das Messergebnis einer Deponiegasuntersuchung widerspiegelt die Gaszusammensetzung zum Probenahmezeitpunkt im Probenahmebereich.

2.2.2 Datenbezug

Die Luftdruckwerte werden in der Regel von einer möglichst nahe gelegenen Meteostation bezogen. Weitere meteorologische Bedingungen wie Niederschlag, Wind, Temperatur werden vor Ort beurteilt oder soweit dies notwendig und möglich ist.

2.3 EMISSIONSKONTROLLE DEPONIEOBERFLÄCHE (FID)

2.3.1 Messmethode Emissionen an der Deponieoberfläche

Die Messungen dienen als Grundlage zur Beurteilung der Emissionssituation und ermöglichen eine Lokalisierung der wichtigsten Emissionspunkte.



Ursprünglich dienten Gasmessungen mit dem Flammenionisationsdetektor (FID) dazu, Leckagen von städtischen Gasverteilungsnetzen an der Geländeoberfläche ohne Sondierung zu erkennen. Das tragbare Gasspürgerät mit FID saugt die Gasprobe an und analysiert deren Kohlenwasserstoffgehalt. Es werden Ionen nachgewiesen, die bei der Verbrennung organischer Moleküle durch thermische Ionisation entstehen. Dazu wird eine Wasserstoffflamme durch das Brenngas (H_2) und dem in der angesaugten Gasprobe enthaltenen Sauerstoff erzeugt. Diese Wasserstoffflamme weist einen geringen Ionenstrom auf. Bei hinzutretendem kohlenwasserstoffhaltigem Gas (KW) steigt der Ionenstrom stark an. Der Ionenstrom ändert sich dabei näherungsweise proportional zur Anzahl C-Atome in den zugeführten Kohlenwasserstoffen. Mit Hilfe einer elektronischen Verstärkerschaltung werden kleinste KW-Spuren angezeigt. Nachweisbar sind Gaskonzentrationen $> 1 \text{ ppm KW}$ (untere Nachweisgrenze) [5].

Da Deponiegas überwiegend aus Methan und Kohlendioxid besteht (CO_2 wird vom Gasspürgerät nicht detektiert), kann die Kalibrierung auf Methan bezogen werden. Bei max. 1.4 Vol.-% KW ertischt die Wasserstoffflamme (obere Nachweisgrenze). Zum Einsatz gelangt ein FID-Gasspürgerät PORTAFID M3K der Firma Sewerin. Begehungen mit dem Gasspürgerät FID werden als Flächenkartierung ausgewertet.

Zur sicheren Ortung der Gasaustrittsstellen wird mit Hilfe von Satellitennavigation (GNSS - GPS/GLONASS) in RTK (Real Time Kinematic), angeschlossen über Datenfunk an einer Dif-

ferential-Station, gearbeitet. Gasaustritte werden so in Echtzeit zentimetergenau lokalisiert und in einer GIS-Datei registriert.

Die Abschätzung der flächenhaften Gasaustritte erfolgt über ein geografisches Feldinformationssystem (GIS), in dem die Daten direkt über ein digitales Gasaustrittsmodell (Dreiecksmodell der einzelnen Gasemissionspunkte) ausgewertet werden. Jeder Messwert wird mit einer X, Y, Z Koordinate bezeichnet.

Bei erhöhten Gasaustritten wird die Aufnahme der Messpunkte zur besseren Eingrenzung der Emissionsstellen verdichtet [5].

2.3.2 Verwendetes Messgerät Kohlenwasserstoff (FID)

Tabelle 3: Zusammenfassung Kenndaten mobiler Flammenionisations-Detektor FID zum Bestimmen von Kohlenwasserstoff CH

Parameter	Mobiles Messgerät für Kohlenwasserstoff CH
Gerätebezeichnung	Portafid M3K
Hersteller	Sewerin
Analysemethode	Flammenionisations-Detektor FID
Probenahme	mit Glockensonde, Ansaugrate 60 l/h
Messbereich	0 – 14'000 ppm CH
Bestimmungsgrenze	1 ppm CH
Kalibrierung	Nullpunkt: Luft 10 /100 / 1000 /10000 ppm CH_4 ; zertifiziertes Kalibriergas Firma Sewerin

2.3.3 Berechnung des mittleren CH-Werts

Die Flächen gleicher Austrittskonzentrationen sind im Kartierungsplan als farbige Polygone dargestellt. Die durchschnittlichen Emissionswerte der einzelnen Messbereiche werden über die Messpunkte statistisch ausgewertet. Der Emissionsmittelwert wird über ein mathematisches Dreiecksmodell berechnet.

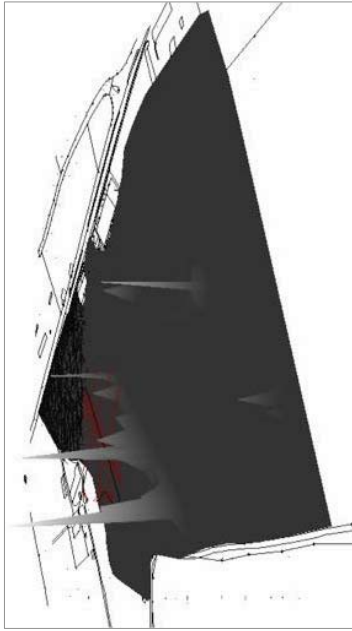


Abbildung 4: Mathematisches Dreiecksmodell D3.

2.3.4 Berechnung der Gasaustrittsmenge an der Deponieoberfläche

Ein Hochrechnungsfaktor berücksichtigt natives Deponiegas mit einem Methananteil von 55 Vol.-%. Der mit dem Flammenionisations-Detektor (FID) gemessene Kohlenwasserstoff CH entspricht nahezu der austretenden Methanmenge, enthält aber auch eventuell weitere flüchtige Kohlenwasserstoffverbindungen, die höchstens in geringen Spuren vorhanden sind. Die Kohlenwasserstoffwerte können praktisch als identisch mit Methan betrachtet werden. Die berechnete, ausströmende Gasmenge ist ein wesentlicher Anhaltspunkt zur Beurteilung der Emissionssituation und ermöglicht zuverlässige Prognosen für allenfalls notwendige Sanierungsmassnahmen und/oder eventuelle Nutzungsmöglichkeiten.

Hochrechnungsfaktor

Der Hochrechnungsfaktor wird über die Absaugleistung des FID (60 l/h) und der Querschnittsfläche der Gasglocke gemäss Formel 1 bestimmt.

Formel 1: Hochrechnung der Methanemissionen an der Deponieoberfläche.

$$5.78 * E^{-5} * \left(\frac{m^3}{m^2} \right)_{h \rightarrow p p m_{CH}}$$

Anhand des Emissionsmittelwertes und der vermessenen Fläche kann über Formel 1 die emittierende Gasmenge berechnet werden.

Zur Bilanzierung der jährlichen Methanemissionen werden die gemessenen Emissionsmittelwerte auf eine Jahresmenge (Mg/Jahr) umgerechnet. Für die Berechnung des CO₂-Äquivalents (CO₂eq) bezüglich der Treibhauswirkung von Methan setzte man bis 2009 den Faktor 21 ein. Gemäss aktueller CO₂-Verordnung entspricht 1 Mg Methan jedoch 25 Mg Kohlendioxid [6].

2.4 KONTROLLE BODENLUFT UND BAUWERKE

2.4.1 Vorgehen Kontrolle Bodenluft

An verschiedenen relevanten Stellen werden wenn nötig Bohrungen von 10 – 130 cm Tiefe in das Erdreich abgeteuft. In diesen Bohrungen werden Gasproben entnommen und mit mobilen Messgeräten die deponiespezifischen Gashaupthauptkomponenten analysiert. Bereits im Rahmen der technischen Untersuchung des Standortes erstellte Sondierbohrungen werden zusätzlich kontrolliert.

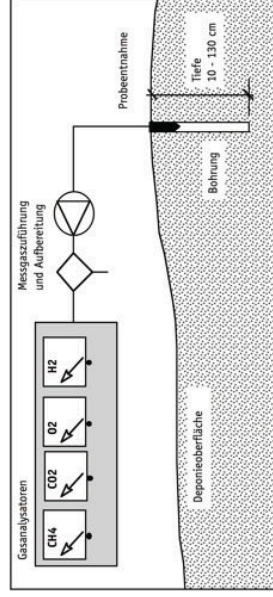


Abbildung 5: Schematische Darstellung Entnahme von Bodenluftproben und Messung der Gashaupthauptkomponenten.

2.4.2 Vorgehen Kontrolle Bauwerke

Im Rahmen der Emissionskontrolle werden die Bauwerke im Deponieperimeter und in angrenzenden Gebieten mit dem FID auf Spuren von Methan geprüft. Bei Verdacht auf erhöhte Deponiegaskonzentrationen oder an bekannten Stellen mit auffälligen Gaszusammensetzungen werden diese mit einem mobilen Gasanalysegerät zusätzlich kontrolliert. Dabei

werden die deponiespezifischen Gashaupthauptkomponenten in Hohlräumen von Schächten, Kanälen und Gebäuden analysiert.

2.4.3 Verwendete Messgeräte

Tabelle 4: Zusammenfassung Kenndaten mobiles Gasmessgerät GA5000.

Parameter	Ex-geschütztes Analysegerät Methan, Kohlendioxid, Sauerstoff, Luftdruck
Gerätebezeichnung	GA5000
Hersteller	Geotechnical Instruments
Analysemethode	IR-Sensor für Methan und Kohlendioxid bei selektiven Wellenlängen Elektrochemische Zelle für Sauerstoff
Messgenauigkeit	Messbereich
Methan CH ₄	0 – 100 Vol.-%, Nachweisgrenze ca. 0.25 Vol.-% ± 0.5 % der Anzeige ± 1.5 % der Anzeige
Kohlendioxid CO ₂	0 – 100 Vol.-%, Nachweisgrenze ca. 0.25 Vol.-% ± 0.5 % der Anzeige ± 1.5 % der Anzeige
Sauerstoff O ₂	0 – 25 Vol.-%, Nachweisgrenze ca. 0.5 Vol.-% ± 1.0 % der Anzeige
Luftdruck mbar	700 – 1200 mbar, Luftdrucksensor mit Bestimmung Differenzdruck
Kalibrierung	Nullpunkt Sauerstoff: Kalibriergas 60 Vol.-% CH ₄ / 40 Vol.-% CO ₂ , zertifiziert 20.9 Vol.-% Sauerstoff: Luft Nullpunkt Methan + Kohlenstoffdioxid: Luft 60 Vol.-% CH ₄ / 40 Vol.-% CO ₂ : zertifiziertes Kalibriergas

Tabelle 5: Zusammenfassung Kenndaten mobiles Multigasmessgerät iBrid MX6.

Parameter	Brennbare Gase, Sauerstoff, Kohlenmonoxid, Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Kohlendioxid
Gerätebezeichnung	iBrid MX6
Hersteller	Industrial Scientific
Analysemethode	Katalytische Diffusion/Infrarot für brennbares Gas und CH ₄ Elektrochemischer Sensor für O ₂ toxische Gase Infrarot für CO ₂
Messbereich	
Brennbare Gase	0 – 100 % LEL (UEG) in Schritten von 1 %
Sauerstoff O ₂	0 – 30.0 Vol.-% in Schritten von 0.1 Vol.-%
Kohlenmonoxid CO	0 – 999 ppm in Schritten von 1 ppm
Schwefelwasserstoff H ₂ S	0 – 500 ppm in Schritten von 1 ppm
Ammoniak NH ₃	0 – 200 ppm in Schritten von 1 ppm
Kohlendioxid CO ₂	0 – 5 Vol.-% in Schritten von 0.1 %

3 **RESULTATE**

3.1 **EMISSIONSKONTROLLE DEPONIEOBERFLÄCHE (FID)**

3.1.1 **Aktuelle Gasaustrittswerte und Emissionsmittelwert**

Tabelle 6: Emissionsmittelwert und Hochrechnungsfaktor.

EMISSIONSMITTELWERT					
Emissionsklasse	Messbereiche [ppm] CH	Ø Emissionswert [ppm] CH	Anzahl Messpunkte [-]	Anzahl Messpunkte [+]	Anzahl Messpunkte [%]
1	0 - 10	1	707		99.3
2	10 - 100	12		1	0.1
3	100 - 1000	346		3	0.4
4	> 1000	14000		1	0.1
Vermessene Fläche: 38'000 [m2]					
Hochrechnungsfaktor: 5.78E-05 [m3/m2/h*ppmCH]					
Emissionsmittelwert: 1.10 [ppm] CH					
Approx. ausströmende Gasmenge: 2 [m3/h]					
Gerechnete Methanemissionen pro Jahr: 8 [Mg/Jahr]					
CO2-Äquivalent: 210 [Mg/Jahr]					

Abschätzung der Auswirkungen von Emissionen unter 10 ppm CH

Bei Mittelwerten unter 10 ppm treten keine Vegetationsschäden auf. Flächige Emissionen dieser Grössenordnung dürften weder für Lebewesen noch für Pflanzen eine Gefahrenquelle darstellen.

Ehemalige Kehrichtdeponie Nr. 2 Celerina:

99,3 % der gemessenen Punkte weisen Austrittskonzentrationen in dieser Grössenordnung auf.

Abschätzung der Auswirkungen von Emissionen im Bereich von 10 – 100 ppm

Bei Mittelwerten zwischen 10 und 100 ppm treten meist nur geringe Vegetationsschäden auf. Gerüche (spezifisch penetrant für Deponiegase) sind nicht wahrnehmbar. Flächige

Emissionen dieser Grössenordnung dürften für Lebewesen keine Gefahrenquelle darstellen. Sensible Pflanzen können auf den erhöhten Methangehalt und das Verdrängen der Bodenluft reagieren.

Ehemalige Kehrichtdeponie Nr. 2 Celerina:

Ein Messpunkt (0.1 % aller Messpunkte) weist eine Austrittskonzentration in dieser Grössenordnung auf.

Abschätzung der Auswirkungen von Emissionen von 100 - 1000 ppm CH

Mittelwerte zwischen 100 und 1000 ppm CH müssen bezüglich der Vegetation und der Bodenlebewesen bereits als kritisch eingestuft werden. Insbesondere tiefwurzelnde Pflanzen sterben infolge Bodenluftmangels ab. Geruchsemissionen sind wahrnehmbar. In Reaktordeponien werden Werte in dieser Grössenordnung im Bereich der offenen Betriebsflächen häufig gemessen. In endabgedeckten Bereichen sollten solche Austrittskonzentrationen jedoch nicht auftreten.

Ehemalige Kehrichtdeponie Nr. 2 Celerina:

An drei Messpunkten (0.4% aller Messpunkte) sind Emissionen in dieser Grössenordnung nachweisbar.

Abschätzung der Auswirkungen von Emissionen im Bereich > 1000 ppm CH

Emissionen über 1000 ppm CH stellen gewisse Gefahrenquellen dar. Der Sauerstoff wird durch die ausströmenden Gase aus dem Boden verdrängt. Die Vegetation, insbesondere jene mit hohen Sauerstoffansprüchen, ist beeinträchtigt oder fällt aus. Brennbare Gase verlassen weniger verdünnt die Deponieoberfläche. Bei bestimmten Wetterbedingungen (z.B. Inversionslage) können in Bodennähe zündbare Gasansammlungen entstehen. Dadurch nimmt die Brand- und Explosionsgefahr zu. Der gasbegleitende Geruch kann belästigend wirken. Im Porenvolumen der Deponieoberfläche befinden sich zündfähige Gas-konzentrationen.

Ehemalige Kehrichtdeponie Nr. 2 Celerina:

Beim Miststock vom Hof Manella ist eine Konzentration von 14'000 ppm CH nachweisbar. Diese Konzentration ist auf die natürlichen Prozesse im Miststock zurückzuführen und nicht auf Abbauvorgänge in der Deponie.

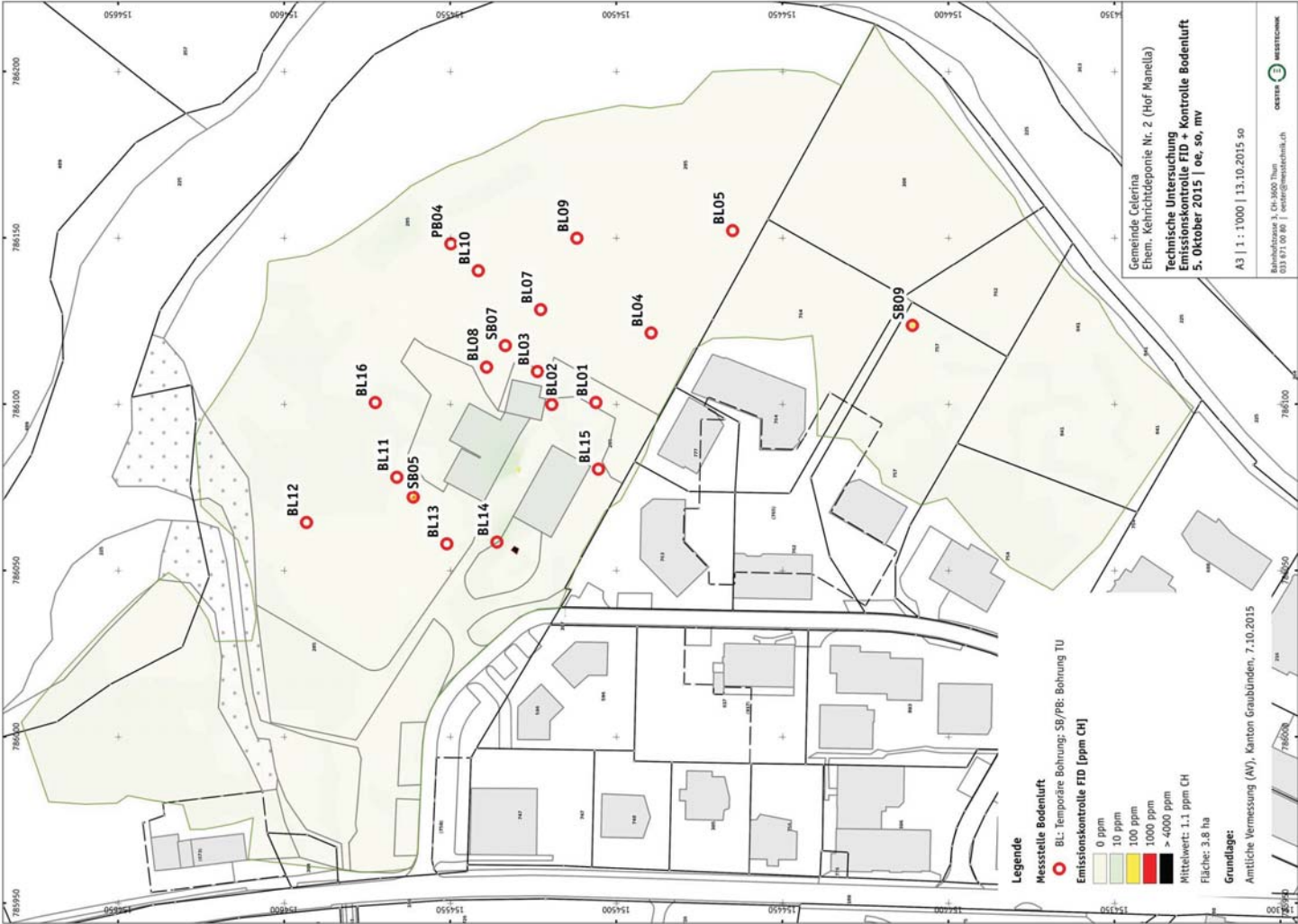
3.2 KONTROLLE BODENLUFT UND BAUWERKE

3.2.1 Messwerte Bodenluft

Tabelle 7: Messprotokoll Bodenluftproben vom 05. Oktober 2015. Analysegerät: GA5000.

Messstelle	Bohrung	Uhrzeit	CH4	CO2	O2	Rest	Luftdruck
			%	%	%	%	mbar
BL01	Temporäre Bohrung	14:46 Uhr	0.0	13.1	1.3	85.6	827
BL02	Temporäre Bohrung	14:45 Uhr	0.0	1.0	19.4	79.5	827
BL03	Temporäre Bohrung	14:36 Uhr	0.0	1.6	19.0	79.5	827
BL04	Temporäre Bohrung	15:03 Uhr	0.0	7.3	11.9	80.8	827
BL05	Temporäre Bohrung	15:13 Uhr	0.0	4.1	14.2	81.7	827
BL07	Temporäre Bohrung	15:41 Uhr	0.0	5.4	11.4	83.2	827
BL08	Temporäre Bohrung	15:53 Uhr	0.0	4.4	14.9	80.7	827
BL09	Temporäre Bohrung	16:00 Uhr	0.0	4.8	15.9	79.3	827
BL10	Temporäre Bohrung	16:13 Uhr	0.0	4.8	15.9	79.3	827
BL11	Temporäre Bohrung	16:47 Uhr	0.0	1.4	19.5	79.1	827
BL12	Temporäre Bohrung	17:00 Uhr	0.0	2.6	17.7	79.6	827
BL13	Temporäre Bohrung	17:09 Uhr	0.0	7.5	9.1	83.3	827
BL14	Temporäre Bohrung	17:22 Uhr	0.0	0.9	18.3	80.8	827
BL15	Temporäre Bohrung	17:48 Uhr	0.0	3.1	17.7	79.2	827
BL16	Temporäre Bohrung	16:35 Uhr	0.0	3.1	16.7	80.2	827
PB04	Probebohrung	16:15 Uhr	0.0	0.2	20.4	79.4	827
SB05	Sondierbohrung	16:50 Uhr	1.8	1.9	13.0	83.3	827
SB07	Sondierbohrung	15:42 Uhr	9.6	10.5	1.4	78.6	827
SB09	Sondierbohrung	17:36 Uhr	0.0	0.9	19.9	79.2	827

Messstellenplan siehe Kapitel 3.1.2



3.2.2 Fotodokumentation Bodenluft

Tabelle 8: Klassierung der Messresultate.

Zündfähige Gasgemische, Handlungsbedarf gemäss AltIV (bei Migration / Immission)
Gefährdungszone, Handlungsbedarf gemäss AltIV (bei Migration / Immission)
Gaszusammensetzung weist auf belasteten Standort hin
Bodenluft zeigt geringe Sauerstoff- und hohe Kohlendioxidwerte (> 3 Vol.-%), methanreduzierende Bakterien verbrauchen Luft im oberflächennahen Bereich
Handlungsbedarf gemäss AltIV (bei Migration / Immission)
Unkritische Methan- und Kohlendioxidwerte, kein Handlungsbedarf

Tabelle 9: Messresultate geordnet nach Klassen.

Messstelle SB07 (Ausgebautes Bohrloch)	
Methan	9.6 Vol.-%
Kohlendioxid	10.5 Vol.-%
Sauerstoff	1.4 Vol.-%
Messstelle SB05 (Frisches Bohrloch)	
Methan	1.8 Vol.-%
Kohlendioxid	1.9 Vol.-%
Sauerstoff	13.0 Vol.-%



Messstelle BL01	
Methan	0.0 Vol.-%
Kohlendioxid	13.1 Vol.-%
Sauerstoff	1.3 Vol.-%



Messstelle BL13	
Methan	0.0 Vol.-%
Kohlendioxid	7.5 Vol.-%
Sauerstoff	9.1 Vol.-%



Messstelle BL04	
Methan	0.0 Vol.-%
Kohlendioxid	7.3 Vol.-%
Sauerstoff	11.9 Vol.-%



Messstelle BL07	
Methan	0.0 Vol.-%
Kohlendioxid	5.4 Vol.-%
Sauerstoff	11.4 Vol.-%



Messstelle BL15	
Methan	0.0 Vol.-%
Kohlendioxid	3.1 Vol.-%
Sauerstoff	17.7 Vol.-%



Messstelle BL16	
Methan	0.0 Vol.-%
Kohlendioxid	3.1 Vol.-%
Sauerstoff	16.7 Vol.-%



Messstelle BL12	
Methan	0.0 Vol.-%
Kohlendioxid	2.6 Vol.-%
Sauerstoff	17.7 Vol.-%



Messstelle BL03	
Methan	0.0 Vol.-%
Kohlendioxid	1.6 Vol.-%
Sauerstoff	19.0 Vol.-%



Messstelle BL09	
Methan	0.0 Vol.-%
Kohlendioxid	4.8 Vol.-%
Sauerstoff	15.9 Vol.-%



Messstelle BL10	
Methan	0.0 Vol.-%
Kohlendioxid	4.8 Vol.-%
Sauerstoff	15.9 Vol.-%



Messstelle BL08	
Methan	0.0 Vol.-%
Kohlendioxid	4.4 Vol.-%
Sauerstoff	14.9 Vol.-%



Messstelle BL05	
Methan	0.0 Vol.-%
Kohlendioxid	4.1 Vol.-%
Sauerstoff	14.2 Vol.-%

Messstelle PB04	
Methan	0.0 Vol.-%
Kohlendioxid	0.2 Vol.-%
Sauerstoff	20.4 Vol.-%



3.2.3 Kontrolle Keller

Raumluft Keller (Gebäude 319-B)	
Methan	0.0 Vol.-%
Kohlendioxid	0.5 Vol.-%
Sauerstoff	20.5 Vol.-%
MAK-Wert SUVA wird erreicht!	



Messstelle BL11	
Methan	0.0 Vol.-%
Kohlendioxid	1.4 Vol.-%
Sauerstoff	19.5 Vol.-%



Messstelle BL02	
Methan	0.0 Vol.-%
Kohlendioxid	1.0 Vol.-%
Sauerstoff	19.4 Vol.-%



Messstelle BL14	
Methan	0.0 Vol.-%
Kohlendioxid	0.9 Vol.-%
Sauerstoff	18.3 Vol.-%



Messstelle SB09	
Methan	0.0 Vol.-%
Kohlendioxid	0.9 Vol.-%
Sauerstoff	19.9 Vol.-%



4 DISKUSSION

4.1 BEURTEILUNG OBERFLÄCHENEMISSIONEN

Die Messkampagne erfolgte während leicht fallendem Luftdruck und guten meteorologischen Bedingungen. An der Deponieoberfläche konnten keine Methanemissionen nachgewiesen werden. Der Emissionsmittelwert an der Oberfläche beträgt 1.1 ppm CH. Bei den Sondierbohrungen SB05 (107 ppm CH) und SB09 (750 ppm CH) konnten geringe Methanemissionen gemessen werden.

Weitere Emissionsstellen wurden im Bereich des Miststocks (14'000 ppm CH) sowie bei einem Kanalisationsschacht (180 ppm CH) zwischen Wohnhaus und Scheune auf Parzelle 285 festgestellt. Diese Emissionen werden nicht auf Prozesse in der Deponie zurückgeführt.

4.2 BEURTEILUNG BODENLUFT

Bei zwei Messstellen (SB05 1.8 Vol.-%; SB07 9.6 Vol.-%) wurden Methankonzentrationen >10'000 ppm festgestellt. Im Bereich der vermuteten Ablagerung des Hauskehrichts wurden weit verbreitet erhöhte Kohlendioxidkonzentrationen von 3.1 bis 13.1 Vol.-% nachgewiesen. Diese Messwerte weisen klar auf Abbauprozesse im Deponiekörper hin. Die Zusammensetzung der Bodenluft lässt jedoch auf ein relativ spätes Stadium in den Entwicklungsphasen einer Deponie schliessen. Diese Bereiche der Deponie befinden sich im Übergang von der Methanoxydationsphase in die Kohlendioxidphase oder bereits vollständig in der Kohlendioxidphase. An Stellen, wo bereits relativ viel Sauerstoff (>15 Vol.-%) im Boden vorhanden ist, kann auch vom letzten Entwicklungsstadium einer Deponie (Luftphase) ausgegangen werden.

4.3 BEURTEILUNG RAUMLUFT KELLER

Im Kellerraum des Wohnhauses (Gebäude 319-B) auf Parzelle 285 wurde die Raumluft auf Methan und Kohlendioxid geprüft. Die gemessene Konzentration von 5'000 ppm Kohlendioxid entspricht dem Grenzwert für die maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) [4] und dem Immissions-Grenzwert der Altlastenverordnung [2]. Der Kellerraum des Wohngebäudes ist mit einem Naturboden versehen. Aufgrund der Deponiegasvorkommen im umliegenden Gebiet des Wohnhauses (z.B. SB07) ist möglich, dass Kohlendioxid aus der Deponie in das Gebäude migriert. Im Engadin können Kohlendioxidkonzentrationen in dieser Grössenordnung auch natürlich auftreten. Um Konzentrationsschwankungen aufgrund äusserer Einflüsse wie Luftdruckschwankungen, Niederschlag oder auch Temperatur sowie der Einfluss des belasteten Standorts abschliessend beurteilen zu können, wäre eine Überwachung mit mehrmaliger Kontrolle nötig. Da Kohlendioxid eine höhere Dichte als Luft aufweist, kann es sich in geschlossenen Räumen ohne Luftbewegungen in Bodennähe aufkonzentrieren (Kohlendioxid-See). Kohlendioxid kann akute sowie chronische toxische Auswirkungen haben [10].

4.3.1 Massnahmenvorschlag

Regelmässiges Lüften des Kellerraums verhindert ein erneutes Aufkonzentrieren von Kohlendioxid im Raum. Der Einbau einer einfachen Zwangslüftung (z.B. Abluftventilator Badezimmer) wird empfohlen. Dabei sollte die Ansaugstelle möglichst weit unten im Raum platziert und die Abluft ins Freie abgeblasen werden. Ein Dauerbetrieb ist aufgrund der geringen Konzentrationen nicht nötig. Bei regelmässigem Betreten kann die Lüftung zum Beispiel mit dem Lichtschalter gekoppelt und im Nachlauf betrieben werden. Ansonsten schlagen wir eine Betriebszeit von 1 Stunde pro Tag vor.

5 EMPFEHLUNGEN UND MASSNAHMEN

- Bei Nutzungsänderung oder bei baulichen Veränderungen im Bereich des Standorts sind die Deponiegasvorkommen bereits in der Planungsphase zu berücksichtigen und entsprechende Massnahmen zu treffen.
- Für Arbeiten in Schächten und anderen unterirdischen Bauwerken sowie bei Aushubarbeiten (Leitungsbau, Terrainverschiebungen usw.) sind die Richtlinien des Arbeitsschutzes zu beachten (SUVA MAK-Werte etc. [4]).
- Regelmässiges Lüften des Kellerraums.
- Einbau einer Zwangslüftung im Kellerraum.

Thun, 21. Oktober 2015

OESTER MESSTECHNIK



Peter Oester

Samuel Oester

6 GRUNDLAGEN

[1] http://rp5.ru/Wetterarchiv_in_Samedan (10.10.2015)

[2] SR 814.680: Verordnung vom 26. August 1998 über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung, AltIV), Stand 1. März 2015.

[3] LFU Baden-Württemberg (2001) Handlungsempfehlung Durchführung von Deponiegasmessungen bei Altablagerungen. Landesanstalt für Umweltschutz für Baden-Württemberg, Altlasten und Grundwasserschadensfälle 34: 28.

[4] SUVA (2015): Grenzwerte am Arbeitsplatz 2015, Ausgabe Januar 2015, 1903.d, SUVA Gesundheitsschutz, Luzern.

[5] Rettenberger, G. (1995) Betriebsleiterhandbuch Deponiegas. Ingenieurgruppe RUK und Umweltanalytik RUK GmbH, Stuttgart, 220-222.

[6] SR 641.711: Verordnung über die Reduktion der CO₂-Emissionen (CO₂-Verordnung), vom 30. November 2012 (Stand am 1. Januar 2014).

[7] SR 641.71: Bundesgesetz über die Reduktion der CO₂-Emissionen (CO₂-Gesetz), vom 23. Dezember 2011 (Stand am 1. Januar 2013).

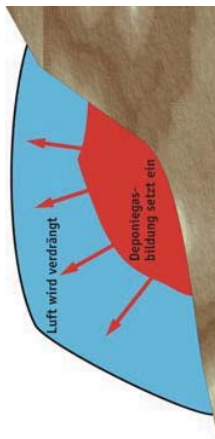
[8] BAFU (2012): Erläuternder Bericht, Verordnung über die Reduktion der CO₂-Emissionen (CO₂-Verordnung), Bundesamt für Umwelt, Bern.

[9] Schroth, M.H., Eugster W., Gómez K.E., Gonzalez-Gil, G., Niklaus, P.A., Oester P. (2012). Above- and below-ground methane fluxes and methanotrophic activity in a landfill-cover soil. Waste Management 32 (2012) 879-889.

[10] GESTIS-Stoffdatenbank, Kohlendioxid. Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. <http://www.dguv.de/ifa/GESTIS/GESTIS-Stoffdatenbank/index.jsp> (21.10.2015)

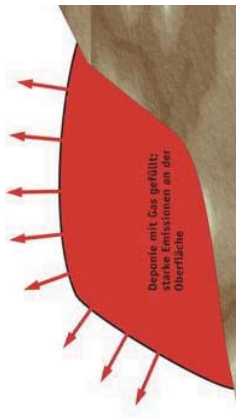
ANHANG 1: GASPRODUKTIONSPHASEN

In der Fachliteratur (Rettenberger 1995) werden die verschiedenen Phasen wie folgt beschrieben:



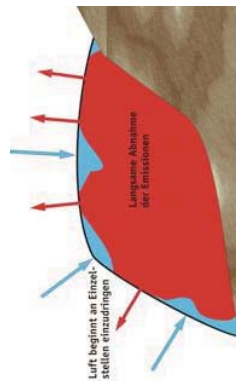
Beginn der Gasproduktion (I):

Nach Einbau des Mülls beginnt nach einer kurzen sauren Phase meist eine relativ intensive Gasproduktion.



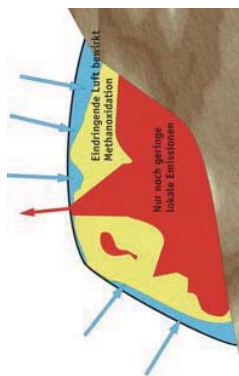
Stabile Methanphase (II):

Während des Mülleinbaus stellt sich im verdichteten Teil der Deponie eine stabile Methanphase ein. Ungefähr die Hälfte der organischen Masse wird in den ersten zwei Jahren zu Methan und Kohlendioxid abgebaut. Während dieser Phase wird natives Gas (55 % CH₄ und 45 % CO₂) produziert.



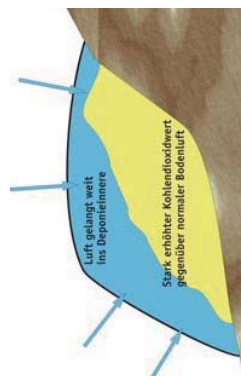
Luft eindringphase (III):

Nach Beendigung der Müllablagerungen und Abnahme der Methangasproduktion dringt durch Luftdruckschwankungen (Hoch- und Tiefdruck) teilweise Luft in den Deponiekörper ein. Bei Nichtbesaugen der Deponie werden hohe Methanwerte > 65 % gemessen. Die Methanproduktion ist jedoch gering.



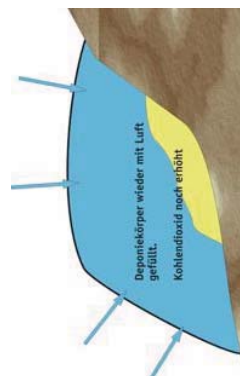
Methanoxidiationsphase (IV):

Durch das Eindringen der Luft wird Methan oxidiert, der Sauerstoff wirkt toxisch auf die Methanbakterien. Ab der Methanoxidiationsphase nimmt die Gefährdung durch migrierendes Deponiegas stetig ab.



Kohlendioxidphase (V):

Verbleibende organische Stoffe werden durch den neu vorhandenen Sauerstoff aerob abgebaut und bilden Wasser und Kohlendioxid.



Luftphase (VI):

Die organischen Stoffe sind abgebaut, Restsauerstoff ist wieder in der Bodenluft vorhanden.

Sondierschlitz BS01

Koordinaten: 786'010 / 154'565

OKT = 1714.0 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 20	Oberboden (Auffüllung)	Sand, siltig, kiesig, humos, durchwurzelt, braun	
20-130	Auffüllungen	Wechsellagen aus Sand, siltig, kiesig, braun und Kies, sandig, mit wenig Steinen und Blöcken bis ca. 0.3 m, grau, kantig - kantengerundet, Kristallin, erdfeucht, Fremdstoffe (Bauabfälle): Holz, Ziegelbruchstücke, Glas, ca. 1 Gew%	
130-310	Auffüllungen	Kies, sandig, siltig, mit wenig Steinen und Blöcken bis ca. 0.3 m, kantengerundet - angerundet, Kristallin, beige, dicht, erdfeucht, keine Fremdstoffe ab 2.5 m nicht standfest Wasserzutritt ab ca. 3.0 m	
Bemerkung	Schlitztiefe 3.1 m Wasserzutritt ab ca. 3.0 m Schlitz nicht standfest ab ca. 2.5 m. Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		



BS01

Baggerschlitz BS02

Koordinaten: 786'047 / 154'598

OKT = 1712.8 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 30	Auffüllung	Sand, siltig, kiesig, mit wenig Steinen bis ca. 0.2 m, vorwiegend kantig, braun	
30-250	Auffüllungen	Kies, sandig, vorwiegend kantig, graubraun – schwarz, Fremdstoffe (Bauabfälle): Ziegel, Holz, Metall, Glas, 1 Glasflasche, ca. 5 Gew%	
250-300	Gewachsener Untergrund, Schwemmablagerungen	Sand, siltig, beige, organisches Material (Gras und Wurzeln), keine Fremdstoffe	
Bemerkung	Schlitztiefe 3.0 m Wasserzutritt ab ca. 1.5 m Schlitz nicht standfest ab ca. 2.5 m. Sensorischer Befund gesamtes Profil: > schwarze Bereiche > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		



BS02

Baggerschlitz BS03

Koordinaten: 786'007 / 154'587

OKT = 1712.6 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 20	Oberboden (Auffüllung)	Sand, siltig, kiesig, humos, durchwurzelt, dunkelbraun	
20-230	Auffüllungen	Kies, sandig, siltig, mit Steinen und Blöcken bis ca. 0.5 m, angerundet, grau – braun Fremdstoffe (Bauabfälle): Holz, Äste, Glas, Backsteine, Textil, ca. 1-5 Gew% (unterschiedlich)	
230-280	Auffüllungen	Kies, sandig, siltig, mehrheitlich gerundet, nass, grau, keine Fremdstoffe	
Bemerkung	Schlitztiefe 2.8 m Wasserzutritt ab ca. 2.3 m Schlitz nicht standfest Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		

BS03



Baggerschlitz BS04

Koordinaten: 786'088 / 154'601

OKT = 1713.6 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 20	Oberboden (Auffüllung)	Sand, siltig, kiesig, humos, durchwurzelt, dunkelbraun	
20-350	Auffüllungen	Kies, sandig, siltig, mit Steinen und Blöcken bis ca. 0.5 m, braun und grau, verschiedene Auffüllungen Fremdstoffe (Bauabfälle): Ziegelbruchstücke, Ziegelsteine, Holz, Metallfass, Draht, Styropor, Plastikrohre, Vlies, Schnur, Betonstücke, Plastik, einzelne Flaschen und Dosen, ca. 20-50 Gew% (ca. 5 Gew% nicht mineralische Bauabfälle)	
350-370	Gewachsener Untergrund, Schwemmablagerungen	Sand (mehrheitlich Grobsand), schwach siltig, grau, nass, keine Fremdstoffe	
Bemerkung	Schlitztiefe 3.7 m Wasserzutritt ab ca. 3.7 m Schlitz nicht standfest Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		



BS04

Baggerschlitz BS05

Koordinaten: 786'110 / 154'582

OKT = 1713.3 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 10	Oberboden (Auffüllung)	Sand, siltig, kiesig, humos, durchwurzelt, dunkelbraun	
10-220	Auffüllungen	Kies, sandig, siltig, mit viel Steinen und Blöcken bis ca. 2 m, kantig bis gerundet, graubraun - schwarz, verschiedene Auffüllungen Fremdstoffe (Bauabfälle): Plastik, Vlies, Verbranntes, Blech, Plastikrohre, Tonstücke, Blechkübel, Ziegelbruchstücke, Betonblöcke, Holz, Metallstücke, ca. 5-10 Gew% (ca. 5 Gew% nicht mineralische Bauabfälle)	
Bemerkung	Schlitztiefe 2.2 m (zusammengebrochen) Keine Wasserzutritte Schlitz nicht standfest, zusammengebrochen Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		



BS05



Baggerschlitz BS06

Koordinaten: 786'045 / 154'575

OKT = 1712.6 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 20	Oberboden (Auffüllung)	Sand, siltig, schwach kiesig, humos, durchwurzelt, dunkelbraun	
20-300	Auffüllungen	Kies, sandig, schwach siltig, mit Steinen und Blöcken bis ca. 0.3 m, grau - schwarz Fremdstoffe (Bauabfälle und Kehrrecht): Plastik, Metall, Ziegel, Glasflaschen, Holz, ca. 10-20 Gew% (ca. 5 Gew% nicht mineralische Bauabfälle)	
300-320	Gewachsener Untergrund, Schwemmlagerungen	Sand, siltig, vereinzelt Feinkies, organisches Material (Grass), grau, keine Fremdstoffe	
Bemerkung	Schlitztiefe 3.2 m Wasserzutritt ab ca. 2.1 m Schlitz nicht standfest ab 2.5 m Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		



BS06

Baggerschlitz BS07

Koordinaten: 786'096 / 154'569

OKT = 1713.3m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 10	Oberboden (Auffüllung)	Sand, kiesig, siltig, humos, durchwurzelt, dunkelbraun	
10-300	Auffüllungen	Kies, sandig, siltig, mit Steinen und Blöcken bis ca. 0.3 m, graubraun, schwarz und ockerrot Fremdstoffe (Bauabfälle und Kehrrecht): Ziegelsteine, Holz, Metallteile, Rohre, Glasflaschen, Büchsen, Plastik, verbranntes Material, 0.1-1.0 m wenig Fremdstoffe, ca. 5 Gew%, 1.0-2.2 m viel Fremdstoffe ca. 50-100 Gew%, Kehrrecht (ca. 40-90 Gew% nicht mineralische Bauabfälle) 2.2-3.0 m wenig Fremdstoffe, ca. 5 Gew%,	
Bemerkung	Schlitztiefe 3.0 m Wasserzutritt ab ca. 2.2 m Schlitz nicht standfest Sensorischer Befund gesamtes Profil: > schwarze und ockerrote Bereiche > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		



BS07

Baggerschlitz BS08

Koordinaten: 786'125 / 154'563

OKT = ca.1713.4 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 10	Oberboden (Auffüllung)	Sand, siltig, schwach kiesig, humos, durchwurzelt, dunkelbraun	
10-300	Auffüllungen	Kies, sandig, schwach siltig, mit Steinen und Blöcken bis ca. 0.3 m, graubraun, verschiedene Auffüllungen Fremdstoffe (Bauabfälle):Metall, Plastikrohre, Holz, Ziegelsteine, Wurzelstöcke, ca. 10-20 Gew% (ca. 5 Gew% nicht mineralische Bauabfälle)	
Bemerkung	Schlitztiefe 3.0 m Wasserzutritt ab ca. 2.6 m Schlitz nicht standfest Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		



BS08



Baggerschlitz BS10

Koordinaten: 786'121 / 154'524

OKT = 1713.3 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 20	Oberboden (Auffüllung)	Sand, siltig, schwach kiesig, humos, durchwurzelt, dunkelbraun	
20-270	Auffüllungen	Kies, sandig, schwach siltig, mit Steinen und Blöcken bis ca. 0.3 m, graubraun, verschiedene Auffüllungen Fremdstoffe (Bauabfälle und Kehricht): Betonblöcke (bis ca. 0.5 m), Holz, Glasflaschen, Büchsen, Metall, Plastik, Ziegelbruchstücke, Ziegelsteine, Tonsteine, Zeitung (angebrannt), 0.2-0.6 m weniger Fremdstoff, 5 Gew% 0.6-2.7 m viel Fremdstoffe, ca. 20-50 Gew% (ca. 20-30 Gew% nicht mineralische Bauabfälle)	
Bemerkung	Schlitztiefe 2.7 m Wasserzutritt ab ca. 2.6 m Schlitz nicht standfest Sensorischer Befund gesamtes Profil: > stellenweise schwarze Bereiche > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		



BS10



Baggerschlitz BS11

Koordinaten: 786'146 / 154'525

OKT = 1713.3 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 10	Oberboden (Auffüllung)	Sand, siltig, schwach kiesig, humos, durchwurzelt, dunkelbraun	
10-280	Auffüllungen	Kies, sandig, siltig, mit Steinen und Blöcken bis ca. 1.5 m, graubraun Fremdstoffe (Bauabfälle): Betonblöcke, Ziegelsteine, Holz, ca. 10 Gew% (ca. 1 Gew% nicht mineralische Bauabfälle)	
280-300	Gewachsener Untergrund, Schwemmlagerungen	Sand, siltig, grau, nass, keine Fremdstoffe	
Bemerkung	Schlitztiefe ca. 3.0 m (zusammengebrochen) Keine Wasserzutritte Schlitz nicht standfest Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		



BS11

Baggerschlitz BS12

Koordinaten: 786'105 / 154'495

OKT = 1713.4 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 20	Oberboden (Auffüllung)	Sand, siltig, schwach kiesig, humos, durchwurzelt, dunkelbraun	
20-360	Auffüllungen	Kies, sandig, schwach siltig, mit Steinen und Blöcken bis ca. 0.7 m, braungrau Fremdstoffe (Bauschutt und Kehrrecht): Autoreifen, Holzfass, Glasflaschen, Büchsen, Teller, Plastik, Plastikleitungen, 0.2-1.2 m wenig Fremdstoffe, ca. 5 Gew% 1.2-3.6 m viel Fremdstoffe, ca. 20-50 Gew% (ca. 15-45 Gew% nicht mineralische Bauabfälle)	
260-380	Gewachsener Untergrund, Schwemmlagerungen	Sand, stark siltig, grau-schwarz, mit organischem Material (Gras, Wurzeln), keine Fremdstoffe	
Bemerkung	Schlitztiefe 3.8 m Wasserzutritte ab ca. 3.4 m Schlitz nicht standfest Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		



BS12



Baggerschlitz BS14

Koordinaten: 786'143 / 154'477

OKT = 1713.1 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 10	Oberboden (Auffüllung)	Sand, siltig, schwach kiesig, humos, durchwurzelt, dunkelbraun	
10-300	Auffüllungen	Kies, sandig, siltig, mit Steinen und Blöcken bis ca. 0.3 m, braun, grau und schwarz, verschiedene Ablagerungen Fremdstoffe (Bauabfälle): Holz, Plastik, Betonstücke, Ziegelsteine 0.1-0.6 m wenig Fremdstoffe, ca. 1 Gew% 0.6-2.8 m viel Fremdstoffe, ca. 10-20 Gew% (ca. 3 Gew% nicht mineralische Bauabfälle)	1 Probe 0.6-3.0m
ab 300	Gewachsener Untergrund, Schwemmlagerungen	Sand, siltig, grau-schwarz, mit organischem Material (Gras, Wurzeln), keine Fremdstoffe	
Bemerkung	Schlitztiefe 3.0 m Wasserzutritte ab ca. 2.7 m Schlitz nicht standfest, zusammengebrochen Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		



BS14

Baggerschlitz BS15

Koordinaten: 786'176 / 154'451

OKT = 1713.0 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 5	Oberboden (Auffüllung)	Sand, siltig, schwach kiesig, humos, durchwurzelt, dunkelbraun	
5-290	Auffüllungen	Kies, sandig, siltig, mit Steinen und Blöcken bis ca. 0.3 m, braun, grau und schwarz, verschiedene Ablagerungen Fremdstoffe (Bauabfälle): Holz, Betonbruchstücke, Plastikrohre, ca. 5 Gew% (ca. 2 Gew% nicht mineralische Bauabfälle)	
290-310	Gewachsener Untergrund, Schwemmlagerungen	Sand, siltig, grau-schwarz, mit organischem Material (Gras, Wurzeln), keine Fremdstoffe	
Bemerkung	Schlitztiefe 3.1 m Wasserzutritte ab ca. 2.8 m Schlitz standfest Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		



BS15

Baggerschlitz BS16

Koordinaten: 785'999 / 154'656

OKT = 1713.3 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 10	Oberboden (Auffüllung)	Sand, siltig, schwach kiesig, humos, durchwurzelt, braun	
10-280	Auffüllungen	Wechsel aus Kies, sandig, siltig und Sand, kiesig, siltig, mit Steinen und Blöcken bis ca. 1.0 m, grau-braun, verschiedene Ablagerungen Fremdstoffe (Bauabfälle): Ziegelbruchstücke, Betonblöcke, Armierungseisen, Plastikfolien, 2 Glasflaschen, Holz, ca. 5 Gew%, stellenweise ca. 10-20 Gew% (ca. 2-5 Gew% nicht mineralische Bauabfälle)	
280-300	Gewachsener Untergrund, Schwemmablagerungen	Silt, stark sandig, grau, orange Flecken, dicht, keine Fremdstoffe	
Bemerkung	Schlitztiefe 3.0 m Wasserzutritte ab ca. 2.5 m Schlitz teilweise standfest Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		



BS16



Baggerschlitz BS17

Koordinaten: 786'011 / 154'636

OKT = 1712.6 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 10	Oberboden (Auffüllung)	Sand, siltig, schwach kiesig, humos, durchwurzelt, braun	
10-150	Auffüllungen	Kies, sandig, siltig, mit Steinen und Blöcken bis ca. 0.5 m, braun Fremdstoffe (Bauabfälle): Ziegel, Draht, Holz, Beton, Glasscherben, ca. 2 Gew%	
150-250	Auffüllungen	Kies, sandig, siltig, mit Steinen und Blöcken bis ca. 0.5 m, grauschwarz Fremdstoffe (Bauabfälle und Kehrrecht): Keramik, Schuhe, Glasflaschen, Holz, Aludosen, ca. 5-10 Gew%	Probe 1.5-2.5 m
250-300	Gewachsener Untergrund, Schwemmlagerungen	Sand, siltig, kiesig, grau, orange Flecken, dicht, keine Fremdstoffe	
Bemerkung	Schlitztiefe 3.0 m Wasserzutritte ab ca. 2.5 m Schlitz standfest Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		



BS17

Baggerschlitz BS18

Koordinaten: 786'146 / 154'434

OKT = 1713.8 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 20	Oberboden (Auffüllung)	Sand, siltig, schwach kiesig, humos, durchwurzelt, braun	
20-320	Auffüllungen	Kies, sandig, siltig, mit Steinen und Blöcken bis ca. 0.5 m, braun und grau, Auffüllungen durchmischt Fremdstoffe (Bauabfälle): Plastik, Betonblöcke, Holzstücke, Ziegelsteine, Ziegelbruchstücke, ca. 2-5 Gew%, (ca. 1 Gew% nicht mineralische Bauabfälle)	
320-420	Gewachsener Untergrund, Schwemmlagerungen	Silt, sandig, zum Teil kiesig, grau, mit organischem Material (Grass, Wurzeln), keine Fremdstoffe	
Bemerkung	Schlitztiefe 4.2 m Wasserzutritte ab ca. 3.2 m Schlitz ab ca. 2.2m nicht standfest Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		



BS18

Baggerschlitz BS19

Koordinaten: 786'168 / 154'413

OKT = 1713.7 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 10	Oberboden (Auffüllung)	Sand, siltig, schwach kiesig, humos, durchwurzelt, braun	
20-360	Auffüllungen	Kies, sandig, siltig, mit Steinen und Blöcken bis ca. 0.5 m, braun und grau, verschiedene Auffüllungen Fremdstoffe (Bauabfälle): Ziegelsteine, Betonblöcke (bis ca. 1.5 m Durchmesser), Holz, Plastikrohre, Armierungseisen, ca. 30-50 Gew% (ca. 3-5 Gew% nicht mineralische Bauabfälle)	
360-380	Gewachsener Untergrund, Schwemmablagerungen	Sand, siltig, grau, nass, keine Fremdstoffe	
Bemerkung	Schlitztiefe 3.8 m Wasserzutritte ab ca. 3.6 m Schlitz nicht standfest, zusammengebrochen Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		



BS19

Baggerschlitz BS20

Koordinaten: 786'131 / 154'378

OKT = 1713.8 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 10	Oberboden (Auffüllung)	Sand, siltig, schwach kiesig, humos, durchwurzelt, braun	
10-300	Auffüllungen	Kies, sandig, siltig, mit Steinen und Blöcken bis ca. 0.5 m, braun, grau und schwarz, verschiedene Auffüllungen Fremdstoffe (Bauabfälle): Ziegelbruchstücke, Plastik, Metall, Betonbruchstücke, Styropor, ca. 3-4 Gew% (ca. 1 Gew% nicht mineralische Bauabfälle)	
300-320	Gewachsener Untergrund, Schwemmlagerungen	Silt, stark sandig, grau, mit organischem Material (Gras, Wurzeln), schwarz, keine Fremdstoffe	
Bemerkung	Schlitztiefe 3.2 m Wasserzutritte ab ca. 3.0 m Schlitz standfest Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		



BS20

Baggerschlitz BS21

Koordinaten: 786'099 / 154'399

OKT = 1714.4 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 20	Oberboden (Auffüllung)	Sand, siltig, schwach kiesig, humos, durchwurzelt, braun	
20-370	Auffüllungen	Kies, sandig, siltig, mit Steinen und Blöcken bis ca. 1.5 m, braun und grau, verschiedene Auffüllungen, durchmischt Fremdstoffe (Bauabfälle): Betonblöcke (bis ca. 1 m Durchmesser), Ziegelbruchstücke, Armierungseisen, Schnur, ca. 2-5 Gew% (ca. 1 Gew% nicht mineralische Bauabfälle)	
Bemerkung	Schlitztiefe 3.7 m Keine Wasserzutritte Schlitz ab 2.2 m nicht standfest Gewachsener Untergrund nicht erreicht Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		



BS21

Baggerschlitz BS22

Koordinaten: 786'098 / 154'351

OKT = 1713.0 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 10	Oberboden (Auffüllung)	Sand, siltig, schwach kiesig, humos, durchwurzelt, braun	
10-250	Auffüllungen	Kies, sandig, siltig, mit Steinen und Blöcken bis ca. 1.5 m, braun und grau, verschiedene Auffüllungen, durchmischt Fremdstoffe (Bauabfälle): Ziegelbruchstücke, Holz, Betonblöcke (bis ca. 0.5 m Durchmesser), ca. 1-5 Gew% (ca. 1 Gew% nicht mineralische Bauabfälle)	
250-280	Gewachsener Untergrund, Schwemmlagerungen	Silt, stark sandig, grau, keine Fremdstoffe	
280-300	Gewachsener Untergrund, Schotter	Kies, sandig, schwach siltig, Steine bis ca. 0.1 m, grau, gerundet	
Bemerkung	Schlitztiefe 3.0 m Wasserzutritte bis ca. 2.8 m Schlitz standfest Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		



BS22

Baggerschlitz BS23

Koordinaten: 786'075 / 154'367

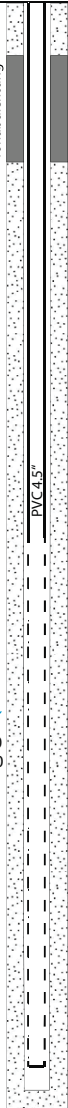
OKT = 1713.5 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 10	Oberboden (Auffüllung)	Sand, siltig, schwach kiesig, humos, durchwurzelt, braun	
10-290	Auffüllungen	Kies, sandig, siltig, mit Steine und Blöcke bis ca. 0.3 m, graubraun, verschiedene Auffüllungen, durchmischt Fremdstoffe (Bauabfälle): Ziegelbruchstücke, Betonblöcke mit Armierungseisen, Holzstücke, Metallstücke 0.1-1.2 m: vorwiegend Ziegelbruchstücke, ca. 2 Gew% 1.2-3.0 m: Fremdstoffe ca. 2-5 Gew% (ca. 1-2 Gew% nicht mineralische Bauabfälle)	
290-320	Gewachsener Untergrund, Schwemmlagerungen	Kies, sandig, siltig, grau, nass	
Bemerkung	Schlitztiefe 3.2 m Wasserzutritte bei ca. 2.9 m Schlitz mehrheitlich standfest Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		



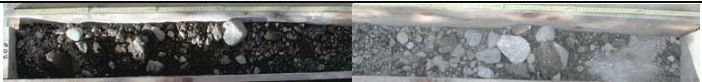
BS23

Projekt: GR 705B TU Ehem. Kehrlichtdeponie Nr. 2, Celerina		Geologisches Profil Kernbohrung PB01 1:50	
Bauherrschaft:	Gemeinde Celerina		
Koordinaten:	785'964.77 / 154'562.33 OKT: 1716.10 m ü.M. OKR: 1715.96 m ü.M.		
Datum Bohrung:	07.10.2015		
Bohrfirma/Bohrmethode:	Stump ForATec AG, Kernbohrung mit Hartmetallkronen	Sieber Cassina + Handke AG Ingenieure Geologen und Planer Ringstrasse 203 7000 Chur	Auftrag: GR 705B
Tiefe Bohrung:	10.20 m		Sachbearb.: nz
Geologische Begleitung:	Nina Zoller		Datum: 19.01.2016

Bohrart	Lage GWSp (m ab OKT, m ü.M.)	Ausbau	Tiefe (m ab OKT)	Kote (m ü.M.)	Pumpversuch	Geologische Signatur	Beschreibung nach Feldmethode SN 670 004-1b	geologische Interpretation	Proben Labor Nr.
Ø 168 mm	Ø 145 mm 8.10.2015 5.67 1710.43 23.12.2015 6.80 1709.30 Tonabdichtung PVC 4,5" kf = 5.5 x 10-4 m/s		3.4	1712.70		Kies, sandig, schwach siltig, mit Steinen bis ca. 10 cm, grau, kantig, Fremdstoffe: Schwarzbelag, ca. 5 Gew%	Auffüllungen		
4.5			1711.60	Sand, kiesig, stark siltig, dunkelbraun, kantengerundet - angerundet		Bachschnitt			
5.2			1710.90	Kies, sandig, siltig, beige, kantengerundet - angerundet					
10.2			1705.90	Kies, sandig, schwach siltig - siltig, beige, angerundet - gerundet		Schotter			

Sensorischer Befund gesamtes Profil:

- > keine Verfärbung
- > kein besonderer Geruch
- > Fremdstoffe gemäss Beschrieb

0-2 m	
2-4 m	
4-6 m	
6-8 m	
8-10 m	

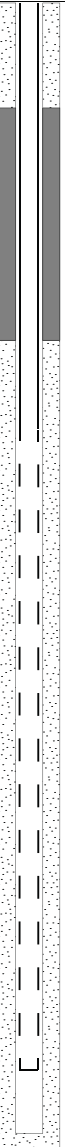
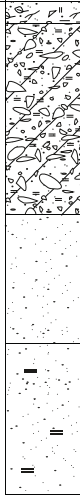
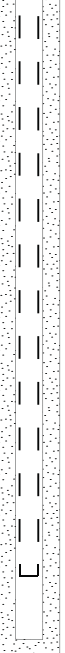
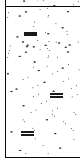
Projekt: GR 705B TU Ehem. Kehrichtdeponie Nr. 2, Celerina			Geologisches Profil Kernbohrung PB02 1:25		
Bauherrschaft: Gemeinde Celerina					
Koordinaten: 786'094.48 / 154'612.93 OKT: 1711.78 m ü.M. OKR: 1711.68 m ü.M.					
Datum Bohrung: 01.10.2015					
Bohrfirma/Bohrmethode: Stump ForATec AG, Kehrbohrung mit Hartmetallkronen			Sieber Cassina + Handke AG Ingenieure Geologen und Planer Ringstrasse 203 7000 Chur		Auftrag: GR 705B
Tiefe Bohrung: 4.0 m					Sachbearb.: nz
Geologische Begleitung: Nina Zoller					Datum: 19.01.2016

Bohrart	Lage GW/Sp (m ab OKT, m ü.M.)	Ausbau	Tiefe (m ab OKT)	Kote (m ü.M.)	Pumpversuch	Geologische Signatur	Beschreibung nach Feldmethode SN 670 004-1b	geologische Interpretation	Proben Labor Nr.
Ø 168 mm	6.10.2015 1.28 1710.50		0.4	1711.38			Kies, stark sandig, schwach siltig, braun, kantig	Auffüllungen	
			0.7	1711.08			Sand, siltig, kiesig, graubraun		
			0.8	1710.98			Sand (Feinsand), siltig, grau mit ockerfarbigen Flecken	Schwemm- ablagerungen	
Ø 145 mm	23.12.2015 2.64 1709.14		1.6	1710.18	kf = 9.4 x 10-4 m/s		Grobsand, schwach siltig, schwach kiesig, grau und hellbraun		
			4.0	1707.78			Kies, sandig, schwach siltig, Steine bis ca. 12 cm, grau, kantengerundet - gerundet, Kristallin und Sedimente		

Sensorischer Befund gesamtes Profil:
> Verfärbung gemäss Beschrieb
> kein besonderer Geruch
> keine Fremdstoffe

0-2 m	
2-4 m	

Projekt: GR 705B TU Ehem. Kehrichtdeponie Nr. 2, Celerina			Geologisches Profil Kernbohrung PB03 1:25 	
Bauherrschaft: Gemeinde Celerina				
Koordinaten: 786'126.05 / 154'587.61 OKT: 1711.76 m ü.M. OKR: 1711.70 m ü.M.				
Datum Bohrung: 01.10.2015				
Bohrfirma/Bohrmethode: Stump ForATec AG, Kehrbohrung mit Hartmetallkronen			Sieber Cassina + Handke AG Ingenieure Geologen und Planer Ringstrasse 203 7000 Chur	
Tiefe Bohrung: 5.3 m				
Geologische Begleitung: Nina Zoller				
			Auftrag: GR 705B	
			Sachbearb.: nz	
			Datum: 19.01.2016	

Bohrart	Lage GW/Sp (m ab OKT, m ü.M.)	Ausbau	Tiefe (m ab OKT)	Kote (m ü.M.)	Pumpversuch	Geologische Signatur	Beschreibung nach Feldmethode SN 670 004-1b	geologische Interpretation	Proben Labor Nr.
Ø 168 mm	23.12.2015 1.30 1710.46 Tonabdichtung		0.1	1711.66			Sand, siltig, schwach kiesig, durchwurzelt, braun	Boden	
							Kies, sandig, siltig bis Sand, siltig, kiesig, graubraun, kantig	Auffüllungen	
			1.0	1710.76					
			1.6	1710.16			Sand, sauber, grau		
Ø 145 mm	23.12.2015 2.68 1709.08						Sand, schwach siltig, grau mit ockerfarbigen Flecken	Schwemmlagerungen	
			2.3	1709.46					
							Kies, sandig, schwach siltig, grau, braun zwischen 2.8-3.2 m, kantengerundet - mehrheitlich gerundet, Kristallin und Sedimente	Schotter	
			5.3	1706.46					

Sensorischer Befund gesamtes Profil:
 > Verfärbung gemäss Beschrieb
 > kein besonderer Geruch
 > keine Fremdstoffe

0-2 m	
2-4 m	
4-5 m	

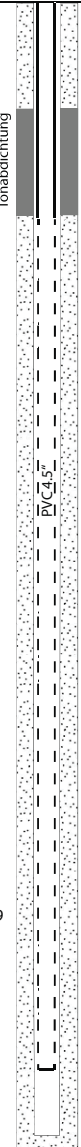
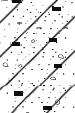
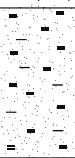
Projekt: GR 705B TU Ehem. Kehrichtdeponie Nr. 2, Celerina			Geologisches Profil Kernbohrung PB04 1:25		
Bauherrschaft: Gemeinde Celerina					
Koordinaten: 786°148.18 / 154°549.79 OKT: 1712.07 m ü.M. OKR: 1711.93 m ü.M.					
Datum Bohrung: 01.10.2015					
Bohrfirma/Bohrmethode: Stump ForATec AG, Kehrbohrung mit Hartmetallkronen			Sieber Cassina + Handke AG Ingenieure Geologen und Planer Ringstrasse 203 7000 Chur		Auftrag: GR 705B
Tiefe Bohrung: 5.3 m					Sachbearb.: nz
Geologische Begleitung: Nina Zoller					Datum: 19.01.2016

Bohrart	Lage GWSp (m ab OKT, m ü.M.)	Ausbau	Tiefe (m ab OKT)	Kote (m ü.M.)	Pumpversuch	Geologische Signatur	Beschreibung nach Feldmethode SN 670 004-1b	geologische Interpretation	Proben Labor Nr.	
Ø 168 mm	6.10.2015 1.65 1710.42		0.1	1711.97	kf = 1.2 x 10-4 m/s		Sand, kiesig, siltig, durchwurzelt, Humus, braun	Boden		
							Kies, sandig, siltig, Steine bis ca. 15 cm, durchwurzelt, graubraun, kantig - abgerundet lbraun	Auffüllungen		
			1.0	1711.07			Feinsand, schwach siltig, Fremdstoffe (Bauabfälle): Plastikkabel, Blech, Holz, ca. 2 Gew%	Schwemm- ablagerungen		
			1.2	1710.87			Grobsand, leicht kiesig, grau			
			1.6	1710.47			Feinsand, stark siltig, keine Plastizität, grau mit ockerfarbigen Flecken, geschichtet			
Ø 145 mm	23.12.2015 2.91 1709.16		1.9	1710.17			Kies, sandig, schwach siltig, Steine bis ca. 12 cm, grau, abgerundet - gerundet, Kristallin und wenig Kalke	Schotter		
			5.3	1706.77						

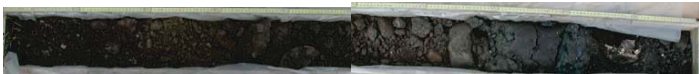
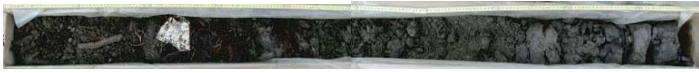
Sensorischer Befund gesamtes Profil:
> Verfärbung gemäss Beschrieb
> kein besonderer Geruch
> Fremdstoffe gemäss Beschrieb

0-2 m	
2-4 m	
4-5.3 m	

Projekt: GR 705B TU Ehem. Kehrichtdeponie Nr. 2, Celerina		Geologisches Profil	
Bauherrschaft: Gemeinde Celerina		Kernbohrung SB07	
Koordinaten: 786'117.60 / 154'533.37 OKT: 1713.39 m ü.M. OKR: 1713.25 m ü.M.		1:25	
Datum Bohrung: 05.10.2015			
Bohrfirma/Bohrmethode: Stump ForATec AG, Kernbohrung mit Hartmetallkronen		Sieber Cassina + Handke AG Ingenieure Geologen und Planer Ringstrasse 203 7000 Chur	
Tiefe Bohrung: 5.30 m		Auftrag: GR 705B	
Geologische Begleitung: Nina Zoller		Sachbearb.: nz	
		Datum: 19.01.2016	

Bohrt	Lage GWSp (m ab OKT, m ü.M.)	Ausbau	Tiefe (m ab OKT)	Kote (m ü.M.)	Pumpversuch	Geologische Signatur	Beschreibung nach Feldmethode SN 670 004-1b	geologische Interpretation	Proben Labor Nr.
Ø 168 mm			0.1	1713.29			Sand, siltig, kiesig, schwarz	Boden	
			1.4	1711.99			Kies, stark sandig, siltig, graubraun, kantig – kantengerundet, Fremdstoffe (Bauabfälle): Ziegelbruchstücke, Holz, ca. 2-3 Gew%	Auffüllungen mit Kehricht	Probe 0.1-1.4 m
			1.7	1711.69			Kies, sandig, siltig, graubraun, kantig, glimmerreich, modriger Geruch		
			2.0	1711.39			Kies, stark sandig, schwarz, modriger Geruch, Fremdstoffe (Kehricht): Metall, Draht, Glasscherben, Holz, weisses Pulver, ca. 5 Gew%		Probe 1.7-2.0 m (Eluat)
			2.7	1710.69			Sand, schwach siltig, schwach kiesig, schwarz – grau, modriger Geruch, Fremdstoffe (Kehricht): Holz, Ziegelbruchstücke, Blech, Glasscherben, Dose, faseriges Gewebe, Korkzapfen, Plastikbecher, organisches Material (Gras), Gummi, Karton, Papier, ca. 30-50 Gew%		Probe 2.0-2.7 m (Eluat)
			2.8	1710.59			Organisches Material (faseriger Torf mit Gras und Wurzeln)	Torf	
			3.5	1709.89			Grobsand, sauber, grau, organisches Material	Schwemmablagerungen	Probe 2.8-4.2 m
			4.2	1709.19			Feinsand, siltig, tonig, keine Plastizität, grau und schwarz, organisches Material (Wurzeln)		
			5.3	1707.09			Kies, sandig, siltig, Steine bis ca. 9 cm, grau, kantengerundet – gerundet, Kristalline, Quarz, und Kalksteine	Schotter	

Sensorischer Befund gesamtes Profil:
 > Verfärbung gemäss Beschrieb
 > Geruch gemäss Beschrieb
 > Fremdstoffe gemäss Beschrieb

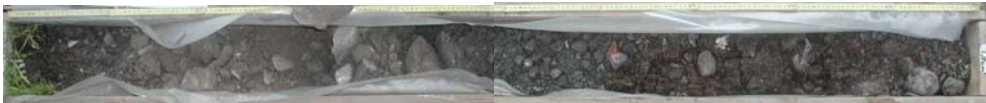
0-2 m	
2-4 m	
4-5 m	

Sondierbohrung SB05

Koordinaten: 786'071.85 / 154'561.79

OKT = 1713.14 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 20	Boden	Sand, kiesig, siltig, durchwurzelt, dunkelbraun, kantig - kantengerundet	
20-100	Auffüllungen	Kies, sandig, schwach siltig, Steine > 20 cm (zerbohrt), graubraun, kantig – kantengerundet, Fremdstoffe: Ziegelbruchstücke, ca. 1 % Gew%	
100-120	Auffüllungen	Kies, sandig, grau, kantig – kantengerundet Fremdstoffe (Bauabfälle): Ziegelbruchstücke, Schwarzelag, Glasscherben, ca. 10 Gew%	
120-270	Auffüllungen	Sand, kiesig, siltig, dunkelbraun-schwarz, kantig – kantengerundet, Fremdstoffe (Bauabfälle und Kehrrecht): Ziegelbruchstücke, Glasscherben, Plastik, Metalle, organisches Material, Äste, ca. 30-40 Gew%	Probe 1.2-2.7 m (Eluat)
270-380	Auffüllungen durchmischt mit Schwemmlagerungen	Feinsand, siltig, grau-schwarz, organisches Material (Wurzeln), keine Plastizität Fremdstoffe (Bauabfälle und Kehrrecht): Draht, organisches Material, ca. 5-10 Gew%	Probe 2.7-3.8 m (Eluat)
380-530	Schotter	Kies, sandig, schwach siltig, Steine bis ca. 10 cm, grau, angerundet - gerundet, Kristalline	
Bemerkung	Bohrtiefe 5.3 m Wasserspiegel bei 2.50 m ab OKT am 5.10.2015 Keine Verrohrung Abdichtung 0.5-1.0 m Sensorischer Befund gesamtes Profil: > Verfärbung gemäss Beschrieb > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		

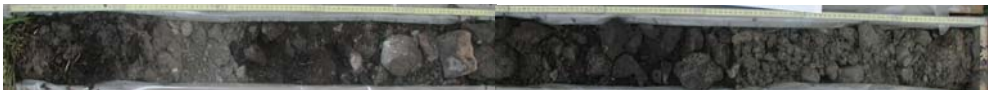
0-2 m	
2-4 m	
4-5.3 m	

Sondierbohrung SB06

Koordinaten: 786'051.02 / 154'526.19

OKT = 1711.62 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 20	Auffüllungen	Sand, stark kiesig, siltig, schwarz – grau, kantig – kantengerundet, durchwurzelt	
20-50	Auffüllungen	Kies, sandig, siltig, grau, kantig - kantengerundet	
50-70	Auffüllungen	Sand, siltig, dunkelbraun, viel organisches Material (Wurzeln)	
70-150	Auffüllungen	Sand, kiesig, siltig, Steine bis ca. 8 cm, grau-schwarz, kantig – kantengerundet, Fremdstoffe: Ziegelbruchstücke, ca. 5 Gew%	
150-190	Bachschutt	Kies, sandig, siltig, Steine bis ca. 8 cm, grau, kantig – kantengerundet, Kristallin und Kalksteine	
190-280	Schwemmablagerungen	Sand (Wechsellagen aus Fein- und Grobsand), siltig, keine Plastizität, grau – beige, organisches Material (Pflanzenreste), schwarz	
280-510	Schotter	Kies, sandig, schwach siltig, Steine bis ca. 10 cm, grau, angerundet – gerundet, Kristallin und Kalksteine	
Bemerkung	Bohrtiefe 5.1 m Wasserspiegel bei 1.05 m ab OKT am 7.10.2015 Keine Verrohrung Abdichtung 0.5-1.0 m Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		

0-2 m	
2-4 m	
4-5.1 m	

Sondierbohrung SB08

Koordinaten: 786'096.16 / 154'502.95

OKT = 1713.50 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 5	Boden	Sand, siltig, kiesig, dunkelbraun, Humus, durchwurzelt	
5-330	Auffüllungen	Kies, sandig, siltig, viel Steine bis ca. 20 cm, grau – beige, kantig – kantengerundet, Kalksteine und Kristalline, Fremdstoffe: Ziegelbruchstücke, Betonbruchstücke, ca. 1 Gew%	
330-430	Auffüllungen	Faseriger Torf mit Wurzeln mit teilweise Kies, sandig, siltig, Steine bis ca. 15 cm, grau und schwarz, kantig	
430-450	Torf (Ehem. Boden)	Faseriger Torf, schwarzbraun, geschichtet, mit Grass und Wurzeln	
450-520	Schotter	Kies, sandig, schwach siltig, Steine bis ca. 12 cm, grau, angerundet – gerundet, Kristallin	
Bemerkung	Bohrtiefe 5.2 m Wasserspiegel bei 2.55 m ab OKT am 6.10.2015 Keine Verrohrung Abdichtung 0.5-1.0 m Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		

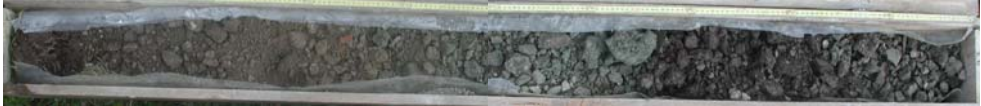
0-2 m	
2-4 m	
4-5.2 m	

Sondierbohrung SB09

Koordinaten: 786'123.77 / 154'410.84

OKT = 1714.48 m ü.M.

Tiefe ab OKT [cm]	Schicht	Beschreibung des Materials Probennahmen	Feld Nr. Labor Nr.
0 – 20	Boden	Sand, kiesig, siltig, braun, durchwurzelt	
20-120	Auffüllungen	Kies, stark sandig, schwach siltig, braun – grau, kantig – kantengerundet, Fremdstoffe: Ziegelbruchstücke, ca. 2 Gew%	
120-140	Auffüllungen	Kies, sandig, schwach siltig, blaugrau, kantig – kantengerundet	
140-170	Auffüllungen	Sand, kiesig, siltig, schwarz, kantig, kantengerundet, wenig organisches Material (Wurzeln, Holz), ca. 1 Gew%	
170-340	Auffüllungen	Kies, sandig, siltig, grau, kantig – kantengerundet, Kristalline und Kalke Fremdstoffe: Ziegelbruchstücke, ca. 2 Gew%	Probe 1.7-3.4 m
340-470	Auffüllungen	Wechselagerungen aus faserigem Torf mit Gras und Wurzeln und Sand, kiesig, schwach siltig, dunkelbraun und grau, kantengerundet – angerundet, geschichtet	
470-500	Schwemmablagerungen mit Bodenbildung	Sand (Fein- und Grobsand), siltig, mit wenig organischen Bruchstücken, grau – beige, geschichtet, keine Plastizität	
500-600	Schotter	Kies, sandig, schwach siltig, Steine bis ca. 10 cm, graubraun, angerundet – gerundet, Kalksteine und Kristallin	
Bemerkung	Bohrtiefe 6.0 m Wasserspiegel bei ca. 1.96 m (7.10.2015) Keine Verrohrung Abdichtung 0.5-1.0 m Sensorischer Befund gesamtes Profil: > keine Verfärbung > kein besonderer Geruch > Fremdstoffe gemäss Beschrieb		

0-2 m	
2-4 m	
4-6 m	